



**ΕΛΛΗΝΙΚΟ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ
ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ
ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΗΣ
ΕΡΓΑΣΙΑΣ**



Το έργο συγχρηματοδοτείται από τον κρατικό προϋπολογισμό κατά 71,42% το οποίο αντιστοιχεί σε 75% από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης και 25% από το Ελληνικό Δημόσιο και κατά 28,58% από πόρους του ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε. (Λ.Α.Ε.Κ.)

ΜΕΛΕΤΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΔΙΥΛΙΣΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

**ΜΕΛΕΤΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ
ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΔΙΥΛΙΣΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ**

ISBN: 978-960-6818-13-4

Α Έκδοση: Δεκέμβριος 2008

Copyright @ Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας

Λιοσίων 143 και Θειοσίου 6, 104 45 ΑΘΗΝΑ

Τηλ.: 210 82 00 100

Φαξ: 210 82 00 222 – 210 88 13 270

Email: info@elinyae.gr

Internet: <http://www.elinyae.gr>

Δεν επιτρέπεται η αναπαραγωγή μέρους ή όλου του εντύπου με οποιονδήποτε τρόπο, χωρίς αναφορά της πηγής.

ΔΙΑΝΕΜΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε. • ΔΕΝ ΕΠΙΤΡΕΠΕΤΑΙ Η ΠΩΛΗΣΗ ΑΠΟ ΤΡΙΤΟΥΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Γεωργιάδου Εύη, Χημικός Μηχανικός, συντονίστρια της μελέτης (ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.)

Δοντάς Σπύρος, Δρ. Χημικός (ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.)

Δρίβας Σπύρος, Ειδικός Ιατρός Εργασίας (ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.)

Ζαφειρόπουλος Παντελεήμων, Ειδικός Παθολόγος, Ειδικός Ιατρός Εργασίας, τ. Δ/ντης ΕΣΥ

Καραχάλιος Ευάγγελος, Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός, Τεχνικός Ασφάλειας

Κομηνός Ξενοφών, Χημικός, MSc (ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.)

Κωνσταντοπούλου Σοφία, Μηχανικός Περιβάλλοντος ΤΕ, MSc (ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.)

Μουρελάτου Ειρήνη, Τεχνολόγος Τροφίμων (ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.)

Πινότση Δήμητρα, Μαθηματικός-Στατιστικός, MSc (ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.)

Ραντίν Λορέντζο, Βιομηχανικός Υγιεινολόγος (ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.)

*Στην έρευνα πεδίου συμμετείχαν, επίσης, στελέχη των υπηρεσιών Υγείας και Ασφάλειας της Εργασίας των **Ελληνικών Πετρελαίων ΑΕ** και της **Μότορ Όιλ**, καθώς και μέλη των Επιτροπών Υγείας και Ασφάλειας των Εργαζομένων.*

*Στη διεξαγωγή των ποσοτικών προσδιορισμών χημικών παραγόντων και μεταβολιτών υδρογονανθράκων στα ούρα εργαζομένων συμμετείχε η **Τσουκαλά Μάγδα**, Χημικός Μηχανικός, υποψήφια Δρ. ΕΜΠ.*

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε τα **Ελληνικά Πετρέλαια ΑΕ** και τη **Μότορ Όιλ** για τη δυνατότητα που έδωσαν για διεξαγωγή έρευνας πεδίου στις εγκαταστάσεις τους.

Διοικητική υποστήριξη: **Ριζάκου Ίρμα**, Διοίκηση Επιχειρήσεων, BSc, MSc (ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε)

Γραμματειακή υποστήριξη: **Ντάνη Δέλα** (ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε)

Βιβλιογραφική υποστήριξη: **Καψάλη Κωνσταντίνα**, **Θωμαδάκη Φανή**

Επιμέλεια βιβλιογραφίας: **Καψάλη Κωνσταντίνα**

Συλλογή νομοθεσίας: **Δαΐκου Αφροδίτη**

Βιβλιοθήκη, Κέντρο Τεκμηρίωσης – Πληροφόρησης ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.

Επιμέλεια έκδοσης: **Καταγή Εβίτα**

Τμήμα Εκδόσεων, Κέντρο Τεκμηρίωσης-Πληροφόρησης ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.

ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.

- Πρόεδρος:** • Ιωάννης Δραπανιώτης
- Αντιπρόεδροι:** • Ανδρέας Κολλάς (Γ.Σ.Ε.Ε.)
• Ευστάθιος Πολίτης (Γ.Σ.Ε.Β.Ε.Ε., Ε.Σ.Ε.Ε., Σ.Ε.Β.)

- Μέλη:** • Ιωάννης Αδαμάκης (Γ.Σ.Ε.Ε.)
• Θεόδωρος Δέδες (Σ.Ε.Β.)
• Ιωάννης Καλλιάνος (Γ.Σ.Ε.Ε.)
• Παύλος Κυριακόγγονας (Σ.Ε.Β.)
• Αναστάσιος Παντελάκης (Ε.Σ.Ε.Ε.)
• Κυριάκος Σιούλας (Γ.Σ.Ε.Ε.)

ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ

Μηνάς Αναλυτής, Οικονομολόγος, PhD

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	11
---------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή

1.1 Σκοπός της μελέτης	13
1.2 Μεθοδολογία	13
1.3 Διάρθρωση μελέτης	14

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Περιγραφή παραγωγικών διαδικασιών στη βιομηχανία διύλισης πετρελαίου

2.1 Εισαγωγή.....	15
2.1.1 Βασικά στοιχεία για το αργό πετρέλαιο	15
2.1.2 Κύρια προϊόντα διύλισης πετρελαίου	16
2.1.3 Συνήθη χημικά στη βιομηχανία διύλισης πετρελαίου	19
2.2 Διύλιση πετρελαίου.....	19
2.2.1 Εισαγωγή	19
2.2.2 Διεργασίες διύλισης πετρελαίου.....	21
2.2.3 Βοηθητικές εγκαταστάσεις διυλιστηρίων	31
2.2.3.1 Σύστημα διαχείρισης καθαρού νερού / αποβλήτων.....	31
2.2.3.1.1 Πρώτο στάδιο επεξεργασίας.....	31
2.2.3.1.2 Αφαίρεση όξινου νερού	31
2.2.3.1.3 Δεύτερο στάδιο επεξεργασίας.....	32
2.2.3.1.4 Τρίτο στάδιο επεξεργασίας.....	32
2.2.3.2 Πύργοι ψύξης	32
2.2.3.3 Παραγωγή ατμού	32
2.2.3.4 Καύσιμα.....	32
2.2.3.5 Σύστημα παραγωγής / διανομής ατμού	33
2.2.3.6 Καυστήρες, εναλλάκτες, ψύκτες	33
2.2.3.7 Συστήματα ανακούφισης πίεσης.....	33
2.2.3.8 Πυρσοί καύσης.....	33
2.2.3.9 Παραγωγή & μεταφορά ενέργειας	34
2.2.3.10 Παραγωγή πεπεσμένου αέρα	34
2.2.3.11 Αντλίες και σύστημα σωληνώσεων	34
2.2.3.12 Δεξαμενές αποθήκευσης / αποθήκες	34
2.2.3.13 Μεταφορά / μετάγχιση προϊόντων	35
2.2.3.14 Χειρισμός καταλυτών	35
2.2.3.14.1 Καταλύτες σταθερής κλίνης.....	39

2.2.3.14.2 Καταλύτες ρευστοστερεάς κλίνης	40
2.2.3.14.3 Υγροί καταλύτες	40
2.2.3.14.4 Χρησιμοποιημένοι καταλύτες.....	40
2.2.3.15 Διοικητική μέριμνα	41
2.2.3.16 Κατασκευές και συντήρηση	41
2.2.3.17 Έλεγχος αερίων και ατμών	42
2.2.5. Πρόγραμμα υγιεινής και ασφάλειας της εργασίας	43
2.2.6 Πρόγραμμα προστασίας περιβάλλοντος	44
2.2.7 Ειδικότητες εργαζομένων.....	45

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Κίνδυνοι για την Υγεία και Ασφάλεια - Μέτρα Πρόληψης

3.1 Εισαγωγή.....	49
3.2 Περιγραφή γενικών δυνητικών κινδύνων για την υγεία και ασφάλεια	51
3.2.1 Κίνδυνοι πυρκαγιάς.....	51
3.2.2 Κίνδυνοι έκρηξης	54
3.2.3 Τεχνικές για πρόληψη κατά πυρκαγιών - εκρήξεων	58
3.2.4 Κίνδυνοι χημικών αντιδράσεων	61
3.2.5 Κίνδυνοι από τη χρήση χημικών.....	64
3.2.6 Κίνδυνοι από εργασία σε «κλειστό χώρο».....	65
3.2.7 Κίνδυνοι από πίεση	69
3.2.8 Κίνδυνοι από διάβρωση	70
3.2.9 Κίνδυνοι από φράξιμο αγωγών και εξαρτημάτων.....	72
3.2.10 Κίνδυνοι από διαρροή.....	72
3.2.11 Κίνδυνοι από πτώση.....	74
3.2.12 Κίνδυνοι ρύπανσης περιβάλλοντος.....	76
3.2.12.1 Ρύπανση ατμόσφαιρας.....	76
3.2.12.2 Ρύπανση υδάτων	77
3.2.12.3 Ρύπανση εδαφών	77
3.2.13 Κίνδυνοι από ηλεκτρισμό.....	78
3.2.14 Κίνδυνοι ηλεκτρονικών συστημάτων	79
3.2.15 Κίνδυνοι από χωροταξική διάταξη των εγκαταστάσεων.....	80
3.2.16 Κίνδυνοι φυσικών καταστροφών & εξωγενών παραγόντων	82
3.2.17 Νυχτερινή εργασία	82
3.2.18 Επιπτώσεις του θορύβου και άλλων βλαπτικών παραγόντων του εργασιακού περιβάλλοντος στην ακοή των εργαζομένων	85
3.2.19 Άλλοι παράγοντες κινδύνου.....	88
3.3 Περιγραφή δυνητικών κινδύνων διεργασιών	90
3.3.1 Διεργασίες αφαλάτωσης.....	90
3.3.2 Διεργασίες απόσταξης (ατμοσφαιρικής, κενού, άλλες στήλες)	91
3.3.3 Διεργασίες πυρόλυσης.....	92

3.3.3.1	Διεργασίες θερμικής πυρόλυσης & εξανθράκωσης.....	92
3.3.3.2	Διεργασίες καταλυτικής πυρόλυσης.....	93
3.3.3.3	Διεργασίες υδρογονοπυρόλυσης.....	95
3.3.4	Διεργασίες πολυμερισμού.....	95
3.3.5	Διεργασίες αλκυλίωσης.....	96
3.3.6	Διεργασίες καταλυτικής αναμόρφωσης.....	98
3.3.7	Διεργασίες ισομερίωσης.....	98
3.3.8	Διεργασίες αναμόρφωσης με ατμό.....	98
3.3.9	Διεργασίες επεξεργασίας.....	99
3.3.9.1	Διεργασίες επεξεργασίας ασφάλτου.....	99
3.3.9.2	Διεργασίες επεξεργασίας με διαλύτη.....	99
3.3.9.3	Διεργασίες υδρογονοεπεξεργασίας.....	100
3.3.9.4	Διεργασίες επεξεργασίας αμινών.....	100
3.3.10	Διεργασίες γλύκανσης & αποξήρανσης.....	100
3.3.11	Διεργασίες καθαρισμού αερίων.....	101
3.3.12	Διεργασίες ανάμιξης.....	101
3.3.13	Διεργασίες συντήρησης / ελέγχου εγκαταστάσεων.....	101
3.3.14	Διεργασίες χειρισμού καταλυτών.....	103
3.3.14.1	Μέθοδοι προστασίας.....	105
3.3.14.2	Διαδικασίες εκτάκτου ανάγκης.....	106
3.3.15	Κοινές διεργασίες / λειτουργίες.....	107
3.3.15.1	Διεργασίες διαχείρισης αποβλήτων.....	107
3.3.15.2	Διεργασίες σε πύργους ψύξης, εναλλάκτες, καυστήρες.....	108
3.3.15.3	Διεργασίες παραγωγής ατμού.....	109
3.3.15.4	Διεργασίες σε μονάδες πυρσών καύσης.....	109
3.3.15.5	Διεργασίες παραγωγής / μεταφοράς ενέργειας.....	110
3.3.15.6	Διεργασίες παραγωγής πεπιεσμένου αέρα.....	110
3.3.15.7	Αντλίες και συστήματα σωληνώσεων.....	110
3.3.15.8	Δεξαμενές αποθήκευσης.....	112
3.3.15.9	Διεργασίες μεταφοράς / μετάγγισης ουσιών.....	113
3.4	Εκτίμηση κινδύνων - Οργάνωση θεμάτων ΥΑΕ.....	114
3.4.1	Εκτίμηση κινδύνων στις διάφορες φάσεις διεργασιών.....	115
3.4.2	Στοιχεία προσδιορισμού συνεπειών ατυχήματος.....	122
3.4.3	Συλλογή / καταγραφή στοιχείων.....	123
3.4.4	Ειδικές άδειες εργασίας.....	127
3.4.5	Καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης.....	128
3.4.6	Αλληλουχία γεγονότων ατυχήματος.....	129
3.4.7	Τεχνικές μείωσης κινδύνων.....	135
3.4.8	Μέσα Ατομικής Προστασίας – Εξοπλισμός ασφάλειας.....	138
3.4.9	Οργάνωση υπηρεσιών για την προστασία της υγείας και ασφάλειας των εργαζομένων.....	139

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Στατιστικά Στοιχεία Ατυχημάτων

4.1 Εισαγωγή.....	141
4.2 Στοιχεία ατυχημάτων: πηγή CONCAWE.....	141
4.3 Στοιχεία ατυχημάτων από τις ΗΠΑ.....	142
4.4 Στατιστικά στοιχεία ατυχημάτων σε εγκαταστάσεις διυλιστηρίων (Βάση δεδομένων Hlity Engineering).....	148

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Στοιχεία από τη βιβλιογραφία σχετικά με τη νοσηρότητα και θνησιμότητα των εργαζομένων στα διυλιστήρια

5.1 Εισαγωγή.....	161
5.2 Νοσηρότητα των Εργαζομένων στα Διυλιστήρια.....	161
5.3 Επαγγελματικοί Καρκίνοι των εργαζομένων στα Διυλιστήρια.....	164
5.3.1 Εισαγωγή.....	164
5.3.2 IARC: Επαγγελματική έκθεση στη διύλιση πετρελαίου.....	165
5.3.2.1 Εισαγωγή.....	165
5.3.2.2 Δεδομένα για τον άνθρωπο (Human Data).....	166
5.3.2.3 Αξιολόγηση.....	167
5.3.3 Αναφορά 2/87 CONCAWE Αξιολόγηση των βιβλιογραφικών επισκοπήσεων μέχρι το 1985 για τα προβλήματα υγείας που προκύπτουν από την επαγγελματική έκθεση σε προϊόντα διύλισης πετρελαίου.....	168
5.3.3.1 Κακοήθεις Νεοπλασίες.....	168
5.3.3.2 Αξιολόγηση του καθηγητή J.M. Harrington στην αναφορά 2/87 της CONCAWE για τα κακοήθη νεόπλασμα στους εργαζομένους στη διύλιση του πετρελαίου.....	169
5.3.3.2.1 Εισαγωγή.....	169
5.3.3.2.2 Καρκίνοι κατά όργανο.....	170
5.3.3.2.3 Μελέτες μαρτύρων – περιπτώσεων (Case Control).....	171
5.3.3.3 Συμπεράσματα για τη Συχνότητα των Καρκίνων στους εργαζομένους στη Διύλιση Πετρελαίου από τον καθηγητή Harrington.....	172
5.3.4 Μελέτη του Ινστιτούτου πετρελαίου της Αυστραλίας.....	172
5.3.4.1 Εισαγωγή – Ιστορικό της Μελέτης.....	172
5.3.4.2 Αποτελέσματα για τις Γυναίκες.....	174
5.3.4.3 Αποτελέσματα για τους Άνδρες.....	174
5.3.4.4 Επιδράσεις του Καπνίσματος.....	175
5.3.4.5 Επίδραση της Χρήσης Οινόπνεύματος.....	175
5.3.4.6 Καρκίνοι κατά Όργανο.....	175
5.3.4.7 Δείκτες Θνησιμότητας και επιπτώσεις καρκίνων κατά κατηγορία εργαζομένων.....	177

5.3.4.8 Συμπεράσματα	177
5.3.5 Μεταάνάλυση επιδημιολογικών μελετών σχετικά με τον επαγγελματικό καρκίνο στα διυλιστήρια	178
5.3.5.1 Γενικά	178
5.3.5.2 Καρκίνοι του Πεπτικού	179
5.3.5.3 Καρκίνος του Πνεύμονα	179
5.3.5.4 Μελάνωμα	180
5.3.5.5 Καρκίνος του Προστάτη	180
5.3.5.6 Καρκίνος της Ουροδόχου Κύστης	181
5.3.5.7 Καρκίνος του Νεφρού	181
5.3.5.8 Καρκίνοι του Εγκεφάλου.....	181
5.3.5.9 Σύνοψη.....	182
5.3.6 Το Μεσοθηλώμα στους εργαζόμενους των Διυλιστηρίων	183
5.4 Σχολιασμός.....	184

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Έρευνα πεδίου σε διυλιστήρια πετρελαίου στην Ελλάδα

6.1 Εισαγωγή.....	187
6.2 Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός των βλαπτικών παραγόντων	187
6.2.1. Προσδιορισμός των βιολογικών παραγόντων.....	187
6.2.2. Προσδιορισμός του θορύβου	191
6.2.3. Εκτίμηση του θερμικού περιβάλλοντος	196
6.2.4. Προσδιορισμός των χημικών παραγόντων	201
6.2.4.1. Προσδιορισμός διοξειδίου και μονοξειδίου του άνθρακα (CO ₂ και CO).....	201
6.2.4.2 Προσδιορισμός των πτητικών υδρογονανθράκων στον αέρα	202
6.2.4.3 Βιολογική παρακολούθηση εργαζομένων που εκτίθενται σε αρωματικούς υδρογονάνθρακες.....	205
6.2.5. Εκτίμηση των επιπέδων της έντασης του φωτισμού.....	213

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Τοξικές επιδράσεις χημικών παραγόντων στην υγεία των εργαζομένων

7.1 Εισαγωγή.....	217
7.2 Τοξικές επιδράσεις στην υγεία του ΑΡΓΟΥ και των έτοιμων προϊόντων δύλισης πετρελαίου	219
7.3 Τοξικές επιδράσεις στην υγεία από τις βενζίνες	221
7.4 Εγκεφαλοπάθεια και Πολυνευροπάθεια από Οργανικούς Διαλύτες ή από Μείγματα Διαλυτών	228
7.5 Κηροζίνες – Καύσιμα Αεριοθούμενων	235
7.6 Πετρελαϊκά Αέρια Καύσιμα / Πετρέλαια Θέρμανσης	237
7.7 Μαζούτ.....	239

7.8 Ορυκτέλαια	241
7.9 Πετρελαϊκοί Κηροί και Συγγενή Προϊόντα.....	244
7.10 Πετρελαϊκή Πίσσα και Προϊόντα Πίσσας	245
7.11 Κωκ Πετρελαϊκής Προέλευσης ή Πετρελαϊκό Κωκ	248
7.12 Εκχυλίσματα Αρωματικών.....	249
7.13 Υγραέριο.....	251
7.14 Παράγοντες Κινδύνου για την Υγεία από τους Καταλύτες των Διαδικασιών Διύλισης Αργού Πετρελαίου	252
7.15 Πεντάνιο.....	253
7.16 n- Εξάνιο.....	254
7.17 Κυκλοεξάνιο	255
7.18 n Επτάνιο.....	256
7.19 Φουρφουράλη	256
7.20 Μεθυλαιθυλκετόνη (ΜΕΚ) (Βουτανόνη)	257
7.21 Βενζόλιο.....	258
7.22 Τολουόλιο	268
7.23 Ξυλόλιο	270
7.24 Αιθυλοβενζόλιο	271
7.25 Φαινόλη	272
7.26 Ναφθαλένιο (Ναφθαλίνη).....	275
7.27 Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες (Π.Α.Υ.)	277
7.28 Υδροθείο.....	281
7.29 Θεικό Οξύ	285
7.30 Διοξείδιο του Θείου	288
7.31 Υδροφθόριο – Υδροφθορικό Οξύ	289
7.32 Υδροχλωρικό Οξύ	292
7.33 Μονοξειδίο του Άνθρακα	294
7.34 Καυστικό Νάτριο (Υδροξείδιο του Νατρίου) - Καυστικό Κάλιο (Υδροξείδιο του Καλίου)	299
7.35 Αμμωνία.....	300
7.36 Κίνδυνοι από τα Υλικά Μονώσεων στα Διυλιστήρια.....	303
7.36.1 Εισαγωγή.....	303
7.36.2 Δυσμενείς Επιδράσεις στην Υγεία των Ινών Αμιάντου	303
7.36.3 Τεχνητές Ίνες – Συνθετικές Ίνες Ύαλου – Ανθρωπογενείς Ίνες Ύαλου – IARC	304
Βιβλιογραφία	309
Παράρτημα	
Ενδεικτική λίστα ελέγχου για εγκαταστάσεις διυλιστηρίων.....	319

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα έκδοση παρουσιάζει τα βασικά συμπεράσματα μελέτης για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων στον τομέα της διύλισης πετρελαίου.

Κατά τη διάρκεια της μελέτης πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική έρευνα και έρευνα πεδίου σε εγκαταστάσεις των ελληνικών διυλιστηρίων, που αφορούσε στην υποκειμενική εκτίμηση των εργαζομένων, την καταγραφή και την αξιολόγηση των κινδύνων για την υγεία και την ασφάλεια στους χώρους εργασίας, καθώς και τη διεξαγωγή ποσοτικών και ποιοτικών προσδιορισμών βλαπτικών παραγόντων του εργασιακού περιβάλλοντος. Ευελπιστούμε ότι τα συμπεράσματα της μελέτης θα βοηθήσουν στην κατεύθυνση της προαγωγής της υγείας και της ασφάλειας στο συγκεκριμένο κλάδο, αλλά και γενικότερα.

Επίσης, με την ευκαιρία της παρούσας έκδοσης θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ειλικρινείς μας ευχαριστίες στα Ελληνικά Πετρέλαια και τη Μότορ Όιλ που έδωσαν τη δυνατότητα να διεξαχθεί η έρευνα πεδίου.

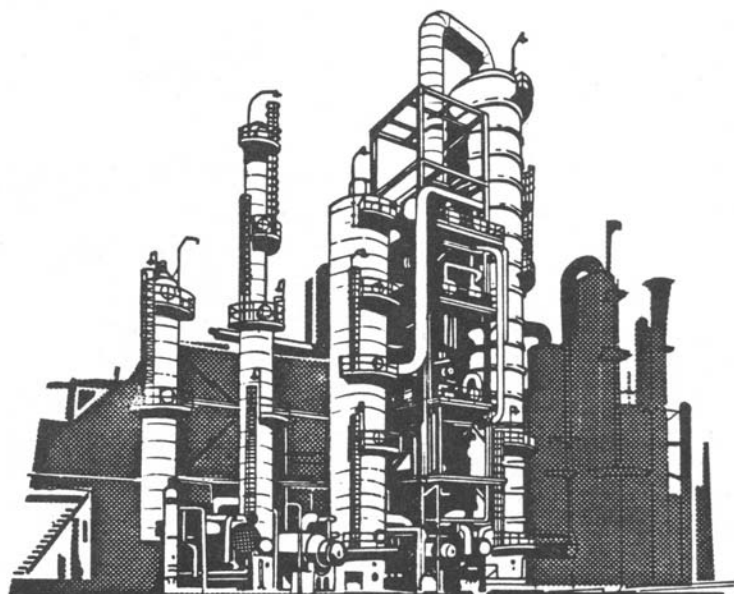
Ιωάννης Δραπανιώτης
Πρόεδρος Δ.Σ. του ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή

1.1 Σκοπός της μελέτης

Σκοπός της μελέτης είναι η διερεύνηση των κινδύνων για την υγεία και ασφάλεια των εργαζομένων στον τομέα της διύλισης πετρελαίου, αξιοποιώντας στοιχεία από τη βιβλιογραφία και από έρευνα πεδίου σε διυλιστήρια που λειτουργούν στη χώρα μας.



1.2 Μεθοδολογία

Κατά τη διάρκεια της μελέτης πραγματοποιήθηκε **βιβλιογραφική έρευνα** σχετικά με τους κινδύνους για την υγεία και ασφάλεια που σχετίζονται με την παραγωγική διαδικασία της βιομηχανίας διύλισης πετρελαίου. Επίσης, πραγματοποιήθηκε **έρευνα πεδίου** σε τρία διυλιστήρια στη χώρα μας, που αφορούσε στην **υποκειμενική εκτίμηση των εργαζομένων** και στην **καταγραφή και αξιολόγηση των κινδύνων για την υγεία και ασφάλεια στους χώρους εργασίας**. Η έρευνα πεδίου επικεντρώθηκε στη διεξαγωγή μετρήσεων και **ποσοτικών προσδιορισμών βλαπτικών παραγόντων** του εργασιακού περιβάλλοντος (θόρυβος, υδρογονάνθρακες, μικροκλίμα κλπ). Πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της έρευνας πεδίου **εκτίμηση της έκθεσης των εργαζομένων σε υδρογονάνθρακες** μέσω του ποσοτικού προσδιορισμού μεταβολικών υδρογονανθράκων στα ούρα εργαζομένων.

1.3 Διάρθρωση της μελέτης

Η παρούσα μελέτη αποτελεί μια πρώτη καταγραφή των κινδύνων για την ασφάλεια και υγεία των εργαζόμενων στα διυλιστήρια. Από την έρευνα πεδίου επιβεβαιώνονται οι δυνητικοί κίνδυνοι για την ΥΑΕ που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία για το συγκεκριμένο κλάδο. Η συνέχιση της έρευνας πεδίου στο μέλλον θα δώσει τη δυνατότητα εμπάθουσης της μελέτης και αποτύπωση της κατάστασης πιο ολοκληρωμένα.

Στη συγκεκριμένη έκδοση περιλαμβάνονται 7 κεφάλαια και το παράρτημα. Πιο συγκεκριμένα παρουσιάζονται τα ακόλουθα.

Στο 2ο κεφάλαιο γίνεται μια συνοπτική περιγραφή των παραγωγικών διαδικασιών της βιομηχανίας διύλισης πετρελαίου.

Στο 3ο κεφάλαιο περιγράφονται οι δυνητικοί κίνδυνοι για την ΥΑΕ στα διυλιστήρια. Αξιοποιούνται στοιχεία που συλλέχθηκαν από τη βιβλιογραφία και την έρευνα πεδίου σε διυλιστήρια στην Ελλάδα. Γίνεται μια συνοπτική αναφορά σε μέτρα πρόληψης αυτών των κινδύνων.

Στο 4ο και 5ο κεφάλαιο παρουσιάζονται στοιχεία από τη βιβλιογραφία για τα ατυχήματα και τη νοσηρότητα – θνησιμότητα των εργαζομένων στα διυλιστήρια αντίστοιχα.

Στο 6ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την έρευνα πεδίου σε διυλιστήρια στην Ελλάδα (ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός βλαπτικών παραγόντων).

Στο 7ο κεφάλαιο αναλύονται περαιτέρω τα θέματα που αφορούν στους κινδύνους για την υγεία των εργαζομένων από χημικούς παράγοντες στα διυλιστήρια.

Στο παράρτημα παρατίθεται ενδεικτική λίστα ελέγχου που αφορά στα θέματα ασφάλειας στα διυλιστήρια.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Περιγραφή παραγωγικών διαδικασιών στη βιομηχανία διύλισης πετρελαίου

2.1 Εισαγωγή

2.1.1 Βασικά στοιχεία για το αργό πετρέλαιο

Το αργό πετρέλαιο είναι ένα σύνθετο μείγμα που περιέχει πληθώρα διαφορετικών μορίων υδρογονανθράκων. Υπάρχουν διάφοροι τύποι αργού πετρελαίου ανάλογα με την τοποθεσία στην οποία γίνεται η εξόρυξη και οι οποίοι διαφέρουν σε μορφή και σύνθεση. Ένα «μέσο» αργό πετρέλαιο περιέχει περίπου 84% άνθρακα, 14% υδρογόνο, 1-3% θείο και λιγότερο από 1% άζωτο, οξυγόνο, μέταλλα και άλατα. Γενικά ταξινομούνται σε παραφινικά, ναφθενικά και αρωματικά, ανάλογα με την κύρια ομάδα υδρογονανθράκων που βρίσκεται σε περίσσια. Στα διυλιστήρια πετρελαίου συνήθως καταλήγουν μίγματα δύο ή και τριών διαφορετικών τύπων. Ο διαχωρισμός τους γίνεται με απλές χημικές αναλύσεις οι οποίες χρησιμοποιούνται και για την κατηγοριοποίηση των διαφόρων παραγόμενων προϊόντων (αναφορικά με την ποιότητα και την ποσότητά τους).

Οι ιδιότητες των υδρογονανθράκων εξαρτώνται από τον αριθμό και τη διάταξη των ατόμων άνθρακα και υδρογόνου στα μόρια. Το πιο απλό μόριο υδρογονάνθρακα είναι το μεθάνιο, με ένα άτομο άνθρακα να συνδέεται με τέσσερα άτομα υδρογόνου. Όλες οι υπόλοιπες ενώσεις υδρογονανθράκων προέρχονται από αυτό το βασικό μόριο. Υδρογονάνθρακες που περιέχουν μέχρι 4 άτομα άνθρακα είναι συνήθως αέρια, από 5-19 άτομα άνθρακα είναι συνήθως υγρά και από 20 και πάνω, στερεά.

Η διαδικασία της διύλισης χρησιμοποιεί χημικά, καταλύτες, θερμοκρασία και πίεση με σκοπό να ξεχωρίσει και συνδυάσει τους βασικούς τύπους των μορίων υδρογονανθράκων σε ομάδες αντίστοιχων μορίων. Επίσης, η διαδικασία της διύλισης μετατρέπει τη δομή και τον τρόπο σύνδεσης των μορίων σε διαφορετικά μόρια και μίγματα υδρογονανθράκων. Συμπερασματικά, στη διαδικασία διύλισης τη βασικότερη σημασία έχει ο τύπος του υδρογονάνθρακα (παραφινικός, ναφθενικός ή αρωματικός) και όχι η συγκεκριμένη χημική σύσταση.

Οι τρεις βασικές ομάδες υδρογονανθράκων είναι:

- **παραφινικοί:** εμφανίζονται σε ευθείες ή διακλαδισμένες αλυσίδες (ισομερή). Αέρια, όπως μεθάνιο, αιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο, ισοβουτάνιο. Υγρά, όπως πεντάνιο και εξάνιο
- **αρωματικοί:** μη κορεσμένοι κυκλικοί υδρογονάνθρακες που περιέχουν τουλάχιστον ένα δακτύλιο βενζίνης. Είναι ιδιαίτερα δραστικοί διότι περιέχουν άτομα άνθρακα τα οποία συνδέονται με μικρό αριθμό ατόμων υδρογόνου (βενζίνη, ναφθαλίνη)
- **ναφθενικοί:** κορεσμένοι κυκλικοί υδρογονάνθρακες (κυκλοεξάνιο, μεθυλ-κυκλοπεντάνιο).

Άλλα είδη υδρογονανθράκων αναφέρονται στη συνέχεια.

- **Αλκένια** (μονο-ολεφίνες) όπως αιθυλένιο, 1-βουτένιο, ισοβουτένιο. Παράγονται συνήθως με θερμική ή καταλυτική πυρόλυση και σπάνια βρίσκονται στο ακατέργαστο αργό πετρέλαιο.
- **Διένια** (διολεφίνες) (1,2 βουταδιένιο, 1,3 βουταδιένιο) και αλκίνια (ασετιλίνη) μη κορεσμένοι υδρογονάνθρακες καθώς ο αριθμός ατόμων υδρογόνου είναι μικρότερος από αυτόν που απαιτείται για τον κορεσμό των ατόμων άνθρακα. Είναι, γενικά, πιο δραστικοί από τους παραφινικούς και ναφθενικούς υδρογονάνθρακες και αντιδρούν με στοιχεία όπως υδρογόνο, χλώριο και βρώμιο.

Το αργό πετρέλαιο περιέχει και άλλα στοιχεία όπως αυτά που ακολουθούν.

- **Ενώσεις θείου.** Το θείο μπορεί να βρεθεί στο αργό πετρέλαιο είτε σε στοιχειακή μορφή, είτε σαν υδρόθειο είτε σαν μείγμα (σουλφίδια, δισουλφίδια, θειοφένια, μερκαπτάνες κ.λπ.). Η παρουσία των θειούχων ενώσεων (κυρίως υδρόθειου) είναι η βασική αιτία διάβρωσης σε εγκαταστάσεις διυλιστηρίων. Οι ενώσεις θείου έχουν μια χαρακτηριστική αποκρουστική οσμή. Για την απομάκρυνση του θείου/οσμών χρησιμοποιούνται διεργασίες όπως υδρογονοαποθείωση και γλύκανση.
- **Οξυγονούχα μείγματα,** όπως φαινόλες, κετόνες και καρβοξυλικά οξέα.
- **Αζωτούχα μείγματα.** Οξειδία του αζώτου μπορεί να δημιουργηθούν σε διεργασίες φούρνων. Κατά τη διάσπαση των αζωτούχων μειγμάτων στις διεργασίες καταλυτικής πυρόλυσης και υδρογονοπυρόλυσης δημιουργείται αμμωνία και κυανίδια τα οποία είναι διαβρωτικά.
- **Ιχνοστοιχεία μετάλλων,** όπως νικέλιο, σίδηρος, βανάδιο, αρσενικό είναι επιθυμητό να αφαιρούνται πριν από την εκτέλεση των χημικών διεργασιών γιατί υπάρχει κίνδυνος να «μολυνθούν» οι καταλύτες. Οξείδιο του βαναδίου και νικελίου δημιουργούνται στις σωληνώσεις και τα δοχεία από την καύση βαρέων κλασμάτων πετρελαίου.
- **Άλατα.** Ανόργανα άλατα όπως χλωριούχο νάτριο, χλωριούχο μαγνήσιο, χλωριούχο ασβέστιο περιέχονται στο αργό και πρέπει να αφαιρεθούν ή να εξουδετερωθούν πριν αρχίσουν χημικές διεργασίες διύλισης για να αποφευχθεί η «μόλυνση» καταλυτών και η διάβρωση των εγκαταστάσεων. Από την υδρόλυση των χλωριούχων μετάλλων δημιουργείται υδροχλωρικό οξύ και χλωριούχο αμμώνιο, που είναι ισχυρά διαβρωτικά.
- **Διοξείδιο του άνθρακα.** Δημιουργείται από τη διάσπαση των ανθρακικών οξέων.
- **Ναφθενικά οξέα.** Μερικές ποικιλίες αργού πετρελαίου περιέχουν οργανικά οξέα τα οποία μπορεί να γίνουν διαβρωτικά με αύξηση της θερμοκρασίας.

2.1.2 Κύρια προϊόντα διύλισης πετρελαίου

Τα κυριότερα προϊόντα που προκύπτουν από τις διάφορες διεργασίες διύλισης πετρελαίου περιγράφονται παρακάτω.

- **Βενζίνη.** Μίγμα υδρογονανθράκων με σημεία ζέσεως που κυμαίνονται από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος έως τους 200°C. Χρησιμοποιείται ευρέως στις μηχανές εσωτερικής

κής καύσης και είναι το σημαντικότερο προϊόν της διύλισης. Οι σημαντικότερες ιδιότητες της βενζίνης είναι ο αριθμός οκτανίων (αντικροτικό), η πτητικότητα και η τάση των ατμών (για περιβαλλοντικό έλεγχο). Συχνά γίνεται τοποθέτηση πρόσθετων ουσιών για να αυξηθεί η απόδοση και για βελτίωση κατά της οξειδωσης και της δημιουργίας σκουριάς.

- **Κηροζίνη.** Η κηροζίνη είναι ένα ενδιάμεσο απόσταγμα το οποίο χρησιμοποιείται ως καύσιμο αεροσκαφών αλλά και για οικιακή χρήση (θέρμανση κ.λπ.). Η χρήση της ως αεροπορικό καύσιμο οφείλεται στις σημαντικές της ιδιότητες: το σημείο πήξης, το σημείο ανάφλεξης και το σημείο καπνού. Το εμπορικό αεροπορικό καύσιμο κηροζίνης έχει σημείο ζέσεως που κυμαίνεται μεταξύ 190° -275° C ενώ το αντίστοιχο για στρατιωτική χρήση μεταξύ 55° -290° C. Η κηροζίνη που προορίζεται για οικιακή χρήση έχει λιγότερο αυστηρές προδιαγραφές.
- **Υγροποιημένα πετρελαϊκά αέρια (LPG).** Αποτελούνται κυρίως από προπάνιο και βουτάνιο. Οι σημαντικότερες ιδιότητές τους είναι η τάση ατμών και ο έλεγχος των ακαθαρσιών.
- **Ελαφρά κλάσματα πετρελαίου** (πετρέλαιο κίνησης και θέρμανσης -diesel). Οι σημαντικότερες ιδιότητές τους είναι το σημείο ανάφλεξης, η ελάχιστη θερμοκρασία ροής, η καθαρότητα της καύσης και η μη δημιουργία ιζημάτων στις δεξαμενές, καθώς και η απόδοση αναφορικά με το βαθμό συμπίεσης και καύσης.
- **Βαρέα κλάσματα πετρελαίου.** Πολλά μηχανήματα (παραγωγής ενέργειας, θαλάσσιων μεταφορών κ.λπ.) χρησιμοποιούν βαρέα κλάσματα πετρελαίου ή και μίγματα με diesel. Οι σημαντικότερες ιδιότητες των υπολειμμάτων καυσίμου είναι το ιξώδες και η περιεκτικότητα σε θείο για περιβαλλοντικούς λόγους.
- **Άνθρακας και άσφαλτος.** Ο άνθρακας χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς (από την κατασκευή ηλεκτροδίων μέχρι την παραγωγή μπρικετών από κάρβουνο). Η άσφαλτος χρησιμοποιείται για δρόμους, στεγανοποιήσεις κ.λπ. και θα πρέπει να είναι αδρανής στα περισσότερα χημικά και τις περιβαλλοντικές συνθήκες.
- **Διαλύτες.** Υπάρχει ποικιλία προϊόντων των οποίων τα σημεία ζέσεως και η σύσταση των υδρογονανθράκων ελέγχεται με μεγάλη ακρίβεια, όπως το βενζόλιο, το τολουένιο και το ξυλένιο.
- **Πετροχημικά.** Πολλά από τα προϊόντα διύλισης, όπως το αιθυλένιο, το προπυλένιο, το βουτυλένιο και το ισοβουτυλένιο, χρησιμοποιούνται κυρίως ως πρώτη ύλη για παραγωγή πετροχημικών, όπως πλαστικά, συνθετικές ίνες, ελαστικά κ.λπ.
- **Λιπαντικά.** Με ειδικές διεργασίες γίνεται παραγωγή διαφόρων ειδών λιπαντικών. Πρόσθετα, όπως αντιαφριστικά, αντιοξειδωτικά και βελτιωτικά του δείκτη ιξώδους κ.λπ. αναμειγνύονται με τα βασικά έλαια με σκοπό την παραγωγή ειδικών προϊόντων όπως γράσα, λάδια μηχανών, υδραυλικά λάδια, υγρά κοπής κ.λπ. Η σημαντικότερη ιδιότητα σε ένα λιπαντικό είναι ο μεγάλος δείκτης ιξώδους, που μεταφράζεται σε σταθερότητα ιδιοτήτων σε ένα ευρύ φάσμα θερμοκρασιών.

Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται ορισμένες ιδιότητες βασικών προϊόντων διύλισης πετρελαίου¹.

Πίνακας 2.1

	<i>Κλάσματα</i>	<i>Εύρος σημείου ζέσεως (°C) (σε ατμοσφαιρική πίεση)</i>	<i>Αριθμός ατόμων άνθρακα στο μόριο</i>	<i>% κατ' όγκο</i>
Αργό πετρέλαιο	Αέρια	<20	1-4	1-2
	Ελαφριές βενζίνες ή ελαφριά νάφθα	20-70	5-6	20-40
	Νάφθα (ενδιάμεσης βαθμίδας)	70-170	6-10	
	Κηροζίνη	170-250	10-14	10-15
	Gas oil	250-340	14-19	15-20
	Αποστάγματα - πρώτες ύλες λιπαντικών / κεριών ή βαρέα καύσιμα	340-500	19-35	40-50
	Άσφαλτος	>500	>35	



1. Heaton A. An introduction to industrial chemistry, 1996

2.1.3 Συνήθη χημικά στη βιομηχανία διύλισης πετρελαίου

- **Μολυβδούχα πρόσθετα βενζίνης.** Ο τετρααιθυλικός μόλυβδος (TEL) και ο τετραμεθυλικός μόλυβδος (TML) ήταν τα συνηθέστερα βελτιωτικά που χρησιμοποιούνταν παλιότερα για τη βελτίωση του αριθμού οκτανίων.
- **Οξυγονωτικά.** Βελτιωτικά, όπως ο αιθυλο tert-βουτυλαιθέρας (ETBE), μεθυλο tert-βουτυλαιθέρας (MTBE) και ο tert-αμυλο μεθυλαιθέρας (TAME) αυξάνουν τον αριθμό οκτανίων και μειώνουν τις εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα.
- **Καυστικά.** Τα καυστικά προστίθενται στο αφαλατωμένο νερό με σκοπό την εξουδετέρωση των οξέων και τη μείωση της διάβρωσης. Προστίθενται, επίσης, στο αφαλατωμένο αργό με σκοπό τη μείωση των διαβρωτικών χλωριούχων ενώσεων στους πύργους διεργασιών που ακολουθούν.
- **Θεικό οξύ και υδροφθορικό οξύ.** Χρησιμοποιούνται κυρίως σαν καταλύτες σε διεργασίες αλκυλίωσης.

2.2 Διύλιση πετρελαίου

2.2.1 Εισαγωγή

Το πετρέλαιο είναι ένα μίγμα μεγάλου αριθμού διαφορετικών ουσιών (κυρίως υδρογονανθράκων) αλλά και άλλων χημικών ενώσεων που περιέχουν άζωτο, θείο, οξυγόνο κ.λπ. Η διεργασία που χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό αυτών των ενώσεων (κυρίως των υδρογονανθράκων) ονομάζεται διύλιση και εκτελείται σε ειδικές εγκαταστάσεις, τα διυλιστήρια. Η διαδικασία της διύλισης σε γενικές γραμμές είναι η επεξεργασία και η μετατροπή ενός μίγματος υδρογονανθράκων σε κάποιο άλλο σύνθετο μίγμα υδρογονανθράκων. Ο βασικός σκοπός ενός διυλιστηρίου είναι να διαχωρίσει το αργό πετρέλαιο αρχικά σε κλάσματα, λαμβάνοντας ενδιάμεσα ακατέργαστα προϊόντα και στη συνέχεια να επεξεργασθεί περαιτέρω τα ενδιάμεσα αυτά προϊόντα, κάνοντας και τις κατάλληλες μεταξύ τους αναμίξεις, για την παραγωγή τελικών προϊόντων με τις επιθυμητές ιδιότητες. Η διύλιση είναι μια συνεχής διαδικασία κατά την οποία ο πρωτογενής διαχωρισμός ακολουθείται από διάφορες διεργασίες μετατροπής, με απώτερο σκοπό τη βελτιστοποίηση απόδοσης παραγωγής βενζίνης και μάλιστα υψηλού αριθμού οκτανίων.

Τα διυλιστήρια πετρελαίου μπορούν να διαχωριστούν ανάλογα με το παραγόμενο προϊόν σε διυλιστήρια παραγωγής:

- καυσίμων
- καυσίμων και λιπαντικών
- πετροχημικών.

Τα διυλιστήρια χαρακτηρίζονται, επίσης, από το «βάθος» της επεξεργασίας για την παραγωγή βαρύτερων ή ελαφρύτερων κλασμάτων του πετρελαίου όπως φαίνεται παρακάτω:

- επεξεργασία πετρελαίου για την παραγωγή καυσίμων με χαμηλό επίπεδο ελαφρών κλάσμάτων
- επεξεργασία πετρελαίου για την παραγωγή καυσίμων με υψηλό επίπεδο ελαφρών κλάσμάτων
- επεξεργασία πετρελαίου για την παραγωγή καυσίμων και λιπαντικών
- επεξεργασία πετρελαίου για την παραγωγή πετροχημικών προϊόντων.

Η διαδικασία διύλισης πετρελαίου αρχίζει με τη διεργασία της απόσταξης του αργού πετρελαίου στα διάφορα κλάσματα, ομάδες υδρογονανθράκων. Οι ιδιότητες των παραγόμενων αυτών προϊόντων είναι άμεσα συνδεδεμένες με τα χαρακτηριστικά του αργού πετρελαίου που διυλίζεται. Τα περισσότερα από αυτά τα προϊόντα της απόσταξης μετατρέπονται μέσα από σειρά διεργασιών (αναμόρφωση [reforming], πυρόλυση [cracking] κ.λπ.) σε άλλα πιο χρήσιμα προϊόντα, όπως θα αναλυθεί παρακάτω. Κατά τη διάρκεια των διεργασιών αυτών γίνεται αλλαγή στη δομή και το μέγεθος των μορίων των υδρογονανθράκων που αποτελούν την “πρώτη ύλη” του αργού πετρελαίου. Στη συνέχεια ακολουθεί περαιτέρω επεξεργασία των προϊόντων (επεξεργασία με υδρογόνο [hydro treating], γλύκανση [sweetening], εκχύλιση [extraction]) με σκοπό τη απομάκρυνση ανεπιθύμητων ουσιών (π.χ. θείο) και τη βελτίωση της ποιότητας των τελικών προϊόντων. Στις ολοκληρωμένες μονάδες διύλισης πετρελαίου, εκτός από μονάδες απόσταξης και χημικής μετατροπής, υπάρχουν μονάδες ανάμιξης [blending] και μονάδες για δημιουργία πετροχημικών.

Η εξέλιξη στην τεχνολογία διύλισης πετρελαίου, από την απλή απόσταξη στις σύγχρονες μεθόδους που χρησιμοποιούνται σήμερα, δημιούργησε παράλληλα την ανάγκη για την οργάνωση και τη διαχείριση διαδικασιών υγείας και ασφάλειας και την εφαρμογή κανόνων ασφαλούς εργασίας στον τομέα της βιομηχανίας αυτής.

Η επεξεργασία αυτή (του αργού πετρελαίου σε εύφλεκτα υγρά και αέρια και πληθώρα άλλων ουσιών) γίνεται με χρήση εξοπλισμού, εγκαταστάσεων, σωληνώσεων οι οποίες υπόκεινται σε υψηλές θερμοκρασίες, πιέσεις, τάσεις και συνήθως βρίσκονται σε διαβρωτικό περιβάλλον. Η ασφαλής και οργανωμένη ολοκλήρωση των διαδικασιών αυτών απαιτεί σημαντική γνώση, έλεγχο, εμπειρία και εξειδίκευση.

Ο σκοπός των υπευθύνων υγείας και ασφάλειας είναι ο εντοπισμός κάθε πιθανού κινδύνου (φυσικού, μηχανικού, χημικού ή υγείας), η λήψη των απαραίτητων μέτρων ασφάλειας και η θέσπιση κανόνων ασφαλούς εργασίας για κάθε διαδικασία που εκτελείται στις εγκαταστάσεις ενός διυλιστηρίου. Τα μέτρα ασφάλειας μπορεί να είναι διαδικαστικά, οργανωτικά, τεχνικά ή και μέτρα που σχετίζονται με τη χρήση μέσων ατομικής προστασίας (π.χ. για προστασία της αναπνοής, κατάλληλος ρουχισμός κ.λπ.). Επιπρόσθετα, οι διαδικασίες που ακολουθούνται θα πρέπει να πληρούν διάφορες προδιαγραφές και κανονισμούς (π.χ. που αφορούν εργασία σε κλειστό χώρο, εργασία με εύφλεκτα υλικά κ.λπ.).

2.2.2 Διεργασίες διύλισης πετρελαίου

Οι διεργασίες διύλισης πετρελαίου μπορούν να χωρισθούν σε πέντε βασικές κατηγορίες.

1. Διεργασίες διαχωρισμού

- αφαλάτωση αργού
- απόσταξη.

Οι διεργασίες διαχωρισμού είναι φυσικές διεργασίες (απορρόφηση, εκχύλιση, προσρόφηση, διήθηση, κρυστάλλωση κ.λπ.) χωρίς χημικές αντιδράσεις, με αποτέλεσμα να μην αλλοιώνεται ο χαρακτήρας και οι ιδιότητες των μορίων των υδρογονανθράκων και άλλων ενώσεων που περιέχονται στα κλάσματά του αργού πετρελαίου. Εδώ γίνεται ο διαχωρισμός του αργού πετρελαίου σε κλάσματα σε πύργους ατμοσφαιρικής ή υπό κενό απόσταξης. Ο διαχωρισμός βασίζεται στη διαφορετική θερμοκρασία ζέσεως των διαφόρων υδρογονανθράκων.

Οι βιομηχανικές λειτουργίες στις διεργασίες διαχωρισμού σχετίζονται κυρίως με τα συστήματα απόσταξης. Ένα σύστημα απόσταξης περιλαμβάνει:

- θερμοεναλλάκτες
- κλιβάνους
- στήλες κλασματικής απόσταξης
- συμπυκνωτές
- ψύκτες
- διάφορες βοηθητικές συσκευές.

Υπάρχουν, επίσης, δεξαμενές προσωρινής αποθήκευσης των προϊόντων, αλλά και δεξαμενές κατεργασίας που χρησιμοποιούνται για βελτίωση του χρώματος και την απομάκρυνση ανεπιθύμητων συστατικών όπως του θείου. Στο τμήμα διαχωρισμού χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση οι παρακάτω βιομηχανικές λειτουργίες:

- ροή ρευστών
- μεταφορά θερμότητας
- απόσταξη
- απορρόφηση
- προσρόφηση
- διήθηση
- κρυστάλλωση
- εκχύλιση.

Πρέπει να σημειωθεί ότι -ιδιαίτερα στο πεδίο του διαχωρισμού- υπάρχουν εκατοντάδες διεργασίες, ζήτημα το οποίο σημαίνει ότι οι διεργασίες απλά ορίζουν τις βασικές αρχές λειτουργίας των διαδικασιών και μπορεί να διαφέρουν ως συγκεκριμένες διεργασίες από διυλιστήριο σε διυλιστήριο.

2. Διεργασίες χημικής μετατροπής

- *Αποικοδόμηση μορίου* (η διάσπαση μεγάλων μορίων υδρογονανθράκων σε μικρότερα μόρια με θερμική ή και καταλυτική δράση).
 - ✓ θερμική πυρόλυση
 - ✓ καταλυτική πυρόλυση
 - ✓ υδρογονοπυρόλυση
- *Αναμόρφωση μορίου* (η μετατροπή νάφθας σε προϊόντα υψηλότερου αριθμού οκτανίων - παρόμοια με την πυρόλυση αλλά χρησιμοποιώντας πιο πτητική πρώτη ύλη). Κορεσμένοι αλειφατικοί υδρογονάνθρακες μετατρέπονται σε αρωματικές ενώσεις.
 - ✓ θερμική αναμόρφωση
 - ✓ καταλυτική αναμόρφωση
- *Αναδόμηση μορίου*
 - ✓ ισομερισμός (η αλλοίωση της διάταξης των ατόμων σε ένα μόριο χωρίς αλλαγή του αριθμού των ατόμων - π.χ. μια ευθεία αλυσίδα γίνεται διακλαδισμένη)
 - ✓ αλκυλίωση (η ένωση μιας ολεφίνης με έναν αρωματικό ή παραφινικό υδρογονάνθρακα)
 - ✓ πολυμερισμός (η ένωση όμοιων μορίων).

Σε αυτές τις διεργασίες γίνονται με χημικές αντιδράσεις αλλαγές στο μέγεθος αλλά και τη δομή των μορίων των υδρογονανθράκων, με σκοπό την παραγωγή προϊόντων με νέες βελτιωμένες ιδιότητες. Ο σκοπός των διεργασιών χημικής μετατροπής συνοψίζεται παρακάτω:

- παραγωγή βενζίνης υψηλών οκτανίων η οποία επιτυγχάνεται σε μονάδες αναμόρφωσης, ισομερισμού, αλκυλίωσης, πολυμερισμού
- παραγωγή προϊόντων χαμηλού θείου η οποία επιτυγχάνεται σε μονάδες υδρογονοαποθείωσης
- αναβάθμιση του υπολείμματος, με αύξηση του λόγου υδρογόνου / άνθρακα, η οποία επιτυγχάνεται με διάσπαση, απομάκρυνση άνθρακα, διάσπαση και προσθήκη υδρογόνου, καταλυτική και θερμική πυρόλυση ή με υδρογονοπυρόλυση.

3. Διεργασίες επεξεργασίας

- επεξεργασία με οξέα ή αλκάλια
- επεξεργασία με απορροφητικές γαίες
- οξειδωτικές επεξεργασίες
- επεξεργασίες με διαλύτες.

Σκοπός των διεργασιών αυτών είναι να προετοιμασθούν οι ενώσεις των υδρογονανθράκων για περαιτέρω διεργασίες και για την επεξεργασία των τελικών προϊόντων. Οι επεξεργασίες αυτές περιλαμβάνουν την απόρριψη ή το διαχωρισμό των αρωματικών ή ναφθενικών ενώσεων, αλλά επίσης και ακαθαρσιών ή ανεπιθύμητων προσμείξεων. Οι επεξεργασίες αυτές μπορεί να είναι χημικές ή και φυσικές όπως διάλυσης, απορρόφησης, καταβύθισης, και να χρησιμοποιείται μια σειρά από διεργασίες όπως η αφαλάτωση, η αποξήρανση (αφαίρεση νερού),

η υδρογονοαποθείωση, ο εξευγενισμός – το ραφινάρισμα διαλυτών, η γλύκανση, η εκχύλιση με διαλύτη, η αποπαραφίνωση (αποκήρωση), η απασφάλτωση κ.λπ.

4. Διεργασίες σχηματισμού και ανάμιξης

Στις διεργασίες αυτές γίνεται ανάμιξη και συνδυασμός κλασμάτων και πρόσθετων ουσιών με σκοπό τα επιθυμητά τελικά προϊόντα να αποκτήσουν κάποια ειδικά χαρακτηριστικά (διάφορες ποιότητες βενζινών, λιπαντικών, προσθήκη αντιαφριστικών, βελτιωτικών δείκτη ιξώδους κ.λπ.).

5. Άλλες διεργασίες

- ανάκτηση ελαφρών κλασμάτων
- αφαίρεση όξινου νερού [sour water] (νερό που περιέχει υψηλή περιεκτικότητα σε ενώσεις θείου)
- επεξεργασία στερών και υγρών αποβλήτων
- επεξεργασία νερού και αντίστοιχο σύστημα ψύξης
- αποθήκευση και μεταφορά προϊόντων / πρώτων υλών
- παραγωγή υδρογόνου
- επεξεργασία οξέων και ελαφρών αέριων υδρογονανθράκων που εκλύονται στις διάφορες διεργασίες [tail gas]
- ανάκτηση θείου.

6. Βοηθητικές μονάδες που είναι απαραίτητες για τη λειτουργία ενός διυλιστηρίου:

- παραγωγή ενέργειας / ατμού και αντίστοιχα συστήματα παροχής
- σύστημα πυρόσβεσης και παροχής νερού, γενικότερα
- στήλες καύσης αερίων (πυρσοί) και αυτόματα συστήματα ανακούφισης πίεσης
- φούρνοι και θερμαντήρες
- αντλίες και βαλβίδες
- παροχή άλλων αερίων όπως άζωτο, πεπιεσμένο αέρα κ.λπ.
- συστήματα ελέγχου και προειδοποίησης
- συστήματα ελέγχου μόλυνσης της ατμόσφαιρας και μέτρησης θορύβου
- εργαστήρια ελέγχου, δοκιμών, ποιότητας
- κέντρα ελέγχου διεργασιών / υπολογιστές / προγράμματα (software)
- μονάδες συντήρησης / περιοδικού ελέγχου
- μονάδες διοικητικής μέριμνας.

Ιδιαίτερα στο πεδίο της χημικής μετατροπής υπάρχει μεγάλος αριθμός διεργασιών, πράγμα που σημαίνει ότι οι διεργασίες απλά ορίζουν τις βασικές αρχές λειτουργίας των διαδικασιών μετατροπής, και μπορεί να διαφέρουν ως διεργασίες καθαυτό από διυλιστήριο σε διυλιστήριο.

Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται οι διάφορες διεργασίες που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία διύλισης πετρελαίου.

Πίνακας 2.2

Διεργασία	Ενέργεια	Μέθοδος	Σκοπός	Πρώτη ύλη	Προϊόν
Διεργασίες απόσταξης					
Ατμοσφαιρική απόσταξη	Διαχωρισμός	Θερμική	Διαχωρισμός κλασμάτων	Αφαλατωμένο αργό πετρέλαιο	Αέρια, αεριέλαια, ελαφρά κλάσματα, βαρέα κλάσματα (υπόλειμμα)
Απόσταξη υπό κενό	Διαχωρισμός	Θερμική	Διαχωρισμός χωρίς πυρόλυση	Υπόλειμμα ατμοσφαιρικής απόσταξης	Αεριέλαια, βασικά έλαια, βαρέα κλάσματα (υπόλειμμα)
Διεργασίες χημικής μετατροπής - Αποσύνθεση μορίου					
Καταλυτική πυρόλυση	Αναμόρφωση	Καταλυτική	Αναβάθμιση βενζίνης	Αεριέλαια, ελαφρά κλάσματα, άνθρακας	Βενζίνη, πρώτη ύλη πετροχημικών
Εξανθράκωση	Πολυμερισμός	Θερμική	Μετατροπή βαρέων κλασμάτων (υπολειμμάτων) απόσταξης υπό κενό	Αεριέλαια, άνθρακας, ελαφρά κλάσματα	Βενζίνη, πρώτη ύλη πετροχημικών
Υδρογονοπυρόλυση	Υδρογόνωση	Καταλυτικά	Μετατροπή σε ελαφρότερους υδρογονάνθρακες	Αεριέλαια, προϊόν πυρόλυσης, βαρέα κλάσματα (υπόλειμμα)	Ελαφρύτερα, καλύτερης ποιότητας προϊόντα
Αναμόρφωση με ατμό	Αποσύνθεση	Θερμική / καταλυτική	Παραγωγή υδρογόνου	Αποθειωμένο αέριο, Οξυγόνο, ατμός	Υδρογόνο, μονοξείδιο άνθρακα, διοξείδιο άνθρακα

Διεργασία	Ενέργεια	Μέθοδος	Σκοπός	Πρώτη ύλη	Προϊόν
Πυρόλυση με ατμό	Αποσύνθεση	Θερμική	Διάσπαση μεγάλων μορίων	Ελαφρά και βαρέα κλάσματα ατμοσφαιρικής απόσταξης	Πυρολυμένη νάφθα, άνθρακας, βαρέα κλάσματα (υπόλειμμα)
Ιξωδόλυση	Αποικοδόμηση	Θερμική	Μείωση ιξώδους	Βαρέα κλάσματα (υπόλειμμα) ατμοσφαιρικής απόσταξης	Ελαφρά κλάσματα, πίσσα
Διαδικασίες χημικής μετατροπής - Αναμόρφωση μορίου					
Αλκυλίωση	Συνδυασμός	Καταλυτικά	Ένωση ολεφινών και παραφινών	Ισοβουτάνιο από τις διεργασίες της ατμοσφαιρικής απόσταξης, ολεφίνες	Ισοοκτάνιο
Διαδικασία δημιουργίας γράσων	Συνδυασμός	Θερμική	Σαπωνοποίηση βασικών λαδιών	Βασικά λάσια, λιπαρά οξέα	Γράσο
Πολυμερισμός	Πολυμερισμός	Καταλυτικά	Ένωση δύο ή περισσότερων ολεφινών	Ολεφίνες	Νάφθα υψηλού αριθμού οκτανίων, πρώτη ύλη πετροχημικών
Διεργασίες χημικής μετατροπής - Αναδόμηση μορίου					
Καταλυτική αναμόρφωση	Μετατροπή / Αφυδρογόνωση	Καταλυτικά	Αναβάθμιση νάφθας χαμηλού αριθμού οκτανίων	Υδρογονοπυρολυμένη νάφθα	Προϊόν αναμόρφωσης υψηλών οκτανίων, αρωματικά
Ισομερίωση	Αναδιάταξη	Καταλυτικά	Μετατροπή ευθειών αλυσίδων σε διακλαδισμένες	Βουτάνιο, πεντάνιο, εξάνιο	Ισοβουτάνιο / πεντάνιο / εξάνιο

Διεργασία	Ενέργεια	Μέθοδος	Σκοπός	Πρώτη ύλη	Προϊόν
Διεργασίες επεξεργασίας					
Επεξεργασία αμινών	Επεξεργασία	Απορρόφηση	Απομάκρυνση όξινων προσμίξεων	Αέρια, υδρογονάνθρακες με διοξείδιο του άνθρακα και υδρόθειο	Μη όξινα αέρια και υγρούς υδρογονάνθρακες
Αφαλάτωση	Αφυδρογόνωση	Απορρόφηση	Απομάκρυνση προσμίξεων	Αργό πετρέλαιο	Αφαλατωμένο αργό πετρέλαιο
Ξήρανση (αφαίρεση νερού) και γλύκανση	Επεξεργασία	Απορρόφηση / θερμικά	Απομάκρυνση υγρασίας και ενώσεων θείου	Υγροί υδρογονάνθρακες, Υγρά πετρελαϊκά αέρια (LPG), πρώτη ύλη αλκυλίωσης	Γλυκείς και ξηροί υδρογονάνθρακες
Απόσπαση φουρφουράλης	Απόσπαση διαλυτών	Απορρόφηση	Αναβάθμιση ενδιάμεσων κλασμάτων και βασικών λαδιών	Παραπροϊόντα λαδιών και πρώτη ύλη βασικών λαδιών	Υψηλής ποιότητας diesel και βασικά λάδια
Υδρογονοπυρόλυση	Επεξεργασία	Καταλυτικά	Απομάκρυνση θείου, προσμίξεων	Βαρέα κλάσματα (υπόλειμμα) με υψηλή περιεκτικότητα σε θείο, αεριέλαια	Αποθειωμένες ολεφίνες
Επεξεργασία με υδρογόνο	Υδρογόνωση	Καταλυτικά	Απομάκρυνση ακαθαρσιών, κορεσμός υδρογονανθράκων	Βαρέα κλάσματα (υπόλειμμα), υδρογονάνθρακες προϊόντα πυρόλυσης	Πρώτη ύλη διεργασίας πυρόλυσης, ελαφρά κλάσματα, βασικά λάδια
Απόσπαση φαινολών	Απόσπαση διαλυτών	Απορρόφηση	Βελτίωση χρώματος	Βασικά λάδια	Υψηλής ποιότητας βασικά λάδια

Διεργασία	Ενέργεια	Μέθοδος	Σκοπός	Πρώτη ύλη	Προϊόν
Απασφάλτωση με διαλύτη	Επεξεργασία	Απορρόφηση	Απομάκρυνση ασφάλτου	Βαρέα κλάσματα από διεργασία απόσταξης υπό κενό, προπάνιο	Βαρέα βασικά λάδια, άσφαλτος
Αποπαραφίνωση με διαλύτη	Επεξεργασία	Ψύξη / Φιλτράρισμα	Αποπαραφίνωση πρώτων υλών λιπαντικών	Βασικά λάδια από διεργασία απόσταξης υπό κενό	Αποκηρωμένα βασικά λάδια
Απόσπαση διαλύτη	Απόσπαση διαλύτη	Απορρόφηση, καταβύθιση	Διαχωρισμός ακόρεστων προϊόντων	Αεριέλαια, προϊόντα καταλυτικής αναμόρφωσης, ελαφρά κλάσματα	Βενζίνη υψηλού αριθμού οκτανίων
Γλύκανση	Επεξεργασία	Καταλυτικά	Απομάκρυνση υδρόθειου, μετατροπή μερκαπτανών	Ακατέργαστα ελαφρά κλάσματα / βενζίνης	Υψηλής ποιότητας ελαφρά κλάσματα / βενζίνης

Ανάλογα με τις διεργασίες που εκτελούνται, ένα διυλιστήριο χωρίζεται σε διάφορα τμήματα / μονάδες. Σε ένα τυπικό σύγχρονο διυλιστήριο συνήθως περιλαμβάνονται οι παρακάτω μονάδες:

Πίνακας 2.3

A/A	Εγκαταστάσεις Διυλιστηρίου
1	Μονάδα Αφαλάτωσης Αργού
2	Μονάδα Ατμοσφαιρικής Απόσταξης
3	Μονάδα Απόσταξης Κενού
4	Μονάδα Ιξοδάλυσης
5	Μονάδα Καταλυτικής Πυρόλυσης
6	Μονάδα Καταλυτικής Αναμόρφωσης
7	Μονάδα Υδρογονοεπεξεργασίας
8	Μονάδα Αλκυλίωσης
9	Μονάδα Ισομερίωσης
10	Μονάδα Ανάκτησης Θείου
11	Μονάδα Εξανθράκωσης
12	Μονάδα Λιπαντικών
13	Μονάδες Λειτουργικών Παροχών (ατμός, ενέργεια κλπ)
14	Μονάδα Επεξεργασίας Νερού
15	Μονάδες Συντήρησης
16	Χημικά Εργαστήρια
17	Γραφεία
18	Μονάδα Φόρτωσης Οχημάτων
19	Μονάδες Αποθήκευσης

Πρέπει, βέβαια, να σημειωθεί ότι δεν είναι απαραίτητο να υπάρχουν όλες οι παραπάνω μονάδες, καθώς η συνήθης περίπτωση είναι τα διυλιστήρια να εξειδικεύονται σε συγκεκριμένες διεργασίες και έτσι να μη χρησιμοποιούν όλες τις υπάρχουσες μεθόδους διύλισης. Επίσης, κάποιες εξειδικευμένες μονάδες μπορεί να μην περιέχονται στον παραπάνω πίνακα.

Εκτός, βέβαια, από χημικές διεργασίες σε ένα διυλιστήριο εκτελείται και πλήθος άλλων οι οποίες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν συνολικά όπως παρακάτω.

Πίνακας 2.4: Διεργασίες σε εγκαταστάσεις διυλιστηρίων

Διεργασία	Παράδειγμα
Χημική διεργασία	Αντίδραση με καταλύτη
Φυσική διεργασία	Διαχωρισμός μίγματος χημικών σε μονάδα απόσταξης
Μηχανική διεργασία	Μεταφορά υλικών με γερανό
Βιολογική διεργασία	Διεργασίες στη μονάδα βιολογικού καθαρισμού
Ηλεκτρική διεργασία	Παροχή ηλεκτρικού ρεύματος σε μια αντλία
Ηλεκτρονική διεργασία	Σύστημα αυτοματισμού σε ολοκληρωμένα κυκλώματα (PLC)
Διεργασία ηλεκτρονικού υπολογιστή	Σύστημα αυτοματισμού που ελέγχεται από υπολογιστή
Διεργασία εκτελούμενη χειρωνακτικά	Χειροκίνητη ανάμιξη δύο χημικών σε ανοιχτό κάδο

2.2.3 Βοηθητικές εγκαταστάσεις διυλιστηρίων

Οι βοηθητικές εγκαταστάσεις σε ένα διυλιστήριο είναι πολύ σημαντικές καθώς είναι αυτές που παρέχουν θερμότητα και ψύξη στις μονάδες παραγωγής, ελέγχουν τα επίπεδα των πιέσεων και των θερμοκρασιών, συλλέγουν και επεξεργάζονται τα απόβλητα, ελέγχουν την εκπομπή ρύπων προς το περιβάλλον, παρέχουν ενέργεια, ατμό και πεπιεσμένο αέρα.

2.2.3.1 Σύστημα διαχείρισης καθαρού νερού / αποβλήτων

Ένα σημαντικό πρόβλημα που πρέπει να αντιμετωπισθεί είναι η εύρεση καθαρού νερού για χρήση στις διάφορες διεργασίες του διυλιστηρίου. Υπάρχει η δυνατότητα χρήσης του νερού που παρέχεται από τις εκάστοτε δημόσιες υπηρεσίες ύδρευσης ή η άντληση νερού για ίδια χρήση. Το νερό αυτό, συνήθως, πρέπει να περάσει από διάφορα στάδια επεξεργασίας (χλωρίωση, αφαλάτωση, φιλτράρισμα κ.λπ.) προτού γίνει δυνατή η χρήση του. Υπάρχει, επίσης, δυνατότητα χρήσης θαλάσσιου νερού σε εγκαταστάσεις που βρίσκονται κοντά στη θάλασσα.

Αντίστοιχα, υπάρχει και το πρόβλημα της απόρριψης και διαχείρισης των αποβλήτων του διυλιστηρίου. Τα υγρά απόβλητα ενός διυλιστηρίου περιλαμβάνουν νερό από συμπύκνωση ατμού, καυστικά διαλύματα, νερό ψύξης, νερό πλύσης εξοπλισμού, νερό από εξουδετέρωση όξινων και αλκαλικών διαλυμάτων κ.λπ. Τα απόβλητα αυτά τυπικά περιέχουν ουσίες όπως: υδρογονάνθρακες, διαλυμένα υλικά, στερεά σωματίδια, θειούχες ενώσεις, φαινόλες, αμμωνία, και άλλες ενώσεις.

2.2.3.1.1 Πρώτο στάδιο επεξεργασίας

Στο στάδιο αυτό γίνεται ο αρχικός διαχωρισμός των υδρογονανθράκων και των στερεών σωματιδίων από τα απόβλητα. Διαχωριστές και δεξαμενές καθίζησης και φίλτρα χρησιμοποιούνται για το διαχωρισμό των υδρογονανθράκων, της λάσπης και των στερεών σωματιδίων. Τα απόβλητα που περιέχουν οξέα εξουδετερώνονται με χρήση αμμωνίας, ασβεστίου και άνυδρου ανθρακικού νατρίου. Απόβλητα που περιέχουν αλκαλικά στοιχεία επεξεργάζονται με θειικό οξύ, υδροχλωρικό οξύ, καυσαέρια πλούσια σε διοξείδιο του άνθρακα ή θείο. Σε περιπτώσεις γαλακτωμάτων, για να γίνει ο διαχωρισμός νερού από το πετρέλαιο, γίνεται πρώτα θέρμανση.

2.2.3.1.2 Αφαίρεση όξινου νερού

Το νερό που περιέχει ενώσεις θείου αποκαλείται και όξινο νερό και είναι προϊόν των διεργασιών καταλυτικής πυρόλυσης, υδρογόνωσης και περιπτώσεων όπου έχουμε συμπύκνωση νερού παρουσία αερίων που περιέχουν υδρόθειο. Η διαδικασία της απογύμνωσης (αφαίρεση των πιο πτητικών στοιχείων από ένα κλάσμα) [stripping] εφαρμόζεται για απόβλητα που περιέχουν θειούχες ενώσεις, ενώ η διεργασία εκχύλισης με διαλύτη χρησιμοποιείται για την αφαίρεση των φαινολών. Νερό το οποίο προορίζεται για ανακύκλωση συνήθως χρειάζεται ψύξη ή / και οξείδωση με ψεκασμό και περαιτέρω διαδικασίες καθαρισμού για να αφαιρεθούν τυχόν ίχνη φαινολών, αμμωνίας και νιτρικών ενώσεων.

2.2.3.1.3 Δεύτερο στάδιο επεξεργασίας

Μετά το 1ο στάδιο, τα αιωρούμενα σωματίδια αφαιρούνται με ιζηματοποίηση, προσθέτοντας παράγοντες συσσωμάτωσης και κάνοντας χρήση φίλτρων και υλικών με υψηλή απορροφητικότητα. Στο στάδιο αυτό γίνεται, επίσης, και βιολογική αποικοδόμηση και οξείδωση οργανικών ενώσεων με μεθόδους ανάλογες με αυτές που χρησιμοποιούνται σε βιολογικούς σταθμούς.

2.2.3.1.4 Τρίτο στάδιο επεξεργασίας

Στο στάδιο αυτό γίνεται αφαίρεση συγκεκριμένων στοιχείων με σκοπό τη συμμόρφωση με συγκεκριμένους κανονισμούς που αφορούν τις εκπομπές. Οι διεργασίες αυτές περιλαμβάνουν: χλωρίωση, οξονίωση, ανταλλαγή ιόντων, αντίστροφη όσμωση, προσρόφηση ενεργού άνθρακα κ.λπ. Υπάρχει περίπτωση να χρειαστεί η διάχυση πεπιεσμένου οξυγόνου στο νερό για να οξειδωθούν συγκεκριμένοι χημικοί παράγοντες.

2.2.3.2 Πύργοι ψύξης

Στους πύργους ψύξης γίνεται η ψύξη του νερού που χρησιμοποιείται στα διάφορα στάδια με εξάτμιση και μεταφορά θερμότητας μεταξύ αέρα και νερού στους εναλλάκτες. Δύο είδη πύργων υπάρχουν: ανάστροφης ροής και εγκάρσιας ροής.

Στους πύργους ανάστροφης ροής το θερμό νερό αντλείται στο υψηλότερο σημείο και αφήνεται να πέσει μέσα από τον πύργο. Διάφορα πτερύγια και ακροφύσια υπάρχουν σε όλο το μήκος της διαδρομής ώστε να επιτευχθεί η ψύξη. Την ίδια στιγμή αέρας εισέρχεται από κάτω δημιουργώντας έτσι μια ανάποδη ροή ως προς το νερό. Στους πύργους εγκάρσιας ροής ισχύουν παρόμοιες καταστάσεις μόνο που στην περίπτωση αυτή η ροή του αέρα είναι κάθετη προς τη ροή του νερού.

2.2.3.3 Παραγωγή ατμού

Η παραγωγή ατμού γίνεται με χρήση κατάλληλων καυστήρων στην κεντρική μονάδα παραγωγής αλλά και τοπικά σε διάφορες μονάδες κάνοντας χρήση της θερμότητας από καυσαέρια και άλλες πηγές.

Τα συστήματα παραγωγής ατμού περιλαμβάνουν: φούρνους με καυστήρες και θάλαμο καύσης, συστήματα απαγωγής αερίων, συστήματα συμπίεσης αερίων που λειτουργούν και ως συστήματα σφράγισης για αποφυγή διαρροών, λέβητες, δοχεία συλλογής ατμού κ.λπ.

2.2.3.4 Καύσιμα

Οι καυστήρες μπορούν να χρησιμοποιήσουν οποιοδήποτε καύσιμο ή συνδυασμό τους (φυσικό αέριο, πετρέλαιο κ.λπ.). Συχνά, μίγμα από αέρια του διυλιστηρίου, φυσικό αέριο και LPG

συγκεντρώνονται σε ειδική συσκευή που παρέχει το καύσιμο. Σε μερικές περιπτώσεις γίνεται και χρήση της χαμένης θερμότητας (από θερμά αέρια που θα διέφευγαν στην ατμόσφαιρα) από άλλες διαδικασίες.

2.2.3.5 Σύστημα παραγωγής / διανομής ατμού

Ο ατμός συνήθως παράγεται από καυστήρες και λέβητες σε μία ενιαία μονάδα παραγωγής. Ο ατμός εγκαταλείπει τους λέβητες σε πολύ υψηλή πίεση και οδηγείται σε στροβίλους οι οποίοι δίνουν κίνηση σε αντλίες και συμπιεστές. Υπάρχει περίπτωση να χρειάζεται παραγωγή ατμού για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας οπότε ο ατμός πρέπει να βρίσκεται σε ακόμη μεγαλύτερη πίεση. Το σύστημα διανομής αποτελείται από βαλβίδες, συνδέσμους και φλάντζες κατάλληλες για την πίεση του παραγόμενου ατμού. Συνήθως ο ατμός συμπυκνώνεται σε νερό στους εναλλάκτες θερμότητας και είτε επαναχρησιμοποιείται σαν νερό στους λέβητες ή απορρίπτεται στα υγρά απόβλητα του διυλιστηρίου.

2.2.3.6 Καυστήρες, εναλλάκτες, ψύκτες

Το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας στις μονάδες παραγωγής προέρχεται από καυστήρες οι οποίοι χρησιμοποιούν ως καύσιμη ύλη φυσικό αέριο, αέρια του διυλιστηρίου και ελαφρά ή βαρύτερα κλάσματα του πετρελαίου. Απαγωγή θερμότητας γίνεται συνήθως με τη βοήθεια νερού ή αέρα σε εναλλάκτες αλλά γίνεται, επίσης, χρήση ανεμιστήρων, συμπυκνωτών και άλλων ψυκτικών υγρών και αερίων. Το βασικό μηχανικό σύστημα ψύξης χρησιμοποιείται σε διάφορες μονάδες και αποτελείται από τον εξατμιστή, το συμπιεστή, το συμπυκνωτή και τα συστήματα ελέγχου και σωληνώσεων. Τα συνήθη ψυκτικά είναι νερό, μίγματα νερού αλκοόλης και διαλύματα γλυκόλης.

2.2.3.7 Συστήματα ανακούφισης πίεσης

Υπάρχουν διάφορα συστήματα ανακούφισης πίεσης που σκοπό έχουν να μην επιτρέπουν την αύξηση της πίεσης σε δοχεία ή σωληνώσεις πάνω από προκαθορισμένα όρια. Χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο πίεσης αερίων, ατμών αλλά και υγρών. Όταν η πίεση ξεπεράσει τα προκαθορισμένα όρια τότε τα συστήματα αυτά ανοίγουν επιτρέποντας την εκτόνωση μέρους από το υγρό, ατμό ή αέριο στην ατμόσφαιρα μέχρι να υπάρξει πτώση της πίεσης κάτω από τα όρια.

2.2.3.8 Πυρσοί καύσης

Ένα τυπικό κλειστό σύστημα πυρσού καύσης αποτελείται από διάφορα μέρη όπως βαλβίδες

ανακούφισης πίεσης, αγωγούς για την συλλογή των αερίων ή υγρών καύσης από τις διάφορες μονάδες παραγωγής, δοχεία εκτόνωσης [knockout drums] για το διαχωρισμό υγρών / αερίων, συστήματα εξαέρωσης, βαλβίδες ασφαλείας και συσκευές ανάφλεξης για την καύση αερίων, όταν δεν επιτρέπεται η απευθείας απόρριψή τους στην ατμόσφαιρα.

2.2.3.9 Παραγωγή & μεταφορά ενέργειας

Η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα διυλιστήριο γίνεται είτε χρησιμοποιώντας ρεύμα από εξωτερικούς φορείς παραγωγής ή με μονάδες παραγωγής (ατμοστρόβιλους ή αεριοστρόβιλους) κάνοντας χρήση των καυσίμων του διυλιστηρίου. Οι αεριοστρόβιλοι ή ατμοστρόβιλοι, όπου χρησιμοποιούνται, συνήθως παρέχουν ενέργεια σε αντλίες, συμπιεστές, ανεμιστήρες και άλλες συσκευές.

2.2.3.10 Παραγωγή πεπιεσμένου αέρα

Σε ένα διυλιστήριο γίνεται εκτεταμένη χρήση πεπιεσμένου αέρα ή άλλων συσκευών απαγωγής ή εμφύσησης αέρα, καυσαερίων όπως συμπιεστών, ανεμιστήρων κ.λπ. Χρήση πεπιεσμένου αέρα γίνεται, επίσης, σε εργαλεία χειρός αλλά και σε διάφορες διεργασίες όπως στην αναγέννηση καταλυτών, σε διεργασίες γλύκανσης κ.λπ. Αδρανή αέρια υπό πίεση, όπως άζωτο, χρησιμοποιούνται σε διάφορες εργασίες όπως η αδρανοποίηση της ατμόσφαιρας σε κάποιο δοχείο.

2.2.3.11 Αντλίες και σύστημα σωληνώσεων

Φυγοκεντρικές αντλίες και αντλίες θετικής μετατόπισης χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά των Υ/Α του νερού ψύξης, πυρόσβεσης και αποβλήτων μέσω δικτύου σωληνώσεων στις διάφορες μονάδες του διυλιστηρίου. Οι αντλίες αυτές παίρνουν κίνηση από ηλεκτρικούς κινητήρες ή ατμοστρόβιλους ή από μηχανές εσωτερικής καύσης.

Πληθώρα διαφορετικών τύπων σωληνώσεων, βαλβίδων, συνδέσμων και εξαρτημάτων χρησιμοποιούνται τα οποία μπορεί να είναι αυτόματης ή χειροκίνητης λειτουργίας.

2.2.3.12 Δεξαμενές αποθήκευσης / αποθήκες

Για την αποθήκευση των πρώτων υλών, νερού, χημικών, προσθέτων αλλά και των παραγόμενων προϊόντων (υγρών και αερίων) χρησιμοποιούνται δεξαμενές οι οποίες μπορεί να βρίσκονται σε ατμοσφαιρική πίεση ή υπό πίεση. Υπάρχουν διάφοροι τύποι δεξαμενών ανάλογα με την ουσία που θα αποθηκευτεί. Οι απλές δεξαμενές με κωνική οροφή συνήθως χρησιμοποι-

ούνται για την αποθήκευση υγρών καυσίμων (μη πτητικών) όπως diesel, λιπαντικών κ.λπ. Δεξαμενές με ανοιχτή οροφή ή επιπέδουσα οροφή χρησιμοποιούνται για εύφλεκτα (πτητικά) υγρά, όπως αργό πετρέλαιο και βενζίνη, με σκοπό να μειωθεί ο χώρος μεταξύ του υγρού και της οροφής, έτσι ώστε να μειωθεί η πιθανότητα ανάφλεξης από τη δημιουργία ατμών. Δεξαμενές τύπου σφαίρας χρησιμοποιούνται για προϊόντα υπό πίεση (υγροποιημένα αέρια). Σε μερικές από τις δεξαμενές απαιτείται η ύπαρξη συστήματος θέρμανσης και μόνωσης (όπως π.χ. για δεξαμενές αποθήκευσης πίσσας), έτσι ώστε το προϊόν να διατηρείται σε ρευστή μορφή. Σε άλλες περιπτώσεις μπορεί να απαιτείται η αποθήκευση σε δεξαμενές με σύστημα ψύξης για ελαχιστοποίηση των κινδύνων.

2.2.3.13 Μεταφορά / μετάγγιση προϊόντων

Παράλληλα με την αποθήκευση των παραγόμενων προϊόντων / πρώτων υλών απαιτείται και η φόρτωση και η μεταφορά / μετάγγιση αυτών από και προς το διυλιστήριο. Υπάρχουν ειδικές εγκαταστάσεις όπου γίνεται η μεταφόρτωση των πρώτων υλών ή παραγόμενων προϊόντων προς και από τις δεξαμενές αποθήκευσης, αντίστοιχα. Στις εγκαταστάσεις αυτές υπάρχουν συστήματα αντλιών, με ειδικά ακροφύσια για φόρτωση διαφόρων τύπων ουσιών (υγρά, αέρια, στερεά κ.λπ.) σε διάφορους τύπους μεταφορικών μέσων (οχήματα, τρένα, πλοία κ.λπ.).

2.2.3.14 Χειρισμός καταλυτών

Υπάρχει πλήθος διαφορετικών καταλυτών που χρησιμοποιούνται στις διάφορες διεργασίες διύλισης πετρελαίου και για το λόγο αυτό θα πρέπει να υιοθετηθεί μια γενική διαδικασία για το χειρισμό των καταλυτών, έτσι ώστε να επιτευχθεί αποτελεσματική προστασία των εργαζομένων.

Οι περισσότεροι καταλύτες χρησιμοποιούνται συνήθως υπό μορφή σωματιδίων στερεού (διαφορετικής γεωμετρίας). Εξαιρέση αποτελούν οι καταλύτες υδροφθορικού, θειικού και φωσφορικού οξέως, που είναι σε υγρή μορφή.

Μια λίστα τυπικών καταλυτών που χρησιμοποιούνται σε διεργασίες διύλισης παρατίθεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 2.5

Όνομα διεργασίας	Διεργασία / σκοπός	Καταλύτης
Επεξεργασία ελαφρών υδρογονανθράκων		
Πολυμερισμός	Παραγωγή βενζίνης υψηλών οκτανίων ή πρώτη ύλη πετροχημικών από αέριες ολεφίνες.	Φωσφορικό οξύ διασκορπισμένο σε αδρανές υπόστρωμα.
Αλκυλίωση	Χημική αντίδραση χαμηλού μοριακού βάρους παραφίνης και ισοπαραφίνης με σκοπό την παραγωγή διακλαδισμένων αλυσίδων παραφίνης υψηλότερου αριθμού οκτανίων.	Άνυδρο θειικό οξύ ή υδροφθορικό οξύ.
Υδρογονοαποθείωση της νάφθας	Απομάκρυνση θείου.	Μη αδρανής μεταλλικός καταλύτης (κοβάλτιο - μολυβδένιο).
Ισομερίωση	Μετατροπή ευθείων αλυσίδων βουτανίου, πεντανίου και εξανίου σε ισομερή με υψηλότερο αριθμό οκτανίων.	Σταθερής κλίνης ή χλωριωμένος καταλύτης πλατίνας - οξειδίου του αλουμινίου ή καταλύτης νικελίου σε πυριτικό ανυδρίτη αργιλίου.
Καταλυτική αναμόρφωση	Μετατροπή νάφθας χαμηλών οκτανίων σε προϊόντα ανάμιξης βενζινών με υψηλότερο αριθμό οκτανίων.	Σταθερής κλίνης με καταλύτη πλατίνας – ρηνίου.
Επεξεργασίες ενδιάμεσων αποσταγμάτων		
Γλύκανση	Απομάκρυνση μερκαπτανών για βελτίωση της οσμής.	Καταλύτης νικελίου / αργιλίου σε ενεργό άνθρακα.
Υδρογονοποθείωση κηροζίνης και αεριέλαιων	Απομάκρυνση θείου, κορεσμός ολεφινών και μείωση των ποσοστού των αρωματικών, του αζώτου και των μεταλλικών προσμίξεων της κηροζίνης.	Σταθερής κλίνης. Μη αδρανής μεταλλικός καταλύτης (κοβάλτιο - μολυβδένιο).
Καταλυτική πυρόλυση ρευστοστερεάς κλίνης	Μετατροπή αποσταγμάτων σε βενζίνη καταλυτικής πυρόλυσης, πετρέλαιο θέρμανσης και άλλους αέριους υδρογονάνθρακες.	Διάφοροι καταλύτες με βάση λειτουργίας τα οξέα που περιλαμβάνουν φυσικές γαίες, πυριτικό ανυδρίτη αλουμινίου, συνθετικούς ζεόλιθους σε μορφή πολύ λεπτής σκόνης.

Όνομα διεργασίας	Διεργασία / σκοπός	Καταλύτης
Καταλυτική πυρόλυση κινητής κλίνης	Μετατροπή αποσταγμάτων σε βενζίνη καταλυτικής πυρόλυσης, πετρέλαιο θέρμανσης και άλλους αέριους υδρογονάνθρακες.	Διάφοροι καταλύτες με βάση λειτουργίας τα οξέα που περιλαμβάνουν φυσικές γαίες, πυριτική αλουμίνα, συνθετικούς ζεόλιθους σε μορφή εξελασμένων σβόλων.
Καταλυτική υδρογονοπυρόλυση	Μετατροπή βαρέων πρώτων υλών σε χαμηλότερου σημείου ζέσεως (πιο χρήσιμων) προϊόντων.	Καταλύτης κοβαλτίου -μολυβδένιου, ή νικελίου - μολυβδένιου σε αλουμίνα ή παλλάδιο σε πυριτικό ανυδρίτη αλουμινίου.
Επεξεργασία βαρέων υδρογονανθράκων		
Καταλυτική πυρόλυση υπολείμματος	Επεξεργασία των βαρέων κλασμάτων με θέρμανση παρουσία καταλύτη με σκοπό την παραγωγή προϊόντων χαμηλότερου μοριακού βάρους.	Καταλύτης νικελίου – μολυβδένιου.
Υδρογονοπυρόλυση υπολείμματος	Επεξεργασία των βαρέων κλασμάτων με υψηλή πίεση με σκοπό την παραγωγή προϊόντων χαμηλότερου μοριακού βάρους.	Μεταλλικά σουλφίδια σε άμορφο πυριτικό ανυδρίτη αλουμινίου.
Υδρογονοαποθείωση υπολείμματος	Μείωση του θείου και της περιεκτικότητας σε μέταλλα στα υπολείμματα ατμοσφαιρικής απόσταξης.	Καταλύτες χρωμίου, μολυβδένιου, σιδήρου, κοβαλτίου ή νικελίου.
Υδρογονοεπεξεργασία και υδρογονοπυρόλυση βασικών λαδιών	Επεξεργασία των βασικών λαδιών με υδρογόνο για βελτίωση της ποιότητάς.	Καταλύτης κοβαλτίου ή νικελίου μολυβδένιου.
Καταλυτική αποκήρωση	Απομάκρυνση του κεριού παραφίνης από τα βασικά λιπαντικά.	Ζεόλιθοι

Ουσίες που σχετίζονται με τις διάφορες καταλυτικές διεργασίες παρατίθενται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 2.6

Ουσία	Κύριες χρήσεις ή πηγές έκθεσης
Αλουμίνα (οξειδίο του αργιλίου)	Καταλυτικό υπόβαθρο, καταλύτης (ανάκτηση θείου)
Χλωριούχο αργίλιο	Ισομερίωση
Αμίνες, αλειφατικές (μεθυλαμίνη) και αλκανο- λαμίνες (μονοαιθανολαμίνη)	Υδρογονοαποθείωση και απορροφητές αερίων
Αμίνες, αρωματικές	Καταλυτική πυρόλυση, επεξεργασία υπολείμματος
Τριχλωρίδιο του αντιμονίου	Ανασταλτικά (ισομερίωση)
Μονοξείδιο του άνθρακα	Αναγέννηση καταλυτών (καταλυτική πυρόλυση)
Χλωρίνη	Αναγέννηση καταλύτη πλατίνας
Γαίες (μπεντονίτης)	Υπόβαθρο καταλυτών
Κοβάλτιο και ενώσεις κοβαλτίου	Υδρογονοπυρόλυση, υδρογονοεπεξεργασία, διεργασίες γλύκανσης
Χαλκός και ενώσεις χαλκού	Αποθείωση, διεργασίες γλύκανσης
Γη διατόμων	Υπόβαθρο καταλυτών
Υδρογονάνθρακες χλωριωμένοι	Αναγέννηση καταλυτών (καταλυτική αναμόρφωση)
Υδροχλώριο	Ισομερίωση
Υδροφθόριο	Αλκυλίωση
Υποχλωρίτης	Χημική γλύκανση
Σίδηρος και ενώσεις σιδήρου	Υδρογονοπυρόλυση
Μολυβδένιο και ενώσεις μολυβδενίου	Αποθείωση, υδρογονοπυρόλυση, υδρογοεπεξεργασία
Νικέλιο και ενώσεις νικελίου	Υδρογονοεπεξεργασία και υδρογονοπυρόλυση
Παλλάδιο	Υδρογονοεπεξεργασία και υδρογονοπυρόλυση
Φαινόλη	Καταλυτική πυρόλυση και αποθείωση
Φωσγένιο	Αναγέννηση καταλύτη με χλωρίωση (καταλυτική αναμόρφωση)

Ουσία	Κύριες χρήσεις ή πηγές έκθεσης
Φωσφορικό οξύ	Πολυμερισμός
Λευκόχρυσος (πλατίνα)	Καταλυτική αναμόρφωση, ισομερίωση, υδρογοεπεξεργασία
Ρήνιο	Καταλυτική αναμόρφωση
Διοξείδιο πυριτίου (κρυσταλλικό)	Καταλυτική πυρόλυση
Άργυρος	Καταλυτική οξείδωση
Καυστικό νάτριο	Καυστική πλύση όξινων καταλυτών ή ροών επεξεργασμένων με οξέα
Θειικό οξύ	Αλκυλίωση, πολυμερισμός
Σουλφίδιο του βολφραμίου	Υδρογοπυρόλυση
Βανάδιο και ενώσεις του βαναδίου	Καταλυτική οξείδωση
Ζεόλιθοι	Καταλυτική πυρόλυση ρευστοστερεάς κλίνης, υδρογοπυρόλυση
Οξείδιο ψευδαργύρου	Καταλυτική οξείδωση

Οι βιομηχανικοί καταλύτες μπορούν να διαχωρισθούν σε δύο βασικές κατηγορίες:

- **ομογενείς καταλύτες**, όπου ο καταλύτης βρίσκεται στην ίδια φάση (συνήθως σε διάλυμα) όπως και τα αντιδρώντα στοιχεία
- **ετερογενείς καταλύτες**, όπου η φάση στην οποία βρίσκεται ο καταλύτης (συνήθως στερεή) είναι διαφορετική από τα αντιδρώντα στοιχεία (υγρά ή ατμοί).

Πολλοί καταλύτες που χρησιμοποιούνται σε ετερογενείς διεργασίες είναι ιδιαίτερα πολύπλοκοι. Μπορεί να αποτελούνται από περισσότερα από δύο βασικά στοιχεία, τα οποία βρίσκονται πάνω σε κάποιο αδρανές υπόβαθρο που δε λαμβάνει μέρος στην αντίδραση. Συνήθως, προστίθενται και άλλα στοιχεία για να βελτιώσουν την απόδοση του καταλύτη ή ακόμη και για να αναστείλουν κάποιες ανεπιθύμητες αντιδράσεις.

2.2.3.14.1 Καταλύτες σταθερής κλίνης

Οι περισσότεροι καταλύτες είναι συνήθως σταθερής κλίνης όπου η πρώτη ύλη εισέρχεται στην κορυφή του αντιδραστήρα και απλώνεται πάνω από την καταλυτική κλίνη και εξέρχεται αφού περάσει διαμέσου του καταλύτη από τα ακροφύσια εξόδου. Τα σωματίδια του καταλύτη είναι διαφόρων γεωμετρικών μορφών, με στόχο τη μεγάλη επιφάνεια επαφής και την πρόκληση μικρής διαφοροποίησης της πίεσης.

Καταλύτες σταθερής κλίνης χρησιμοποιούνται, συνήθως, σε διεργασίες όπως: υδρογονοεπεξεργασία, πυρόλυση, υδρογόνωση, αναμόρφωση με ατμό, μονάδες αμμωνίας, μονάδες αναμόρφωσης και μονάδες κορεσμού αρωματικών.

Οι καταλύτες σταθερής κλίνης αποτελούνται από υπόβαθρο αλουμίνας και πυριτικό ανυδρίτη αλουμινίου και μέταλλα ή άλατα μετάλλων. Η σύνθεση των καταλυτών αυτών ποικίλλει από 100% οξειδίο του αργιλίου μέχρι 50% νικέλιο ή χρώμιο σε αλουμίνα. Άλλοι καταλύτες περιλαμβάνουν οξειδίο του ψευδαργύρου, κοβάλτιο, μολυβδένιο και διοξειδίο πυριτίου.

2.2.3.14.2 Καταλύτες ρευστοστερεάς κλίνης

Η βασική διεργασία καταλύτη ρευστοστερεάς κλίνης είναι αυτή που χρησιμοποιείται στην καταλυτική πυρόλυση ρευστοστερεάς κλίνης (FCC). Η μονάδα αυτή αποτελείται από ένα συνθετικό ζεόλιθο, ως καταλύτη, που σκοπό έχει να πυρολύσει τη βαρέα πρώτη ύλη ώστε να παραχθεί βενζίνη και πετρέλαιο θέρμανσης με τον ελάχιστο σχηματισμό άνθρακα και αερίων. Ο καταλύτης από ζεόλιθο είναι ένα μίγμα υδρογονωμένης αλουμίνας και άλατος ασβεστίου με ίχνη σπάνιων γαιών. Ο καταλύτης είναι σε μορφή σκόνης και ανακυκλώνεται με τη βοήθεια της βαρύτητας και της διαφοράς πίεσης μεταξύ του αναγεννητή και του αντιδραστήρα. Οι κύριες αντιδράσεις λαμβάνουν μέρος αμέσως μόλις η πρώτη ύλη εισέλθει στον αντιδραστήρα. Αφού ο καταλύτης είναι σε υγρή μορφή πρέπει να διαχωριστεί από τα αέρια της αντίδρασης και να ανακυκλωθεί. Κατά τη διάρκεια της ανακύκλωσης τα πολύ λεπτά σωματίδια διαφεύγουν από το σύστημα και έτσι υπάρχει η ανάγκη για συνεχή προσθήκη νέου καταλύτη.

2.2.3.14.3 Υγροί καταλύτες

Στην περίπτωση αυτή ο καταλύτης και οι αντιδρώσες ουσίες είναι στην ίδια φάση (υγρή) και ο διαχωρισμός τους γίνεται ή με φιλτράρισμα ή με φυγοκέντρωση. Η χρήση των υγρών καταλυτών γίνεται κυρίως με σκοπό τη μετατροπή του ισοβουτανίου και βουτυλενίων σε ισοοκτάνιο χρησιμοποιώντας υδροφθορικό και υδροχλωρικό οξύ στη διεργασία της αλκυλίωσης.

Οι καταλύτες αυτοί είναι ιδιαίτερα σημαντικοί από πλευράς υγείας και ασφάλειας, λόγω των ισχυρών οξέων που χρησιμοποιούνται, καθώς απαιτείται ειδικός εξοπλισμός για τη φόρτωση εκφόρτωσή τους και ειδικά μέσα ατομικής προστασία (ματιών / δέρματος).

2.2.3.14.4 Χρησιμοποιημένοι καταλύτες

Με τη χρήση οι καταλύτες χάνουν την αποτελεσματικότητά τους, λόγω της υπερθέρμανσης και της επιμόλυνσης από τα διάφορα στοιχεία. Ουσίες που επηρεάζουν ανεπανόρθωτα την απόδοση του καταλύτη είναι οι εξής: το οξυγόνο, το άζωτο, οι ενώσεις θείου, ο άνθρακας που σχηματίζεται από πολυπυρηνικές αρωματικές ενώσεις. Καθώς η απόδοση του καταλύτη μειώνεται ή φράζεται η καταλυτική κλίνη από την επικάθιση άνθρακα, ο καταλύτης πρέπει να αλλαχθεί ή να αναγεννηθεί.

Κατά τη διάρκεια καταλυτικών αντιδράσεων δημιουργούνται κίνδυνοι από τοξικές ουσίες. Για παράδειγμα, καρβονύλιο του νικελίου μπορεί να σχηματιστεί από αντίδραση μονοξειδίου του άνθρακα με καταλύτη που περιέχει νικέλιο σε χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλές πιέσεις. Υποθειώδες νικέλιο (nickel subsulphide), το οποίο είναι πιθανά καρκινογόνο, δημιουργείται

σε καταλύτες με μειωμένη περιεκτικότητα σε καταλύτη.

Παράλληλα με τους χημικούς κινδύνους, υπάρχει ένας αριθμός φυσικών κινδύνων όταν γίνεται χρήση πυροφορικών καταλυτών.

2.2.3.15 Διοικητική μέριμνα

Οι διοικητική υποστήριξη είναι πολύ σημαντική για την εύρυθμη και ασφαλή λειτουργία ενός διυλιστηρίου. Οι διοικητικές λειτουργίες μπορούν να χωρισθούν σε διάφορους τομείς όπως:

- καθημερινές ανάγκες για τη λειτουργία των επιμέρους μονάδων του διυλιστηρίου
- ενέργειες για την παροχή πρώτων υλών
- ιατροφαρμακευτική περίθαλψη εργαζομένων στο χώρο εργασίας (καθημερινή αλλά και για περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης)
- διατροφή και διατήρηση των κανόνων καθαριότητας και υγιεινής στους χώρους εργασίας
- σύσταση και λειτουργία εξειδικευμένων ομάδων συντήρησης και αποκατάστασης βλαβών καθώς και μηχανολογικής υποστήριξης όσον αφορά στο προσωπικό και τα μηχανήματα / εξοπλισμό
- τοποθέτηση εργαζομένων στις κατάλληλες θέσεις εργασίας, αλλά και εκπαίδευση αυτών, καθώς και θέσπιση κανονισμών και ομάδων δράσης για περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης
- άλλες μονάδες όπως λογιστήριο, πωλήσεις, ανθρώπινο δυναμικό κ.λπ.

2.2.3.16 Κατασκευές και συντήρηση

Το τμήμα συντήρησης ενός διυλιστηρίου είναι επιφορτισμένο με το δύσκολο έργο της αποκατάστασης των βλαβών στα διάφορα τμήματα του εξοπλισμού, αλλά και της προγραμματισμένης συντήρησης και ελέγχου των διαφόρων τμημάτων του εξοπλισμού. Σήμερα υπάρχει η τάση μεταφοράς πολλών από αυτές τις εργασίες σε εξωτερικά συνεργεία εργολάβων.

Οι μονάδες ελέγχου και συντήρησης εμπλέκονται σε εργασίες που περιλαμβάνουν:

- εργασίες δύσκολων και λεπτών χειρισμών που ρυθμίζουν και ελέγχουν διεργασίες και εξοπλισμό, ο οποίος συνήθως ελέγχεται από ηλεκτρονικό υπολογιστή
- εργασίες συγκόλλησης
- εργασίες επισκευής βλαβών εξαρτημάτων και γενικών επιθεωρήσεων
- συντήρηση οχημάτων
- συντήρηση δομικών εγκαταστάσεων.

2.2.3.17 Έλεγχος αερίων και ατμών

Ο έλεγχος και οι δοκιμές αερίων και ατμών είναι απαραίτητος, έτσι ώστε να υπάρχει ασφάλεια σε διάφορες διεργασίες που εκτελούνται σε ένα δυλιστήριο και να αποφεύγονται επικίνδυνες καταστάσεις από διαρροή και συγκέντρωση τοξικών και επικίνδυνων χημικών και πρόκλησης πυρκαγιάς / έκρηξης. Ο έλεγχος της ατμόσφαιρας σε χώρους εργασίας γίνεται με χρήση διαφόρων οργάνων που μετρούν την περιεκτικότητα σε οξυγόνο και αέριους υδρογονάνθρακες και γίνεται εκτίμηση επικίνδυνων συγκεντρώσεων. Τα όργανα μέτρησης θα πρέπει να έχουν βαθμονομηθεί από εξειδικευμένο προσωπικό, έτσι ώστε τα αποτελέσματα να είναι ακριβή και αξιόπιστα. Ανάλογα με το χώρο εργασίας και τη φύση της διεργασίας, οι έλεγχοι μπορεί να είναι δειγματοληπτικοί, περιοδικοί ή και συνεχείς.

Η χρήση μέσων ατομικής προστασίας κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών είναι απαραίτητη και σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να είναι, επίσης, αναγκαία η χρήση αναπνευστικών συσκευών. Οι απαιτήσεις και οι διαδικασίες των δοκιμών είναι άμεσα συνδεδεμένες με τον κίνδυνο που εμφανίζεται στην περίπτωση που συμβεί κάποια βλάβη στα όργανα κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών.

Οι παρακάτω ουσίες μπορούν να μετρηθούν κάνοντας χρήση κινητών ή σταθερών οργάνων μέτρησης.

- **Οξυγόνο.** Οι μετρητές αυτοί λειτουργούν «καίγοντας» μια πολύ μικρή ποσότητα από τον αέρα που ελέγχουν. Ο έλεγχος της περιεκτικότητας της ατμόσφαιρας σε οξυγόνο είναι πολύ σημαντικός σε περιπτώσεις εργασίας σε κλειστούς χώρους χωρίς αναπνευστικές συσκευές, όπου θα πρέπει να διατηρείται σε επίπεδα γύρω στο 21%. Ο ίδιος έλεγχος γίνεται και σε περιπτώσεις που απαιτείται χαμηλή περιεκτικότητα σε οξυγόνο για να αποτραπεί ανάφλεξη, όπως σε θερμές εργασίες σε κλειστούς χώρους όπου η ατμόσφαιρα πρέπει να αδρανοποιηθεί.
- **Ατμοί και αέριοι υδρογονάνθρακες (Υ/Α).** Υπάρχει ειδικός εξοπλισμός για τη μέτρηση της συγκέντρωσης ατμών υδρογονανθράκων στην ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια θερμών εργασιών. Αέρια και ατμοί υδρογονανθράκων αναφλέγονται μόνο μετά από ανάμιξη με οξυγόνο και παρουσία εστίας φλόγας ή σπινθήρα. Εάν υπάρχει μικρή συγκέντρωση ατμών Υ/Α τότε το μίγμα ονομάζεται «πολύ φτωχό», ενώ στην περίπτωση που υπάρχει περίσσεια ατμού ονομάζεται «πολύ πλούσιο» και δε γίνεται ανάφλεξη. Τα όρια αυτά θεωρούνται και ως τα κάτω και άνω όρια ανάφλεξης και εκφράζονται ως ποσοστό ατμών κατ' όγκο στον αέρα. Τα διάφορα είδη Υ/Α έχουν διαφορετικά όρια που κυμαίνονται από 1-10%.
- **Τοξικές ατμόσφαιρες.** Ειδικά όργανα μέτρησης πρέπει να χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό τοξικών ουσιών στην ατμόσφαιρα. Στις μετρήσεις αυτές προσδιορίζεται και η ουσία αλλά και η συγκέντρωσή της έτσι ώστε να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα (από πλήρη εξαερισμό του χώρου μέχρι τη χρήση αναπνευστικών συσκευών). Παραδείγματα τοξικών ουσιών περιλαμβάνουν: αμίαντο, βενζόλιο, υδροθείο, χλώριο, διοξείδιο του άνθρακα, θειικό και υδροφθορικό οξύ, αμίνες, φαινόλες κ.λπ.

2.2.5. Πρόγραμμα υγείας και ασφάλειας της εργασίας

Σε κάθε διυλιστήριο πρέπει να υπάρχει σχέδιο για την ασφάλεια και την υγεία στους χώρους εργασίας. Το σχέδιο αυτό πρέπει να επικεντρώνεται σε θέματα πρόληψης και προστασίας όπως π.χ. η εκδήλωση πυρκαγιών και εκρήξεων, η έκθεση εργαζομένων από διαρροή επικίνδυνων για την υγεία ουσιών (π.χ. τοξικές, διαβρωτικές κ.λπ.) καθώς και σε θέματα προστασίας του περιβάλλοντος.

Η ομάδα ασφάλειας πρέπει να λαμβάνει μέρος από τα πρώτα κιάλας στάδια του σχεδιασμού μιας μονάδας διυλιστηρίου και να συνεχίζει μέσα από τα στάδια κατασκευής και πρώτης λειτουργίας της εγκατάστασης. Η ομάδα ασφάλειας βοηθά την ομάδα κατασκευής, επιθεωρώντας ενέργειες των διαφόρων ομάδων εργασίας (ιδιαίτερα εργασιών που προαπαιτούν κάποια ειδική άδεια όπως θερμής εργασίας / εργασίας σε κλειστό χώρο) και διερευνά τυχόν συμβάντα που αφορούν εργαζόμενους. Φροντίζει, επίσης, για την ύπαρξη και τη σωστή τοποθέτηση στους χώρους εργασίας μέσω ατομικής προστασίας και άλλων ασφαλιστικών μέτρων (π.χ. πυροσβεστικά μέσα, μονάδες απολύμανσης, πλύντες ματιών, αναπνευστικές συσκευές κ.λπ.).

Συνήθως οι δραστηριότητες πρόληψης μπορεί να περιλαμβάνουν:

- μελέτες ασφάλειας και επιθεωρήσεις κατά τη φάση του σχεδιασμού, της κατασκευής και προ της ενάρξεως των εργασιών
- διερεύνηση και σύνταξη αναφορών ατυχημάτων, ατυχών συμβάντων και παρ' ολίγον ατυχημάτων
- προετοιμασία σχεδίων διαφυγής και αντίδρασης των διαφόρων ομάδων εργασίας σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης
- έλεγχο ασφάλειας σε εργασίες κατασκευής
- θέσπιση οδηγιών ασφαλούς εργασίας και κανόνων καλής πρακτικής
- αποκλεισμό και απαγόρευση ενεργειών για αποφυγή επικίνδυνων καταστάσεων
- θέσπιση οδηγιών για εργασία σε κλειστούς χώρους
- προστασία από εργασία σε ύψος
- προστασία από ηλεκτρισμό, έλεγχο ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων (γειώσεις / μονώσεις)
- προστασία από μηχανές και μηχανισμούς, γενικότερα
- σήμανση ασφαλείας
- θέσπιση οδηγιών για θερμές εργασίες.

Η ανάπτυξη και η εφαρμογή σχεδίων εκτάκτου ανάγκης είναι απαραίτητες για ένα διυλιστήριο και αφορούν διάφορα σενάρια: έκρηξη, πυρκαγιά, διαρροή, διάσωση. Θα πρέπει να περιλαμβάνουν βοήθεια από εξωτερικές μονάδες (πρώτες βοήθειες, διακομιδή σε νοσοκομεία, πυροσβεστική υπηρεσία κ.λπ.) και εμπλοκή των τοπικών αρχών και φορέων. Είναι πιθανή η χρήση εξειδικευμένων μηχανημάτων και υλικών όπως ειδικών αφρών / χημικών και υλικών απορρόφησης για διαρροές.

Όσον αφορά σε θέματα υγείας, οι μηχανισμοί πρόληψης και προστασίας επικεντρώνονται στα επικίνδυνα και τοξικά χημικά, στην υγιεινή των χώρων εργαστηρίου, σε θέματα εργονομίας και την ιατροφαρμακευτική κάλυψη των εργαζομένων.

Από τη νομοθεσία θεσπίζονται ανώτατα όρια τιμών έκθεσης για τα διάφορα επικίνδυνα και τοξικά χημικά. Πρέπει να γίνονται έλεγχοι και ποσοτικοί προσδιορισμοί επικίνδυνων ουσιών στις οποίες πιθανά να εκτίθενται οι εργαζόμενοι και να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα για την προστασία τους. Τα μέτρα αυτά μπορεί να είναι κατάλληλοι μηχανισμοί για μείωση της έκθεσης στην πηγή της δημιουργίας, αντικατάσταση ουσιών με άλλες λιγότερο επικίνδυνες, κανόνες καλής πρακτικής που μειώνουν την έκθεση στον κίνδυνο ή, τέλος, επιλογή και χρήση κατάλληλων μέσων ατομικής προστασίας.

Συνήθως, ακολουθείται η πρακτική της προσωρινής τοποθέτησης εργαζομένων σε κάποια θέση εργασίας και συχνών περιοδικών ιατρικών ελέγχων για να διαπιστωθεί εάν ο εργαζόμενος είναι κατάλληλος ή όχι για τη θέση αυτή, με κριτήριο την ασφάλεια και την υγεία του.

Τα βασικά μέτρα ατομικής προστασίας πρέπει να περιλαμβάνουν προστασία από τις τυπικές εκθέσεις ενός διυλιστηρίου όπως: ο θόρυβος, η μόνωση από θερμές / ψυχρές πηγές, η έκθεση σε αμίαντο, υδρόθειο, καυστικά χημικά και οξέα, βενζόλιο, επικίνδυνα απόβλητα κ.λπ. Η χρήση αναπνευστικών συσκευών είναι συχνά απαραίτητη, καθώς και η προστασία ματιών και δέρματος από επαφή με χημικά.

Θα πρέπει να υπάρχει λεπτομερής γνώση γύρω από τους κινδύνους που εμφανίζονται από την έκθεση στα διάφορα χημικά, καθώς και με το ποιες ενέργειες θα πρέπει να γίνουν σε περίπτωση έκθεσης μέσω αναπνοής, κατάποσης ή δερματικής επαφής. Εκτελούνται τοξικολογικές αναλύσεις των παραγόμενων ουσιών ώστε να εκτιμηθούν οι συνέπειες της πιθανής έκθεσης στην υγεία τόσο των εργαζομένων όσο και των καταναλωτών. Τα στοιχεία που συλλέγονται αποτελούν τα γνωστά Δελτία Δεδομένων Ασφάλειας Προϊόντων (MSDS) που συνοδεύουν κάθε ουσία.

2.2.6 Πρόγραμμα προστασίας περιβάλλοντος

Η προστασία του περιβάλλοντος είναι άλλος ένας σημαντικός παράγοντας τον οποίο πρέπει να λάβει κανείς σοβαρά υπόψη σε ένα διυλιστήριο, καθώς από τις διάφορες διεργασίες εκλύεται μια σειρά από ουσίες που είναι επικίνδυνες για την ατμόσφαιρα ή τα ύδατα (θάλασσες, ποτάμια, λίμνες).

Οι ατμοσφαιρικοί ρυπαντές περιλαμβάνουν: υδρόθειο, διοξείδιο του θείου, οξείδια του αζώτου και μονοξείδιο του άνθρακα, άκαυστους υδρογονάνθρακες, αμμωνία, αιωρούμενα σωματίδια (αιθάλη). Εξίσου σημαντικός είναι ο κίνδυνος από «θερμική μόλυνση».

Οι υδάτινοι ρυπαντές τυπικά περιλαμβάνουν: υδρογονάνθρακες, διαλυμένα σωματίδια, φαινόλες, αμμωνία, θειούχες ενώσεις, οξέα και αλκαλικά. Υπάρχει πάντα η πιθανότητα διαρροής διαφόρων τοξικών και εύφλεκτων ουσιών. Συνήθη προβλήματα που αφορούν στη μόλυνση των υδάτων προέρχονται από: τις πετρελαιοκηλίδες, τα απόνερα από τους πύργους ψύξης, την παραγωγή ατμού, όπου περιέχονται οργανικά υλικά, αιωρούμενα στερεά και βαρέα μέταλλα.

Σημαντικά, επίσης, προβλήματα δημιουργούνται από τη διαθεσιμότητα του νερού.

Προβλήματα που αφορούν στη μόλυνση των εδαφών προέρχονται από τη χρήση γης για τις εγκαταστάσεις, τα στερεά απόβλητα που προκύπτουν από διάφορα γαλακτώματα του αργού με το νερό, από τον καθαρισμό θερμοεναλλακτών, τη «λάσπη» των διαχωριστήρων, τα λύματα δεξαμενών βενζίνης με μόλυβδο. Υπάρχουν, βέβαια, και άλλα στερεά απόβλητα που δεν χαρακτηρίζονται ως επιβλαβή ή επικίνδυνα όπως: η «λάσπη» από τους πύργους ψύξης, από τις αλλαγές των καταλυτών στα ρευστοποιημένα καταλυτικά συστήματα πυρολύσεως και υδροπυρόλυσης.

Θα πρέπει να υπάρχουν μηχανισμοί που να αποτρέπουν τις διαρροές υγρών ή ατμών, για να περιοριστεί η περιβαλλοντική επιβάρυνση αλλά και για τη μείωση του κόστους, λόγω των απωλειών αυτών. Έλεγχοι για τη μείωση απωλειών θα πρέπει να εφαρμόζεται και στα παρακάτω.

- **Ενέργεια:** έλεγχος διαρροών ατμού και απωλειών σε συμπυκνωτές, έτσι ώστε να αυξηθεί η απόδοση του συστήματος.
- **Μόλυνση νερού:** έλεγχος για την κατάλληλη διαχείριση και επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, έτσι ώστε να απομακρύνονται οι μολυσματικοί παράγοντες και να αποφεύγονται οι διαρροές.
- **Μόλυνση ατμόσφαιρας:** δεδομένου ότι τα διυλιστήρια είναι εγκαταστάσεις που λειτουργούν συνεχώς, ένα βασικό σημείο ελέγχου είναι οι διαρροές σε συνδέσμους, βαλβίδες, οροφές δεξαμενών, μηχανισμούς εξαέρωσης κ.λπ.
- **Μόλυνση εδάφους:** στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να προβλέπονται κατασκευές τάφρων σε σημεία που υπάρχει πιθανότητα διαρροής, έτσι ώστε να αποφευχθεί η διαρροή επικίνδυνων ουσιών στο έδαφος. Η χρήση μονωτικών υλικών (όπως αδιαπέραστα πλαστικά) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για προστασία των σημείων εσωτερικά από τις τάφρους.

Θα πρέπει να υπάρχουν προγράμματα δράσης σε περιπτώσεις διαρροών (χημικών, τελικών προϊόντων, πρώτων υλών). Οι ομάδες δράσης μπορεί να προέρχονται από εσωτερικούς εργαζόμενους κατάλληλα εκπαιδευμένους ή και από εξωτερικούς φορείς, ειδικευμένους σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης. Ο τύπος του εξοπλισμού και ο τρόπος δράσης πρέπει να έχουν προβλεφθεί στο αντίστοιχο σχέδιο δράσης εκτάκτου ανάγκης.

2.2.7 Ειδικότητες εργαζομένων

Σε μια εγκατάσταση διύλισης πετρελαίου υπάρχει πληθώρα εργαζομένων με διαφορετικά καθήκοντα και αρμοδιότητες. Ακολουθεί μια κωδικοποίηση βασικών ομάδων εργασίας καθώς και μια συνοπτική περιγραφή των αρμοδιοτήτων τους, που σχετίζονται με εργασίες διύλισης πετρελαίου:

Πίνακας 2.7

Α/Α	Ομάδα εργασίας	Περιγραφή εργασίας
1	Διαλυτήριο	
1.1	Χειριστές εντός εγκαταστάσεων	χειρισμός και ρύθμιση βαλβίδων / αντλιών έλεγχος θερμοκρασιών / πιέσεων οπτικός / ακουστικός έλεγχος λειτουργίας μηχανημάτων / εγκατάστασης διενέργεια δειγματοληψιών
1.2	Χειριστές εκτός εγκαταστάσεων	διαχείριση δεξαμενών αποθήκευσης διενέργεια δειγματοληψιών / έλεγχος στάθμης δεξαμενών διαχείριση νερού επεξεργασίας / συστήματος αποχέτευσης / διαχείριση αποβλήτων
1.3	Συντηρητές	επισκευές βλαβών σε μηχανήματα και εγκαταστάσεις (αντλίες, βαλβίδες, γραμμές παροχής, δεξαμενές, όργανα μέτρησης, όργανα ασφαλείας κ.λπ.) περιοδικό προληπτικό έλεγχος και συντήρηση εξοπλισμού καθαρισμός και εκκένωση γραμμών / μηχανημάτων / δεξαμενών ρύθμιση οργάνων χειρισμού / ελέγχου
1.4	Τεχνικοί εργασιών	αναλύσεις (χημικές, φυσικές κλπ) πρώτων υλών, προϊόντων και παραπροϊόντων έρευνα και ανάπτυξη
1.5	Καθαριστές δεξαμενών	καθαρισμός δεξαμενών αποθήκευσης από την αποτιθέμενη «λάσπη»
1.6	Χειριστές λειτουργικών εγκαταστάσεων	χειριστές εγκαταστάσεων κοινής χρήσης όπως παραγωγής ατμού, ηλεκτρικής ενέργειας, πεπεσμένου αέρα κ.λπ.
2	Διανομή	
2.1	Οχήματα	
2.1.1	Οδηγοί	πλήρωση οχημάτων με καύσιμα και μεταφορά τους στα σημεία κατανάλησης (σταθμούς ανεφοδιασμού ή καταναλωτές)

Α/Α	Ομάδα εργασίας	Περιγραφή εργασίας
2.1.2	Χειριστές ανεφοδιασμού	πλήρωση οχημάτων με καύσιμα πλήρωση δοχείων με καύσιμα μεταφορά καυσίμων σε άλλες δεξαμενές αποθήκευσης
2.1.3	Επόπτες ανεφοδιασμού	επιπτεία εργασιών πλήρωσης οχημάτων και δοχείων με καύσιμα
2.1.4	Συντηρητές	επισκευή βλαβών εξοπλισμού ανεφοδιασμού (αντλίες, βαλβίδες κλπ) περιοδικός προληπτικός έλεγχος και συντήρηση εξοπλισμού ρυθμίσεις εξοπλισμού
2.2	Πλοία	
2.2.1	Χειριστές καταστροφώματος	μεταφορά καυσίμων από / προς δεξαμενές αποθήκευσης / πλοίο σύνδεση / αποσύνδεση γραμμών μεταφοράς έλεγχος στάθμης πλήρωσης δειγματοληψίες
2.2.2	Χειριστές γέφυρας	επιπτεία εργασιών μεταφοράς διενέργεια ελέγχων gas free / χειρισμοί εξαερισμού
2.3	LPG	
2.3.1	Χειριστές φιαλών	πλήρωση φιαλών διαφόρων μεγεθών με LPG
2.4	Έρευνα / ανάπτυξη	
2.4.1	Χημικός / Χημικός μηχανικός	πειράματα σε προϊόντα και πρόσθετα με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων αλλά και την ανάπτυξη νέων προϊόντων / τεχνικών παραγωγής
2.4.2	Τεχνικός μηχανών	μετρήσεις οκτανίων και πειράματα λιπαντικών και καυσίμων σε κινητήρες βασισμένα σε διάφορες προδιαγραφές
2.4.3	Τεχνικοί εργαστηρίων	αναλύσεις προϊόντων διύλισης πετρελαίου, αναμίξεις και αναλύσεις πρόσθετων

Α/Α	Ομάδα εργασίας	Περιγραφή εργασίας
2.5	Μονάδες Λιπαντικών και Αναμίξεως	
2.5.1	Χειριστές μονάδων ανάμιξης	ανάμιξη βασικών λιπαντικών και προσθέτων σε δοχεία με σκοπό την παραγωγή λιπαντικών όπως λάδια μηχανών, βαλβολίνες, γράσα, βελτιωτικά κ.λπ. δειγματοληψίες
2.5.2	Χειριστές μονάδων πακεταρίσματος προϊόντων	μέταγγιση προϊόντων σε δοχεία 1-25 l με αυτόματες ή χειρωνακτικές λειτουργίες και πακετάρισμα για αποστολή
2.6	Διοίκηση και Διεύθυνση των Εργασιών του Δωλιστηρίου	Διοίκηση-Διεύθυνση των Εργασιών Διύλισης, Αποθήκευσης, Διακίνησης πρώτων υλών και προϊόντων Εργασίες Μελετών – Σχεδιασμού Εργασίες Εμπορίας Πρώτων Υλών και Προϊόντων Εργασίες Διαχείρισης, οικονομικών και οικονομικού ελέγχου, προμήθειες κλπ. Νομικές Υπηρεσίες Υπηρεσίες Υγείας και Ασφάλειας της Εργασίας Οι παραπάνω εργασίες πραγματοποιούνται κυρίως σε χώρους γραφείων
2.7	Τμήμα Ασφάλειας, Πυρασφάλειας και Πυρόσβεσης των Εγκαταστάσεων	Είτε είναι εγκατεστημένοι σε διάφορα «Φυλάκια» ελέγχων, είτε πραγματοποιώντας περιπολίες-συνοδείες, είτε τέλος, ασχολούνται αποκλειστικά με την Πυρασφάλεια και την Πυρόσβεση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Κίνδυνοι για την υγεία και την ασφάλεια - Μέτρα Πρόληψης και αντιμετώπισης

3.1 Εισαγωγή

Το πετρέλαιο, και τα προϊόντα που προέρχονται από τη διύλισή του έχουν επικίνδυνες ιδιότητες. Όταν οι τεχνολογικοί κανονισμοί και τα μέτρα ασφαλείας δεν τηρούνται στα διάφορα στάδια των διαδικασιών διύλισής του, μπορεί να προκληθούν σοβαρά ατυχήματα που θα θέσουν σε κίνδυνο την υγεία και ασφάλεια των εργαζομένων στις μονάδες αυτές. Επίσης, σε εγκαταστάσεις διυλιστηρίων υπάρχει η πιθανότητα πρόκλησης βιομηχανικού ατυχήματος μεγάλης έκτασης με επιπτώσεις και εκτός των ορίων μιας συγκεκριμένης εγκατάστασης (συνέπειες σε άλλες εγκαταστάσεις της περιοχής, στους κατοίκους, στο περιβάλλον κ.λπ.).

Στις παρακάτω παραγράφους θα γίνει μια σύνοψη των κινδύνων και αιτιών πρόκλησης επικίνδυνων καταστάσεων στις διάφορες διεργασίες που εκτελούνται κατά τη διύλιση και τις εγκαταστάσεις ενός διυλιστηρίου. Σημαντικό ρόλο στην ασφαλή λειτουργία μιας εγκατάστασης έχει η θέσπιση και η αυστηρή τήρηση των οδηγιών ασφαλούς εργασίας.

Ο κλάδος της βιομηχανίας αυτής έχει από τη φύση του να αντιμετωπίσει πολύ πιο πολύπλοκες καταστάσεις από πλευράς ασφαλείας και υγείας σε σχέση με άλλες βιομηχανίες. Οι κίνδυνοι δεν είναι πάντα ορατοί και δε γίνονται πάντα εύκολα αντιληπτοί, όπως π.χ. στην περίπτωση ενός μηχανουργείου. Ο νέος εργαζόμενος πρέπει να εκπαιδευτεί με προσοχή και να ενημερωθεί για τα χαρακτηριστικά των ουσιών που θα χειρίζεται. Καθώς οι περισσότερες διεργασίες είναι «κλειστού» τύπου, θα πρέπει να γνωρίζει πλήρως τις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στο εσωτερικό π.χ. ενός αντιδραστήρα έτσι ώστε να είναι σε θέση να ερμηνεύσει και αξιολογήσει τα «μηνύματα» που λαμβάνει από τα όργανα ελέγχου. Θα πρέπει να αντιλαμβάνεται πάντα ότι οποιαδήποτε παραβίαση κανονισμών ασφαλείας από τη μεριά του μπορεί να έχει απρόβλεπτες / καταστροφικές συνέπειες όχι μόνο για τον ίδιο αλλά και για τους συναδέλφους του. Κάθε εργαζόμενος λοιπόν, εκτός από την άριστη γνώση για την εκτέλεση των καθηκόντων του στη θέση εργασίας του, θα πρέπει να έχει και μια γενικότερη εκπαίδευση σε θέματα ασφαλείας, πυροπροστασίας και χειρισμού επικίνδυνων για την ασφάλεια και υγεία ουσιών (εύφλεκτων, εκρηκτικών, τοξικών, διαβρωτικών κ.λπ.). Βασική παράμετρος για τη μείωση των κινδύνων σε όλους τους τομείς που μπορούν να εμφανισθούν εξαρτάται από δύο βασικά στοιχεία: την εκπαίδευση και την επικοινωνία. Τακτικές συναντήσεις μεταξύ των τεχνικών ασφαλείας και των εκπροσώπων της επιτροπής υγείας και ασφαλείας θα πρέπει να λαμβάνουν μέρος για να υπάρχει επίσημη ενημέρωση για τρέχοντα θέματα καθώς και για να γίνονται προτάσεις για διορθωτικές κινήσεις.

Οι κίνδυνοι που συναντώνται στις διάφορες διεργασίες στη βιομηχανία διύλισης πετρελαίου μπορούν να χωρισθούν σε «πρώτου» και «δεύτερου βαθμού» κινδύνους. Οι κίνδυνοι «πρώτου βαθμού» είναι αυτοί που δίνουν τη δυνατότητα για να υπάρξει μια επικίνδυνη κατάσταση.

Οι κίνδυνοι αυτοί αποτελούν τη βάση για να προκύψουν επικίνδυνες καταστάσεις όπως τραυματισμός, πυρκαγιά, έκρηξη κ.λπ.

Οι κίνδυνοι «πρώτου βαθμού» περιλαμβάνουν:

- παρουσία εύφλεκτων και εκρηκτικών ουσιών
- παρουσία θερμότητας
- ύπαρξη πηγών ανάφλεξης (γυμνές φλόγες, σπινθήρες κ.λπ.)
- παρουσία οξυγόνου
- ύπαρξη ουσιών/εξοπλισμού υπό πίεση
- παρουσία τοξικών / διαβρωτικών ουσιών
- πιθανότητα μηχανικής βλάβης
- μετακίνηση των εργαζομένων (προγραμματισμένη ή έκτακτη)
- μειωμένη ορατότητα (από ατμούς, νέφη, χωροταξική διάταξη, μέγεθος εγκαταστάσεων)



Όταν οι παραπάνω κίνδυνοι βρεθούν «εκτός ελέγχου», το αποτέλεσμα είναι συνήθως οι κίνδυνοι «δεύτερου βαθμού»:

- φωτιά
- έκρηξη
- διαρροή τοξικών ουσιών
- ολίσθηση, πτώση από ύψος
- εγκλωβισμός / σύγκρουση / πτώση αντικειμένων.

Κύριο μέλημα λοιπόν είναι ο κατάλληλος σχεδιασμός (εξοπλισμού, χωροταξικός, διεργασιών κ.λπ.) έτσι ώστε να αποφεύγονται οι επικίνδυνες καταστάσεις (κίνδυνοι «πρώτου βαθμού»). Σε περίπτωση που εμφανιστούν κίνδυνοι «δεύτερου βαθμού», τότε το κύριο μέλημα είναι ο περιορισμός της έκτασης των ζημιών με κατάλληλες ενέργειες (προληπτικά μέτρα και ενέργειες προς αυτή την κατεύθυνση). Τέλος, πρέπει να υπάρχει κατάλληλη βοήθεια και περίθαλψη σε περίπτωση που υπάρξουν θύματα.

Επισημαίνεται ότι στη βιομηχανία διύλισης πετρελαίου υπάρχουν και οι κίνδυνοι για τη υγεία και ασφάλεια των εργαζομένων που συναντώνται και σε άλλους εργασιακούς χώρους. Αναφερόμαστε στους κινδύνους για την ασφάλεια (κίνδυνοι ατυχήματος) όπως, για παράδειγμα, οι κίνδυνοι από το ηλεκτρικό ρεύμα και στους κινδύνους για την υγεία (οξεία ή μακροχρόνια έκθεση σε χημικούς, φυσικούς, βιολογικούς βλαπτικούς παράγοντες του εργασιακού περιβάλλοντος με πιθανότητα πρόκλησης επαγγελματικών ασθενειών). Σημαντικοί είναι, επίσης, οι ψυχοκοινωνικοί και εργονομικοί παράγοντες κινδύνου που μπορεί να οδηγήσουν σε σημαντικά προβλήματα στην ασφάλεια και υγεία των εργαζομένων.

Θα πρέπει να παρατηρήσουμε ότι η κωδικοποίηση των κινδύνων που ακολουθεί βασίζεται σε δεδομένα της βιβλιογραφίας και της έρευνας πεδίου που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της μελέτης. Η αναφορά σε κινδύνους και μέτρα πρόληψης είναι ενδεικτική. Οι εμπλεκόμενοι θα πρέπει να πραγματοποιούν αναλυτική εκτίμηση κινδύνων στους συγκεκριμένους χώρους εργασίας και να λαμβάνουν τα κατάλληλα μέτρα σύμφωνα και με τους ισχύοντες κανονισμούς και τη νομοθεσία.

Στο Παράρτημα της μελέτης αναφέρονται κωδικοποιημένα ορισμένα στοιχεία για τους κινδύνους και τους ελέγχους που πρέπει να πραγματοποιούνται στα διυλιστήρια για θέματα ασφάλειας και υγείας. Επισημαίνεται, ωστόσο, ότι η συγκεκριμένη λίστα ελέγχου είναι ενδεικτική και όχι εξαντλητική.

3.2 Περιγραφή γενικών δυνητικών κινδύνων για την υγεία και την ασφάλεια

3.2.1 Κίνδυνοι πυρκαγιάς

Το πετρέλαιο και τα προϊόντα του είναι εύφλεκτα υλικά και ακόμη σημαντικότερο μπορούν να αυτοαναφλεγούν κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες θερμοκρασίας. Σε μερικές από τις βασικές διεργασίες αλλά και σε άλλες δευτερεύουσες, τα συστατικά που υπόκεινται σε αυτές θερμαίνονται σε θερμοκρασίες πολύ κοντά ή και πάνω από τη θερμοκρασία αυτανάφλεξης. Την ίδια στιγμή υπάρχουν πηγές ανοιχτής φλόγας σε διάφορα στάδια των διαδικασιών αυτών. Ο κίνδυνος πυρκαγιάς είναι λοιπόν από τους πιο σημαντικούς στον κλάδο της βιομηχανίας διύλισης πετρελαίου. Για το λόγο αυτό οι προσπάθειες πρέπει να επικεντρώνονται και σε διαδικασίες πρόληψης για εκδήλωση πυρκαγιάς αλλά και σε διαδικασίες καταστολής. Σε μονάδες

αποθήκευσης η κατάσβεση θεωρείται ιδιαίτερα δύσκολη και σκοπός εδώ είναι η μη επέκταση σε παρακείμενες μονάδες.

Τα βασικά στοιχεία για την έναρξη φωτιάς είναι : καύσιμο, οξειδωτικό, πηγή ανάφλεξης και κατάλληλη θερμοκρασία. Εάν κάποιο από τα παραπάνω απουσιάζει τότε δεν είναι δυνατό να προκληθεί φωτιά. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να προκληθεί και αυτανάφλεξη (χωρίς εξωτερική πηγή ανάφλεξης). Έτσι συνάγονται και οι τρόποι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την καταπολέμηση της φωτιάς. Να σταματήσει η τροφοδοσία με καύσιμο ή να απομακρυνθεί θερμότητα (π.χ. με νερό) ή να εμποδιστεί η επαφή καυσίμου-οξειδωτικού (π.χ. με αφρό, αδρανές αέριο κ.λπ.). Μια φωτιά πολλές φορές ακολουθείται από έκρηξη ή διαφυγή τοξικών ουσιών. Τα συνήθη καύσιμα, οξειδωτικά και πηγές ανάφλεξης περιλαμβάνουν:

Καύσιμα

- υγρά: βενζίνη, ακετόνη, αιθέρας, πεντάνιο κ.ά.
- στερεά: πλαστικά, σκόνες / ίνες / σωματίδια μετάλλων κ.ά.
- αέρια: ακετυλένιο, προπάνιο, μονοξείδιο άνθρακα, υδρογόνο κ.ά.

Οξειδωτικά

- αέρια: οξυγόνο, φθόριο, χλώριο
- υγρά: υπεροξείδιο του υδρογόνου, νιτρικό οξύ, υπερχλωρικό οξύ
- στερεά: υπεροξείδια μετάλλων, νιτρικό αμμώνιο

Πηγές θερμότητας - ανάφλεξης

- σπινθήρες, φλόγες, στατικός ηλεκτρισμός, θέρμανση κ.ά.

Προτού συμβεί κάποια έκρηξη ή φωτιά θα πρέπει να επικρατούν συγκεκριμένες συνθήκες. Πρώτα απ' όλα θα πρέπει να συνυπάρχουν οι κίνδυνοι οι οποίοι θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε έκρηξη ή φωτιά. Δηλαδή θα πρέπει να υπάρχουν ουσίες, εύφλεκτες, εκρηκτικές, αντιδραστικές ή οι συνθήκες της διεργασίας να είναι αντίστοιχες. Επίσης, θα πρέπει να υπάρξει κάποιο αρχικό γεγονός που θα προκαλέσει την έναρξη, που συνήθως είναι ή ανθρώπινος παράγοντας ή βλάβη στον εξοπλισμό. Τρίτον, θα πρέπει να συμβούν και ενδιάμεσα γεγονότα που θα επιτρέψουν στο να εξελιχθεί το φαινόμενο (έκρηξη ή φωτιά). Τα ενδιάμεσα αυτά γεγονότα μπορούν είτε να διευκολύνουν είτε να εμποδίσουν την εκδήλωση του γεγονότος.

Στον πίνακα που αναφέρθηκε παραπάνω «Πίνακας αλληλουχίας γεγονότων ατυχήματος» παρατίθενται τα στοιχεία που δημιουργούν συνθήκες για εκδήλωση φωτιάς / έκρηξης μαζί με τις πιθανές πηγές ανάφλεξης αλλά και τα πιθανά ενδιάμεσα γεγονότα και αποτελέσματα.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι φωτιάς που μπορεί να εκδηλωθούν ανάλογα με τα γεγονότα που θα συμβούν (αρχικό, ενδιάμεσα) με αντίστοιχα διαφορετικές συνέπειες. Οι τύποι φωτιάς αυτοί μπορούν να χωριστούν στις παρακάτω κατηγορίες.

Pool fire (φωτιά λίμνης): Δημιουργείται σε περίπτωση που η ουσία που έχει διαρρεύσει εξατμίζεται με αργό ρυθμό και έτσι δημιουργείται «λίμνη» στο σημείο της διαρροής. Σε περίπτωση ανάφλεξης πραγματοποιείται καύση του εύφλεκτου υγρού στην επιφάνεια της «λίμνης». Η θερμότητα από τη φωτιά επιταχύνει την εξατμισμό του υγρού παρατείνοντας έτσι την καύ-

ση. Οι βλάβες που προκαλούνται από τέτοιου είδους φωτιές είναι συνήθως περιορισμένες σε έκταση και οφείλονται στη θερμότητα που εκπέμπεται και την επαφή με τις φλόγες.



Jet fire (φωτιά πυρσού): Δημιουργείται στην περίπτωση που υπάρχει εκδήλωση πυρκαγιάς ακριβώς στο σημείο της διαρροής και το σύστημα βρίσκεται υπό πίεση. Σε περίπτωση που έχουμε υψηλές ταχύτητες τότε ο αέρας δεν μπορεί να «στρεβλώσει» τη δέσμη φωτιάς. Σε χαμηλές ταχύτητες jet η δέσμη φωτιάς μπορεί εύκολα να αλλάξει κατεύθυνση με τον αέρα. Σε περιπτώσεις που συνυπάρχουν δύο φάσεις τότε μπορεί να δημιουργηθεί φωτιά λίμνης από το “στάξιμο” της μιας εκ των δύο στο έδαφος. Η φλόγα (που μπορεί να φτάνει και αρκετά μέτρα μακριά) αποτελεί κίνδυνο για τους ανθρώπους που μπορεί να βρεθούν σχετικά κοντά, αλλά ο μεγαλύτερος κίνδυνος είναι για τυχόν γειτονικά δοχεία που περιέχουν εύφλεκτα υλικά.

Flash fire (κατάκαυση αερίου νέφους): Σε περίπτωση που η διαρροή δημιουργήσει ατμό ο οποίος αναμιγνύεται με αέρα για να δημιουργήσει εύφλεκτο μίγμα και κατά την ανάφλεξη δεν υπάρχει αρκετή τύρβη ή περιορισμός έτσι ώστε να επιταχυνθεί η φλόγα και να δημιουργηθεί απότομη εκτόνωση (έκρηξη). Οι βλάβες προκαλούνται από τη θερμότητα που εκπέμπεται και την επαφή με τη φλόγα. Άτομα, υλικά και εξοπλισμός μέσα στο νέφος και κοντά σε αυτό, εκτίθενται σε υψηλά επίπεδα θερμικής ακτινοβολίας.

Fireball (Πύρινη σφαίρα): Σε περίπτωση που γίνει ανάφλεξη ενός μίγματος πλούσιου σε καύσιμο τότε έχουμε δημιουργία φωτιάς τύπου φλεγόμενης σφαίρας. Η καύση θα συμβεί πρώτα στα εξωτερικά στρώματα του πλούσιου σε καύσιμο νέφους. Καθώς η πλευστότητα των θερμών αερίων αυξάνει το καιγόμενο νέφος ανέρχεται, διογκώνεται και αποκτά σφαιρικό σχήμα. Οι βλάβες και σε αυτή την περίπτωση προέρχονται από την απ' ευθείας επαφή με τις φλόγες αλλά και από την ακτινοβολούμενη θερμότητα.

Σε κάθε διυλιστήριο πρέπει να υπάρχει ορισμένη ομάδα πυροπροστασίας και τα μέλη της μπορεί να είναι εργαζόμενοι με άλλες αρμοδιότητες οι οποίοι είναι εκπαιδευμένοι για περιοδικούς ελέγχους και δράση σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης ή εργαζόμενοι αποκλειστικής απασχόλησης. Η ομάδα αυτή θα πρέπει να εκπαιδεύεται και να εξασκείται συχνά έτσι ώστε να είναι σε επιχειρησιακή ετοιμότητα όταν χρειαστεί.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι διάφοροι τύποι υδρογονανθράκων χρειάζονται διαφορετική αντιμετώπιση όσον αφορά την κατάσβεση πυρκαγιάς και θα πρέπει να υπάρχει πλήρης γνώση για το σωστό τρόπο κατάσβεσης. Σε φωτιές υδρογονανθράκων βασικό πρωταρχικό μέλημα είναι η διακοπή της παροχής του εύφλεκτου υλικού και η προσπάθεια να εμποδιστεί η εξαπλώση σε παρακείμενες μονάδες. Οι φωτιές αυτές συνήθως σταματούν όταν καεί όλη η εναπομένουσα ποσότητα. Σε φωτιές που αφορούν βαρέα υπολείμματα που φυλάσσονται σε μεγάλες δεξαμενές ακολουθούνται ειδικές τεχνικές που σκοπό έχουν να εμποδίσουν την πιθανότητα έκρηξης και υπερχειλίσης των εύφλεκτων ουσιών. Η κατάσβεση πυρκαγιών που αφορά δοχεία υπό πίεση απαιτεί ιδιαίτερους χειρισμούς και εκπαίδευση, ιδιαίτερα όταν υπάρχουν καταλύτες και άλλα επικίνδυνα χημικά.



3.2.2 Κίνδυνοι έκρηξης

Η έκρηξη είναι πιο σπάνια από την εκδήλωση πυρκαγιάς αλλά όταν συμβεί είναι πολύ δύσκολο να ελεγχθεί και η πρόκληση ζημιών είναι συνήθως μεγαλύτερη. Μπορούμε να ορίσουμε την έκρηξη σαν βίαιη αποδέσμευση ενέργειας. Η ένταση της έκρηξης εξαρτάται από το ρυθμό έκλυσης της ενέργειας. Ανάλογα με το είδος της εκλυόμενης ενέργειας μπορούμε να κατατάξουμε την έκρηξη σε μηχανικής ενέργειας (π.χ. διάρρηξη δοχείου υψηλής πίεσης ή απότομη

εξάτμιση υγρού) και χημικής ενέργειας. Η δεύτερη είναι και η πιο επικίνδυνη γιατί τα ποσά ενέργειας που εκλύονται είναι μεγαλύτερα. Συνήθως δημιουργείται κρουστικό κύμα το οποίο τροφοδοτείται με ενέργεια από κύμα καύσης που φθάνει σε ταχύτητες 2000-3000 m/s. Τα χαρακτηριστικά της έκρηξης διαφέρουν όταν είναι περιορισμένη (σε συσκευή ή κτήριο) και όταν είναι ελεύθερη. Ένα μεγάλο μέρος των προϊόντων διύλισης πετρελαίου μπορεί να δημιουργήσει εκρηκτικά μίγματα με τον αέρα τα οποία δημιουργούνται συνήθως μέσα σε συσκευές ή σε κλειστούς χώρους. Συνήθως προέρχεται από την ανάφλεξη ελαφρών πτητικών κλασμάτων όταν αυτά βρίσκονται σε κατάλληλες συνθήκες πίεσης και δημιουργήσουν εκρηκτικό μίγμα με τον αέρα. Με την παρουσία πηγής ανάφλεξης επακολουθεί έκρηξη. Η πηγή ανάφλεξης μπορεί να προέρχεται από:

- σφάλμα σε κάποιο ηλεκτρολογικό εξάρτημα (π.χ. σπινθήρας βραχυκύκλωσης)
- ανοιχτή φλόγα (π.χ. από παρακείμενες θερμές εργασίες)
- στατικό ηλεκτρισμό
- ατμοσφαιρική ηλεκτρική εκκένωση (κεραυνός)

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται ορισμένες παράμετροι που επηρεάζουν σημαντικά τη συμπεριφορά μιας έκρηξης.

Πίνακας 3.1

Παράμετροι που επηρεάζουν σημαντικά τη συμπεριφορά εκρήξεων¹

συνθήκες θερμοκρασίας περιβάλλοντος
συνθήκες πίεσης περιβάλλοντος
σύνθεση της εκρηκτικής ουσίας
φυσικές ιδιότητες της εκρηκτικής ουσίας
φύση της πηγής ανάφλεξης (τύπος, ενέργεια, διάρκεια)
γεωμετρία του περιβάλλοντος χώρου (κλειστός ή όχι)
ποσότητα της εκρηκτικής ουσίας
ανατάραξη (τύρβη) της εκρηκτικής ουσίας
χρόνος πριν από την ανάφλεξη
ρυθμός απελευθέρωσης ενέργειας κατά την καύση

Για περιπτώσεις αποφυγής έκρηξης πρέπει να υπάρχουν, σε όλες τις συσκευές που υπάρχει κίνδυνος έκρηξης, ειδικά ασφαλιστικά συστήματα που να ρυθμίζουν αυτόματα τις συνθήκες. Ορισμένα εξαιρετικά συστήματα των δεξαμενών είναι συνδεδεμένα μέσω αγωγού με πυρσό καύσης, έτσι ώστε να είναι δυνατή η ασφαλής καύση τους σε περίπτωση ανάγκης.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι έκρηξης που μπορεί να εκδηλωθούν ανάλογα με τα γεγονότα που

¹ I. Crowl D.A., Louvour J.E., Chemical process safety fundamentals with Applications, 1990

θα συμβούν (αρχικό, ενδιάμεσα όπως αυτά αναφέρονται στην παράγραφο κινδύνων από φωτιά) με αντίστοιχα διαφορετικές συνέπειες. Αντίστοιχα, υπάρχουν καταστάσεις στις οποίες μπορεί να δημιουργηθούν εκρηκτικές συνθήκες ή χημικές αντιδράσεις εκτός ελέγχου, ακόμη και αν οι ουσίες δεν είναι εύφλεκτες. Ορισμένες από αυτές τις συνθήκες μπορούν να χωριστούν στις παρακάτω κατηγορίες.

Έκρηξη αέριου νέφους σε ελεύθερο χώρο (Unconfined Vapour Cloud Explosion, UVCE).

Σε περίπτωση που η διαρροή δημιουργήσει νέφος ατμού, το οποίο αναμιχθεί με τον αέρα (πρωτό γίνεται η ανάφλεξη) και με ταυτόχρονη δημιουργία τύρβης, τότε η ταχύτητα της φλόγας μπορεί να επιταχυνθεί τόσο που να δημιουργήσει απότομη εκτόνωση (έκρηξη). Επιπρόσθετα του φαινομένου της απότομης εκτόνωσης, έχουμε επίσης έκλυση θερμότητας και δημιουργία φλόγας. Είναι ένας από τους σοβαρότερους κινδύνους για τις βιομηχανίες επεξεργασίας και παραγωγής ουσιών. Το πρόβλημα με τις εκρήξεις του παραπάνω τύπου είναι όχι μόνο οι καταστρεπτικές επιπτώσεις τους, αλλά επίσης το γεγονός ότι η ανάφλεξη μπορεί να συμβεί σε κάποια απόσταση από την πηγή έκλυσης, με αποτέλεσμα να απειλήσει αρκετά μεγαλύτερη περιοχή. Οι επιπτώσεις από μια τέτοια έκρηξη μπορεί να είναι ποικίλων μορφών:

- σπάσιμο τζαμιών
- καταστροφή κτηρίων
- βλάβη σε ανθρώπους (π.χ. σπάσιμο τυμπάνων αυτιών, πνευμονική αιμορραγία κ.α.)



Flixborough, 1974

BLEVE (boiling liquid expanding vapor explosion): Δημιουργείται σε περίπτωση που έχουμε θραύση δοχείου που περιέχει υγρό σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από αυτή του σημείου ζέσεως του υγρού (π.χ. πρόκληση φωτιάς γύρω από μια σφαιρική δεξαμενή αποθήκευσης υγραερίου). Για να συμβεί το φαινόμενο αυτό η φωτιά πρέπει να διαρκέσει συνήθως για περισσότερο από μισή ώρα ώστε με την υπερθέρμανση να προκληθεί εξασθένηση του μεταλλικού κελύφους της δεξαμενής με ταυτόχρονη άνοδο της πίεσης της εύφλεκτης ουσίας. Αποτέλεσμα της συνδυασμένης αυτής αύξησης των τάσεων και της μείωσης της αντοχής της δεξαμενής, είναι η αστοχία της και η δημιουργία ρήγματος στο κέλυφος. Μόλις συμβεί αυτό η εύφλεκτη ουσία απελευθερώνεται βίαια στο περιβάλλον (έκρηξη με θραύσματα), αναφλέγεται και δημιουργεί μια μεγάλη πύρινη σφαίρα (Fireball), η ακτινοβολία της οποίας φτάνει σε μεγάλες αποστάσεις. Το μέγεθος των επιπτώσεων εξαρτάται από τη μάζα του υγρού (π.χ. υγραερίου) που εμπλέκεται στο φαινόμενο.



Χημικές αντιδράσεις εκτός ελέγχου: (π.χ. πολυμερισμός) Στην περίπτωση αυτή μπορούν να απελευθερωθούν μεγάλα ποσά ενέργειας τα οποία είναι ικανά να προκαλέσουν αστοχία του εξοπλισμού στον οποίο βρίσκονται περιορισμένα με αποτέλεσμα έκρηξη με θραύσματα.

PV rupture: Ονομάζεται η κατάσταση που δημιουργείται από απότομη εκτόνωση αερίου ή ατμού υπό πίεση. Το αποτέλεσμα είναι έκρηξη με θραύσματα και σε περίπτωση που το αέριο ή ο ατμός είναι εύφλεκτο τότε μπορεί να προκληθεί και φωτιά τύπου «φλεγόμενης σφαίρας».

Rapid phase transition explosion (Έκρηξη από απότομη αλλαγή φάσης): Η κατάσταση αυτή δημιουργείται όταν έχουμε φαινόμενα απότομης εξάτμισης ενός υγρού από επαφή με κάποιο υλικό σε αρκετά υψηλότερη θερμοκρασία (π.χ. προσθήκη νερού σε δοχείο με καυτό λάδι / πετρέλαιο). Το αποτέλεσμα είναι έκρηξη με πιθανά θραύσματα.

Condensed phase explosion: Η περίπτωση αυτή



αναφέρεται στο φαινόμενο κατά το οποίο ορισμένες ουσίες απελευθερώνουν σημαντικά ποσά ενέργειας κατά τη διάσπασή τους. Το αποτέλεσμα είναι έκρηξη με θραύσματα.

Confined explosion (Έκρηξη σε κλειστό χώρο): Ονομάζεται η κατάσταση κατά την οποία έχουμε απότομη ανάφλεξη καυσίμου / οξειδωτικού σε κλειστό χώρο (π.χ. δοχείο, αγωγό, κτήριο), η οποία δημιουργεί ικανή πίεση για να προκαλέσει θραύση του κλειστού αυτού χώρου. Το αποτέλεσμα είναι έκρηξη (π.χ. έκρηξη από σκόνη ή διαρροή αερίων σε κτήριο, δεξαμενή, εξοπλισμό).

3.2.3 Τεχνικές για πρόληψη πυρκαγιών - εκρήξεων

Η βασική στρατηγική για τον περιορισμό των εν δυνάμει καταστροφών που θα μπορούσαν να προκύψουν από φωτιές και εκρήξεις έχει δύο σκέλη:

- πρόβλεψη για αποτροπή έναρξης φωτιάς ή έκρηξης
- ελαχιστοποίηση των καταστροφικών συνεπειών μετά την έναρξη φωτιάς ή έκρηξης.

Η κύρια μέριμνα δίνεται σε τομείς όπως:

- αδρανοποίηση ατμόσφαιρας
- έλεγχος στατικού ηλεκτρισμού
- αερισμός
- χρήση εξοπλισμού και εξαρτημάτων αντεκρηκτικού τύπου
- χρήση συστημάτων πυρόσβεσης καταιονισμού και άλλων τεχνικών που αποτρέπουν έναρξη φωτιάς / έκρηξης.

Διάφορες τεχνικές παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3.2 Τεχνικές πρόληψης πυρκαγιών /εκρήξεων²

Τεχνική	Επεξήγηση
Προγράμματα συντήρησης	Ο καλύτερος τρόπος για να αποτραπεί η φωτιά ή έκρηξη είναι να σταματήσει η διαρροή εύφλεκτων ουσιών. Προγράμματα προληπτικής συντήρησης σχεδιάζονται ώστε να βελτιώνονται και επιδιορθώνονται τα συστήματα συνεχώς, προτού υπάρξει ατυχές συμβάν. Ο εξοπλισμός πυρόσβεσης θα πρέπει να συντηρείται σε συστηματική βάση έτσι ώστε να είναι σε άριστη κατάσταση λειτουργίας (έλεγχοι πίεσης δικτύου, ροής, μανομετρικών των αντλιών, πίεσης πυροσβεστήρων, στεγανότητα φλαντζών, ύπαρξη εργαλείων κ.λπ.).

2. Crowl D.A., Louvour J.E., Chemical process safety fundamentals with Applications, 1990

Τεχνική	Επεξήγηση
Πυροπροστασία	<p>Μόνωση δοχείων σωληνώσεων και κατασκευών έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι ζημιές στην περίπτωση που ξεσπάσει φωτιά.</p> <p>Προσθήκη αυτόματων συστημάτων πυρόσβεσης καταιονισμού με νερό, αφρό ή ξηρή σκόνη σε κρίσιμες διεργασίες, πάνω από αντλίες, πάνω από συμπιεστές, πάνω από δεξαμενές αποθήκευσης κ.λπ.</p> <p>Χρήση ατμού για κατάσβεση (snuffing steam) σε ειδικές περιπτώσεις.</p> <p>Πυρόσβεση με CO₂ σε ηλεκτρικές εγκαταστάσεις.</p>
Αίθουσες ελέγχου	<p>Πρέπει να είναι σχεδιασμένα να αντέχουν σε εκρήξεις (π.χ. ύπαρξη προστατευτικού τοιχίου).</p>
Παροχή νερού	<p>Η παροχή πρέπει να επαρκεί για μέγιστη ζήτηση υπολογίζοντας ότι πολλά συστήματα κατανάλωσης θα λειτουργούν ταυτόχρονα (π.χ. συστήματα καταιονισμού σε περίπτωση φωτιάς). Πρέπει να υπάρχουν εφεδρικές αντλίες πετρελαιοκίνητες που να μπορούν να ανταποκριθούν στη ζήτηση σε περίπτωση ανάγκης. Εναλλακτικά η πίεση αυτή μπορεί να παρέχεται με τη βοήθεια της βαρύτητας (δεξαμενές σε ύψος).</p>
Βαλβίδες ελέγχου συστημάτων καταιονισμού	<p>Η τοποθέτησή τους πρέπει να γίνεται μακριά από τα σημεία που λαμβάνουν χώρα οι διεργασίες.</p> <p>Μερικές από αυτές μπορεί να πρέπει να είναι ανθεκτικές σε φωτιά.</p>
Χειροκίνητα συστήματα πυρόσβεσης	<p>Θα πρέπει να είναι διαθέσιμα (πυροσβεστικές φωλιές, πυροσβεστήρες) σε διάφορα σημεία ανάλογα με τις ανάγκες, το μέγεθος και το είδος της διεργασίας. Πρέπει να έχει γίνει σχεδιασμός για την απορροή των υδάτων σε κατάλληλο αποχετευτικό δίκτυο.</p>
Διαχωρισμός μονάδων	<p>Οι διάφορες μονάδες και τα επιμέρους τμήματα μέσα σε αυτές θα πρέπει να βρίσκονται σε κάποια απόσταση μεταξύ τους και η πρόσβαση σε αυτά να μπορεί να γίνει από δύο μεριές. Σε διεργασίες που θεωρούνται ιδιαίτερα επικίνδυνες είναι σημαντικό να υπάρχουν τοιχία για προστασία από έκρηξη.</p>
Λειτουργίες	<p>Ο σχεδιασμός των συστημάτων παροχής νερού, ατμού, ηλεκτρικού ρεύματος, αέρα να είναι τέτοιος έτσι ώστε να υπάρχει επάρκεια ακόμα και σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης. Οι υποσταθμοί για κάθε μια από τις παραπάνω λειτουργίες θα πρέπει να είναι μακριά από τις περιοχές διεργασιών.</p>

Τεχνική	Επεξήγηση
Χώροι παρουσίας εργαζομένων	Θα πρέπει να βρίσκονται μακριά από κάθε περιοχή διεργασιών ή περιοχή αποθήκευσης.
Ομαδοποίηση μονάδων	Η ομαδοποίηση μηχανημάτων, τμημάτων ή μονάδων θα πρέπει να γίνεται σε σειρά. Ο σχεδιασμός θα πρέπει να είναι τέτοιος που να επιτρέπει εύκολη πρόσβαση για λειτουργία και συντήρηση. Είναι επιθυμητό να γίνεται προσπάθεια συγκέντρωσης των επικίνδυνων διεργασιών σε μια περιοχή. Οι αποστάσεις πρέπει να είναι τέτοιες που να επιτρέπεται η εκτέλεση θερμών εργασιών σε μια μονάδα ενώ η παρακείμενη να μπορεί να είναι σε λειτουργία.
Βαλβίδες απομόνωσης	Πρέπει να υπάρχουν εγκατεστημένες βαλβίδες απομόνωσης οι οποίες είναι σημαντικό να τοποθετούνται σε ασφαλή και προσβάσιμα σημεία στα άκρα μιας μονάδας ή μιας ομάδας εγκαταστάσεων.
Σιδηροδρομικές γραμμές / οδικές αρτηρίες και πυρσοί καύσης	Πρέπει να βρίσκονται σε ξεχωριστά σημεία.
Συμπιεστές	Η τοποθέτηση να γίνεται σε σημεία με καλό αερισμό και μακριά από σημεία που υπάρχουν θερμαντήρες.
Τάφροι	Οι τάφροι να είναι κατάλληλα σχεδιασμένοι ώστε να μπορούν να συλλέξουν πιθανή διαρροή, χωρίς όμως τον κίνδυνο να λιμνάζουν οι διαρρέουσες ουσίες γύρω από δεξαμενές. Σημαντικό είναι να υπάρχουν και πυράντοχα τοιχεία μεταξύ των τάφρων και των δεξαμενών. Τα σημεία συγκέντρωσης θα πρέπει να βρίσκονται περιφερειακά της όλης εγκατάστασης. Χρήση σταθερών συστημάτων διογκούμενου αφρού.
Βαλβίδες διακοπής	Αυτόματες βαλβίδες διακοπής θα πρέπει να υπάρχουν εγκατεστημένες ώστε να μπορούν να ελέγξουν / σταματήσουν τη διεργασία σε περίπτωση ανάγκης.
Συσκευές ελέγχου	Προσθήκη συσκευών μέτρησης και ελέγχου διεργασιών. Τοποθέτηση ανιχνευτών καπνού σε όλα τα κτήρια, αποθήκες, δωμάτια ελέγχου, εξοπλισμό. Τοποθέτηση ανιχνευτών θερμότητας σε δεξαμενές αποθήκευσης, αντλίες, στήλες κ.λπ. Τοποθέτηση ανιχνευτών φλόγας σε σημεία υψηλής επικινδυνότητας. Τοποθέτηση ανιχνευτών εκρηκτικών αερίων σε σημεία που υπάρχει κίνδυνος διαρροής.

Τεχνική	Επεξήγηση
Αναλυτές	Χρήση μεθόδων ανάλυσης για τον έλεγχο των διεργασιών, εντοπισμός προβλημάτων στο αρχικό στάδιο και επίλυσή τους πριν ξεκινήσουν οι παραγωγικές διαδικασίες.
Σχεδιασμός συστημάτων «ασφαλούς βλάβης»	Όλα τα συστήματα ελέγχου θα πρέπει να είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε σε περίπτωση βλάβης να οδηγούν σε ασφαλή κατάσταση.



3.2.4 Κίνδυνοι χημικών αντιδράσεων

Στη βιομηχανία διύλισης πετρελαίου αλλά και τη χημική βιομηχανία γενικότερα, εκτελούνται πλήθος από χημικές διεργασίες που περιλαμβάνουν χημικές αντιδράσεις. Είναι πολύ σημαντικό να είναι πλήρως κατανοητοί οι μηχανισμοί των αντιδράσεων έτσι ώστε να μπορούν να ορισθούν οι συνθήκες της εκάστοτε διεργασίας για να αποφεύγονται επικίνδυνες καταστάσεις (π.χ. εξώθερμες αντιδράσεις, αντιδράσεις εκτός ελέγχου, εκρηκτικές αναμίξεις κ.λπ.). Παρακάτω ακολουθεί μια κατηγοριοποίηση των αντιδράσεων αυτών καθώς και ορισμένων ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους, που αφορά κινδύνους για την ασφάλεια και την υγεία.

Πίνακας 3.3: Κίνδυνοι χημικών αντιδράσεων³

A/A	Αντίδραση	Κίνδυνοι / Χαρακτηριστικά
1	Καύση	Παραγωγή θερμότητας. Ταχείες αντιδράσεις αλλά συνήθως ελεγχόμενες. Συνήθως χρειάζεται πηγή ανάφλεξης αλλά όχι απαραίτητα.
2	Οξειδωση	Ισχυρά εξώθερμες αντιδράσεις. Για την ασφάλεια απαιτούνται μικρές συγκεντρώσεις οξειδωτικών παραγόντων, μικρές συγκεντρώσεις καυσίμου και χαμηλές θερμοκρασίες.
3	Εξουδετέρωση	Έκλυση θερμότητας / χαμηλός κίνδυνος.
4	Ηλεκτρόλυση	Κίνδυνος για την υγεία από τα κυανίδια (δηλητήρια), μικρός κίνδυνος ηλεκτροπληξίας (σε μεγάλες εντάσεις ρεύματος).
5	Διπλή αποικοδόμηση	Σχετικά χαμηλή έκλυση θερμότητας / Ελάχιστοι κίνδυνοι.
6	Φρύξη ορυκτών: θέρμανση υπό οξειδωτικές συνθήκες (Calcination)	Ενδόθερμη ελεγχόμενη αντίδραση.
7	Νίτρωση (Nitration)	Κίνδυνος από την εκρηκτική φύση των τελικών προϊόντων και από το γεγονός ότι χρησιμοποιούνται ισχυρά οξειδωτικοί παράγοντες.
8	Εστεροποίηση	Αργές αντιδράσεις. Κίνδυνος από χρήση καταλυτών.
9	Reduction (Αναγωγή)	Κίνδυνος από το χειρισμό των αντιδραστικών αναγωγικών παραγόντων.
10	Amination by Ammonolysis (Αμίνωση με Αμμωνόλυση)	Εξώθερμες αντιδράσεις, όχι ισχυρές.
11	Αλογόνωση (Χλωρίωση, φθορίωση κ.λπ.)	Ισχυρά εξώθερμες αντιδράσεις. Πολύ σοβαρά προβλήματα διάβρωσης.
12	(Sulfonation) Σουλφούρωση	Ήπια εξώθερμη αντίδραση εύκολα ελέγξιμη.

3. Fawcett H.H, Wood S.W, Safety and accident prevention in chemical operations,1976

A/A	Αντίδραση	Κίνδυνοι / Χαρακτηριστικά
13	Υδρόλυση	Αργές, ήπια εξώθερμες αντιδράσεις. Απαραίτητες υψηλές πιέσεις / θερμοκρασίες για επίτευξη των στόχων.
14	Υδρογόνωση	Κίνδυνος από τη χρήση υδρογόνου υπό υψηλή πίεση. Εξώθερμες αντιδράσεις παρουσία καταλύτη. Πολύ υψηλές θερμοκρασίες στην επιφάνεια του καταλύτη.
15	Συμπύκνωση	Ελάχιστοι κίνδυνοι.
16	Πολυμερισμός	Κίνδυνος από τα θερμικά φαινόμενα από ξαφνική μη ελεγχόμενη αντίδραση.
17	Διαζώτωση και σύζευξη (Diazotization and coupling)	Κίνδυνος από χαμηλές θερμοκρασίες (υπό του μηδενός).
18	Ζύμωση	Κίνδυνος από έκλυση αερίων / κίνδυνος έκρηξης.
19	Πυρόλυση	Κίνδυνος από υψηλές θερμοκρασίες / πιέσεις. Ενδοθερμικές αντιδράσεις παρουσία καταλύτη. Κίνδυνος από υπερθέρμανση του καταλύτη.
20	Αρωματοποίηση και Ισομερίωση	Κίνδυνος από υψηλές πιέσεις / θερμοκρασίες και παρουσία υδρογόνου και καταλύτη.

Οι αντιδράσεις σε συνεχή αντιδραστήρια θεωρούνται ασφαλέστερες από αυτές που γίνονται σε ξεχωριστές φάσεις, καθότι οι πρώτοι αντιδραστήρες είναι ευκολότερο να ελεγχθούν και υπάρχει μικρότερη συγκέντρωση επικίνδυνων ουσιών ιδιαίτερα κατά το ξεκίνημα.

Στους αντιδραστήρες υγρής ή στερεάς φάσης περιέχονται μεγαλύτερες ποσότητες επικίνδυνων ουσιών απ' ότι σε αντιδραστήρες φάσης ατμού και έτσι υπάρχει μεγαλύτερος κίνδυνος λόγω της μεγαλύτερης αποθηκευμένης ενέργειας.

Όσο καλύτερης ποιότητας είναι οι πρώτες ύλες, τόσο λιγότερα είναι τα απόβλητα που δημιουργούνται και έτσι επιτυγχάνεται ελαχιστοποίηση έκθεσης σε επικίνδυνες ουσίες.

Είναι σκόπιμο εφόσον δημιουργούνται επικίνδυνα προϊόντα σε μια διεργασία αυτά να «καταναλώνονται» / εξουδετερώνονται στο ίδιο σημείο έτσι ώστε να μην υπάρχει ανάγκη για μεταφορά τους.

Οι αντιδραστήρες θα πρέπει να είναι σχεδιασμένοι για να αντέχουν στην υψηλότερη πίεση που θα μπορούσε να προκύψει όπως π.χ. σε περίπτωση ανεξέλεγκτης αντίδρασης.

3.2.5 Κίνδυνοι από τη χρήση χημικών

Στα διυλιστήρια γίνεται παραγωγή και χρήση διαφόρων χημικών τα οποία είναι επιβλαβή για την υγεία των εργαζομένων και έτσι υπάρχει πάντα ο κίνδυνος έκθεσης σε αυτά. Οι χημικές ουσίες μπορούν να αποθηκευθούν, χρησιμοποιηθούν και χειριστούν με ασφάλεια εφόσον οι φυσικές, χημικές και τυχόν επικίνδυνες ιδιότητές τους έχουν κατανοηθεί πλήρως και εφόσον έχουν ληφθεί όλα τα απαραίτητα μέτρα προστασίας συμπεριλαμβανομένων της τήρησης των ασφαλών διαδικασιών, χρήσης κατάλληλων μέσων ατομικής προστασίας και εξοπλισμού.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τρόποι δράσης των χημικών στον οργανισμό καθώς και ορισμένα αποτελέσματα της δράσης αυτής.

Πίνακας 3.4

Κίνδυνοι από χρήση χημικών	Τρόπος δράσης / εισόδου στον οργανισμό	Αποτελέσματα / βλάβες σε όργανα
<ul style="list-style-type: none"> • υγρά • ατμοί • σκόνες • αναθυμιάσεις / καπνοί 	<ul style="list-style-type: none"> • εισπνοή / κατάποση • απορρόφηση (δέρμα / μάτια) • έγχυση 	<ul style="list-style-type: none"> • πνεύμονες • μάτια • αυτιά • συκώτι • κεντρικό νευρικό σύστημα • κυκλοφορικό • δέρμα • όργανα αναπαραγωγής • άλλα όργανα (νεφρά, κ.λπ.)

Συνοπτικά θα πρέπει να υπάρχουν επαρκής πληροφορίες και στοιχεία για τα παρακάτω:

Δημιουργία λίστας ουσιών που θεωρούνται:

- εύφλεκτες
- εκρηκτικές
- διαβρωτικές
- τοξικές (αναφέρατε τις επιδράσεις)
- βλαπτικές (αναφέρατε σχετικούς κινδύνους).

Αναφορά για το εάν οι ουσίες αυτές είναι:

- πρώτες ύλες
- ενδιάμεσα προϊόντα
- τελικά προϊόντα
- παραπροϊόντα.

Αναφορά των σημείων στα οποία χρησιμοποιούνται οι ουσίες αυτές με επισήμανση στις:

- διεργασίες ή ειδικό μέρος των διεργασιών
- μονάδα ή μέρος της μονάδας.

Αναφορά των σημαντικών φυσικών ιδιοτήτων των ουσιών αυτών:

- ασυμβατότητα με άλλες χημικές ουσίες
- ρυθμός αντίδρασης
- συνθήκες χημικής αστάθειας
- άλλες σημαντικές ιδιότητες.

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται συνέπειες από έκθεση σε τοξικές ουσίες⁴.

Πίνακας 3.5

Επιδράσεις οι οποίες δεν είναι αναστρέψιμες:

καρκινογόνες ουσίες → προκαλούν καρκίνο

μεταλλαξιόγόνες ουσίες → προκαλούν αλλαγές / βλάβες στα χρωμοσώματα

τερατογόνες ουσίες → προκαλούν γενετικές ανωμαλίες

ουσίες που προσβάλλουν τη γονιμότητα → προκαλούν προβλήματα στο σύστημα αναπαραγωγής

Επιδράσεις που μπορεί να είναι ή να μην είναι αναστρέψιμες:

δερματολογικές → επηρεάζουν το δέρμα

αιματολογικές → επηρεάζουν το αίμα

ηπατικές → επηρεάζουν το συκώτι

νεφρολογικές → επηρεάζουν τα νεφρά

νευρολογικές → επηρεάζουν το κεντρικό νευρικό σύστημα

πνευμονολογικές → επηρεάζουν το αναπνευστικό

Αναλυτική αναφορά για τους κινδύνους από τις χημικές ουσίες, γίνεται στο κεφάλαιο 7.

3.2.6 Κίνδυνοι κατά την εργασία σε «κλειστό χώρο»

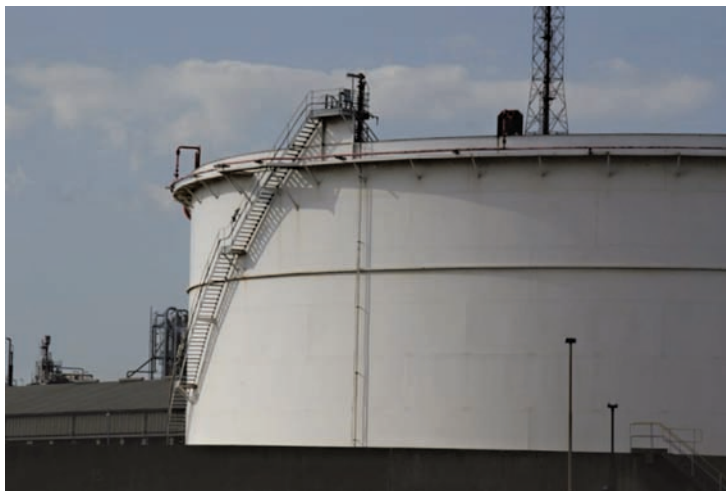
Ένα μεγάλο ποσοστό των ατυχημάτων που συμβαίνουν σε εγκαταστάσεις διυλιστηρίων προέρχεται από εργασίες που εκτελούνται σε κλειστό χώρο. Τα ατυχήματα αυτά δεν αφορούν μόνο εργαζόμενους που εκτελούν την εργασία αλλά και συναδέλφους οι οποίοι συμμετέχουν (χωρίς να είναι κατάλληλα εκπαιδευμένοι ή προετοιμασμένοι / δεν φέρουν κατάλληλο εξοπλισμό) σε προσπάθειες διάσωσης / απεγκλωβισμού.

4. Crowl D.A., Louvour J.E., Chemical process safety fundamentals with Applications, 1990

«Κλειστός χώρος» ορίζεται ως ο οποιοσδήποτε χώρος στον οποίο υπάρχει κίνδυνος σοβαρού τραυματισμού ή θανάτου από τις συνθήκες που δημιουργούνται σε αυτόν, λόγω της ύπαρξης επικίνδυνων για την υγεία / ασφάλεια ουσιών και καταστάσεων. Κάποιοι κλειστοί χώροι είναι εύκολο να αναγνωρισθούν, όπως: δεξαμενές αποθήκευσης, σιλό, δοχεία αντιδραστήρων, αγωγοί αποχέτευσης ή διανομής κ.λπ. Κάποιο άλλοι χώροι δεν είναι τόσο εύκολο να αναγνωρισθούν ως «κλειστοί», όπως δεξαμενές χωρίς οροφή, βαρέλια, θάλαμοι καύσης σε φούρνους, αεραγωγοί, κακώς αεριζόμενες αίθουσες κ.λπ. Δεν είναι δυνατή η δημιουργία λίστας «κλειστών χώρων» καθώς αλλαγές στις συνθήκες κατά τη διάρκεια των εργασιών μπορεί να μετατρέψει κάποιο χώρο σε «κλειστό».

Οι κίνδυνοι που εμφανίζονται σε κλειστούς χώρους σχετίζονται με:

- ❖ απουσία οξυγόνου
 - λόγω αντίδρασης ουσιών με το οξυγόνο στον κλειστό χώρο
 - λόγω παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα και αντίστοιχα εκτόπισης του αέρα
 - λόγω δημιουργία σκουριάς (οξειδωση μετάλλων) στο εσωτερικό δεξαμενών
- ❖ δηλητηριώδη αέρια, ατμούς, καπνό
 - από συσσώρευση σε αποχετευτικά δίκτυα, εξαγωγές από τις διάφορες διεργασίες που εκτελούνται
 - από είσοδό τους σε δεξαμενές μέσω σωληνώσεων
 - από διαρροή σε τάφρους, λάκκους κ.λπ.
- ❖ υγρά και στερεά που μπορούν να κατακλείσουν ξαφνικά το χώρο ή να διαρρεύσουν αέρια σε αυτόν λόγω ανατροπής των ισορροπιών
- ❖ φωτιά και έκρηξη (λόγω εύφλεκτων ατμών, περίσσειας οξυγόνου)
- ❖ υπολείμματα στον πυθμένα δεξαμενών τα οποία μπορούν να δημιουργήσουν ατμούς, αέρια
- ❖ μεγάλη συγκέντρωση σκόνης (π.χ. σε σιλό)
- ❖ αυξημένες θερμοκρασίες εν γένει
- ❖ άλλοι κίνδυνοι (μηχανικοί, εργονομικοί, πτώσης από ύψος, πτώσης υλικών, βιολογικοί κ.ά., ανάλογα με τη φύση της πραγματοποιούμενης εργασίας).



(© FreeFoto.com, <http://www.freefoto.com>)

Κάποιες από τις παραπάνω συνθήκες μπορεί να υπάρχουν ήδη και κάποιες άλλες να εμφανισθούν κατά τη διάρκεια εργασιών στον “κλειστό χώρο” με αποτέλεσμα να αυξήσουν την επικινδυνότητα. Για παράδειγμα:

- η χρήση εργαλείων όπως τροχός χειρός μπορεί να απαιτεί ιδιαίτερες προφυλάξεις όπως απαγωγή σκόνης ιδιαίτερα σε περιορισμένους χώρους
- αέρια, ατμοί και καπνοί μπορεί να προκληθούν από εργασίες συγκόλλησης ή από χρήση πτητικών και συχνά εύφλεκτων διαλυτών όπως κόλλες, μονωτικά κ.λπ.
- η είσοδος στον κλειστό χώρο μπορεί να γίνεται από περιορισμένη οπή (π.χ. σωλήνα) οπότε σε περίπτωση διάσωσης ή ανάγκης εκκένωσης του χώρου οι δυνατότητες δράσης με ταχύτητα και ασφάλεια περιορίζονται σημαντικά.

Για εργασία σε “κλειστό χώρο” θα πρέπει να γίνουν οι παρακάτω ενέργειες:

- καθορισμός της εργασίας που θα εκτελεστεί
- καθορισμός / έλεγχος των συνθηκών εργασίας που θα επικρατούν
- επιλογή των υλικών / εργαλείων που θα χρησιμοποιηθούν
- επιλογή κατάλληλα εκπαιδευμένου προσωπικού
- πρόβλεψη / κατάσταση πλάνου διάσωσης / εκτάκτου ανάγκης.

Πρώτα απ’ όλα θα πρέπει να διερευνηθεί η πιθανότητα να αποφευχθεί η είσοδος στον κλειστό χώρο (π.χ. εργασία επισκευής από εξωτερική πλευρά ή χρήση τηλεχειριζόμενων εργαλείων).

Παρακάτω ακολουθεί μια λίστα με ενέργειες που θα πρέπει να εκτελεστούν έτσι ώστε να αποφευχθούν επικίνδυνες καταστάσεις.

- Καθορισμός επιβλέποντος με αρμοδιότητα να ελέγχει ότι λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφάλειας.
- Καθορισμός κατάλληλα εκπαιδευμένου προσωπικού για την εκτέλεση της εργασίας. Καλό είναι να λαμβάνονται υπόψη και άλλοι παράγοντες που αφορούν τα άτομα που θα εργασθούν όπως κλειστοφοβία, φυσική κατάσταση, μέγεθος κ.λπ.
- Μηχανική (φυσική απομόνωση σωληνώσεων κ.λπ.) και ηλεκτρική απομόνωση του εξοπλισμού που είναι συνδεδεμένος με τον χώρο εργασίας.
- Καθαρισμός του χώρου εργασίας πριν από την είσοδο σε αυτόν.
- Έλεγχος διαστάσεων εισόδου (π.χ. μπορεί κάποιος να εισέλθει με την αναπνευστική συσκευή, εργαλεία ή άλλα εξαρτήματα;).
- Παροχή αερισμού με φυσικό ή μηχανικό τρόπο. (Προσοχή στην έκλυση μονοξειδίου του άνθρακα σε περίπτωση χρήσης πετρελαιοκίνητων μηχανικών μέσων).
- Έλεγχος ποιότητας αέρα και από πλευράς τοξικότητας αλλά και από πλευράς ευφλεκτότητας. Οι συσκευές μέτρησης μπορεί να είναι απαραίτητο να είναι αντιαεκρηκτικού τύπου.
- Παροχή φωτισμού και κατάλληλων εργαλείων για την εκτέλεση της εργασίας. Ο φωτισμός αλλά και τα εργαλεία μπορεί να είναι απαραίτητο να είναι αντιαεκρηκτικού τύπου. Μπορεί επίσης να είναι απαραίτητο να γίνεται χρήση εργαλείων που λειτουργούν σε χαμηλή τάση ή εναλλακτικά εργαλείων αέρος.

- Παροχή αναπνευστικών συσκευών. Η παροχή οξυγόνου σε “κλειστούς χώρους” με σκοπό τη βελτίωση των συνθηκών από πλευράς οξυγόνου μπορεί να αυξήσει σημαντικά τον κίνδυνο πρόκλησης φωτιάς ή έκρηξης.
- Πρόβλεψη σχεδίου διάσωσης και διαφυγής σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Θα πρέπει να περιλαμβάνονται όλος ο απαραίτητος εξοπλισμός για τη διάσωση (π.χ. αναπνευστικές συσκευές, σχοινιά και ιμάντες πρόσδεσης, εξοπλισμός κατάσβεσης πυρκαγιάς κ.λπ.). Θα πρέπει να έχει προηγηθεί κατάλληλη εκπαίδευση ως προς το χειρισμό του εξοπλισμού και την εφαρμογή των μεθόδων στην πράξη, όπως σε περιπτώσεις άσκησης. Μπορεί να υπάρξει ανάγκη άμεσης διακοπής λειτουργίας παρακείμενων μονάδων και θα πρέπει να έχει γίνει προειδοποίηση για το ενδεχόμενο αυτό.
- Παροχή μέσων επικοινωνίας μεταξύ των ατόμων που βρίσκονται εντός του χώρου και αυτών που βρίσκονται εκτός.
- Θα πρέπει να υπάρχει πάντα κάποιος που επιβλέπει άμεσα το έργο από εξωτερική θέση για να μπορεί να σημάνει συναγερμό σε περίπτωση ανάγκης.
- Στις περισσότερες περιπτώσεις είναι απαραίτητο να εκδίδεται ειδική άδεια για εργασία σε κλειστό χώρο, έτσι ώστε να τηρούνται όλες οι απαραίτητες διαδικασίες ασφαλείας.



3.2.7 Κίνδυνοι από πίεση

Πολλές από τις διεργασίες που εκτελούνται κατά τη δύλιση πετρελαίου, πραγματοποιούνται σε υψηλή πίεση. Υπάρχει λοιπόν κίνδυνος έκρηξης και θραύσης των σωληνώσεων σε περίπτωση που η πίεση ξεπεράσει τα επιτρεπτά όρια ασφαλείας / αντοχής των εγκαταστάσεων.

Περιπτώσεις δημιουργίας υπερπίεσης σε κάποια διεργασία θα μπορούσαν να συμβούν:

- από απώλεια νερού ψύξης, με άμεσο αποτέλεσμα την κατακόρυφη πτώση πίεσης στους συμπυκνωτές και αντίστοιχη αύξηση στην πίεση των μονάδων παραγωγής
- από απότομη εξάτμιση και αύξηση της πίεσης λόγω εκτόνωσης κάποιου υγρού με χαμηλότερο σημείο ζέσεως (συμπεριλαμβανομένου και του νερού) σε δοχείο που λειτουργεί σε υψηλότερη θερμοκρασία
- από εκτόνωση ατμών λόγω υπερθέρμανσης από βλάβη σε καυστήρες και συστήματα θέρμανσης γενικότερα
- από βλάβη σε συστήματα αυτόματου ελέγχου, μπλοκάρισμα αγωγών και βλάβη σε εναλλάκτες
- από εσωτερική έκρηξη λόγω χημικής αντίδρασης, θερμική διαστολή, συσσώρευση αερίων κ.λπ.
- από απώλεια επαναροής με αποτέλεσμα την αύξηση της πίεσης σε πύργους απόσταξης.

Οι βαλβίδες ασφαλείας θα πρέπει να συντηρούνται τακτικά καθώς είναι πολύ σημαντικό να λειτουργούν σωστά για να μη δημιουργούνται επικίνδυνες καταστάσεις. Είναι επίσης απαραίτητο να γίνεται περιοδικός έλεγχος της ορθής λειτουργίας τους με χρήση κατάλληλων μεθόδων (εκούσια ενεργοποίηση αφού έχουν ληφθεί τα απαραίτητα μέτρα για να αποφευχθούν επικίνδυνες καταστάσεις όπως διαρροή, υδραυλικές δοκιμές κ.λπ.). Συνήθεις βλάβες σε βαλβίδες περιλαμβάνουν:

- αδυναμία ανοίγματος σε συγκεκριμένη πίεση λόγω μπλοκαρίσματος στην εισαγωγή ή εξαγωγή λόγω διάβρωσης
- αδυναμία για επαναφορά στη βασική θέση μετά από κάποια μεταβολή λόγω ακαθαρσιών ή διάβρωσης και επικαθήσεων στα κινούμενα μέρη
- πρόωρο άνοιγμα ή συνεχής διαδικασία ανοίγματος - κλεισίματος σε περιπτώσεις όπου η πίεση λειτουργίας είναι πολύ κοντά στα όρια λειτουργίας τις βαλβίδας.

Με σκοπό την αποφυγή επικίνδυνων καταστάσεων από υπερπίεση πρέπει να τοποθετούνται συστήματα ανακούφισης πίεσης στα διάφορα κρίσιμα σημεία του εξοπλισμού. Θα πρέπει επίσης να υπάρχει καταγραφή όλων αυτών των κρίσιμων σημείων στα οποία γίνεται τοποθέτηση συστημάτων ανακούφισης πίεσης. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται ορισμένες οδηγίες και υποδείξεις για τοποθέτηση συστημάτων ανακούφισης πίεσης.

Πίνακας 3.6

Οδηγίες για τοποθέτηση συστημάτων ανακούφισης πίεσης

Συστήματα ανακούφισης πίεσης πρέπει να τοποθετούνται σε:

- όλα τα δοχεία συμπεριλαμβανομένων αντιδραστηρίων, δεξαμενών αποθήκευσης, πύργους, τύμπανα, εκτός από τις γεννήτριες παραγωγής ατμού
- «τυφλά» τμήματα γραμμών σωληνώσεων στις οποίες ρέει κρύο ρευστό, οι οποίες εκτίθενται σε πηγές θερμότητας (π.χ. ήλιος) ή ψύξη
- σε δοχεία όπου υπάρχει κίνδυνος υπερπίεσης από ατμό (συστήματα χαμηλής πίεσης ατμού) από σφάλμα χειριστή ή βλάβη στο ρυθμιστικό.

Στις αντλίες θετικής μετατόπισης, στις φυγοκεντρικές αντλίες, τους συμπιεστές και τις τουρμπίνες η τοποθέτηση των συστημάτων ανακούφισης πίεσης θα πρέπει να γίνεται στην πλευρά της εκτόνωσης.

Οι δεξαμενές αποθήκευσης χρειάζονται και συστήματα ανακούφισης υποπίεσης για προστασία από δημιουργία κενού από συμπύκνωση.

Οι βαλβίδες οι οποίες ελέγχουν την πίεση / ροή ουσιών οι οποίες είναι ιδιαίτερα εύφλεκτες θα πρέπει να είναι ανθεκτικές σε φωτιά όπως και η καλωδίωση για την παροχή του σήματος σε αυτές.

3.2.8 Κίνδυνοι από διάβρωση

Το ψυχρό αργό πετρέλαιο όπως αυτό αποθηκεύεται πριν ξεκινήσουν οι διεργασίες διύλισης του δεν είναι διαβρωτικό εκτός από το στρώμα νερού που συνήθως καθιζάνει στον πυθμένα της δεξαμενής. Κατά τη θέρμανσή του όμως, τα ναφθενικά οξέα του αντιδρούν με το χλωριούχο νάτριο (NaCl) και το χλωριούχο μαγγάνιο ($MgCl_2$) που περιέχονται στο νερό και σχηματίζεται έτσι υδροχλωρίο (HCl). Το αέριο αυτό φτάνει στους συμπυκνωτές και με την παρουσία νερού σχηματίζεται υδροχλωρικό οξύ. Το οξύ αυτό διαβρώνει τους δίσκους στο πάνω μέρος της στήλης και τις σωληνώσεις. Ο τρόπος αντιμετώπισης της διάβρωσης σε αυτό το σημείο είναι ο αυτόματος έλεγχος και η ρύθμιση του pH του διαλύματος με προσθήκη σόδας και όσο το δυνατόν μεγαλύτερος βαθμός εξυδάτωσης και αφαλάτωσης του αργού πετρελαίου.

Μετά τη διεργασία αφαλάτωσης συνηθίζεται η προσθήκη καυστικής σόδας για την εξουδετέρωση του υδροχλωρίου (HCl) και αμμωνίας, η οποία δεσμεύει το υδρόθειο (H_2S) και σχηματίζει θειούχο αμμώνιο.

Σε υψηλές θερμοκρασίες τα ναφθενικά οξέα προσβάλλουν τις χαλύβδινες επιφάνειες. Σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των $300^\circ C$ οι θειούχες ενώσεις του αργού προσβάλλουν επίσης τις χαλύβδινες επιφάνειες και ιδιαίτερα σε σημεία που υπάρχει ταχεία ροή πετρελαίου.

Τα διαβρωτικά συστατικά του αργού κατανέμονται σε όλα τα προϊόντα απόσταξης και επηρεάζουν και άλλες μονάδες του διωλιστηρίου. Σε πολλές περιπτώσεις ουσίες που δεν είναι αρ-

χικά διαβρωτικές καθίστανται διαβρωτικές αφού θερμανθούν, όπως οι ενώσεις θείου. Με την παρουσία διαλυμένου οξυγόνου είναι δυνατό να σχηματιστούν διάφορα οξέα του θείου. Για το λόγο αυτό εκτελούνται κάποιες διεργασίες στις οποίες γίνεται δέσμευση του οξυγόνου για να μειωθεί η διάβρωση. Στην αφαλάτωση του πετρελαίου γίνεται πλύση με νερό και κατόπιν εξυδάτωση έτσι ώστε να απομακρυνθεί όσο γίνεται το χλωριούχο νάτριο.

Σε ένα διυλιστήριο γίνεται χρήση διαφόρων χημικών ενώσεων όπως θειικό οξύ, υδροφθορικό οξύ, υδροχλωρικό οξύ, καυστική σόδα, αμμωνία κ.λπ. Οι ουσίες αυτές είναι διαβρωτικές και προσβάλουν διάφορα τμήματα των μονάδων.

Κίνδυνοι υπάρχουν επίσης από την απορρόφηση υδρογόνου από τα μέταλλα, αποτέλεσμα της οποίας είναι να γίνονται τα μέταλλα πιο ψαθυρά και έτσι να αυξάνονται οι κίνδυνοι αστοχίας.

Η χρήση ανοδίων είναι μια αποτελεσματική μέθοδος για προστασία από διάβρωση με επιλεκτική διάβρωση συγκεκριμένων στοιχείων και πρέπει να εφαρμόζεται σε περιπτώσεις κραμάτων που βρίσκονται σε «επιθετικό» περιβάλλον.

Σε τμήματα των εγκαταστάσεων τα οποία είναι επικαλυμμένα με μόνωση θα πρέπει να δίδεται προσοχή στη συντήρηση και διατήρηση της μόνωσης σε καλή κατάσταση. Υπάρχει περίπτωση η μόνωση να βραχεί και να προκαλέσει διάβρωση λόγω υγρασίας στο τμήμα του μετάλλου με το οποίο έρχεται σε επαφή χωρίς εξωτερικά να είναι ορατή ή βλάβη. Ακόμα και τμήματα από ανοξείδωτο χάλυβα μπορούν να επηρεαστούν από μηχανισμό διάβρωσης αυτού του τύπου. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει σοβαρούς κινδύνους από θραύση ή διαρροή του διαβρωμένου αυτού τμήματος.



3.2.9 Κίνδυνοι από φράξιμο αγωγών και εξαρτημάτων

Τα προϊόντα της διάβρωσης (συνήθως θειούχες ενώσεις ή αμμωνιακά άλατα, εξανθράκωμα) τα οποία αποτίθενται λόγω της εξάτμισης του νερού στο εσωτερικό των σωληνώσεων δημιουργούν επικαθήσεις και μπορούν να φράξουν τις σωληνώσεις και άλλα εξαρτήματα του εξοπλισμού (π.χ βαλβίδες, βάνες, φτερωτές κ.λπ.). Σοβαρά προβλήματα μπορούν να δημιουργηθούν στους εναλλάκτες θερμότητας όπου η δημιουργία στρώματος επικάθησης στο εσωτερικό των σωληνώσεων ελαττώνει το ρυθμό μεταφοράς θερμότητας με αποτέλεσμα να μειώνει σοβαρά την απόδοση του εναλλάκτη. Η πλύση με ζεστό νερό είναι μια πιο ήπια μέθοδος καθαρισμού αλλά σε μερικές περιπτώσεις που οι επικαθήσεις έχουν σχηματίσει σκληρό στρώμα μπορεί να είναι απαραίτητη η χρήση και σκληρού εργαλείου για τον αποχωρισμό. Για τον καθαρισμό των εσωτερικών των σωληνώσεων γίνεται συνήθως χρήση ισχυρών οξέων, αλλά και χρήση άλλων χημικών ουσιών που αποτρέπουν τη δημιουργία επικαθήσεων στις μεταλλικές επιφάνειες.

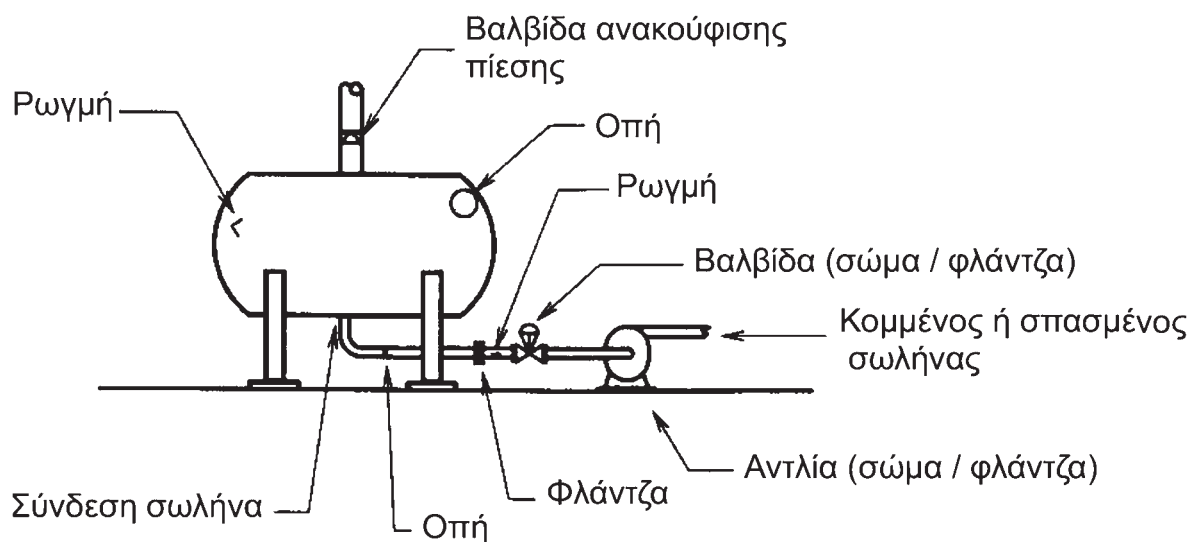
3.2.10 Κίνδυνοι από διαρροή

Οι κίνδυνοι από διαρροή δημιουργούνται λόγω των επιδράσεων των ουσιών που εκλύονται (εύφλεκτες, εκρηκτικές, τοξικές κ.λπ.). Οι επιδράσεις αυτές εξαρτώνται από το είδος και την ποσότητα της ουσίας, αλλά και από το χρόνο έκθεσης. Η έκλυση τοξικών ουσιών μπορεί να έχει πολύ μεγαλύτερες επιπτώσεις από την πρόκληση έκρηξης ή φωτιάς. Η έκταση των ζημιών εξαρτάται, εκτός από το είδος της ουσίας και την ποσότητα που διαφεύγει και από παράγοντες όπως η ένταση και η κατεύθυνση του ανέμου, η πυκνότητα και η κατανομή πληθυσμού ή τα έκτακτα μέτρα που λαμβάνονται π.χ. εκκένωση περιοχών. Θα πρέπει να ξεχωρίσουμε εδώ τους δύο τύπους δράσης των τοξικών ουσιών. Τη σύντομη έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις τοξικών ουσιών που εκλύονται σε ένα ατύχημα και τη μακροχρόνια έκθεση στο χώρο εργασίας.

Μία διαρροή μπορεί να εκδηλωθεί με έναν από τους παρακάτω τρόπους:

- διαρροή από οπή
- διαρροή από ρωγμή
- διαρροή από συγκολλητή ή βιδωτή σύνδεση ή από σύνδεση με φλάντζα
- διαρροή από βαλβίδα / ασφαλιστικό (σώμα ή φλάντζα).

Σχηματικά αυτό παρουσιάζεται στην εικόνα⁵ που ακολουθεί:



Σχήμα 3.1

Η ατμοσφαιρική διασπορά μιας επικίνδυνης ουσίας (τοξικής ή/και εύφλεκτης) που διαφεύγει στο περιβάλλον εξαρτάται από το εάν η διαφυγή είναι στιγμιαία ή συνεχής και εάν το νέφος της επικίνδυνης ουσίας θα συμπεριφερθεί σαν αέριο βαρύτερο ή ελαφρύτερο του αέρα. Για παράδειγμα, τοξικές ουσίες (π.χ. αμμωνία) ή εύφλεκτες (π.χ. υγραέριο, αν αυτό δεν αναφλεγεί αμέσως) όταν διαφεύγουν από το δοχείο που τις περικλείει, συμπεριφέρονται ως προς την ατμοσφαιρική διασπορά του σαν αέρια βαρύτερα του αέρα. Έχουν αναπτυχθεί διάφορα μοντέλα για την ανάλυση της διασποράς που είναι αναγκαίο να διακρίνουν δύο φάσεις:

- τη φάση καθίζησης λόγω βαρύτητας
- τη φάση παθητικής διασποράς.

Η ατμοσφαιρική διασπορά εξαρτάται και από μία άλλη ομάδα παραγόντων:

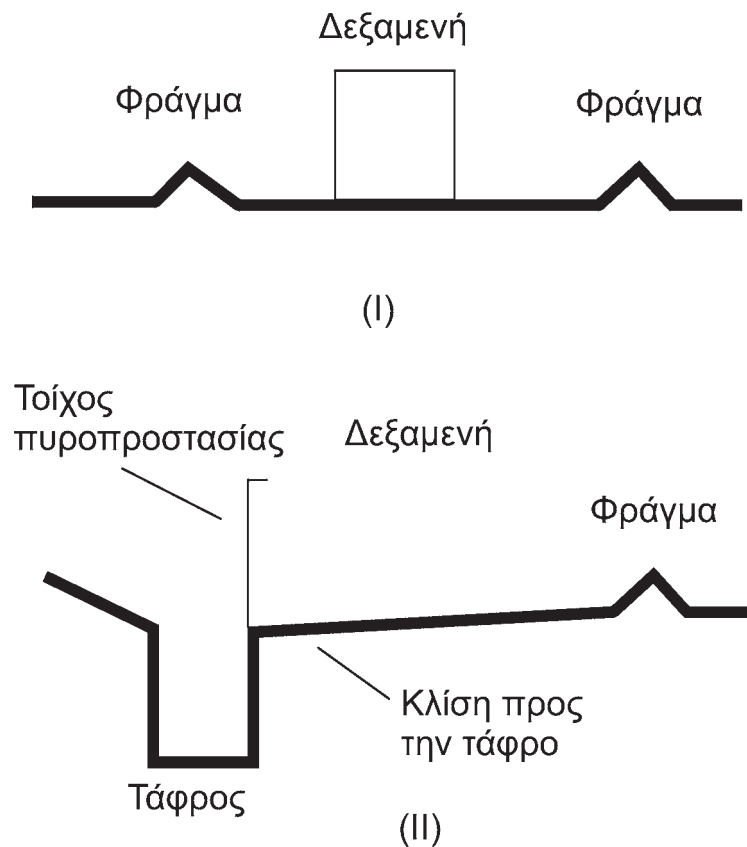
- ποσότητα επικίνδυνης ουσίας που διαφεύγει
- ταχύτητα διαφυγής (για συνεχή διαφυγή)
- μετεωρολογικές συνθήκες (ατμοσφαιρική θερμοκρασία, ατμοσφαιρική σταθερότητα, ταχύτητα ανέμου, διεύθυνση ανέμου).

Υπάρχουν διάφορα μοντέλα που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση και τον υπολογισμό των συνεπειών μιας διαρροής που λαμβάνουν παραμέτρους όπως οι παραπάνω.

Βασικό μέσο προστασίας αποτελούν οι ανιχνευτές που προειδοποιούν σε περίπτωση διαρροής. Βέβαια θα πρέπει να υπάρχουν και τα κατάλληλα μέσα και μέτρα προστασίας μέχρι την απομάκρυνση από την επικίνδυνη περιοχή. Οι μονάδες πρέπει να είναι εφοδιασμένες με ειδικά ασφαλιστικά που θα διακόπτουν αυτόματα την παροχή σε περίπτωση εκτάκτου ανάγκης (π.χ. διαρροή).

5. Crowl D.A., Louvour J.E., Chemical process safety fundamentals with Applications, 1990

Σημαντικό ρόλο επίσης έχει η σχεδίαση των φραγμάτων / αποχετευτικών δικτύων σε περιπτώσεις διαρροής / πυρκαγιάς. Ο σχεδιασμός θα πρέπει να είναι τέτοιος έτσι ώστε να μην υπάρχει περίπτωση συσσώρευσης της διαρρέουσας ουσίας γύρω από τη δεξαμενή. Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται δύο διαφορετικοί τρόποι σχεδίασης φραγμάτων / αποχετευτικών δικτύων. Στην πρώτη περίπτωση (I) σε μια πιθανή διαρροή η διαρρέουσα ουσία θα συσσωρευτεί γύρω από τη δεξαμενή και σε περίπτωση ανάφλεξης η φωτιά θα τροφοδοτείται συνεχώς από τις δεξαμενές με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγάλος κίνδυνος ανάφλεξης της ίδιας της δεξαμενής. Στην δεύτερη περίπτωση (II) ο σχεδιασμός είναι καλύτερος καθώς η διαρρέουσα ουσία απομακρύνεται από τη δεξαμενή και ακόμη και σε περίπτωση ανάφλεξης η δεξαμενή είναι προστατευμένη από την ύπαρξη του τοίχου πυρασφάλειας⁶.



Σχήμα 3.2

3.2.11 Κίνδυνοι από πτώση

Προστασία των εργαζομένων που βρίσκονται σε ύψος από πτώση θα πρέπει να παρέχεται με χρήση σταθερών κιγκλιδωμάτων ή με χρήση κατάλληλου εξοπλισμού (σχοινιά, ιμάντες, ασφάλειες) για κατάλληλη ασφάλιση του εργαζόμενου από σταθερό σημείο. Επειδή είναι συχνή η

6. Nalven G.F., Plant Safety, 1996

ανάγκη για ανεβοκατεβάσματα σε διάφορα τμήματα των μονάδων (για ελέγχους, δειγματοληψίες κ.λπ.) είναι σημαντικό να γίνεται προσπάθεια μείωσης των μετακινήσεων όπως π.χ. με διασύνδεση κάποιων γειτονικών μονάδων με πατάρια / διαδρόμους σε ύψος.



(© FreeFoto.com, <http://www.freefoto.com>)

Μεγάλος είναι ο κίνδυνος καταπλάκωσης εργαζομένων από βαριά αντικείμενα, ειδικά σε περιπτώσεις ανέγερσης νέων μονάδων / κατασκευές. Θα πρέπει να τηρούνται οι κανονισμοί ασφάλειας κατά την ανύψωση φορτίων και ιδιαίτερα κατά την προσωρινή στήριξη αντικειμένων (π.χ. στήριξη σωληνώσεων πριν την τελική τους τοποθέτηση για συγκόλληση). Όλα τα εξαρτήματα και μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για τη στήριξη / ανύψωση βαρειών αντικειμένων / φορτίων θα πρέπει να είναι πιστοποιημένα και μελετημένα όσον αφορά την αντοχή και την ευστάθειά τους. Οι χειριστές αυτών θα πρέπει να έχουν τις ανάλογες άδειες και εμπειρία για εκτέλεση των εργασιών αυτών.

Αντίστοιχη πιστοποίηση (εξοπλισμού και εγκατάστασης) θα πρέπει να παρέχεται κατά το στήσιμο σκαλωσιών για εκτέλεση εργασιών σε ύψος.

Σημαντικός είναι επίσης ο κίνδυνος που προέρχεται από παράλληλες εργασίες καθ' ύψος οι οποίες θα πρέπει να αποφεύγονται. Αυτό επιτυγχάνεται με σωστό προγραμματισμό των εργασιών. Οι κίνδυνοι τραυματισμού σε αυτή την περίπτωση είναι κυρίως στο κεφάλι από πτώση αντικειμένων.

Οι διάδρομοι κυκλοφορίας θα πρέπει να διατηρούνται καθαροί από εμπόδια και οι επιφάνειες

νιες που χρησιμοποιούνται για μετακινήσεις καθαρές και απαλλαγμένες από ουσίες που μπορούν να προκαλέσουν γλιστρήματα (π.χ. λάδια, νερά κ.λπ.).

Ένα εξίσου σημαντικό ποσοστό των ατυχημάτων σε εγκαταστάσεις διυλιστηρίων προέρχεται από καταπλάκωση εργαζομένων σε σημεία που γίνονται εκκοκφές ή πτώσεις σε ανοιχτά φρεάτια, λάκκους και αφορά κυρίως εξωτερικά συνεργεία και εργολάβους που αναλαμβάνουν συνήθως τέτοιου είδους εργασίες.

Οι συνέπειες από πτώσεις μπορεί να είναι ελαφροί τραυματισμοί, διαστρέμματα, κατάγματα, μέχρι και θάνατος.

3.2.12 Κίνδυνοι ρύπανσης περιβάλλοντος

Ως αποτέλεσμα των χημικών διεργασιών που εκτελούνται σε ένα διυλιστήριο, έχουμε τη δημιουργία αποβλήτων όπως οι θειούχες ενώσεις στα αέρια των καπνοδόχων, διάφορες ουσίες που εκχειλίζονται, καθώς και απόβλητα που εξέρχονται με τα απόνερα. Η περιβαλλοντική διαχείριση των αποβλήτων αυτών είναι ένα πολύ σημαντικό μέρος των διεργασιών που εκτελούνται σε ένα διυλιστήριο. Τα απόβλητα του διυλιστηρίου αφού πρώτα υποστούν κατάλληλη επεξεργασία βάση της ισχύουσας νομοθεσίας, απορρίπτονται στο περιβάλλον είτε με τη μορφή αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα ή υγρών και στερεών αποβλήτων.

3.2.12.1 Ρύπανση ατμόσφαιρας

Οι επικίνδυνες ουσίες για το περιβάλλον που μπορεί να εκλυθούν στην ατμόσφαιρα κατά τις διάφορες διεργασίες σε διυλιστήρια πετρελαίου περιλαμβάνουν ουσίες όπως: υδροθείο, διοξείδιο του θείου, οξειδία του αζώτου, μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του άνθρακα, άκαυστους υδρογονάνθρακες, αμμωνία, αιωρούμενα σωματίδια (αιθάλη), «θερμική μόλυνση» κ.λπ.

Η συνήθης τεχνική που χρησιμοποιείται σε ένα διυλιστήριο είναι η καύση των ανεπιθύμητων προϊόντων σε ψηλούς καπνοδόχους. Η καύση αυτή (ακόμη και των βαρύτερων καυσίμων) είναι δυνατό να γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να μην εκλύεται καπνός.

Ορισμένες από τις κύριες πηγές μόλυνσης είναι: οι δεξαμενές αποθήκευσης, τα σημεία φόρτωσης και εκφόρτωσης, τα κυκλώματα ανακύκλωσης νερού και οι σταθμοί καθαρισμού του, οι στήλες καύσης / πυρσοί, οι βαλβίδες ασφαλείας, τα συστήματα αερισμού των εγκαταστάσεων.

Με σκοπό τη μείωση του βαθμού ρύπανσης της ατμόσφαιρας προτείνονται διάφοροι τρόποι αντιμετώπισης:

- οι δεξαμενές αποθήκευσης θα πρέπει να είναι κλειστού τύπου και θα πρέπει να είναι εφοδιασμένες με γραμμές εξισορρόπησης έτσι ώστε να έχουμε τις λιγότερες δυνατές απώλειες από εξάτμιση
- οι διαδικασίες μεταφοράς (φόρτωσης) θα πρέπει να είναι στεγανού τύπου έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι απώλειες

- να γίνεται προσπάθεια για διοχέτευση όσο λιγότερης ποσότητας στους πυρσούς καύσης με κατάλληλους μηχανισμούς ανακύκλωσης
- σωστή ρύθμιση των βαλβίδων ασφαλείας έτσι ώστε να αποφεύγεται η άσκοπη ενεργοποίησή τους
- σωστός σχεδιασμός των καμινάδων έτσι ώστε να επιτυγχάνεται καλύτερη διασπορά των ρυπαντών.

3.2.12.2 Ρύπανση υδάτων

Κατά τις διάφορες διαδικασίες που εκτελούνται στα διυλιστήρια υπάρχει ανάγκη χρήσης μεγάλων ποσοτήτων νερού. Τα απόβλητα μολύνουν σημαντικά τον υδροφόρο ορίζοντα εάν δεν τηρηθούν οι κανόνες και οι διαδικασίες για τον καθαρισμό των αποβλήτων. Η μόλυνση των υδάτων σχετίζεται με πετρελαιοκηλίδες, διαθεσιμότητα νερού, απόνερα από τους πύργους ψύξης, από την παραγωγή ατμού, όπου περιέχονται οργανικά υλικά, αιωρούμενα στερεά και βαριά μέταλλα. Οι χημικές ουσίες που βρίσκονται στα απόβλητα ύδατα δεν είναι πάντα αυτές καθ' αυτές τοξικές, αλλά πολλές από αυτές οξειδώνονται ταχέως καταναλώνοντας το οξυγόνο με αποτέλεσμα να επέρχεται καταστροφή των υδρόβιων οργανισμών. Η έλλειψη οξυγόνου σταματά επίσης και τη βακτηριολογική οξείδωση των οργανικών ουσιών των αποβλήτων (διεργασία αυτοκαθαρισμού). Στη συνέχεια, μόλις σταματήσουν οι οξειδωτικές αντιδράσεις αρχίζει μια αναερόβια ζύμωση από την οποία παράγονται δύσοσμα προϊόντα όπως υδρόθειο κ.λπ.

Τα απόβλητα του διυλιστηρίου πρέπει να είναι επίσης ψυχρά διότι προκαλούν αύξηση της θερμοκρασίας των υδάτων με καταστροφικές συνέπειες για του ζώντες οργανισμούς.

Ο σχεδιασμός των συστημάτων καθαρισμού είναι πολύ σημαντικός και υπάρχουν διάφορες μέθοδοι για την επίτευξη του στόχου, όπως:

- χρήση ανακύκλωσης του νερού σε όσο μεγαλύτερο βαθμό γίνεται
- ψύξη των εγκαταστάσεων με αέρα
- ενδιάμεσος καθαρισμός του νερού και επιστροφή στο σύστημα ανακύκλωσης
- αποφυγή εναπόθεσης ρυπαντών μαζικά.

3.2.12.3 Ρύπανση εδαφών

Η ρύπανση των εδαφών σχετίζεται κυρίως με τη χρήση γης για τις εγκαταστάσεις, στερεά απόβλητα που προκύπτουν από διάφορα γαλακτώματα του αργού με νερό, από καθαρισμό θερμοεναλλακτών, «λάσπη» διαχωριστήρων. Υπάρχουν βέβαια και άλλα στερεά απόβλητα που δε χαρακτηρίζονται ως επιβλαβή ή επικίνδυνα όπως: «λάσπη» από τους πύργους ψύξης, από αλλαγές των καταλυτών στα ρευστοποιημένα καταλυτικά συστήματα πυρόλυσης και υδρογονοπυρόλυσης.

3.2.13 Κίνδυνοι από τον ηλεκτρισμό

Στα διάφορα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας διύλισης πετρελαίου γίνεται χρήση πολλών και διαφόρων ηλεκτρικών συσκευών (αφυγραντές, αντλίες κ.λπ.) οπότε ο κίνδυνος ηλεκτροπληξίας είναι υπαρκτός στα περισσότερα τμήματα. Τα αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος στον ανθρώπινο οργανισμό εξαρτώνται από την ένταση του ρεύματος αλλά και από τη φυσιολογία του ατόμου καθώς και τις συνθήκες που επικρατούν (υγρασία, ρουχισμός κ.λπ.). Η χρονική διάρκεια της έκθεσης έχει, επίσης, πολύ σημαντικό ρόλο.

Στον επόμενο πίνακα φαίνονται οι επιδράσεις του ηλεκτρικού ρεύματος στον ανθρώπινο οργανισμό.

Πίνακας 3.7: Επιδράσεις ηλεκτρικού ρεύματος⁷.

Ένταση ρεύματος (mA)	Αντίδραση
1	Όριο αντίληψης, απλή αίσθηση.
5	Ελαφρύ σοκ, ενοχλητικό αλλά όχι επίπονο. Ο μέσος άνθρωπος δεν έχει συνέπειες αλλά η βίαιη ακούσια αντίδραση που συνήθως συνοδεύει το σοκ μπορεί να προκαλέσει ατύχημα από άλλους παράγοντες.
6-25 (γυναίκες)	Επίπονο σοκ, απώλεια ελέγχου μυών. Ονομάζεται και «πάγωμα» ή «όριο απαγκίστρωσης» (σε περίπτωση που ενεργοποιηθούν οι εξωτερικοί μύς από την επαφή, τότε υπάρχει μεγάλη πιθανότητα απελευθέρωσης από το σώμα με το οποίο έγινε η επαφή.
9-30 (άνδρες)	
50-150	Ισχυρός πόνος, διακοπή αναπνευστικού, ισχυρές μυϊκές συσπάσεις. Δεν είναι εύκολη η «απαγκίστρωση» από το σώμα με το οποίο έγινε η επαφή εκτός από απότομη ακούσια μυϊκή σύσπαση. Πιθανός θάνατος.
1000-5000	Κοιλιακός ινιδισμός (παύση ρυθμικών καρδιακών παλμών), μυϊκή σύσπαση, βλάβη νευρώνων, πιθανός θάνατος.
5000-	Καρδιακή ανακοπή, σοβαρά εγκαύματα, πιθανός θάνατος.

7. A.Keith, Furr, CRC Handbook of Laboratory Safety, 3rd Edition 1989

Οι διάφοροι χώροι εργασίας θα πρέπει να κατηγοριοποιηθούν με βάση τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις οι οποίες υπάρχουν και ενδεχομένως να πρέπει σε ορισμένες περιπτώσεις να τεθούν και περιορισμοί πρόσβασης.

Έμμεσοι κίνδυνοι μπορούν να εμφανισθούν σε περιπτώσεις διακοπής παροχής του ηλεκτρικού ρεύματος, όπου θα πρέπει να υπάρχει μηχανισμός άμεσης διακοπής λειτουργίας της εγκατάστασης για να αποφευχθούν οι επικίνδυνες καταστάσεις. Θα πρέπει να γίνει έλεγχος των παρακάτω σημείων:

- σβήσιμο όλων των καυστήρων
- κλείσιμο όλων των βαλβίδων παροχής στην είσοδο των γραμμών διανομής
- παρακολούθηση των μανομέτρων πίεσης στις συσκευές
- σβήσιμο όλων των ηλεκτρικών μοτέρ για αποφυγή επανέναρξης σε περίπτωση που έχουμε επαναφορά της ισχύος στην εγκατάσταση.

Μόλις υπάρξει επαναφορά ισχύος θα πρέπει να ακολουθηθούν οι οδηγίες για τη εκκίνηση της εγκατάστασης από την αρχή. Οι διαδικασίες αυτές θα πρέπει να είναι καθαρά διατυπωμένες βήμα-βήμα και να τηρούνται αυστηρά.

Σημαντικοί είναι επίσης οι κίνδυνοι που προέρχονται από πρόκληση σπινθήρα κατά τη χρήση ηλεκτρικών εργαλείων. Θα πρέπει να ελέγχονται οι γειώσεις και μονώσεις των εργαλείων χειρός για να αποφεύγονται τέτοια φαινόμενα.

3.2.14 Κίνδυνοι από τη χρήση ηλεκτρονικών συστημάτων

Η αυξημένη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών στη λειτουργία και τον έλεγχο διεργασιών εγκαταστάσεων έχει εισάγει νέους κινδύνους. Η χρήση προγραμματιζόμενων ηλεκτρονικών συστημάτων (distributed control systems, DCSs και programmable logic controllers, PLCs) σαν μαύρα κουτιά δεν αρκεί.

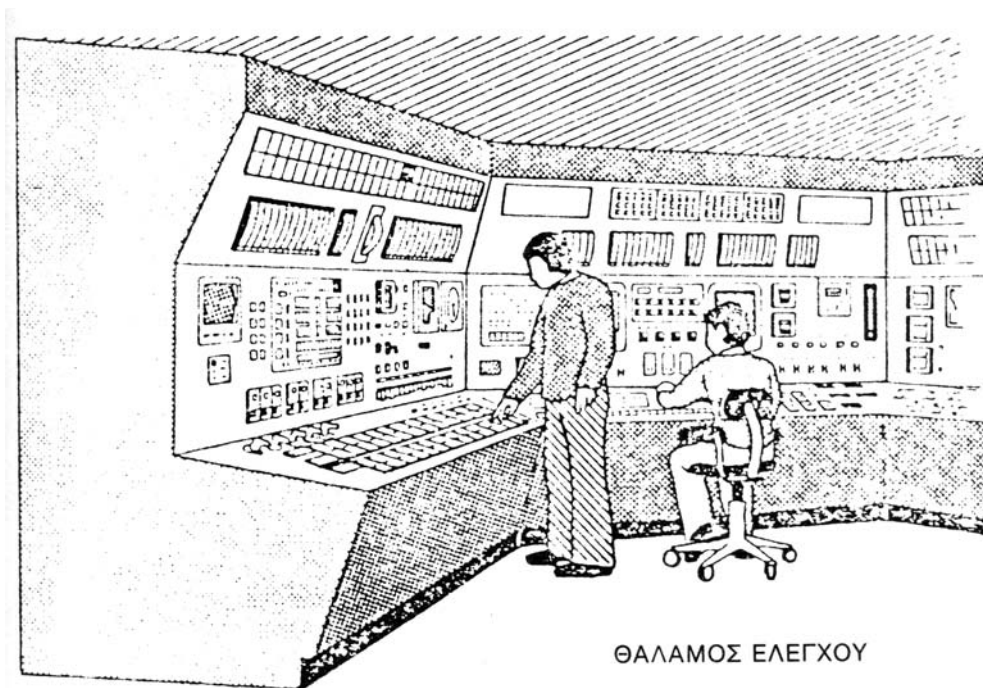
Αναφέρουμε ενδεικτικά ότι από μελέτη⁸ πάνω σε ατυχήματα που αφορούν προγραμματιζόμενα ηλεκτρονικά συστήματα διαπιστώθηκε ότι:

- 17% των συμβάντων οφείλεται σε σφάλμα στο λογισμικό
- 15-20% οφείλεται σε μη σωστή εκτίμηση των κινδύνων κατά τη διάρκεια της συντήρησης
- 12% οφείλεται σε βλάβες οργάνων που συνδέονται με τα προγραμματιζόμενα ηλεκτρονικά συστήματα
- 12% οφείλεται σε κακή σχεδίαση των οργάνων επικοινωνίας / αλληλεπίδρασης μεταξύ μηχανής και χειριστή
- 5% οφείλεται σε βλάβη του υπολογιστή (hardware)
- 20% οφείλεται σε εσφαλμένη αντίληψη για τους κινδύνους που υπεισέρχονται από τη χρήση προγραμματιζόμενων ηλεκτρονικών συστημάτων.

Είναι καλή πρακτική να υπάρχουν τρόποι διασταύρωσης των μετρήσεων που γίνονται με

8. Nalven G.F., Plant Safety, 1996

ηλεκτρονικό τρόπο, έτσι ώστε να αποκλεισθεί η περίπτωση λάθους από τυχόν βλάβη / απόκλιση σε κάποιο όργανο μέτρησης (π.χ. μέτρηση θερμοκρασίας σε ένα λέβητα και αντίστοιχος έμμεσος υπολογισμός της θερμοκρασίας από στοιχεία πίεσης και τάσης ατμών στο λέβητα).



Τα ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου θα πρέπει να είναι ανεξάρτητα για κάθε τμήμα της διεργασίας και θα πρέπει να μπορούν να χειριστούν από απόσταση με χειροκίνητες ή αυτόματες λειτουργίες.

Πολύ σημαντικό είναι οι καλωδιώσεις που συνδέουν τις εγκαταστάσεις με τις αίθουσες ελέγχου (π.χ. όργανα μέτρησης, βαλβίδες ή άλλα τμήματα του εξοπλισμού που ελέγχονται από απόσταση κ.λπ.) να είναι προστατευμένα από φωτιά ή άλλη βλάβη σε περίπτωση ατυχήματος, έτσι ώστε να μπορούν να εκτελεστούν οι χειρισμοί από την αίθουσα ελέγχου. Αυτό συνήθως επιτυγχάνεται όταν τα καλώδια αυτά είναι τοποθετημένα κυρίως υπόγεια.

3.2.15 Κίνδυνοι από τη χωροταξική διάταξη των εγκαταστάσεων

Πολύ σημαντικό ρόλο έχει η διάταξη των διαφόρων μονάδων στο χώρο. Οι μονάδες θα πρέπει να είναι όσο γίνεται πιο διαχωρισμένες. Η διάταξη θα πρέπει να είναι τέτοια ούτως ώστε ένα συμβάν σε μια μονάδα να μην επηρεάζει τις υπόλοιπες. Εγκαταστάσεις όπως πυρσοί καύσης, λέβητες, φούρνοι θα πρέπει να είναι διατεταγμένοι εγκάρσια στη διεύθυνση των κυρίων ανέμων που επικρατούν στην περιοχή. Με αυτό τον τρόπο πιθανή διαρροή από κάποια από τις μονάδες αυτές δεν θα συναντήσει πηγή φλόγας στην αμέσως διπλανή μονάδα. Οι διάφορες μονάδες είναι προτιμότερο να είναι διατεταγμένες σε γραμμή ή σε μορφή «L» αντί σε μορφή μπλοκ. Η διάταξη θα πρέπει να είναι τέτοια που να μην απαιτείται συχνή μετακίνηση οχη-

μάτων διαμέσου των εγκαταστάσεων (π.χ. για φόρτωση / εκφόρτωση οχημάτων). Είναι, επίσης, επιθυμητό να υπάρχουν δύο ξεχωριστές δίοδοι πρόσβασης σε κάθε μονάδα / εγκατάσταση.

Οι εγκαταστάσεις γραφείων θα πρέπει να βρίσκονται μακριά από τις μονάδες παραγωγής. Οι αίθουσες ελέγχου θα πρέπει, επίσης, να βρίσκονται μακριά από τις μονάδες παραγωγής και εάν αυτό δεν είναι δυνατό, θα πρέπει να είναι κατάλληλα προστατευμένες από εκρήξεις / πυρκαγιές (προστατευτικά τοιχεία, πυράντοχη δομή) και διαρροές επικίνδυνων ουσιών (δυνατότητα δημιουργίας θετικής πίεσης στο εσωτερικό).

Θα πρέπει, επίσης, να υπάρχει μια ταξινόμηση / κατηγοριοποίηση των περιοχών βάση επικινδυνότητας, έτσι ώστε τα κατασταλτικά μέτρα να επικεντρώνονται και να εντείνονται γύρω από μονάδες υψηλής επικινδυνότητας.

Οι μεγάλες δεξαμενές θα πρέπει να βρίσκονται σε απόσταση μεγαλύτερη της μιας διαμέτρου και η πρόσβαση σε αυτές να γίνεται από περισσότερες από μία κατευθύνσεις.

Οι καλωδιώσεις των εγκαταστάσεων θα πρέπει να βρίσκονται κυρίως υπογείως για αποφυγή διακοπής σε περίπτωση ατυχήματος (φωτιά, διαρροή κ.λπ.).



3.2.16 Κίνδυνοι φυσικών καταστροφών & εξωγενών παραγόντων

Η επιλογή της τοποθεσίας που θα κτιστούν οι εγκαταστάσεις ενός διυλιστηρίου είναι πολύ σημαντική καθώς οι κίνδυνοι από φυσικές καταστροφές μπορούν να αποβούν καταστροφικοί. Μερικές από τις παραμέτρους που θα πρέπει να εκτιμηθούν προτού γίνει η επιλογή της θέσης είναι:

- σεισμικότητα της περιοχής / ηφαιστειακή δράση
- πιθανότητα έκθεσης σε τσουνάμι
- πιθανότητα προσβολής από θυελλώδεις ανέμους (τροπική καταιγίδα / χιονοθύελλα)
- πιθανότητα πλημμύρας
- πιθανότητα κατολισθήσεων, χιονοστιβάδων
- εκδήλωση ακραίων θερμοκρασιών (παγετός / υπερβολική ζέστη).

Οι κίνδυνοι από φυσικές καταστροφές είναι πολλές φορές πολύ δύσκολο έως αδύνατο να αντιμετωπισθούν και ο μόνος τρόπος προστασίας είναι η αποφυγή έκθεσης σε αυτούς με κατάλληλη επιλογή της τοποθεσίας της εγκατάστασης.

Αντίστοιχα υπάρχουν και κίνδυνοι που προέρχονται από εξωγενείς παράγοντες όπως γειτνιάζουσες εγκαταστάσεις υψηλής επικινδυνότητας (έκρηξη, φωτιά διαρροή κ.λπ.), από σύγκρουση οχημάτων (λόγω διάσχισης εγκαταστάσεων από κεντρικές οδικές αρτηρίες), πτώση αεροσκαφών, σαμποτάζ. Οι κίνδυνοι αυτής της κατηγορίας μπορούν να δημιουργήσουν πολύ επικίνδυνες καταστάσεις εάν δε ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα. Όπως στην περίπτωση των κινδύνων από φυσικές καταστροφές έτσι και σε αυτή την περίπτωση ο σχεδιασμός θα πρέπει να είναι τέτοιος ώστε να αποφεύγεται γειτνίαση με όλες τις πηγές κινδύνου που αναφέρθηκαν. Για την περίπτωση του σαμποτάζ θα πρέπει να υπάρχει κατάλληλη περίφραξη και φύλαξη του χώρου.

3.2.17 Νυκτερινή εργασία

Ο κλάδος της διύλισης πετρελαίου έχει κατ' εξοχήν νυκτερινή εργασία. Θα προσπαθήσουμε να δώσουμε τις βασικές επιδράσεις στην υγεία της νυκτερινής εργασίας με σύντομο κατά το δυνατό τρόπο.

Ο ανθρώπινος οργανισμός φυσιολογικά πρέπει να εργάζεται την ημέρα και να κοιμάται τη νύκτα. Εκατοντάδες λειτουργίες του οργανισμού υφίστανται μια διακύμανση μέσα στο 24ωρο κατά ρυθμικό τρόπο π.χ. η αρτηριακή πίεση, η συχνότητα της καρδιακής λειτουργίας, η έκκριση ορμονών, η θερμοκρασία του σώματος, ο βαθμός εγρήγορσης κ.ο.κ. Ο φυσιολογικός αυτός ρυθμός των διακυμάνσεων των λειτουργιών του οργανισμού μέσα στο 24ωρο, ονομάζεται «κιρκάδιος ρυθμός» από το λατινικό «circa dies», που μεταφράζεται «περίπου μία ημέρα».

Οποιαδήποτε απασχόληση-εργασία, που δε στοιχίζεται με την ημερήσια αυτή διακύμανση, απαιτεί προσαρμογές των κιρκάδιων ρυθμών λειτουργίας του οργανισμού. Οι αλλαγές των κιρκάδιων ρυθμών είναι ιδιαίτερα έντονες όταν πρόκειται για νυκτερινή εργασία, διότι θα πρέ-

πει να αντιστραφούν πλήρως μέσα στη διάρκεια του 24ωρου. Ο ανθρώπινος οργανισμός σε αντίθεση με πολλά ζώα:

- προσαρμόζει τους κερκάδιους ρυθμούς του βραδέως μέσα σε διάστημα τριών έως δώδεκα ή δεκαπέντε ημερών
- η προσαρμογή δεν είναι πλήρης
- η επάνοδος στον κανονικό κερκάδιο ρυθμό είναι και αυτή βραδεία.

Η διαρκής προσπάθεια του ατόμου να ξεπεράσει - προσαρμόσει τον κερκάδιο ρυθμό του στη νυκτερινή εργασία, αποτελεί για τον οργανισμό του στρεσογόνο παράγοντα. Υπάρχουν άτομα που προσαρμόζουν τον κερκάδιο ρυθμό τους πολύ πιο εύκολα και αποτελεσματικά από άλλα. Όπως, επίσης, υπάρχουν συνθήκες-παράμετροι της εργασίας που επαυξάνουν ή αντίθετα απαλύνουν τις δυσμενείς επιδράσεις στην υγεία από το στρες της νυκτερινής εργασίας.

Παράγοντες που **επιβαρύνουν** το στρες της νυκτερινής εργασίας είναι ενδεικτικά:

- τα ακανόνιστα-μη προγραμματισμένα από καιρό ωράρια
- η παράταση του εργασιακού χρόνου, π.χ. η Χημική Βιομηχανία στη Γερμανία είχε για πολλά χρόνια λειτουργήσει και προσαρμοστεί σε 12ωρες πρωινές ή νυκτερινές βάρδιες
- η εργασία τα Σαββατοκύριακα και τις εξαιρεσιμες ημέρες
- η ακανόνιστη λήψη των ρεπό
- η διατήρηση του ίδιου ή αυξημένου καθηκοντολογίου κατά τη διάρκεια της νύκτας
- η επίδραση ταυτόχρονα και άλλων παραγόντων κινδύνου, π.χ. θόρυβος, κακός φωτισμός, αέριοι ρύποι, εντατικοποίηση της εργασίας κ.ο.κ.
- η λήψη ακανόνιστων και λιπαρών γευμάτων.

Τα αντίθετα από τα προαναφερόμενα συμβάλουν στη μείωση του στρες από τη νυκτερινή εργασία.

Στη συνέχεια αναφερόμαστε συνοπτικά στις βασικές **δυσμενείς επιδράσεις στην υγεία** του εργαζόμενου από τη νυκτερινή εργασία. Επισημαίνεται ότι οι επιδράσεις αυτές άμεσα ή έμμεσα μπορεί να οδηγήσουν και σε εργατικά ατυχήματα (**κίνδυνοι για την ασφάλεια**).

- **Διαταραχές του ύπνου.** Μειώνεται συνήθως η διάρκεια και η ποιότητα του ύπνου. Υποβαθμίζεται η ποιότητα της ανάπαυσης και η ανάκαμψη του οργανισμού για να αναλάβει την επόμενη ημέρα τα εργασιακά του καθήκοντα. Οι διαταραχές του ύπνου εκφράζονται με αίσθημα σωματικής και ψυχικής κόπωσης, ευερεθιστότητα, απόσυρση, μη ικανοποίηση από τον ύπνο κ.ο.κ.
- **Διαταραχές της όρεξης.** Συνδυάζεται με ακανόνιστα γεύματα, κρύα έτοιμα λιπαρά φαγητά, κατάχρηση καφέ και καπνού. Οι διαταραχές της όρεξης δεν οδηγούν κατ' ανάγκη σε μείωση των προσλαμβανόμενων θερμίδων.
- **Διαταραχές του Πεπτικού.** Η νυκτερινή εργασία σε συνδυασμό με ακανόνιστα γεύματα και κατάχρηση καφέ και καπνού, εκφράζεται φυσιολογικά με υπερχλωρδρία του στομάχου, που οδηγεί πιο συχνά σε έλκη του πεπτικού και σε χρόνιες γαστρίτιδες στους απασχολούμενους τη νύκτα.
- **Διαταραχές από το Κυκλοφορικό.** Υπήρξαν μελέτες ότι οι εργαζόμενοι σε νυκτερινά ωράρια εμφανίζουν πιο συχνά καρδιαγγειακά νοσήματα εξ αιτίας της νυκτερινής εργασίας π.χ. στεφανιαία νόσο, υπέρταση.

- **Αύξηση της νοσηρότητας και της θνησιμότητας από τη νυκτερινή εργασία.** Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι αρκετές μελέτες (όχι επικεντρωμένες στον κλάδο διύλισης), συσχετίζουν τη διαταραχή των κιρκάδιων ρυθμών από τα εναλλασσόμενα ωράρια και τη νυκτερινή εργασία, με τον καρκίνο, κύρια του μαστού και του προστάτη. Εξάλλου, το IARC έχει κατατάξει τα κυλιόμενα ωράρια που διαταράσσουν τους κιρκάδιους ρυθμούς στην κατηγορία των πιθανών καρκινογόνων για τον άνθρωπο (2-α) (IARC). Επιπλέον, οι διαταραχές των κιρκάδιων ρυθμών, πέρα από τις επιπτώσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω, έχουν συσχετιστεί με αυξημένη επίπτωση διαταραχών της εμμήνου ρήσεως, πρόωρους τοκετούς, ελλειποβαρή νεογνά κ.λπ.

Η νυκτερινή εργασία έχει και **κοινωνικές επιδράσεις** όπως:

- συχνά επιδρά αρνητικά στις οικογενειακές σχέσεις
- απομόνωση – μη συμμετοχή σε εκπαιδευτικές και πολιτιστικές δραστηριότητες
- ελαχιστοποίηση των αθλητικών δραστηριοτήτων και άλλων δραστηριοτήτων.

Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι ιδανικό σύστημα κυκλικού ωραρίου δεν υπάρχει. Κάθε επιλογή για την οργάνωση των νυκτερινών βάρδιών θα έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Σε ότι αφορά τα μέτρα προστασίας αναφέρουμε ενδεικτικά ορισμένους βασικούς άξονες.

1. Μείωση της «δόσης» της νυκτερινής εργασίας, για παράδειγμα:

- ✓ νυκτερινή εργασία όταν το επιβάλουν τεχνικοί λόγοι, όχι νυκτερινή εργασία όταν μπορεί η εργασία να πραγματοποιηθεί πρωί ή απόγευμα
- ✓ απαλλαγή από νυκτερινή εργασία μετά τη συμπλήρωση κάποιου χρόνου
- ✓ χρονικές περιόδους μέσα στο χρόνο χωρίς νυκτερινή εργασία
- ✓ μείωση της διάρκειας των ωρών νυκτερινής εργασίας κατά το δυνατό.

2. Βελτίωση της οργάνωσης του χρόνου εργασίας, για παράδειγμα:

- ✓ οι αλληπάλληλες νυκτερινές βάρδιες να μην ξεπερνούν τις τρεις
- ✓ μετά από κάθε νυκτερινή βάρδια να ακολουθεί κατά το δυνατόν 24 ανάπαυση
- ✓ στη μετάπτωση από νυκτερινό κύκλο, να μεσολαβούν κατά το δυνατόν δύο ρεπό
- ✓ προγραμματισμός των βάρδιών όσο γίνεται πιο έγκαιρα
- ✓ τα ρεπό να είναι συνεχόμενα δύο κατ' ελάχιστο, με Σαββατοκύριακο μέσα σ' αυτά
- ✓ ο ετήσιος ελεύθερος χρόνος δεν πρέπει να μειώνεται απ' όσο καθορίζει η νομοθεσία και η συλλογική σύμβαση
- ✓ ο κύκλος των βάρδιών να είναι «προοπτικός» δηλαδή πρωί-απόγευμα-νύκτα και όχι το ανάποδο, ενώ η διάρκεια του κατά το δυνατόν μικρή
- ✓ η πρωινή βάρδια να μην αρχίζει πολύ νωρίς
- ✓ σε υψηλές θερμοκρασίες το καλοκαίρι, η νυκτερινή βάρδια να λήγει νωρίς το πρωί
- ✓ μέτρα μείωσης όλων των άλλων παραγόντων εργασιακού κινδύνου.

3. Μέτρα υποστήριξης για την ανάκαμψη από τις επιδράσεις της νυκτερινής εργασίας, για παράδειγμα:

- ✓ μεταφορά στο σπίτι μετά από νυκτερινή εργασία, προτεραιότητα στις κοντινές θέσεις parking
- ✓ κλιματισμός στο δωμάτιο ύπνου
- ✓ ηχομόνωση στο δωμάτιο ύπνου
- ✓ δυνατότητα ζεστού ελαφρού γεύματος στη νυκτερινή βάρδια στα πλαίσια υγιεινής διατροφής
- ✓ κοινωνική υποστήριξη με προσανατολισμό στην οικογένεια, π.χ. πολιτιστικές – ψυχαγωγικές δραστηριότητες δωρεάν
- ✓ πρόσθετες ημέρες ανάπαυσης ανάλογα με τον αριθμό νυκτερινών βαρδιών
- ✓ όπου είναι δυνατό, θεσμοθετημένη δυνατότητα ύπνου κατά τη διάρκεια της νυκτερινής βάρδιας.

4. Ιατρική παρακολούθηση των απασχολούμενων σε νυκτερινή εργασία

Θα πρέπει να πραγματοποιείται ιατρική παρακολούθηση των εργαζομένων σε νυκτερινή εργασία με συγκεκριμένες εξετάσεις. Για ορισμένες ομάδες εργαζομένων η νυκτερινή εργασία δεν πρέπει να επιτρέπεται. Για παράδειγμα για εργαζόμενους με χρόνια υποτροπιάζοντα έλκη του πεπτικού, έμφραγμα μυοκαρδίου ή μη ρυθμιζόμενη καλά υπέρταση, υπερθυρεοειδισμό, σακχαρώδη διαβήτη, επιληψία, ψυχώσεις (ιδίως καταθλιπτική ψύχωση), σοβαρές διαταραχές όρασης που δε διορθώνονται ικανοποιητικά, εξάρτηση από αλκοόλ και ουσίες, κυφορούσες.

3.2.18 Επιπτώσεις του θορύβου και άλλων βλαπτικών παραγόντων του εργασιακού περιβάλλοντος στην ακοή των εργαζομένων

3.2.18.1 Εισαγωγή

Σε πολλές μονάδες ενός διυλιστηρίου πετρελαίου, λόγω ύπαρξης πληθώρας πηγών θορύβου (π.χ. αντλίες, συμπιεστές, σημεία εξαέρωσης/εξυδάτωσης/εκτόνωσης, ανεμιστήρες ψύξης, μεταφορά ατμού, στρόβιλοι, φούρνοι κ.λπ.) τα επίπεδα της στάθμης θορύβου είναι σημαντικά αυξημένα. Σημαντικός παράγοντας κινδύνου μπορεί να είναι ο θόρυβος και εντός των αιθουσών ελέγχου (νοητική καταπόνηση, απόσπαση προσοχής). Επίσης υπάρχουν μια σειρά παράγοντες που επιδρούν στην ακοή είτε αυτόνομα είτε συνεργικά με την έκθεση σε θόρυβο.

3.2.18.2 Στοιχεία από την αναφορά 1/56 της CONCAWE: εκτίμηση της επαγγελματικής έκθεσης στο θόρυβο στη βιομηχανία πετρελαίου στην Ευρώπη (1989 – 1999)

Αναφέρουμε ενδεικτικά ορισμένα στοιχεία από αναφορά της CONCAWE για το θόρυβο. Η αναφορά αυτή περιλαμβάνει συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα 2600 μετρήσεων με ατομικά

δοσίμετρα σε 11 ευρωπαϊκά διυλιστήρια, για όλη τη διάρκεια της βάρδιας. Οι μετρήσεις έγιναν σε διάφορα τμήματα των διυλιστηρίων και σε εγκαταστάσεις των αεροδρομίων, συσκευασίας LPG και ελαιολιπαντικών. Ο μεγαλύτερος αριθμός μετρήσεων εργαζομένων στα διυλιστήρια προέρχεται από :

- χειριστές παραγωγής (1193 μετρήσεις)
- χειριστές αποθήκευσης (118 μετρήσεις)
- εργαζόμενους στη συντήρηση (516)
- οδηγούς βυτιοφόρων (212).

Σημαντικός είναι και ο αριθμός μετρήσεων (142), από εργαζόμενους στη συσκευασία ελαιολιπαντικών.

Τα βασικά συμπεράσματα από την αναφορά αυτή είναι τα ακόλουθα.

- ❖ Οι πλέον υψηλές εκθέσεις καταγράφονται με φθίνουσα ένταση στις ακόλουθες ειδικότητες και εργασίες:
 - στους εργαζόμενους στην παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος και ατμού
 - στο προσωπικό των πλοίων στους σταθμούς διανομής
 - στους χειριστές των εγκαταστάσεων στα αεροδρόμια
 - στους χειριστές παραγωγής
 - στους χειριστές εμφιάλωσης LPG
 - στους εργαζόμενους στη συντήρηση
 - στους οδηγούς βυτιοφόρων
 - στους εργαζόμενους στη συσκευασία ελαιολιπαντικών
 - στους χειριστές αποθηκών.

Οι τρεις βασικές ειδικότητες των διυλιστηρίων, δηλαδή οι χειριστές παραγωγής, οι χειριστές αποθηκών και οι συντηρητές, εκτίθενται συχνά σε επίπεδα στάθμης θορύβου πάνω από 85 dB(A).

Για την 3ετία 1996-1999 από την οποία προέρχονται οι πιο πρόσφατες μετρήσεις, προκύπτει ότι :

- ❖ το 53,6% των χειριστών παραγωγής ήταν εκτεθειμένοι σε μέση σταθμισμένη ημερήσια δόση θορύβου άνω των 85dB(A)
- ❖ για τους χειριστές αποθήκευσης το ποσοστό εκτιθέμενων σε πάνω από 85dB(A) ήταν 26,1%, σημαντικά μικρότερο
- ❖ οι εργαζόμενοι στη Συντήρηση είχαν μέση ημερήσια σταθμισμένη έκθεση σε θόρυβο άνω 85dB(A) σε ποσοστό 43,7%
- ❖ μόνο το 10% των εργαζομένων στην παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος έχει μέση σταθμισμένη ημερήσια έκθεση σε θόρυβο μικρότερη από 85dB(A)
- ❖ οι εργαζόμενοι στα εργαστήρια σε ποσοστό 90% είχαν μέση σταθμισμένη ημερήσια έκθεση θορύβου μικρότερη από 83 dB(A).

Συνοψίζοντας, με τα στοιχεία της αναφοράς αυτής της CONCAWE, επιβεβαιώνεται η έκθεση των εργαζομένων στα διυλιστήρια σε θόρυβο. Όλοι οι εργαζόμενοι στα Διυλιστήρια ανεξάρτητα από ειδικότητα ή εργασιακό καθήκον, που απασχολούνται στα «πεδία» παραγωγής, αποθήκευσης, διανομής, βοηθητικών εγκαταστάσεων, αποβλήτων φύλαξης, πυρασφάλειας,

μετρήσεων κ.λπ., είναι εκτεθειμένοι σε θόρυβο, συνεπώς θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα μείωσης του θορύβου και οι συγκεκριμένοι εργαζόμενοι να συμπεριλαμβάνονται σε προγράμματα ιατρικής επίβλεψης και περιοδικής παρακολούθησης της ακοής.

3.2.18.3 Παράγοντες εργασιακού κινδύνου εκτός του θορύβου, που μπορεί να επιδράσουν στην ακοή των εκτιθέμενων και να προκαλέσουν βαρηκοΐα

Εκτός από το θόρυβο, που είτε μέσω ενός οξέος ακουστικού τραύματος, είτε μέσω χρόνιας αθροιστικής βλάβης μπορεί να προκαλέσει επαγγελματική βαρηκοΐα, υπάρχουν μια σειρά παράγοντες κινδύνου, που μπορεί να βλάψουν τη λειτουργία της ακοής στους χώρους εργασίας. Η δράση τους είτε είναι αυτοτελής, είτε συνυπάρχει με την έκθεση σε θόρυβο. Τέτοιοι παράγοντες είναι για παράδειγμα οι κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις, οι μεταβολές πίεσης αέρα, η ταυτόχρονη έκθεση σε θόρυβο και άλλους φυσικούς παράγοντες (ψύχος, δονήσεις, αυξημένη πίεση).

Ιδιαίτερα σημαντική για τους εργαζόμενους στα διυλιστήρια είναι η επίδραση στην ακοή διαφόρων χημικών παραγόντων του εργασιακού χώρου. Ορισμένοι διαλύτες, εκτός από βλάβες στο κεντρικό νευρικό σύστημα ή στο περιφερικό νευρικό σύστημα (περιφερικές νευροπάθειες), μπορεί να προκαλέσουν ωτοτοξικές βλάβες. Στους ωτοτοξικούς παράγοντες, ανήκουν το βενζόλιο, το τολουόλιο, ο διθειάνθρακας, μείγματα διαλυτών, ο τετραχλωράνθρακας. Ορισμένοι χημικοί παράγοντες, εκτός από τον κοχλία, ενδέχεται να προσβάλλουν και την αίθουσα με ερεθιστικά φαινόμενα, όπως ναυτία, ζάλη, ιλίγγους ή με πρόκληση διαταραχών στην ισορροπία. Βλάβη στην ακοή και στην αίθουσα, μπορεί να προκαλέσουν ο τετραχλωράνθρακας, ο διθειάνθρακας, το μονοξείδιο του άνθρακα και τα παράγωγα του βενζολίου, όπως νιτροβενζόλιο, αμινοβενζόλιο. Στην περίπτωση της ταυτόχρονης έκθεσης και σε ωτοτοξικούς χημικούς παράγοντες, η θορυβογενής βαρηκοΐα, ενδέχεται να επιβαρυνθεί κατά 12–18 dB(A) επιπλέον της αναμενόμενης από τη στάθμη του θορύβου.

Τέλος, άλλοι παράγοντες που επιβαρύνουν τη θορυβογενή βαρηκοΐα είναι:

- ταυτόχρονη έκθεση σε θόρυβο και νυκτερινή εργασία, μπορεί να αυξήσει τη θορυβογενή βαρηκοΐα 8-10 dB(A) στις συχνότητες 36 KHz.
- το κάπνισμα μέσω της νικοτίνης και του μονοξειδίου του άνθρακα, δύναται να συμβάλει στην επιδείνωση της θορυβογενούς βαρηκοΐας κατά 8 – 11 dB(A).
- άλλοι παράγοντες του χώρου εργασίας που μπορούν να επιτείνουν τη δυσμενή επίδραση του θορύβου στην ακοή, είναι το στρες, η εργασία υπό πίεση χρόνου και η στατική φόρτιση από εργασία με τα χέρια πιο ψηλά από το κεφάλι.

Είναι εύκολα αντιληπτή η σημασία της ιδιαίτερης επιμονής από το γιατρό εργασίας στο ιστορικό έκθεσης σε παράγοντες επαγγελματικού κινδύνου στα διυλιστήρια κατά την εξέταση της ακοής. Ευρήματα του ακουογράμματος που δεν μπορούν εύκολα να εξηγηθούν από τη στάθμη της ατομικής έκθεσης θορύβου, ενδέχεται να οφείλονται στην ταυτόχρονη έκθεση και σε άλλους παράγοντες κινδύνου.

3.2.19 Άλλοι παράγοντες κινδύνου

Σε όλες τις εργασίες που εκτελούνται σε ένα διυλιστήριο υπεισέρχονται φυσικά και κίνδυνοι που συναντώνται στην πλειοψηφία των χώρων εργασίας. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στους βασικότερους από αυτούς, χωρίς όμως να αναλύονται σε βάθος.

- Κίνδυνοι **εργονομικοί** οι οποίοι προέρχονται από χειρωνακτική διακίνηση φορτίων, κακές στάσεις σώματος κατά τη διάρκεια εργασίας (π.χ. ανάγκη επιδιόρθωσης εξοπλισμού που βρίσκεται σε δυσπρόσιτο σημείο, είσοδος σε κλειστό χώρο / στενότητα χώρου κ.λπ.), εργασία σε οθόνες οπτικής απεικόνισης, στα χημικά εργαστήρια κ.ά. Στις έκτακτες καταστάσεις και τις εργασίες συντήρησης οι μυοσκελετικές φορτίσεις μπορεί να είναι ιδιαίτερα μεγάλες. Όλες οι θέσεις εργασίας είναι θέσεις **υψηλής ευθύνης, αυξημένης προσοχής και ψυχικής έντασης**. Στις έκτακτες καταστάσεις μπορεί να υπάρχουν έντονες, αισθητηριακές, νοητικές και ψυχικές φορτίσεις, ταυτόχρονα. Αρκετές θέσεις εργασίας είναι μεμονωμένες (απομακρυσμένες από την οπτική επαφή άλλων). Σημαντικούς παράγοντες επιβαρύνσεων, όπως ήδη αναφέρθηκε, αποτελούν τα υποχρεωτικά κυκλικά ωράρια, οι νυκτερινές βάρδιες και οι εργασίες κατά τις αργίες και τις εξαιρέσιμες. Συχνά υπάρχουν **υπερωρίες** που δεν είναι προβλέψιμες (π.χ. επί βλαβών) ή υπάρχουν ωράρια διάρκειας πάνω από 8 ώρες. Ιδιαίτερες ψυχονοητικές φορτίσεις προέρχονται από την ταυτόχρονη απασχόληση εργολαβικών συνεργείων στις εγκαταστάσεις των Διυλιστηρίων. Δυσμενείς επιπτώσεις έχει και η **εντατικοποίηση** της εργασίας (π.χ. λόγω μείωσης προσωπικού και γενικότερα αύξησης του φόρτου εργασίας). Οι επιπτώσεις αυτών των παραγόντων μπορεί να είναι πολύ σοβαρές για την υγεία και ασφάλεια των εργαζομένων. Για παράδειγμα, σε μελέτες στη βιβλιογραφία αναφέρονται συνέπειες από την υπερωριακή εργασία, όπως μυοσκελετικές διαταραχές και πρόωροι τοκετοί. Αξίζει να σημειωθεί ότι στην Ιαπωνία, το σύνδρομο Karoshi περιλαμβάνει τους θανάτους ή τη σοβαρή αναπηρία από καρδιαγγειακά αίτια, που σχετίζονται με τις πολλές ώρες εργασίας. Άλλες μελέτες έχουν αναδείξει ευρήματα για στατιστικά σημαντική αύξηση της θνησιμότητας στους εργαζόμενους που εργαζόντουσαν υπερωριακά (overtime work) πάνω από 5 ώρες την εβδομάδα. Στη διεθνή βιβλιογραφία έχει τεκμηριωθεί ότι τόσο η διαταραχή των κερκάρδιων ρυθμών, η κόπωση, οι διαταραχές του ύπνου, η εργασιακή ανασφάλεια, το στρες κ.λπ., οδηγούν στην αύξηση των εργατικών ατυχημάτων.
- **Μηχανικοί κίνδυνοι** από χρήση εργαλείων χειρός, κινούμενα αντικείμενα εξοπλισμού όπως εγκλωβισμό άνω / κάτω άκρων, κοψίματα, τρυπήματα κ.λπ. Οι κίνδυνοι αυτοί αφορούν κυρίως εργαζόμενους της μονάδας συντήρησης και κατασκευών.
- Σχεδόν το σύνολο των εγκαταστάσεων βρίσκονται σε **ανοιχτό χώρο** και έτσι οι εργαζόμενοι είναι πολλές φορές εκτεθειμένοι στα στοιχεία της φύσης (κρύο, ζέστη, βροχή κ.λπ.).
- Η **θερμοκρασία** στους χώρους της εγκατάστασης μπορεί επίσης να επηρεάζεται σημαντικά από την ύπαρξη εγκαταστάσεων όπως φούρνοι, σωλήνες παροχής ατμού, αντιδραστήρες κ.λπ., τα οποία μπορούν να ανεβάζουν τη μέση θερμοκρασία σημαντικά. Αυτό μπορεί να προκαλέσει προβλήματα ιδιαίτερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Επιπλέον

ον, στο πλαίσιο των μέτρων προστασίας της υγείας και ασφάλειας των εργαζομένων, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι συνθήκες θερμοκρασίας – υγρασίας που επικρατούν εντός των αιθουσών ελέγχου, των εργαστηρίων κ.λπ. Θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα ώστε οι συνθήκες μικροκλίματος να βρίσκονται σε επίπεδα «θερμικής άνεσης».

- Ο φυσικός **φωτισμός** μπορεί να επηρεάζεται σε σημεία που υπάρχει πληθώρα υπερκείμενων σωληνώσεων και εγκαταστάσεων και να απαιτείται επιπρόσθετος τεχνητός φωτισμός. Καθώς τα διυλιστήρια λειτουργούν σε 24 ωρη βάση το πρόβλημα του ελλιπούς φωτισμού μπορεί να επιδεινώνεται κατά τις βραδινές βάρδιες. Αντίστοιχα, θα πρέπει να υπάρχει και φωτισμός ασφαλείας για περιπτώσεις διακοπής ρεύματος, ιδιαίτερα σε εσωτερικούς χώρους κτηρίων. Οι κίνδυνοι που σχετίζονται με ανεπάρκεια της έντασης του φωτισμού αφορούν και τους εργαζόμενους που εργάζονται σε οθόνες οπτικής απεικόνισης (οπτική κόπωση, θάμβωση κ.λπ.).



- Κίνδυνοι που σχετίζονται με έκθεση σε **δονήσεις** κατά τη διάρκεια χρησιμοποίησης διαφόρων τύπων εξοπλισμού εργασίας.
- Έκθεση σε **βιολογικούς παράγοντες** κινδύνου (π.χ. στους βιολογικούς καθαρισμούς, λόγω της λειτουργίας κλιματιστικών μηχανημάτων, σε ρυπαρούς χώρους από ερπετά, τρωκτικά κ.λπ.).

- Κατά τον ραδιογραφικό έλεγχο δεξαμενών και σωληνώσεων, υπάρχει έκθεση σε ιοντίζουσα **ακτινοβολία** γ. Από τη βιβλιογραφία είναι γνωστό ότι κατά την εξόρυξη του αργού πετρελαίου υπάρχει κίνδυνος έκθεσης σε φυσικά ραδιενεργά ισότοπα.
- Πολύ σημαντικός είναι ο κίνδυνος **τραυματισμού από διερχόμενα οχήματα** εντός και εκτός των εγκαταστάσεων. Θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα κατάλληλης διευθέτησης των χώρων κυκλοφορίας (ηχητική και οπτική σήμανση κ.λπ.).
- **Σκόνη και ίνες** υπάρχουν σε όλα τα συστήματα μονώσεων, που όμως αφορούν κυρίως όσους ασχολούνται με τις συντηρήσεις των σωληνώσεων, των εγκαταστάσεων παραγωγής, βοηθητικών εγκαταστάσεων κ.ο.κ.

3.3 Περιγραφή δυνητικών κινδύνων διεργασιών

Στις παρακάτω παραγράφους θα εξετασθούν οι διάφορες διεργασίες που εκτελούνται στις μονάδες διύλισης πετρελαίου και θα αναλυθούν οι κίνδυνοι για την ασφάλεια και υγεία των εργαζομένων που εμφανίζονται στις διαδικασίες που ορίζουν την κάθε διεργασία.

3.3.1 Διεργασίες αφαλάτωσης

Σε μια μονάδα αφαλάτωσης αργού πετρελαίου υπάρχει πάντα ο κίνδυνος πυρκαγιάς από τυχόν διαρροές στα σημεία όπου γίνεται η θέρμανση του αργού πετρελαίου με αποτέλεσμα να υπάρχει διαρροή συστατικών του αργού με χαμηλό σημείο ζέσεως.

Στην περίπτωση που δεν γίνει σωστά η αφαλάτωση του αργού, τότε δημιουργούνται σοβαρά προβλήματα από τις επικαθήσεις που δημιουργούνται σε σωληνώσεις, εναλλάκτες θερμότητας στις επόμενες διεργασίες. Οι επικαθήσεις που δημιουργούνται στην περίπτωση αυτή φράζουν τους σωλήνες και περιορίζουν τη ροή και την μεταφορά θερμότητας στους εναλλάκτες με αποτέλεσμα να υπάρχει κίνδυνος από την αύξηση της πίεσης και της θερμοκρασίας που προκαλείται. Αντίστοιχος κίνδυνος αστοχίας της μονάδας αφαλάτωσης υπάρχει λόγω υπερπίεσης του συστήματος σε περίπτωση που υπάρξει φράξιμο των σωληνώσεων.

Η ύπαρξη στοιχείων όπως υδρόθειο, υδροχλωρικό οξύ, ναφθενικά (οργανικά) οξέα, και άλλες προσμίξεις στη σύσταση του αργού συμβάλουν στη διάβρωση του εξοπλισμού και έτσι δημιουργούν κινδύνους από αστοχία του εξοπλισμού. Εξουδετερωμένα άλατα όπως χλωριούχο αμμώνιο και θειικά) μπορούν επίσης να προκαλέσουν διάβρωση στην περίπτωση που έρθουν σε επαφή με νερό (υγρασία).

Όσον αφορά κινδύνους για την υγεία και ασφάλεια του εργαζόμενου λόγω του ότι η διεργασία γίνεται σε κλειστό κύκλωμα υπάρχουν μειωμένες πιθανότητες για έκθεση στο αργό πετρέλαιο εκτός βέβαια από τις περιπτώσεις που έχουμε διαρροή. Στην περίπτωση αυτή υπάρχει κίνδυνος έκθεσης σε αμμωνία, χημικά απορρυπαντικά (αντιγαλακτωματοποιητικά πρόσθετα), καυστικά ή / και οξέα. Στις περιπτώσεις όπου έχουμε αυξημένες θερμοκρασίες κατά την αφαλάτωση αργού με αυξημένη περιεκτικότητα σε θείο υπάρχει κίνδυνος έκλυσης υδρόθειου.

Ανάλογα με την ποιότητα του αργού πετρελαίου και τα χημικά που χρησιμοποιούνται στη διεργασία της αφαλάτωσης, τα απόβλητα ύδατα μπορεί να περιέχουν χλωρίδια, σουλφίδια, δι-καρβονικά, αμμωνία, υδρογονάνθρακες, φαινόλες και αιωρούμενα σωματίδια σε διάφορες συγκεντρώσεις. Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται γη διατόμων για το φιλτράρισμα τότε η έκθεση θα πρέπει να ελαχιστοποιείται και να ελέγχεται. Η ουσία αυτή μπορεί να περιέχει μικρο-σωματίδια πυριτικού ανυδρίτη ουσία που αποτελεί σοβαρό αναπνευστικό κίνδυνο.

Για το λόγο αυτό θα πρέπει να θεσπίζονται και να τηρούνται οι κανόνες ασφαλούς εργασίας και να λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφάλειας συμπεριλαμβανομένων και μέσων ατομικής προστασίας στις περιπτώσεις που ο εργαζόμενος έρχεται σε επαφή με χημικά ή και άλλους κινδύνους όπως η θερμότητα. Αυτό θα μπορούσε να συμβεί σε περιπτώσεις συντήρησης, περιοδικού ελέγχου των εγκαταστάσεων ή κατά τη διάρκεια δειγματοληψιών.

3.3.2 Διεργασίες απόσταξης (ατμοσφαιρικής, κενού, άλλες στήλες)

Οι διεργασίες που εκτελούνται στις μονάδες απόσταξης είναι «κλειστού τύπου» και έτσι η έκθεση σε κίνδυνο είναι μειωμένη. Παρόλα αυτά βέβαια, πυρκαγιά μπορεί να προκληθεί στους καυστήρες και τους εναλλάκτες σε περίπτωση που υπάρξει κάποια διαρροή.

Σε περίπτωση που δε λειτουργήσουν τα αυτόματα συστήματα διατήρησης πίεσης και θερμοκρασίας υπάρχει κίνδυνος θερμικής πυρόλυσης του αργού. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η ύπαρξη συστημάτων ελέγχου και αντίστοιχες βαλβίδες «ανακούφισης» της πίεσης.

Πρέπει επίσης να υπάρχει έλεγχος έτσι ώστε να αποφευχθεί η είσοδος αργού στα σημεία τροφοδοσίας της μονάδας αναμόρφωσης.

Το νερό που κατακάθεται στον πυθμένα του πύργου απόσταξης (περιέχεται στο αργό ή από συμπύκνωση του ατμού που χρησιμοποιείται) μπορεί αφού θερμανθεί στο σημείο βρασμού του να προκαλέσει έκρηξη [varogization explosion] σε επαφή του με το πετρέλαιο που βρίσκεται στη μονάδα.

Διάβρωση μπορεί να προκληθεί σε διάφορα τμήματα του εξοπλισμού:

- τμήματα του φούρνου προθέρμανσης και του αντίστοιχου εναλλάκτη από επαφή με υδροχλωρικό οξύ, υδρόθειο και ενώσεων θείου καθώς και τα κάτω τμήματα του εναλλάκτη θερμότητας
- στον πύργο ατμοσφαιρικής απόσταξης, τον πύργο κενού και τον καυστήρα κενού από υδρόθειο, ενώσεις θείου και οργανικά οξέα
- τα ανώτερα τμήματα του εξοπλισμού από υδρόθειο, υδροχλωρικό οξύ και νερό
- σε περιπτώσεις που γίνεται διύλιση αργού με υψηλή περιεκτικότητα σε θείο τότε σοβαρή διάβρωση μπορεί να σημειωθεί στις σωληνώσεις του καυστήρα στην περίπτωση της ατμοσφαιρικής αλλά και της απόσταξης υπό κενό σε σημεία όπου η θερμοκρασία του μετάλλου υπερβαίνει τους 232°C
- υγρό υδρόθειο μπορεί επίσης να προκαλέσει ρωγμές στο χάλυβα
- σε περιπτώσεις διύλισης αργού με υψηλή περιεκτικότητα σε άζωτο, δημιουργούνται οξεί-

δια του αζώτου στα καυσαέρια των καυστήρων, τα οποία είναι διαβρωτικά για το χάλυβα όταν ψύχονται σε χαμηλές θερμοκρασίες υπό την παρουσία νερού.

Διάφορα χημικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν με σκοπό τον περιορισμό της διάβρωσης από το υδροχλωρικό οξύ που παράγεται στις μονάδες απόσταξης. Μπορεί να γίνει ψεκασμός αμμωνίας στον ατμό του αργού προ της αρχικής συμπύκνωσης ή / και να ψεκαστεί αλκαλικό διάλυμα στο θερμό αργό πετρέλαιο. Στην παραπάνω περίπτωση, εφόσον δε γίνει ανάλογος ψεκασμός - καθαρισμός με νερό, υπάρχει πιθανότητα δημιουργίας επικαθήσεων χλωριούχου αμμωνίας η οποία είναι διαβρωτική. Θα πρέπει, επίσης, να γίνονται προσπάθειες κατά τη φάση του σχεδιασμού έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται η χρήση αντλιών με σκοπό την ελαχιστοποίηση των κινδύνων.

Υψηλά επίπεδα θορύβου μπορούν να υπάρξουν λόγω της χρήσης αντλιών αλλά και στα σημεία όπου γίνεται δημιουργία κενού (τζιφάρια).

Κίνδυνοι για την υγεία μπορεί να εμφανιστούν σε περιπτώσεις όπου γίνεται διύλιση αργού με υψηλή περιεκτικότητα σε θείο. Υπάρχει πιθανότητα έκθεσης σε υδρόθειο στον εναλλάκτη θερμότητας και στον καυστήρα του προθερμαντήρα, στο θάλαμο καύσης και τα ανώτερα στοιχεία, στον καυστήρα κενού και τον πύργο κενού καθώς και στον πυθμένα του εναλλάκτη. Υδροχλωρικό οξύ μπορεί να εμφανιστεί στον εναλλάκτη του προθερμαντήρα και στα ανώτερα τμήματα του πύργου απόσταξης. Τα υγρά απόβλητα μπορεί να περιέχουν υδατοδιαλυτές θειώδεις ενώσεις σε μεγάλες συγκεντρώσεις και άλλες υδατοδιαλυτές ενώσεις όπως αμμωνία, χλωρίδια, φαινόλες, μερκαπτάνες κ.λπ., ανάλογα με την ποιότητα του αργού και τα χημικά που χρησιμοποιήθηκαν κατά την επεξεργασία. Το αργό πετρέλαιο αλλά και οι διεργασίες απόσταξης περιέχουν αρωματικά με υψηλά σημεία ζέσεως στους οποίους περιλαμβάνονται και οι καρκινογόνοι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες. Μικρής διάρκειας έκθεση σε ατμούς νάφθας υψηλής περιεκτικότητας μπορεί να προκαλέσει πονοκέφαλο, ναυτία, ζάλη ενώ παρατεταμένη έκθεση μπορεί να προκαλέσει απώλεια αισθήσεων. Λόγω της ύπαρξης βενζόλιου στη νάφθα θα πρέπει να γίνεται προσπάθεια για ελαχιστοποίηση της έκθεσης. Η ύπαρξη κανονικού εξανίου μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στο κεντρικό νευρικό σύστημα.

Πρακτικές ασφαλούς εργασίας θα πρέπει να εφαρμόζονται σε κάθε περίπτωση επαφής με χημικά. Κατάλληλα μέτρα ατομικής προστασίας θα πρέπει να λαμβάνονται κατά περίπτωση για προστασία από θερμότητα, θόρυβο και κινδύνους από επαφή με χημικά κατά τη διάρκεια ενεργειών ρουτίνας, δειγματοληψιών, ελέγχων και συντηρήσεων.

3.3.3 Διεργασίες πυρόλυσης

3.3.3.1 Διεργασίες θερμικής πυρόλυσης & εξανθράκωσης

Η θερμική πυρόλυση είναι μια κλειστή διεργασία και έτσι ο κίνδυνος πυρκαγιάς υπάρχει στην περίπτωση που έχουμε κάποια διαρροή και επαφή με κάποια πηγή ανοιχτής φλόγας όπως σε έναν καυστήρα. Στην περίπτωση της εξανθράκωσης κίνδυνος πυρκαγιάς υπάρχει στην περι-

πτώση διαρροής ατμών αλλά και στην περίπτωση που οι θερμοκρασίες ξεφύγουν εκτός ελέγχου καθώς μπορεί να προκληθεί εξώθερμη αντίδραση στο εσωτερικό του αντιδραστήρα.

Όταν η περιεκτικότητα σε θείο είναι αυξημένη, τότε διάβρωση μπορεί να προκληθεί στα μεταλλικά μέρη στον καυστήρα, στα δοχεία, το κάτω μέρος του πύργου καθώς και στους εναλλάκτες υψηλών θερμοκρασιών, όταν οι θερμοκρασίες είναι μεταξύ 232 - 482 °C. Σε θερμοκρασίες πάνω από τους 482 °C δημιουργείται ένα προστατευτικό στρώμα άνθρακα στο μέταλλο. Αν όμως η θερμοκρασία δε διατηρείται πάνω από αυτά τα επίπεδα τότε μπορεί να προκληθεί διάβρωση από υδρόθειο. Οι συνεχείς θερμικές μεταβολές μπορούν να δημιουργήσουν ρωγμές και στρεβλώσεις στα τοιχώματα των κάδων.

Οι θερμοκρασίες πρέπει να διατηρούνται μέσα σε πολύ στενά πλαίσια μερικών βαθμών. Πολύ υψηλές θερμοκρασίες μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός πολύ σκληρού περιβλήματος στα τοιχώματα των δοχείων το οποίο είναι πολύ δύσκολο να αφαιρεθεί με μηχανικό ή άλλο τρόπο. Συνήθως γίνεται χρήση τεχνικών εκτόξευσης νερού ή ατμού στα τοιχώματα για να αποφευχθεί η συσσώρευση του άνθρακα, αλλά χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στο να αφαιρεθεί εντελώς το νερό από το εσωτερικό της συσκευής έτσι ώστε να αποτραπεί πιθανή έκρηξη κατά τη διάρκεια της επαναφόρτωσης με θερμό άνθρακα. Σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης η εκτόξευση νερού ή ατμού από την πλατφόρμα εργασίας θα πρέπει να γίνεται με διαφορετικό πιο ασφαλή τρόπο. Από την άλλη, χαμηλότερες (των ορίων βέλτιστης λειτουργίας) θερμοκρασίες έχουν ως αποτέλεσμα την παραγωγή λάσπης με υψηλή περιεκτικότητα σε ασφαλτο.

Κίνδυνος υπάρχει επίσης για εγκαύματα από επαφή με θερμό άνθρακα, ατμό, νερό ή και λάσπη σε περίπτωση διαρροής ή σε περίπτωση εκτόξευσης κατά τη διάρκεια ανοίγματος των συσκευών.

Όσον αφορά θέματα υγείας και ασφάλειας στη περίπτωση της εξανθράκωσης υπάρχει κίνδυνος έκθεσης σε επικίνδυνα αέρια όπως υδρόθειο και μονοξείδιο του άνθρακα, αρωματικής νάφθας που περιέχει βενζόλιο καθώς και σε καρκινογόνους πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες. Υπάρχει, επίσης, κίνδυνος από μείωση του οξυγόνου σε κλειστούς χώρους καθώς ο υγρός άνθρακας απορροφά οξυγόνο. Τα υγρά απόβλητα μπορεί να είναι ισχυρά αλκαλικά και να περιέχουν σουλφίδια, αμμωνία και φαινόλη.

3.3.3.2 Διεργασίες καταλυτικής πυρόλυσης

Λόγω της ύπαρξης καυστήρων υπάρχει πάντα ο κίνδυνος φωτιάς σε περίπτωση διαρροής. Τα μέτρα προστασίας από φωτιά θα πρέπει να περιλαμβάνουν τσιμεντένια ή άλλη μόνωση στις κολώνες και τα στηρίγματα, ή σταθερά σημεία πυρόσβεσης τύπου καταιονισμού όπου η μόνωση δεν είναι δυνατό να τοποθετηθεί ή δεν είναι εύκολη η πρόσβαση σε συστήματα κατάσβεσης με νερό. Η επαφή υγρών υδρογονανθράκων με τον καταλύτη ή είσοδος τους και επαφή τους με τη θερμή ροή αερίου μπορεί να προκαλέσει εξώθερμες αντιδράσεις. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται έτσι ώστε να αποφεύγονται εκρηκτικές συγκεντρώσεις σκόνης καταλύτη κατά τη διάρκεια της αλλαγής ή της απόρριψης αυτού. Κίνδυνος για πρόκληση φωτιάς θει-

ούχου ένωσης του σιδήρου υπάρχει κατά τη διάρκεια αδειάσματος χρησιμοποιημένου εξανθρακωμένου καταλύτη. Η θειούχος ένωση του σιδήρου αναφλέγεται αυτόματα μόλις εκτεθεί σε αέρα και έτσι θα πρέπει να καταβρεχθεί με νερό για να αποφευχθεί η ανάφλεξη. Ο καταλύτης θα πρέπει να ψύχεται σε θερμοκρασίες κάτω από 49°C (κατάβρεγμα με νερό) προτού απομακρυνθεί από τον αντιδραστήρα ή η ατμόσφαιρα στους κάδους που θα απορριφθεί να έχει αδρανοποιηθεί με άζωτο και εν συνεχεία να γίνει ψύξη προτού γίνουν περαιτέρω χειρισμοί.

Όταν υπάρχει μεγάλη περιεκτικότητα σε θείο τότε διάβρωση θα πρέπει να αναμένεται στα μέταλλα σε σημεία που η θερμοκρασία είναι κάτω από τους 482°C, καθώς και σε σημεία όπου έχουμε ύπαρξη υγρής και αέριας φάσης ή σημεία με τοπική μείωση της θερμοκρασίας όπως ακροφύσια ή σημεία στήριξης. Όταν η ύλη τροφοδοσίας έχει υψηλή περιεκτικότητα σε άζωτο τότε αμμωνία και κυανίδια μπορεί να σχηματιστούν υποβάλλοντας τα μεταλλικά μέρη σε διάβρωση, ρωγμές και παραμορφώσεις (blistering). Τα φαινόμενα αυτά μπορούν να μειωθούν με ψεκασμό νερού ή χρήση αντιδιαβρωτικών. Οι διαβρωτικές ουσίες μπορούν να προκαλέσουν βλάβες στους συμπιεστές αερίων. Έλεγχοι θα πρέπει να εκτελούνται σε κρίσιμο εξοπλισμό όπως καυστήρες, εναλλάκτες θερμότητας, αντλίες, συμπιεστές. Οι έλεγχοι θα πρέπει να επικεντρώνονται σε περιπτώσεις διαρροών λόγω διάβρωσης, συσσώρευση / επικαθήσεις καταλύτη ή άνθρακα ή υπολείμματος σε γραμμές μεταφοράς και εξαρτήματα του εξοπλισμού.

Λόγω του ότι η διεργασία καταλυτικής πυρόλυσης είναι κλειστή υπάρχει πολύ μικρός κίνδυνος για έκθεση υπό φυσιολογικές συνθήκες λειτουργίας. Στη διεργασία αυτή πρέπει να γίνονται συχνοί έλεγχοι και δοκιμές στην πρώτη ύλη τροφοδοσίας αλλά και στο παραγόμενο προϊόν, έτσι ώστε να ελέγχεται ότι δεν υπάρχουν ακαθαρσίες στο ρεύμα επεξεργασίας. Κατά τη διάρκεια δειγματοληψιών ή εάν υπάρξει κάποια διαρροή, υπάρχει κίνδυνος έκθεσης σε υπέρθερμους υγρούς υδρογονάνθρακες ή ατμούς υδρογονανθράκων. Επιπρόσθετα υπάρχει ο κίνδυνος έκθεσης σε υδρόθειο, διοξείδιο και μονοξείδιο του άνθρακα σε περίπτωση διαρροής αλλά και σε καρκινογόνους πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες και αρωματική νάφθα που περιέχει βενζόλιο. Συγκεντρώσεις καρβονιλίου του νικελίου (ισχυρά τοξικό) μπορεί να σχηματιστούν σε περιπτώσεις που γίνεται χρήση καταλύτη νικελίου.

Κατά τη διαδικασία αναγέννησης του καταλύτη (περιλαμβάνει απογύμνωση με ατμό και αποεξανθράκωση) υπάρχει κίνδυνος έκθεσης στα υγρά απόβλητα που περιέχουν υδρογονάνθρακες, φαινόλη, αμμωνία υδρόθειο, μεκραπτάνες και άλλες επικίνδυνες ουσίες σε διάφορες συγκεντρώσεις ανάλογα με την πρώτη ύλη και τις ακριβείς διεργασίες που χρησιμοποιούνται.

Πρακτικές ασφαλούς εργασίας θα πρέπει να εφαρμόζονται σε κάθε περίπτωση επαφής με χημικά. Επίσης, θα πρέπει να γίνεται χρήση κατάλληλων μέσων ατομικής προστασίας κατά τη διάρκεια ενεργειών ρουτίνας, δειγματοληψιών, ελέγχων και συντηρήσεων και κυρίως σε περιπτώσεις χειρισμού καταλύτη (αλλαγής χρησιμοποιημένου καταλύτη ή προσθήκης νέου).

3.3.3.3 Διεργασίες υδρογονοπυρόλυσης

Λόγω του ότι η μονάδα αυτή λειτουργεί σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις είναι πολύ σημαντικός ο έλεγχος για διαρροές υδρογονανθράκων και υδρογόνου για να μειωθεί ο κίνδυνος εκδήλωσης πυρκαγιάς. Έλεγχος θα πρέπει, επίσης, να γίνεται σε βαλβίδες και συστήματα ανακούφισης πίεσης της εγκατάστασης. Κατάλληλος έλεγχος πρέπει να γίνεται κατά τη διάρκεια της διεργασίας για να αποφευχθεί τυχόν φραγή των αντιδραστήρων (κλίνες).

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται έτσι ώστε να αποφεύγονται εκρηκτικές συγκεντρώσεις σκόνης καταλύτη κατά τη διάρκεια της αλλαγής ή της απόρριψης αυτού. Κίνδυνος για πρόκληση φωτιάς θειούχου ένωσης του σιδήρου υπάρχει κατά τη διάρκεια αδειάσματος χρησιμοποιημένου εξανθρακωμένου καταλύτη. Η θειούχος ένωση του σιδήρου αναφλέγεται μόλις εκτεθεί σε αέρα και έτσι θα πρέπει να καταβρεχθεί με νερό για να αποφευχθεί η ανάφλεξη. Ο καταλύτης θα πρέπει να ψύχεται σε θερμοκρασίες κάτω από 49°C (κατάβρεξη με νερό) προτού απομακρυνθεί από τον αντιδραστήρα ή η ατμόσφαιρα στους κάδους που θα απορριφθεί να έχει αδρανοποιηθεί με άζωτο και εν συνεχεία να γίνει ψύξη προτού γίνουν περαιτέρω χειρισμοί.

Λόγω των υψηλών θερμοκρασιών και της παρουσίας υδρογόνου η περιεκτικότητα της πρώτης ύλης τροφοδοσίας σε υδρόθειο θα πρέπει να διατηρείται στο ελάχιστο για να αποφευχθεί η πιθανότητα σημαντικής διάβρωσης. Σε περιοχές που υπάρχει υγρασία πρέπει να γίνεται έλεγχος για διάβρωση από υγρό διοξείδιο του άνθρακα. Όταν η πρώτη ύλη τροφοδοσίας έχει υψηλή περιεκτικότητα σε ενώσεις αζώτου, τότε η αμμωνία και το υδρόθειο σχηματίζουν ένυδρο θεικό αμμώνιο το οποίο προκαλεί σημαντική διάβρωση σε θερμοκρασίες κάτω από το σημείο δρόσου. Το ένυδρο θεικό αμμώνιο είναι επίσης παρόν σε διεργασίες απογύμνωσης οξίνου νερού (υγρά απόβλητα που περιέχουν υδρόθειο και διοξείδιο του άνθρακα).

Λόγω του ότι η διεργασία υδρογονοπυρόλυσης είναι κλειστή υπάρχει πολύ μικρός κίνδυνος για έκθεση υπό φυσιολογικές συνθήκες λειτουργίας. Υπάρχει βέβαια ο κίνδυνος έκθεσης σε αλειφατική νάφθα (περιέχει βενζόλιο), καρκινογόνους Π.Α.Υ, αέρια και ατμούς υδρογονανθράκων, αέρια με υψηλή περιεκτικότητα σε υδρογόνο και υδρόθειο σε περιπτώσεις διαρροών λόγω της υψηλής πίεσης λειτουργίας.

Επιπρόσθετα υπάρχει ο κίνδυνος έκθεσης σε μονοξείδιο του άνθρακα κατά τη διάρκεια αναγέννησης και αλλαγής του καταλύτη. Ο καθαρισμός και η αναγέννηση του καταλύτη δημιουργούν απόβλητα που περιέχουν αμμωνία και νερό με μεγάλη περιεκτικότητα σε θείο.

Πρακτικές ασφαλούς εργασίας θα πρέπει να εφαρμόζονται σε κάθε περίπτωση επαφής με χημικά καθώς και να γίνεται χρήση κατάλληλων μέσων ατομικής προστασίας κατά τη διάρκεια ενεργειών ρουτίνας, δειγματοληψιών, ελέγχων και συντηρήσεων καθώς πρωτίστως και σε περιπτώσεις χειρισμού καταλύτη (αλλαγής χρησιμοποιημένου καταλύτη ή προσθήκης νέου).

3.3.4 Διεργασίες πολυμερισμού

Σοβαρή διάβρωση και βλάβη του εξοπλισμού μπορεί να προκληθεί εάν το φωσφορικό οξύ έρθει σε επαφή με νερό, όπως σε περιπτώσεις καθαρισμού με νερό κατά το κλείσιμο μιας μο-

νάδας. Διάβρωση από επικάθηση οξέων μπορεί επίσης να προκληθεί σε άλλα τμήματα του εξοπλισμού όπως σωληνώσεις, εναλλάκτες, βραστήρες ή άλλα τμήματα του εξοπλισμού που έρχονται σε επαφή με οξέα.

Κίνδυνος επίσης υπάρχει για έκθεση σε καυστικά (καυστικό νάτριο), φωσφορικό οξύ και σκόνη καταλύτη.

Σε περίπτωση που υπάρξει βλάβη στο σύστημα ψύξης μπορεί να προκληθεί ανεξέλεγκτη εξώθερμη αντίδραση.

3.3.5 Διεργασίες αλκυλίωσης

Το θειικό οξύ και το υδροφθορικό οξύ είναι ιδιαίτερα επικίνδυνα χημικά (ισχυρά διαβρωτικά, ερεθιστικά για το αναπνευστικό και τοξικά σε περίπτωση κατάποσης) και θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή κατά τη διάρκεια μεταφοράς και χρήσης τους. Είναι σημαντικό να διατηρείται η συγκέντρωση του θειικού οξέος σε ποσοστό 85-95% για να υπάρχει εύρυθμη λειτουργία του συστήματος και να μειωθεί η προκαλούμενη διάβρωση. Στην περίπτωση του υδροφθορικού οξέος η συγκέντρωση θα πρέπει να διατηρείται πάνω από 65% και η υγρασία κάτω από 4% για να αποφευχθεί η διάβρωση. Διάβρωση και φράξιμο των σωληνώσεων προκαλείται από διάσπαση αλάτων θειικού οξέος ή όταν προστίθενται καυστικά για εξουδετέρωση. Τα άλατα αυτά μπορούν να αφαιρεθούν ή με επεξεργασία με «φρέσκο» οξύ ή με καθαρισμό με ζεστό νερό.

Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στον καθαρισμό του εξοπλισμού που έχει έρθει σε επαφή με οξέα. Θα πρέπει να γίνεται εξουδετέρωση σε κατάλληλα διαμορφωμένες μονάδες. Όλα τα εξαρτήματα που έχουν έρθει σε επαφή με υδροφθόριο θα πρέπει να καθαρίζονται καλά προτού αποσταλούν για οποιαδήποτε μορφής συντήρηση ή άλλο χειρισμό. Οι μονάδες υδροφθορικού οξέος θα πρέπει να καθαρίζονται χημικά και θα πρέπει να είναι στεγνές από υγρασία / νερό όταν πρόκειται να ξαναχρησιμοποιηθούν. Θα πρέπει επίσης να προηγείται εξουδετέρωση των οξέων προτού αυτά απορριφθούν στο σύστημα αποκομιδής αποβλήτων.

Προβλήματα μπορεί να δημιουργηθούν στην περίπτωση που υπάρξει βλάβη στο σύστημα διατήρησης της ψύξης. Η πίεση στο σύστημα του νερού ψύξης και της πλευράς των εναλλακτών που βρίσκεται ο ατμός πρέπει να διατηρείται κάτω από αυτήν της πλευράς που βρίσκεται το οξύ για να αποφευχθεί μόλυνση του νερού. Τα αέρια και οι ατμοί υδροφθορικού οξέος πρέπει να εξουδετερώνονται προτού απελευθερωθούν όπως και τα υγρά απόβλητα.

Διαρροές υδροφθορικού οξέος είναι ιδιαίτερα επικίνδυνες καθώς επαφή με τα οξέα μπορεί να προκαλέσει σοβαρά εγκαύματα στο δέρμα και τα μάτια και εισπνοή ατμών / σκόνης οξέος προκαλεί σοβαρό ερεθισμό και βλάβη στο αναπνευστικό. Πρέπει να αναφερθεί μια ιδιαιτερότητα στη συμπεριφορά του αερίου υδροφθορίου όταν διαφεύγει: διασπείρεται στην ατμόσφαιρα ακολουθώντας τους νόμους των βαρύτερων του αέρα αερίων μαζί με την επιπρόσθετη ιδιομορφία του να πολυμερίζεται και να συμπλοκοποιείται με την υγρασία του αέρα.

Πρακτικές ασφαλούς εργασίας θα πρέπει να εφαρμόζονται σε κάθε περίπτωση επαφής με χημικά. Κατάλληλα μέτρα ατομικής προστασίας (ειδικός εξοπλισμός με αντοχή σε οξέα) θα

πρέπει να λαμβάνονται ιδιαίτερα για προστασία του δέρματος και του αναπνευστικού κατά τη διάρκεια ενεργειών ρουτίνας, δειγματοληψιών, ελέγχων και συντηρήσεων καθώς και σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Θα πρέπει επίσης να υπάρχουν διαδικασίες σχολαστικού καθαρισμού του ρουχισμού (φόρμες, παπούτσια κ.λπ.) και των άλλων μέσων ατομικής προστασίας (γάντια, μάσκες, προσωπίδες κ.λπ.) μετά από κάθε χρήση καθώς και ελέγχου (για τυχόν σχιπίσματα, τρύπες, φθορά κ.λπ.) προτού αυτά επαναχρησιμοποιηθούν.

Οι πρώτες βοήθειες θα πρέπει να παρέχονται άμεσα με τη συμβολή ιατρικής βοήθειας. Οι παρέχοντες τις πρώτες βοήθειες θα πρέπει να χρησιμοποιούν και αυτοί κατάλληλα μέσα ατομικής προστασίας. Ακολούθως, τα θύματα θα πρέπει να διακομίζονται το συντομότερο δυνατό σε νοσοκομείο για περαιτέρω περίθαλψη.

Σε περίπτωση προσβολής του δέρματος⁹:

- αφαιρέστε τα επιμολυσμένα ρούχα, αφού πρώτα λάβετε τα κατάλληλα μέτρα προφύλαξης (γάντια, προσωπίδα κ.λπ.)
- ξεπλύνετε με άφθονο νερό τις πληγείσες περιοχές του δέρματος με νερό για 5-10 λεπτά
- επαλείψτε την πληγείσα περιοχή με ειδική αλοιφή [calcium gluconate gel] κάνοντας ελαφρό μασάζ για τουλάχιστον 15 λεπτά αφού έχουν παρέλθει τα συμπτώματα πόνου
- καλύψτε την περιοχή με γάζα εμποτισμένη με την εν λόγω ουσία (αλοιφή) και δέστε ελαφρά
- άμεση μεταφορά στο νοσοκομείο (με παράλληλη περίθαλψη κατά τη διάρκεια της μεταφοράς).

Σε περίπτωση προσβολής των ματιών:

- ξεπλύνετε τα μάτια με νερό για τουλάχιστον 20 λεπτά
- άμεση μεταφορά στο νοσοκομείο (με παράλληλη περίθαλψη κατά τη διάρκεια της μεταφοράς).

Σε περίπτωση προσβολής του αναπνευστικού (αέρια):

- απομακρύνετε το θύμα σε περιοχή με καθαρό αέρα
- εάν χρειαστεί εφαρμόστε τεχνητή αναπνοή, παροχή οξυγόνου (μόνο από κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό)
- άμεση μεταφορά στο νοσοκομείο (με παράλληλη περίθαλψη κατά τη διάρκεια της μεταφοράς).

Σε περίπτωση κατάποσης:

- μην προσπαθήσετε να προκαλέσετε τεχνητά εμετό
- εάν το θύμα έχει τις αισθήσεις του ξεπλύνετε καλά το στόμα με νερό
- άμεση μεταφορά στο νοσοκομείο (με παράλληλη περίθαλψη κατά τη διάρκεια της μεταφοράς).

9. HSE, Recommendations on first aid procedurer in case of Hydrofloric acid poisoning.

3.3.6 Διεργασίες καταλυτικής αναμόρφωσης

Παρότι η διεργασία είναι κλειστή, κίνδυνος για πυρκαγιά υπάρχει σε περίπτωση που έχουμε διαρροή αναμορφωμένων υδρογονανθράκων ή υδρογόνου.

Θα πρέπει να υπάρχουν οδηγίες / διαδικασίες όσον αφορά στον έλεγχο των θερμών σημείων κατά τη διάρκεια του ξεκινήματος των διεργασιών. Προσοχή πρέπει να δίνεται στο να αποφευχθεί σπάσιμο / συμπίεση του καταλύτη κατά τις διαδικασίες φόρτωσης. Όταν γίνεται αλλαγή ή αναγέννηση καταλύτη θα πρέπει να δίνεται προσοχή στη σκόνη του καταλύτη. Υπάρχει πιθανότητα για έκλυση μονοξειδίου του άνθρακα και υδροξειδίου του θείου κατά τη διάρκεια της αναγέννησης του καταλύτη.

Χρήση νερού για καθαρισμό θα πρέπει να γίνεται σε περιπτώσεις που δημιουργείται επικάλυψη των σταθεροποιητών στους αναμορφωτές λόγω δημιουργίας χλωριούχου αμμωνίου και αλάτων σιδήρου. Χλωριούχο αμμώνιο μπορεί να σχηματιστεί σε εναλλάκτες και να προκαλέσουν διάβρωση. Το υδροχλώριο (από την υδρογόνωση των στοιχείων χλωρίου) μπορεί να σχηματίσει οξέα ή και άλατα χλωριούχου αμμωνίας.

Κίνδυνος υπάρχει για έκθεση σε αλειφατική και αρωματική νάφθα, αέρια εμπλουτισμένα σε υδρογόνο, θείο και βενζόλιο σε περίπτωση διαρροής.

3.3.7 Διεργασίες ισομερίωσης

Στην περίπτωση που δεν έχει αφαιρεθεί εντελώς το θείο και το νερό από την πρώτη ύλη, τότε υπάρχει περίπτωση να σχηματιστούν οξέα τα οποία οδηγούν σε καταστροφή των καταλυτών και σε οξείδωση των μεταλλικών μερών. Νερό και ατμός δεν επιτρέπεται να εισέλθουν σε περιοχές όπου υπάρχει υδροχλωρικό οξύ. Θα πρέπει επίσης να λαμβάνονται μέτρα έτσι ώστε το υδροχλωρικό οξύ να μην εισέρχεται σε συστήματα αποχέτευσης.

Κίνδυνος υπάρχει για έκθεση σε ισοπεντάνιο και ατμούς ή υγρή αλειφατική νάφθα, καθώς και σε παραγόμενα αέρια πλούσια σε υδρογόνο. Σημαντικός είναι επίσης ο κίνδυνος έκθεσης σε υδροχλωρικό οξύ και σκόνη σε περίπτωση χρήσης μεταλλικού καταλύτη.

3.3.8 Διεργασίες αναμόρφωσης με ατμό

Θα πρέπει να γίνονται συχνοί έλεγχοι σε βαλβίδες λόγω της πιθανής ύπαρξης ακαθαρσιών στο υδρογόνο που θα μπορούσαν να προκαλέσουν βλάβη. Θα πρέπει να αποφεύγεται η είσοδος υπολειμμάτων καυστικών στους προθερμαντήρες για να αποφευχθεί η διάβρωση. Οι ενώσεις χλωρίου πρέπει να αποφεύγεται να εισέρχονται στους σωλήνες αναμόρφωσης για να μην καταστραφεί ο καταλύτης.

Κίνδυνος έκθεσης υπάρχει από επιμόλυνση του συμπυκνώματος με ουσίες της διεργασίας όπως: καυστικά, αμίνες, υδρογόνο, μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα.

Υπάρχει επίσης κίνδυνος εγκαύματος λόγω έκθεσης σε θερμά αέρια και υπέρθερμο ατμό στην περίπτωση που υπάρξει κάποια διαρροή.

3.3.9 Διεργασίες επεξεργασίας

3.3.9.1 Διεργασίες επεξεργασίας ασφάλτου

Ο συμπυκνωμένος ατμός από τις διάφορες διεργασίες παραγωγής ασφάλτου περιέχουν ίχνη υδρογονανθράκων. Κάθε διακοπή της παροχής κενού μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την είσοδο ατμοσφαιρικού αέρα που συνεπάγεται πρόκληση φωτιάς. Στην παραγωγή ασφάλτου η αύξηση της θερμοκρασίας στον πύργο απόσταξης κενού μπορεί να προκαλέσει την παραγωγή μεθανίου μέσω διεργασιών θερμικής πυρόλυσης. Αυτό με τη σειρά του δημιουργεί ατμούς στις δεξαμενές αποθήκευσης ασφάλτου που είναι στα όρια του εύφλεκτου αλλά δεν μπορούν να διαπιστωθούν / ελεγχθούν με χρήση κατάλληλων οργάνων / μηχανημάτων [flash testing]. Η διαδικασία εμφύσησης αέρα μπορεί να προκαλέσει την απελευθέρωση πολυκυρηνικών αρωματικών υδρογονανθράκων. Συμπυκνωμένος ατμός από τη διεργασία εμφύσησης αέρα μπορεί να περιέχει διάφορες βλαβερές ουσίες.

3.3.9.2 Διεργασίες επεξεργασίας με διαλύτη

Η διεργασία εκχύλισης με διαλύτη είναι στην ουσία μια κλειστή διεργασία και οι πιέσεις λειτουργίας που επικρατούν στις αντίστοιχες εγκαταστάσεις είναι σχετικά χαμηλές. Παρόλα αυτά ο κίνδυνος πυρκαγιάς υπάρχει σε περίπτωση που υπάρξει διαρροή και επαφή με πηγή φλόγας όπως στους θερμαντήρες και αποξηραντές. Η ρύθμιση της θερμοκρασίας είναι σημαντική έτσι ώστε να μην προκληθεί διάβρωση από τη φαινόλη.

Στη διεργασία της αποπαραφίνωσης υπάρχει κίνδυνος πυρκαγιάς σε περίπτωση που γίνει διακοπή της παροχής κενού και εισέλθει στη μονάδα αέρας. Τα κεριά μπορούν να φράξουν αγωγούς / αποχετεύσεις και επηρεάζουν επίσης το σύστημα αποβλήτων.

Στη διεργασία απασφάλτωσης είναι πολύ σημαντικό η θερμοκρασία και η πίεση να διατηρηθούν με ακρίβεια στα προβλεπόμενα πλαίσια για να μη διαταραχθεί η ισορροπία του συστήματος. Σημαντικός είναι επίσης ο έλεγχος της υγρασίας αλλά και της ποσότητας διαλύτη που χρησιμοποιείται. Κίνδυνος υπάρχει από επαφή με τη ροή του θερμού ρευστού που μπορεί να προκαλέσει εγκαύματα.

Όσον αφορά θέματα υγείας και ασφάλειας ο κίνδυνος, αν και μικρός λόγω του ότι η διεργασία είναι κλειστή, υπάρχει από έκθεση σε διαλύτες όπως φαινόλες, φουρφουράλης, γλυκόλης, μέθυλ-αίθυλ-κετόνες, αμίνες και άλλα χημικά. Κίνδυνος υπάρχει από έκθεση σε ατμούς που περιέχουν καρκινογόνους πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες, καθώς και υγροποιημένο προπάνιο, ατμούς προπανίου, υδρόθειο και διοξείδιο του θείου.

3.3.9.3 Διεργασίες υδρογονοεπεξεργασίας

Κίνδυνος για πρόκληση φωτιάς θειούχου ένωσης του σιδήρου υπάρχει κατά τη διάρκεια αδειάσματος χρησιμοποιημένου εξανθρακωμένου καταλύτη. Η θειούχος ένωση του σιδήρου αναφλέγεται αυτόματα μόλις εκτεθεί σε αέρα και έτσι θα πρέπει να καταβρεχθεί με νερό για να αποφευχθεί η ανάφλεξη. Ο καταλύτης θα πρέπει να ψύχεται σε θερμοκρασίες κάτω από 49°C (κατάβρεξη με νερό) προτού απομακρυνθεί από τον αντιδραστήρα ή η ατμόσφαιρα στους κάδους που θα απορριφθεί να έχει αδρανοποιηθεί με άζωτο και εν συνεχεία να γίνει ψύξη προτού γίνουν περαιτέρω χειρισμοί. Ειδικά αντιαφριστικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αποφευχθεί “μόλυνση” του καταλύτη.

Στις διεργασίες υδρογονοεπεξεργασίας η ποσότητα του υδρόθειου στην πρώτη ύλη θα πρέπει να διατηρείται αυστηρά σε κάποιο ελάχιστο επίπεδο έτσι ώστε να αποφευχθεί η διάβρωση. Στα τμήματα των μονάδων με χαμηλότερες θερμοκρασίες μπορεί να σχηματιστεί υδροχλώριο και να συμπυκνωθεί ως υδροχλωρικό οξύ. Στα τμήματα με υψηλές θερμοκρασίες μπορεί να σχηματιστεί ένυδρο θειικό αμμώνιο. Σε περιπτώσεις διαρροής υπάρχει κίνδυνος έκθεσης σε ατμούς αρωματικής νάφθας που περιέχουν βενζόλιο, υδρόθειο, αέριο υδρογόνο ή αμμωνία (από διαρροή όξινου νερού). Σε περίπτωση επεξεργασίας πρώτης ύλης με υψηλό σημείο ζέσεως μπορεί να υπάρξει επίσης φαινόλη.

3.3.9.4 Διεργασίες επεξεργασίας αμινών

Κατά την επεξεργασία αμινών ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίνεται στη ρύθμιση της θερμοκρασίας στη μονάδα αναγέννησης και στο βραστήρα για να μειωθεί η διάβρωση. Το οξυγόνο πρέπει να κρατηθεί μακριά από το σύστημα για να αποφευχθεί η οξειδωση των αμινών. Υπάρχει κίνδυνος έκθεσης σε ενώσεις αμινών, υδρόθειο και διοξείδιο του θείου.

3.3.10 Διεργασίες γλύκανσης & αποξήρανσης

Η διεργασία της γλύκανσης χρησιμοποιεί αέρα και οξυγόνο. Στην περίπτωση που υπάρξει περίσσια οξυγόνου στις διεργασίες αυτές, τότε υπάρχει αυξημένος κίνδυνος φωτιάς που μπορεί να ξεσπάσει από σπινθήρα στατικού ηλεκτρισμού.

Οι διεργασίες είναι κλειστές και έτσι ο κίνδυνος έκθεσης είναι σχετικά χαμηλός. Παρόλα αυτά υπάρχει κίνδυνος έκθεσης σε υδρόθειο, καυστικό νάτριο χρησιμοποιημένα καυστικά, χρησιμοποιημένους καταλύτες, σκόνη καταλύτη και παράγοντες γλύκανσης (ανθρακικό νάτριο, δισανθρακικό νάτριο).

3.3.11 Διεργασίες καθαρισμού αερίων

Στις μονάδες κορεσμένων αερίων υπάρχει κίνδυνος διάβρωσης λόγω της παρουσίας υδρόθειου, διοξειδίου του θείου και άλλων στοιχείων ως αποτέλεσμα των προηγούμενων διεργασιών. Οι ατμοί που περιέχουν αμμωνία πρέπει να αποξηραθούν πριν επεξεργασθούν. Πρόσθετα για την αποφυγή φραξίματος των εναλλακτών χρησιμοποιούνται στις διεργασίες απορρόφησης. Μέθοδοι ανασταλτικής διάβρωσης χρησιμοποιούνται για προστασία των ανώτερων στοιχείων του εξοπλισμού. Υπάρχει κίνδυνος έκθεσης σε υδρόθειο, διοξείδιο του θείου, καυστικό νάτριο, ενώσεις αμινών όπως μονοαιθυλαμίνης, διαιθυλαμίνης ή μεθυλδαιθανολαμίνης που υπάρχουν από προηγούμενες διεργασίες.

Στις μονάδες ακόρεστων αερίων διάβρωση μπορεί να προκληθεί από υγρό υδρόθειο και κυανίδια καθώς επεξεργάζονται πρώτες ύλες που προέρχονται από διεργασίες καταλυτικής πυρόλυσης. Όταν οι πρώτες ύλες προέρχονται από μονάδες καταλυτικής πυρόλυσης σταθερής κλίνης, τότε υπάρχει κίνδυνος διάβρωσης από υδρόθειο και επικαθήσεις ενώσεων αμμωνίας στα τμήματα υψηλής πίεσης των συμπιεστών. Υπάρχει κίνδυνος έκθεσης σε υδρόθειο και ενώσεις αμινών όπως μονοαιθυλαμίνης, διαιθυλαμίνης ή μεθυλδαιθανολαμίνης.

3.3.12 Διεργασίες ανάμιξης

Στις διεργασίες ανάμιξης υπάρχει κίνδυνος από διαρροές λόγω μεταγίσεων και έτσι υπάρχει αυξημένος κίνδυνος πτώσεων / ολισθήσεων. Ο χειρισμός των διαφόρων χημικών / πρόσθετων που χρησιμοποιούνται πρέπει να γίνεται με προσοχή όπως και τυχόν χειρωνακτικές μεταφορές. Κατάλληλα μέσα ατομικής προστασίας πρέπει να παρέχονται για προστασία από έκθεση σε χημικά.

3.3.13 Διεργασίες συντήρησης / ελέγχου εγκαταστάσεων

Η ασφαλής λειτουργία ενός διυλιστηρίου εξαρτάται άμεσα από τη δημιουργία και εφαρμογή προγραμμάτων και διαδικασιών προληπτικής και προγραμματισμένης συντήρησης των εγκαταστάσεων και του εξοπλισμού. Υπάρχουν προκαθορισμένες περίοδοι στη λειτουργία ενός διυλιστηρίου που η παραγωγή θα πρέπει να σταματήσει εξ ολοκλήρου προκειμένου να γίνουν οι απαραίτητοι έλεγχοι σε κρίσιμα στοιχεία των εγκαταστάσεων (βαλβίδες ασφαλείας, σωληνώσεις, συστήματα ανακούφισης πίεσης, δοχεία πίεσης, γερανούς, γερανογέφυρες, συγκολλήσεις, διάβρωση κ.λπ.). Ειδικές άδειες θα πρέπει να εκδίδονται για συγκεκριμένου τύπου εργασίες (π.χ. θερμές εργασίες, εργασίες σε κλειστούς χώρους κ.λπ.). Αντίστοιχα θα πρέπει να τηρούνται κανονισμοί και διαδικασίες που αφορούν την ασφαλή εκτέλεση των εργασιών (π.χ. μηχανισμοί απομόνωσης και αποκοπής των τμημάτων που εκτελούνται επικίνδυνες εργασίες, μέσα ατομικής προστασίας κ.λπ.). Είναι επιθυμητό να υπάρχει κεντρική μονάδα συντήρησης και ελέγχου των εγκαταστάσεων με κατάλληλα καταρτισμένο προσωπικό (γνώση σε όλα τα επίπεδα μη καταστροφικού ελέγχου, μεταλλουργία, διάβρωση κ.λπ.). Η συμβουλή και βοήθεια

από εξωτερικούς φορείς θα πρέπει να ζητείται μόνο σε περιπτώσεις που δεν είναι εφικτή η διενέργεια των ελέγχων από την εσωτερική μονάδα. Άλλος ένας ρόλος της μονάδας αυτής είναι να ελέγχει την ικανότητα εκτέλεσης συγκεκριμένων, κρίσιμων εργασιών από εργαζόμενους συγκεκριμένων ειδικοτήτων όπως ηλεκτροσυγκολλητές. Όλα τα κρίσιμα στοιχεία των εγκαταστάσεων θα πρέπει να είναι κατασκευασμένα ή ρυθμισμένα έτσι ώστε σε περίπτωση βλάβης να οδηγούν σε ασφαλείς συνθήκες (fail safe equipment).

Θέματα υγείας και ασφάλειας στα προγράμματα κατασκευής και συντήρησης εξαρτώνται από τους παρακάτω παράγοντες.

- **Απομόνωση εγκαταστάσεων.** Η απομόνωση κάποιας εγκατάστασης συνίσταται στη διακοπή παροχής από και προς την εγκατάσταση (π.χ. κάποια δεξαμενή) προκειμένου να εκτελεστούν κάποιες επικίνδυνες εργασίες (π.χ. θερμή εργασία), έτσι ώστε να αποφευχθεί η πιθανότητα μετάδοσης πυρκαγιάς σε γειτονικές εγκαταστάσεις μέσω των αγωγών τροφοδοσίας.
- **«Κλείδωμα» - απαγόρευση ενεργειών.** Η απαγόρευση εκτέλεσης συγκεκριμένων ενεργειών αποσκοπεί στο να αποφευχθεί η ακούσια ενεργοποίηση κάποιου ηλεκτρικού, μηχανικού, υδραυλικού ή πνευματικού εξοπλισμού κατά τη διάρκεια εργασιών συντήρησης που θα έθετε σε κίνδυνο την ασφάλεια και υγεία των εργαζομένων. Όλες οι παροχές ενέργειας (ηλεκτρική, υδραυλική, μηχανική, πνευματική) θα πρέπει να τίθενται εκτός λειτουργίας, με χρήση των αντίστοιχων γενικών διακοπών. Κατάλληλη σήμανση και «κλείδωμα» θα πρέπει να τοποθετείται έτσι ώστε να αποτραπεί πιθανή ενεργοποίηση του συστήματος από μη εξουσιοδοτημένο άτομο.
- **Μεταλλουργία.** Ο κλάδος της μεταλλουργίας είναι πολύ σημαντικός καθώς με τους δομικούς ελέγχους στα διάφορα τμήματα των εγκαταστάσεων μπορεί να εγγραφεί τη δομική ακεραιότητα και αντοχή αγωγών, δοχείων πίεσης, δεξαμενών, αντιδραστήρων κ.λπ. τα οποία υπόκεινται σε διάβρωση από τα οξέα και άλλα διαβρωτικά χημικά που βρίσκονται σε επαφή. Μη καταστροφικές μέθοδοι ελέγχου εφαρμόζονται σε διάφορα τμήματα των εγκαταστάσεων για να εντοπισθούν τυχόν φθορές προτού υπάρξει κάποια αστοχία. Οι εργαζόμενοι που λαμβάνουν μέρος σε ελέγχους με χρήση μεθόδων ραδιογραφίας, καθώς και άλλων χημικών ή διεισδυτικών υγρών θα πρέπει να λαμβάνουν τα απαραίτητα μέτρα ατομικής προστασίας.
- **Αποθήκες υλικών.** Στις αποθήκες φυλάσσονται όχι μόνο μηχανήματα και ανταλλακτικά εξαρτήματα αυτών, αλλά και πρώτες ύλες χημικών προϊόντων που είναι απαραίτητα για την ολοκλήρωση των διεργασιών στο διυλιστήριο. Σε αντίστοιχο χώρο πρέπει να φυλάσσονται επίσης και τα μέσα ατομικής προστασίας των εργαζομένων όπως κράνη, γάντια, φόρμες εργασίας, γυαλιά και προσωπίδες, αναπνευστικές συσκευές, υποδήματα εργασίας, πυράντοχα ρούχα και υποδήματα, προστατευτικές στολές με αντοχή σε οξέα κ.λπ. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στην αποθήκευση αυτών των προϊόντων έτσι ώστε να αποφεύγεται η ανάμιξη ασύμβατων ουσιών για αποφυγή έναρξης φωτιάς ή άλλης επικίνδυνης αντίδρασης. Τα εύφλεκτα υλικά πρέπει να αποθηκεύονται μακριά από τα οξειδωτικά και τα εκρηκτικά υλικά.

- **Εργαστήρια.** Τα εργαστήρια είναι υπεύθυνα για τον έλεγχο της ποιότητας του αργού πριν τις διάφορες διεργασίες, τον έλεγχο και τη διεξαγωγή ανάλογων ρυθμίσεων κατά τη διάρκεια των διεργασιών, αλλά και για τον τελικό ποιοτικό έλεγχο των παραγόμενων προϊόντων. Οι χειριστές αλλά και οι άλλοι εργαζόμενοι γενικότερα, θα πρέπει να είναι σε θέση να αναγνωρίζουν τους κινδύνους στους οποίους εκτίθενται από την επαφή και ανάμιξη διαφόρων εύφλεκτων ή τοξικών χημικών ουσιών και να λαμβάνουν τα κατάλληλα μέτρα ατομικής προστασίας.

3.3.14 Διεργασίες χειρισμού καταλυτών

Παρόλο που οι επιπτώσεις στην υγεία των εργαζόμενων που σχετίζονται με έκθεση σε διάφορους καταλύτες διαφέρουν, θα πρέπει να υιοθετηθεί μια γενική διαδικασία για το χειρισμό των καταλυτών έτσι ώστε να επιτευχθεί αποτελεσματική προστασία των εργαζομένων.

Οι περισσότεροι καταλύτες είναι συνήθως υπό μορφή σωματιδίων στερεού (διαφορετικής γεωμετρίας). Εξαιρέση αποτελούν οι καταλύτες υδροθωρικού, θεικού και φωσφορικού οξέος που είναι σε υγρή μορφή. Η χρήση των καταλυτών μπορεί να δημιουργήσει σκόνες, νέφη και ατμούς (ανάλογα με το αν ο καταλύτης είναι σε στερεή ή υγρή μορφή). Και στις δύο περιπτώσεις υπάρχει κίνδυνος από εισπνοή ή / και επαφή με το δέρμα και θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα προστασίας. Τα μέτρα αυτά μπορεί να είναι μείωση των εκπομπών στην πηγή και χρήση κατάλληλων μέσων ατομικής προστασίας.

Οι κύριες πηγές κινδύνου για έκθεση σχετίζονται με τις διαδικασίες προσθήκης νέου καταλύτη ή κατά τη διάρκεια εργασιών απόρριψης χρησιμοποιημένου καταλύτη και καθαρισμό των δοχείων / εξαρτημάτων που χρησιμοποιούνται για έλεγχο.

Οι επιπτώσεις στην υγεία και ασφάλεια από έκθεση σε καταλύτη εξαρτάται από τη σύνθεση του καταλύτη αλλά και το βαθμό έκθεσης. Περιλαμβάνουν συνήθως ερεθισμό του δέρματος (μεταλλικοί καταλύτες), ινωμάτωση (ζεόλιθοι) και διάβρωση (οξέα).

Οι κύριες επιπτώσεις στην περίπτωση των μεταλλικών καταλυτών (ή αλάτων μετάλλων) αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα και περιλαμβάνουν συμπτώματα από απλό ερεθισμό μέχρι καρκινογένεση.

Πίνακας 3.8

Μέταλλο	Μορφή	Κίνδυνοι για την υγεία και ασφάλεια
Κοβάλτιο	Οξειδίο	Η σκόνη μπορεί να είναι ήπια ερεθιστική στα μάτια, το δέρμα και τις βλεννώδεις μεμβράνες.
Μολυβδένιο	Οξειδίο	Η σκόνη μπορεί να είναι ήπια ερεθιστική στα μάτια, το δέρμα και τις βλεννώδεις μεμβράνες.
Νικέλιο	Οξειδίο	Η σκόνη μπορεί να είναι ήπια ερεθιστική στα μάτια, το δέρμα και τις βλεννώδεις μεμβράνες. Το νικέλιο προκαλεί ευαισθησία στο δέρμα και τα οξείδια και θειούχες ενώσεις του είναι καρκινογόνα.
Σίδηρος	Οξειδίο	Μακράς διάρκειας έκθεση σε σκόνη μπορεί να προκαλέσει βλάβες στους πνεύμονες οι οποίες μπορούν να διαγνωσθούν με ακτινογραφίες.
Χρώμιο	Χρωμικό άλας	Δερματίτιδα μπορεί να προκληθεί από επαφή με ενώσεις χρωμίου.
Άργυρος	Μέταλλο	Ενώσεις αργύρου μπορούν να προκαλέσουν μόνιμη βλάβη στο δέρμα (μπλε-γκρι αποχρωματισμός του δέρματος) καθώς επίσης και στα μάτια και τις βλεννώδεις μεμβράνες. Η βλάβη είναι μόνο αισθητική και δεν αποτελεί βλάβη για την υγεία. Εισπνοή σκόνης μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό και φλεγμονή στο αναπνευστικό.
Λευκόχρυσος (πλατίνα)	Μέταλλο	Σκόνες, σπρέι, ατμοί από άλατα λευκόχρυσου είναι ερεθιστικά για τις βλεννώδεις μεμβράνες, το δέρμα και το αναπνευστικό.
Εξολκευμένο αργίλιο (αλουμίνιο)		Η σκόνη μπορεί να είναι ήπια ερεθιστική στο δέρμα και τις βλεννώδεις μεμβράνες.

Στην περίπτωση καταλυτών ζεόλιθου το κυρίως πρόβλημα προέρχεται από τη ινώδη φύση του υλικού. Ο βαθμός στον οποίο υπάρχει αυτή η ινώδης μορφή εξαρτάται από τον τύπο του ζεόλιθου. Οι συνθετικοί ζεόλιθοι δεν παρουσιάζουν συνήθως τέτοια μορφή.

Στην περίπτωση των καταλυτών σε υγρή μορφή όπως υδροφθορικό, και θειικό οξύ οι κύριοι κίνδυνοι προέρχονται από το γεγονός ότι τα οξέα αυτά είναι ισχυρά διαβρωτικά. Υγρό υδροφθόριο ή ατμοί του σε επαφή με οποιοδήποτε σημείο του σώματος προκαλεί σοβαρότατα εγκαύματα. Επαφή με αραιωμένο διάλυμα δεν προκαλεί τόσο άμεσα αποτελέσματα.

3.3.14.1 Μέθοδοι προστασίας

Ο καλύτερος τρόπος για προστασία από σκόνης, νέφη και ατμούς καταλυτών είναι η χρήση μηχανικών μεθόδων όπως εγκλεισμός, τοπικού αερισμού, συσκευών απαγωγής σκόνης με νερό («καταρράκτης»). Έμφαση θα πρέπει να δίνεται στη μεγιστοποίηση της συγκράτησης (αυτό ισχύει ιδιαίτερα στην περίπτωση του υδροφθορίου). Ο εξοπλισμός αυτός θα πρέπει να ελέγχεται σε τακτά χρονικά διαστήματα από εξειδικευμένο προσωπικό και να διατηρείται σε καλή κατάσταση λειτουργίας.

Για παράδειγμα, σε περιπτώσεις που έχουμε εκφόρτωση σκόνης καταλύτη θα πρέπει στα σημεία που γίνεται η σύνδεση μεταξύ χοάνης και δοχείου να υπάρχει κατάλληλο υφασμάτινο ή μεταλλικό φίλτρο και διατήρηση αρνητικής πίεσης έτσι ώστε να μην υπάρχει πιθανότητα διαφυγής της σκόνης στο περιβάλλον. Οι συσκευές απαγωγής σκόνης με χρήση νερού μπορεί να είναι αποτελεσματικές, αλλά δημιουργείται ένα επιπρόσθετο πρόβλημα με τη διαχείριση της «λάσπης» που δημιουργείται.

Όλες οι εργασίες που αφορούν χειρισμό καταλυτών θα πρέπει να εκτελούνται μόνο μετά από έκδοση ειδικής άδειας, έτσι ώστε να διασφαλίζεται ότι έχουν ληφθεί όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφάλειας που ορίζονται από την εκάστοτε διαδικασία.

Περιοχές στις οποίες γίνεται χειρισμός καταλυτών θα πρέπει να είναι κατάλληλα σημασμένες / απομονωμένες (π.χ. με χρήση σήμανσης και σχοινιών περίφραξης) έτσι ώστε να αποτρέπεται η είσοδος μη εξουσιοδοτημένου προσωπικού. Το εύρος της περιοχής που θα απομονωθεί εξαρτάται και από άλλους παράγοντες όπως π.χ. η κατεύθυνση / ταχύτητα του ανέμου.

Σε περιπτώσεις που δεν είναι δυνατή η προστασία με τις μεθόδους που αναφέρθηκαν παραπάνω (όπως π.χ. για εργαζόμενους που έρχονται σε επαφή με τους καταλύτες σε περιπτώσεις καθαρισμού, αλλαγής, δειγματοληψιών κ.λπ.), θα πρέπει να γίνεται χρήση των κατάλληλων μέσων ατομικής προστασίας. Τα πλέον απαραίτητα περιλαμβάνουν: ολόσωμες φόρμες εργασίας, γυαλιά κλειστού τύπου ή προσωπίδες που καλύπτουν ολόκληρο το κεφάλι, γάντια και υποδήματα εργασίας. Σε συγκεκριμένες περιπτώσεις είναι πιθανό να απαιτείται χρήση μάσκας με φίλτρο ή και ανεξάρτητης αναπνευστικής συσκευής. Είναι πολύ σημαντικό ο εξοπλισμός αυτός να είναι ανθεκτικός στα διάφορα χημικά με τα οποία μπορεί να έρθει σε επαφή ο εργαζόμενος κατά περίπτωση. Θα πρέπει να ακολουθούνται αυστηρά οι οδηγίες χρήσης του εξοπλισμού αυτού (ως προς τον τρόπο που θα φορεθεί αλλά και ως προς τον τρόπο διατήρησής του σε καλή κατάσταση). Ιδιαίτερα στις περιπτώσεις χρήσης μάσκας ή αναπνευστικής συσκευής θα πρέπει να δίνεται προσοχή στο να δημιουργείται κατάλληλο αεροστεγές σφράγισμα μεταξύ μάσκας και προσώπου. Ο εξοπλισμός αυτός θα πρέπει να καθαρίζεται σχολαστικά μετά από κάθε χρήση έτσι ώστε να είναι πάντα διαθέσιμος σε καλή κατάσταση. Χρησιμοποιημένος εξοπλισμός που δε δύναται να χρησιμοποιηθεί άλλο (π.χ. μιας χρήσης ή κατεστραμμένος / φθαρμένος από τη χρήση) θα πρέπει να απορρίπτεται σε κατάλληλους χώρους με σχετική σήμανση.

Όσον αφορά θέματα υγιεινής, θα πρέπει να απαγορεύεται η λήψη φαγητού / νερού καθώς και το κάπνισμα σε περιοχές που γίνεται χειρισμός καταλυτών. Οι εργαζόμενοι που χειρίζονται καταλύτες θα πρέπει να ακολουθούν κάποιες πρακτικές υγιεινής όπως πλύσιμο χεριών και προ-

σώπου πριν και μετά από κάθε επαφή με καταλύτη αλλά και πριν από το φαγητό, το κάπνισμα ή τη χρήση των αποχωρητηρίων. Ο ρουχισμός εργασίας θα πρέπει να αλλάζεται στο τέλος κάθε βάρδιας (ή και συχνότερα εφόσον έχει επιμολυνθεί με σκόνη καταλύτη). Τα χρησιμοποιημένα επιμολυσμένα ρούχα θα πρέπει να αποστέλλονται για καθαρισμό προτού επαναχρησιμοποιηθούν. Σε καμία περίπτωση δεν επιτρέπεται ο ρουχισμός να εξέλθει του εργασιακού χώρου. Προτείνεται επίσης η χρήση ντουζιέρας προτού γίνει αλλαγή ρουχισμού μετά το τέλος της βάρδιας. Τα ρούχα εργασίας θα πρέπει να φυλάσσονται σε διαφορετικό σημείο από τα υπόλοιπα.

Στα δοχεία που περιέχουν χρησιμοποιημένο καταλύτη, ο οποίος προορίζεται για απόρριψη, θα πρέπει να υπάρχει κατάλληλη σήμανση όπως φαίνεται παρακάτω:

ΠΡΟΣΟΧΗ
ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ ΚΑΤΑΛΥΤΗΣ (τύπος καταλύτη)

ΑΠΟΦΕΥΓΤΕ ΤΗΝ ΕΙΣΠΝΟΗ ΣΚΟΝΗΣ
ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟ ΔΕΡΜΑ

Στα δοχεία με χρησιμοποιημένο καταλύτη θα πρέπει να αναγράφεται η χημική σύσταση του καταλύτη, καθώς και εάν η ουσία αυτή είναι πυροφορική. Οι ουσίες αυτές υπόκεινται στην οδηγία περί επικίνδυνων αποβλήτων. Οι χρησιμοποιημένοι καταλύτες δεν αποτελούν κίνδυνο μόνο για τους εργαζόμενους που τους χειρίζονται αλλά και για το περιβάλλον. Οι κύριοι παράγοντες που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την τελική απόρριψη τους περιλαμβάνουν την τοξικότητά τους (σε άνθρωπο και περιβάλλον), βιοδιαθεσιμότητα, βιοδιάσπαση, βιοσυσσώρευση και δυνατότητα διαχωρισμού. Ο συνήθης τρόπος είναι η βιολογική ταφή με ελεγχόμενες διαδικασίες σε ελεγχόμενες περιοχές.

Απαραίτητο είναι επίσης ένα κατάλληλο πρόγραμμα εκπαίδευσης και ενημέρωσης όλων των εργαζόμενων που εμπλέκονται σε διαδικασίες χειρισμού καταλυτών, το οποίο θα πρέπει να είναι εναρμονισμένο με την εκάστοτε νομοθεσία. Ιδιαίτερα για την περίπτωση χρήσης υδροφθορίου θα πρέπει να δίδεται έμφαση σε διαδικασίες παροχής πρώτων βοηθειών ή ιατρικής περίθαλψης εκτάκτου ανάγκης.

Θα πρέπει να υπάρχουν αρχεία στα οποία θα καταγράφονται όλα τα απαραίτητα στοιχεία που αφορούν εργασίες χειρισμού στις διάφορες περιπτώσεις, εργασίες συντήρησης, ελέγχου του εξοπλισμού, μετρήσεις βλαπτικών παραγόντων, χρήσης των μέσων ατομικής προστασίας, εκπαίδευσης των εργαζομένων.

3.3.14.2 Διαδικασίες εκτάκτου ανάγκης

Σε περίπτωση διαρροής σκόνης καταλύτη οι διαδικασίες καθαρισμού θα πρέπει να έχουν ως βασικό μέλημα την ελαχιστοποίηση της δημιουργίας νεφών σκόνης στον αέρα. Για το λόγο αυτό η συλλογή θα πρέπει να γίνεται με απορροφητικό τρόπο ή με υγρό σφουγγάρισμα ή με χρή-

ση φτυαριών, ενώ σε καμία περίπτωση δεν επιτρέπεται η χρήση απλής σκούπας γιατί υπάρχει μεγάλη πιθανότητα δημιουργίας νεφών σκόνης. Τα απόβλητα ύδατα / στερεά / λάσπη θα πρέπει να απορριφθούν σε κλειστά δοχεία με κατάλληλη σήμανση για περαιτέρω διαχείριση από εξειδικευμένους φορείς.

Παράλληλα με τους χημικούς κινδύνους από το χειρισμό των καταλυτών υπάρχουν και κάποιοι ιδιαίτεροι κίνδυνοι που πρέπει να ληφθούν υπόψη όπως η πυροφορική φύση κάποιων καταλυτών.

Οι πυροφορικές ουσίες αναφλέγονται μόλις εκτεθούν σε αέρα και έτσι θα πρέπει η ατμόσφαιρα στους κάδους που θα απορριφθούν να έχει αδρανοποιηθεί με κάποια αδρανή ουσία και εν συνεχεία να γίνει ψύξη προτού γίνουν περαιτέρω χειρισμοί.

Μια διαδικασία που είναι ιδιαίτερα επικίνδυνη (και θα πρέπει να αποφεύγεται όσο αυτό είναι δυνατό) είναι αυτή της εισόδου σε αντιδραστήρα που περιέχει πυροφορικό καταλύτη και βρίσκεται σε ατμόσφαιρα αδρανοποιημένη με άζωτο. Η περιεκτικότητα σε οξυγόνο θα πρέπει να ελέγχεται συνεχώς και θα πρέπει να γίνεται άμεση εκκένωση σε περίπτωση που αυτή υπερβεί το 2%. Μια πηγή «επιμόλυνσης» της ατμόσφαιρας με οξυγόνο είναι ο εκπνεόμενος αέρας από την αναπνευστική συσκευή. Όλα τα δοχεία που χρησιμοποιούνται για την απόρριψη πυροφορικού καταλύτη θα πρέπει να γεμίζονται κάτω από αδρανοποιημένη ατμόσφαιρα αζώτου («κουβέρτα αζώτου»). Αντίστοιχα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στερεό διοξείδιο του άνθρακα για δημιουργία «κουβέρτας διοξειδίου του άνθρακα». Παράλληλα θα πρέπει να υπάρχει διαθέσιμη ποσότητα άμμου ή άλλου μέσου πυρόσβεσης για κατάσβεση τυχόν υποβόσκουσας εστίας πυρκαγιάς. Θα πρέπει να τηρούνται όλες οι διαδικασίες που εφαρμόζονται σε περιπτώσεις εισόδου σε ατμόσφαιρες που δεν υπάρχει οξυγόνο όπως π.χ. η παρουσία προσώπου με κατάλληλο εξοπλισμό κοντά στο σημείο εισόδου που επιβλέπει τις εργασίες και επεμβαίνει σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης.

Σε εγκαταστάσεις που γίνεται χρήση υδροφθορικού και θεικού οξέος θα πρέπει να υπάρχουν διαθέσιμα σε ευδιάκριτα σημεία ντουςιέρες και πλύντες ματιών. Η λειτουργία τους θα πρέπει να είναι αυτόματη (ενεργοποίηση με το βάρος) και τύπου καταιονισμού. Στην περίπτωση υδροφθορίου θα πρέπει να υπάρχει και ειδική αλοιφή γλουκονικού ασβαστίου [calcium gluconate gel] για χρήση σε τυχόν επαφή με το δέρμα.

3.3.15 Κοινές διεργασίες / λειτουργίες

3.3.15.1 Διεργασίες διαχείρισης αποβλήτων

Τα απόβλητα των διαφόρων μονάδων διύλισης πετρελαίου τυπικά περιέχουν ουσίες όπως: υδρογονάνθρακες, διαλυμένα υλικά, στερεά σωματίδια, θειούχες ενώσεις, φαινόλες, αμμωνία, και άλλες ενώσεις.

Κίνδυνος για πρόκληση πυρκαγιάς υπάρχει κατά την επεξεργασία των αποβλήτων στην περίπτωση που ατμοί υδρογονανθράκων έλθουν σε επαφή με πηγή ανάφλεξης. Κίνδυνος επίσης υπάρχει για έκθεση σε επικίνδυνα χημικά κατά τη διάρκεια δειγματοληψιών, ελέγχου, συντηρήσεων αλλά και εργασιών ρουτίνας.

3.3.15.2 Διεργασίες σε πύργους ψύξης, εναλλάκτες, καυστήρες

Στους πύργους ψύξης γίνεται η ψύξη του νερού (μέσω μεταφοράς θερμότητας στους εναλλάκτες) που χρησιμοποιείται στα διάφορα στάδια των διεργασιών σε διάφορες μονάδες του διυλιστηρίου. Το νερό που ανακυκλώνεται πρέπει να απαλλάσσεται από τυχόν ακαθαρσίες γιατί μπορεί να προκαλέσουν διάβρωση και φράξιμο των σωληνώσεων και των εναλλακτών, ενώ τα άλατα δημιουργούν επικαθίσεις στις σωληνώσεις και έτσι υπάρχει κίνδυνος υπερπίεσης από φράξιμο αγωγού. Το νερό στους πύργους ψύξης μπορεί να μολυνθεί από τις χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται στις διάφορες διεργασίες, έτσι υπάρχει κίνδυνος έμμεσης έκθεσης σε επιβλαβή χημικά. Λόγω του κορεσμού του νερού από οξυγόνο ο κίνδυνος διάβρωσης είναι αυξημένος. Για το λόγο αυτό πρέπει να γίνεται προσθήκη ουσιών που δημιουργούν ένα προστατευτικό φιλμ στο εσωτερικό των σωληνώσεων και άλλων μεταλλικών στοιχείων. Κίνδυνος πυρκαγιάς υπάρχει και σε περίπτωση διαρροής εύφλεκτης ουσίας σε εναλλάκτες ή συστήματα ψύξης ή λόγω πιθανής ύπαρξης υδρογονανθράκων στο νερό. Προσοχή θα πρέπει να δίνεται σε σωλήνες και εξαρτήματα που βρίσκονται υπό πίεση σε περιπτώσεις που πρέπει να ανοιχτεί κάποια τάπα ή ασφάλεια. Στις σωληνώσεις εναλλακτών θα πρέπει να υπάρχουν συστήματα ανακούφισης πίεσης για να αποφευχθούν επικίνδυνες καταστάσεις σε περίπτωση που υπάρξει παρεμπόδιση στη ροή.

Στους εναλλάκτες θερμότητας βασικό μέλημα θα πρέπει επίσης να είναι η μείωση των θερμικών τάσεων στις σωληνώσεις με ελαχιστοποίηση των θερμοκρασιακών διαφορών μεταξύ των εισερχομένων και εξερχόμενων ροών. Θα πρέπει επίσης να αποφεύγεται η κυκλική φόρτιση (προβλήματα κόπωσης). Ουσίες που είναι ιδιαίτερα αντιδραστικές μεταξύ τους θα πρέπει να διαχωρίζονται και να μη χρησιμοποιείται η μία για ψύξη της άλλης. Η χρήση κατάλληλων υλικών (αντοχή και ανθεκτικότητα στο χρόνο) είναι εξίσου σημαντική καθώς θραύση σωληνώσεων από αύξηση της πίεσης / φορτίων ή διάβρωση μπορεί να προκαλέσει σοβαρότατες διαρροές / πυρκαγιές. Η διάβρωση θα πρέπει να ελέγχεται και εξωτερικά αλλά και εσωτερικά. Όπου αυτό είναι εφικτό θα πρέπει να γίνεται μείωση της θερμοκρασίας του μέσου μετάδοσης θερμότητας (π.χ. χρήση θερμού νερού αντί ατμού).

Η απώλεια ισχύος σε αντλίες και ανεμιστήρες στους πύργους ψύξης μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα ασφάλειας σε άλλες διεργασίες που η ψύξη είναι απαραίτητη.

Κίνδυνος πυρκαγιάς υπάρχει κατά τις διαδικασίες έναυσης των καυστήρων. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να υπάρχουν διαδικασίες με οδηγίες για περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης αλλά και για εργασίες ρουτίνας. Κίνδυνος επίσης υπάρχει για έκθεση σε θερμότητα (ακτινοβολία), υπέρθερμους ατμούς και θερμούς υδρογονάνθρακες. Θα πρέπει να υπάρχει κατάλληλη σήμανση όσον αφορά στις θερμές επιφάνειες.

Στα διάφορα αυτά τμήματα του εξοπλισμού, ανάλογα με το καύσιμο και τη διεργασία που εκτελείται, υπάρχει κίνδυνος για έκθεση σε υδρόθειο, μονοξείδιο του άνθρακα, υδρογονάνθρακες και χημικά που βρίσκονται διαλυμένα στα απόβλητα ύδατα.

3.3.15.3 Διεργασίες παραγωγής ατμού

Το νερό που θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή του ατμού πρέπει να είναι απαλλαγμένο από ακαθαρσίες (συμπεριλαμβανομένων των μεταλλικών στοιχείων ή άλλων διαλυμένων ακαθαρσιών) γιατί μπορεί να προκληθεί σοβαρή βλάβη στο σύστημα. Αιωρούμενα σωματίδια όπως επικαθήσεις λάσπης με σωματίδια, λάδια, κ.λπ. και άλατα φιλτράρονται και απομακρύνονται από το νερό. Τα μεταλλικά στοιχεία (άλατα), ασβέστιο, άλατα ανθρακικού οξέος, επεξεργάζονται με άνυδρο ανθρακικό νάτριο. Διαλυμένα αέρια και ιδιαίτερα διοξείδιο του άνθρακα και οξυγόνο που προκαλεί διάβρωση αφαιρούνται με ειδικές διεργασίες αφαίρεσης αέρα [de-aeration]. Άλλες διεργασίες καθαρισμού, ζηματοποίησης, φιλτραρίσματος, ανταλλαγής ιόντων χρησιμοποιούνται προκειμένου το νερό να βρίσκεται στα επιθυμητά επίπεδα καθαρότητας.

Η πιο επικίνδυνη λειτουργία κατά την παραγωγή ατμού είναι κατά την εκκίνηση όπου μπορεί να δημιουργηθεί επικίνδυνο, εύφλεκτο μίγμα καυσίμου και αέρα σε περίπτωση που χαθεί η φλόγα οδήγησης σε κάποιον από τους καυστήρες. Θα πρέπει να υπάρχουν ειδικές οδηγίες για την εκκίνηση ή κλείσιμο της εγκατάστασης ανάλογα με τον τύπο της καθώς και για περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης. Προσοχή χρειάζεται στο να υπάρχει πάντα νερό στους σωλήνες στους καυστήρες γιατί υπάρχει κίνδυνος για σοβαρή βλάβη / θραύση στο σύστημα σωληνώσεων λόγω υπερθέρμανσης. Οι λέβητες θα πρέπει να είναι εφοδιασμένοι με σύστημα που αφαιρεί τα άλατα και τις επικαθήσεις από τις λεπίδες των στροβίλων. Θα πρέπει να υπάρχει πάντα εφεδρικό σύστημα παροχής ενέργειας για παραγωγή ατμού σε περίπτωση γενικής διακοπής.

3.3.15.4 Διεργασίες σε μονάδες πυρσών καύσης

Ένας από τους μεγαλύτερους κινδύνους σε μια εγκατάσταση πυρσού καύσης είναι σε μια περίπτωση εκτάκτου ανάγκης να μην μπορέσει να ανταπεξέλθει λόγω της μεγάλης παροχής ουσιών προς καύση και να προκληθεί πυρκαγιά ή διαρροή άκαυστων επικίνδυνων ουσιών στην ατμόσφαιρα. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να γίνεται κατάλληλος σχεδιασμός των μονάδων αυτών έτσι ώστε να μπορούν να ανταπεξέλθουν στο χειρότερο σενάριο που μπορεί να συμβεί. Θα πρέπει επίσης να υπάρχει μηχανισμός ελέγχου απώλειας πιλοτικής φλόγας.

Οι μονάδες διαχωρισμού αερίων / υγρών θα πρέπει να είναι εφοδιασμένες με βαλβίδες εκτόνωσης πίεσης για περιπτώσεις που δημιουργηθεί υπερπίεση στο σύστημα. Τα υγρά δε θα πρέπει να επιτρέπεται να εκτονώνονται σε συστήματα όπου γίνεται απόρριψη ατμών.

Ανιχνευτές υδρόθειου θα πρέπει να υπάρχουν στις εγκαταστάσεις των πυρσών για τυχόν διαρροές.

3.3.15.5 Διεργασίες παραγωγής / μεταφοράς ενέργειας

Η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα διυλιστήριο γίνεται είτε χρησιμοποιώντας ρεύμα από εξωτερικούς φορείς παραγωγής ή με μονάδες παραγωγής (ατμοστρόβιλους ή αεροστρόβιλους) στο διυλιστήριο κάνοντας χρήση των καυσίμων του διυλιστηρίου.

Αεροστρόβιλοι ή ατμοστρόβιλοι συνήθως χρησιμοποιούνται και παρέχουν ενέργεια σε αντλίες, συμπιεστές, ανεμιστήρες και άλλες συσκευές. Οι στρόβιλοι θα πρέπει να είναι εφοδιασμένοι με συστήματα αυτόματου ελέγχου πίεσης και ταχύτητας καθώς και με βαλβίδες ανακούφισης πίεσης.

Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται σε θέματα πρόκλησης πυρκαγιάς από σπινθήρες που μπορεί να προκληθούν σε υποσταθμούς, γραμμές παροχής, μετασχηματιστές κ.λπ. οι οποίοι θα πρέπει να βρίσκονται μακριά από σημεία με επικίνδυνες συγκεντρώσεις εύφλεκτων αερίων / ατμών / υγρών. Οι χώροι αυτοί θα πρέπει να έχουν κατάλληλη σήμανση προειδοποίησης. Θα πρέπει να λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα ενάντια σε ηλεκτροπληξία και οι εργασίες θα πρέπει να εκτελούνται μόνο από εξειδικευμένο προσωπικό.

Όλες οι συσκευές που έχουν περιστρεφόμενα μέρη θα πρέπει να είναι εφοδιασμένες με αισθητήρες ταλαντώσεων / κραδασμών, θερμοκρασίας στα σημεία των εδράνων ή άλλα κρίσιμα στοιχεία, έτσι ώστε να γίνεται αυτόματη διακοπή λειτουργίας τους σε περίπτωση που οι τιμές ξεφύγουν από τα προκαθορισμένα όρια ασφάλειας. Τα σημεία στα οποία υπάρχουν περιστρεφόμενα ή κινούμενα εξαρτήματα θα πρέπει να έχουν κατάλληλα προφυλακτικά καλύμματα.

Τα οικήματα που στεγάζουν συμπιεστές θα πρέπει να αερίζονται επαρκώς.

3.3.15.6 Διεργασίες παραγωγής πεπιεσμένου αέρα

Η εισαγωγή αέρα σε συμπιεστές θα πρέπει να είναι μακριά από εύφλεκτους ή διαβρωτικούς ατμούς / αέρια. Υπάρχει κίνδυνος πυρκαγιάς σε περίπτωση διαρροής σε κάποιο συμπιεστή αερίων. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να υπάρχουν και ανιχνευτές εύφλεκτων αερίων κοντά στα σημεία εισαγωγής αέρα σε συμπιεστές / αεροστρόβιλους. Θα πρέπει να υπάρχουν συστήματα ανακούφισης πίεσης και συστήματα αυτόματης εξυδάτωσης για αποφυγή διάβρωσης των συσκευών που χρησιμοποιούν πεπιεσμένο αέρα, από την υπάρχουσα υγρασία σε αυτόν. Τα κινούμενα μέρη των συμπιεστών θα πρέπει να βρίσκονται πίσω από κατάλληλα προστατευτικά καλύμματα.

3.3.15.7 Αντλίες και συστήματα σωληνώσεων

Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίδεται στη λειτουργία των αντλιών. Βλάβη σε αυτοματισμούς ελέγχου των αντλιών μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές μεταβολές στις συνθήκες λειτουργίας πίεσης και θερμοκρασίας μιας διεργασίας με απρόβλεπτες συνέπειες. Αντλίες που λει-

τουργούν με περιορισμένη ή καθόλου ροή στο εσωτερικό τους μπορεί να υπερθερμανθούν και να καταστραφούν. Συστήματα ανακούφισης πίεσης θα πρέπει να υπάρχουν εγκατεστημένα στην πλευρά της κατάθλιψης μιας αντλίας όταν υπάρχει πιθανότητα να δημιουργηθεί υπερπίεση από βλάβη στη συνέχεια του δικτύου σωληνώσεων ή από βλάβη στα συστήματα ελέγχου θερμοκρασίας και πίεσης. Συχνοί έλεγχοι θα πρέπει να διενεργούνται για να διαπιστώνεται ότι δεν υπάρχουν διαρροές στα σημεία ένωσης αντλιών σωληνώσεων και από τις ίδιες τις αντλίες (π.χ. φλάντζες στο εσωτερικό της αντλίας / σαλαμάστρες). Σε αντλίες που μεταφέρουν υγροποιημένα αέρια θα πρέπει να υπάρχει διπλή μόνωση και μηχανισμός ανίχνευσης διαρροής. Θα πρέπει επίσης να υπάρχουν πάντα διαθέσιμες εφεδρικές αντλίες διότι η διακοπή παροχής από μία αντλία μπορεί να προκαλέσει προβλήματα σε κάποιο άλλο σημείο της παραγωγής, λόγω της διασύνδεσης των διαφόρων μονάδων παραγωγής. Σημαντικός είναι επίσης ο κίνδυνος για πρόκληση πυρκαγιάς από ηλεκτρισμό (σπινθήρας) και οι αντλίες που μεταφέρουν εύφλεκτα θα πρέπει να είναι ειδικού τύπου. Οι αντλίες δε θα πρέπει σε καμία περίπτωση να τοποθετούνται κάτω από δίκτυα σωληνώσεων.

Τα υλικά κατασκευής και η διαστασιολόγηση των σωληνώσεων αλλά και των εξαρτημάτων τους και των αντλιών κατασκευάζονται ανάλογα με το υλικό, θερμοκρασία και πίεση λειτουργίας που θα χρησιμοποιηθούν. Θα πρέπει επίσης να υπάρχει κατάλληλος σχεδιασμός που να λαμβάνει υπ' όψη θερμικές διαστολές και άλλες καταπονήσεις των σωληνώσεων προκειμένου να αποφευχθεί θραύση τους. Όσον αφορά θέματα διάβρωσης εκτός από επικάλυψη με προστατευτικό χρώμα, πρέπει να εξετάζεται και το ενδεχόμενο καθοδικής προστασίας.

Κάποιες από τις βαλβίδες και τα εξαρτήματα μπορεί να χρειάζονται περιοδικό έλεγχο και θα πρέπει να γίνεται προσπάθεια να είναι τοποθετημένες σε εύκολα προσβάσιμα σημεία. Κατά τη διαδικασία της αποσυναρμολόγησης υπάρχει κίνδυνος έκθεσης σε επικίνδυνες ουσίες. Σε κάποια σημεία ανάλογα με το υλικό προς επεξεργασία μπορεί να απαιτείται η τοποθέτηση ανεπίστροφων βαλβίδων έτσι ώστε να αποφεύγεται η πιθανότητα αναστροφής της ροής ενός προϊόντος.

Το μήκος των σωληνώσεων αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα κινδύνου καθώς μέσα σε αυτούς ρέουν επικίνδυνες ουσίες και η επικινδυνότητα αυξάνει όσο αυξάνει το μήκος τους και άρα η ποσότητα των επικίνδυνων ουσιών που μεταφέρονται εντός των εγκαταστάσεων. Θα πρέπει να γίνεται προσεκτικός και λεπτομερής σχεδιασμός έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι διαδρομές. Εξίσου σημαντικό είναι οι διαδρομές των σωληνώσεων να περνούν από ασφαλή σημεία και να μην βρίσκονται εκτεθειμένες ή να μην προβάλλουν ως εμπόδια σε άλλες λειτουργίες / μεταφορές. Το μέγεθος των σωλήνων είναι επιθυμητό να είναι όσο το δυνατό μικρότερο αλλά όχι μικρότερο από 1-2 ίντσες γιατί τότε υπάρχει κίνδυνος θραύσης τους σε περίπτωση σύγκρουσης / χτυπήματος. Η χρήση πλαστικών σωλήνων ή σωλήνων επικαλυμμένων με πλαστικό θα πρέπει να αποφεύγεται, ιδιαίτερα σε σημεία που μπορεί να ξεσπάσει φωτιά.

Πολύ σημαντικό είναι, επίσης, σε συγκεκριμένες διεργασίες να υπάρχουν συστήματα που αποτρέπουν την «αναστροφή της ροής» καθώς υπάρχει κίνδυνος από ανάμιξη μη συμβατών ουσιών που μπορούν να προκαλέσουν επικίνδυνες καταστάσεις (π.χ. έκρηξη, ανεξέλεγκτη χημική αντίδραση, διαρροή επικίνδυνων ουσιών κ.λπ.). Η χρήση ανεπίστροφων βαλβίδων στα σημεία που κρίνεται απαραίτητο αλλά και ο σωστός σχεδιασμός και τήρηση των διαδικασιών

όσον αφορά στην αλληλουχία ανοίγματος / κλεισίματος βανών, βαλβίδων, αντλιών κ.λπ., μπορούν να αποτρέψουν το φαινόμενο της αναστροφής ροής.

Θα πρέπει επίσης να γίνεται σήμανση για το περιεχόμενο των σωληνώσεων ή να υπάρχει χρωματική κωδικοποίησή τους βάση περιεχομένου. Αυτό βοηθάει πολύ σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης (π.χ. διαρροή) για την εκτέλεση των κατάλληλων ενεργειών. Προσοχή θα πρέπει επίσης να δίνεται κατά την αφαίρεση στοιχείων μόνωσης για αντικατάσταση, καθώς πολλές φορές η σήμανση που υπάρχει πάνω σε αυτές δεν αντικαθίσταται. Το υλικό της μόνωσης θα πρέπει να μην εγκυμονεί κινδύνους για την υγεία των εργαζόμενων (π.χ. μόνωση αμιάντου).

3.3.15.8 Δεξαμενές αποθήκευσης

Ο κίνδυνος πυρκαγιάς σε δεξαμενές είναι σημαντικός στην περίπτωση υπερχειλίσεως ή διαρροής και επαφής με εστία φλόγας. Οι δεξαμενές θα πρέπει να είναι εφοδιασμένες με αυτόματα συστήματα παρακολούθησης της στάθμης και προειδοποίησης για αποτροπή επικίνδυνων καταστάσεων. Σταθερά και κινητά συστήματα πυρόσβεσης θα πρέπει να υπάρχουν διαθέσιμα για την κατάσβεση πυρκαγιάς. Τηλεχειριζόμενες βαλβίδες, ή βαλβίδες διακοπής παροχής πρέπει να υπάρχουν σε κατάλληλα σημεία για να αποτραπεί η μετάδοση της πυρκαγιάς σε γειτονικές δεξαμενές ή εγκαταστάσεις. Θερμές εργασίες στο εσωτερικό ή πλησίον δεξαμενών θα πρέπει να γίνονται μόνο μετά από ειδική άδεια.

Σε μια δεξαμενή θα πρέπει να υπάρχουν σωστά σχεδιασμένα συστήματα εξαέρωσης έτσι ώστε να αποφεύγεται η αύξηση ή μείωση της πίεσης στο εσωτερικό, γεγονός που θα μπορούσε να προκαλέσει βλάβη στη δεξαμενή (ιδιαίτερα σημαντικό για τις δεξαμενές χαμηλής πίεσης). Τυχόν ατμοί θα πρέπει να συλλέγονται σε ειδικό κύκλωμα. Τα συστήματα εξαέρωσης θα πρέπει να ελέγχονται συχνά έτσι ώστε να αποφευχθεί τυχόν μπλοκάρισμά τους. Όλα τα σημεία εξαέρωσης / εξυδάτωσης θα πρέπει να είναι κατασκευασμένα με τέτοιο τρόπο ώστε οι εργαζόμενοι που εκτελούν τις εργασίες αυτές να μην εκτίθενται σε επικίνδυνες ουσίες.

Στις δεξαμενές πλωτής οροφής ειδικότερα θα πρέπει να ελέγχεται η στάθμη του υγρού και σε περίπτωση που πέσει κάτω από το ελάχιστο όριο πτώσης της οροφής, θα πρέπει η δεξαμενή είτε να γεμίζεται ή να αδειάζει εντελώς έτσι ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία τάσεων ατμού. Ειδικά σε δεξαμενές πλωτής οροφής που υπάρχει περίπτωση ο εργαζόμενος να κατέβει στο εσωτερικό της δεξαμενής (σε περίπτωση χαμηλής στάθμης), θα πρέπει να υπάρχει και δεύτερο άτομο που θα επιβλέπει τις εργασίες και θα είναι εφοδιασμένο με κατάλληλα ΜΑΠ για να μπορέσει να προσφέρει βοήθεια σε περίπτωση παραστεί ανάγκη (π.χ. λιποθυμία, ολίσθηση κ.λπ.). Σε όλες τις δεξαμενές θα πρέπει να υπάρχει σύστημα γείωσης.

Σε περίπτωση ανάγκης εισόδου στο εσωτερικό μιας δεξαμενής (καθαρισμό, επισκευή κ.λπ.) θα πρέπει να λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα ατομικής προστασίας και να τηρούνται οι διαδικασίες και κανόνες ασφαλούς εργασίας για είσοδο σε κλειστό χώρο. Κατάλληλα προστατευτικά κιγκλιδώματα / σκάλες / συστήματα πρόσδεσης θα πρέπει να υπάρχουν για προστασία των εργαζομένων από πτώσεις σε περίπτωση που είναι υποχρεωμένοι να ανέβουν σε μια δεξαμενή.

Σε δεξαμενές στις οποίες η αποθηκευμένη ουσία βρίσκεται υπό πίεση, δε θα πρέπει να υπάρχουν συνδέσεις με φλάντζες και τα σημεία δειγματοληψιών θα πρέπει να βρίσκονται μακριά από τη δεξαμενή. Θα πρέπει να υπάρχουν κατάλληλα διαμορφωμένα σημεία / εργαλεία και διαδικασίες (π.χ. μειωμένη πίεση, αεροστεγή δοχεία κ.λπ.) για τη διενέργεια δειγματοληψιών, έτσι ώστε να αποφευχθεί τυχόν διαρροή και έκθεση του εργαζόμενου σε επικίνδυνες ουσίες.

Οι δεξαμενές αποθήκευσης για λόγους ευκολίας στη λειτουργία της εγκατάστασης κατασκευάζονται σε μεγάλο μέγεθος. Αυτό βέβαια δημιουργεί μεγαλύτερο βαθμό επικινδυνότητας. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να γίνεται σωστή επιλογή του μεγέθους μετά από εκτίμηση των πραγματικών αναγκών, έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος.

Οι αποθηκευμένες ουσίες θα πρέπει να φυλάσσονται μακριά από επικίνδυνες καταστάσεις (πηγές θερμότητας, διάβρωσης κ.λπ.). Η ψύξη είναι μια μέθοδος που μπορεί να μειώσει τους κινδύνους, καθώς μειώνεται η τάση ατμών μειώνοντας έτσι την κινητήρια δύναμη για πρόκληση διαρροής. Οι δεξαμενές αυτού του τύπου πρέπει να είναι κατασκευασμένες με διπλά τοιχώματα και όλες οι συνδέσεις να είναι συγκολλητές.

Σε δεξαμενές που στηρίζονται σε δοκούς (όπως δεξαμενές τύπου σφαίρας) θα πρέπει αυτοί να είναι ανθεκτικοί σε περίπτωση πυρκαγιάς έτσι ώστε να αποφευχθεί κατάρρευση της κατασκευής.

Οι αντλίες θα πρέπει να βρίσκονται μακριά από τις δεξαμενές με κατάλληλες τάφρους για περιορισμό τυχόν διαρροών.

Ο χώρος γύρω από τις δεξαμενές θα πρέπει να είναι καθαρός από ξερά χόρτα, και άλλα ξένα σώματα που θα μπορούσαν να προκαλέσουν έναρξη πυρκαγιάς.

3.3.15.9 Διεργασίες μεταφοράς / μετάγγισης ουσιών

Η φόρτωση και η μεταφορά / μετάγγιση των πρώτων υλών προς το διυλιστήριο αλλά και των παραγόμενων προϊόντων από αυτό είναι μια από τις βασικές διαδικασίες που εκτελούνται και εμπεριέχουν κινδύνους για την ασφάλεια και την υγεία των εργαζομένων. Υπάρχουν διάφορες απαιτήσεις που πρέπει να πληρούν τα εξαρτήματα, μηχανήματα, κτηριακές εγκαταστάσεις κ.λπ. ανάλογα με το προς μεταφορά / μετάγγιση προϊόν. Για όλες αυτές τις ενέργειες (φόρτωση, εκφόρτωση, μετρήσεις, δειγματοληψίες, συντήρηση εξοπλισμού κ.λπ.) θα πρέπει να ισχύουν αυστηροί κανόνες ασφαλούς εργασίας και να λαμβάνονται τα απαραίτητα για κάθε περίπτωση μέτρα ατομικής προστασίας.

Οι δεξαμενές φορτηγών ή τρένων μπορούν να γεμίζονται από πάνω (με έγχυση) ή από κάτω (με πίεση). Όπου απαιτείται (πιητικές ουσίες) θα πρέπει να υπάρχουν συστήματα ανακούφισης και απομάκρυνσης ατμών (Vapor Recovery Units) για να αποφεύγονται οι επικίνδυνες - εκρηκτικές συγκεντρώσεις. Θα πρέπει να υπάρχουν κατάλληλα ασφαλιστικά συστήματα που να επιτρέπουν την αυτόματη ή χειροκίνητη διακοπή της μεταφόρτωσης σε περίπτωση εκτάκτου ανάγκης (όπως σε περίπτωση υπερχειλίσης). Κατά τη διάρκεια της φόρτωσης θα πρέπει να υπάρχει άτομο που επιβλέπει την διαδικασία (ιδιαίτερα σε περιπτώσεις έγχυσης από πάνω). Θα πρέπει επίσης να υπάρχουν ειδικά συστήματα αποχέτευσης για ασφαλή απομάκρυν-

ση τυχόν διαρροών, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις φόρτωσης θαλάσσιων μέσων σε δύσκολες καιρικές συνθήκες.

Καθώς γίνεται χρήση διαφόρων χημικών (από μικρές μέχρι πολύ μεγάλες ποσότητες) θα πρέπει αυτά να διαχειρίζονται με ιδιαίτερη προσοχή. Με βάση τα δελτία δεδομένων ασφάλειας προϊόντων (MSDS) θα πρέπει να δημιουργούνται οδηγίες ασφαλούς χρήσης καθώς και οδηγίες για ενέργειες σε περίπτωση εκτάκτου ανάγκης (π.χ. μεγάλης διαρροής).

Η χρήση γείωσης θεωρείται απαραίτητη για αποφυγή ηλεκτρικών εκκενώσεων (σπινθήρων) από στατικό ηλεκτρισμό. Στις θαλάσσιες μεταφορές υπάρχουν μονωτικές φλάντζες για αποτροπή συσσώρευσης ηλεκτροστατικών φορτίων και εκκενώσεων. Φλογοπαγίδες τοποθετούνται σε γραμμές εξαέρωσης για αποφυγή πυρκαγιάς από αναστροφή φλόγας (σπινθήρων). Σε περιπτώσεις φόρτωσης αερίων υπό πίεση (π.χ. LPG), θα πρέπει να υπάρχουν αυτόματα συστήματα που να μην επιτρέπουν την υπερπίεση των δοχείων.

Οι εγκαταστάσεις γραφείων θα πρέπει να βρίσκονται μακριά από τους χώρους φόρτωσης.

3.4 Εκτίμηση κινδύνων - Οργάνωση θεμάτων ΥΑΕ

Υπάρχουν διάφορες αιτίες για την πρόκληση κάποιου ατυχήματος. Ένας από τους σημαντικότερους λόγους είναι η απουσία ή η ελλιπής εφαρμογή των κανόνων ασφάλειας. Η αστοχία μηχανολογικού εξοπλισμού είναι επίσης σοβαρή αιτία για πρόκληση ατυχήματος, αυτή η οποία είναι συνήθως συνέπεια ελλιπούς συντήρησης ή μη τήρησης των κανόνων ασφαλούς λειτουργίας του εξοπλισμού. Η συντήρηση σε διυλιστήρια πετρελαίου πρέπει να είναι του τύπου της «προδιαγεγραμμένης συντήρησης» σε τακτά χρονικά διαστήματα έτσι ώστε να αποφεύγεται η απρόοπτη διακοπή κάποιας μονάδας, καθώς πολλές από τις μονάδες είναι άμεσα συνδεδεμένες και τα προϊόντα της μιας μονάδας μπορεί να αποτελούν πρώτη ύλη για κάποια άλλη μονάδα. Η απώλεια βασικών λειτουργιών (που σχετίζεται άμεσα με βλάβη ή αστοχία μηχανολογικού εξοπλισμού) όπως π.χ. διακοπής παροχής ισχύος, καυσίμου, ατμού, πρώτης ύλης, νερού ψύξης κ.λπ., μπορεί επίσης να αποτελέσει σοβαρή αιτία πρόκλησης ατυχήματος. Αυτό συμβαίνει διότι η πολυπλοκότητα στη διασύνδεση διαφόρων μονάδων μεταξύ τους δεν επιτρέπει τη διακοπή κάποιων λειτουργιών με τυχαίο και απρογραμμάτιστο τρόπο, αλλά απαιτείται η τήρηση πολύ συγκεκριμένων διαδικασιών και κατά την εκκίνηση, αλλά και κατά την παύση λειτουργίας των μονάδων.

Κάθε παραγωγική διαδικασία και κάθε διεργασία πρέπει να περάσει μέσα από διάφορα στάδια σχεδιασμού και ανάπτυξης προκειμένου να γίνει φιλική προς το χρήστη και ασφαλής κατά τη λειτουργία της. Υπάρχουν διάφορα επίπεδα στο σχεδιασμό και οι βασικές κατηγορίες μπορούν να χωρισθούν ως εξής:

- αρχικός σχεδιασμός
- σχεδιασμός διαγραμμάτων ροής
- λεπτομερής σχεδιασμός.

Στα στάδια αυτά του σχεδιασμού πρέπει να διερευνηθούν διάφορες εναλλακτικές περιπτώσεις και να ληφθούν αποφάσεις.



3.4.1 Εκτίμηση κινδύνων στις διάφορες φάσεις διεργασιών

Στην προσπάθεια εκτίμησης των κινδύνων στη βιομηχανία διύλισης πετρελαίου, λόγω της πολυπλοκότητας αλλά και της επικινδυνότητας των διαδικασιών και των εγκαταστάσεων, είναι σκόπιμο να τεθούν ορισμένοι από τους βασικούς στόχους για τα διάφορα στάδια σχεδιασμού υλοποίησης και λειτουργίας μιας εγκατάστασης.

Ο έλεγχος κινδύνου γίνεται σε όλα τα στάδια ανάπτυξης μιας παραγωγικής διαδικασίας, ξεκινώντας από την εργαστηριακή έρευνα και την ανάπτυξη σε βιομηχανική κλίμακα και συνεχίζοντας με το σχεδιασμό, την κατασκευή και τέλος τη λειτουργία της εγκατάστασης. Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται μερικοί από τους βασικούς στόχους στην εκτίμηση των κινδύνων στα διάφορα στάδια σχεδιασμού μιας εγκατάστασης.

Πίνακας 3.9

Φάση διεργασίας ¹⁰	Στόχοι
Έρευνα και ανάπτυξη	<p>Προσδιορισμός των σοβαρών κινδύνων που σχετίζονται με την παραγωγική διαδικασία (τοξικότητα, εκρηκτικότητα).</p> <p>Προσδιορισμός χημικών αλληλεπιδράσεων που θα μπορούσαν να προκαλέσουν: ανεξέλεγκτες αντιδράσεις, φωτιά, έκρηξη, διαρροή τοξικών κ.λπ.</p> <p>Προσδιορισμός βασικών δεδομένων ασφάλειας στις διεργασίες.</p>
Θεμελιώδης σχεδιασμός	<p>Προσδιορισμός στοιχείων εγγενούς ασφάλειας.</p> <p>Σύγκριση κινδύνων στα διάφορα μέρη εγκατάστασης.</p> <p>Συστηματική ποσοτική ανάλυση των κινδύνων και καθορισμός των μέτρων για τη μείωσή τους.</p>
Πιλοτική εγκατάσταση	<p>Προσδιορισμός πιθανών τρόπων διαρροής τοξικών αερίων στο περιβάλλον.</p> <p>Προσδιορισμός μεθόδων απενεργοποίησης των καταλυτών.</p> <p>Προσδιορισμός πιθανά επικίνδυνων αλληλεπιδράσεων κατά τη διάρκεια χειρισμών / λειτουργιών.</p> <p>Προσδιορισμός μεθόδων ελαχιστοποίησης επικίνδυνων αποβλήτων.</p>
Λεπτομερής σχεδίαση	<p>Προσδιορισμός τρόπων δημιουργίας εύφλεκτου μίγματος στο εσωτερικό συσκευών κατά τη διάρκεια των διεργασιών.</p> <p>Προσδιορισμός τρόπων διαρροής σε κάποιο σημείο μιας εγκατάστασης.</p> <p>Προσδιορισμός των εσφαλμένων λειτουργιών που θα μπορούσε να οδηγήσει σε ανεξέλεγκτη αντίδραση.</p> <p>Προσδιορισμός μεθόδων μείωσης επικίνδυνων ουσιών.</p> <p>Προσδιορισμός των κρίσιμων στοιχείων του εξοπλισμού που θα πρέπει να υπόκεινται σε αυστηρό περιοδικό έλεγχο, δοκιμές και συντήρηση.</p> <p>Λεπτομερής εξέταση των διαγραμμάτων ροής με αντίστοιχη ποσοτική ανάλυση κινδύνου, για να εξασφαλιστεί ότι τα μέτρα που προτάθηκαν στο προηγούμενο στάδιο έχουν υλοποιηθεί.</p>

10. Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, AICE, 2nd Ed.,1992

Φάση διεργασίας	Στόχοι
Κατασκευή και εκκίνηση λειτουργίας	<p>Προσδιορισμός εσφαλμένων λειτουργιών κατά τη διάρκεια της εκκίνησης λειτουργίας μια νέας εγκατάστασης.</p> <p>Επιβεβαίωση ότι θέματα από άλλες μελέτες εκτίμησης κινδύνου έχουν λυθεί και ότι δεν παρουσιάζονται αντίστοιχα θέματα στην περίπτωση αυτή.</p> <p>Προσδιορισμός κινδύνων που μπορούν να προκύψουν για τους εργαζόμενους στις μονάδες κατασκευής και συντήρησης από γειτνιάζουσες εγκαταστάσεις.</p> <p>Προσδιορισμός κινδύνων που αφορούν τον καθαρισμό κλειστών συστημάτων / δοχείων.</p> <p>Συστηματικός έλεγχος και προσδιορισμός διαφοροποιήσεων μεταξύ των σχεδίων και της τελικής κατασκευής, έτσι ώστε να διασφαλισθεί ότι ο εξοπλισμός κατασκευάστηκε σύμφωνα με το σχεδιασμό.</p> <p>Οργάνωση λειτουργικών διαδικασιών εκπαίδευσης προσωπικού, έλεγχος και δοκιμές. Οδηγίες λειτουργίας.</p>
Εργασίες ρουτίνας	<p>Προσδιορισμός κινδύνων που διατρέχουν οι εργαζόμενοι, που αφορούν στο χειρισμό του εξοπλισμού κατά τη διάρκεια των διεργασιών.</p> <p>Προσδιορισμός τρόπων για δημιουργία παροδικής υπερπίεσης ενός συστήματος.</p> <p>Προσδιορισμός κινδύνων που αφορά σε εξοπλισμό που έχει τεθεί εκτός λειτουργίας.</p> <p>Ανασκόπηση μετά το ξεκίνημα της εγκατάστασης, όλων των αποκλίσεων από το σχεδιασμό που επηρεάζουν την ασφάλεια της μονάδας.</p>
Μεταβολές στο μέγεθος ή τον τρόπο λειτουργίας μιας εγκατάστασης	<p>Μελέτη λειτουργικών δυσκολιών και κακοτεχνιών του έργου και ανάλυση των επιπτώσεών τους στην ασφάλεια της εγκατάστασης. Τροποποιήσεις της μονάδας και αλλαγές στις διαδικασίες ή τις συνθήκες λειτουργίες ώστε να αυξηθεί η ασφάλεια της εγκατάστασης.</p> <p>Προσδιορισμός στοιχείων αλλαγής (π.χ αλλαγή συγκέντρωσης πρώτης ύλης, μεγέθους αντιδραστήρα κ.λπ.) που θα μπορούσαν να δημιουργήσουν νέους κινδύνους ή να χειροτερεύσουν μια ήδη επικίνδυνη κατάσταση.</p> <p>Προσδιορισμός κινδύνων που σχετίζονται με νέο εξοπλισμό.</p>
Διάλυση εγκατάστασης	<p>Προσδιορισμός του τρόπου με τον οποίο η διάλυση μιας εγκατάστασης θα μπορούσε να προκαλέσει προβλήματα σε γειτονικές εγκαταστάσεις</p> <p>Προσδιορισμός κινδύνων φωτιάς, έκρηξης, διαρροής τοξικών που σχετίζονται με κατάλοιπα που απέμειναν στη μονάδα ή στοιχεία του εξοπλισμού της μετά από το οριστικό κλείσιμό της.</p>

Πρέπει να αναφερθεί ότι πιο αποτελεσματικός είναι ο έλεγχος του κινδύνου στο στάδιο της εργαστηριακής έρευνας. Αν η αρχική αντίδραση είναι δύσκολο να ελεγχθεί ή αν οι ουσίες που χρησιμοποιούνται (αντιδρώσες, προϊόντα ή παράγωγα) είναι επικίνδυνες (τοξικές, διαβρωτικές, εύφλεκτες, ασταθείς κ.λπ.), η παραγωγική διαδικασία παρουσιάζει πάντα αυξημένο κίνδυνο και έτσι στα επόμενα στάδια θα υπάρχει ανάγκη διόρθωσης της κατάστασης.

Θα πρέπει να γίνεται προσπάθεια στο βαθμό του δυνατού για εξεύρεση μιας λιγότερο επικίνδυνης μεθόδου παραγωγής ή / και η αντικατάσταση του προϊόντος με άλλο που θα παρουσιάζει τα επιθυμητά χαρακτηριστικά αλλά δε θα είναι τόσο επικίνδυνο. Δύο είναι οι κατευθύνσεις στις οποίες δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στο στάδιο αυτό: ο προσδιορισμός των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων των ουσιών και η διερεύνηση της κινητικής της αντίδρασης. Η αντίδραση ρυθμίζεται ευκολότερα όταν δεν είναι έντονα εξώθερμη και όταν ο ρυθμός της δεν αυξάνεται απότομα με τη θερμοκρασία. Δίνεται επίσης ιδιαίτερη προσοχή στην επίδραση ουσιών που είναι δυνατόν να εμφανιστούν σαν προσμίξεις κατά τη διαδικασία παραγωγής (νερό, προϊόντα διάβρωσης, λιπαντικά) και να αντιδράσουν δημιουργώντας ανεπιθύμητα και επικίνδυνα παραπροϊόντα.

Κατά την ανάπτυξη της μεθόδου, γίνονται κρίσιμες επιλογές για το χαρακτήρα της παραγωγικής διαδικασίας, π.χ. εάν θα εφαρμοστεί σειρά παραγωγής σε συνεχή λειτουργία ή παραγωγή κατά παρτίδες (batch), εάν θα γίνεται ενδιάμεση αποθήκευση, ποιος θα είναι ο τρόπος επαφής ρευμάτων, ποιες θα είναι γενικότερα οι συνθήκες λειτουργίας κ.λπ. Οι βασικές αρχές ελαχιστοποίησης του κινδύνου (ελαχιστοποίηση των διακινούμενων επικίνδυνων ουσιών, επιλογή ήπιων συνθηκών, αποφυγή πολύπλοκων και αλληλοεξαρτώμενων διεργασιών) εφαρμόζονται αποτελεσματικά κυρίως στο στάδιο αυτό.

Κατά το σχεδιασμό προβλέπονται τα συστήματα ελέγχου και τα συστήματα προστασίας που εξασφαλίζουν την ομαλή λειτουργία της εγκατάστασης. Η επιλογή των συσκευών και υλικών κατασκευής γίνεται με κριτήριο την εξασφάλιση ασφαλούς λειτουργίας. Στις προδιαγραφές εξοπλισμού ακολουθούνται οι σχετικοί κώδικες, πρότυπα και κανονισμοί. Μεγάλη βοήθεια για τον εντοπισμό και την έγκαιρη αντιμετώπιση επικινδύνων καταστάσεων αποτελούν οι μελέτες επικινδυνότητας και λειτουργικότητας (hazard and operability studies), όπου εξετάζονται όλες οι δυνατότητες για λειτουργικές ανωμαλίες, καθώς και η πιθανότητα να οδηγήσουν σε ατύχημα.

Η αποτελεσματική και ασφαλής λειτουργία στηρίζεται στην καταλληλότητα και την ποιότητα του εξοπλισμού καθώς και στο καλά εκπαιδευμένο προσωπικό. Ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δίνεται στην εκπαίδευση των νέων εργαζόμενων καθώς και των εργαζόμενων από εξωτερικά συνεργεία εργολάβων. Η λειτουργία μιας εγκατάστασης στηρίζεται σε ανθρώπινες ενέργειες και επομένως είναι αναγκαία η διαμόρφωση συστήματος πολλαπλών ελέγχων και ασφαλιστικών δικλείδων που μειώνουν στο μέτρο του δυνατού την πιθανότητα ταυτόχρονων λαθών.

Για να γίνει σωστός προγραμματισμός και οργάνωση του χώρου εργασίας όσον αφορά στα θέματα υγείας και ασφάλειας, θα πρέπει να εξετασθούν λεπτομερώς οι κίνδυνοι για την υγεία και ασφάλεια που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους, λαμβάνοντας υπόψη και τις προβλέψεις της σχετικής νομοθεσίας καθώς και τα αναφερόμενα στη διεθνή βιβλιογραφία.

Για τη διενέργεια μελέτης εκτίμησης του επαγγελματικού κινδύνου είναι απαραίτητες πληροφορίες όπως αυτές που ενδεικτικά ακολουθούν:

- χημικές εξισώσεις και στοιχειομετρία που αφορούν πρωτογενείς αλλά και δευτερογενείς αντιδράσεις στις διάφορες διεργασίες
- τύπος και φύση των καταλυτών που χρησιμοποιούνται
- στοιχεία χημικών αντιδράσεων (ρυθμός αντίδρασης, αποκατάσταση ισορροπίας κ.λπ.)
- στοιχεία μη επιθυμητών αντιδράσεων (διάσπασης, αυτοπολυμερισμού κ.λπ.)
- όρια διεργασιών υπό μορφή: θερμοκρασίας, πίεσης, συγκέντρωσης, ρυθμός ροής προς τον καταλύτη καθώς και περιγραφή της κατάστασης / συνεπειών σε περίπτωση αποκλίσεων από τα όρια αυτά
- διαγράμματα ροής διεργασιών καθώς και περιγραφή των επιμέρους ενεργειών, ξεκινώντας από παραλαβή και αποθήκευση της πρώτης ύλης μέχρι την παραλαβή και αποθήκευση του τελικού προϊόντος
- ενεργειακές ισορροπίες κατά τη διάρκεια των διεργασιών
- καταγραφή των ουσιών που χρησιμοποιούνται στις διεργασίες (είδος, ποσότητες, ιδιότητες, δελτία δεομένων ασφαλείας προϊόντων κ.λπ.)
- προσδιορισμός των βασικών στοιχείων των συστημάτων ελέγχου και των λόγων για την επιλογή τους
- περιγραφή ειδικών διεργασιών που χρειάζονται ειδικούς χειρισμούς και διαδικασίες λόγω της αυξημένης επικινδυνότητας που τις συνοδεύει
- στοιχεία σχετικά με τις επιπτώσεις στο περιβάλλον και την υγεία και ασφάλεια που αφορούν πρώτες ύλες, ενδιάμεσα προϊόντα, παραπροϊόντα, τελικά προϊόντα και απόβλητα
- νομοθετικές προβλέψεις
- στατιστικά δεδομένα
- σχέδια εγκατάστασης
- ηλεκτρολογικά σχέδια και κατηγοριοποίηση περιοχών
- χωροταξική τοποθέτηση κτηρίων και εξοπλισμού
- ηλεκτρολογική κατηγοριοποίηση εξοπλισμού
- σχέδια σωληνώσεων και εξαρτημάτων (βαλβίδων ασφαλείας, συνδέσμων κ.λπ.)
- εγχειρίδια χρήσης μηχανημάτων και εξοπλισμού, καθώς και εγχειρίδια συντήρησης
- λίστα μηχανημάτων
- προδιαγραφές σωληνώσεων και εξαρτημάτων
- αναφορές ελέγχων και δοκιμών του εξοπλισμού
- λογικά διαγράμματα συσκευών και διεργασιών
- συστήματα ελέγχου και συστήματα προειδοποίησης
- συστήματα ελέγχου μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή
- διαδικασίες λειτουργίας (με κρίσιμες λειτουργικές παραμέτρους)
- διαδικασίες συντήρησης
- διαδικασίες έκτακτης ανάγκης
- βάση σχεδιασμού: συστημάτων ανακούφισης πίεσης, αερισμού, συστημάτων ασφαλείας, πυροπροστασίας κ.λπ.

- αναφορές συμβάντων
- μετεωρολογικά δεδομένα
- πληθυσμιακά στοιχεία της γύρω περιοχής
- υδρολογικά στοιχεία της γύρω περιοχής
- προϋπάρχουσες μελέτες ασφάλειας
- εσωτερικές λίστες ελέγχου και πρότυπα / προδιαγραφές (μηχανημάτων και διεργασιών)
- εγχώρια και διεθνής εμπειρία από αντίστοιχες εγκαταστάσεις.

Ορισμένοι παράγοντες που επηρεάζουν σημαντικά την επικινδυνότητα μιας διεργασίας ή θέσης εργασίας και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό και τη λειτουργία μιας εγκατάστασης, περιλαμβάνουν τα παρακάτω (ενδεικτικά):

- συνθήκες κατά τη διάρκεια της διεργασίας: θερμοκρασία, πίεση, στατική φόρτιση
- περιβαλλοντικές συνθήκες: θερμοκρασία, υγρασία, σκόνη
- υλικά και τύπος κατασκευής μιας εγκατάστασης (χάλυβας, ανοξείδωτος χάλυβας, φλάντζες αμιάντου κ.λπ.)
- χαρακτηριστικά των ουσιών που χρησιμοποιούνται σε μια διεργασία / εγκατάσταση
- κοινοί ρυπαντές: αέρας, νερό, σκουριά, άλατα, λιπαντικά
- ποσότητες των ουσιών που χρησιμοποιούνται σε μια διεργασία / εγκατάσταση
- ρύπανση από άλλα υλικά που χρησιμοποιούνται στην ευρύτερη περιοχή
- επιπτώσεις στην υγεία και ασφάλεια των εργαζομένων από επικίνδυνες καταστάσεις και έκθεση σε βλαπτικούς παράγοντες του εργασιακού περιβάλλοντος, οριακές τιμές έκθεσης σε βλαπτικούς παράγοντες (μικρής και μακράς διάρκειας)
- επιπτώσεις στο περιβάλλον, περιλαμβανομένων ορίων διάχυσης σε ατμόσφαιρα και νερό καθώς και ορίων τοξικότητας
- νομοθετικές προβλέψεις για αποθήκευση, διαρροές, και απόρριψη αποβλήτων
- χώρος που απαιτείται για δράση του προσωπικού πυροπροστασίας ή άλλων μονάδων αποκατάστασης σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.

Παράγοντες που οδηγούν σε σφάλματα / βλάβες περιλαμβάνουν (ενδεικτικά):

- ανεπαρκείς διαδικασίες
- ανεπαρκείς / ελλιπείς προδιαγραφές μηχανημάτων, μη τήρηση προδιαγραφών
- ακατάλληλο, μη λειτουργήσιμο ή δύσκολο στο χειρισμό εξοπλισμό
- ελλιπής γνώση του αντικειμένου
- αλληλοσυγκρουόμενες προτεραιότητες
- ελλιπής σήμανση
- ελλιπής πληροφορία
- παροπλισμένο εξοπλισμό
- ελλιπής / κακή επικοινωνία
- κακή διάταξη εγκαταστάσεων / μονάδων / εξοπλισμού στο χώρο
- παραβίαση στερεοτύπων (π.χ. αριστερόστροφο σπείρωμα)
- υπερευαίσθητα όργανα ελέγχου

- ενέργειες στις οποίες απαιτείται υπερβολική εγκεφαλική δράση
- ύπαρξη δυνατότητας λαθεμένης επιλογής
- ακατάλληλα εργαλεία
- έλλειψη κατάλληλων ανταλλακτικών εξαρτημάτων για άμεση αποκατάσταση βλάβης
- αταξία του χώρου εργασίας
- παρατεταμένη, χωρίς σοβαρή αιτία, ετοιμότητα
- κακές πρακτικές με εφεδρικά συστήματα
- έμφαση στην εμφάνιση και όχι στη λειτουργικότητα
- ελλιπή φύλαξη των χώρων εργασίας.

Παρακάτω παρατίθεται λίστα με πιθανά γεγονότα / ατυχήματα που μπορούν να συμβούν σε μια βιομηχανία διύλισης πετρελαίου.

- ❖ Διαρροή (σε αντλίες, φλάντζες σύνδεσης, σωληνώσεις, βαλβίδες κ.λπ.)
 - εύφλεκτων και δημιουργία νεφών που μπορεί να οδηγήσει σε πυρκαγιά / έκρηξη ή εύφλεκτων υγρών / νεφών ακολουθούμενη από φωτιές λίμνης (pool fires) ή κατάκαυση αερίου νέφους (flash fires)
 - τοξικών αερίων / υγρών
 - μεγάλης ποσότητας υδρογονανθράκων με ταυτόχρονη μόλυνση εδάφους / υδάτων
 - λόγω ανοίγματος γραμμής για συντήρηση κατά τη διάρκεια της λειτουργίας
 - θραύση σε σημείο σύνδεσης οργάνου μέτρησης
 - υπερπλήρωση δοχείου αποθήκευσης ή δοχείου εκτόνωσης
 - θραύση δοχείου, σωλήνα (π.χ. σε εναλλάκτη θερμότητας)
- ❖ Πυρκαγιές / εκρήξεις
 - λόγω εισόδου αέρα στο εσωτερικό εξοπλισμού που περιέχει υδρογονάνθρακες ή λόγω εισόδου υδρογονανθράκων σε σημεία που υπάρχει αέρας
 - από πυροφορικές ουσίες, από υλικό θερμομόνωσης εμποτισμένο με εύφλεκτα υγρά ή από άλλες άμεσα αναφλέξιμες ουσίες
- ❖ Υπερπίεση
 - σε δοχείο αποθήκευσης που μπορεί να προκληθεί από απώλεια ελέγχου των αντιδρώντων ουσιών ή από εξωτερική εφαρμογή θερμότητας
 - βλάβη σε βαλβίδα εκτόνωσης / ανακούφισης πίεσης (μόνιμα ανοιχτή / μόνιμα κλειστή)
 - βλάβη σε ακροφύσιο εκτόνωσης
 - υπερβολική ροή ατμού σε σύστημα εξαγωγής
- ❖ Φαινόμενα από συμπύκνωση φάσης.

Παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη όταν πρόκειται να υπολογιστεί η συχνότητα εμφάνισης ενός ατυχούς γεγονότος, περιλαμβάνουν τα ακόλουθα.

- ❖ **Προϊστορία αντίστοιχων γεγονότων** όπου φαίνονται οι ήδη υπάρχουσες αδυναμίες του συστήματος και το κατά πόσο αυτές έχουν αντιμετωπισθεί ολοκληρωμένα, έτσι ώστε να αποφευχθούν αντίστοιχα γεγονότα στο μέλλον.
- ❖ **Συνθήκες διεργασίας** όπως πολύ υψηλές / χαμηλές πιέσεις και θερμοκρασίες, διαβρωτικές ουσίες, εξώθερμες αντιδράσεις κ.λπ. και πως αυτές μπορούν να μετριαστούν ή να ελεγχθούν όσον αφορά στο ότι δεν υπερβαίνουν τα όρια.
- ❖ **Όρια αντοχής κατασκευών και ανοχής διαδικασιών και διεργασιών.** Σε όλες τις κατασκευές ή παραγωγικές διαδικασίες θα πρέπει να υπάρχουν ανοχές έτσι ώστε να υπάρχει ασφάλεια σε περίπτωση που υπάρχουν αποκλίσεις από τα προβλεπόμενα όρια (π.χ. υψηλότερες θερμοκρασίες, πιέσεις, κρούσεις κ.λπ.).
- ❖ **Πολυπλοκότητα διεργασιών.** Όσο πιο πολύπλοκη είναι μια διεργασία τόσο πιο δύσκολο είναι να εντοπισθεί η αιτία κάποιας βλάβης και να ληφθεί η σωστή απόφαση για αποκατάσταση της βλάβης.
- ❖ **Ανθρώπινος παράγοντας.** Όσο συχνότερη είναι η ανάγκη για χειροκίνητες επεμβάσεις σε μια διεργασία, τόσο αυξάνει ο κίνδυνος σφάλματος από το χειριστή.
- ❖ **Ηλικία της εγκατάστασης.** Όσο παλαιότερη είναι μια εγκατάσταση, τόσο μεγαλύτερες είναι οι πιθανότητες βλάβης κυρίως λόγω φαινόμενων κόπωσης (θερμικής και μηχανικής) αλλά και λόγω της εξέλιξης της τεχνολογίας σε θέματα υλικών, σχεδιασμού, συστημάτων ελέγχου κ.λπ.. Με κατάλληλη συντήρηση βέβαια και έλεγχο του εξοπλισμού προβλήματα γήρανσης του εξοπλισμού μπορούν να προβλεφθούν και μέσω αντικατάστασης να διορθωθούν.
- ❖ **Συστήματα προειδοποίησης και ελέγχου.** Η ύπαρξη συστημάτων ελέγχου και προειδοποίησης μπορεί να μειώσει σημαντικά τη συχνότητα συμβάντων.
- ❖ **Οργανωτικά συστήματα διαχείρισης ασφάλειας.** Η οργάνωση των διαδικασιών και η κατάλληλη εκπαίδευση των εργαζομένων σε θέματα ασφάλειας, μπορεί επίσης να μειώσει σημαντικά τη συχνότητα εμφάνισης των συμβάντων.

3.4.2 Στοιχεία προσδιορισμού συνεπειών ατυχήματος

Η έκταση των ζημιών που προκαλούνται από ένα ατύχημα εξαρτάται από χαρακτηριστικά του, όπως το είδος και η ποσότητα της ουσίας που διαφεύγει, η μορφή και η ποσότητα της ενέργειας, ο χρόνος έκλυσης κ.λπ. Σε μια συστηματική θεώρηση των προβλημάτων ασφάλειας γίνεται προσπάθεια να ταξινομηθούν οι παράγοντες αυτοί σε κατηγορίες, έτσι ώστε να προκύψουν κάποιες βασικές αρχές για την ελαχιστοποίηση του κινδύνου.

Είναι προφανές ότι όσο μεγαλύτερη είναι η *ποσότητα* επικινδύνων ουσιών που διακινούνται ή αποθηκεύονται σε μια εγκατάσταση, τόσο μεγαλύτερος είναι ο κίνδυνος, δηλαδή σε περίπτωση ατυχήματος οι ζημιές είναι πιο εκτεταμένες.

Γενικά όσο περισσότερη είναι η *ενέργεια* που υπάρχει στο σύστημα, σε οποιαδήποτε μορφή (μηχανική, χημική, πυρηνική κ.λπ.), τόσο μεγαλύτερος είναι ο κίνδυνος. Μια τοξική ουσία αποθηκευμένη σε ένα δοχείο σε συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης κοντά στην ατμοσφαιρική εί-

να λιγότερο επικίνδυνη απ' ό,τι όταν υπάρχει σε έναν αντιδραστήρα όπου λαμβάνει χώρα μια εξώθερμη αντίδραση. Ένα υγρό αποθηκευμένο υπό πίεση σε θερμοκρασία πάνω από το κανονικό σημείο βρασμού περιέχει μεγάλη ποσότητα ενέργειας. Σε περίπτωση ρωγμής του δοχείου το υγρό θα εξατμιστεί απότομα προκαλώντας έκρηξη. Το ίδιο υγρό αποθηκευμένο σε χαμηλή θερμοκρασία υπό ατμοσφαιρική πίεση εξατμίζεται βαθμιαία σε περίπτωση ατυχήματος λαμβάνοντας ενέργεια από το περιβάλλον.

Αναφέρθηκε παραπάνω ότι η έκρηξη προκαλεί ζημιές μεγαλύτερης έκτασης από τη φωτιά. Η φωτιά εξαπλώνεται βαθμιαία και δίνεται έτσι κάποιος χρόνος για να οργανωθεί η καταπολέμησή της ή να απομακρυνθούν οι άνθρωποι. Γενικά όσο πιο αργά εξελίσσεται το συμβάν, τόσο μικρότερη είναι η έκταση των ζημιών, γιατί δίνεται ο χρόνος να εφαρμοστούν κατασταλτικά μέτρα. Συνεπώς, η έγκαιρη προειδοποίηση π.χ. με σύστημα συναγερμού είναι πολύ σημαντική.

Η ένταση του συμβάντος και επομένως και η ζημιά που προκαλεί είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο μικρότερη είναι η απόσταση από το χώρο του ατυχήματος. Υπολογίζεται ότι η υπερπίεση που προκαλείται από μια έκρηξη ελαττώνεται από 1,6 έως 2,3 φορές ανάλογα με την απόσταση. Το μέγεθος του κινδύνου χαρακτηρίζεται από την απόσταση από την οποία τα δυσμενή αποτελέσματα γίνονται αισθητά και κατά συνέπεια και από τον αριθμό των ανθρώπων των εκτίθενται στον κίνδυνο.

Η δυνατότητα πρόκλησης ζημιών, ιδιαίτερα ο κίνδυνος για τους ανθρώπους, μπορεί να ελαττωθεί σημαντικά εάν ληφθούν μέτρα ώστε να περιοριστεί η έκθεση στον κίνδυνο. Αυτό μπορεί να γίνει με προληπτικά μέτρα όπως ειδικές στολές, προστατευτικά τοιχεία κ.λπ. ή με κατασταλτικά μέτρα όπως σύστημα συναγερμού, πρόγραμμα εκκένωσης κ.λπ.

Συμπερασματικά, οι συνέπειες ενός συμβάντος εξαρτώνται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- αποθήκευση επικίνδυνων ουσιών / υλικών (ποσότητα και είδος)
- «ενέργεια» (ποσά ενέργειας που θα μπορούσαν να εκλυθούν σε περίπτωση αντίδρασης κάποιας ουσίας)
- «χρόνο» (ο ρυθμός απελευθέρωσης της ενέργειας και ο χρόνος προειδοποίησης που μεσολαβεί)
- σχέση έντασης / απόστασης (η απόσταση μέσα στην οποία ο κίνδυνος μπορεί να προκαλέσει τραυματισμό ή βλάβες)
- «έκθεσης» (ο αριθμός των ατόμων ή το μέγεθος της περιοχής που επηρεάζεται από το συμβάν).

3.4.3 Συλλογή / καταγραφή στοιχείων

Όπως προαναφέρθηκε, ένα βασικό στοιχείο στην πρόληψη ατυχημάτων είναι το να μαθαίνει κανείς από τα σφάλματα του παρελθόντος. Για να επιτευχθεί αυτός ο σκοπός θα πρέπει να γίνεται συστηματική αναφορά των ατυχημάτων καθώς και να υπάρχει μια βάση δεδομένων όπου θα περιλαμβάνονται οι πληροφορίες. Θα πρέπει να υπάρχει:

- σύστημα καταγραφής των συμβάντων καθώς και έλεγχος της συχνότητας αυτών (οι αναφορές για τα αίτια των συμβάντων θα πρέπει να ενσωματώνονται στις διαδικασίες εντοπισμού κινδύνων για άλλες διεργασίες)
- τα δεδομένα αυτά θα πρέπει να παρέχονται σε αρμόδιους φορείς / άλλες εταιρίες με αντίστοιχα προβλήματα / διεργασίες
- αξιοποίηση της πληροφορίας από τις αναφορές από τα αρμόδια άτομα στην εταιρία, για να διορθωθεί η επικίνδυνη κατάσταση με παράλληλη αναθεώρηση σε περίπτωση αλλαγών.

Επίσης, πρέπει να διερευνάται η πιθανότητα πρόκλησης ενός ατυχήματος μεγάλης έκτασης. Σε αυτό το πλαίσιο πρέπει να εξετάζονται:

- ❖ ποιο είναι το χειρότερο πιθανό συμβάν που θα μπορούσε να συμβεί στο χώρο εργασίας
 - φωτιά μεγάλης έκτασης
 - διαρροή μεγάλης ποσότητας τοξικών
 - έκρηξη σε δοχείο υπό πίεση
 - κατάρρευση μεγάλης κατασκευής
 - έκθεση εργαζομένων σε ιονίζουσα ακτινοβολία
- ❖ άλλα σενάρια ατυχημάτων που μπορεί να είναι λιγότερο σοβαρά από άποψη συνεπειών, ενδεχομένως όμως η πιθανότητα να συμβούν να είναι μεγαλύτερη από αυτή του χειρότερου σεναρίου
- ❖ τι διαδικασίες έχουν θεσπιστεί έτσι ώστε να αποφευχθούν τα γεγονότα αυτά
- ❖ τι διαδικασίες έχουν θεσπιστεί για την περίπτωση που συμβούν.

Οι βάσεις δεδομένων συνήθως αναφέρονται σε ατυχήματα μεγάλης έκτασης που αφορούν:

- διαρροές τοξικών ουσιών
- μεγάλες φωτιές / εκρήξεις
- διαρροές και εκρήξεις σε σωληνώσεις μεταφοράς
- ατυχήματα κατά τη μεταφορά
- ατυχήματα που υπάρχουν σοβαροί τραυματισμοί ή και θάνατοι
- παρ' ολίγον ατυχήματα (με πιθανότητες να είχε συμβεί σοβαρό ατύχημα).

Οι πληροφορίες που μπορούν να αντληθούν από τις παραπάνω πηγές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν όπως παρακάτω:

- μηχανισμοί αστοχίας και αιτίες από μηχανικές βλάβες ή βλάβες στην παραγωγική διαδικασία / διεργασία
- μηχανισμοί αστοχίας και αιτίες από ανθρώπινο σφάλμα / οργανωτικό σφάλμα
- αστοχίες από προϋπάρχουσες επικίνδυνες καταστάσεις (λόγω μη εντοπισμού κάποιας βλάβης για μεγάλο χρονικό διάστημα σε κάποιο σημείο της εγκατάστασης)
- συνέπειες (επίπεδα έκθεσης)
- συχνότητα συγκεκριμένων συμβάντων

- επικίνδυνες ουσίες και διεργασίες που εμπλέκονται στα συμβάντα.

Σημαντικό είναι, επίσης, να γίνει καταγραφή ουσιών που έχουν κάποια από τις παρακάτω επικίνδυνες ιδιότητες:

- εύφλεκτα
- εκρηκτικά
- ασταθείς ουσίες
- διαβρωτικά
- ασφυξιογόνα
- ισχυρά δραστικές ουσίες
- τοξικά
- αδρανή αέρια
- εκρηκτικές σκόνες
- πυροφορικές ουσίες.

Πρέπει βέβαια να παρατηρήσουμε ότι στην προσπάθεια αναγνώρισης κινδύνων από τη χρήση επικίνδυνων ουσιών θα πρέπει να γίνει αντιληπτό ότι δεν αρκεί να ληφθούν υπόψη μόνο οι ιδιότητες των ουσιών αυτών αλλά και οι συνθήκες χρήσης και αποθήκευσής τους. Για το λόγο αυτό πρέπει επίσης να γίνει γνωστό σε ποια σημεία της εγκατάστασης επικρατούν ακραίες / επικίνδυνες συνθήκες όπως:

- υψηλές θερμοκρασίες
- κρυογενικές θερμοκρασίες
- υψηλές πιέσεις
- υποπίεση (κενό)
- θερμικές εναλλαγές
- εναλλαγές πίεσης
- δονήσεις / υδραυλικές κρούσεις
- ιοντίζουσες ακτινοβολίες
- υψηλή τάση / ένταση ρεύματος
- διάβρωση (επιφανειακή ή σε βάθος).

Μια μελέτη ασφαλείας θα πρέπει να δίδει πληροφορίες όπως οι παρακάτω:

- πίνακας με πιθανούς κινδύνους που συναντώνται στο σύνολο των διεργασιών
- πίνακας με πιθανές καταστάσεις ατυχήματος
- πίνακας με ενέργειες για τη μείωση των πιθανών ατυχημάτων
- κατηγοριοποίηση επικίνδυνων καταστάσεων βάση σοβαρότητας
- δεδομένα για ποσοτική ανάλυση κινδύνου.

Το αποτέλεσμα της αναγνώρισης κινδύνων θα πρέπει να περιλαμβάνει μία λίστα με τα παρακάτω:

- πίνακα με εύφλεκτα υλικά

- πίνακα με τοξικά υλικά και παραπροϊόντα
- πίνακα με επικίνδυνες αντιδράσεις
- πίνακα χημικών και ποσοτήτων αυτών (αποθηκευμένα ή χρησιμοποιούμενα) για τα οποία θα απαιτείται αναφορά σε περίπτωση διαρροής.

Επίσης, αναφορικά με τον εξοπλισμό θα πρέπει να δημιουργηθούν:

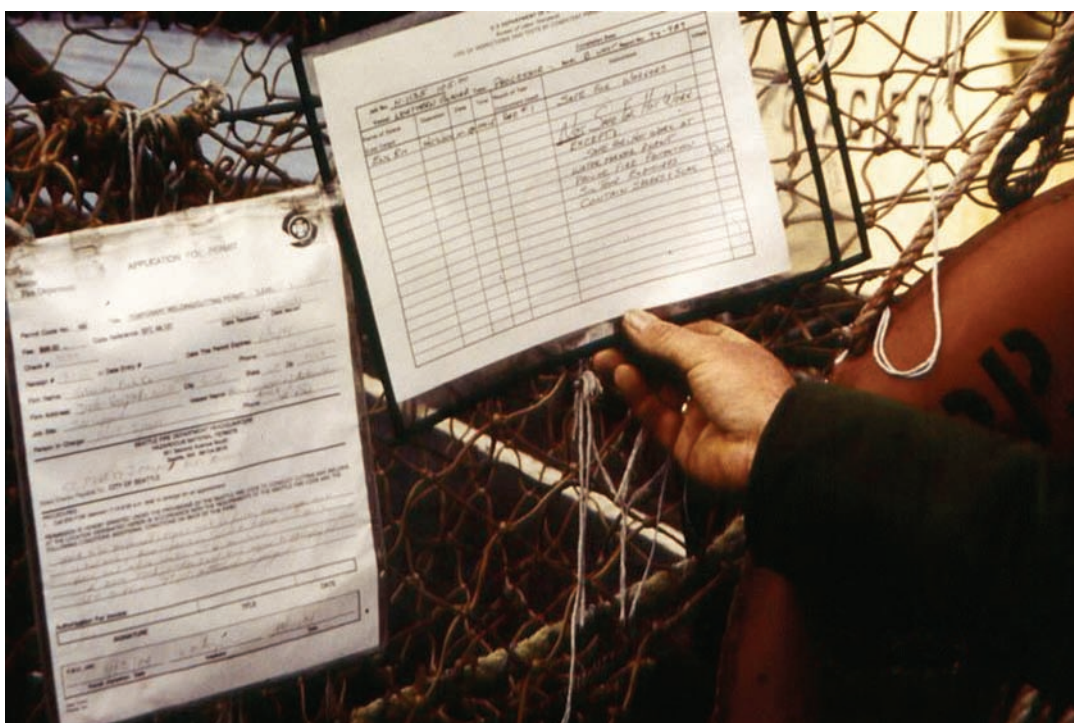
- ❖ λίστα με τις μέγιστες επιτρεπόμενες πιέσεις όλων των δοχείων υπό πίεση και συστημάτων ασφαλείας κάτω από φυσιολογικές συνθήκες αλλά και σε περίπτωση μη-φυσιολογικών συνθηκών
- ❖ αναφορά του τύπου, του ακριβούς σημείου τοποθέτησης, της κατάστασης λειτουργίας και της χρονολογίας ελέγχου της κάθε συσκευής ανακούφισης πίεσης που υπάρχει συνδεδεμένη σε αυτά
- ❖ αναφορά για το εάν οι χειριστές κινδυνεύουν να τραυματιστούν από εκτόνωση των συσκευών ανακούφισης πίεσης
- ❖ δημιουργία λίστας με τις μέγιστες επιτρεπόμενες θερμοκρασίες και πηγές θέρμανσης στα διάφορα τμήματα του εξοπλισμού, αναγνώριση όλων των συσκευών ελέγχου υπερθέρμανσης καθώς και των μέτρων που λαμβάνονται για προστασία των εργαζομένων από θερμές επιφάνειες
- ❖ αναφορά στους κινδύνους που εμφανίζονται σε περίπτωση που οι συνθήκες αντίδρασης παρεκκλίνουν από τις φυσιολογικές συνθήκες καθώς και τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας που πρέπει να λαμβάνονται σε περίπτωση που έχουμε:
 - μη φυσιολογικές θερμοκρασίες
 - μη φυσιολογικούς χρόνους αντίδρασης
 - βλάβη εξοπλισμού
 - προσθήκη ουσιών σε λάθος στάδιο της διαδικασίας
 - προσθήκη λάθος ουσιών
 - διακοπή ροής ουσιών
 - διαρροή ουσιών (εκτός ή εντός διεργασίας)
 - βλάβη μηχανισμού ανάδευσης
 - απώλεια ατμόσφαιρας αδρανούς αερίου
 - σφάλματα στη λειτουργία βαλβίδων ή διακοπών
 - φραγμένη γραμμή ανακούφισης πίεσης
 - βλάβη στο μηχανισμό ανακούφισης πίεσης
 - διαρροή ουσιών στο δάπεδο ή διάχυσή τους στον αέρα.

Επισημαίνουμε ότι τα παραπάνω ζητήματα αναφέρονται ενδεικτικά. Ανάλογα με τις συγκεκριμένες συνθήκες σε κάθε εγκατάσταση θα πρέπει να γίνεται εκτίμηση της επικινδυνότητας. Σημαντικά στοιχεία μπορούν να αντληθούν από τη εκτίμηση του επαγγελματικού κινδύνου. Σε αυτό το πλαίσιο ιδιαίτερη σημασία έχει η συνδυασμένη εφαρμογή της νομοθεσίας για τα ατυχήματα μεγάλης έκτασης και για την υγείας και ασφάλεια των εργαζομένων.

3.4.4 Ειδικές άδειες εργασίας

Στη βιομηχανία διύλισης πετρελαίου είναι επιβεβλημένο να υπάρχουν κατηγορίες εργασιών / ενεργειών για τις οποίες είναι απαραίτητο να εκδίδονται ειδικές άδειες έτσι ώστε να αποφεύγονται επικίνδυνες καταστάσεις από τυχόν αλληλεπιδράσεις με παρακείμενες μονάδες / ενέργειες. Σε αυτές περιλαμβάνονται ενέργειες ή εργασίες όπως οι παρακάτω:

- θερμή εργασία (συγκόλληση, κοπή, χρήση γυμνής φλόγας κ.λπ.)
- είσοδος σε κλειστό χώρο (δεξαμενή, οπή, φρεάτιο κ.λπ.)
- άνοιγμα γραμμής
- επισκευή / αντικατάσταση εξαρτήματος, επιθεώρηση / συντήρηση εξοπλισμού
- διαδικασίες διαχείρισης / απόρριψης αποβλήτων
- διαδικασίες ελέγχου / δοκιμών (π.χ. εκρηκτικών αερίων, συγκέντρωσης O₂, CO₂ κ.λπ.)
- εκσκαφές
- εργασίες εκτός κανονικού ωραρίου
- εργασία με εκρηκτικά
- εργασία με οξέα
- εργασία με εύφλεκτα υλικά
- εργασία με τοξικά υλικά
- χειρισμός εξοπλισμού μεταφοράς αντικειμένων (οχήματα, γερανοί κ.λπ.)
- απενεργοποίηση μηχανισμών καταιονισμού
- διακοπή παροχής ρεύματος σε κάποια γραμμή
- διαδικασίες διακοπής λειτουργίας μονάδων (εκτός από περίπτωση έκτακτης ανάγκης)
- πολύ εξειδικευμένες εργασίες (π.χ. αναρρίχηση σε κάποια μονάδα για επισκευή).



Οι άδειες αυτές θα πρέπει να έχουν ισχύ για μία μόνο βάρδια. Θα πρέπει να υπάρχουν δύο αντίγραφα, ένα στο δωμάτιο ελέγχου και ένα στη θέση εργασίας. Οι υπεύθυνοι θα πρέπει να υπογράψουν πριν το ξεκίνημα και μετά το πέρας των εργασιών.

Υπάρχουν, επίσης, και κάποιες γενικότερες ενέργειες για τις οποίες απαιτούνται γραπτές δεσμεύσεις / καταγραφή γεγονότων και οδηγιές, όπως:

- πολιτική της εταιρείας όσον αφορά την πρόληψη σε θέματα υγείας και ασφάλειας στους χώρους εργασίας
- ενημέρωση για τους κινδύνους για την υγεία και την ασφάλεια
- οργάνωση θεμάτων υγείας και ασφάλειας
- αναφορά ατυχημάτων
- πρόληψη έναντι πυρκαγιών, χρήση εξοπλισμού, ενεργοποίηση μηχανισμών προειδοποίησης
- οδηγίες για εργαζόμενους σε εργαστήρια
- χειρισμός χημικών ουσιών
- μεταγγίσεις χημικών ουσιών από / προς δοχεία, δεξαμενές, οχήματα κ.λπ.
- τήρηση τάξης και καθαριότητα των χώρων εργασίας
- χειρισμός διαθέσιμου εξοπλισμού ασφαλείας
- χειρισμός εργαλείων / εγκαταστάσεων
- χειρισμός οχημάτων
- ορθή χρήση και διατήρηση των ΜΑΠ σε καλή κατάσταση
- αποθήκευση εύφλεκτων υλικών
- διαχείριση αποβλήτων
- απαγόρευση καπνίσματος
- οδηγίες προς εξωτερικά συνεργεία
- παροχή πρώτων βοηθειών
- κατά τη διάρκεια αλλαγών βάρδιας (τήρηση ημερολογίου).

3.4.5 Καταστάσεις έκτακτου ανάγκης

Οι καταστάσεις έκτακτης ανάγκης είναι εξ ορισμού συνθήκες για τις οποίες δεν μπορεί να γίνει πρόβλεψη / προγραμματισμός. Ο προγραμματισμός όμως για αντιμετώπιση τέτοιου είδους καταστάσεων όχι μόνο μπορεί να γίνει, αλλά είναι και απαραίτητη ενέργεια στα πλαίσια ενός προγράμματος για την υγεία και ασφάλεια των εργαζομένων σε μια βιομηχανία διύλισης πετρελαίου.

Οι καταστάσεις έκτακτης ανάγκης μπορεί να περιλαμβάνουν:

- πυρκαγιά
- έκρηξη
- διαρροή επικίνδυνων χημικών (τοξικών, διαβρωτικών, εύφλεκτων κ.λπ.) σε υγρή ή αέρια φάση
- διαρροή αερίων υπό πίεση (τοξικών, διαβρωτικών, εύφλεκτων κ.λπ.)

- διαρροή παθογόνων βιολογικών ουσιών
- αποτελέσματα φυσικών καταστροφών (σεισμοί, πλημμύρες, τυφώνες κ.λπ.).

Ένα πολύ σημαντικό μέρος του προγραμματισμού για αντιμετώπιση καταστάσεων εκτάκτου ανάγκης είναι η διαθεσιμότητα κατάλληλου εξοπλισμού αλλά και ικανού αριθμού προσώπων ο οποίος θα είναι διαθέσιμος καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας των μονάδων. Ο εξοπλισμός θα πρέπει να βρίσκεται σε κατάλληλες θέσεις έτσι ώστε να είναι άμεσα διαθέσιμος στο προσωπικό και σε κατάλληλες ποσότητες ανάλογα με την περίπτωση. Απαραίτητη είναι επίσης η εκπαίδευση του προσωπικού όσον αφορά στην ορθή χρήση του εξοπλισμού αυτού, αλλά επίσης και για την κατάλληλη συντήρηση και διατήρησή του σε καλή κατάσταση προς χρήση. Αυτό μπορεί να γίνει μόνο μέσα από κατάλληλη εκπαίδευση και ασκήσεις ετοιμότητας για να διαπιστώνεται και η ετοιμότητα στην οποία βρίσκεται το προσωπικό. Θα πρέπει βεβαίως να υπάρχει πλήρες πλάνο δράσης με συγκεκριμένες ενέργειες / διαδικασίες που θα πρέπει να ακολουθούνται.



3.4.6 Αλληλουχία γεγονότων ατυχήματος

Η βασικότερη μέθοδος για την αποφυγή πρόκλησης ατυχημάτων είναι η κατανόηση των λόγων για τους οποίους αυτά συμβαίνουν. Το ατύχημα ορίζεται ως «μια συγκεκριμένη απρογραμμάτιστη σειρά από γεγονότα που έχουν ως αποτέλεσμα μια μη επιθυμητή συνέπεια». Ένα ατύχημα λοιπόν είναι μια αλληλουχία γεγονότων που μετατρέπουν έναν υπαρκτό κίνδυνο σε πραγματικό γεγονός. Συνήθως υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ του μεγέθους ενός κινδύνου με τη σοβαρότητα του ατυχήματος που προκαλείται από αυτό τον κίνδυνο. Σε μια αλληλουχία γεγονότων που οδηγεί σε πρόκληση ατυχήματος υπάρχουν συνήθως κάποια αρχικά γεγονότα, όπως αποκλίσεις κατά τη διάρκεια των διεργασιών, βλάβες εξοπλισμού κ.λπ. Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν κάποια μέτρα προστασίας ή το αρχικό γεγονός είναι τόσο σοβαρό ώστε τα υπάρχοντα μέτρα ασφάλειας δεν είναι ικανά να το περιορίσουν, τότε το αρχικό γεγονός αυτό μπορεί να είναι και το μοναδικό στην αλληλουχία γεγονότων ατυχήματος. Πιο συχνά βέβαια υπάρχει μια σειρά ενδιάμεσων γεγονότων που συνδέουν το αρχικό γεγονός με το τελικό ατύχημα. Αυτά τα ενδιάμεσα γεγονότα είναι οι αντιδράσεις υπό τη μορφή μέτρων ασφάλειας, οργανωτικών και διοικητικών ελέγχων όσον αφορά στα αρχικά δεδομένα. Τα ενδιάμεσα αυτά γεγονότα μπορούν να διαχωριστούν σε δύο κατηγορίες: (i) γεγονότα που επιταχύνουν τις διαδικασίες για πρόκληση ατυχήματος και (ii) γεγονότα που επιβραδύνουν τις διαδικασίες για πρόκληση ατυχήματος. Τα γεγονότα που επιταχύνουν τις διαδικασίες είναι αδυναμίες του συστήματος προστασίας και ασφάλειας να αποτρέψει κάποιο ατύχημα, ενώ τα γεγονότα που επιβραδύνουν τις διαδικασίες είναι επιτυχείς αντιδράσεις του συστήματος προστασίας και ασφάλει-

ας. Είναι σημαντική η θεώρηση κάθε ατυχήματος σαν μιας ξεχωριστής αλληλουχίας γεγονότων. Οι διάφορες μέθοδοι για την αξιολόγηση του κινδύνου μπορούν να βοηθήσουν στο να κατανοηθεί η σημασία της αλληλουχίας γεγονότων που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε ατύχημα και πώς αυτά σχετίζονται με μια διεργασία ή ενέργεια. Η κατανόηση αυτή μπορεί να οδηγήσει στην αναγνώριση τρόπων για τη μείωση της συχνότητας και των συνεπειών των ατυχημάτων, βελτιώνοντας έτσι τις συνθήκες υγείας και ασφάλειας στους χώρους εργασίας. Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει την αλληλουχία γεγονότων που μπορεί να οδηγήσει σε κάποιο ατύχημα.

Πίνακας 3.10: Πίνακας αλληλουχίας γεγονότων ατυχήματος

Κίνδυνοι Διεργασιών ¹¹	Αλληλουχία συμβάντων ατυχημάτων (Αρχικά γεγονότα)	Αλληλουχία συμβάντων ατυχημάτων (Ενδιάμεσα γεγονότα)	Αλληλουχία συμβάντων ατυχημάτων (Ενδιάμεσα γεγονότα)	Αποτέλεσμα συμβάντος
<p>Μεγάλες συγκεντρώσεις</p> <ul style="list-style-type: none"> • εύφλεκτων ουσιών • εκρηκτικών ουσιών • ασταθών ουσιών • διαβρωτικών ουσιών • ασφουξιογόνων ουσιών • ουσιών ευαίσθητων σε κρούση • ισχυρά δραστικών ουσιών • ισχυρά οξειδωτικών • τοξικών ουσιών • αδρανών αερίων • εκρηκτικών σκονών • πυροφορικών ουσιών 	<p>Διαταραχές διεργασιών</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Αποκλίσεις διεργασιών • πίεση • θερμοκρασία • ρυθμός ροής • συγκέντρωση • αλλαγή φάσης / κατάστασης • ακαθαρσίες • ρυθμός αντίδρασης / θερμοκρασία αντίδρασης ❖ Ταχείες αντιδράσεις • πολυμερισμός • αντίδραση εκτός ελέγχου • εσωτερική έκρηξη • διάσπαση ❖ Αστοχίες εγκλεισμού • σωληνώσεις, δεξαμενές, δοχεία, φλάντζες, μονώσεις ❖ Βλάβες εξοπλισμού • αντλίες, βαλβίδες, όργανα μέτρησης, αισθητήρες, 	<p>Παράγοντες επιτάχυνσης</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Βλάβη εξοπλισμού • βλάβη ασφαλιστικών δικλείδων ❖ Πηγές ανάφλεξης • φούρνοι, πυροσί • κλίβανοι • οχήματα • ηλεκτρικοί διακόπτες / επαφές • στατικός ηλεκτρισμός • θερμές επιφάνειες • ταγάρια, σπύρτα κ.λπ. ❖ Διοικητικά / οργανωτικά σφάλματα ❖ Ανθρώπινο σφάλμα • παράλειψη • επιπόρνη • λάθος διάγνωση • λάθος απόφαση ❖ Φαινόμενο ντόμινο • άλλες αστοχίες / βλάβες • άλλες διαρροές ουσιών 	<p>Παράγοντες επιβράδυνσης</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Αντιδράσεις χειριστή / ελεγκτή • προειδοποιητικά σήματα • έλεγχος απόκρισης του συστήματος • χειροκίνητη ή αυτόματη αποκατάσταση • σύστημα ανίχνευσης φωτιάς ή διαρροής ❖ Αντιδράσεις συστήματος • βαλβίδες / συστήματα ανακούφισης πίεσης • συστήματα απομόνωσης • υψηλής πιστότητας ασφαλιστικά • εφεδρικά συστήματα ❖ Αντιδράσεις δευτερογενών συστημάτων • φράγματα και σύστημα απορροής • πυροσί • συστήματα πυρόσβεσης 	<p>Φαινόμενα</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Εκτόνωση ❖ Αστραπαία ατμοποίηση/ εξάτμιση ❖ Διασπορά • ουδέτερη ή ελαφρών αερίων (ως προς τον αέρα) • πυκνών αερίων (ως προς τον αέρα) ❖ Φωτιές • λίμνης (pool fire) • πυροσί (jet fire) • ταχείες (flash fire) ❖ Εκρήξεις • BLEVEs • πύρινη σφαίρα (Fireball) • κλειστού χώρου • νέφους ατμού ανοιχτού χώρου • φουσκές εκρήξεις

11. Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, AIChE, 2nd Ed., 1992

Κίνδυνοι Διεργασιών	Αλληλουχία συμβάντων (Αρχικά γεγονότα)	Αλληλουχία συμβάντων ατυχημάτων (Ενδιάμεσα γεγονότα)	Αλληλουχία συμβάντων ατυχημάτων (Ενδιάμεσα γεγονότα)	Αποτέλεσμα συμβάντος
	<p>ασφαλιστικά, μηχανισμοί ενδομανδάλωσης</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Απόλεια λειτουργιών <ul style="list-style-type: none"> ● ηλεκτρική ενέργεια, αδρανή αέρια, νερό, ψύξη, αέρα, υγρά μεταφορές θερμότητας, ατμός, αερισμός, πεπεσμένος αέρας 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Εξωτερικές συνθήκες <ul style="list-style-type: none"> ● μετεωρολογία ● ορατότητα 	<ul style="list-style-type: none"> ● οπές εκτόνωσης έκρηξης ● συστήματα απορρόφησης τοξικών αερίων ❖ Αντιδράσεις εκτάκτου ανάγκης <ul style="list-style-type: none"> ● σειρήνες / προειδοποιητικά ● διαδικασίες εκτάκτου ανάγκης ● ασφάλεια προσωπικού ● εξοπλισμός ● καταφύγιο ● διαφυγή και εκκένωση ❖ Εξωγενείς παράγοντες <ul style="list-style-type: none"> ● έγκαιρη διάγνωση ● έγκαιρη προειδοποίηση ● ειδικά δομημένες κατασκευές / κτίρια ❖ Εκπαίδευση ❖ Άλλα οργανωτικά συστήματα 	<ul style="list-style-type: none"> ● εκρήξεις σκόνης ● εκτόνωσης ● εκτόνωσης συμπεκνωμένης φάσης ❖ Εκτόξευση υλικών

Κίνδυνοι Διεργασιών	Αλληλουχία συμβάντων ατυχημάτων (Αρχικά γεγονότα)	Αλληλουχία συμβάντων ατυχημάτων (Ενδιάμεσα γεγονότα)	Αλληλουχία συμβάντων ατυχημάτων (Ενδιάμεσα γεγονότα)	Αποτελέσματα συμβάντος
<p>Ακραίες φυσικές συνθήκες</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Υψηλές θερμοκρασίες ● κρυογενικές θερμοκρασίες ● υψηλές πιέσεις ● υποπίεση (κενό) ● πίεση σε κυκλική φόρτιση ● θερμοκρασία σε κυκλική φόρτιση ● ταλαντώσεις / συντονισμοί / υδραυλικές δομήσεις ● ιοντίζουσα ακτινοβολία ● υψηλή τάση / ένταση ρεύματος ● διάβρωση ● ανάπτυξη ρωγμών ● αστοχία λόγω ερπυσμού ● αστοχία λόγω κόπωσης 	<p>Διοικητικά / οργανωτικά σφάλματα</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Ανεπαρκής επάνδρωση ● διεργασίες ● έλεγχος ● συντήρηση ● ομάδες εκτάκτου ανάγκης ❖ Ανεπαρκής εκπαίδευση ● διεργασίες ● έλεγχος ● συντήρηση ● ομάδες εκτάκτου ανάγκης ❖ Ελλιπείς διοικητικοί έλεγχοι ● διεργασιών ● υγείας και ασφάλειας ● καταστάσεων εκτάκτου ανάγκης ● επιθεωρήσεων ❖ Αλλαγές προσωπικού 			<p><i>Αποτελέσματα</i></p> <p>Ανάλυση επιδράσεων τοξικές επιδράσεις θερμικές επιδράσεις επιδράσεις υπερπίεσης</p> <p>Αποτίμηση βλαβών κοινωνία</p> <p>εργατικό δυναμικό περιβάλλον</p> <p>περιουσιακά στοιχεία εταιρίας</p> <p>παραγωγή</p>

Κίνδυνοι Διεργασιών	Αλληλουχία συμβάντων ατυχημάτων (Αρχικά γεγονότα)	Αλληλουχία συμβάντων ατυχημάτων (Ενδιάμεσα γεγονότα)	Αλληλουχία συμβάντων ατυχημάτων (Ενδιάμεσα γεγονότα)	Αλληλουχία συμβάντων ατυχημάτων (Ενδιάμεσα γεγονότα)	Αποτέλεσμα συμβάντος
	<p><i>Ανθρώπινα σφάλματα</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● στο σχεδιασμό ● στην κατασκευή ● στη λειτουργία ● στη συντήρηση ● στον έλεγχο και την επιθεώρηση 				
	<p><i>Εξωγενείς παράγοντες</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● ακραίες καιρικές συνθήκες ● σεισμοί ● ατυχήματα σε γειτονικές εγκαταστάσεις ● σαμποτάζ 				

3.4.7 Τεχνικές μείωσης κινδύνων

Διάφορες τεχνικές υπάρχουν για τη μείωση των κινδύνων στις διάφορες διεργασίες. Μερικές από τις μεθόδους αυτές συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα μαζί με ενδεικτικά παραδείγματα¹².

Πίνακας 3.11

Μέθοδος / επεξήγηση	Παράδειγμα
Υποκατάσταση - Χρήση λιγότερο επικίνδυνων χημικών και εξοπλισμού.	<ul style="list-style-type: none"> • χρήση διαλυτικών με χαμηλή τοξικότητα • μεταφορά θερμότητας μέσω νερού και όχι ελαίου • χρήση χημικών με υψηλό σημείο ανάφλεξης, σημείο ζέσεως • χρήση συγκολλητών σωληνώσεων αντί για βίδες / φλάντζες • χρήση αντλιών / σωληνώσεων για μεταφορά αντί μετάγγισης σε οχήματα μεταφοράς
Εξασθένιση - Χρήση χημικών σε συνθήκες που είναι λιγότερο επικίνδυνα.	<ul style="list-style-type: none"> • χρήση κενού (υποπίεση) για να μειωθεί το σημείο βρασμού • μείωση πίεσης και θερμοκρασίας λειτουργίας • ψύξη δεξαμενών αποθήκευσης • διάλυση σε λιγότερο επικίνδυνα διαλύματα • χρήση συσσωματωμάτων στερεών ή χρήση στερεών σε «λασπώδη» μορφή με νερό αντί λεπτής σκόνης • λειτουργία σε συνθήκες που δεν επιτρέπουν ανεξέλεγκτη αντίδραση
Απομόνωση - Απομόνωση εξοπλισμού και κινδύνων.	<ul style="list-style-type: none"> • έλεγχος διεργασιών από απόσταση • ενίσχυση αιθουσών ελέγχου, δοχείων • διαχωρισμός αντλιοστασιών από άλλες μονάδες • δημιουργία κατάλληλων φραγμάτων / αποχετεύσεων που θα αποτρέπουν τη συσσώρευση εύφλεκτων γύρω από δεξαμενές σε περίπτωση διαρροής

12. Crowl D.A., Louvour J.E., Chemical process safety fundamentals with Applications, 1990 & Heaton A. An introduction to industrial chemistry, 1996

Μέθοδος / επεξήγηση	Παράδειγμα
Ελαχιστοποίηση - Μείωση αποθεμάτων χημικών.	<ul style="list-style-type: none"> ● χρήση πολλών μικρότερων αντιδραστήρων αντί ενός μεγάλου ● μείωση αποθεμάτων / αποθήκευσης πρώτων υλών ή και ενδιάμεσων ή τελικών προϊόντων ● βελτίωση ελέγχων ώστε να μειωθούν τα επικίνδυνα ενδιάμεσα προϊόντα ● μείωση καθυστερήσεων μεταξύ διεργασιών
Εγκλεισμός - Εγκλεισμός μηχανημάτων / αιθουσών και χρήση αρνητικών πιέσεων (υποπίεσεων).	<ul style="list-style-type: none"> ● μόνωση αιθουσών, αγωγών, αποχετευτικών δικτύων ● συνεχής έλεγχος από απόσταση ● εγκλεισμός εξοπλισμού στον οποίο εκτελούνται ιδιαίτερα επικίνδυνες διεργασίες ● μεταφορά σκονών πνευματικά
Τοπικός αερισμός - Απαγωγή και συγκέντρωση επικίνδυνων ουσιών.	<ul style="list-style-type: none"> ● χρήση απαγωγέων αερίων, φίλτρων ● τα συστήματα εξαγωγής να είναι πάντα σε αρνητική πίεση
Αερισμός μέσω διάλυσης - Μείωση των επιπέδων τοξικότητας με διάλυση με αέρα.	<ul style="list-style-type: none"> ● καλός αερισμός όλων των χώρων εργασίας
Υγρές διεργασίες - Για περιορισμό σκόνης.	<ul style="list-style-type: none"> ● χρήση σπρέι νερού / ατμού ● συχνός καθαρισμός με διαλύτες αντί μηχανικών μεθόδων (π.χ. αμμοβολής)
Τάξη / οργάνωση - Οργάνωση και τακτοποίηση των χώρων εργασίας / διαχωρισμός ουσιών.	<ul style="list-style-type: none"> ● τοποθέτηση φραγμάτων γύρω από αντλίες, δεξαμενές, γραμμές καθαρισμού, γραμμές αποχέτευσης ● παροχή νερού / ατμού για καθαρίσμα ● ύπαρξη κατάλληλου αποχετευτικού δικτύου
Μηχανολογικός σχεδιασμός - Σωστός σχεδιασμός και επιλογή κατάλληλων υλικών.	<ul style="list-style-type: none"> ● χρήση υλικών που αντέχουν στο χρόνο και δε χρειάζονται συντήρηση (π.χ. ανοξείδωτος χάλυβας, φλάντζες καλής ποιότητας κ.λπ.) ● έλεγχος ότι οι συνθήκες λειτουργίας είναι ανάλογες με αυτές του σχεδιασμού και των υλικών που χρησιμοποιούνται ● ύπαρξη μηχανισμών εκτάκτου ανάγκης (ασφαλιστικά) ● σχεδιασμός για περιορισμό διαρροών (φράγματα, τάφροι κ.λπ.)

Μέθοδος / επεξήγηση	Παράδειγμα
Οργανωτικά / Διοικητικά	<ul style="list-style-type: none"> ● τήρηση διαδικασιών ● συνεχής εκπαίδευση / ενημέρωση / ευαισθητοποίηση εργαζομένων ● τήρηση προγράμματος συντήρησης / ελέγχων / επιθεωρήσεων - καταγραφή όλων των ενεργειών συντήρησης σε αρχείο ● αναθεώρηση διαδικασιών έτσι ώστε να είναι ενήμερες με τις επικρατούσες αλλαγές ● ικανός αριθμός εργαζομένων για να καλυφθούν οι ανάγκες ιδιαίτερα σε περίπτωση απουσίας
Έγκαιρη διάγνωση / προειδοποίηση	<ul style="list-style-type: none"> ● χρήση αισθητήρων που δύναται να διαγνώσουν έγκαιρα κάποια βλάβη ● έγκαιρη αντίδραση προσωπικού
Μέτρα Ατομικής Προστασίας - ως τελευταία λύση	<ul style="list-style-type: none"> ● γυαλιά εργασίας, προσωπίδες, μάσκες, αναπνευστικές συσκευές, φόρμες / στολές εργασίας, ανθεκτικά ανάλογα με τη διεργασία
Κατασταλτικά μέτρα	<ul style="list-style-type: none"> ● σπρέι νερού ● «κουρτίνες» νερού / ατμού ● αφροί ● πρόκληση ελεγχόμενης έκρηξης ● διάλυση
Συναγερμός εκτάκτου ανάγκης	<ul style="list-style-type: none"> ● ύπαρξη πλάνου διακοπής λειτουργίας εγκαταστάσεων ● ύπαρξη σχεδίου διαφυγής / εκκένωσης ● ύπαρξη καταφυγίων ● παροχή ιατρικής βοήθειας

Οι εγκαταστάσεις διύλισης πετρελαίου θα πρέπει να είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε να είναι όσο περισσότερο «φιλικές προς το χρήστη». Με τον τρόπο αυτό πιθανές αποκλίσεις από το βέλτιστο τρόπο λειτουργίας λόγω σφάλματος από το χειριστή, συντηρητή ή το μηχάνημα δε θα πρέπει να είναι δυνατό να προκαλέσουν σοβαρό κίνδυνο για την ασφάλεια της εγκατάστασης. Αντί να γίνεται προσθήκη νέων μηχανημάτων που ελέγχουν επικίνδυνες καταστάσεις ή να επιφορτίζεται κάποιος εργαζόμενος με το συνεχή έλεγχο καλής λειτουργίας μιας εγκατάστασης θα πρέπει να δίδεται μεγαλύτερη έμφαση κατά τον αρχικό σχεδιασμό των εγκαταστάσεων. Η σχεδίαση μιας «απλής» / «φιλικής προς το χρήστη» μονάδας συνεπάγεται λιγότερες πιθανότητες σφαλμάτων.

3.4.8 Μέσα Ατομικής Προστασίας – εξοπλισμός ασφάλειας

Παρακάτω παρατίθεται μια λίστα από εξοπλισμούς και μέσα ατομικής προστασίας (ΜΑΠ) που είναι απαραίτητοι για την αντιμετώπιση καταστάσεων εκτάκτου ανάγκης σε μια βιομηχανία διύλισης πετρελαίου.

- πυροσβεστήρες, πυροσβεστικές κουβέρτες, αξίνες, φτυάρια, λοστοί κ.λπ.
- επιβραδυντικές ουσίες για περιορισμό πυρκαγιάς
- απορροφητικά υλικά (σε μερικές περιπτώσεις και εξουδετεροποιητικά για βάσεις / οξέα)
- συσκευές καθαρισμού με απορροφητικό τρόπο και κατάλληλα φίλτρα υψηλής απόδοσης
- σχοινιά, ιμάντες με κατάλληλες ασφάλειες (καραμπίνερ) για ασφαλή πρόσδεση εργαζομένων που εργάζονται σε ύψος
- φωτισμός ασφαλείας
- κουτιά πρώτων βοηθειών
- ειδικός εξοπλισμός (π.χ. αντεκρηκτικού τύπου καλωδιώσεις, φωτισμός κ.λπ.)
- όργανα ελέγχου (εκρηκτικών ατμοσφαιρών, τοξικών ατμοσφαιρών, οξυγόνου, πίεσης, θερμοκρασίας, μέτρησης pH κ.λπ.)
- συσκευές ενδοεπικοινωνίας
- πλύντες ματιών
- ντουζιέρες καταιονισμού (με αυτόματη έναρξη λειτουργίας).

Πίνακας 3.12: Μέσα Ατομικής Προστασίας

Τύπος	Περιγραφή
Κράνος	Προστασία κεφαλής από χτυπήματα / πτώσεις αντικειμένων.
Γυαλιά	Προστασία ματιών από μηχανικούς κινδύνους (εκτινασσόμενα αντικείμενα).
Προσωπίδα (γυαλί και αεροστεγής μάσκα με κατάλληλο φίλτρο)	Προστασία ματιών / προσώπου από χημικά και αναθυμιάσεις.
Μάσκα με κατάλληλο φίλτρο	Προστασία αναπνευστικού από σκόνες.
Υποδήματα εργασίας με λάμα και αντιολισθητικές σόλες	Προστασία κάτω άκρων από πτώσεις αντικειμένων.
Μπότες για χημικά	Προστασία κάτω άκρων από διάφορα χημικά ανάλογα με τον τύπο.

Ολόσωμη στολή για χημικά	Προστασία σώματος από διάφορα χημικά ανάλογα με τον τύπο.
Ποδιά	Περιορισμένη προστασία σώματος από χημικά.
Γάντια	Προστασία άνω άκρων από: χημικά ανάλογα με τον τύπο θερμές / ψυχρές επιφάνειες μηχανικούς κινδύνους
Ακουστικά / ωτοβύσματα	Προστασία για το θόρυβο.
Αντιπυρικές στολές	Προστασία κατά τη διάρκεια κατάσβεσης πυρκαγιάς.
Αυτόνομη αναπνευστική συσκευή / σύστημα παροχής αέρα με λάστιχο	Για παροχή καθαρού αέρα σε κλειστούς χώρους που κρίνεται απαραίτητο.

Εκτός από την εκπαίδευση του προσωπικού ως προς την ορθή χρήση των ΜΑΠ, θα πρέπει να γίνει και κατάλληλη ενημέρωση που θα αφορά την σωστή φύλαξη / καθαρισμό / έλεγχο της καλής κατάστασης των ΜΑΠ πριν και μετά από κάθε χρήση.

3.4.9. Οργάνωση υπηρεσιών για την προστασία της υγείας και ασφάλειας των εργαζομένων

Στις προηγούμενες παραγράφους αναφερθήκαμε ενδεικτικά σε ορισμένα ζητήματα που αφορούν στα μέτρα πρόληψης ατυχημάτων και αντιμετώπισης εκτάκτων καταστάσεων στα διυλιστήρια πετρελαίου.

Θα πρέπει να τονίσουμε ότι για μια ολοκληρωμένη προστασία των εργαζομένων είναι απαραίτητη η εκτίμηση του επαγγελματικού κινδύνου σε κάθε συγκεκριμένο χώρο εργασίας λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των παραγόντων κινδύνου, όπως αυτοί κωδικοποιήθηκαν στα προηγούμενες παραγράφους αλλά και γενικότερα λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαιτερότητες κάθε εργασιακού χώρου (διεργασίες, εξοπλισμός, χωροταξική διάταξη, προσωπικό, εκπαίδευση κλπ).

Αναφερόμαστε στους:

- ✓ κινδύνους για την ασφάλεια, δηλ. κινδύνους πρόκλησης εργατικού ατυχήματος
- ✓ κινδύνους για την υγεία, δηλ. κινδύνους που σχετίζονται με τη συνεχή έκθεση σε βλαπτικούς παράγοντες του εργασιακού περιβάλλοντος οι οποίοι μπορεί να οδηγήσουν σε πρόβλημα υγείας ή/και πρόκληση κάποια επαγγελματικής ασθένειας.

Στη διαδικασία αυτή βασικό ρόλο έχουν ο τεχνικός ασφάλειας και ο γιατρός εργασίας. Ενεργό συμμετοχή πρέπει να έχουν οι εργαζόμενοι μέσα από τους συνδικαλιστικούς φορείς τους και ιδιαίτερα μέσω των Επιτροπών Υγείας και Ασφάλειας (ΕΥΑΕ).

Η εφαρμογή ενός προγράμματος υγείας και ασφάλειας θα πρέπει να περιλαμβάνει:

- την εκτίμηση των κινδύνων για την υγεία και ασφάλεια των εργαζομένων (ΥΑΕ)
- την εκτίμηση των κινδύνων για ατυχήματα μεγάλης έκτασης (ΒΑΜΕ) λαμβάνοντας υπόψη την εκτίμηση του επαγγελματικού κινδύνου
- τη λήψη τεχνικών και οργανωτικών μέτρων για την πρόληψη και αντιμετώπιση των κινδύνων ΥΑΕ και ΒΑΜΕ
- εξασφάλιση προγράμματος ιατρικής παρακολούθησης και πρώτων βοηθειών.
- περιοδικές επιθεωρήσεις – ελέγχους
- αναθεωρήσεις διαδικασιών με γνώμονα τη βελτίωση των συνθηκών ασφάλειας και υγείας.

Οι παραπάνω διαδικασίες θα πρέπει να πραγματοποιούνται με βάση και τους ισχύοντες κανονισμούς και τη νομοθεσία για την υγεία και ασφάλεια των εργαζομένων (βλ. σχετικά στην ιστοσελίδα του ΕΛΙΝΥΑΕ: www.elinyae.gr), καθώς και με βάση τα αναφερόμενα στη διεθνή βιβλιογραφία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Στατιστικά Στοιχεία Ατυχημάτων

4.1 Εισαγωγή

Στη συνέχεια παρουσιάζονται στατιστικά στοιχεία από διαφορετικές βιβλιογραφικές αναφορές και βάσεις δεδομένων, τα οποία επιβεβαιώνουν τα συμπεράσματα όσον αφορά στους βασικούς κινδύνους στη βιομηχανία διύλισης πετρελαίου. Επισημαίνεται, ωστόσο, ότι τα στοιχεία αυτά δεν επιτρέπουν ολοκληρωμένα και συνολικά συμπεράσματα για τα ατυχήματα στον κλάδο (π.χ. διαφορές καταγραφής κ.λπ.) και για το λόγο αυτό θα πρέπει να θεωρηθούν μόνο ως ενδεικτικά.

4.2 Στοιχεία ατυχημάτων: πηγή CONCAWE

Τα αποτελέσματα από στατιστικά στοιχεία που συλλέχθηκαν για την περίοδο 1998-2002 (πηγή CONCAWE: The oil companies European Association for environment, health and safety in refining and distribution) δείχνουν ότι η **κύρια αιτία πρόκλησης θανατηφόρων ατυχημάτων στη βιομηχανία διύλισης πετρελαίου είναι τα οδικά ατυχήματα**. Ακολουθούν ατυχήματα που αφορούν εργασίες συντήρησης ή κατασκευής. Σε αυτά ορισμένες από τις αιτίες **με σειρά μεγαλύτερης συχνότητας είναι:**

- πτώσεις εργαζομένων από ύψος
- καταπλάκωση εργαζομένων από αντικείμενα
- ασφυξία κατά τη διάρκεια εργασίας σε κλειστό χώρο
- δηλητηρίαση από υδρόθειο (H₂S).

Ένα μικρότερο ποσοστό προέρχεται από εγκληματική ενέργεια. Πολύ σημαντική είναι η παρατήρηση ότι υπάρχουν πολύ λίγα θανατηφόρα ατυχήματα από πρόκληση πυρκαγιάς / έκρηξη που θεωρείται ένας από τους σημαντικότερους κινδύνους λόγω της φύσης των πρώτων υλών αλλά και παραγόμενων προϊόντων.

Πρέπει να σημειωθεί ότι λόγω του μικρού σχετικά αριθμού θανατηφόρων ατυχημάτων δεν είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν τα στοιχεία αυτά σαν αξιόπιστος δείκτης για την απόδοση των επιχειρήσεων σε θέματα ασφάλειας. Δυστυχώς, δεν υπάρχει ανάλυση για τα αίτια πρόκλησης μη θανατηφόρων αλλά εξίσου σοβαρών ατυχημάτων (απουσία από την εργασία > 1 μέρας) ή και λιγότερο σοβαρών ατυχημάτων (απουσία από την εργασία < 1 μέρας) τα οποία είναι περισσότερα στον αριθμό και πιο αξιόπιστος δείκτης για την απόδοση σε θέματα ασφάλειας.

4.3 Στοιχεία ατυχημάτων από τις ΗΠΑ

Μία έρευνα που διεξήχθη στις ΗΠΑ (U.S. Chemical Safety and Hazards Investigation Board February¹) συμπεραίνει ότι το 63% των ατυχημάτων σε χώρους διύλιση ή της χημικής βιομηχανίας, εν γένει, μπορούν να αποδοθούν σε «ανθρώπινο σφάλμα». Βεβαίως, αυτή δεν μπορεί να είναι η πραγματική αιτία και θα πρέπει να γίνει κατανοητό ότι τα «ανθρώπινα σφάλματα» είναι συνήθως σφάλματα που προκαλούνται από ατέλειες στο περίπλοκο σύστημα «ανθρώπου και μηχανής». Η απόδοση μιας εγκατάστασης καθώς και η δυνατότητα να προκληθεί κάποιο ατύχημα σε αυτήν είναι συνάρτηση του πως ο ανθρώπινος παράγοντας αλληλεπιδρά με τα διάφορα τμήματα (μηχανήματα, διεργασίες κ.λπ.) της εγκατάστασης. Από έρευνες που έχουν γίνει είναι φανερό ότι τα σφάλματα προκαλούνται από μία σειρά αιτιών που μπορεί να περιλαμβάνουν:

- κακό σχεδιασμό (χώρων εργασίας, μηχανημάτων αλλά και διαδικασιών)
- περίπλοκες / εσφαλμένες διαδικασίες
- ανισομερώς κατανομημένο φόρτο εργασίας σε συνδυασμό με ακατάλληλο για τη θέση προσωπικό
- ελλείψεις προσωπικού
- μη ασφαλείς / κακές συνθήκες εργασίας
- ελλιπή συντήρηση
- προτεραιότητα στην παραγωγή σε σχέση με την ασφάλεια
- κακή επιφάνεια αλληλεπίδρασης μεταξύ χειριστή / εξοπλισμού
- ελλιπή εκπαίδευση
- έλλειψη εμπειρίας
- ελλιπή επίβλεψη
- κακή οργάνωση με ελλείψεις προγραμματισμού
- αναπάντεχα γεγονότα (φυσικές καταστροφές, δολιοφθορές).

Η διατήρηση της ασφάλειας σε βιομηχανίες διύλισης πετρελαίου είναι ένα πολυσύνθετο πρόβλημα το οποίο δεν είναι δυνατόν να λυθεί με εφαρμογή συμβατικών μεθόδων και πρακτικών ασφάλειας.

Σε ένα ατύχημα η αιτία του «ανθρώπινου σφάλματος»² μπορεί να προέρχεται από ελλείψεις διαδικασίες, ελλιπή σχεδιασμό, ελλιπή εκπαίδευση κ.λπ. Οι κύριες αιτίες θα μπορούσαν να σχετίζονται με αδυναμίες του συστήματος οργάνωσης και διαχείρισης της εταιρείας. Είναι, λοιπόν, σημαντικό να βελτιωθούν οι ατέλειες του συστήματος οργάνωσης και διοίκησης προκειμένου να μειωθούν τα ατυχήματα από «ανθρώπινο σφάλμα».

Από ανάλυση των κυρίων αιτιών ατυχημάτων στη Αμερικανική χημική βιομηχανία την περίοδο 1978-1980 τα αποτελέσματα³ έδειξαν ότι:

1. Meshkati N., "Not Just 'Human Error, Oil refineries need to create a safety culture instead of calling some accidents unavoidable", March 16, 1999

2. Guidelines for investigating Chemical Process Incidents, AICE, 1992

3. Heaton A. An introduction to industrial chemistry, 1996

- τα πιο συχνά και σοβαρά ατυχήματα προέρχονται από φωτιές ή εκρήξεις
- οι εκρήξεις έχουν πιο καταστροφικές συνέπειες από τις φωτιές
- αντιδράσεις εκτός ελέγχου ή εσφαλμένες αντιδράσεις είναι οι κύριες αιτίες πρόκλησης εκρήξεων οι οποίες προκαλούν με τη σειρά τους κυρίως θραύση σωληνώσεων ή δοχείων
- οι περισσότερες εκρήξεις συνέβησαν σε κτήρια και παραγωγές μαζικής επεξεργασίας
- οι φωτιές προκαλούνται κατά κύριο λόγο από διαρροή εύφλεκτων υγρών ή αερίων.

Παρακάτω παρατίθεται λίστα από ατυχήματα που συνέβησαν σε εγκαταστάσεις διύλισης πετρελαίου στην περιοχή Contra Costa County, California, ΗΠΑ⁴.

Πίνακας 4.1

Ημερομηνία	Ατύχημα	Συνέπειες
Μάιος 1992	Ανάμιξη θειικού οξέος και υδρογονανθράκων από διαρροή και φωτιά.	1 νεκρός, 1 τραυματίας
Ιούλιος 1993	Υπερθέρμανση βυτιοφόρου και διαρροή τριοξειδίου του θείου.	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις, υλικές ζημιές
Αύγουστος 1994	Διαρροή σε στήλη απογύμνωσης διοξειδίου του άνθρακα.	Βραχυχρόνια προβλήματα υγείας σε μεγάλο μέρος εργαζομένων.
Ιούνιος 1995	Φωτιά σε δεξαμενές.	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις, εκκένωση γειτονικής πόλης.
Φεβρουάριος 1996	Θραύση σωλήνωσης λόγω διάβρωσης και έκρηξη.	Υλικές ζημιές.
Απρίλιος 1996	Φωτιά σε μονάδα πυρόλυσης.	Κατ' οίκον περιορισμός για τις γειτνιάζουσες περιοχές.
Μάιος 1996	Φωτιά σε δοχείο εξανθράκωσης.	Κατ' οίκον περιορισμός για τις γειτνιάζουσες περιοχές και βραχυχρόνια προβλήματα υγείας για περιορισμένο αριθμό.
Απρίλιος 1997	Βλάβη στη μονάδα απόσταξης → διαρροή υδροθείου.	Κατ' οίκον περιορισμός για τις γειτνιάζουσες περιοχές.

4. http://www.cchealth.org/groups/hazmat/accident_history.php

Ημερομηνία	Ατύχημα	Συνέπειες
Φεβρουάριος 1999	Flash fire σε μονάδα θέρμανσης αργού.	4 νεκροί
Μάρτιος 1999	Βλάβη σε βαλβίδα → διαρροή υδρογονανθράκων και υδροθείου → μεγάλη πυρκαγιά.	2 ελαφρά τραυματίες, κατ' οίκον περιορισμός για τις γειτνιαζουσες περιοχές.
Δεκέμβριος 1999	Υπερπίεση και βλάβη σε πυρσό καύσης → διαρροή μαύρου καπνού.	Κατ' οίκον περιορισμός για τις γειτνιαζουσες περιοχές.
Ιανουάριος 2000	Φωτιά σε πυρσό καύσης → διαρροή μαύρου καπνού.	Υλικές ζημιές.
Φεβρουάριος 2000	Διαρροή λόγω διάβρωσης → φωτιά υδρογόνου	Υλικές ζημιές.
Μάρτιος 2000	Φωτιά σε μονάδα αλκυλίωσης σε εργασίες ηλεκτροσυγκόλλησης.	2 τραυματίες
Ιούνιος 2000	Διαρροή νάφθας → Φωτιά σε μονάδα εξανθράκωσης.	2 τραυματίες
Μάιος 2001	Γενική διακοπή ισχύος (από σύγκρουση οχήματος με καλώδιο) → διαρροή διοξειδίου του θείου λόγω αδυναμίας κλεισίματος της μονάδας.	Κατ' οίκον περιορισμός για τις γειτνιαζουσες περιοχές.
Ιούλιος 2001	Βλάβη στη μονάδα υδρογονοεπεξεργασίας → φωτιά στους φούρνους προθέρμανσης.	1 ελαφρά τραυματίας
Οκτώβριος 2001	Βλάβη σε μονάδα καταλυτικής πυρόλυσης → διαρροή καπνού, καταλύτη και υδρογονανθράκων.	Κατ' οίκον περιορισμός και προβλήματα οσμής για τις γειτνιαζουσες περιοχές.
Οκτώβριος 2001	Βλάβη σε μονάδα καταλυτικής πυρόλυσης → διαρροή καπνού.	Κατ' οίκον περιορισμός και προβλήματα οσμής για τις γειτνιαζουσες περιοχές.
Νοέμβριος 2001	Βλάβη σε μετρητικό σύστημα → υπερκορεσμός 99,5% θεικού οξέος με τριοξείδιο του θείου → διαρροή τριοξειδίου του θείου.	Κατ' οίκον περιορισμός για τις γειτνιαζουσες περιοχές.
Ιανουάριος 2002	Βλάβη σε μετρητικό σύστημα → υπερκορεσμός 99,5% θεικού οξέος με τριοξείδιο του θείου → διαρροή τριοξειδίου του θείου.	Κατ' οίκον περιορισμός για τις γειτνιαζουσες περιοχές.
Ιανουάριος 2002	Μετά από εργασία πλύσης εναλλάκτη θερμότητας → διαρροή υδροξειδίου του θείου.	Κατ' οίκον περιορισμός για τις γειτνιαζουσες περιοχές.

Ημερομηνία	Ατύχημα	Συνέπειες
Φεβρουάριος 2002	Βλάβη σε μετρητικό σύστημα προσθήκης χημικών → εξώθερμη αντίδραση → διαρροή.	Κατ' οίκον περιορισμός για τις γειτνιάζουσες περιοχές.
Απρίλιος 2002	Βλάβη σε μονάδα ανάκτησης θείου από υπερθέρμανση του καταλυτικού οξειδωτή → έκλυση μαύρων καπνών.	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις, υλικές ζημιές.
Ιούλιος 2002	Βλάβη στη μονάδα παραγωγής ατμού → γενική διακοπή εργασιών στο διυλιστήριο → υπερπλήρωση των πυρσών καύσης → έκλυση καπνού, υδρογονανθράκων, ενώσεων θείου και μείωση της απόδοσης των πυρσών.	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
Σεπτέμβριος 2002	Βλάβη σε βαλβίδα ελέγχου → διαρροή τριοξειδίου του θείου.	Διακοπή λειτουργίας της μονάδας.
Ιανουάριος 2003	Φωτιά σε μονάδα εξανθράκωσης.	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις, υλικές ζημιές.
Ιούνιος 2003	Εσωτερική διαρροή νερού σε λέβητα → διακοπή λειτουργίας → διαρροή λεπτής σκόνης άνθρακα στην ατμόσφαιρα.	Παράπονα για δυσσομία στις γειτνιάζουσες περιοχές.
Αύγουστος 2003	Βλάβη στο συμπιεστή σε μονάδα ανακύκλωσης υδρογόνου → άμεση διακοπή → υπερπλήρωση των πυρσών καύσης → ατελής καύση και διαρροή καπνού.	26 άτομα χρειάστηκαν ιατρική βοήθεια, περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
Σεπτέμβριος 2003	Φωτιά κατά τη διάρκεια μεταφόρτωσης βενζίνης από βυτιοφόρο σε δοχείο.	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις, υλικές ζημιές.
Φεβρουάριος 2004	Βλάβη σε μονάδα παραγωγής ενέργειας → γενική διακοπή εργασιών του διυλιστηρίου → υπερπλήρωση των πυρσών καύσης → ατελής καύση και διαρροή καπνού και υδρογονανθράκων.	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
Μάρτιος 2004	Διαρροή ενώσεων θείου.	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις, παράπονα για δυσσομία στις γειτνιάζουσες περιοχές.
Απρίλιος 2004	Φωτιά σε αποθηκευτικό χώρο χημικών ουσιών.	Εκκένωση των εγκαταστάσεων, κατ' οίκον περιορισμός για τις γειτνιάζουσες περιοχές.

Ημερομηνία	Ατύχημα	Συνέπειες
Ιούλιος 2004	Εσωτερική διαρροή σε λέβητα → διαρροή μαύρων καπνών που περιείχαν σκόνη άνθρακα.	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
Σεπτέμβριος 2004	Έκρηξη και φωτιά σε δεξαμενή θειικού οξέως.	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις, υλικές ζημιές.
Οκτώβριος 2004	Φωτιά σε αντλία μεταφοράς νάφθας.	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις, υλικές ζημιές.
Οκτώβριος 2004	Βλάβη σε σωληνώσεις λέβητα → γενική διακοπή της μονάδας εξανθράκωσης → διαρροή μαύρου καπνού και σκόνης άνθρακα.	Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Σύμφωνα με μελέτες⁵ που διεξήχθησαν από τον Σύνδεσμο Ασφαλιστών Εργοστασίων των ΗΠΑ (Factory Insurance Association) για τη χρονική περίοδο 1964-1968, οι κυριότεροι τρόποι με τους οποίους εκδηλώνεται ο κίνδυνος στη χημική βιομηχανία είναι η φωτιά, η έκρηξη και η διαφυγή επικίνδυνων ουσιών. Ζημιές σε μεγαλύτερη έκταση προκαλούνται από έκρηξη (περίπου το 70 % των συνολικών ζημιών αποδίδονται σε έκρηξη ενώ σε αριθμό περιστατικών έρχεται πρώτη η φωτιά).

Στους πίνακες που ακολουθούν αναλύονται τα αίτια 44 σοβαρών ατυχημάτων που προήλθαν από έκρηξη (επί συνόλου 83 σοβαρών ατυχημάτων). Στον πρώτο πίνακα ταξινομούνται τα ατυχήματα σύμφωνα με τον τρόπο έναρξης του επεισοδίου σε τρεις κατηγορίες: φωτιά, χημική αντίδραση και αστοχία υλικών.

Πίνακας 4.2: Ατυχήματα από έκρηξη - Τρόπος έναρξης επεισοδίου

	Αριθμός ατυχημάτων	Ποσοστό επί του συνολικού αριθμού ατυχημάτων (%)	Ποσοστό επί των συνολικών ζημιών (%)
Φωτιά:			
● σε συσκευές	13	15,7	10,5
● στο χώρο των κτηρίων	8	9,6	24,4
● έξω	1	1,2	3,3
Σύνολο:	22	26,5	38,2

5. Πηγή: Ασφάλεια στη χημική βιομηχανία, Επιμορφωτικό σεμινάριο, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Τομέας ΙΙ: Ανάλυσης σχεδιασμού και ανάπτυξης διεργασιών και συστημάτων, Μάρτιος-Απρίλιος 1987

	Αριθμός ατυχημάτων	Ποσοστό επί του συνολικού αριθμού ατυχημάτων (%)	Ποσοστό επί των συνολικών ζημιών (%)
Χημική Αντίδραση:			
• έκρηξη υλικών	12	14,5	16,8
• αντίδραση εκτός ελέγχου	4	4,8	6,6
Σύνολο:	16	19,3	23,3
Αστοχία υλικών - μετάλλου:			
• διάβρωση	1	1,2	1,4
• υπερπίεση	3	3,6	4,1
• υπερθέρμανση	2	2,4	1
Σύνολο:	6	7,2	6,5

Στο δεύτερο πίνακα αναλύονται τα ατυχήματα για την ίδια χρονική περίοδο με βάση τα αίτια που τα προκάλεσε: ελλιπής γνώση, κακός σχεδιασμός, κακή συντήρηση, λάθος χειριστή.

Πίνακας 4.3: Ατυχήματα από έκρηξη - Αίτια

	Αριθμός ατυχημάτων	Ποσοστό επί του συνολικού αριθμού ατυχημάτων (%)	Ποσοστό επί των συνολικών ζημιών (%)
Ατελής γνώση των ιδιοτήτων χημικών ουσιών	6	7,2	11,2
Ατελής γνώση των διεργασιών	6	7,2	3,5
Κακός σχεδιασμός	13	15,7	20,5
Κακή συντήρηση	14	16,9	31,0
Λάθος χειρισμός	5	6	6,9

Είναι προφανές ότι μπορούν να γίνουν διαφορετικές ταξινομήσεις των αιτιών, π.χ. τόσο η ατελής γνώση των ιδιοτήτων και διεργασιών, όσο και η κακή συντήρηση μπορούν να αποδοθούν σε αδυναμίες στην οργάνωση ασφάλειας της επιχείρησης.

4.4 Στατιστικά στοιχεία ατυχημάτων σε εγκαταστάσεις διυλιστηρίων (Βάση δεδομένων Ility Engineering)

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται τα δεδομένα ατυχημάτων που καταγράφηκαν κατά τη χρονική περίοδο 2000 έως και 2004 και βασίζονται σε δεδομένα που συλλέχθηκαν από τη βάση δεδομένων της “Ility Engineering” (<http://www.saunalahti.fi/ility>). Στην ανάλυση που ακολουθεί γίνονται διάφορες συσχετίσεις μεταξύ αιτιών και ατυχημάτων έτσι ώστε να δοθεί μια πιο πλήρης εικόνα για την επικινδυνότητα διαφόρων μονάδων και τη συχνότητα εμφάνισης συγκεκριμένων καταστάσεων.

Στο δείγμα αυτό περιέχονται 598 συμβάντα τα οποία προκάλεσαν ατύχημα με ή χωρίς θύματα ή κάποια μορφή δυσλειτουργίας στις εγκαταστάσεις (διακοπή μικρής ή μακράς διάρκειας).

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθεται μια κατηγοριοποίηση των συμβάντων αυτών όσον αφορά το αποτέλεσμα ή αλλιώς τον «τύπο του ατυχήματος» που προκάλεσαν.

Πίνακας 4.4

Αποτέλεσμα / Τύπος Ατυχήματος	Αριθμός Συμβάντων	%
Φωτιά	172	28,76
Βλάβη εξοπλισμού ή / και διακοπή (χωρίς ατύχημα)	164	27,42
Διαρροή	135	22,58
Έκρηξη / Φωτιά	59	9,87
Αυξημένη καύση στον πυρσό	48	8,03
Έκρηξη	11	1,84
Δολιοφθορά	4	0,67
Πτώση αντικειμένων	3	0,50
Προληπτική διακοπή	1	0,17
Πτώση εργαζομένων	1	0,17
Σύνολο	598	

Όπως φαίνεται από τον πίνακα ο μεγαλύτερος αριθμός συμβάντων συνδέεται με εκδήλωση πυρκαγιάς. Εξίσου σημαντικός είναι ο αριθμός συμβάντων στα οποία δεν προκλήθηκε ατύχημα αλλά υπήρξε διακοπή της παραγωγικής διαδικασίας λόγω βλάβης εξοπλισμού ή / και κατάσταση η οποία θα μπορούσε να οδηγήσει σε ατύχημα αν δε λαμβάνονταν τα απαραίτητα μέτρα (π.χ. διακοπή λειτουργίας λόγω ενεργοποίησης ασφαλιστικών). Συμβάντα που σχετίζονται με διαρροή κατέχουν, επίσης, ένα μεγάλο ποσοστό του συνόλου. Στη συνέχεια ακολουθούν συμβάντα που σχε-

τίζονται με έκρηξη η οποία ακολουθείται από εκδήλωση πυρκαγιάς, ενώ λιγότερες είναι οι περιπτώσεις έκρηξης χωρίς εκδήλωση πυρκαγιάς. Σημαντικός είναι, επίσης, ο αριθμός συμβάντων που συνδέεται με διαδικασίες αυξημένης καύσης στον πυρσό (συνήθως συμβαίνει σε περιπτώσεις που η κατάσταση ξεφεύγει εκτός ελέγχου και οι εγκαταστάσεις των πυρσών δεν επαρκούν για να καεί η ποσότητα που αποστέλλεται σε αυτούς). Μικρά είναι τα ποσοστά ατυχημάτων που συνδέονται με πτώσεις εργαζομένων ή πτώσεις αντικειμένων ή πρόκλησης δολιοφθοράς.

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται οι διάφορες μονάδες ή καταστάσεις οι οποίες εμπλέκονται στα συμβάντα.

Πίνακας 4.5

Μονάδα – κατάσταση που εμπλέκεται στο ατύχημα	Αριθμός Συμβάντων	%
Μονάδα καταλυτικής πυρόλυσης	97	16,22
Άγνωστη / μη ορισμένη μονάδα	86	14,38
Δεξαμενές	57	9,53
Γενική διακοπή	53	8,86
Μονάδα απόσταξης	47	7,86
Μονάδα εξανθράκωσης	29	4,85
Μονάδα αναμόρφωσης	25	4,18
Μονάδα αλκυλίωσης	22	3,68
Αποθήκες	21	3,51
Μονάδα αποθείωσης	21	3,51
Μονάδα επεξεργασίας αερίων	16	2,68
Μονάδα υδρογονοεπεξεργασίας	16	2,68
Μονάδα ανάκτησης θείου	11	1,84
Μονάδα απόσταξης κενού	10	1,67
Λιμενικές εγκαταστάσεις	8	1,34
Μονάδα παραγωγής υδρογόνου	8	1,34
Μονάδα καταλυτικής αναμόρφωσης	7	1,17
Μονάδα υδρογονοπυρόλυσης	7	1,17
Υποσταθμός ηλεκτρικού ρεύματος	7	1,17

Μονάδα – κατάσταση που εμπλέκεται στο ατύχημα	Αριθμός Συμβάντων	%
Πυρός	6	1,00
Μονάδα παραγωγής ατμού	5	0,84
Μονάδα φόρτωσης οχημάτων	5	0,84
Γεννήτρια	4	0,67
Μονάδα παραγωγής ασφάλτου	4	0,67
Μονάδα υδρογονοαποθείωσης	4	0,67
Μονάδα παραγωγής λιπαντικών	3	0,50
Εκκοαφή	2	0,33
Εργασίες ηλεκτροσυγκόλλησης	2	0,33
Εργαστήριο	2	0,33
Μονάδα απασφάλτωσης	2	0,33
Μονάδα αποβλήτων	2	0,33
Μονάδα ιξωδόλυσης	2	0,33
Πύργοι ψύξης	2	0,33
Μηχανουργείο συντήρησης	1	0,17
Μονάδα αποκήρωσης	1	0,17
Μονάδα αφαλάτωσης	1	0,17
Μονάδα ολεφινών	1	0,17
Μονάδα πολυμερισμού	1	0,17
Σύνολο	598	

Η μονάδα καταλυτικής πυρόλυσης φαίνεται να παρουσιάζει τα περισσότερα προβλήματα, ενώ αρκετός είναι και ο αριθμός των συμβάντων σε δεξαμενές, μονάδες απόσταξης, εξανθράκωσης, αλκυλίωσης, επεξεργασίας αερίων, υδρογονοεπεξεργασίας, ανάκτησης θείου και αποθήκες φύλαξης πρώτων υλών. Πρέπει να σημειωθεί ότι για ένα πολύ μεγάλο μέρος των συμβάντων δεν υπάρχει πληροφορία για τη μονάδα με την οποία σχετίζεται, γεγονός που δυσκολεύει στην εξαγωγή συμπερασμάτων. Σημαντικός είναι, επίσης, ο αριθμός συμβάντων στα οποία προκλήθηκε γενική διακοπή όλων των παραγωγικών διαδικασιών (είτε από γενικές διακοπές παροχής ισχύος, είτε από αλυσιδωτές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μονάδων μετά από κάποιο συμβάν).

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται τα διάφορα επιμέρους τμήματα του εξοπλισμού που σχετίζονται με τα ατυχήματα ή τις βλάβες.

Πίνακας 4.6

Τμήμα Εξοπλισμού	Αριθμός Συμβάντων	%
Άγνωστο / μη ορισμένο τμήμα εξοπλισμού	318	53,18
Σωληνώσεις	57	9,53
Δεξαμενές	35	5,85
Βαλβίδα	32	5,35
Φούρνος	24	4,01
Συμπιεστής	21	3,51
Αντλία	16	2,68
Εναλλάκτης θερμότητας	11	1,84
Λέβητας	11	1,84
Ανεμιστήρας	9	1,51
Αντιδραστήρας	9	1,51
Μετασχηματιστής ηλεκτρικού ρεύματος	8	1,34
Καπνοδόχος	7	1,17
Δοχείο	6	1,00
Γεννήτρια	5	0,84
Όργανα ελέγχου	5	0,84
Πύργοι ψύξης	5	0,84
Στρόβιλος	4	0,67
Αποβάθρα φόρτωσης	3	0,50
Δοχείο καταλύτη	2	0,33
Αναδευτήρας	1	0,17
Ανιχνευτές αερίων	1	0,17
Ανυψωτικά	1	0,17

Τμήμα Εξοπλισμού	Αριθμός Συμβάντων	%
Διαχωριστής	1	0,17
Εξατμιστής	1	0,17
Μόνωση	1	0,17
Οθόνη οπτικής απεικόνισης	1	0,17
Πυρσός	1	0,17
Σκάλα	1	0,17
Στήλη απόσταξης	1	0,17
Σύνολο	598	100,00

Δυστυχώς για το μεγαλύτερο μέρος των συμβάντων δεν υπάρχει συσχέτιση με κάποιο συγκεκριμένο τμήμα του εξοπλισμού. Παρόλα αυτά παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό συνδέεται με βλάβες σε σωληνώσεις και δεξαμενές. Σημαντικά είναι, επίσης, τα ποσοστά βλάβης σε βαλβίδες, φούρνους, συμπιεστές, αντλίες. Λιγότερο συχνά είναι τα συμβάντα που σχετίζονται με εναλλάκτες θερμότητας, λέβητες, ανεμιστήρες, αντιδραστήρες, δοχεία, καπνοδόχους και μετασχηματιστές ηλεκτρικού ρεύματος.

Όσον αφορά τις κύριες αιτίες πρόκλησης των συμβάντων αυτές παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4.7

Αιτίες	Αριθμός Συμβάντων	%
Άγνωστη / μη ορισμένη αιτία	225	37,63
Μηχανική βλάβη	110	18,39
Διακοπή ηλεκτρικού ρεύματος	58	9,70
Μη τήρηση διαδικασιών	50	8,36
Διαρροή	36	6,02
Θραύση σωλήνα	30	5,02
Φυσική καταστροφή - καταιγίδα	10	1,67
Φυσική καταστροφή - κεραυνός	10	1,67

Αιτίες	Αριθμός Συμβάντων	%
Σύνδεση νέας μονάδας	8	1,34
Υπερπίεση	8	1,34
Φυσική καταστροφή - σεισμός	8	1,34
Διαμαρτυρία	6	1,00
Θραύση υλικού στεγανοποίησης	6	1,00
Υπερθέρμανση	6	1,00
Απώλεια ατμού	3	0,50
Απώλεια νερού ψύξης	2	0,33
Έλλειψη πρώτων υλών	2	0,33
Ηλεκτρολογική βλάβη	2	0,33
Θραύση βαλβίδας	2	0,33
Θραύση δοχείου	2	0,33
Παγετός	2	0,33
Στατικός ηλεκτρισμός	2	0,33
Σύγκρουση οχημάτων	2	0,33
Δολιοφθορά	2	0,33
Φράξιμο ροής	2	0,33
Βιολογικοί παράγοντες	1	0,17
Κατάρρευση δομής	1	0,17
Προϊόν εκτός προδιαγραφών	1	0,17
Χρήση αμιάντου	1	0,17
Σύνολο	598	100,00

Όπως και στην περίπτωση των τμημάτων του εξοπλισμού, έτσι και εδώ δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία όσον αφορά στις αιτίες της πρόκλησης των ατυχημάτων. Παρόλα αυτά η μηχανική βλάβη φαίνεται να ευθύνεται για ένα μεγάλο ποσοστό όπως και η διακοπή παροχής ηλεκτρικού ρεύματος. Σημαντικά είναι, επίσης, τα ποσοστά πρόκλησης ατυχημάτων λόγω μη τήρησης των διαδικασιών, διαρροής και θραύσης σωλήνα όπως και από φυσικές καταστροφές (σεισμούς, πλημμύρες, καταιγίδες κ.λπ.).

Στα παραπάνω 598 συμβάντα οι απώλειες σε ανθρώπινο δυναμικό παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4.8

Θάνατοι	82
Τραυματισμοί	677

Δεν υπάρχουν λεπτομερή στοιχεία όσον αφορά στη βαρύτητα των τραυματισμών και πώς αυτές μεταφράζονται σε ημέρες απουσίας από την εργασία.

Είναι σημαντικό να παρατηρήσει κανείς ότι από το σύνολο των συμβάντων (598), ο αριθμός εκείνων που συνέβησαν κατά τη διάρκεια προγραμματισμένης εργασίας είναι περίπου 15% όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα. Το υπόλοιπο 85% συνέβη κατά τη φάση των παραγωγικών διαδικασιών.

Πίνακας 4.9

	Αριθμός Συμβάντων	%
Προγραμματισμένη εργασία επισκευής / συντήρησης	93	15,55

Αν εξεταστεί ο αριθμός των θανάτων και των τραυματισμών που αντιστοιχεί σε αυτό το 15% των συμβάντων (κατά τη διάρκεια προγραμματισμένων εργασιών συντήρησης / επισκευής), τότε βλέπει κανείς ότι αυτό αντιστοιχεί στο 46% των θανάτων και στο 34% των τραυματισμών επί του συνόλου. Αυτή είναι μια πολύ σημαντική παρατήρηση που προέρχεται από την ανάλυση των στοιχείων και αναδεικνύει ότι τα ατυχήματα που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια προγραμματισμένης εργασίας επισκευής ή συντήρησης είναι πολύ πιο σοβαρά. Αυτό συμβαίνει διότι υπάρχει μεγαλύτερη συγκέντρωση εργαζόμενων κοντά στην πηγή κινδύνου από ότι κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας αλλά και αυξημένη έκθεση στους κινδύνους. Τα στοιχεία αυτά φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4.10

	Θάνατοι	%	Τραυματισμοί	%
Προγραμματισμένη εργασία επισκευής/ συντήρησης	38	46,34	230	33,97

Αντίστοιχα συμπεράσματα μπορούν να εξαχθούν αν εξεταστούν τα ατυχήματα που σχετίζονται με “είσοδο σε κλειστό χώρο” ή “εκτέλεση θερμής εργασίας” όπως φαίνεται στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 4.11

	Αριθμός Συμβάντων	%
Είσοδος σε κλειστό χώρο	9	1,51
Θερμή εργασία	11	1,84

Πίνακας 4.12

	Θάνατοι	%	Τραυματισμοί	%
Θερμή εργασία	8	9,76	9	1,33
Είσοδος σε κλειστό χώρο	10	12,20	24	3,55

Ενώ το ποσοστό των ατυχημάτων που οφείλονται σε “είσοδο σε κλειστό χώρο” ή “εκτέλεση θερμής εργασίας” είναι μόλις 1,5% και 1,8% επί του συνόλου αντίστοιχα, τα αντίστοιχα ποσοστά σε θανάτους είναι περίπου 10% και 12% ενώ σε τραυματισμούς περίπου 1,5% και 3,5% επί του συνόλου. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα συμβάντα αυτά (11 θερμής εργασίας και 9 εισόδου σε κλειστό χώρο), περιλαμβάνονται στα 93 συνολικά ατυχήματα κατά τη διάρκεια προγραμματισμένης εργασίας επισκευής / συντήρησης.

Είναι, λοιπόν, φανερό ότι ατυχήματα που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια επισκευών / συντηρήσεων, εκτέλεσης θερμών εργασιών και εισόδου σε κλειστό χώρο είναι πολύ μεγάλης σοβαρότητας, καθώς σε αυτά αντιστοιχεί το 68% των θανάτων και το 39% των τραυματισμών όπως φαίνεται από το συγκεντρωτικό πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 4.13

	Θάνατοι	%	Τραυματισμοί	%
Προγραμματισμένη Εργασία	38	46,34	230	33,97
Θερμή εργασία	8	9,76	9	1,33
Είσοδος σε κλειστό χώρο	10	12,20	24	3,55
Σύνολο	56	68,29	263	38,85

Από τα στοιχεία αυτά φαίνεται πόσο σημαντική και επιτακτική είναι η ανάγκη για θέσπιση, αλλά και αυστηρή τήρηση κανονισμών και διαδικασιών κατά την εκτέλεση εργασιών επισκευής / συντήρησης σε εγκαταστάσεις υψηλής επικινδυνότητας όπως οι εγκαταστάσεις διυλιστηρίων, έτσι ώστε να μειωθεί ο αριθμός των ατυχημάτων και των θυμάτων.

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται στοιχεία που συσχετίζουν θανάτους και τραυματισμούς με συγκεκριμένους τύπους ατυχήματος.

Πίνακας 4.14

Αποτέλεσμα / Τύπος Ατυχήματος	Θάνατοι	%	Τραυματισμοί	%
Έκρηξη / Φωτιά	24	29,26829	181	26,7356
Φωτιά	23	28,04878	167	24,66765
Διαρροή	14	17,07317	182	26,88331
Έκρηξη	13	15,85366	47	6,942393
Πτώση αντικειμένων	7	8,536585	53	7,828656
Πτώση εργαζομένων	1	1,219512	0	0
Αυξημένη καύση στον πυρσό	0	0	45	6,646972
Δολιοφθορά	0	0	2	0,295421
Σύνολο	82		677	

Όπως παρατηρούμε και σε σύγκριση με τα στοιχεία του πίνακα 1, τα ατυχήματα από “έκρηξη / φωτιά” και “έκρηξη” αν και λιγότερα από αυτά της απλής φωτιάς ή διαρροής, ευθύνονται για το μεγαλύτερο ποσοστό των θανάτων γεγονός που υποδηλώνει και τη σοβαρότητά τους.

Καθώς ένας πολύ σημαντικός αριθμός συμβάντων οφείλεται σε “διαρροή”, είναι χρήσιμο να γίνει μια αναφορά στις ουσίες στις οποίες συχνά εκτίθενται οι εργαζόμενοι σε περιπτώσεις διαρροής. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4.15

Διαρρέουσα ουσία	Αριθμός Συμβάντων	%
Μη ορισμένη ουσία	28	20,74
Αργό	17	12,59
Χρησιμοποιημένος καταλύτης	13	9,63
Διοξείδιο του θείου	8	5,93
Υδρογονάνθρακες	8	5,93
Υδρόθειο	8	5,93
Ενώσεις θείου	5	3,70
Υδροφθόριο	5	3,70
Ατμός	4	2,96
Βενζίνη	4	2,96
Προπάνιο	4	2,96
Θεικό οξύ	3	2,22
Υγρά καύσιμα	3	2,22
Υδροκυάνιο	3	2,22
Diesel	2	1,48
Απόβλητα ύδατα	2	1,48
Ατμοί αμμωνίας	2	1,48
Νάφθα	2	1,48
Τολουόλιο	2	1,48
Ανιλίνη	1	0,74
Άσφαλτος	1	0,74
Βουτάνιο	1	0,74
Διαιθυλαμίνη	1	0,74
Ισοπρένιο	1	0,74
Μεθάνιο	1	0,74

Διαρρέουσα ουσία	Αριθμός Συμβάντων	%
Μεθυλαιθυλκετόνη, τολουόλιο	1	0,74
Μερκαπτάνες	1	0,74
Μονοξείδιο του άνθρακα	1	0,74
Οξείδια αζώτου	1	0,74
Τριοξείδιο του θείου	1	0,74
Φυσικό αέριο	1	0,74
Σύνολο	135	

Ένα μεγάλο μέρος των συμβάντων (58) οφείλεται σε διακοπές στην παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, όπως φαίνεται στον πίνακα 4.7. Επειδή πολλές από τις διεργασίες που εκτελούνται σε διάφορες μονάδες των διυλιστηρίων είναι άμεσα συνδεδεμένες και υπάρχει ροή προϊόντων από μια μονάδα σε άλλες, δημιουργούνται σοβαρά προβλήματα σε περίπτωση που κάποια / κάποιες μονάδες σταματήσουν να λειτουργούν χωρίς προειδοποίηση (και συνεπώς χρόνο για αντίδραση / ενεργοποίηση μηχανισμών ασφάλειας). Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα αποτελέσματα μετά από απώλεια παροχής ηλεκτρικού ρεύματος.

Πίνακας 4.16

Διακοπή παροχής ηλεκτρικού ρεύματος	Αριθμός Συμβάντων	%
Βλάβη εξοπλισμού ή / και διακοπή (χωρίς ατύχημα)	27	46,55
Αυξημένη καύση στον πυρσό	18	31,03
Φωτιά	9	15,52
Διαρροή	3	5,17
Έκρηξη	1	1,72

Είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε ότι εκτός από διακοπή των παραγωγικών διαδικασιών χωρίς ατύχημα (που αντιστοιχεί στο 47% των περιπτώσεων) σ' ένα πολύ μεγάλο ποσοστό έχουμε αυξημένη καύση στον πυρσό (31%) και εκδήλωση πυρκαγιάς (15%), ενώ έχουν καταγραφεί και συμβάντα διαρροής και έκρηξης.

Ένας παράγοντας που συνήθως υποεκτιμάται όσον αφορά στη σοβαρότητά του για πρόκληση ατυχήματος είναι οι φυσικές καταστροφές υπό μορφή καταιγίδας, κεραυνών, σεισμού.

Από τα στοιχεία που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα στις περισσότερες των περιπτώσεων έχουμε είτε απλή βλάβη εξοπλισμού και διακοπή χωρίς ατύχημα (2%) είτε εκδήλωση πυρκαγιάς (2%) ενώ οι φυσικές καταστροφές γενικά αντιστοιχούν περίπου στο 4,7% επί του συνόλου των συμβάντων.

Πίνακας 4.17

	Φυσική καταστροφή - κεραυνός		Φυσική καταστροφή - καταιγίδα		Φυσική καταστροφή - σεισμός		Σύνολο (%)
	Αριθμός Συμβάντων	%	Αριθμός Συμβάντων	%	Αριθμός Συμβάντων	%	
Αυξημένη καύση στον πυρσό	1	0,17	0	0,00	0	0,00	0,17
Βλάβη εξοπλισμού ή / και διακοπή (χωρίς ατύχημα)	2	0,33	7	1,17	3	0,50	2,01
Έκρηξη / Φωτιά	1	0,17	0	0,00	0	0,00	0,17
Φωτιά	6	1,00	2	0,33	4	0,67	2,01
Διαρροή	0	0,00	1	0,17	1	0,17	0,33
Σύνολο	10	1,67	10	1,67	8	1,34	4,68

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Στοιχεία από τη βιβλιογραφία σχετικά με τη νοσηρότητα και θνησιμότητα των εργαζομένων στα διυλιστήρια

5.1 Εισαγωγή

Στις παραγράφους που ακολουθούν γίνεται μια προσπάθεια μεταφοράς των δεδομένων από τη βιβλιογραφία όσον αφορά στα επιδημιολογικά στοιχεία νοσηρότητας και θνησιμότητας των εργαζομένων στα διυλιστήρια. Θεωρήθηκε ότι η αναλυτική παρουσίαση των δεδομένων αυτών μπορεί να δώσει σημαντικές πληροφορίες στους αναγνώστες και όσον αφορά στους κινδύνους που αναδεικνύονται, αλλά και σε σχέση με τις μεθοδολογικές αδυναμίες των μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί.

5.2 Νοσηρότητα των εργαζομένων στα Διυλιστήρια

Δεν υπάρχουν εκτεταμένα στοιχεία στη βιβλιογραφία για τη νοσηρότητα των εργαζομένων στα διυλιστήρια για νεοπλασματικά νοσήματα. Αντίθετα υπάρχουν αρκετές αναφορές σε μελέτες για τη θνησιμότητα των εργαζομένων από μη νεοπλασματικά νοσήματα.

Ο καθηγητής J. M. Harrington σε αναφορά της CONCAWE (Report no.2/87), επιχειρεί να προσεγγίσει το ζήτημα χωρίς ωστόσο να υπάρχει ολοκληρωμένη αναφορά λόγω έλλειψης βιβλιογραφικών δεδομένων.

Υπάρχει αναφορά στη βιβλιογραφία για δύο μελέτες για τη νοσηρότητα των εργαζομένων σε ένα διυλιστήριο των ΗΠΑ από τον ίδιο συγγραφέα, για δύο χρονικές περιόδους 1986-1994 και 1990-1999. Υπάρχει αλληλοκάλυψη των χρονικών περιόδων, ενώ τα συμπεράσματα δε διαφέρουν. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στην πιο πρόσφατη μελέτη από τις δύο.

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι η νοσηρότητα και ιδιαίτερα ο απουσιασμός των εργαζομένων σε ένα εργασιακό χώρο, εξαρτάται από πάρα πολλούς παράγοντες, που δε σχετίζονται πάντα άμεσα με τους παράγοντες εργασιακού κινδύνου.

Από τους δείκτες νοσηρότητας, όπως προκύπτουν από ιατρικά παραστατικά, δεν είναι δυνατή η εξαγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων για τους παράγοντες εργασιακού κινδύνου (ΠΕΚ).

Πλέον αξιόπιστοι, χωρίς όμως κατ' ανάγκη να αντικατοπτρίζουν την ύπαρξη και το βαθμό των ΠΕΚ σε ένα χώρο εργασίας, θεωρούνται οι δείκτες θνησιμότητας από μη νεοπλασματικά νοσήματα. Βεβαίως, οι δείκτες θνησιμότητας δεν αντιπροσωπεύουν τα μη θανατηφόρα νοσήματα π.χ. οσφυαλγία, βαρικοϊα, δερματίτιδα κ.ο.κ.

Για τη διερεύνηση της βιβλιογραφίας σχετικά με τη νοσηρότητα των εργαζομένων στα διυλιστήρια από μη νεοπλασματικά νοσήματα ελήφθησαν υπόψη είναι οι ακόλουθες μελέτες:

1. μελέτη Health Watch της Αυστραλίας
2. μελέτη των Terry L Thomas et al που δημοσιεύτηκε το 1982

3. μελέτη των Nancy M. Hanis et al από τρία διυλιστήρια των ΗΠΑ, που δημοσιεύτηκε το 1985
4. μελέτη Gilles Theriault, MD, DrPH et al που δημοσιεύτηκε το 1987
5. μελέτη των Pier Alberto Bertazzi et al που δημοσιεύτηκε το 1989
6. μελέτη Lesley Rushton από τη Βρετανική Βιομηχανία Πετρελαίου, που δημοσιεύτηκε το 1993.

Σε όλες τις περιπτώσεις οι δείκτες θνησιμότητας των εργαζομένων στα διυλιστήρια από μη νεοπλασματικά νοσήματα, βρίσκονται χαμηλότερα από το γενικό πληθυσμό της χώρας ή της περιοχής εγκατάστασης του διυλιστηρίου. Πιθανά αυτό οφείλεται στην επίδραση του «φαινόμενου του υγιούς εργαζόμενου» (healthy worker effect).¹

Από τη μελέτη (6) προκύπτει στατιστικά σημαντική αύξηση του «προτυποποιημένου ηλικιακού θνησιμότητας» (SMR: **Standardized Mortality Ratio**) όσον αφορά στα νοσήματα αρτηριών.

Ιδιαίτερα θα αναφερθούμε στη μελέτη των Shan P. Tsai, και Judy K. Wendt του 2001. Πρόκειται για αναδρομική μελέτη κοορτής² που αφορά εργαζόμενους σε ένα διυλιστήριο στην Καλιφόρνια. Το διυλιστήριο μέχρι πρόσφατα ανήκε στην εταιρεία Shell, που από το 1978 έχει αναπτύξει το σύστημα Health Surveillance System (HSS), για την παρακολούθηση της υγείας του προσωπικού της σε όλο τον κόσμο. Τα δεδομένα της νοσηρότητας προέρχονται από τα αρχεία του HSS και αφορούν στην περίοδο 1990 - 1998. Συνολικά στη μελέτη της νοσηρότητας συμπεριλαμβάνονται 1.455 εργαζόμενοι. Αναφέρονται τα επεισόδια απουσίας από 6 ημέρες και πάνω που ευθύνονται για το 45% του συνολικού απουσιασμού. Το 55% των ημερών απουσίας, οφείλονται σε επεισόδια απουσίας για λόγους υγείας, συμπεριλαμβανομένων και των δηλητηριάσεων και των ατυχημάτων, διάρκειας από 15 ημέρες και πάνω.

Οι διαγνώσεις προέρχονται από τις ιατρικές βεβαιώσεις και ταξινομούνται σύμφωνα με το διεθνή κώδικα νόσων, έκδοση 9 (ICD 9). Για κάθε διάγνωση καταγράφηκε μόνο ένα επεισόδιο, ενώ επί διαφορετικών διαγνώσεων συμπεριλήφθηκαν όλα.

- Δύο δείκτες νοσηρότητας εφαρμόστηκαν:
 - ✓ Δείκτης νοσηρότητας = Αριθμός επεισοδίων ανά 100 ανθρωποέτη
 - ✓ αριθμός ημερών απουσίας για λόγους υγείας ανά ανθρωποέτος.
- Σε ότι αφορά τις φυσιολογικές τιμές των βιολογικών παραμέτρων ορίστηκαν ως εξής:
 - ✓ παχυσαρκία: Δείκτης Μάζας Σώματος Βάρους/Ύψος² Γυναίκες >26,9 Άνδρες >27,2

1. «Φαινόμενο του υγιούς εργαζόμενου» (healthy worker effect): Αυτός ο τύπος συστηματικού σφάλματος αφορά στην τάση των επαγγελματικά οριζόμενων πληθυσμών να εμφανίζουν μικρότερη θνησιμότητα ή νοσηρότητα από το «γενικό πληθυσμό». Το συστηματικό σφάλμα, στην προκειμένη περίπτωση, πηγάζει από το γεγονός ότι στο γενικό πληθυσμό περιλαμβάνονται και άτομα που αδυνατούν να εργαστούν λόγω διαταραχών της υγείας τους. Το σφάλμα αυτό οδηγεί σε υποεκτίμηση της αντίστοιχης νοσηρότητας ή θνησιμότητας στην ομάδα των εκτεθειμένων.

2. Τέτοιους είδους μελέτες ονομάζονται προοπτικές, μελέτες κοορτής (cohort studies), παρακολούθησης (follow-up) και διαχρονικές-διαμήκεις (longitudinal). Η ονομασία κοορτή (cohort) είναι στρατιωτικός όρος και αναφέρεται στο ένα δέκατο μια Ρωμαϊκής λεγεώνας. Στις προοπτικές μελέτες έχει την έννοια της ομάδας ή σειράς ατόμων την οποία παρακολουθούμε κατά την διάρκεια του χρόνου. Η ονομασία διαχρονική-διαμήκης (longitudinal) έρχεται σε αντιδιαστολή με τη συγχρονική-διατηματική (cross-sectional) και σημαίνει μια μελέτη που γίνεται σε πολλά διαφορετικά χρονικά και (μερικές φορές) γεωγραφικά σημεία. Κυρίως όμως αναφέρεται στην επαναλαμβανόμενη χρονικά διενέργεια μιας μελέτης στον ίδιο αριθμό ατόμων. Κύριο τους χαρακτηριστικό είναι οι επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στα ίδια άτομα σε διαφορετικές χρονικές στιγμές.

- ✓ υπέρταση: συστολική ίση ή μεγαλύτερη από 140 mmHg
- ✓ διαστολική ίση ή μεγαλύτερη από 90 mmHg
- ✓ υπερχοληστερολαιμία: ίση ή μεγαλύτερη από 200 mg/dl.
- Από τους 1.455 εργαζόμενους που συμπεριελήφθησαν στη μελέτη, οι 256 ήταν γυναίκες και 1.199 άνδρες.

Αποτελέσματα της μελέτης νοσηρότητας

- 518 (36%) των εργαζομένων είχαν τουλάχιστον 1 επεισόδιο απουσίας για λόγους υγείας 6 και πλέον ημερών στα 9 έτη παρακολούθησης.
- 188 (73,4%) γυναίκες και 749 (62,5%) άνδρες δεν είχαν κανένα επεισόδιο απουσίας 6 και πλέον ημερών.
- 10% των εργαζομένων είχαν 3 ή περισσότερα επεισόδια απουσίας 6 και πλέον ημερών, που αθροιστικά αποτελούσαν το 55% των επεισοδίων και το 60% των χαμένων ημερών εργασίας.
- Συνολικά σημειώθηκαν στα έτη 1990-1999, 1.075 επεισόδια απουσίας 6 και πλέον ημερών με μέση απώλεια 3.789 ημερών εργασίας ανά έτος. Αυτό αντιστοιχούσε για το διυλιστήριο με πλήρη απώλεια 15 εργαζομένων ανά έτος ή 1,7% του συνόλου του προσωπικού. Για το σύνολο των διυλιστηρίων και της παραγωγής πετροχημικών της Shell, το ποσοστό αυτό ανέρχεται στο 2,3%.
- Η μέση ετήσια απώλεια ημερών για τους άνδρες ήταν 4,3 ημέρες, ενώ για τις γυναίκες 4,0 ημέρες.
- Οι πλέον συχνές διαγνώσεις απουσίας για τις γυναίκες ήταν:
 - ✓ ατυχήματα 16%
 - ✓ νοσήματα του αναπνευστικού 14%
 - ✓ μυοσκελετικές διαταραχές 10%
 - ✓ ψυχολογικές διαταραχές 7%
 - ✓ νοσήματα του πεπτικού 5%
- για τους άνδρες ήταν:
 - ✓ ατυχήματα 19%
 - ✓ μυοσκελετικές διαταραχές 14%
 - ✓ νοσήματα του αναπνευστικού 11%
 - ✓ νοσήματα του πεπτικού 7%
 - ✓ καρδιακά νοσήματα 4%
- Οι καπνιστές εμφάνισαν πολύ μεγαλύτερο αριθμό επεισοδίων και ημερών απουσίας σε σύγκριση με τους μη καπνιστές.
- Σε μικρότερο ποσοστό το ίδιο ισχύει και για τους παχύσαρκους.
- Η υπέρταση και η υπερχοληστερολαιμία δεν επηρέασαν τον απουσιασμό.
- Όπως αναμενόταν, αυξανόμενης της ηλικίας, αυξανόταν τόσο τα επεισόδια όσο και οι ημέρες απουσίας.

5.3 Επαγγελματικοί Καρκίνοι των εργαζόμενων στα Διυλιστήρια

5.3.1 Εισαγωγή

Πρόκειται για πολύ βασικό ζήτημα που απασχολεί πολλές δεκαετίες τόσο τους συντελεστές παραγωγής του κλάδου των πετρελαίων (εργαζόμενους και εργοδότες), όσο και τις κυβερνήσεις. Η έκταση των δημοσιεύσεων είναι μεγάλη, αλλά παρά ταύτα, παραμένουν ακόμη αναπάντητα επιστημονικά ερωτήματα.

Η βιβλιογραφική μελέτη στο παρόν κεφάλαιο προσεγγίζει τη διαπραγμάτευση των κινδύνων από επαγγελματικό καρκίνο των εργαζομένων στη διύλιση πετρελαίου, με δύο τρόπους που αλληλοσυμπληρώνονται.

Στο κεφάλαιο 7, για κάθε χημικό παράγοντα εργασιακού κινδύνου (Χ.Π.Κ.) γίνεται αναφορά στην αξιολόγηση και στην κατάταξη που υπάρχει από Συλλογικούς Φορείς (IARC, ACGIH, AGS Γερμανίας, CONCAWE, API). Επίσης αναφέρονται μεμονωμένες επιστημονικές μελέτες για την καρκινογόνο δράση τους. Σε κάθε περίπτωση, αναφέρεται η κατάταξη του International Agency for Research of Cancer (IARC) της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας (World Health Organisation/WHO). Η περιγραφή των τοξικών ιδιοτήτων:

- του αργού πετρελαίου
- των τελικών προϊόντων της διύλισής του
- των ΧΠΚ κινδύνων στις διαδικασίες διύλισης του αργού πετρελαίου,
- γίνεται σε δύο άξονες. Καταγράφηκαν ξεχωριστά οι μη καρκινογόνες και οι καρκινογόνες τοξικές επιδράσεις και σε κάθε περίπτωση αναφέρονται οι αξιολογήσεις των IARC, ACGIH και άλλων οργανισμών. Από τους ΧΠΚ στους επιβεβαιωμένους πιθανούς για τον άνθρωπο καρκινογόνους παράγοντες, εντάσσονται:
 - το βενζόλιο
 - οι Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες (ΠΑΥ)
 - το πυκνό θειικό οξύ
 - οι ίνες του αμianto
 - οι κεραμικές ίνες
 - πολλές παραγωγικές διαδικασίες, ενδιάμεσα ή τελικά προϊόντα διύλισης πετρελαίου στις οποίες εκλύονται ή περιέχονται καρκινογόνοι παράγοντες.

Για αρκετά τελικά προϊόντα της διύλισης του αργού πετρελαίου ή για πολλούς ΧΠΚ, οι επιστημονικές γνώσεις και πληροφορίες για την καρκινογόνο δράση τους, προέρχονται κυρίως ή αποκλειστικά από πειραματόζωα. Παράγοντες, προϊόντα ή διαδικασίες από τις εκθέσεις των πειραματόζωων, κατατάσσονται σε βεβαιωμένους, πιθανά καρκινογόνους για πειραματόζωα και ενδεχόμενα (possible) καρκινογόνους για τα πειραματόζωα. Για άλλους τέλος παράγοντες, τα επιστημονικά δεδομένα για την καρκινογόνο δράση τους αξιολογούνται σαν μη επαρκή, οι δε παράγοντες μη κατατάξιμοι (not classifiable) σε ότι αφορά στην καρκινογόνο δράση τους.

Για να προκληθεί επαγγελματικός καρκίνος από ένα ΧΠΚ απαιτούνται:

- συχνά επαναλαμβανόμενη πολυετής έκθεση στο ΧΠΚ
- εκθέσεις σε συγκεντρώσεις παρόμοιες ή ανώτερες με τα ισχύοντα στη βιβλιογραφία

- ενδεχόμενα η συμβολή και άλλων, εργασιακών ή μη παραγόντων κινδύνου π.χ. κάπνισμα, κατάχρηση οινοπνεύματος, γενετικά προσδιορισμένη ευπάθεια.

Συχνά ή κατά κανόνα:

- οι εκθέσεις ή οι συγκεντρώσεις των καρκινογόνων ΧΠΚ δεν είναι γνωστές, είτε γιατί δεν έχουν μετρηθεί, είτε γιατί δεν έχουν καταγραφεί αξιόπιστα
- οι εργαζόμενοι ήταν εκτεθειμένοι ταυτόχρονα σε πολλούς ΧΠΚ σε διάφορα τμήματα ή παραγωγικές διαδικασίες των διυλιστηρίων, όχι πάντοτε γνωστούς
- πολλές παραγωγικές διαδικασίες έχουν αλλάξει έτσι ώστε παλαιότερες υψηλές εκθέσεις σε καρκινογόνους παράγοντες να έχουν εκλείψει
- οι ατομικές συνήθειες π.χ. το κάπνισμα ή τα ατομικά ιατρικά δεδομένα για κάθε εργαζόμενο που έχει εκτεθεί, δεν είναι γνωστά.

Για όλους τους προαναφερόμενους λόγους υπάρχουν επιδημιολογικές μελέτες που εξετάζουν εάν η απασχόληση για κάποιο χρονικό διάστημα σε ένα ή περισσότερα τμήματα των διυλιστηρίων, αυξάνει τον κίνδυνο προσβολής των απασχοληθέντων από κάποιο καρκίνο. Παραθέτουμε στη συνέχεια:

- στοιχεία από την περίληψη του τόμου 45 του IARC (1989)
- ευρεία περίληψη από αναφορά (Report no.2/87) της CONCAWE
- ευρεία περίληψη από τη μελέτη “Health Watch” του ινστιτούτου πετρελαίου της Αυστραλίας (Australian Institute of Petroleum/AIP)
- ευρεία περίληψη από τη μελέτη των O. Wong και G.K. Raabe
- ιδιαίτερη αναφορά για την εμφάνιση του μεσοθηλιώματος στους εργαζόμενους των Διυλιστηρίων.

5.3.2 IARC: Επαγγελματική έκθεση στη διύλιση πετρελαίου

5.3.2.1 Εισαγωγή

Όπως εισαγωγικά αναφέρθηκε, για τα επιμέρους ενδιάμεσα και τελικά προϊόντα της διύλισης του αργού πετρελαίου, καθώς και για τις ενδιάμεσες διαδικασίες της Διύλισης, δε θα παρουσιαστούν στοιχεία από την περίληψη του τόμου 45 του IARC. Τα στοιχεία αυτά αναφέρονται εκτενώς σε επόμενο κεφάλαιο. Μεταφέρουμε τη συνολική εκτίμηση του IARC για την εργασία στα διυλιστήρια. Η ομάδα εργασίας καταλήγει στα συμπεράσματά της αφού συνοπλογίζει τη σχετική βιβλιογραφία για την ενδεχόμενη καρκινογόνο δράση διαδικασιών, ενδιάμεσων και τελικών προϊόντων της διύλισης του πετρελαίου όπως παρουσιάζεται συνοπτικά στη συνέχεια.

5.2.2.2 Δεδομένα για τον άνθρωπο (Human Data)

Η ομάδα εργασίας σχολιάζει ότι:

- ❖ Υπάρχει μερική επικάλυψη των 10 μελετών από μεμονωμένα διυλιστήρια των ΗΠΑ, με τις δύο διεπιχειρησιακές μελέτες κοορτής διυλιστηρίων, επειδή έχουν τον ίδιο εργασιακό πληθυσμό μελέτης.
- ❖ Οι μελέτες κορτής που συνεκτιμούν και σχολιάζουν είναι 10 από τις ΗΠΑ, 2 από τον Καναδά και 1 από το Ηνωμένο Βασίλειο (UK). Λίγες μελέτες δίνουν ειδικές πληροφορίες για τα εργασιακά καθήκοντα των εργαζομένων στα διυλιστήρια. Θα πρέπει να αντιμετωπίζεται με προσοχή η ερμηνεία των σχετικών κινδύνων στις μελέτες κοορτής των εργαζομένων στα διυλιστήρια πετρελαίου.
- ❖ Όπως στις πλείστες μελέτες κοορτής με εν ενεργεία απασχολούμενους, ο συνολικός κίνδυνος (the overall risk) για καρκίνο, σε όλες τις μελέτες κοορτής που συμπεριλήφθηκαν στην αξιολόγηση, ήταν μικρότερος από το γενικό πληθυσμό. Προσοχή επίσης χρειάζεται στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων των μελετών μαρτύρων – περιπτώσεων (case control studies)³ που έγιναν στο γενικό πληθυσμό. Οι πλείστες των μελετών που αναφέρθηκαν (στην περίληψη του τόμου 45), είχαν καταλήξει σε θετικά ευρήματα και είναι πιθανό να πρόκειται για μη πλήρη επιλογή των μελετών μαρτύρων – περιπτώσεων, στις οποίες διερευνήθηκαν οι επαγγελματικές εκθέσεις.
- ❖ Στην αναφορά σχολιάζονται οι τρεις θετικές μελέτες κοορτής για καρκίνο του δέρματος στην παραγωγή πετρελαϊκών κηρών. Αξιίζει να επισημάνουμε ότι η μία από τις 3 έδειξε αυξημένη συχνότητα κακοηθών μελανωμάτων. Αναφέρουν επίσης 3 ακόμη μελέτες κοορτής με στατιστικά μη σημαντική αύξηση της θνησιμότητας από καρκίνο του δέρματος. Μια μελέτη μαρτύρων – περιπτώσεων έδειξε αυξημένη συχνότητα κακοηθών μελανωμάτων σε μια ομάδα περιπτώσεων που απασχολήθηκαν σε διυλιστήρια.
- ❖ Σε δύο μελέτες κοορτής διαπιστώθηκε αύξηση της θνησιμότητας από λευχαιμία. Στη μία υπήρξε αύξηση της θνησιμότητας με την αύξηση της διάρκειας απασχόλησης και του χρόνου που μεσολάβησε από την πρώτη έκθεση.
- ❖ Μη στατιστικά σημαντική αύξηση της θνησιμότητας αναφέρθηκε ακόμη από δύο μελέτες κοορτής.
- ❖ Αυξημένη θνησιμότητα (δε δίνεται πληροφόρηση για τη στατιστική σημαντικότητα) από μη διευκρινιζόμενη λεμφική λευχαιμία, μη διευκρινιζόμενη μυελική λευχαιμία και από οξεία μονοκυτταρική λευχαιμία, αναφέρθηκε σε μία υποομάδα εργαζομένων στην βρετανική μελέτη κοορτής, όπου στις εκθέσεις ΧΠΚ συμπεριλαμβανόταν και το βενζόλιο.
- ❖ Σημαντική αύξηση της επίπτωσης της λεμφοκυτταρικής λευχαιμίας, αναφέρθηκε σε μία μεγάλη μελέτη κοορτής, που συμπεριελάμβανε πολλά διυλιστήρια των ΗΠΑ.
- ❖ Μη στατιστικά σημαντικές αυξήσεις της θνησιμότητας από καρκίνους άλλων λεμφικών ιστών (πολλαπλούν μέλωμα, πρωτοπαθής πολυκυτταραιμία και non-Hodgkin's λέμφω-

3. Οι μελέτες αυτού του είδους συνήθως αποτελούνται από δύο ομάδες: των περιπτώσεων (cases) ή ασθενών (δηλαδή των ατόμων που έχουν τη νόσο) και των μαρτύρων (controls, ατόμων δηλαδή που δεν έχουν τη νόσο ή άλλη σχετική). Οι περιπτώσεις αποτελούν την ομάδα των ασθενών (disease group) ενώ οι μάρτυρες αποτελούν την ομάδα ελέγχου (control group).

μα), αναφέρθηκαν σε 5 μελέτες κοορτής διυλιστηρίων.

- ❖ Σε έξι μελέτες κοορτής διυλιστηρίων, διαπιστώθηκε αύξηση της θνησιμότητας από καρκίνους του εγκεφάλου. Στατιστικά σημαντική ήταν η αύξηση μόνο σε μία μελέτη, σε χειριστές, συντηρητές και εργαζομένους στα εργαστήρια, με βραχείας διάρκειας απασχόληση στα διυλιστήρια.
- ❖ Σε έξι μελέτες κοορτής διαπιστώθηκε αύξηση της θνησιμότητας καρκίνου του στομάχου. Στατιστικά σημαντική ήταν η αύξηση μόνο στη μία μεταξύ, των συντηρητών, των εργατών και του προσωπικού ασφάλειας και πυρασφάλειας. Σε τρεις μελέτες διαπιστώθηκε αύξηση της θνησιμότητας από καρκίνο των νεφρών. Σε καμία η αύξηση δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Πέντε μελέτες μαρτύρων – περιπτώσεων έδειξαν αυξημένο κίνδυνο για καρκίνο νεφρών από την απασχόληση στη διύλιση πετρελαίου. Σε δύο από τις μελέτες η αύξηση ήταν στατιστικά σημαντική.
- ❖ Αύξηση της θνησιμότητας από καρκίνο του παγκρέατος διαπιστώθηκε σε 4 μελέτες κοορτής, αλλά σε καμία η αύξηση δεν ήταν στατιστικά σημαντική.
- ❖ Αύξηση της θνησιμότητας από καρκίνο του προστάτη (στατιστικά σημαντική) διαπιστώθηκε σε ένα διυλιστήριο σε όσους απασχολήθηκαν 20 και πλέον έτη.
- ❖ Σε δύο μελέτες κοορτής διυλιστηρίου, διαπιστώθηκε αύξηση μη στατιστικά σημαντική, της θνησιμότητας από καρκίνο του πνεύμονα. Σε πέντε άλλες μελέτες η θνησιμότητα από καρκίνο του πνεύμονα ήταν μειωμένη σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο.
- ❖ Στη μια μελέτη κοορτής με τη μη στατιστικά σημαντική αύξηση της θνησιμότητας από καρκίνο του πνεύμονα, βρέθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση μόνο σε όσους είχαν καθημερινή έκθεση σε πετρέλαιο ή προϊόντα πετρελαίου.
- ❖ Σε δύο μελέτες κοορτής καταγράφηκε αύξηση της θνησιμότητας από καρκίνο των οστών. Στατιστικά σημαντική ήταν η αύξηση μόνο στη μία μελέτη και συνδυάστηκε ειδικά με την απασχόληση στην παρασκευή ελαιολιπαντικών.

5.3.2.3 Αξιολόγηση

Υπάρχουν περιορισμένες αποδείξεις (limited evidence) ότι η εργασία στα διυλιστήρια πετρελαίου εμπεριέχει κίνδυνο για καρκινογένεση. Οι περιορισμένες αυτές αποδείξεις έχουν ισχύ για τον καρκίνο του δέρματος και τη λευχαιμία. Για όλες τις υπόλοιπες περιπτώσεις καρκίνων για τις οποίες υπήρχε πληροφόρηση, οι αποδείξεις είναι ανεπαρκείς (the evidence is inadequate).

Στη συνέχεια η ομάδα εργασίας καταθέτει τις αξιολογήσεις της για διάφορα ενδιάμεσα και τελικά προϊόντα της διύλισης του πετρελαίου, οι οποίες έχουν συμπεριληφθεί σε σχετικά υποκεφάλαια.

Η ομάδα εργασίας καταλήγει στο γενικό συμπέρασμα ότι: οι επαγγελματικές εκθέσεις στη Διύλιση πετρελαίου είναι πιθανόν καρκινογόνες για τους ανθρώπους (Ομάδα 2Α). Προσθέτει ότι στη συνολική της αξιολόγηση, έλαβε υπόψη της ότι το βενζόλιο και τα ελαφριά διύλισης ελαιολιπαντικά (mildly treated mineral oils) είναι καρκινογόνες ουσίες για τον άνθρωπο.

πο. Ακόμη, ότι υπάρχουν επαρκείς αποδείξεις (adequate evidence) για την καρκινογόνο δράση σε πειραματόζωα διαφόρων πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων.

5.3.3 Αναφορά 2/87 CONCAWE: Αξιολόγηση των βιβλιογραφικών επισκοπήσεων μέχρι το 1985 για τα προβλήματα υγείας που προκύπτουν από την επαγγελματική έκθεση σε προϊόντα διύλισης πετρελαίου

5.3.3.1 Κακοήθειες Νεοπλασίες

Ο καθηγητής Harrington κάνει μία σύντομη αναδρομή στις δημοσιευμένες επισκοπήσεις της βιβλιογραφίας, που τις βρίσκει περιορισμένες και με όχι σαφή αποτελέσματα. Τα βασικά σημεία αναφέρονται στη συνέχεια.

- **Από την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (WHO) στη σειρά: Environmental Health Criteria (1982):** Η αναφορά επικεντρώνεται κυρίως στο γενικό πληθυσμό και όχι στις επαγγελματικές εκθέσεις. Το συμπέρασμα είναι ότι οι κίνδυνοι για την υγεία των ανθρώπων (health risks to humans) από τα προϊόντα πετρελαίου είναι μικροί (low).

Στην αναφορά της WHO επισημαίνονται:

- ✓ οι καρκίνοι του δέρματος από το αργό πετρέλαιο και τις πετρελαϊκές πίσσες
- ✓ οι κίνδυνοι για νευροπάθεια και λευχαιμία από το n - Εξάνιο και το βενζόλιο
- ✓ οι ομίχλες από τα λιπαντικά (oil mists) που αναφέρονται σαν πιθανά καρκινογόνα των πνευμόνων
- ✓ η πιθανότητα πρόκλησης αναπαραγωγικών διαταραχών (reproductive disorders) από τους πετρελαϊκούς διαλύτες (petroleum solvents).
- **Ανασκόπηση των Savitz και Moure (1984) για τον κίνδυνο καρκίνων στους εργαζόμενους των διυλιστηρίων.** Στην αναφορά αυτή έχει γίνει ανασκόπηση 8 μελετών από τη βιομηχανία και 6 από το γενικό πληθυσμό. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο συνολικός εργασιακός πληθυσμός των διυλιστηρίων δε φαίνεται να υφίσταται ουσιαστική αύξηση των κινδύνων για καρκίνους. Αυτό που παρέμεινε αδιευκρίνιστο είναι εάν μικρότερα τμήματα των εργαζόμενων παρουσιάζουν αυξήσεις συγκεκριμένων καρκίνων, ιδιαίτερα μελανώματα, καρκίνους του εγκεφάλου, του στομάχου, των νεφρών και του παγκρέατος.
- **Enterline και Viren (1984):** Οι ερευνητές ασχολήθηκαν ιδιαίτερα με τις επιδημιολογικές αποδείξεις της συσχέτισης της βενζίνης με τον καρκίνο των νεφρών. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι από 12 μελέτες κοορτής μικρή υποστήριξη βρίσκει μια τέτοια συσχέτιση. Ακόμη και μόνο οι μελέτες κοορτής εάν ληφθούν υπόψη, δεν προέκυψαν συνεπή δεδομένα (επαναλαμβανόμενα σε μελέτες που έχουν γίνει με διαφορετικό σχεδιασμό και σε διαφορετικούς πληθυσμούς), αρκετά από άποψη αποτελεσμάτων ή στατιστικής ισχύος, για να τους επιτρέψουν να εκφράσουν την άποψή της αιτιολογικής συσχέτισης μεταξύ έκθεσης σε βενζίνη και του καρκίνου των νεφρών.
- **Workshop του Αμερικάνικου Ινστιτούτου Πετρελαιοειδών (American Petroleum Institute, API) για την επίδραση των υδρογονανθράκων στους νεφρούς. Έκδοση API**

1983: Σε παρόμοια συμπεράσματα με τους Enterline και Vigen είχε καταλήξει ένα χρόνο πριν η Ημερίδα του API (Workshop) με το ίδιο αντικείμενο. Επαγγελματικές εκθέσεις σαν αιτιολογικοί παράγοντες δε θεμελιώθηκαν. Στην ίδια ημερίδα συζητήθηκε η δυνατότητα πρόκλησης σπειραματονεφρίτιδας και μη κακοηθών νεφροπαθειών, από την έκθεση σε υδρογονάνθρακες, με αντιφατικά συμπεράσματα.

- **Υπήρξε ακόμη μία μελέτη για τους εργαζόμενους στην παραγωγή λιπαντικών:** Εκτός από τη συσχέτιση της έκθεσης με καρκίνους του δέρματος, η μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα της ανάγκης μελέτης κοορτής.

5.3.3.2 Αξιολόγηση του καθηγητή J.M. Harrington στην αναφορά 2/87 της CONCAWE για τα κακόηθη νεόπλασμα στους εργαζόμενους στη δύλιση του πετρελαίου

5.3.3.2.1 Εισαγωγή

Στην αναφορά γίνεται μια εισαγωγική εκτίμηση του εύρους, των ζητημάτων αξιοπιστίας και της μεθοδολογίας των μελετών από τον καθηγητή Harrington. Οι βασικές επιστημονικές αναφορές αναφέρονται στη συνέχεια.

- Όλες οι μελέτες δεν αναφέρονται κατ' ανάγκη σε διαφορετικούς εργασιακούς πληθυσμούς. Υπάρχει σειρά δημοσιεύσεων διαδοχικών μελετών κοορτής από τους ίδιους χώρους εργασίας, που βρισκόταν υπό επιδημιολογική παρακολούθηση.
- Το μέγεθος των υπό μελέτη «πληθυσμών» διέφερε σημαντικά, από 454 έως 55.007 εργαζομένους, με εύρος έκθεσης σε ανθρωποέτη από 5.900 έως 575.982, και με εύρος ετών παρακολούθησης από 149. Ο αριθμός των θανάτων στις μελέτες κυμάνθηκε από 334 - 406, ενώ τα αίτια θανάτου σε όλες τις μελέτες -πλην μιας- λήφθηκαν από τα πιστοποιητικά θανάτου με τους γνωστούς περιορισμούς της εγκυρότητας και της ακρίβειας τους. Οι περισσότερες μελέτες χρησιμοποίησαν σαν πληθυσμό αναφοράς για το SMR τους εθνικούς πληθυσμούς. Ορισμένες μελέτες χρησιμοποίησαν σαν πληθυσμούς αναφοράς τους τοπικούς πληθυσμούς της επαρχίας ή της περιφέρειας των διυλιστηρίων.
- Εκτός από το SMR χρησιμοποιήθηκε και το «προτυποποιημένο ηλικίο επίπτωσης» (Standard Incidence Ratio/SIR). Στη μελέτη από τις ΗΠΑ για τους εργαζόμενους του "OCAW (Oil Chemistry, Atomic Emergency Workers)", χρησιμοποιήθηκε ο λιγότερο ακριβής δείκτης, «αναλογικό ηλικίο θνησιμότητας» (Proportionate Mortality Ratio/(PMR).
- Στις μελέτες δεν υπάρχουν δεδομένα για τις καπνιστικές συνήθειες και τις ταυτόχρονες εκθέσεις σε άλλους καρκινογόνους παράγοντες. Επίσης, δεν υπάρχουν στοιχεία για τις εκθέσεις τους σε διάφορους χημικούς παράγοντες.
- Οι πιο πολλές μελέτες κατατάσσουν τους εργαζομένους σε διάφορες ομάδες έκθεσης, από τα δεδομένα των λογαριασμών πληρωμών τους.
- Ορισμένες μελέτες «χάνουν» έως και το 50% του υπό παρακολούθηση πληθυσμού εργαζομένων, ενώ μεγάλες μελέτες φτάνουν σε ποσοστό το 99,8% των υπό παρακολούθηση εργαζομένων.
- Παρά τα προαναφερόμενα μειονεκτήματα, υπάρχουν μελέτες όπως των Wen και συνεργ-

γατών ή των Rushton και Anderson από το Ηνωμένο Βασίλειο, που θεωρούνται σχετικά αξιόπιστες με στατιστικά κριτήρια.

Από τις μελέτες κοορτής που ανασκόπησε ο καθηγητής Harrington στην αναφορά 2/87 της CONCAWE, καταλήγει στα ακόλουθα συμπεράσματα.

- Η συνολική θνησιμότητα σε όλες τις μελέτες όπως προκύπτει από τη SMR, βρέθηκε μικρότερη από το γενικό πληθυσμό, με εξαίρεση μια μελέτη με μικρό αριθμό εργαζομένων, με SMR 1,04. Το φαινόμενο αποδίδεται στο «φαινόμενο του υγιούς εργαζόμενου» που αναφέρθηκε και προηγουμένως (healthy worker effect).
- Η θνησιμότητα από όλους τους καρκίνους, σχεδόν σε όλες τις μελέτες, βρέθηκε μικρότερη από το γενικό πληθυσμό. Εξαίρεση αποτέλεσαν τρεις μελέτες. Στις δύο της OCAW που χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης PMR και στην τρίτη, μικρή μελέτη, εφαρμόστηκε ο δείκτης SMR για το θάνατο από καρκίνους, που βρέθηκε στο 1,29. Επισημαίνεται ότι η συγκεκριμένη μελέτη των Hanis et al. από τον Καναδά, χρησιμοποίησε σαν πληθυσμό ομάδας ελέγχου, εργαζόμενους από τη διύλιση πετρελαίου, που μεθοδολογικά θεωρείται προτιμητέο.

5.3.3.2.2 Καρκίνοι κατά όργανο

Ορισμένες μελέτες έδειξαν αύξηση της συχνότητας καρκίνων διαφόρων οργάνων, στατιστικά σημαντική. Αυξημένη συχνότητα καρκίνων, έδειξε ιδιαίτερα η μελέτη για τα μέλη του OCAW. Οι στατιστικά σημαντικές αυξήσεις της συχνότητας καρκίνων των διαφόρων οργάνων και ιστών, από τη μελέτη του καθηγητή Harrington έχουν ως ακολούθως:

- ✓ του πνεύμονα (μία μελέτη, λευκοί SIR 1,25, μαύροι SIR 1,40)
- ✓ της ρινός (μία μελέτη SIR 2,24)
- ✓ πολλαπλούν μύελωμα (μία μελέτη SIR 4,0)
- ✓ οι λευχαιμίες (δύο μελέτες SIR 2,13 και SIR 1,83)
- ✓ το λέμφωμα non Hodgkins (μία μελέτη SIR 1,27)
- ✓ του παγκρέατος (μία μελέτη SIR 1,42)
- ✓ του προστάτη (μία μελέτη SIR 1,38)
- ✓ του παχέος εντέρου (μία μελέτη SIR 1,97)
- ✓ του στομάχου (μία μελέτη SIR 1,52)
- ✓ των οστών (μία μελέτη SIR 2,28)
- ✓ του εγκεφάλου (τρεις μελέτες εκ των οποίων οι δύο για τον ίδιο εργασιακό πληθυσμό, SIR 2,28, SIR 2,21 και SIR 6,92)
- ✓ του δέρματος (τέσσερις μελέτες, SIR 2,01, SIR 7,88, SIR 2,16 και SIR 1,18).
- Σε μια μελέτη από τις ΗΠΑ, που ανέλυσε 307 περιπτώσεις καρκίνων σε εργαζόμενους στα διυλιστήρια, με συνολική έκθεση 118.566 ανθρωποετών, διαπιστώθηκε αύξηση του SIR, στατιστικά σημαντική, για:
 - ✓ την οξεία και χρόνια λεμφοκυτταρική λευχαιμία (SIR 274)
 - ✓ το πολλαπλούν μύελωμα (SIR 552)
 - ✓ το μελάνωμα (SIR 278).

Η αύξηση της λευχαιμίας αφορούσε αποκλειστικά εργαζόμενους από διυλιστήρια αλλά ο αριθμός των περιστατικών ήταν μόνο 7. Οι συγγραφείς της μελέτης επισημαίνουν ότι η διάρκεια της παρακολούθησης ήταν βραχεία και ότι ο αριθμός των εργαζομένων των μεγαλύτερων ηλικιών ήταν περιορισμένος.

- Οι μελέτες της OCAW από το Τέξας έδειξαν αύξηση της συχνότητας των καρκίνων του εγκεφάλου. Για τον ίδιο περίπου πληθυσμό οι Wen et al αναφέρουν SMR 1,44 για τον καρκίνο του εγκεφάλου σε μη λευκούς εργαζόμενους.

5.3.3.2.3 Μελέτες μαρτύρων – περιπτώσεων (Case Control)

Ο καθηγητής Harrington πραγματοποιεί στην αναφορά 2/87 ανασκόπηση και των μελετών μαρτύρων – περιπτώσεων (case control) της ίδιας περιόδου. Οι αδυναμίες των μελετών τέτοιου είδους έχουν επανειλημμένα αναφερθεί στη βιβλιογραφία. Στις μελέτες στις οποίες αναφερόμαστε, διαπιστώθηκαν τα ακόλουθα.

- ❖ Αυξημένη συχνότητα καρκίνων εγκεφάλου. Ο καθηγητής Harrington συμπεραίνει, ωστόσο, ότι συνολικά αυτές οι μελέτες μαρτύρων - περιπτώσεων προσθέτουν λίγα στην πληροφόρηση που έχει αποκτηθεί από τις μελέτες κοορτής.
- ❖ Μια μελέτη με αύξηση του σχετικού κινδύνου (Relative Risk /RR) για καρκίνο του στομάχου, ενώ υπήρχαν ήδη 3 μελέτες κοορτής που έδειχναν αύξηση του SMR πάνω από 1.
- ❖ Πέντε μελέτες με αύξηση της συχνότητας καρκίνων της ουροδόχου κύστης για τις οποίες, ωστόσο, ο συγγραφέας σχολιάζει ότι συνολικά η υπόθεση ότι η έκθεση σε βενζίνη ή γενικά η εργασία στη βιομηχανία διύλισης, δεν αποδείχθηκαν ότι είναι πιθανά καρκινογόνα για το συγκεκριμένο είδος καρκίνου.
- ❖ Δεν υπήρξε αύξηση της συχνότητας των καρκίνων του νεφρού σε μία σχετική μελέτη, παρά μόνο θετική συσχέτιση με το κάπνισμα. Αντίστοιχα, σε μια μελέτη με 37 περιπτώσεις ο λόγος συμπληρωματικής πιθανότητας (Odds Ratio–OR) βρέθηκε 1, ενώ μια τρίτη μελέτη 9 περιπτώσεων, έδειξε OR 1,4. Από τον καθηγητή Harrington γίνεται παραπομπή στις μελέτες και την ημερίδα, που ήδη σχολιάστηκαν πιο πάνω.
- ❖ Υπήρξε μια μελέτη, η μοναδική μέχρι τότε, με αύξηση της συχνότητας καρκίνων του ήπατος σε εργαζόμενους σε πρατήρια βενζίνης. Αναφέρονται πολλές μεθοδολογικές αδυναμίες της συγκεκριμένης μελέτης.
- ❖ Δύο μελέτες με αύξηση της συχνότητας καρκίνων του παγκρέατος σχολιάζονται από τον καθηγητή Harrington ως εξής: «καμιά μελέτη δεν προχώρησε τις γνώσεις για την υπόθεση της αιτιολογικής σχέσης έκθεσης σε βενζίνη και πρόκλησης καρκίνου του παγκρέατος».

5.3.3.3 Συμπεράσματα για τη Συχνότητα των Καρκίνων στους εργαζομένους στη Διύλιση Πετρελαίου από τον καθηγητή Harrington

- Δε φαίνεται από τις μελέτες, ότι η εργασία στις διαδικασίες διύλισης πετρελαίου οδηγεί σε δραματική αύξηση των καρκίνων γενικά και των επιμέρους καρκίνων ειδικότερα.
- Υπάρχουν ευρήματα ότι ορισμένοι γνωστοί καρκινογόνοι παράγοντες όπως το βενζόλιο και οι ΠΑΥ, οδήγησαν σε κάποια αύξηση των λευχαιμιών και των καρκίνων του δέρματος, σε περιορισμένο αριθμό εργαζομένων στα διυλιστήρια. Τα ευρήματα όμως αυτά δεν μπορούν να θεωρηθούν ως τελικά, ακόμη και στις πιο καλά σχεδιασμένες μελέτες.
- Αύξηση των καρκίνων του εγκεφάλου διαπιστώθηκε στις πλέον αδύνατες μεθοδολογικά μελέτες. Βεβαίως η συσχέτιση της έκθεσης σε διαλύτες και της αύξησης της συχνότητας των καρκίνων του εγκεφάλου έχει αναφερθεί γενικότερα στη βιβλιογραφία.
- Η αύξηση της συχνότητας καρκίνων του παγκρέατος σπάνια ήταν στατιστικά σημαντική στις μελέτες κοορτής, αλλά δεν μπορεί να αγνοηθεί.
- Καταλήγει ότι οι μεθοδολογικές αδυναμίες και οι ελλείψεις των μελετών, επιβάλλουν την ανάγκη για πιο καλά σχεδιασμένες μελέτες και με περισσότερους εργαζόμενους για να διαπιστωθεί εάν υπάρχει αύξηση της συχνότητας:
 - ✓ λευχαιμιών
 - ✓ μελανωμάτων
 - ✓ καρκίνων του εγκεφάλου
 - ✓ καρκίνων των νεφρών
 - ✓ καρκίνων του παγκρέατος.

5.3.4 Μελέτη του Ινστιτούτου πετρελαίου της Αυστραλίας

5.3.4.1 Εισαγωγή – Ιστορικό της Μελέτης

Η μελέτη ξεκίνησε με πρωτοβουλία της βιομηχανίας πετρελαίου της Αυστραλίας το 1979, με στόχο να υπάρξει μια διαδικασία μακρόχρονης επίβλεψης της υγείας των εργαζομένων στον κλάδο. Ξεκίνησε μετά από συμφωνία του ινστιτούτου πετρελαίου (Australian Institute of Petroleum/AIP) με το Τμήμα Γενικής Ιατρικής και Δημόσιας Υγείας του Πανεπιστημίου της Μελβούρνης. Από το 1999, την επιστημονική ευθύνη της συνέχισης της μελέτης έχει το Πανεπιστήμιο της Αδελαΐδας.

Οι πληροφορίες που θα ακολουθήσουν προέρχονται από αναφορά του 2000 (11 Report 2000). Ουσιαστικά οι εργαζόμενοι που παρακολουθούνται καλύπτουν το σύνολο σχεδόν της απασχόλησης στον κλάδο του πετρελαίου (95%).

Πρόκειται για μελέτη κοορτής που παρακολουθεί τη γενική και ειδική θνησιμότητα και την επίπτωση (incidence) των καρκίνων συνολικά και κατά όργανο, στο σύνολο των εργαζομένων που συμμετέχουν. Οι εργαζόμενοι παρακολουθούνται με ερωτηματολόγια κάθε πέντε χρόνια. Όσοι αποχωρούν από τις εταιρείες που συμμετέχουν, αναζητούνται περιοδικά για να ληφθούν

πληροφορίες για την κατάσταση της υγείας τους. Τελικό συμβάν εξόδου από τη μελέτη είναι:

- Ο θάνατος από οποιαδήποτε αιτία όπως προκύπτει από τον Εθνικό Κατάλογο της Αυστραλίας (National Death Index).
- Η προσβολή από καρκίνο, που στην Αυστραλία με εξαίρεση τους καρκίνους του δέρματος πλην των μελανωμάτων, υποχρεωτικά δηλώνονται και καταγράφονται από το γιατρό που αναλαμβάνει τη θεραπεία τους. Τα μελανώματα συμπεριλαμβάνονται στην καταγραφή. Φορέας καταγραφής είναι το “National Cancer Statistics Clearing House – (NCSCCH). Η καταγραφή στην Αυστραλία είναι ενιαία και πλήρης από το 1982. Τα στοιχεία διασταυρώνονται από νοσοκομεία, παθολογοανατομικά εργαστήρια, ακτινοθεραπείες και τα αρχεία των γιατρών.

Προϋπόθεση για να συμπεριληφθεί ένας εργαζόμενος (case), στον πληθυσμό της κοορτής, αποτελεί η απασχόλησή του στον κλάδο του πετρελαίου για τουλάχιστον 5 έτη. Από την έναρξη μέχρι την 31.12.98, εντάχθηκαν 17.525 εργαζόμενοι, εκ των οποίων οι 883, είχαν αποβιώσει έως την 31.12.98.

Τα στοιχεία της 1ης αναφοράς επικαιροποιήθηκαν από την 4η απογραφή που διεξήχθη τα έτη 1996-2000.

Βασικά επιδημιολογικά στοιχεία που συλλέχθηκαν, πέρα από το φύλο και την ηλικία, ήταν:

- το έτος της έναρξης της απασχόλησης στον κλάδο του πετρελαίου
- η διάρκεια της απασχόλησης στον κλάδο
- ο χρόνος που μεσολάβησε από την έναρξη της απασχόλησης στον κλάδο
- οι πληροφορίες της απασχόλησης που οδήγησαν σε μια διαβάθμιση της έκθεσης σε υδρογονάνθρακες υπό μορφή κωδικοποίησης – ομαδοποίησης (Hydrocarbon Exposure Grouping)
- οι παράγοντες συνηθειών διαβίωσης, όπως το κάπνισμα και η χρήση οινοπνευματωδών ποτών.

Επισημαίνεται ότι η μελέτη δε συμπεριλαμβάνει φυσική ή εργαστηριακή εξέταση των εργαζομένων. Βεβαίως, όλοι οι εργαζόμενοι καλύπτονται από προγράμματα επαγγελματικής υγείας και προγράμματα προαγωγής της υγείας.

Το κέντρο βάρους της μελέτης είναι η απάντηση στο ερώτημα εάν η απασχόληση στον κλάδο του πετρελαίου συνεπάγεται αυξημένο κίνδυνο για προσβολή από καρκίνο. Βεβαίως η μελέτη καταγράφει και τις υπόλοιπες αιτίες θανάτου, εκτός από τους καρκίνους.

Σαν στατιστικοί δείκτες χρησιμοποιήθηκαν: το SMR και για την εσωτερική σύγκριση μεταξύ των υποομάδων της κοορτής το «σχετικό ηλικίο θνησιμότητας» (Relative Mortality Ratio/RMR) και το «σχετικό ηλικίο επίπτωσης» (Relative Incidence Ratio/RIR).

Στις 31.12.98 στην ομάδα μελέτης είχαν ενταχθεί 16.252 άνδρες και 1.273 γυναίκες, που αντικατοπτρίζουν τη χαμηλή απασχόληση των γυναικών στον κλάδο του πετρελαίου.

Για τον υπολογισμό του συνολικού χρόνου παρακολούθησης χρησιμοποιούνται τα ανθρωποέτη.

Η συνολική θνησιμότητα όπως εκφράζεται από το SMR και για τα δύο φύλα ήταν σημαντι-

κά χαμηλότερη από το γενικό πληθυσμό. Αποδίδεται στο «φαινόμενο του υγιούς εργαζόμενου» (healthy worker effect).

5.3.4.2 Αποτελέσματα για τις Γυναίκες

Η ειδική θνησιμότητα από καρκίνους και από ισχαιμικές καρδιοπάθειες στις γυναίκες αντιστοιχούν σε $SMR=1,01$ και $SMR=0,80$.

Σε ότι αφορά την επίπτωση των καρκίνων στις γυναίκες, σημαντική αύξηση σε σχέση με το γενικό πληθυσμό παρατηρήθηκε στα μελανώματα. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι το διάστημα εμπιστοσύνης για το SIR κατά είδος καρκίνου, δίδεται μόνο για το είδος των καρκίνων όπου παρατηρήθηκαν τουλάχιστον 4 περιστατικά.

Δεδομένης της μη απασχόλησης των γυναικών στις παραγωγικές διαδικασίες, ή αυξημένη συχνότητα των μελανωμάτων αποδόθηκε στην πρόωμη διάγνωση και όχι σε πραγματική αύξηση.

Ο μικρός αριθμός των γυναικών της μελέτης, δεν επέτρεψε περαιτέρω στατιστική επεξεργασία.

5.3.4.3 Αποτελέσματα για τους Άνδρες

Η θνησιμότητα ήταν αυξημένη για όσους: εισήλθαν στον κλάδο στην περίοδο 1955-1964, είχαν απασχόληση πάνω από 9 έτη, μεσολάβησε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από την πρώτη ένταξη στον κλάδο.

Από τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει, ότι όσοι εντάχθηκαν πριν από το 1965 στον κλάδο, εργάστηκαν περισσότερα χρόνια και μεσολάβησε μεγαλύτερος χρόνος από την πρώτη τους ένταξη, είχαν σχετικά αυξημένο κίνδυνο προσβολής ή θανάτου από καρκίνο, σε σχέση με τους υπόλοιπους εργαζόμενους του κλάδου.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα στοιχεία που αφορούν στη συνολική θνησιμότητα, τη συνολική επίπτωση των καρκίνων και τη θνησιμότητα από καρκίνο στις 5 βασικές ομάδες απασχόλησης στον κλάδο, εξόρυξη, διύλιση και διανομή. Η συνολική θνησιμότητα για όλες τις ομάδες, παραμένει χαμηλότερη από το γενικό πληθυσμό. Η επίπτωση των καρκίνων στους εργαζόμενους στην παραγωγή στα διυλιστήρια είναι ίδια με το γενικό πληθυσμό. Το ίδιο ισχύει και για τους εργαζόμενους στους σταθμούς διανομής στα διυλιστήρια και στα αεροδρόμια με SIR 1,09 και 1,08 αντίστοιχα. Η θνησιμότητα από καρκίνους των εργαζομένων στα διυλιστήρια και στους σταθμούς διανομής είναι μικρότερη από το γενικό πληθυσμό, με $SMR 0,81$ και $0,83$ αντίστοιχα. Πιθανόν αυτό αντικατοπτρίζει ένα αποτελεσματικό σύστημα πρόωμης διάγνωσης των καρκίνων.

Η κατάταξη των εργαζομένων σε επτά κατηγορίες αυξανόμενης έκθεσης σε υδρογονάνθρακες, έδειξε μικρή αλλά στατιστικά σημαντική αύξηση της συνολικής θνησιμότητας με την αύξηση της έκθεσης. Όταν υπολογίστηκε η θνησιμότητα για τις δύο κύριες αιτίες θανάτων, από

καρκίνους και από ισχαιμική καρδιοπάθεια, σε σχέση με την έκθεση σε υδρογονάνθρακες, η τάση αυτή επιβεβαιώθηκε. Οι μελετητές ωστόσο, εκτιμούν ότι είναι δεν είναι πιθανό το εύρημα αυτό να έχει σημασία.

5.3.4.4 *Επιδράσεις του Καπνίσματος*

Ιδιαίτερη σημασία για την επίπτωση και τη θνησιμότητα από καρκίνους και ισχαιμική καρδιοπάθεια, έχουν οι συνήθειες του καπνίσματος των εργαζομένων της μελέτης. Συνοπτικά αναφέρουμε τα ακόλουθα.

- Το ποσοστό των ενεργών καπνιστών στον πληθυσμό της μελέτης βρέθηκε 29,4% (αδρά στοιχεία). Μετά από στατιστική επεξεργασία υπολογίστηκε στο 24,1%, συγκρινόμενο με το 28,2% του πληθυσμού της Αυστραλίας.
- Οι καπνιστές εμφάνισαν διπλάσια έως υπερτριπλάσια θνησιμότητα σε σχέση με τους μη καπνιστές ή τους πρώην καπνιστές.
- Οι καπνιστές πάνω από 20 τσιγάρα ανά ημέρα, εμφάνισαν 64% και πλέον, αύξηση της επίπτωσης των καρκίνων, σε σχέση με τους μη καπνιστές και τους πρώην καπνιστές.
- Οι καπνιστές εμφάνισαν υπερδιπλάσια θνησιμότητα από καρκίνους σε σχέση με τους μη καπνιστές ή τους πρώην καπνιστές
- Η επίδραση του καπνίσματος, ήταν τεράστια για την επίπτωση και τη θνησιμότητα των καρκίνων του πνεύμονα. Επισημαίνεται ότι οι πρώην καπνιστές σε σχέση με τους μη καπνιστές, εμφάνισαν RIR 15,79 και RMR 12,10 αντίστοιχα.
- Συμμετοχή του καπνίσματος στη συνολική θνησιμότητα και τη θνησιμότητα από καρκίνους και ισχαιμική καρδιοπάθεια.

5.3.4.5 *Επίδραση της Χρήσης Οινοπνεύματος*

Σε αντίθεση με το κάπνισμα, η χρήση οινοπνευματωδών ποτών, μόνο όταν είναι υπερβολική, ασκεί δυσμενή επίδραση στη συνολική θνησιμότητα της ομάδας.

5.3.4.6 *Καρκίνοι κατά Όργανο*

Καρκίνος Πνεύμονα: Και το SIR και το SMR ήταν πολύ μικρότεροι από το γενικό πληθυσμό.

Μεσοθηλίωμα: Διαπιστώθηκαν 11 περιπτώσεις μεσοθηλιωμάτων του υπεζωκότα. Από αυτές:

- 9 περιπτώσεις αφορούσαν εργαζόμενους διυλιστηρίων
- 6 από τις 9 περιπτώσεις ήταν εργαζόμενοι στις επισκευές και στις συντηρήσεις των διυλιστηρίων (fitters, welders, maintenance workers)

- 2 από τις 6 περιπτώσεις είχαν πιθανά εκτεθεί σε αμίαντο πριν την ένταξή τους στον κλάδο των πετρελαίων
- οι υπόλοιποι 3 από τους 9, είχαν άλλα επαγγέλματα στα διυλιστήρια και πιθανά είχαν εκτεθεί σε αμίαντο πριν την ένταξή τους στη βιομηχανία πετρελαίου.

Μελάνωμα: Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση των μελανωμάτων στο σύνολο των κατηγοριών, με εξαίρεση την εξόρυξη πετρελαίου στην Αυστραλία.

- στα διυλιστήρια SIR 1,52 (95% CI 1,16 – 1,97)
- στους σταθμούς διανομής (terminals) SIR 1,58 (95% CI 1,22 – 2,02)
- στα αεροδρόμια SIR 2,57 (95% CI 1,23 – 4,72)
- στην εξόρυξη (Off- Shore) SIR 1,53 (95% CI 0,71 – 4,20)

Συνολικά για τα μελανώματα στον κλάδο των πετρελαίων, SIR 1,51 με 95% CI 1,28 – 1,78. Η αύξηση των μελανωμάτων δεν έδειξε στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση με το χρόνο έναρξης, τη διάρκεια, το χρόνο που μεσολάβησε ή την κατάταξη σε ότι αφορά στην έκθεση σε υδρογονάνθρακες.

Καρκίνος της Ουροδόχου Κύστης: Συνολικά στον κλάδο του πετρελαίου υπήρξε στατιστικά σημαντική αύξηση των καρκίνων της ουροδόχου κύστης με SIR 1,37 (95% CI 1,01–1,82).

Δεν υπήρξε θετική συσχέτιση με το χρόνο έναρξης της απασχόλησης, τη διάρκεια και το χρόνο που μεσολάβησε από την πρώτη ένταξη στον κλάδο. Οι συγγραφείς επισημαίνουν ότι η αύξηση των καρκίνων της ουροδόχου κύστης δεν είναι πιθανό να σχετίζεται με το κάπνισμα (is unlikely to be related to smoking), αφού οι καρκίνοι των πνευμόνων, στους οποίους το κάπνισμα έχει καθοριστική σημασία, βρέθηκαν πολύ λιγότεροι από το γενικό πληθυσμό.

Πολλαπλόν Μυέλωμα: Διαπιστώθηκε αύξηση της συχνότητας του πολλαπλόν μυελώματος που ήταν στατιστικά σημαντική για τους εργαζόμενους των σταθμών διανομής με SIR 2,50 (95% CI 1,20 – 4,60). Ο συνολικός αριθμός των περιστατικών ήταν μικρός. Βεβαίως είναι γνωστό ότι οι εργαζόμενοι στους σταθμούς διανομής έχουν υψηλότερες εκθέσεις σε βενζόλιο. Η ενδεχόμενη συσχέτιση εξετάζεται σε μελέτες μαρτύρων – περιπτώσεων από άλλη ερευνητική ομάδα εκτός του Πανεπιστημίου της Αδελαΐδας.

Λευχαιμίες: Υπήρξε στατιστικά σημαντική αύξηση της επίπτωσης των λευχαιμιών, SIR = 1,50 (95% CI 1,02 – 2,15). Η αύξηση αφορούσε όλους τους τύπους της λευχαιμίας, οξεία – χρόνια, μυελική – λεμφική, ωστόσο, για κανέναν τύπο δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Υπήρξε μη στατιστικά σημαντική αύξηση της επίπτωσης για όσους εντάχθηκαν στον Κλάδο στις δεκαετίες πριν από το 1964 και ιδιαίτερα πριν από το 1954 και εργάστηκαν για πάνω από 10 έτη. Σε σχέση με την κατηγορία έκθεσης σε υδρογονάνθρακες, υπήρξε μια στατιστικά σημαντική τάση αύξησης της επίπτωσης, με την αύξηση της έκθεσης. Οι συγγραφείς σχολιάζουν ότι η τάση αυτή έρχεται σε αντίθεση με τη μη στατιστικά σημαντική συσχέτιση της διάρκειας της απασχόλησης με την επίπτωση των λευχαιμιών. Παραπέμπουν για λεπτομέρειες στην άλλη ομάδα μελέτης εκτός του Πανεπιστημίου της Αδελαΐδας.

Non-Hodgkin's Λέμφωμα: Η επίπτωσή του δε διέφερε αυτού του γενικού πληθυσμού, για όλες τις κατηγορίες απασχόλησης του κλάδου των πετρελαίων, SIR = 0,99 (95% CI 0,69 – 1,38).

5.3.4.7 Δείκτες Θνησιμότητας και επιπτώσεις καρκίνων κατά κατηγορία εργαζομένων

Κατηγοριοποιήθηκαν οι εργαζόμενοι με ικανό αριθμό ατόμων και διάρκεια εργασίας στις διαδικασίες του AIP Jobcode και προέκυψαν 4 μεγάλες κατηγορίες, Οδηγοί. Εργαζόμενοι στα διυλιστήρια σαν χειριστές, εργαζόμενοι στη συντήρηση και σαν ξεχωριστή ομάδα όσοι εργάζονται σε κυκλικά ωράρια. Συνοπτικά, από τη μελέτη προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα.

- Δεν υπάρχει διαφορά στο δείκτη ολικής θνησιμότητας κατά κατηγορία εργαζομένων.
- Υπάρχει μικρή αύξηση της επίπτωσης των καρκίνων στους χειριστές των διυλιστηρίων, στατιστικά σημαντική. Την αποδίδουν σε αύξηση των μελανωμάτων SIR=2,34 (95% CI 1,48-3,51) και των καρκίνων της ουροδόχου κύστης SIR=2,34 (95% CI 1,48-3,51).
- Η θνησιμότητα από καρκίνους βρέθηκε στατιστικά σημαντικά μειωμένη για τους οδηγούς.

5.3.4.8 Συμπεράσματα

Από τη μελέτη κοορτής Health Watch της Αυστραλίας (παρακολούθηση των εργαζομένων στον κλάδο των πετρελαίων επί 20ετία, με 4 διαδοχικές απογραφές), προκύπτουν συμπερασματικά τα ακόλουθα.

- Η ολική θνησιμότητα για το σύνολο των εργαζομένων ανεξάρτητα από το χρόνο ένταξης, τη διάρκεια της απασχόλησης και τη χρονική διάρκεια από την έναρξη της απασχόλησης, βρέθηκε πολύ μικρότερη από το γενικό πληθυσμό. Πιθανά οφείλεται στο «φαινόμενο τους υγιούς εργαζόμενου».
- Η επίπτωση των καρκίνων και στα δύο φύλα ήταν περίπου ίδια με το γενικό πληθυσμό.
- Υπάρχουν μέσα στο σύνολο του υπό παρατήρηση εργασιακού πληθυσμού υποομάδες ή κατηγορίες, με τάσεις αύξησης της επίπτωσης των καρκίνων, είτε στατιστικά σημαντικές είτε όχι.

Για την επίπτωση των επί μέρους καρκίνων διαπιστώθηκαν τα εξής:

- Συνέβησαν 11 μεσοθηλιώματα, 9 εκ των οποίων σε εργαζόμενους στα διυλιστήρια (στη συντήρηση 6) και σε χειριστές 3). Είναι πιθανόν ορισμένα από αυτά να οφείλονται σε εκθέσεις σε αμιάντο στα διυλιστήρια, κυρίως πριν από τη δεκαετία του 1970.
- Υπήρξε αύξηση της επίπτωσης των μελανωμάτων, που από τους μελετητές αποδίδεται σε αυξημένη συχνότητα καταγραφής τους και όχι σε κάποιο παράγοντα έκθεσης στα διυλιστήρια. (Παρατήρηση: Πολλοί εργαζόμενοι στα διυλιστήρια, χειριστές και συντηρητές, έχουν πολύωρες καθημερινές εκθέσεις σε ηλιακή ακτινοβολία με παράλληλα ενδεχόμενη έκθεση σε πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες. Οι μελετητές δεν εξέτασαν αυτή την υπόθεση αιτιολογικής συσχέτισης, παρά το ότι η Αυστραλία έχει παρατεταμένη ηλιοφάνεια και υψηλές θερμοκρασίες για πολλούς μήνες το χρόνο).
- Υπήρξε σημαντική αύξηση των καρκίνων της ουροδόχου κύστης. Η πιθανότητα να οφείλεται σε επαγγελματική έκθεση δεν μπορεί να αποκλειστεί.

- Για το σύνολο των λευχαιμιών η επίπτωση ήταν αυξημένη σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο. Η ανάλυση για τις χρονικές παραμέτρους, της έναρξης, της διάρκειας και του λανθάνοντα χρόνου από την έναρξη της απασχόλησης, δε συνηγορεί για αιτιολογική συσχέτιση της αύξησης των λευχαιμιών με την απασχόληση στον κλάδο των πετρελαίων. Διαπιστώθηκε όμως αυξανόμενη επίπτωση των λευχαιμιών, με την αύξηση της έκθεσης σε υδρογονάνθρακες, που συνηγορεί υπέρ μιας αιτιολογικής συσχέτισης.
- Οι μελετητές τέλος αναγνωρίζουν ότι η εξέταση των δεικτών θνησιμότητας και νοσηρότητας των καρκίνων στο σύνολο των εργαζομένων στον κλάδο των πετρελαίων, αναμένεται να έχει μία τάση διάχυσης των αρνητικών ευρημάτων για συγκεκριμένες ομάδες ή συγκεκριμένα ιστορικά εκθέσεων. Θεωρούν ότι παράλληλες μελέτες μαρτύρων - περιπτώσεων, είναι πιο κατάλληλες να κάνουν τέτοιες διαπιστώσεις.

5.3.5 Μεταανάλυση επιδημιολογικών μελετών σχετικά με τον επαγγελματικό καρκίνο στα διυλιστήρια

5.3.5.1 Γενικά

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα αναφερθούμε στη μελέτη των Otto Wong και Gehard K. Raabe (2000). Πρόκειται για μελέτη μεταανάλυσης που εξετάζει τη θνησιμότητα και την επίπτωση δέκα διαφορετικών καρκίνων σε πολύ μεγάλη ομάδα εργαζομένων στα διυλιστήρια, με τα ακόλουθα βασικά χαρακτηριστικά.

- Περιλαμβάνει μόνο μελέτες κοορτής. Κάνει μία κριτική αναφορά στις αδυναμίες και στα μειονεκτήματα των PMR και των μελετών μαρτύρων - περιπτώσεων (case control studies). Επικαλείται την παρόμοια προσέγγιση της ομάδας εργασίας του IARC 1989 στη Μονογραφία του τόμου 45 (“Occupational Exposures in Petroleum Refining–Crude Oil and Major Petroleum Fuels”, 1989), για την αξιολόγηση και τη χρησιμότητα αυτού του είδους των μελετών.
- Έχουν ενταχθεί στη μελέτη όλες οι μελέτες κοορτής θνησιμότητας από τις ΗΠΑ, Καναδά, Αυστραλία, Ιταλία, Σουηδία και Φιλανδία που είχαν δημοσιευτεί μέχρι το έτος 2000. Βεβαίως, θα πρέπει να παρατηρήσουμε ότι αρκετές μελέτες, κυρίως από τις ΗΠΑ, αναφέρονται στα ίδια διυλιστήρια και στους ίδιους εργαζόμενους.
- Στη μεταανάλυση εντάσσουν ορισμένες μελέτες μαρτύρων - περιπτώσεων, που έγιναν με βάση τα στοιχεία μελετών κοορτής της παρούσας μεταανάλυσης.
- Εξηγούν μεθοδολογικά τον τρόπο υπολογισμού του “metaSMR” έτσι που να δίδεται περισσότερο βάρος στις μεγάλες μελέτες και το αντίστροφο.
- Συμπεριελήφθησαν στη μεταανάλυση τελικά 28 μελέτες κοορτής. Οι συγγραφείς αναφέρουν εισαγωγικά στη μελέτη τους ότι: παρόμοια μεταανάλυση για την επιδημιολογία του καρκίνου στους εργαζόμενους στα διυλιστήρια δημοσίευσαν το 1989 που επικαιροποιούν με την παρούσα μελέτη τους.
- Δημοσίευσαν μετά το 1989 τρεις ανασκοπήσεις για εργαζόμενους στα διυλιστήρια που αφορούσαν:

- ✓ τις λευχαιμίες κατά κυτταρικό τύπο (1995)
- ✓ το πολλαπλούν μυέλωμα (1997)
- ✓ το non- Hodgkin's λέμφωμα (2000)

Τα συμπεράσματα μπορούν να συνοψιστούν ως εξής: «Δεν διαπιστώθηκε αύξηση για κανένα ειδικό κυτταρικό τύπο λευχαιμίας, πολλαπλούν μυέλωμα ή non-Hodgkin's λέμφωμα, στο σύνολο των ενναιοπονημένων δεδομένων από τις μελέτες κοορτής εργαζομένων στα διυλιστήρια ή από οποιαδήποτε κατά κατηγορία ανάλυση».

Επισημαίνεται ότι ο αριθμός των εργαζομένων και τα ανθρωποέτη παρακολούθησης που εντάσσονται στη μετά ανάλυση είναι 350.201 και 7.168. 919 αντίστοιχα.

Στους περιορισμούς των μελετών κοορτής της μεταανάλυσης θα πρέπει να αναφερθούν ότι:

- δεν υπάρχουν δεδομένα της έκθεσης των εργαζομένων σε παράγοντες κινδύνου, δείκτης του βαθμού έκθεσης θεωρείται η διάρκεια της απασχόλησης
- δεν αναφέρονται οι συνήθειες του καπνίσματος του πληθυσμού των μελετών.

Βεβαίως, όπως και οι συγγραφείς της μελέτης σχολιάζουν στα συμπεράσματά τους, οι επιδημιολογικές μελέτες για τους εργαζόμενους στα διυλιστήρια παρουσιάζουν μια στερεοτυπία, όπως για παράδειγμα:

- όλες παίρνουν στοιχεία για την απασχόληση από τα αρχεία των εταιρειών
- όλες παίρνουν υπ' όψη τους το χρόνο ένταξης στον κλάδο του πετρελαίου και τη διάρκεια της απασχόλησης στα διυλιστήρια
- όλες αναφέρουν σαν αίτιο θανάτου αυτό που αναγράφεται στο πιστοποιητικό θανάτου.

Προκύπτει ότι όλες οι μελέτες έδειξαν SMR κάτω ή πολύ κάτω από τη μονάδα.

5.3.5.2 Καρκίνοι του Πεπτικού

Για τους καρκίνους του πεπτικού,

- στομάχου
- ήπατος
- παγκρέατος
- παχέος εντέρου

που εξετάζει η μεταανάλυση, σε όλες τις μελέτες η θνησιμότητα (SMR) ήταν μικρότερη της μονάδας. Για τον καρκίνο του στομάχου καμιά μελέτη δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αύξηση του SMR.

5.3.5.3 Καρκίνος του Πνεύμονα

Σε όλες τις μελέτες το SMR για τον καρκίνο του πνεύμονα κυμάνθηκε από 0,44 - 1,07.

- Το «συνολικό» (summary –s) sSMR για τον καρκίνο του πνεύμονα στα διυλιστήρια των ΗΠΑ ήταν 0,75 (95% CI 0,73 – 0,78).

- Για τους εργαζόμενους στα διυλιστήρια εκτός ΗΠΑ το sSMR ήταν 0,87 (95% CI 0,82 - 0,92).
- Για τους εργαζόμενους στη διανομή το sSMR ήταν 0,87 (95% CI 0,82 - 0,92).
- Για τους εργαζόμενους στην παραγωγή αργού πετρελαίου το sSMR βρέθηκε 0,81 (95% CI 0,79 - 0,83).

Οι συγγραφείς κάνουν ιδιαίτερη αναφορά σε μία μελέτη (Divine et al 1996 b) που αναφέρεται στη θνησιμότητα από καρκίνο του πνεύμονα σε εργαζόμενους στη συντήρηση των διυλιστηρίων (μονώσεις, εγκαταστάσεις σωληνώσεων, βαφείς, ηλεκτρολόγοι, λεβητοποιοί, συγκολλητές). Σε όλες τις ειδικότητες το SMR βρέθηκε μικρότερος της μονάδας. Το συνολικό SMR για την κατηγορία αυτή των εργαζομένων ήταν 0,90 (95% CI 0,66 - 1,20). Το SMR δεν αυξήθηκε όταν συνυπολογίστηκε και η διάρκεια της απασχόλησης.

5.3.5.4 Μελάνωμα

Από το σύνολο των μελετών προκύπτουν τα συμπεράσματα που ακολουθούν.

- Στους εργαζόμενους των διυλιστηρίων των ΗΠΑ το sSMR βρέθηκε 1,10 (95% CI 0,89 - 1,35).
- Καμιά μελέτη από τις ΗΠΑ δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αύξηση της θνησιμότητας από μελάνωμα.
- Μια μελέτη από τη βιομηχανία πετρελαίου του Ηνωμένου Βασιλείου έδειξε σημαντική αύξηση του κινδύνου προσβολής από μελάνωμα SMR = 1,78 (95% CI 1,202,54) βασισμένη σε 30 θανάτους.
- Μια άλλη μελέτη που αφορούσε στην εξόρυξη αργού πετρελαίου στον Καναδά, βασισμένη σε 6 θανάτους, έδειξε SMR=6 (95% CI 2,19-13,06).
- Από τη μελέτη Rushton στα Διυλιστήρια του Ηνωμένου Βασιλείου, προκύπτει ότι το υψηλότερο SMR από μελάνωμα βρέθηκε σε διευθυντικά στελέχη και υπαλλήλους SMR=3,90 (95% CI 1,578,03). Επίσης, οι χειριστές των διυλιστηρίων εμφάνισαν υψηλό SMR=2,27 (95% CI 1,09-4,18). Παραπέρα ανάλυση στην ίδια μελέτη, έδειξε ότι η αύξηση των μελανωμάτων προήλθε κυρίως από ένα από τα οκτώ διυλιστήρια της μελέτης, που εμφάνισε SMR=4,44 (95% CI 2,22-7,95). Από τα 6 περιστατικά θανάτου από μελάνωμα του Καναδά, οι τρεις εργαζόμενοι της εξόρυξης είχαν έκθεση σε υδρογονάνθρακες, δύο όχι, ενώ για τον ένα δεν ήταν γνωστή.

5.3.5.5 Καρκίνος του Προστάτη

- Οι πιο πολλές μελέτες έδειξαν SMR κάτω ή γύρω στη μονάδα. Το sSMR ήταν 0,98 (95% CI 0,94-1,03).

5.3.5.6 Καρκίνος της Ουροδόχου Κύστης

- Όλες οι μελέτες έδειξαν SMR κάτω από 1, εκτός από 2 μικρές μελέτες. Μία από τις ΗΠΑ ανέφερε SMR=1,20 (95% CI 0,60-2,15) βασισμένη σε 11 θανάτους, P>0,05. Η άλλη μελέτη ήταν από την εξόρυξη αργού πετρελαίου, στον Καναδά, που έδειξε SMR=1,90 (95% CI 0,52-4,88) βασισμένη σε 4 θανάτους με P>0,05.
- Για το σύνολο των εργαζόμενων στον κλάδο του πετρελαίου το SMR από καρκίνο της ουροδόχου κύστης βρέθηκε 0,78 (95% CI 0,71-0,87). Ανάλυση μεταξύ των εργαζομένων αποκλειστικά σε διυλιστήρια, έδειξε SMR=0,71 (95% CI 0,62-0,81) σε σύγκριση με το SMR=0,87 (95% CI 0,73-1,03), για τους μη εργαζόμενους σε διυλιστήρια, από τον κλάδο του πετρελαίου.

5.3.5.7 Καρκίνος του Νεφρού

- Όλες οι μελέτες από εργαζόμενους Διυλιστηρίων των ΗΠΑ, έδειξαν SMR κάτω ή γύρω από τη μονάδα, με συνολικό sSMR=0,91 (95% CI 0,79-1,03).
- Για τους εργαζόμενους σε Διυλιστήρια εκτός ΗΠΑ, μία μελέτη από τη Φινλανδία έδειξε SIR=1,97 (95% CI 1,29-2,88) με αυξημένη θνησιμότητα από καρκίνο νεφρού για όσους είχαν 5 ή πλέον έτη απασχόλησης στο διυλιστήριο. Στην ομάδα των εκτός ΗΠΑ εργαζομένων στα διυλιστήρια, το συνολικό sSMR ήταν 1,18 (95% CI 0,96-1,42).
- Δεν βρέθηκε αυξημένο SMR για τους εργαζόμενους σε σταθμούς διανομής καυσίμων θάλασσας ή ξηράς.
- Αντίστοιχα, σε μια εργασία από τον Καναδά σε βιομηχανία εξόρυξης αργού πετρελαίου, δε διαπιστώθηκε αύξηση της θνησιμότητας από καρκίνο του νεφρού.
- Στο σύνολο των μελετών το sSMR από καρκίνο του νεφρού, βρέθηκε 0,96 (95% CI 0,87 – 1,05).

5.3.5.8 Καρκίνοι του Εγκεφάλου

Καμία από τις μελέτες της μεταανάλυσης δεν έδειξε αύξηση στατιστικά σημαντική για τους καρκίνους του εγκεφάλου και του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος. Τα υψηλότερα SMR προέρχονται από δύο μικρές μελέτες, χωρίς όμως να φτάνουν τα όρια της στατιστικής σημαντικότητας:

- ✓ από το Μόντρεαλ με SMR=2,14 (95% CI 0,58 – 5,48) με 4 συνολικά θανάτους
- ✓ από την Ιταλία με SMR=2,08 (95% CI 0,67 – 4,85) με 5 συνολικά θανάτους.
- Όλες οι μεγάλες μελέτες για τον καρκίνο του εγκεφάλου έδειξαν SMR μικρότερα ή γύρω στη μονάδα. Για παράδειγμα, μια μελέτη από τις ΗΠΑ με 69 θανάτους έδειξε SMR=1,09 (95% CI 0,85 – 1,38). Δεν υπήρξε αύξηση του SMR με την αύξηση της διάρκειας της απασχόλησης.

- Η μεγαλύτερη μελέτη για διυλιστήρια του Ηνωμένου Βασιλείου από τους Rushton et al το 1993, έδειξε για τους καρκίνους του εγκεφάλου SMR=0,88 (95% CI 0,69 – 1,11) με 74 θανάτους.

5.3.5.9 Σύνοψη

Για το σύνολο των εργαζομένων στον κλάδο των πετρελαίων της μεταανάλυσης, το sSMR ήταν 1,01 (95% CI 0,93 – 1,09). Οι συγγραφείς στο σχολιασμό των συμπερασμάτων τους, μεταξύ άλλων αναφέρουν και τα ακόλουθα. (α) Η μη ανεύρεση αύξησης του SMR για τους καρκίνους στομάχου, ήπατος, παγκρέατος, παχέος εντέρου, συμπίπτει με τις διαπιστώσεις του IARC το 1989 καθώς και με τα δικά τους ευρήματα το ίδιο έτος. (β) Η ανεύρεση SMR χαμηλότερου ή κοντά στη μονάδα, συμπίπτει με τα ευρήματα του συνόλου της βιβλιογραφίας. Οι συγγραφείς σχολιάζουν ακόμη ότι η άποψη που έχει εκφραστεί για τον αυξημένο κίνδυνο καρκίνου του πνεύμονα των εργαζομένων στη συντήρηση των διυλιστηρίων, δεν επιβεβαιώνεται από τις μελέτες. Θεωρούμε χρήσιμη την πληροφορία που δίνουν από τον τόμο 45 του IARC (1989) για τις συγκεντρώσεις ινών αμιάντου στις εργασίες συντήρησης των Διυλιστηρίων:

- μονώσεις σωληνώσεων 0,1 – 0,9 ίνες /cm³
- διάφορες εργασίες 0,01 – 0,15 ίνες/cm³ μονώσεις βαλβίδων – ενώσεων συγκεντρώσεις ινών <0,01 – 0,02/cm³.

Παρατήρηση: Θα περίμενε κανείς να υπάρχει αναφορά για τα μεσοθηλιώματα του κλάδου των πετρελαίων σε μια τόσο μεγάλη μελέτη. Υπενθυμίζεται η αύξηση των μεσοθηλιωμάτων που διαπιστώθηκαν στη μελέτη Health Watch της Αυστραλίας στους χειριστές και στους συντηρητές των διυλιστηρίων. Δυστυχώς οι συγγραφείς δεν συμπεριλάμβαναν στη μελέτη τους καμιά αναφορά για το μεσοθηλιώμα.

Σχολιάζοντας τον αυξημένο SMR για τα μελανώματα που βρέθηκε σε ορισμένες μελέτες, οι συγγραφείς αναφέρουν ότι:

- Δεν μπορούν να το συσχετίσουν με κάποια επαγγελματική έκθεση. Οι ΠΑΥ δε θεωρείται από τη βιβλιογραφία ότι προκαλούν μελανώματα.
- Κάποιοι εργαζόμενοι μπορεί να απασχολούνται εκτός κτηρίων, οπότε έχουν ενδεχόμενα έκθεση στην υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία, που ως γνωστό, συμβάλλει στην πρόκληση μελανωμάτων.
- Οι συγγραφείς αναφέρουν ότι η μικρή αύξηση των μελανωμάτων συμπίπτει με τα ευρήματα του IARC. Ωστόσο, θα πρέπει να παρατηρήσουμε ότι αύξηση της επίπτωσης των μελανωμάτων του δέρματος, διαπιστώθηκε τόσο από τον καθηγητή Harrington στην αναφορά 2/87 της CONCAWE, όσο και στη μελέτη Health Watch της Αυστραλίας. Μάλιστα ο καθηγητής Harrington επεσήμανε την αναγκαιότητα για εστιασμένες μελέτες μαρτύρων – περιπτώσεων, μεταξύ άλλων, ειδικά και για τα μελανώματα.

Σχολιάζονται δύο μελέτες με στατιστικά σημαντική αύξηση του SMR που όμως δεν έδειξαν αύξηση των μελανωμάτων με την αύξηση της διάρκειας απασχόλησης. Οι συγγραφείς εκτιμούν ότι θα πρέπει να αναζητηθούν μη επαγγελματικοί παράγοντες σαν αίτια της αύξησης του SMR για τα μελανώματα στις δύο μελέτες.

Για τον καρκίνο του εγκεφάλου στο σχολιασμό της μελέτης δε δίνεται καμιά πρόσθετη πληροφορία.

5.3.6 Το Μεσοθηλίωμα στους εργαζόμενους των Διυλιστηρίων

Στη μελέτη Health Watch από την Αυστραλία που παρουσιάστηκε εκτενώς προηγουμένως, καταγράφηκαν 11 περιπτώσεις μεσοθηλιωμάτων εκ των οποίων:

- 6 περιπτώσεις εργαζομένων στη συντήρηση
- 3 περιπτώσεις χειριστών των διυλιστηρίων.

Δημιουργεί ερωτηματικά ότι ενώ για όλους τους καρκίνους η μελέτη δίνει στοιχεία για τους SMR και SIR, στο μεσοθηλίωμα δεν αναφέρονται. Αναφέρουν συγκεκριμένα ότι επειδή το μεσοθηλίωμα είναι σχεδόν πάντα συνδεδεμένο με ιστορικό επαγγελματικής έκθεσης σε αμιάντο, κάθε περίπτωση θα πρέπει αυτή καθ' εαυτή να θεωρείται σαν σημαντική, ανεξάρτητα από SIR ή SMR.

Βεβαίως δεν προκύπτει από το σύνολο της αναφοράς για το μεσοθηλίωμα ο λόγος που οι συγγραφείς δεν αναφέρουν τις SIR και SMR, μόνο για το συγκεκριμένο καρκίνο.

- Στη μελέτη των O. Wong και G.K. Raabe σχολιάσαμε την απουσία οποιασδήποτε αναφοράς τους στο μεσοθηλίωμα. Για το μεσοθηλίωμα στα διυλιστήρια εντοπίστηκε κατά τη διάρκεια της βιβλιογραφικής μας έρευνας μια επιστολή του Murray Finkelstein MD από τη μονάδα μελέτης Υγείας και Ασφάλειας του Υπουργείου Εργασίας του Οντάριο του Καναδά (Ontario Ministry of Labour Health and Safety Studies Unit) με τίτλο “Mesothelioma in oil refinery workers”⁴. Προκύπτει ότι ο O. Wong έχει ανταλλάξει επιστολές μέσα από το ίδιο περιοδικό με τους Genaro et al για το μεσοθηλίωμα του υπεζωκότα στους εργαζόμενους των διυλιστηρίων. Ωστόσο, στην τόσο εκτεταμένη μελέτη τους οι O. Wong και G.H. Raabe, δεν κάνουν την παραμικρή αναφορά, έστω και για αρνητικά ευρήματα, όπως κάνουν για τα 10 είδη καρκίνου της μελέτης τους. Αξίζει να αναφέρουμε ότι σε μια άλλη μελέτη κοορτής⁵ για τη θνησιμότητα των εργαζομένων σε ένα διυλιστήριο των ΗΠΑ από τον Kim W. Collingwood, οι O Wong και GK Raabe είναι επίσης συγγραφείς. Στη μελέτη γίνεται ειδική προσπάθεια καταγραφής των μεσοθηλιωμάτων στο συγκεκριμένο διυλιστήριο, διότι όπως αναφέρουν οι συγγραφείς, το μεσοθηλίωμα και η αμιάντωση του πνεύμονα, δεν περιλαμβάνονταν στο σύστημα καταγραφής του διυλιστηρίου. Για την αμιάντωση δε διαπίστωσαν περιστατικά. Κατέγραψαν όμως δύο περιπτώσεις μεσοθηλιώματος του υπεζωκότα έναντι των 2,3 αναμενομένων, με SMR 0,87 (95% CI 0,11-3,14).

Ο M. Finkelstein, στην προαναφερθείσα επιστολή του αναφέρει ότι προχώρησαν σε μελέτη των θανάτων από μεσοθηλίωμα στο Οντάριο. Διαπίστωσαν ότι 10 αποθανόντες από μεσοθηλίωμα προέρχονταν από τον κλάδο των διυλιστηρίων και των πετροχημικών.

4. Scand J Work Environ Health 1996; 22:67

5. Kim W. Collingwood. Gerhard K. Raabe, Otto Wong “An update cohort mortality study of workers at a northeastern United States petroleum refinery” Int. Arch Occup. Environ Health (1966) 68:277-288.

Ο συγγραφέας καταλήγει ότι θα μπορούσε να υπάρχει συσχέτιση της εργασίας στη συντήρηση των διυλιστηρίων και των πετροχημικών, με αυξημένο κίνδυνο καρκίνων από αμιάντο και ότι σχεδίαζαν μελέτη γι' αυτό.

- Οι V. Gennaro et al το 1994 δημοσίευσαν μια μελέτη για τη συχνότητα των μεσοθηλωμάτων στους εργαζόμενους δύο διυλιστηρίων της Ιταλίας. Διαπίστωσαν αυξημένη θνησιμότητα από μεσοθηλίωμα του υπεζωκότα σε σχέση με το γενικό πληθυσμό της Ιταλίας και στα δύο διυλιστήρια. Σε σχέση με τον τοπικό πληθυσμό αυξημένο SMR διαπιστώθηκε μόνο στο ένα. Οι συγγραφείς αναφέρουν ότι ο τοπικός πληθυσμός γύρω από το διυλιστήριο χωρίς την αύξηση του SMR από μεσοθηλίωμα, είχε γενικά υψηλή έκθεση σε αμιάντο επειδή εργαζόταν σε διάφορες παραγωγικές μονάδες και ιδιαίτερα σε ναυπηγεία. Σε κάθε διυλιστήριο διαπιστώθηκαν 5 περιστατικά μεσοθηλωμάτων του υπεζωκότα. Οι συγγραφείς πραγματοποίησαν μετρήσεις στα διυλιστήρια και εντόπισαν σε διάφορα σημεία ίνες αμιάντου.

Συμπέρασμα για τον Επαγγελματικό Κίνδυνο από Μεσοθηλίωμα στους Εργαζόμενους στα Διυλιστήρια

Επιμείναμε στην εκτενέστερη παρουσίαση βιβλιογραφικών δεδομένων για την προσβολή εργαζομένων στα διυλιστήρια από μεσοθηλίωμα του υπεζωκότα διότι:

- όπως αποδείχθηκε ο κίνδυνος είναι υπαρκτός και ιδιαίτερα για τους εργαζόμενους στη συντήρηση μεγάλος
- το μεσοθηλίωμα προκαλείται και από χαμηλές και βραχύβιες εκθέσεις σε αμιάντο, ενώ δε σχετίζεται με το κάπνισμα
- έχει πολύ μεγάλο λανθάνοντα χρόνο εμφάνισης από την πρώτη έκθεση, συνεπώς μπορεί ο εργαζόμενος που έχει εκτεθεί να έχει συνταξιοδοτηθεί
- συχνά οι συνθήκες εργασίας στη συντήρηση και στις επισκευές είναι «δύσκολες» για τη λήψη όλων των αναγκαίων μέτρων
- και οι «κεραμικές ίνες» όπως ήδη έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, που υποκατέστησαν τον αμιάντο σε θερμομονώσεις, ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΠΡΟΚΑΛΕΣΟΥΝ ΜΕΣΟΘΗΛΙΩΜΑ με τα ίδια κλινικά χαρακτηριστικά.

5.4 Σχολιασμός

Από το σύνολο της μελέτης της βιβλιογραφίας για τους καρκινογόνους παράγοντες και τους κινδύνους από καρκίνο του προσωπικού των διυλιστηρίων προκύπτουν ορισμένα συμπεράσματα που αναφέρονται στη συνέχεια.

Το πρόβλημα του κινδύνου από καρκίνους του προσωπικού των διυλιστηρίων έχει τεθεί από πολλές δεκαετίες χωρίς οριστική-τελική απάντηση μέχρι σήμερα από τη βιβλιογραφία. Τέτοια απάντηση είναι δύσκολο να υπάρξει και στο μέλλον.

Μια πλευρά αυτής της δυσκολίας αφορά στο γεγονός ότι τις τελευταίες δεκαετίες ο κύκλος των εργασιών που εκτελούνται από εξωτερικά (εργολαβικά) συνεργεία στα διυλιστήρια, έχει

κατά πολύ διευρυνθεί. Στον κύκλο εργασιών των εργολαβικών συνεργείων συμπεριλαμβάνονται οι αυξημένου κινδύνου εργασίες συντηρήσεων και επισκευών, στις οποίες λαμβάνουν χώρα και οι υψηλότερες εκθέσεις σε καρκινογόνους παράγοντες. Στη χώρα μας μέχρι τώρα, δυστυχώς οι εργαζόμενοι σε εργολαβικά συνεργεία, είτε δεν παρακολουθούνται, είτε παρακολουθούνται πλημμελώς σε ότι αφορά στην επαγγελματική τους υγεία. Ταυτόχρονα, υπάρχει πολύ μεγάλη κινητικότητα και διαρκής εναλλαγή του προσωπικού των εργολαβικών συνεργείων, αποτελούμενα κυρίως από αλλοδαπούς εργαζόμενους. Κατά συνέπεια, οι όποιες δυσμενείς επιδράσεις καρκινογόνων παραγόντων είτε δεν καταγράφονται, είτε στην περίπτωση που καταγράφονται «διαχέονται» στο γενικό εργασιακό πληθυσμό. Ανάλογα φαινόμενα, ενδεχόμενα σε διαφορετικό βαθμό, συμβαίνουν και σε άλλες χώρες. Ως εκ τούτου αναδεικνύεται η δυσκολία αξιόπιστων δεδομένων για τις επαγγελματικές εκθέσεις κυρίως των εξωτερικών συνεργείων στα διυλιστήρια.

Με βάση τα δεδομένα μέχρι σήμερα, και λαμβάνοντας υπόψη τις μεθοδολογικές αδυναμίες του συνόλου των μελετών που έχουν διεξαχθεί, αναδεικνύονται ορισμένες προτεραιότητες.

- Υπάρχουν σαφέστατα εργασίες με έκθεση σε καρκινογόνους παράγοντες για όλους όσους εργάζονται:
 - ✓ στο πεδίο των παραγωγικών διαδικασιών (χειριστές παραγωγής, χειριστές αποθήκευσης)
 - ✓ στη διακίνηση πρώτων υλών και τελικών προϊόντων
 - ✓ στις επισκευές και στη συντήρηση των εγκαταστάσεων
 - ✓ σε όσους εργάζονται κοντά στους χώρους παραγωγής για την εκτέλεση των εργασιών τους καθηκόντων (π.χ. δειγματοληψία, φύλαξη, πυρασφάλεια)
 - ✓ στις εργασίες υποστήριξης.
- Οι υπηρεσίες υγείας και ασφάλειας της εργασίας των διυλιστηρίων, θα πρέπει να εντοπίσουν ποιες ομάδες και ποιοι εργαζόμενοι βρίσκονται σε αυξημένο κίνδυνο εκθέσεων σε καρκινογόνους παράγοντες, ώστε να ληφθούν όλα τα αναγκαία μέτρα που προβλέπονται από τη νομοθεσία αλλά και από την επιστημονική γνώση.
- Ιδιαίτερη έμφαση θα πρέπει να δοθεί στους κινδύνους:
 - ✓ λευχαιμίας από έκθεση σε βενζόλιο
 - ✓ δερματικών καρκίνων από έκθεση σε Πολυκυκλικούς Αρωματικούς Υδρογονάνθρακες και κακές συνθήκες υγιεινής
 - ✓ μεσοθηλιωμάτων από έκθεση σε ίνες αμιάντου ή κεραμικές ίνες, ιδιαίτερα για το προσωπικό της συντήρησης
 - ✓ μελανωμάτων όσων εργάζονται πολλές ώρες το χρόνο υπό έκθεση σε ηλιακή ακτινοβολία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Έρευνα πεδίου σε διυλιστήρια πετρελαίου στην Ελλάδα

6.1 Εισαγωγή

Στο πλαίσιο της μελέτης για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων στα διυλιστήρια πετρελαίου, πραγματοποιήθηκε **έρευνα πεδίου** σε τρία διυλιστήρια στη χώρα μας, που αφορούσε στην *υποκειμενική εκτίμηση των εργαζομένων* και την *καταγραφή και αξιολόγηση των κινδύνων για την υγεία και την ασφάλεια στους χώρους εργασίας*.

Ο καθορισμός του σχεδίου παρέμβασης στους εργασιακούς χώρους των διυλιστηρίων ακολούθησε των φάσεων της συλλογής πληροφοριακών στοιχείων για το επιτελούμενο έργο. Πολύτιμες επισημάνσεις, σχετικά με τα θέματα υγείας και ασφάλειας, συγκεντρώθηκαν από τις επαφές μας με εργαζόμενους των επιχειρήσεων αρμόδιους για τα θέματα υγείας και ασφάλειας της εργασίας, με εργαζόμενους σε διάφορα τμήματα και με τις Επιτροπές Υγείας και Ασφάλειας των Εργαζομένων (Ε.Υ.Α.Ε.).

Αντλήθηκαν πληροφορίες για τα διάφορα τμήματα των παραγωγικών διαδικασιών, το μηχανολογικό εξοπλισμό, την οργάνωση της εργασίας και την τήρηση νομοθετικών υποχρεώσεων που άπτονται επί των θεμάτων υγείας και ασφάλειας στους χώρους εργασίας. Καταγράφηκαν επισημάνσεις για τους κινδύνους για την υγεία και την ασφάλεια στα διάφορα τμήματα εργασίας.

Η καταγραφή των κινδύνων κυρίως μέσα από την υποκειμενική εκτίμηση των εργαζομένων και τις πληροφορίες από τα αρμόδια τμήματα υγείας και ασφάλειας των διυλιστηρίων, **επιβεβαιώνει τους δυνητικούς κινδύνους για την ασφάλεια και την υγεία, όπως αυτοί αναφέρθηκαν συνοπτικά στο κεφάλαιο 3**. Η έρευνα πεδίου **επικεντρώθηκε στην παρούσα φάση** κυρίως στη διεξαγωγή μετρήσεων στους εργασιακούς χώρους και ποσοτικούς προσδιορισμούς για ορισμένους βλαπτικούς παράγοντες. Περιλάμβανε επίσης την εκτίμηση της έκθεσης των εργαζομένων σε υδρογονάνθρακες μέσω του ποσοτικού προσδιορισμού μεταβολιτών υδρογονανθράκων στα ούρα εργαζομένων. Ορισμένα στοιχεία παρουσιάζονται συνοπτικά στη συνέχεια.

6.2 Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός των βλαπτικών παραγόντων

6.2.1 Προσδιορισμός των βιολογικών παραγόντων

Στους βιολογικούς παράγοντες περιλαμβάνονται τα βακτήρια, οι ιοί, οι μύκητες (ζυμομύκητες και ευρωμύκητες) και τα παράσιτα.

Απαντώνται σε πολλούς τομείς της παραγωγής και των υπηρεσιών. Ωστόσο, λόγω του ότι δεν είναι ορατοί, δε δίνεται πάντα η δέουσα προσοχή για τους κινδύνους που εγκυμονούν.

6.2.1.1 Επιπτώσεις των βιολογικών παραγόντων στην υγεία

Οι **μύκητες** είναι μικροοργανισμοί οι οποίοι παράγουν χιλιάδες μικροσκοπικά μόρια τα οποία ονομάζονται σπόρια. Τα μεταφερόμενα με αέρα σπόρια μπορούν να εισέλθουν στον ανθρώπινο οργανισμό μέσω της αναπνευστικής οδού, του τραυματισμένου δέρματος ή των βλεννογόνων μεμβρανών προκαλώντας διάφορες αλλεργίες και μολύνσεις στο δέρμα, τα μάτια την άνω αναπνευστική οδό και το πεπτικό σύστημα.

Ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξή τους είναι η υψηλή υγρασία, η συμπύκνωση των υδρατμών, η υψηλή θερμοκρασία και η κίνηση του αέρα. Ο ολικός αριθμός αερόβιων μικροβίων (**Ολική Μικροβιακή Χλωρίδα**) δηλώνει το επίπεδο των μικροοργανισμών που υπάρχει σε ένα προϊόν ή σε ένα χώρο (βακτήρια, ζύμες και μύκητες). Η **E.Coli** και η **Salmonella** ανήκουν στην κατηγορία των παθογόνων μικροοργανισμών και ανήκουν στην οικογένεια των εντεροβακτηριδίων. Αυτά τα εντεροβακτηρίδια προξενούν εντερίτιδες και παρουσιάζονται σε μέρη όπου δεν τηρούνται οι κανόνες υγιεινής. Όλα τα βακτήρια σχηματίζουν στο τέλος της κυτταρικής τους ανάπτυξης σπόρια. Αυτό τα καθιστά επικίνδυνα διότι μεταφέρονται εύκολα με τον αέρα. Αντέχουν στο ζεστό και κρύο καιρό, στη βροχή και την ξηρασία. Ο **σταφυλόκοκκος** είναι παθογόνος μικροοργανισμός και προκαλεί λοιμώξεις που ονομάζονται σταφυλοκοκκιάσεις.

6.2.1.2 Νομοθεσία

Μέχρι στιγμής, δεν έχουν οριστεί όρια επαγγελματικής έκθεσης για τους βιολογικούς παράγοντες, αν και ορισμένα κράτη μέλη έχουν θεσπίσει όρια για τις τοξίνες. Η ουσιαστική διαφορά μεταξύ των βιολογικών παραγόντων και των άλλων επικίνδυνων ουσιών είναι η ικανότητα των πρώτων να αναπαράγονται.

Για την προστασία των εργαζόμενων από κινδύνους που διατρέχουν λόγω της έκθεσής τους σε βιολογικούς παράγοντες εφαρμόζεται το Π.Δ. 186/1995, το Π.Δ. 174/1997 και το Π.Δ.15/1999 σχετικά με την «Προστασία των εργαζομένων από κινδύνους που διατρέχουν λόγω της έκθεσης τους σε βιολογικούς παράγοντες κατά την εργασία», κατατάσσοντας τους βιολογικούς παράγοντες σε τέσσερις ομάδες κινδύνου, ανάλογα με το βαθμό του «κινδύνου μόλυνσης».

6.2.1.3 Μεθοδολογία μετρήσεων

Για τον προσδιορισμό των βιολογικών παραγόντων στον αέρα χρησιμοποιείται η δειγματοληπτική συσκευή αναρρόφησης του αέρα που βασίζεται **στην αρχή του Anderson¹** παγκοσμίως αποδεκτή και σύμφωνη με το πρότυπο **ISO 14698-1**.

Στους **προσδιορισμούς που πραγματοποιήθηκαν εντός των αιθουσών ελέγχου (control rooms) των διυλιστηρίων**, οι βιολογικοί παράγοντες που ανιχνεύθηκαν είναι οι ακόλουθοι:

1. Anderson, A.A. (1958). "New Sampler for the collection, sizing and enumeration of viable airborne particles". *Journal of Bacteriology*, Vol.76, pp. 471-484.

- Ολική Μικροβιακή Χλωρίδα (Ο.Μ.Χ)
- Escherichia Coli
- Staphylococcus Aureus
- Salmonella
- Ζύμες
- Μύκητες

Για τους μικροοργανισμούς χρησιμοποιήθηκαν εκλεκτικά θρεπτικά υλικά για την ανάπτυξή τους. Με τον όρο εκλεκτικά θρεπτικά υλικά εννοούμε τα υλικά εκείνα στα οποία αναπτύσσονται συγκεκριμένοι μικροοργανισμοί. Τα υποστρώματα αυτά βρίσκονται σε μορφή σκόνης. Διαλύονται σε απεσταγμένο νερό μέχρι να βράσουν. Στη συνέχεια αποστειρώνονται στους 121°C για 15min. Τοποθετούνται σε αποστειρωμένα τρυβλία Petri. Αφού η μάζα πήξει τοποθετούνται στο ψυγείο.

Ο χρόνος δειγματοληψίας στα σημεία που ελέγχθηκαν ρυθμίστηκε στα 5,0 λεπτά. Τα τρυβλία Petri τοποθετήθηκαν σε επωαστικό θάλαμο σε δεδομένη θερμοκρασία και για δεδομένο χρονικό διάστημα. Μετά το τέλος της επώασης γίνεται η αναγνώριση των αποικιών και η αρίθμηση αυτών.

Στη συνέχεια το αποτέλεσμα διορθώνεται με βάση τον τύπο του Feller:

$$Pr = N [1/N + 1/N-1 + 1/N-2 + \dots + 1/N-r + 1]$$

N: αντιπροσωπεύει τις 400 τρύπες της πλάκας

r: η κάθε μετρούμενη αποικία

Pr: στατιστικά διορθωμένος αριθμός που δίνεται από πίνακα

Τα αποτελέσματα εκφράζονται σε αποικίες / m³.

6.2.1.4 Αποτελέσματα

Η Επιτροπή της Ευρωπαϊκή Ένωσης εξέδωσε οδηγία ταξινόμησης για τον προσδιορισμό του μικροβιακού φορτίου στις οικίες και στους μη βιομηχανικούς χώρους. Το Εθνικό Ινστιτούτο στην Ιταλία (Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro) ενστερνίστηκε τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και τις ενέταξε στο εγχειρίδιο που εξέδωσε για τον προσδιορισμό του μικροβιακού φορτίου στους χώρους εργασίας (*"Il monitoraggio microbiologico negli ambienti di lavoro"*, INAIL, 2005). Για τις συγκεντρώσεις των βακτηρίων η ταξινόμηση παρουσιάζεται στον πίνακα 6.1 και των μυκήτων στον πίνακα 6.2.

Για τις συγκεντρώσεις της Ο.Μ.Χ. του αέρα στον εργασιακό χώρο δεν υπάρχει βιβλιογραφική αναφορά, ανάλογη με αυτήν που υπάρχει για τα βακτήρια και τους μύκητες. Ενδεικτικά και για τη διευκόλυνση της αξιολόγησης της συγκέντρωσης της Ο.Μ.Χ. παρατίθεται ο ακόλουθος πίνακας 6.3 για την ταξινόμησή της. **Τα αποτελέσματα του πίνακα έχουν προκύψει από πειραματικές δειγματοληψίες που διενεργήθηκαν από το ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε. σε βιομηχανικούς και μη-βιομηχανικούς χώρους. Η ταξινόμηση προέκυψε από την κατανομή 172 δειγματοληψιών. Όσο εμπλουτίζεται το δείγμα των μετρήσεων ο πίνακας 6.3 μπορεί να αναπροσαρμοστεί.**

Η εκτίμηση του μικροβιακού φορτίου στον εργασιακό αέρα εξετάζει τις συγκεντρώσεις των βακτηρίων, των μυκήτων και της ολικής μικροβιακής χλωρίδας όπως φαίνεται στους πίνακες 6.1, 6.2 και 6.3.

Πίνακας 6.1.: Εκτίμηση των βακτηρίων

Ταξινόμηση των βακτηρίων	Οικίες (αποικίες/m ³)	Μη βιομηχανικοί χώροι (αποικίες/m ³)
Πολύ χαμηλή	<100	<50
Χαμηλή	<500	<100
Μεσαία	<2500	<500
Υψηλή	<10000	<2000
Πολύ υψηλή	>10000	>2000

Πίνακας 6.2.: Εκτίμηση των μυκήτων

Ταξινόμηση των μυκήτων	Οικίες (αποικίες/m ³)	Μη βιομηχανικοί χώροι (αποικίες/m ³)
Πολύ χαμηλή	<50	<25
Χαμηλή	<200	<100
Μεσαία	<1000	<500
Υψηλή	<10000	<2000
Πολύ υψηλή	>10000	>2000

Πίνακας 6.3.: Εκτίμηση της ολικής μικροβιακής χλωρίδας

Ταξινόμηση της Ο.Μ.Χ.	Βιομηχανικοί χώροι (αποικίες/m ³)	Μη βιομηχανικοί χώροι (αποικίες/m ³)
Πολύ χαμηλή	<100	<70
Χαμηλή	<400	<470
Μεσαία	<700	<740
Υψηλή	≥700	≥740

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα του μικροβιακού φορτίου για το σύνολο των εργασιακών χώρων των διυλιστηρίων που εξετάστηκαν με τα στοιχεία των πινάκων που παρατίθενται και χρησιμοποιώντας το ίδιο σύστημα ταξινόμησης της μικροβιακής μόλυνσης, επισημαίνουμε τα ακόλουθα:

- ✓ **E.Coli, Salmonella και σταφυλόκοκκος** (παθογόνοι μικροοργανισμοί) δεν ανιχνεύθηκαν.

Στον έλεγχο της **ολικής μικροβιακής χλωρίδας**, ο αριθμός των αποικιών ανά κυβικό μέτρο θεωρήθηκε:

- ✓ **πολύ χαμηλός** στην πλειοψηφία των περιπτώσεων
- ✓ **χαμηλός** σε μία αίθουσα ελέγχου μονάδων διύλισης.

Στον έλεγχο των **μυκήτων**, ο αριθμός τους ανά κυβικό μέτρο θεωρήθηκε:

- ✓ **πολύ χαμηλός** σε ποσοστό σε όλες τις αίθουσες ελέγχου.

6.2.2 Προσδιορισμός του θορύβου

6.2.2.1 Μεθοδολογία μετρήσεων

Για την εκτίμηση των επιπέδων θορύβου στους υπό εξέταση εργασιακούς χώρους ακολουθήθηκε η μεθοδολογία μετρήσεων που ορίζει το **Π.Δ. 149/2006**.

Χρησιμοποιήθηκαν ολοκληρωτικά ηχώμετρα και ηχοδοσίμετρα αντιακρηκτικού τύπου, που πληρούν τις προδιαγραφές για μετρήσεις βιομηχανικού θορύβου, βαθμονομημένα πριν και μετά τη χρήση.

Πραγματοποιήθηκαν στατικές και ατομικές δειγματοληψίες. Για την πραγματοποίηση των **στατικών μετρήσεων (στις αίθουσες ελέγχου)**, το μικρόφωνο τοποθετήθηκε σ' ένα ύψος 160 cm περίπου από το δάπεδο στο κέντρο κάθε αίθουσας και πλησίον της ρυπογόνου πηγής. Για την πραγματοποίηση των **ατομικών μετρήσεων**, το ηχοδοσίμετρο τοποθετήθηκε πάνω στον εργαζόμενο.

Στο όργανο εισήχθησαν:

1. χρονική στάθμισης: επιλογή χρονικής στάθμης **FAST για σταθερό** θόρυβο
2. σταθμιστικό φίλτρο: **A**
3. χρόνος t (min)

Εκτιμήθηκε η **“Ισοδύναμη A - ηχοστάθμη (Leq)”** που εκφράζει τη μέση ποσότητα θορύβου που συλλαμβάνει το ανθρώπινο όργανο της ακοής στον προκαθορισμένο χρόνο.

6.2.2.2 Αποτελέσματα

Το Π.Δ. 149/2006 που αναφέρεται στις “Ελάχιστες προδιαγραφές όσον αφορά την έκθεση των εργαζόμενων σε κίνδυνους προερχόμενους από φυσικούς παράγοντες (θόρυβος) σε εναρμόνιση με την οδηγία 2003/10/ΕΚ”, θεσπίζει τις εξής ημερήσιες στάθμες έκθεσης (Leq) για δωρη επαγγελματική έκθεση ή κορυφοτιμή της ηχητικής πίεσης (Ppeak) σε dB(C).

- α) 80 dB(A) ή 135 dB(C)**, κατώτερες τιμές έκθεσης για ανάληψη δράσης
- β) 85 dB(A) ή 137 dB(C)**, ανώτερες τιμές έκθεσης για ανάληψη δράσης
- γ) 87 dB(A) ή 140 dB(C)**, σαν **οριακές τιμές έκθεσης (συνυπολογίζοντας την ηχοεξασθένηση που επιτυγχάνεται από τα μέσα ατομικής προστασίας)**.

α. Υποχρεώσεις εργοδοτών όταν ή στάθμη υπερβεί τα 80 dB(A) ή 135 dB(C).

Ο εργαζόμενος, του οποίου η έκθεση σε θόρυβο υπερβαίνει τις κατώτερες τιμές έκθεσης για ανάληψη δράσης, δικαιούται έλεγχο της ακοής (άρθρο 9).

Ο εργοδότης θέτει στη διάθεση των εργαζομένων μέσα ατομικής προστασίας της ακοής (άρθρο 6).

β. Υποχρεώσεις εργοδοτών όταν ή στάθμη υπερβεί τα 85 dB(A) ή 137 dB(C).

Ο εργαζόμενος, του οποίου η έκθεση σε θόρυβο υπερβαίνει τις κατώτερες τιμές έκθεσης για ανάληψη δράσης, δικαιούται έλεγχο της ακοής (άρθρο 9).

Ο εργοδότης καταρτίζει και εφαρμόζει πρόγραμμα, το οποίο συνίσταται σε τεχνικά ή/ και οργανωτικά μέτρα, με σκοπό τη μείωση της έκθεσης σε θόρυβο (άρθρο 5).

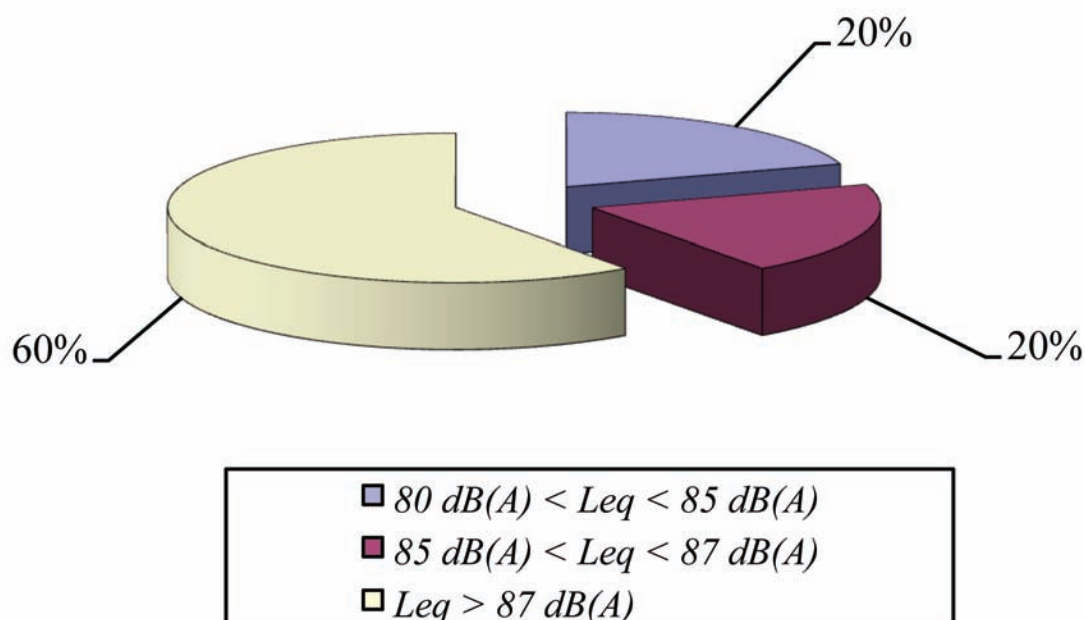
Ο εργοδότης θέτει στη διάθεση των εργαζομένων μέσα ατομικής προστασίας της ακοής και η χρήση τους είναι υποχρεωτική (άρθρο 6).

Οι θέσεις εργασίας, στις οποίες οι εργαζόμενοι ενδέχεται να εκτεθούν σε θόρυβο που υπερβαίνει τις ανώτερες τιμές έκθεσης για ανάληψη δράσης, πρέπει να έχουν κατάλληλη σήμανση. Επίσης, οι χώροι όπου βρίσκονται οι παραπάνω θέσεις εργασίας οριοθετούνται και η πρόσβαση σε αυτούς περιορίζεται, όπου αυτό είναι τεχνικά εφικτό και δικαιολογείται από τον κίνδυνο έκθεσης (άρθρο 5).

γ. Σε καμία περίπτωση η έκθεση του εργαζόμενου δεν επιτρέπεται να υπερβεί τις οριακές τιμές έκθεσης (άρθρο7), (συνυπολογίζοντας την ηχοεξασθένηση που επιτυγχάνεται από τα μέσα ατομικής προστασίας).

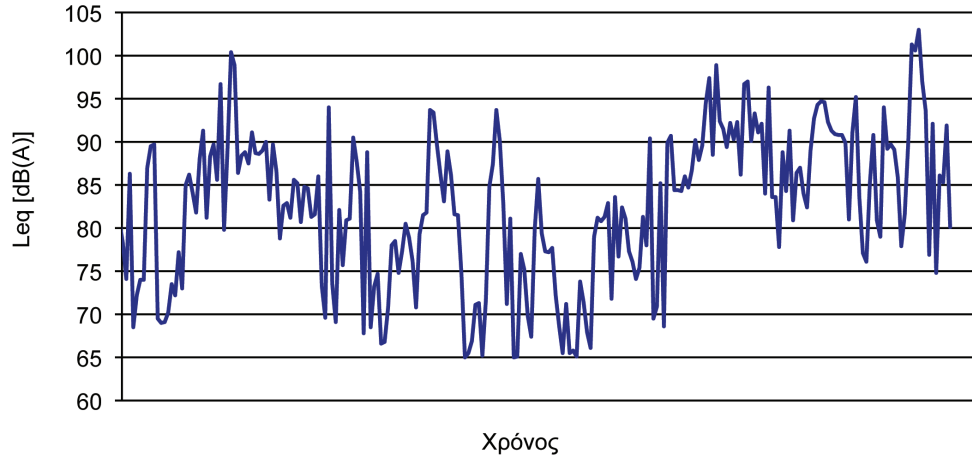
Από το σύνολο των αποτελεσμάτων που πραγματοποιήθηκαν στους χώρους παραγωγής (φορητές μετρήσεις-ατομική έκθεση του εργαζομένου στο θόρυβο), σε καμία περίπτωση η μετρηθείσα ποσότητα θορύβου (Leq) δεν βρέθηκε κάτω από τα 80 dB(A). Πιο συγκεκριμένα, όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα, το 20% των μετρήσεων αντιστοιχούν σε τιμές μεταξύ 80 – 85 dB(A), το 20% αντιστοιχεί σε τιμές μεταξύ 85 – 87 dB(A), ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό (60%) των μετρήσεων αντιστοιχεί σε τιμές που ξεπερνούν την οριακή τιμή των 87 dB(A). Η μεγαλύτερη τιμή που μετρήθηκε αντιστοιχούσε σε Leq 90,8 dB(A).

Διάγραμμα 6.1: Συσχέτιση των οριακών τιμών έκθεσης στη συνολική αποτίμηση των ατομικών προσδιορισμών του θορύβου στους χώρους παραγωγής

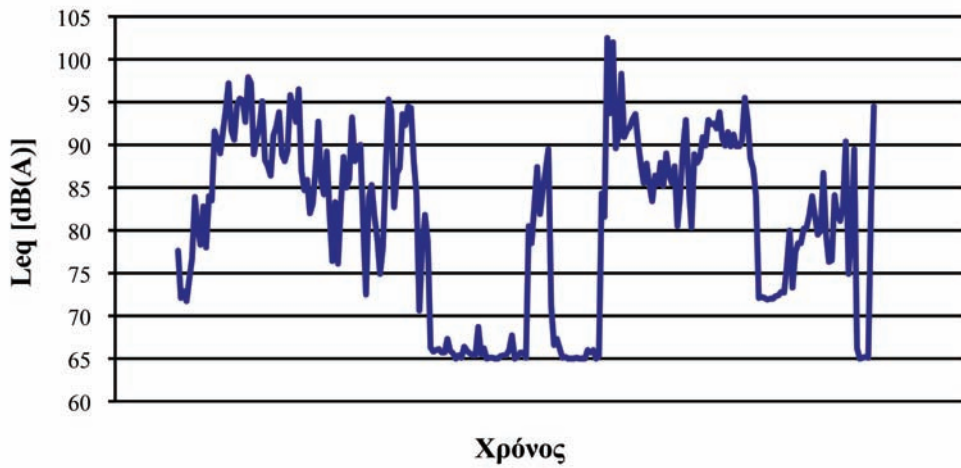


Σε αρκετές περιπτώσεις στις ατομικές μετρήσεις παρατηρήθηκε ότι η ένταση του θορύβου δεν είναι ομοιόμορφη αλλά παρουσιάζει σημαντικές μεταβολές στο χρονικό διάστημα που πραγματοποιείται η μέτρηση. Η σημαντική αυτή διακύμανση της έντασης του θορύβου, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη, δεδομένου ότι μια έκθεση μικρής διάρκειας σε υψηλά επίπεδα θορύβου μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία και ασφάλεια του εργαζόμενου, ακόμη και στην περίπτωση που ο μέσος όρος για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα μέτρησης δεν ξεπερνά τις προτεινόμενες οριακές τιμές. Στα παρακάτω διαγράμματα, παρουσιάζεται ενδεικτικά η συμπεριφορά της ισοδύναμης ηχοστάθμης - A (Leq) για κάποιο χρονικό διάστημα (αντιστοιχούν σε μετρήσεις σε διαφορετικούς χώρους εργασίας), όπου παρατηρείται αυτή η σημαντική μεταβολή της έντασης του θορύβου στο χρόνο.

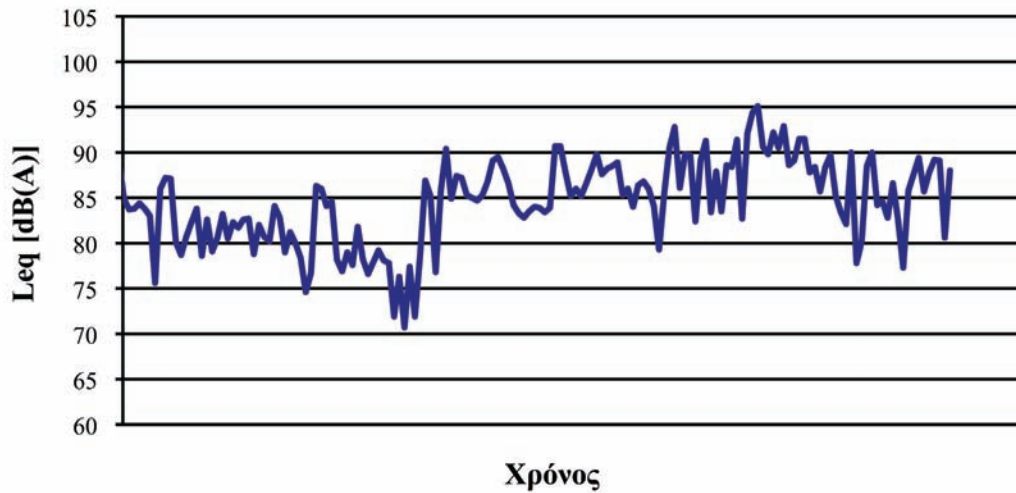
Διάγραμμα 6.2



Διάγραμμα 6.3



Διάγραμμα 6.4



Οι στατικές μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στις αίθουσες ελέγχου θα αξιολογηθούν σύμφωνα με την κατάταξή τους σε παραγωγικές διαδικασίες που συντελούνται σε χώρους γραφείων **με σημαντική νοητική καταπόνηση**.

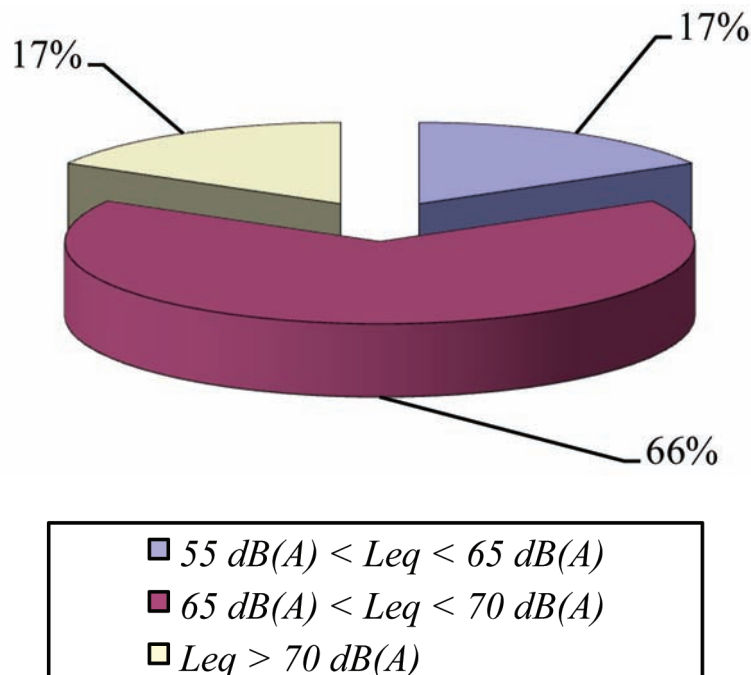
Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχει πληθώρα αναφορών για τα θεμιτά επίπεδα θορύβου σε «εργασίες τύπου γραφείου ή εν γένει εργασίες που απαιτούν νοητική προσπάθεια», έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ότι δεν περισπάται η προσοχή και δεν δυσχεραίνεται η νοητική εργασία και επικοινωνία.

Αυτές οι “κατευθυντήριες οδηγίες” ορίζουν ως ανεκτά τα επίπεδα θορύβου που **δεν ξεπερνούν τα 55 dB(A) για 8ωρη εργασία** που απαιτεί νοητική προσπάθεια².

Όσον αφορά στις στατικές μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν εντός των αιθουσών ελέγχου των διυλιστηρίων, **σε όλες τις περιπτώσεις η ισοδύναμη ηχοστάθμη A ξεπέρασε την τιμή των 55 dB(A)**.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η κατανομή της έντασης του θορύβου για το σύνολο των σταθερών μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν.

Διάγραμμα 6.5: Προσδιορισμός της έντασης του θορύβου στις αίθουσες ελέγχου.



2. ISO Recommendation R1996, Estimation du bruit par rapport aux réactions des collectivités, 1971.

6.2.3 Εκτίμηση του θερμικού περιβάλλοντος

6.2.3.1 Γενικά

Οι μικροκλιματολογικές συνθήκες εργασίας (μικροκλίμα), είναι σε πολλούς εργασιακούς χώρους και σε διάφορες παραγωγικές διαδικασίες, τέτοιες ώστε να μην μπορούν να χαρακτηρίζονται πάντοτε σαν θερμικά ουδέτερες, ώστε να αποτελούν στοιχείο ενός θερμικά ανεκτού εργασιακού περιβάλλοντος.

Ο όρος «θερμική άνεση» εκφράζει μια κατάσταση κατά την οποία ο εργαζόμενος αισθάνεται ικανοποιημένος από τις θερμικές συνθήκες του εργασιακού περιβάλλοντος (θερμοκρασία του αέρα, ταχύτητα του αέρα, σχετική υγρασία, ακτινοβολούμενη θερμότητα) σε συνάρτηση με το είδος της εργασίας που ασκεί και το ρουχισμό του.

Μια ενδεικτική εκτίμηση του θερμικού περιβάλλοντος εργασίας (μικροκλίμα) σε μέτρια επιβαρυμένα θερμικά περιβάλλοντα, όπως οι εργασιακοί χώροι των γραφείων, βασίζεται στην αξιολόγηση των δεικτών της προβλεπόμενης μέσης ψήφου (PMV) και της εκατοστιαίας αναλογίας των ατόμων που παρουσιάζονται δυσαρεστημένοι από το θερμικό περιβάλλον εργασίας τους (PPD).

Η **προβλεπόμενη μέση τιμή ψηφοφορίας** που παριστάνεται με τα αρχικά PMV (Predicted Mean Vote), αποτελεί τη μέση τιμή εκτίμησης της θερμικής άνεσης από τα άτομα που εργάζονται με τις ίδιες συνθήκες εργασίας σ' ένα συγκεκριμένο χώρο ασκώντας την ίδια εργασία.

Η **εκατοστιαία αναλογία των ατόμων που διαπιστώνεται ότι δεν είναι ικανοποιημένοι από τις μικροκλιματικές συνθήκες εργασίας** εκφράζεται από τα αρχικά PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied).

6.2.3.2 Μεθοδολογία μετρήσεων

Εκτιμήθηκε το θερμικό περιβάλλον εντός των αιθουσών ελέγχου (control rooms) των διυλιστηρίων με μικροκλιματικό σταθμό ο οποίος πληρούσε τις προδιαγραφές ISO/DIS 7726, ISO/DIS 7730 και ISO/DIS 7243.

Ο μικροκλιματικός σταθμός ήταν εφοδιασμένος με τους εξής αισθητήρες:

- σφαιρικό θερμόμετρο (για την εκτίμηση της θερμοκρασίας του σφαιρικού θερμομέτρου t_g)
- ψυχρόμετρο (για την εκτίμηση της θερμοκρασίας του αέρα t_a , και της θερμοκρασίας του υγρού θερμομέτρου t_w)
- ανεμόμετρο (για εκτίμηση της ταχύτητας του αέρα V_a)
- φυσικό υγρό θερμόμετρο (t_{nw}).

Εκτιμήθηκαν οι εξής παράμετροι:

- σχετική υγρασία (Rh σε %)
- ταχύτητα του αέρα (V_a σε m/s)

- θερμοκρασία του σφαιρικού θερμομέτρου (tg)
- θερμοκρασία του αέρα (ta)
- θερμοκρασία του φυσικού υγρού θερμομέτρου (twn)
- δείκτης θερμικής άνεσης PMV (Predicted Mean Vote)
- δείκτης ποσοστού δυσαρέσκειας PPD (Probable Percentage of Dissatisfied).

Για την επεξεργασία των δεικτών PPD και PMV χρησιμοποιήθηκαν οι αντίστοιχες παράμετροι για το ρουχισμό σε clo και για το είδος/ μορφή εργασίας σε W.

Ο δείκτης clo (*clothing unit*) αντιπροσωπεύει τη θερμική αντίσταση του ρουχισμού, επηρεάζοντας άμεσα τη φυσιολογία του ανθρώπινου σώματος. Η ικανότητα ενός ρούχου να μονώσει τον ανθρώπινο οργανισμό από τις εξωτερικές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας, αποτελεί βασικό παράγοντα που επηρεάζει την εσωτερική θερμοκρασία και την επίδραση του κάθε οργανισμού. Η μονάδα θερμικής αντίστασης clo ισοδυναμεί με $0,155 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W} = 0,180 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/Kcal}$.

Τα είδη του ρουχισμού, οι ιδιότητες του ρουχισμού και της θερμικής αντίστασης που παρουσιάζουν, έχουν μελετηθεί με εργαστηριακές τεχνικές, με μηδενική ταχύτητα αέρα και χρησιμοποιώντας «στεγνά» υφάσματα. Στα διεθνή πρότυπα (ISO 7933:2004 & ISO 7730:2005) σημειώνονται οι βασικές τιμές θερμικής αντίστασης για επιλεγμένους τύπους ρουχισμού, όπως αυτές παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 6.4

Τύπος Ρουχισμού	Μονάδες Θερμικής Αντίστασης (Clo)
Εσώρουχο, πουκάμισο με κοντά μανίκια, εφαρμοστά παντελόνια, λεπτές κάλτσες, παπούτσια	0,5
Εσώρουχο, πουκάμισο, εφαρμοστό παντελόνι, παπούτσια	0,6
Εσώρουχο, ολόσωμη εργατική φόρμα, κάλτσες, παπούτσια	0,7
Εσώρουχο, πουκάμισο, ολόσωμη εργατική φόρμα, κάλτσες, παπούτσια	0,8
Εσώρουχο, πουκάμισο, παντελόνι, ποδιά εργασίας, κάλτσες, παπούτσια	0,9
Εσώρουχο, φανέλα, πουκάμισο, εργατική ολόσωμη φόρμα με τιράντες, λεπτές κάλτσες, παπούτσια	1,0
Εσώρουχο, φανέλα, πουκάμισο, παντελόνι, σακάκι, γιλέκο, κάλτσες, παπούτσια	1,1

Στην άσκηση κάθε δραστηριότητας ή μορφής έργου, συμπεριλαμβανομένης και της εργασιακής, ο ανθρώπινος οργανισμός καταναλώνει (δαπανά) ενέργεια. Στη φυσιολογία, η ενεργειακή δαπάνη ισοδυναμεί με την ενέργεια της μεταβολικής δραστηριότητας. Κάθε μορφή εργασίας εκφράζεται ποσοτικά ανάλογα με την ενεργειακή δαπάνη που απαιτείται για την εκτέλεσή της. Αυτό το ποσό της μεταβολικής ενέργειας ταυτίζεται με την κατανάλωση οξυγόνου ενός ενήλικα και είναι ανάλογη του παραγόμενου μνϊκού έργου. Κατά τη διάρκεια εκτέλεσης μιας εργασίας, το 20% της μεταβολικής ενέργειας που καταναλώνεται μετατρέπεται σε μηχανικό έργο, ενώ το υπόλοιπο 80% αποδίδεται στο ανθρώπινο σώμα ως θερμότητα.

Η ταξινόμηση, λοιπόν, των μορφών εργασίας (ελαφριά, μέτρια, βαριά) καθορίζεται από το είδος της δραστηριότητας που εκτελείται που αντιστοιχεί στη μεταβολική ενέργεια που δαπανάται, οπότε και του παραγόμενου μνϊκού έργου για τη συγκεκριμένη εργασία.

Πίνακας 6.5

Είδος/Μορφή εργασίας	Μεταβολική δραστηριότητα (ενεργειακή δαπάνη) Kcal/m ² /h W/m ² Met			Παραδείγματα φύσης εργασιών
Καμία άσκηση εργασίας	50	58	1,0	Καθήμενος σε στάση ανάπαυσης
Πολύ ελαφριά εργασία, καθημερινή εργασία	60	70	1,2	Ελαφριά χειροκίνητη εργασία (δακτυλογράφηση, πληκτρολόγηση, σχεδίαση, ταξινόμηση ή συναρμολόγηση μικρών τεμαχίων).
Όρθια ελαφριά εργασία	80	93	1,6	Χειροκίνητη εργασία (οδήγηση οχήματος, επισκευές με χαμηλής ισχύος εργαλεία).
Όρθια μέτρια εργασία	100	116	2,0	Χειροκίνητη εργασία (καθάρισμα χώρων, εργασίες σε μηχανήματα).
Μέτρια προς βαριά εργασία	150,3	175	3,0	Χειρισμός σφυριού, δρεπανιού, συναρμολόγηση οχήματος, ελκυσμός καρότρου οχήματος.
Βαριά εργασία	171,8	200	3,4	Μεταφορά βαριών υλικών-εξαρτημάτων, χειρισμός χωματουργικού μηχανήματος, βαριάς σφύρας, κόψιμο δέντρων, σκάψιμο, μεταφορά υπερφορτωμένων καρότρουχων διατάξεων, τοποθέτηση τσιμεντοπλακών.
Πολύ βαριά εργασία	>197,6	>230	4,0	Ιδιαίτερα έντονη άσκηση στη γρηγορότερη ταχύτητα.

6.2.3.3 Αποτελέσματα

Η εκτίμηση του θερμικού περιβάλλοντος θα προκύψει από τη συσχέτιση των αποτελεσμάτων με το Π.Δ. 398/1994, το οποίο αναφέρεται στις «*Ελάχιστες προδιαγραφές ασφαλείας και υγείας με οθόνες οπτικής απεικόνισης σε συμμόρφωση με την οδηγία του συμβουλίου 90/270/ΕΟΚ*».

Τα βασικά σημεία στην εφαρμογή της νομοθεσίας αποτελούν οι συνιστώμενες τιμές των παραμέτρων της θερμοκρασίας του σφαιρικού θερμομέτρου, της ταχύτητας του αέρα και της σχετικής υγρασίας, όπως αυτές απεικονίζονται στον πίνακα και αναφέρονται στα άρθρα 3 & 5 του παραρτήματος Π.

Πίνακας 6.6

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΦΑΙΡΙΚΟΥ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟΥ (T _g °C)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΕΡΑ (V _a m/s)	ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)
20-26	<0,1 για τη θερμοκρασία των 20 °C <0,3 για τη θερμοκρασία των 26 °C	50-70

Στο ίδιο Π.Δ. επισημαίνονται τα ακόλουθα.

1. Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες συνιστώνται κατά τις ψυχρές ημέρες και οι υψηλότερες κατά τις θερμές.
2. Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες μπορεί να συνδυάζονται με τις υψηλότερες τιμές σχετικής υγρασίας. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες είναι καλό να συνδυάζονται με τις χαμηλότερες τιμές της σχετικής υγρασίας. **Βασικό κριτήριο για το συνδυασμό θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας πρέπει να είναι η αίσθηση της πλειοψηφίας των εργαζομένων.**

Εξετάζοντας τα πειραματικά δεδομένα και συγκρίνοντάς τα με τις τιμές των παραμέτρων του μικροκλίματος του παραπάνω πίνακα διαπιστώνονται τα εξής:

- οι τιμές θερμοκρασίας του σφαιρικού θερμομέτρου (t_g) ήταν στα πλαίσια των συνιστώμενων τιμών
- η ταχύτητα του αέρα ήταν στα πλαίσια των συνιστώμενων τιμών για τις θερμοκρασίες των 20 °C και 26 °C
- **Στον έλεγχο της σχετικής υγρασίας (rh) στους εργασιακούς χώρους που ελέγχθηκαν, καταγράφηκαν σε ορισμένες αίθουσες ελέγχου τιμές σχετικής υγρασίας κατώτερες του 50%.**

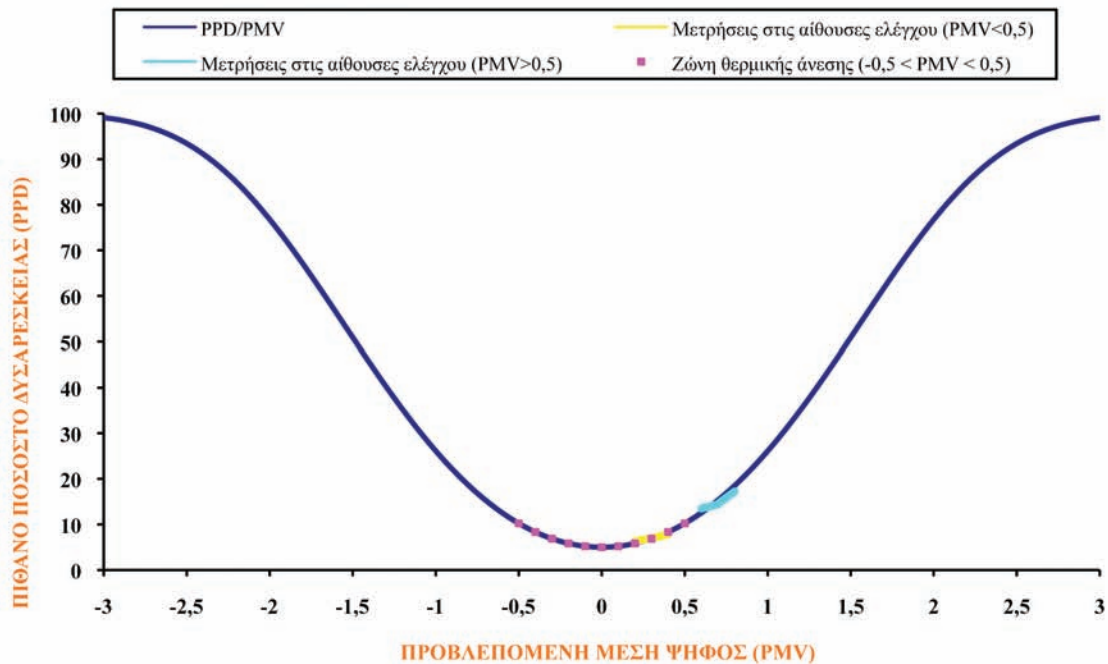
Σε μέτρια επιβαρυσμένα θερμικά περιβάλλοντα, όπως οι εργασιακοί χώροι των αιθουσών ελέγχου, αναλύονται οι δείκτες της προβλεπόμενης μέσης ψήφου (PMV) και της εκατοστιαί-

ας αναλογίας των ατόμων που παρουσιάζονται δυσαρεστημένοι από το θερμικό περιβάλλον στο χώρο εργασίας τους (PPD).

Για τον υπολογισμό των παραμέτρων PPD και PMV σε όλους τους εργασιακούς χώρους όπου πραγματοποιήθηκε ο προσδιορισμός του θερμικού περιβάλλοντος, επιλέχτηκαν σε συνθήκες εργασίας, η θερμική αντίσταση του ρουχισμού των εργαζομένων (φόρμες εργασίας) 1 Clo και 1,2 met ο δείκτης μεταβολικής ενέργειας δραστηριότητας (ενεργειακή δαπάνη).

Το διεθνές πρότυπο ISO 7730 προτείνει οι οριακές τιμές του PMV να κυμαίνονται μεταξύ +0,5 έως -0,5, χαρακτηρίζοντας τη συγκεκριμένη ζώνη θερμικού περιβάλλοντος ως ζώνη θερμικής άνεσης δίνοντας ένα ποσοστό δυσαρέσκειας PPD 10%. Η μηδενική τιμή του δείκτη PVM αποτελεί την ιδεατή συνθήκη θερμικής κατάστασης και αυτή συμβαδίζει μ' ένα ποσοστό 5% των εργαζομένων που είναι δυσαρεστημένοι.

Διάγραμμα 6.6



Τιμές που ανήκουν στο διάστημα $[\pm 0,6 - \pm 3,0]$ και βρίσκονται εκτός των ορίων της ζώνης θερμικής άνεσης απεικονίζουν τη ζώνη της θερμικής δυσαρέσκειας από τους εργαζομένους.

Οι αρνητικές τιμές οριοθετούν τη θερμική δυσαρέσκεια ως προς το κρύο περιβάλλον, ενώ οι θετικές, ως προς το ζεστό περιβάλλον.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των τιμών των μικροκλιματικών δεικτών PMV και PPD για τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στις αίθουσες ελέγχου των διυλιστηρίων **με τις τιμές των PMV και PPD που συνιστά το ISO 7730, παρατηρείται μια απόκλιση από τη θεωρητικά αναμενόμενη κατάσταση για τη ζώνη της θερμικής ευφορίας (+0,5 έως -0,5) για το 40% του συνόλου των προσδιορισμών.**

Ειδικότερα, αυτοί οι εργασιακοί χώροι εντάσσονται στη ζώνη της θερμικής δυσφορίας, εμφανίζοντας ποσοστό θερμικής δυσαρέσκειας των εργαζομένων από 13,5% έως 17,2% ως προς την επικράτηση ενός ζεστού περιβάλλοντος στο χώρο εργασίας τους. Σκόπιμο είναι, η εσωτερική θερμοκρασία των συγκεκριμένων χώρων εργασίας να ρυθμιστεί σε χαμηλότερα επίπεδα.

Σε αυτό το πλαίσιο, στο χαρακτηρισμό του θερμικού περιβάλλοντος ως ανεκτού (ζώνη θερμικής ευφορίας) ή μη ανεκτού (θερμικό στρες προς το ζεστό ή το κρύο περιβάλλον) σημαντικό ρόλο παίζει ένας συνδυασμός παραμέτρων, όπως η θερμική αντίσταση του ρουχισμού, η θερμοκρασία ξηρού και σφαιρικού θερμομέτρου, η ταχύτητα του αέρα και η σχετική υγρασία.

6.2.4 Προσδιορισμός των χημικών παραγόντων

6.2.4.1 Προσδιορισμός διοξειδίου και μονοξειδίου του άνθρακα (CO_2 και CO)

Πραγματοποιήθηκαν προσδιορισμοί μονοξειδίου και διοξειδίου του άνθρακα εντός των αιθουσών ελέγχου με όργανα απευθείας μέτρησης.

Για τους προσδιορισμούς του διοξειδίου του άνθρακα και του μονοξειδίου του άνθρακα χρησιμοποιήθηκαν οι ανιχνευτές “Testo 535” με τυπική απόκλιση του συστήματος ± 50 ppm και “GMI Personal Surveyor” με τυπική απόκλιση ± 5 ppm αντίστοιχα.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν με τις οριακές τιμές που παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί και αναφέρονται στο Π.Δ. 90/1999, διαπιστώθηκε ότι οι ευρεθείσες συγκεντρώσεις των υπό εξέταση εσωτερικών ρύπων, **δεν ξεπερνούν τις οριακές τιμές έκθεσης.**

Πίνακας 6.7

ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΕΚΘΕΣΗΣ (Π.Δ. 90/99)	
CO_2 (ppm)	CO (ppm)
5000	50

Στην ελληνική νομοθεσία, (*πίνακας 6.8* που ακολουθεί), οι ανάγκες σε παροχή αέρα διαφοροποιούνται αναλόγως της παραγωγικής διαδικασίας που εκτελείται στο χώρο της μέτρησης και στον αριθμό των εργαζομένων.

Πίνακας 6.8: Ανάγκες σε παροχή νωπού αέρα, ανά εργαζόμενο και ώρα, συναρτήσει του είδους της εργασίας.

Είδος εργασίας	Αέρας σε m ³ /ώρα/ εργαζόμενο
Ως επί το πλείστον καθιστική	20-40
Ως επί το πλείστον ελαφριά σωματική	40-60
Ως επί το πλείστον βαριά σωματική	≥65

Πηγή: Π.Δ. 16/1996 “Ελάχιστες προδιαγραφές ασφάλειας και υγείας στους χώρους εργασίας σε συμμόρφωση με την οδηγία 89/654 ΕΟΚ” – (Φ.Ε.Κ. 10/Α/18-01-1996)

Το Π.Δ.16/1996 αναφέρει μια σειρά προληπτικών και διορθωτικών μέτρων που πρέπει να λαμβάνονται για τη διασφάλιση της ποιότητας του αέρα, σύμφωνα με τις αρχές της υγιεινής, μεταξύ των οποίων είναι και τα παρακάτω.

1. Σε περίπτωση που η ανανέωση του αέρα επιτυγχάνεται με τεχνητά μέσα ή συστήματα (αερισμός, κλιματισμός), τότε αυτά πρέπει να λειτουργούν συνεχώς, να διατηρούνται σε καλή κατάσταση λειτουργίας και κάθε βλάβη του συστήματος να επισημαίνεται κατάλληλα από αυτόματη διάταξη ενσωματωμένη στο σύστημα ή το μέσο.
2. Εάν χρησιμοποιούνται εγκαταστάσεις κλιματισμού ή μηχανικού αερισμού, πρέπει να λειτουργούν κατά τρόπο ώστε να αποφεύγεται η έκθεση των εργαζομένων σε ενοχλητικά ρεύματα.
3. Αποθέσεις και ρύποι στις εγκαταστάσεις κλιματισμού ή μηχανικού αερισμού που ενδέχεται να επιφέρουν κίνδυνο για την υγεία των εργαζομένων, λόγω μόλυνσης του εισπνεόμενου αέρα, πρέπει να περιορίζονται άμεσα.

6.2.4.2 Ποσοτικός προσδιορισμός των πτητικών υδρογονανθράκων στον αέρα

6.2.4.2.1 Μεθοδολογία μετρήσεων

Πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες των πτητικών υδρογονανθράκων σε διάφορες θέσεις εργασίας (μονάδες παραγωγής, προβλήτες και σταθμοί φορτοεκφόρτωσης καυσίμων, χημικά εργαστήρια, βιολογικοί καθαρισμοί, αντλιοστάσια).

Χρησιμοποιήθηκαν αντλίες αέρα του οίκου MSA, μοντέλο Escort Elf και του οίκου Casella, μοντέλο Vortex Low Flow. Η θήκη του φίλτρου τοποθετήθηκε είτε στους εργαζομένους στη ζώνη της αναπνοής (*φορητή δειγματοληψία*), είτε σε σημείο του χώρου εργασίας (*σταθερή δειγματοληψία*) σε ύψος περίπου 1,6 μ. από το έδαφος.

Κάθε φίλτρο εκχειλίστηκε με 1mL διθειάνθρακα (CS_2), όπως περιγράφεται στις μεθόδους 1500 και 1501 της NIOSH. Στη συνέχεια, τα δείγματα εξετάστηκαν με **αέρια χρωματογραφία – φασματομετρία μάζας (GC/MS)**, για την ανίχνευση αλειφατικών και αρωματικών υδρογονανθράκων.

Οι ενώσεις που επιλέχθηκαν για ποσοτικό προσδιορισμό αναφέρονται στον πίνακα 6.9 που ακολουθεί. Η επιλογή πραγματοποιήθηκε μετά από την ποιοτική (ημι-ποσοτική) εξέταση δειγμάτων λαμβάνοντας υπόψη και την επικινδυνότητα των ενώσεων.

6.2.4.2.2 Αποτελέσματα

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στη χώρα μας ισχύει μια σειρά νομοθετημάτων που καθιερώνουν **Οριακές Τιμές Έκθεσης** σε χημικούς παράγοντες. Αν και οι οριακές τιμές των ελληνικών νομοθετημάτων προσεγγίζουν ή και ταυτίζονται με τις περισσότερες από τις αντίστοιχες της Αμερικανικής Εταιρείας Κυβερνητικών Υγιεινολόγων Βιομηχανίας (ACGIH), η λογική της εφαρμογής των ορίων στην πράξη και μάλιστα στην περίπτωση πολύπλοκων μίγμάτων, όπως αυτή που αντιμετωπίζει η σχετική μελέτη, απουσιάζει. Για τους ανωτέρω λόγους στη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση όχι μόνο οι οριακές τιμές για κάθε ουσία, αλλά και η μαθηματική έκφραση σε περίπτωση έκθεσης σε **μίγμα χημικών ουσιών**. Πιο συγκεκριμένα, σε εργασιακούς χώρους όπου απαντώνται περισσότερες από μια ενώσεις στον αέρα, η δράση των ενώσεων αυτών στον ανθρώπινο οργανισμό είναι δυνατόν να λειτουργήσει συνεργικά. Για παράδειγμα, σε ορισμένες περιπτώσεις έχει αναδειχθεί από μελέτες ότι τα συστατικά ενός μίγματος που έχουν παρόμοιες τοξικολογικές επιπτώσεις δρουν προσθετικά. Στην πρακτική της βιομηχανικής υγιεινής θεωρείται συνήθως συνεργικό το αποτέλεσμα του συνόλου των διαλυτών που χρησιμοποιούνται σε μια εργασία.

Η ACGIH προτείνει τη χρήση της ακόλουθης έκφρασης για την Οριακή Τιμή Έκθεσης σε μίγματα που προκαλούν προσθετικές συνέπειες:

$$TLV_{mixture} = C_1/V_1 + C_2/V_2 + \dots + C_n/V_n \quad (1)$$

όπου:

- **TLV** η οριακή τιμή έκθεσης για το μίγμα των ενώσεων 1,2,...,n και η οποία **εξ ορισμού ισούται με τη μονάδα**
- **C_1, C_2, \dots, C_n** οι πειραματικά μετρούμενες συγκεντρώσεις των ενώσεων 1,2,...,n στον αέρα (σε ppm ή mg/m^3)
- **V_1, V_2, \dots, V_n** οι οριακές τιμές έκθεσης (TLVs) για τις ενώσεις 1,2,...,n αντίστοιχα (σε ppm ή mg/m^3)

Σε περίπτωση όπου το **TLV_{mixture} σύμφωνα με την έκφραση (1) υπερβαίνει τη μονάδα**, θεωρείται ότι **έχουμε υπέρβαση της οριακής τιμής έκθεσης για το δεδομένο μίγμα ενώσεων**.

Η έκφραση αυτή (1) απετέλεσε στην παρούσα μελέτη ένα από τα **κριτήρια** για την εκτίμηση του επαγγελματικού κινδύνου για τις συγκεκριμένες πτητικές οργανικές ενώσεις.

Στον πίνακα που ακολουθεί αναφέρονται οι οριακές τιμές έκθεσης που ισχύουν στην Ελλάδα καθώς και οι προτεινόμενες οριακές τιμές σύμφωνα με την Αμερικανική Εταιρεία Κυβερνητικών Υγιεινολόγων Βιομηχανίας (ACGIH) για τις ουσίες που προσδιορίστηκαν στο εργαστήριο τοξικολογίας και βιοχημείας του ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.

Πίνακας 6.9: Ουσίες που προσδιορίστηκαν ποσοτικά και σχετικές οριακές τιμές.

ΕΝΩΣΗ	Οριακή Τιμή ³ (mg/m ³) {ελληνική νομοθεσία}		Οριακή Τιμή ³ (mg/m ³) ACGIH 2007
Κυκλοεξάνιο	700	Π.Δ. 162/2007 (ΦΕΚ 202/Α'/23.8.2007)	344
n- Εξάνιο	72	Π.Δ. 162/2007 (ΦΕΚ 202/Α'/23.8.2007)	176
n -Επτάνιο	2000	ΠΔ 90/1999 (ΦΕΚ 94/Α/13-5-1999)	1640
n-Οκτάνιο	2350	ΠΔ 90/1999 (ΦΕΚ 94/Α/13-5-1999)	1401
n-Εννεάνιο	–	–	1050
n-Δεκάνιο	–	–	1050
n-Ενδεκάνιο	–	–	1050
Βενζόλιο	3,19	Π.Δ. 43/2003 (ΦΕΚ 44/Α/21.2.2003)	1,6
Τολουόλιο	192	Π.Δ. 162/2007 (ΦΕΚ 202/Α/23.8.2007)	75
Αιθυλοβενζόλιο	435	ΠΔ 90/1999 (ΦΕΚ 94/Α/13-5-1999)	434
Ξυλόλες ¹ (-o-m-p)	435	ΠΔ 90/1999 (ΦΕΚ 94/Α/13-5-1999)	434
1,2,3-Τριμεθυλοβενζόλιο ²	125	ΠΔ 90/1999 (ΦΕΚ 94/Α/13-5-1999)	123
1,2,4-Τριμεθυλοβενζόλιο ²	125	ΠΔ 90/1999 (ΦΕΚ 94/Α/13-5-1999)	123
1,3,5-Τριμεθυλοβενζόλιο ²	–	–	123

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

1. Η οριακή τιμή αναφέρεται στο σύνολο των ξυλολίων.
2. Η Οριακή τιμή αναφέρεται σε μίγμα ισομερών του τριμεθυλο-βενζολίου.
3. Οι οριακές τιμές που αναφέρονται είναι Χρονικά Σταθμισμένες Μέσες Τιμές για δωρη εργασία.

6.2.4.2.3 Αποτελέσματα

Από τα αποτελέσματα των ποσοτικών προσδιορισμών προκύπτει ότι **σε ορισμένες περιπτώσεις και κυρίως σε εκείνες όπου έχουμε ανοιχτά συστήματα (βιολογικοί καθαρισμοί), οι ευρεθείσες συγκεντρώσεις βενζολίου στον αέρα υπερβαίνουν την οριακή τιμή έκθεσης**. Αυτό αντανακλάται και σε μεγάλη τιμή του δείκτη έκθεση μίγματος ο οποίος ξεπερνά κατά πολύ τη μονάδα.

Γενικότερα, **σε ορισμένες μετρήσεις παρατηρήθηκε υπέρβαση του 40% του δείκτη έκθεσης μίγματος**. Πρέπει να επισημάνουμε ότι διαχρονικά παρατηρείται μια πτωτική τάση στις οριακές τιμές έκθεσης των χημικών παραγόντων. Ως εκ τούτου, στη διεθνή βιβλιογραφία και πρακτική³, το 50% των εκάστοτε θεσπισμένων οριακών τιμών έκθεσης θεωρείται ως σημείο «εγρήγορσης» για τη λήψη μέτρων πρόληψης και μείωσης της έκθεσης των εργαζομένων.

Λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες πραγματοποίησης των μετρήσεων, θα πρέπει να παρατηρήσουμε τα ακόλουθα:

- Για τεχνικούς λόγους, οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στις μονάδες παραγωγής δεν περιλαμβάνουν τις πρωινές ώρες (αρχή βάρδιας) όπου πραγματοποιείται και ο μεγαλύτερος αριθμός δειγματοληψιών προϊόντων από τους χειριστές (μεγαλύτερη πιθανότητα έκθεσης σε πτητικούς υδρογονάνθρακες).
- Αντίστοιχα, οι μετρήσεις στο σταθμό φόρτωσης βυτιοφόρων δεν περιλάμβαναν στην πλειοψηφία των περιπτώσεων φάσεις με αυξημένη κίνηση βυτιοφόρων.
- Οι περισσότερες μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην πλειοψηφία των περιπτώσεων δεν περιλαμβάνουν εργασίες με ανοιχτά συστήματα όπου η πιθανότητα έκθεσης των εργαζομένων σε πτητικούς υδρογονάνθρακες είναι μεγαλύτερη (π.χ. προετοιμασία συντήρησης, έκτακτες περιπτώσεις διαφυγών κλπ).

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα αναδεικνύουν την έκθεση των εργαζομένων σε πτητικούς υδρογονάνθρακες, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις ανοιχτών συστημάτων, ωστόσο, για μια πιο ολοκληρωμένη εκτίμηση απαιτείται η συνέχιση και εμβάθυνση της συγκεκριμένης μελέτης.

6.2.4.3 Βιολογική παρακολούθηση εργαζομένων που εκτίθενται σε αρωματικούς υδρογονάνθρακες

6.2.4.3.1 Εισαγωγή

Για την εκτίμηση της έκθεσης των εργαζομένων σε πτητικούς υδρογονάνθρακες (βενζόλιο, τολουόλιο, ξυλόλια) πραγματοποιήθηκε προσδιορισμός των μεταβολιτών τους στα ούρα εργαζομένων. Επισημαίνεται ότι η ανίχνευση ορισμένων μεταβολιτών στα ούρα αναδεικνύει ότι ο εργαζόμενος έχει εκτεθεί σε συγκεκριμένη χημική ουσία. Για την εκτίμηση της έκθεσης αυτής αναφέρονται στη σχετική βιβλιογραφία οι **Δείκτες Βιολογικής Έκθεσης**.

Στα πλαίσια της έρευνας πεδίου, ελήφθησαν ούρα από δείγμα εργαζομένων (στην αρχή και στο τέλος της εβδομαδιαίας βάρδιας) και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ανάλυση του **t,t-μουκονικού οξέος (μεταβολίτης του βενζολίου)** και των **ολικών ιππουρικών οξέων (μεταβο-**

3. Π.χ. Occupational exposure sampling strategy manual, NIOSH, 1977.

λίτες τολουόλιου και ισομερών ξυλολίων). Η ανάλυση του t,t-μουκονικού οξέος πραγματοποιήθηκε με υγρή χρωματογραφία υψηλής πίεσης (HPLC) και το σύνολο των ιππουρικών οξέων με φασματοσκοπία ορατού υπεριώδους (UV/VIS). Οι συγκεντρώσεις του t,t-μουκονικού οξέος και των ολικών ιππουρικών οξέων εκφράστηκαν σε gr/gr κρεατινίνης σύμφωνα με τον τύπο των Elkins et al. Ως εκ τούτου, προσδιορίστηκε η κρεατινίνη στα ούρα των εργαζομένων (με UV/VIS), λαμβάνοντας υπόψη τις τιμές από 0,5 – 3 gr/l.

Σύμφωνα με τους Αμερικανούς Υγιεινολόγους (ACGIH), ο βιολογικός δείκτης έκθεσης (BEI) για το βενζόλιο είναι 500 µg t,t – μουκονικού οξέος/gr κρεατινίνης. Για το τολουόλιο είναι 1,6g ιππουρικού οξέος /gr κρεατινίνης και για τα ξυλόλια το 1,5g μεθυλ- ιππουρικών οξέων /gr κρεατινίνης στα ούρα. Στη συγκεκριμένη μελέτη επιλέχθηκε το όριο 1,5g (μεθυλ)ιππουρικού οξέος ανά g κρεατινίνης στα ούρα για συνολική έκθεση σε τολουόλιο και ξυλόλια.

6.2.4.3.2 Αποτελέσματα

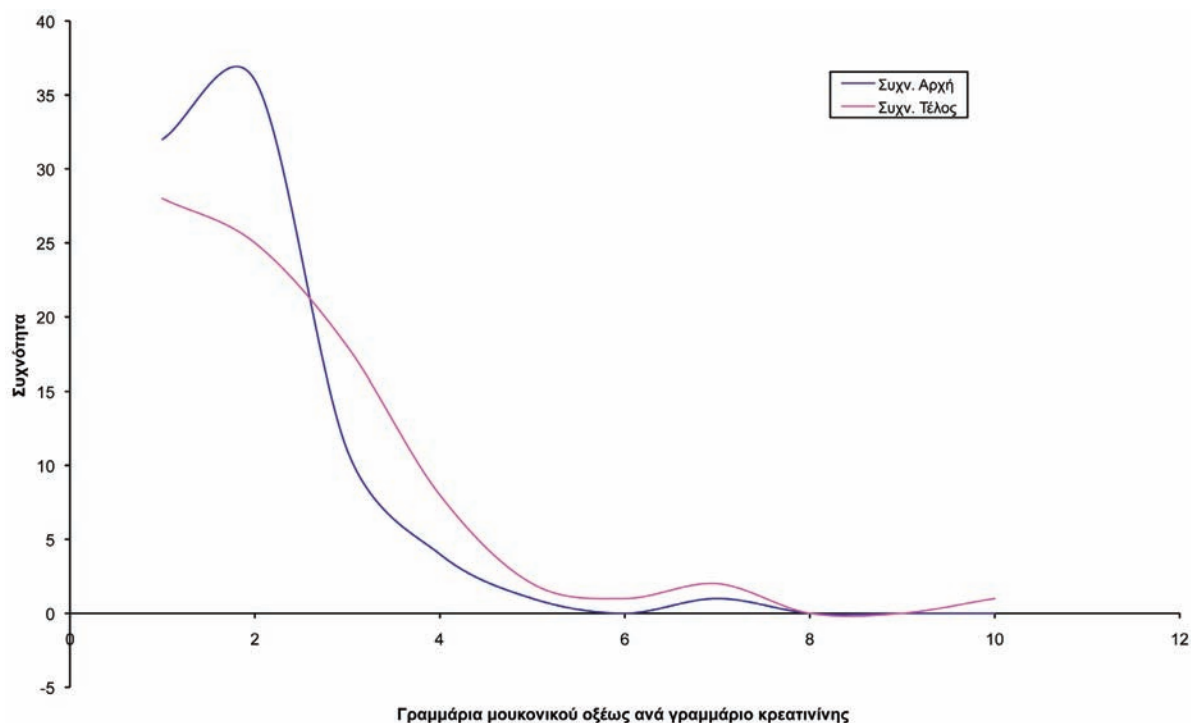
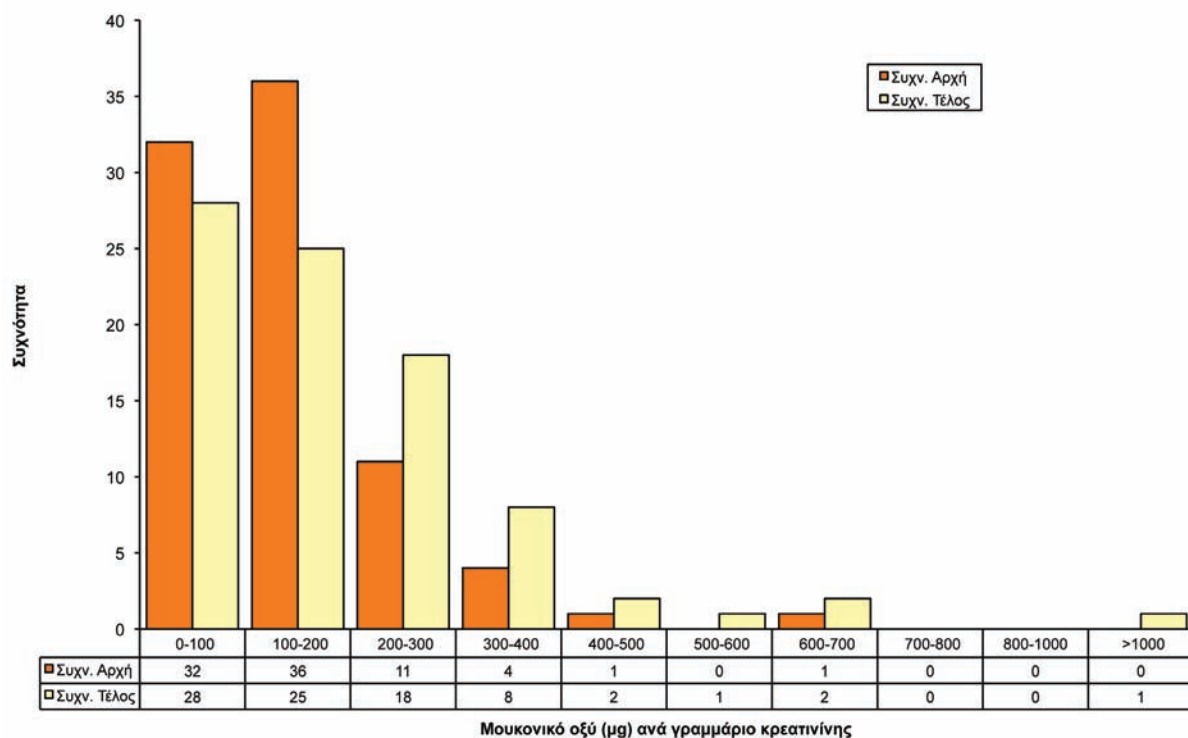
Σε σύνολο 64 εργαζομένων, διαφόρων τμημάτων, προσδιορίστηκε ποσοτικά η συγκέντρωση των ιππουρικών οξέων και του μουκονικού οξέος ανά γραμμάριο κρεατινίνης, στην αρχή και στο τέλος της εβδομαδιαίας βάρδιας. Συγκεκριμένα, οι εργαζόμενοι εργάζονταν στα ακόλουθα τμήματα: διακίνησης, υποστήριξης, κοινών παροχών, διύλισης, μετατροπής, πυρασφάλειας, συντήρησης και χημικών εργαστηρίων.

Διαπιστώθηκε υπέρβαση του Δείκτη Βιολογικής Έκθεσης για το βενζόλιο (BEI 1) σε 1 από τους 64 εργαζόμενους στην αρχή της βάρδιας και σε 4 από τους 64 εργαζόμενους στο τέλος της βάρδιας. Σε έναν από αυτούς διαπιστώθηκε υπέρβαση του BEI 1 και στην αρχή και στο τέλος της βάρδιας.

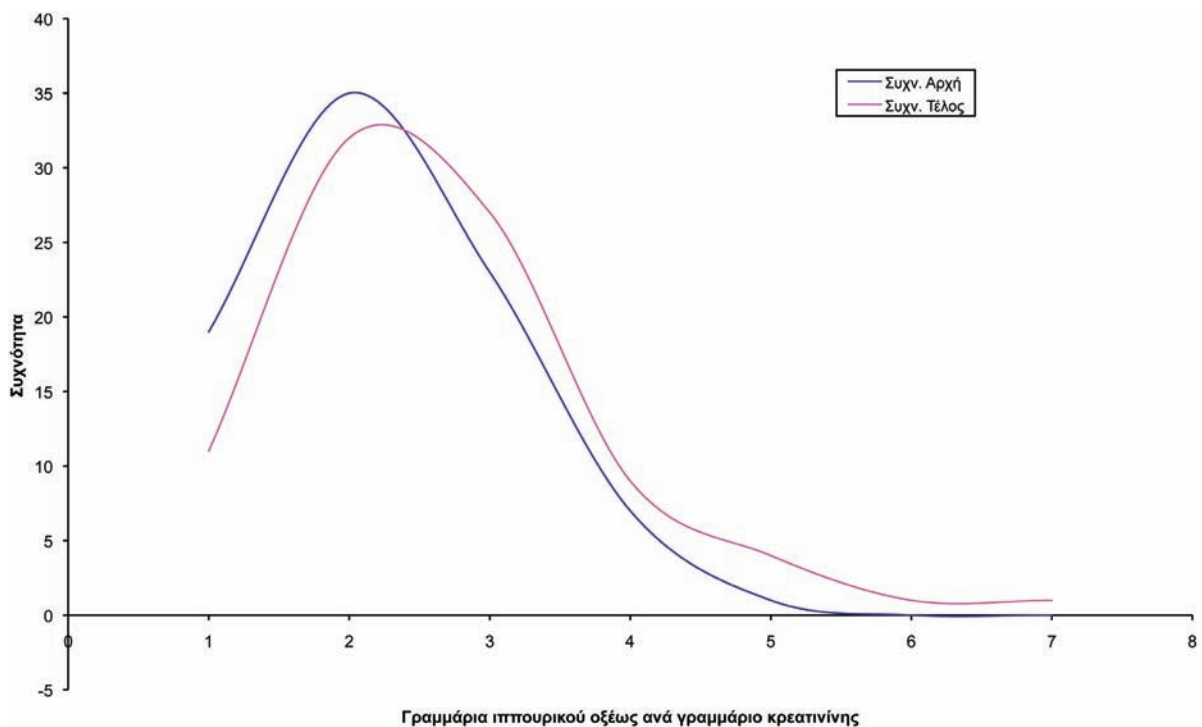
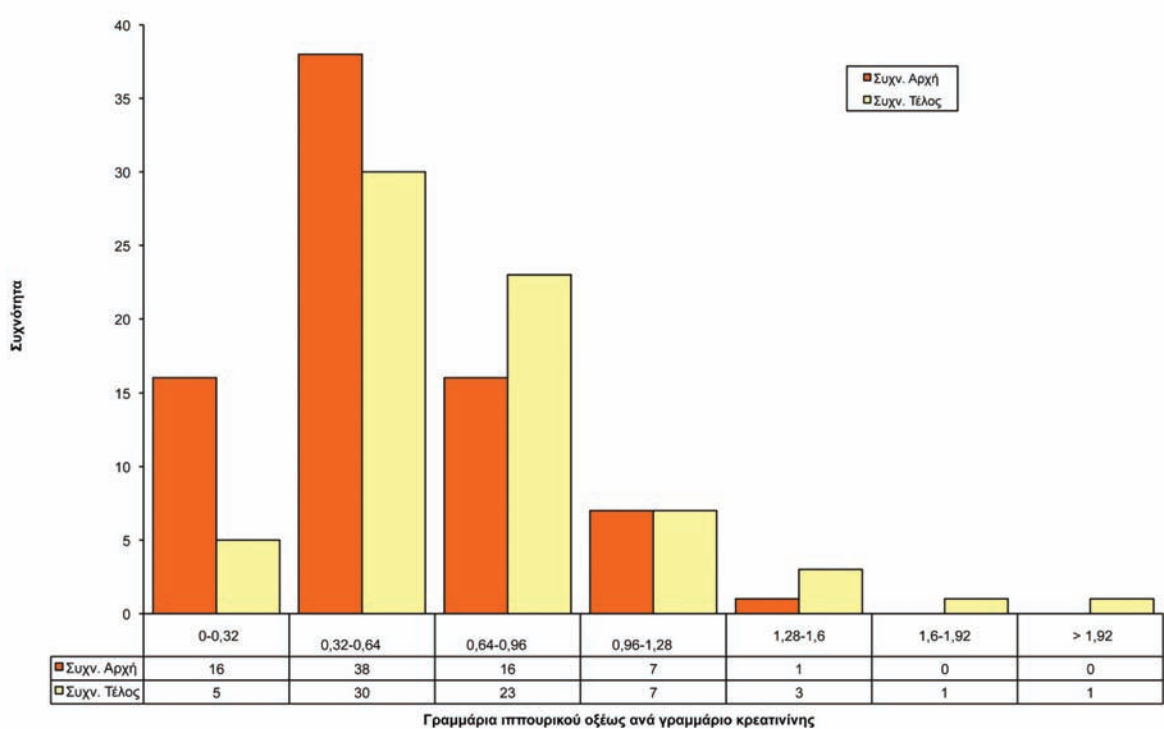
Σε κανέναν από τους εργαζόμενους δε διαπιστώθηκε υπέρβαση του Δείκτη Βιολογικής Έκθεσης για τολουόλιο και ξυλόλια (BEI 2) στην αρχή της βάρδιάς τους και σε 2 από τους 64 στο τέλος της βάρδιας.

Η κατανομή του μουκονικού οξέος και των ολικών ιππουρικών οξέων παρουσιάζεται στα ακόλουθα διαγράμματα.

Στο διάγραμμα 6.7 παριστάνεται η κατανομή συχνοτήτων του μουκονικού οξέος. **Φαίνεται ότι οι χαμηλές συγκεντρώσεις είναι αυτές που παρουσιάζουν υψηλή συχνότητα κυρίως στις μετρήσεις στην αρχή της βάρδιας.**

Διάγραμμα 6.7: Κατανομή συχνότητας μουκονικού οξέος.

Ανάλογα, στο διάγραμμα 6.8 παριστάνεται η κατανομή συχνοτήτων των ολικών ιππουρικών οξέων. Αντίστοιχα και σε αυτήν την περίπτωση φαίνεται ότι **οι χαμηλές συγκεντρώσεις παρουσιάζουν υψηλή συχνότητα κυρίως στις μετρήσεις στην αρχή της βάρδιας, ενώ η κατανομή των συχνοτήτων των συγκεντρώσεων στο τέλος της βάρδιας παρουσιάζουν μια δεξιά μετατόπιση που οφείλεται στις υψηλότερες συγκεντρώσεις εκείνη τη χρονική στιγμή.**

Διάγραμμα 6.8: Κατανομή συχνότητα ολικών ιππουρικών οξέων.

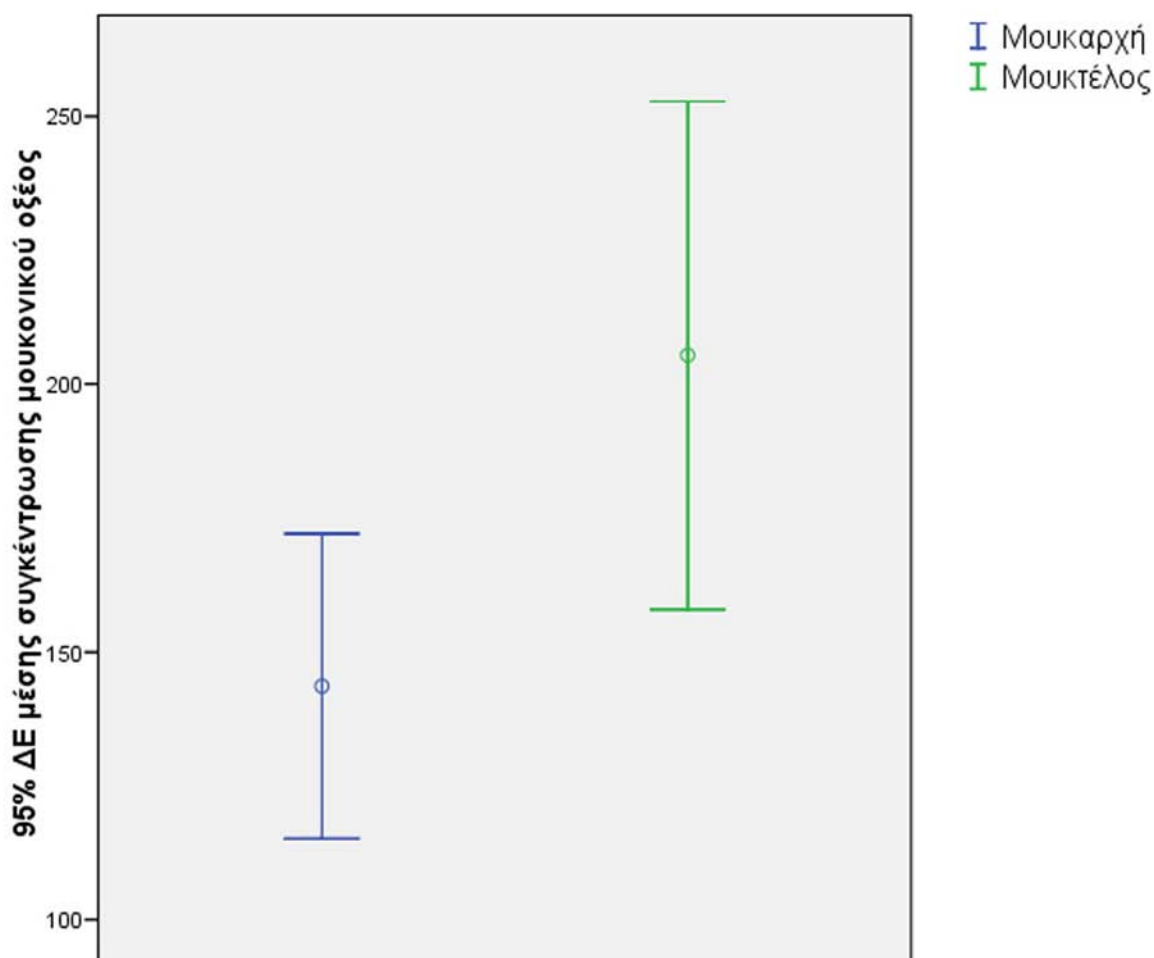
Από το στατιστικό έλεγχο διαπιστώθηκε ότι η μέση συγκέντρωση ολικών ιππουρικών ανά g κρεατινίνης στα ούρα στο τέλος της βάρδιας είναι υψηλότερη συγκριτικά με αυτήν στην αρχή της βάρδιας, στατιστικά σημαντικά ($\alpha=0,009 < 0,01$).

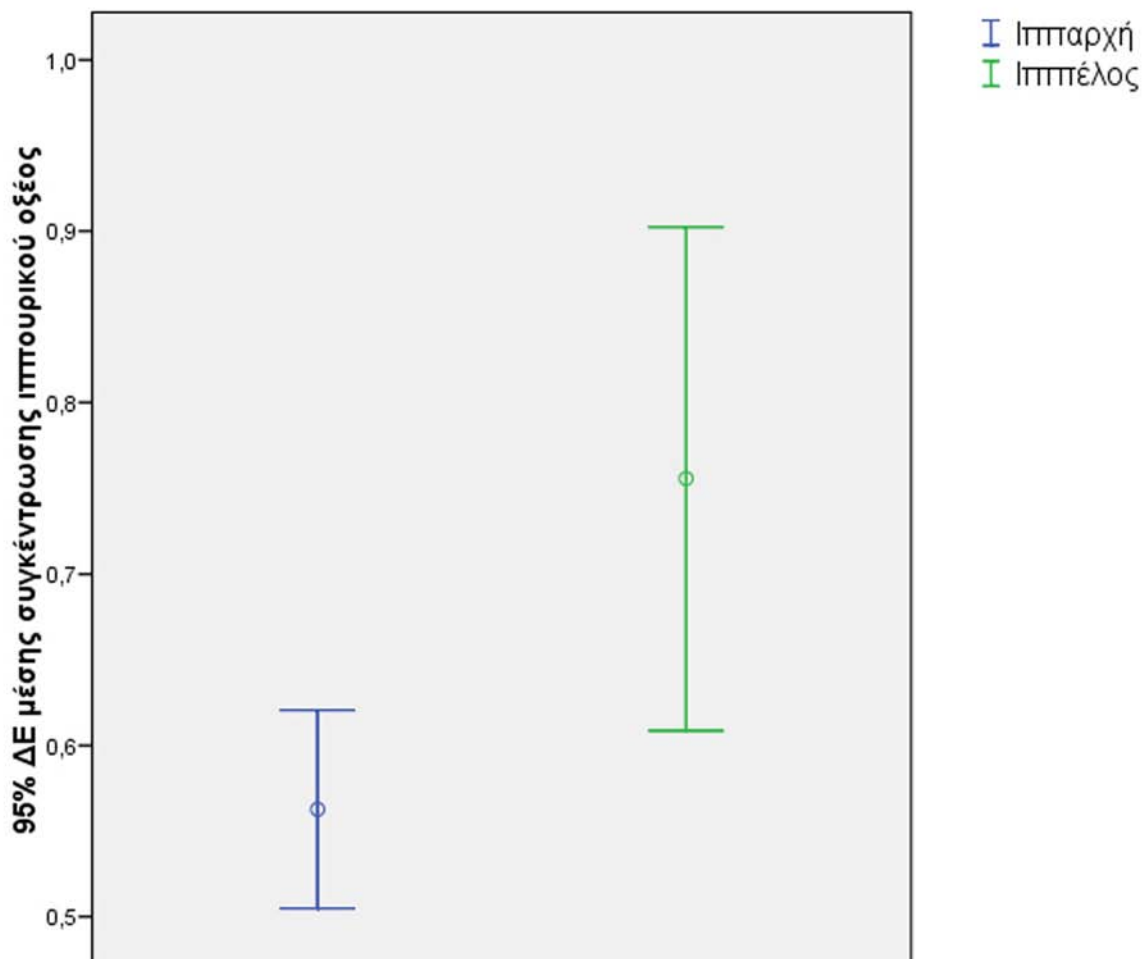
Επίσης, διαπιστώθηκε ότι η μέση συγκέντρωση μουκονικού οξέως ανά g κρεατινίνης στα ούρα στο τέλος της βάρδιας είναι υψηλότερη συγκριτικά με αυτήν στην αρχή της βάρδιας, στατιστικά σημαντικά ($\alpha=0,005 < 0,01$).

Πίνακας 6.10: Πλήθος (n), μέση τιμή (μ), τυπική απόκλιση (s) και p-value των συγκριτικών ολικών ιππουρικών οξέων και μουκονικού οξέος ανά γραμ. κρεατινίνης στα ούρα, στην αρχή και στο τέλος της βάρδιας.

Οξύ	Βάρδια	n	μ	s	p-value
Ιππουρικό	Αρχή	64	0,56	0,23	0,009
	Τέλος	64	0,76	0,59	
Μουκονικό	Αρχή	64	143,66	114,02	0,005
	Τέλος	64	205,69	189,84	

Διάγραμμα 6.9: Μέση συγκέντρωση μουκονικού οξέος και ολικών ιππουρικών οξέων.





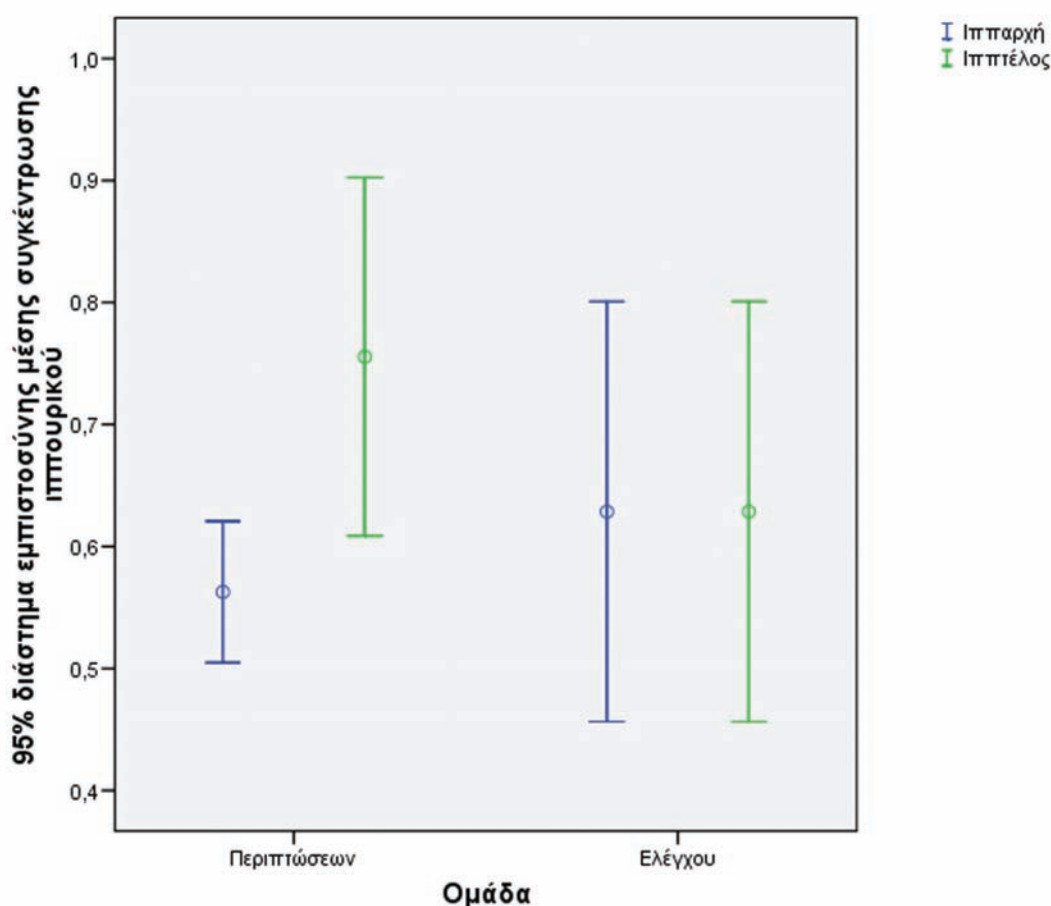
Συγκεντρώθηκε επίσης δείγμα ούρων από 21 εργαζομένους (εκτός διυλιστηρίων) που αποτελούν την «ομάδα ελέγχου». Η ομάδα ελέγχου δεν εκτίθεται σε βλαπτικό παράγοντα κατά τη διάρκεια της εργασίας, γι' αυτό πραγματοποιήθηκε μία μέτρηση και για λόγους σύγκρισης με την ομάδα των εργαζομένων στα διυλιστήρια θεωρείται συμβατικά ίδια για την αρχή και το τέλος της βάρδιας.

Για τη συγκέντρωση των ολικών ιππουρικών οξέων δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων τιμών των συγκεντρώσεών τους μεταξύ των ομάδων μελέτης και ελέγχου. Διαπιστώθηκε ωστόσο, ότι η συγκέντρωση των εργαζομένων της ομάδας μελέτης στην αρχή της βάρδιας είναι 0,56g ανά γραμμάριο κρεατινίνης – χαμηλότερη από της ομάδας ελέγχου- ενώ στο τέλος της βάρδιας αυξάνεται 0,76 ανά γραμμάριο κρεατινίνης - υψηλότερη από της ομάδας ελέγχου.

Πίνακας 6.11: Πλήθος (n), μέση τιμή (μ), τυπική απόκλιση (s) και p -value (από t-test με case-control) των συγκεντρώσεων των ολικών ιππουρικών οξέων ανά γραμ. κρεατινίνης στα ούρα, στην αρχή και στο τέλος της βάρδιας στην ομάδα μελέτης και στην ομάδα ελέγχου στην ομάδα ελέγχου και την ομάδα μελέτης.

Ομάδα	Βάρδια	n	μ	s	p -value
Μελέτης	Αρχή	64	0,56	0,23	0,459
Ελέγχου		21	0,63	0,38	
Μελέτης	Τέλος	64	0,76	0,59	0,357
Ελέγχου		21	0,63	0,38	

Διάγραμμα 6.10: Μέση συγκέντρωση ολικών ιππουρικών οξέων.

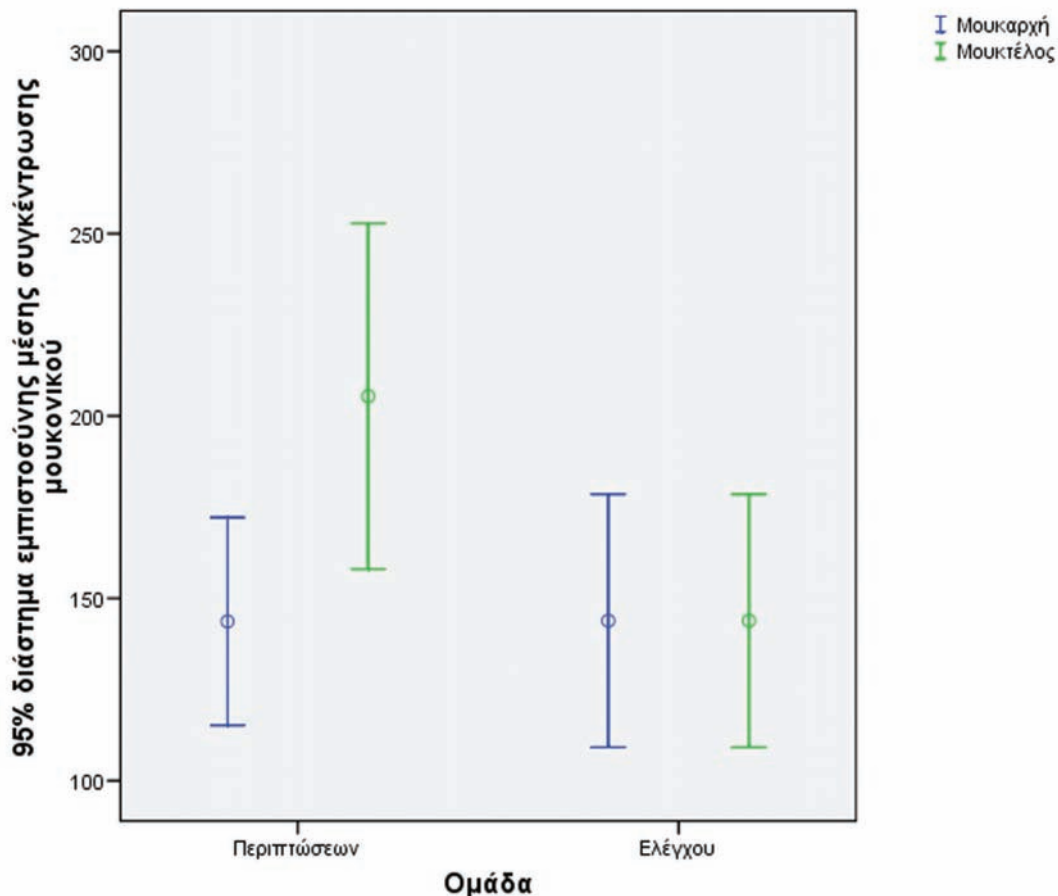


Αντίθετα, στο τέλος της βάρδιας διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στη συγκέντρωση του μουκονικού οξέος ανά γραμ. κρεατινίνης στα ούρα μεταξύ των εργαζομένων της ομάδας μελέτης και της ομάδας ελέγχου. Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης παρουσιάζονται αναλυτικά στον πίνακα 6.12 και στο διάγραμμα 6.11.

Πίνακας 6.12: Πλήθος (n), μέση τιμή (μ), τυπική απόκλιση (s) και p-value (από t-test με case - control) των συγκεντρώσεων μουκονικού οξέος ανά γραμ. κρεατινίνης στα ούρα, στην αρχή και στο τέλος της βάρδιας στην ομάδα ελέγχου και την ομάδα μελέτης.

Ομάδα	Βάρδια	n	μ	s	p-value
Μελέτης	Αρχή	64	143,66	114,02	0,994
Ελέγχου		21	143,85	76,26	
Μελέτης	Τέλος	64	205,39	189,84	0,037
Ελέγχου		21	143,85	76,26	

Διάγραμμα 6.11: Μέση συγκέντρωση μουκονικού οξέος.



Συμπερασματικά, οι αυξημένες τιμές των συγκεντρώσεων των μεταβολιτών στα ούρα εργαζομένων στο τέλος της βάρδιας σε σχέση με την αρχή της βάρδιας, αναδεικνύει την επαγγελματική έκθεσή τους σε πηλικούς υδρογονάνθρακες (βενζόλιο, τολουόλιο, ξυλόλια), ανεξάρτητα από αν παρατηρήθηκε ή όχι υπέρβαση των προτεινόμενων Δεικτών Βιολογικής Έκθεσης.

Η τάση αυτή μπορεί να συσχετισθεί έμμεσα και με την υπέρβαση των ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων του βενζολίου που καταγράφηκε σε ορισμένες περιπτώσεις.

6.2.5 Εκτίμηση των επιπέδων έντασης του φωτισμού

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις έντασης του φωτισμού εντός των αιθουσών ελέγχου των διυλιστηρίων με όργανο «Lutron LX Light Meter».

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στην επιφάνεια του κάθε γραφείου και επί της οθόνης των Η/Υ.

Για την αξιολόγηση των μετρήσεων θα στηριχθούμε στις εθνικές προδιαγραφές ή τις οριακές τιμές της ελληνικής νομοθεσίας, αναφερόμενοι στις διατάξεις του **Ν. 1568/1985** και του **Π.Δ. 398/1994** αντίστοιχα, σχετικά με τα επίπεδα φωτισμού για τους χώρους εργασίας.

Σύμφωνα με το **Ν. 1568/1985**, άρθρο 21, ο φωτισμός πρέπει:

- να είναι ανάλογος με το είδος και τη φύση της εργασίας
- να έχει χαρακτηριστικά φάσματος παραπλήσια του με του φυσικού φωτισμού
- να ελαχιστοποιεί τη θάμβωση
- να μη δημιουργεί αντιθέσεις και εναλλαγές φωτεινότητας
- να διαχέεται, διευθύνεται και να κατανέμεται σωστά.

Οι ανάγκες σε φωτισμό γενικό ή τοπικό ή συνδυασμένο γενικό και τοπικό, καθώς και η ένταση του φωτισμού, εξαρτώνται από το είδος και τη φύση της εργασίας και την οπτική προσπάθεια που απαιτεί.

Το **Π.Δ. 398/1994**: *“Ελάχιστες Προδιαγραφές Ασφάλειας και Υγείας κατά την εργασία με Οθόνες Οπτικής Απεικόνισης σε συμμόρφωση με την οδηγία του Συμβουλίου 90/270/ΕΟΚ”*, μεταξύ άλλων αναφέρει σχετικά για το φωτισμό:

- με ανοιχτόχρωμη οθόνη είναι δυνατόν να επιτευχθούν και επίπεδα φωτισμού 1000 Lux, **συνιστώνται, ωστόσο, μεγαλύτερα των 500 – 700 Lux.**
- με σκουρόχρωμη οθόνη τα επίπεδα φωτισμού περιορίζονται αναγκαστικά από την ανάγκη οριοθέτησης των αντιθέσεων λαμπρότητας (**για σκούρα οθόνη συνιστάται να επιδιώκεται επίπεδο φωτισμού μεγαλύτερο των 300 Lux**).
- ο γενικός και τοπικός φωτισμός πρέπει να εξασφαλίζουν ικανοποιητικές συνθήκες φωτισμού και κατάλληλη αντίθεση λαμπρότητας μεταξύ της οθόνης και του οπτικού πεδίου γύρω από αυτή, λαμβανομένων υπόψη τη φύση της εργασίας και των οπτικών αναγκών του χρήστη.

- πρέπει να αποφεύγονται η πρόκληση θάμβωσης και οι ενοχλητικές ανακλάσεις πάνω στην οθόνη ή σε κάθε άλλη επιφάνεια, με κατάλληλη διεύθυνση των χώρων και των θέσεων εργασίας αφενός και με σωστή επιλογή των τεχνικών χαρακτηριστικών του τεχνητού φωτισμού αφετέρου.
- οι θέσεις εργασίας πρέπει να είναι διευθετημένες έτσι ώστε οι φωτεινές πηγές, όπως τα σήματα φωτισμού, τα παράθυρα και τα άλλα ανοίγματα, τα διαφανή ή ημιδιαφανή τοιχώματα, καθώς και οι ανοιχτόχρωμες επιφάνειες εξοπλισμών ή τοίχων να μην προκαλούν θάμβωση και να μη δημιουργούν ανακλάσεις επί της οθόνης.
- τα παράθυρα πρέπει να είναι εξοπλισμένα με κατάλληλο σύστημα ρυθμιζόμενης κάλυψης για τη ρύθμιση του φωτός ημέρας που προσπίπτει στη θέση εργασίας.

Επίσης, υπάρχουν σε διάφορες χώρες προδιαγραφές που καθορίζουν τα ελάχιστα επιτρεπτά όρια για κάθε χώρο εργασίας, ανάλογα με το είδος της εργασίας που εκτελείται και ανάλογα με την ηλικία του εργαζόμενου.

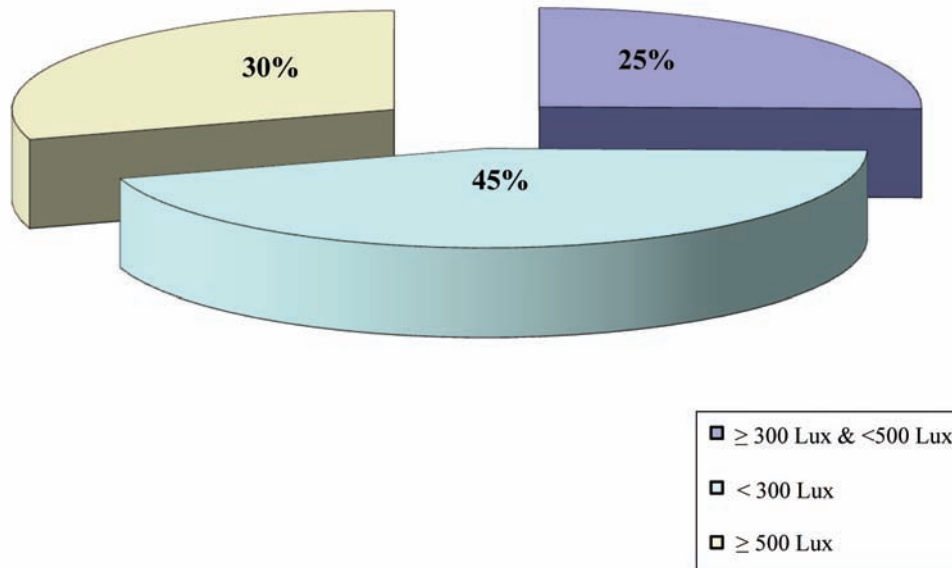
Ενδεικτικά, αναφέρουμε τις τιμές έντασης φωτισμού σε Lux που προτείνονται σε Βρετανία και ΗΠΑ.

Πίνακας 6.13

Είδος Παραγωγικής Διαδικασίας	Code for Interior Lighting Chartered Institution of Building Services Engineers, London, 1977	Lighting Handbook Illuminating Engineering Society, North America, 1981
Γραφεία εν γένει	500	200 – 500
Τεχνικά γραφεία με σχεδιαστήρια	750	500 – 1000
Λογιστήρια	750	200 – 500
Αίθουσες με οθόνες οπτικής απεικόνισης στοιχείων	500	200 – 500
Αίθουσα αρχείων	300	200 – 500

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν φαίνονται στο διάγραμμα που ακολουθεί. Παρατηρείται ότι μεγάλο ποσοστό των μετρήσεων βρίσκεται εκτός των προτεινόμενων ορίων για φωτισμό σε χώρους γραφείων.

Διάγραμμα 6.12: Αποτελέσματα μετρήσεων έντασης φωτισμού.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Τοξικές επιδράσεις χημικών παραγόντων στην υγεία των εργαζομένων

7.1 Εισαγωγή

Όπως ήδη αναφέρθηκε, τόσο το αργό πετρέλαιο όσο και τα ενδιάμεσα και τα τελικά προϊόντα διύλισής του, περιέχουν εκατοντάδες χημικές ουσίες και ενώσεις.

Σε ότι αφορά στην εκτίμηση του χημικού κινδύνου για την υγεία των εργαζομένων, θα πρέπει, εκτός από τις τοξικολογικές ιδιότητες και δράσεις των χημικών παραγόντων, να ληφθούν υπόψη και:

- οι συνθήκες του περιβάλλοντος έκθεσης, όπως θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, ταχύτητα του αέρα.
- η συγκέντρωση και η διάρκεια της έκθεσης
- η βαρύτητα του εκτελούμενου μνϊκού έργου, διότι με την αύξησή του αυξάνεται η ποσότητα της πρόσληψης χημικών ουσιών δια της εισπνοής.

Για κάθε ομάδα εργαζομένων ή εκτιθέμενο άτομο, επιπρόσθετα θα πρέπει να συνεκτιμώνται όλοι οι ομαδικοί ή ατομικοί παράγοντες ευπάθειας ή ευαισθησίας όπως:

- η ηλικία
- το φύλο
- προϋπάρχοντα νοσήματα
- γενετικές ανωμαλίες
- τυχόν προηγούμενες εκθέσεις σε χημικούς παράγοντες
- παράλληλες εκθέσεις σε χημικούς παράγοντες (π.χ. εργασία σε διάφορα τμήματα του διυλιστηρίου, δεύτερη απασχόληση κ.ο.κ.)
- συνήθειες διαβίωσης π.χ. κάπνισμα, αλκοόλ, χρήση φαρμάκων, εξαρτησιογόντων ουσιών.

Σε ότι αφορά στις τοξικολογικές ιδιότητες των ουσιών του πετρελαίου, θα πρέπει εισαγωγικά να αναφερθούν τα ακόλουθα ζητήματα.

- Για πολλές χημικές ουσίες ή ενώσεις, δεν είναι γνωστές οι τοξικές ιδιότητές τους.
- Για αρκετές ουσίες ή ενώσεις, οι υπάρχουσες γνώσεις καλύπτουν τις τοξικές τους επιδράσεις ως μεμονωμένων ενώσεων ή ως μειγμάτων σταθερής σύνθεσης.
- Για περίπλοκα μείγματα εκατοντάδων ουσιών, όπως το αργό πετρέλαιο και τα προϊόντα διύλισής του, γίνεται προσπάθεια να προσεγγιστούν οι τοξικές τους ιδιότητες σύμφωνα με τα παρακάτω.
 - ❖ Ορίζονται ομάδες ουσιών με παρόμοια χημική σύνθεση και φυσικοχημικές ιδιότητες.
 - ❖ Για κάθε ομάδα αναζητείται η χημική ουσία «οδηγός», που κατά κάποιο τρόπο θα αντιπροσωπεύει τις ουσίες της ομάδας. Επιλέγεται σαν ουσία «οδηγός», αυτή με τις

πλέον δυσμενείς τοξικές επιδράσεις, π.χ. τις καρκινογόνες, που βεβαίως είναι σε θέση από άποψη φυσικοχημικών ιδιοτήτων να «αντιπροσωπεύσει» την ομάδα.

- ❖ Γνωρίζοντας τις φυσικοχημικές και τις τοξικολογικές ιδιότητες των «ουσιών οδηγών» για κάθε μείγμα, καθώς και τη συγκέντρωσή τους σε αυτό, μπορούμε να εκτιμήσουμε τις ενδεχόμενες δυσμενείς επιδράσεις τους στην υγεία.
- ❖ Ένα άλλο ζήτημα που αντιμετωπίζεται στη μελέτη των τοξικών επιδράσεων των χημικών ουσιών και των μειγμάτων, είναι ο χρόνος επέλευσης του ανεπιθύμητου ή του δυσμενούς αποτελέσματος στον εργαζόμενο, σε σχέση με το χρόνο της έκθεσης. Οι τοξικές επιδράσεις κατατάσσονται σύμφωνα με την προσέγγιση του ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) των ΗΠΑ σε:
 - ✓ **οξείες:** εκδήλωση τις πρώτες 14 ημέρες από την έκθεση
 - ✓ **υποξείες ή ενδιάμεσες (intermediate):** εκδήλωση από την 15η ημέρα έως την 365η ημέρα από την έκθεση
 - ✓ **χρόνιες:** εκδήλωση μετά από ένα και πλέον έτος από την πρώτη έκθεση.
- ❖ Πολλές γνώσεις ή πληροφορίες για την τοξική επίδραση των μειγμάτων της διύλισης του αργού πετρελαίου, προέρχονται από μελέτες σε πειραματόζωα. Είναι γνωστές οι επιφυλάξεις και ο σκεπτικισμός που υπάρχει για την αναγωγή στον άνθρωπο των τοξικών επιδράσεων χημικών ουσιών σε ένα ή κάποια είδη πειραματόζωων. Κλασικό παράδειγμα αποτελεί η καρκινογόνος δράση υδρογονανθράκων του πετρελαίου στους νεφρούς αρσενικών ποντικών που παράγουν α_2 μικροσφαιρίνη, η οποία δεν παρατηρείται στον άνθρωπο.
- ❖ Η οδός έκθεσης ή επαφής του ανθρώπινου οργανισμού με τον τοξικό χημικό παράγοντα, επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό τις τοξικές επιδράσεις. Για το χώρο εργασίας σημασία έχει η είσοδος της ουσίας δια της εισπνοής και από το δέρμα. Έκθεση εργαζομένων σε χημικούς παράγοντες δια της στοματικής οδού είναι ασυνήθιστο γεγονός.
- ❖ Τέλος, για τα προϊόντα διύλισης πετρελαίου, πολύ σημαντικό πρόβλημα αποτελεί και η μεθοδολογία ποιοτικού και ποσοτικού τους προσδιορισμού.

Αναλυτικότερες πληροφορίες μπορεί να αναζητηθούν στη βιβλιογραφία.

Στη συνέχεια ακολουθεί μια συνοπτική περιγραφή των κύριων τοξικών επιδράσεων στην υγεία των έτοιμων προϊόντων διύλισης πετρελαίου και των μεμονωμένων χημικών ουσιών που ενυπάρχουν ή προκύπτουν στις διάφορες διαδικασίες και τεχνικές διύλισης του αργού πετρελαίου. Οι βασικές πηγές των πληροφοριών είναι οι ακόλουθες: ATSDR, CONCAWE (European Oil Company Organisation for Environment, Health and Safety), IARC (International Agency for Research on Cancer), EPA (Environmental protection Agency/ΗΠΑ).

Γενικά, δεν υπάρχουν πειραματικά μοντέλα για τον τρόπο δράσης των πολύπλοκων μειγμάτων υδρογονανθράκων του αργού πετρελαίου. Απορροφώνται δια της εισπνοής υπό μορφή αερίων, ατμών ή σταγονιδίων. Φαίνεται ότι οι ενώσεις με C_5 - C_8 (αλειφατικές) και C_5 - C_9 απορροφούνται ευκολότερα σε σχέση με πετρελαϊκούς υδρογονάνθρακες υψηλότερου μοριακού βάρους. Υπάρχει, επίσης, δερματική και γαστρεντερική απορρόφηση των υδρογονανθράκων του

πετρελαίου. Οι υψηλού μοριακού βάρους υδρογονάνθρακες, π.χ. που περιέχονται στα ορυκτέλαια, απορροφούνται από το γαστρεντερικό σύστημα σε ποσοστό που δεν ξεπερνά το 5%.

Οι πετρελαϊκοί υδρογονάνθρακες που εισέρχονται στον οργανισμό, κατανέμονται κυρίως στο λιπώδη ιστό. Αυτό ισχύει περισσότερο για τους αλειφατικούς. Οι απορροφηθέντες υδρογονάνθρακες, μεταβολίζονται κατά βάση στο ήπαρ, μέσω των οξειδωτικών μεταβολικών οδών, που περιλαμβάνουν και το κυτόχρωμα P450 ισοένζυμο. Η οξείδωση στοχεύει στη μεταβολή τους σε υδατοδιαλυτές ενώσεις, για την αποβολή τους από τους νεφρούς. Υπάρχουν μελέτες που συνηγορούν ότι στην ομάδα των υδρογονανθράκων C_8-C_{16} και $C_{16}-C_{35}$ οι αλειφατικοί μεταβολίζονται βραδύτερα σε σχέση με τους αρωματικούς υδρογονάνθρακες.

Η εισρόφηση υδρογονανθράκων C_5-C_8 και C_8-C_{16} στους πνεύμονες, μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό της αναπνευστικής οδού, βήχα, δύσπνοια, πνευμονικό οίδημα ή πνευμονίτιδα. Η ερεθιστική δράση μειγμάτων υδρογονανθράκων όπως η βενζίνη και η κηροζίνη, φαίνεται ότι οφείλεται σε άμεση αλληλεπίδραση των υδρογονανθράκων, με τη μεμβράνη των νευρικών κυττάρων του βρογχικού δένδρου με αποτέλεσμα το βρογχόσπασμο. Η διάλυση των υδρογονανθράκων στις μεμβράνες των πνευμονικών κυττάρων, ασκεί τοξική επίδραση, με αποτέλεσμα την αιμορραγική εξίδρωση πρωτεϊνών, την απόπτωση νεκρωμένων κυττάρων και την εναπόθεση ινικής στις κυψελίδες. Η παθολογική αυτή επεξεργασία οδηγεί σε πνευμονικό οίδημα και πνευμονίτιδα. Σε αντίθεση με την άμεση τοξική δράση των υδρογονανθράκων, σε άλλες περιπτώσεις η τοξική επίδραση ασκείται από ενδιάμεσα προϊόντα του μεταβολισμού τους, όπως για παράδειγμα:

- η πρόκληση απλαστικής αναιμίας ή λευχαιμίας από το βενζόλιο
- η αιμολυτική αναιμία, οι οφθαλμικές βλάβες και οι πνευμονικές βλάβες από το ναφθαλένιο και τα μεθυλοναφθαλένια
- η περιφερική νευροπάθεια από το n-εξάνιο
- οι πνευμονικές βλάβες από το αιθυλοβενζόλιο
- η καρκινογόνος δράση των Πολυκυκλικών Αρωματικών Υδρογονανθράκων (ΠΑΥ)
- η νεφροπάθεια στα αρσενικά ποντίκια από αλληλεπιδράσεις υδρογονανθράκων με την $\alpha_2\mu$ – σφαιρίνη των νεφρικών κυττάρων.

7.2 Τοξικές επιδράσεις στην υγεία του αργού και των έτοιμων προϊόντων διύλισης πετρελαίου

Αναφέρονται στη συνέχεια οι τοξικές επιδράσεις κατά προϊόν, ή ομάδα προϊόντων, όπως παρουσιάζονται από τους προαναφερθέντες διεθνείς οργανισμούς. Συμπεριλάβαμε και το αργό πετρέλαιο, διότι αποτελεί την πρώτη ύλη της διύλισης. Η CONCAWE δεν παρουσιάζει αναφορά για τις τοξικές επιδράσεις του αργού πετρελαίου στην υγεία των εργαζομένων. Οι βιβλιογραφικές αναφορές προέρχονται σχεδόν αποκλειστικά από τις εργασίες της εξόρυξης και όχι της διύλισης του. Το ATSDR, επίσης, δεν έχει πληροφορίες για το αργό πετρέλαιο, έχει, ωστόσο, για τα άλλα προϊόντα διύλισης πετρελαίου.

Αργό πετρέλαιο (Crude Oil)

Όσα ακολουθούν προέρχονται κυρίως από τον τόμο 45 των μονογραφιών του IARC.

Πρόκειται για ένα μείγμα υδρογονανθράκων αλειφατικών, κυκλοαλειφατικών και αρωματικών με μικρή περιεκτικότητα σε θείο, αζώτο και οξυγόνο. Στην εξόρυξη του αργού πετρελαίου μπορεί να υπάρχει έκθεση των εργαζομένων σε πτητικούς υδρογονάνθρακες και υδρόθειο. Δερματική έκθεση σε αργό πετρέλαιο, συνεπάγεται και έκθεση στους ΠΑΥ που περιέχονται σ' αυτό. Όπως είναι γνωστό η χρόνια έκθεση σε ΠΑΥ μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του δέρματος. Έκθεση των εργαζομένων στα διυλιστήρια σε αργό πετρέλαιο μπορεί να γίνει στις διαδικασίες αφυδάτωσης, αφαλάτωσης και αποθήκευσης του αργού πετρελαίου. Γενικά το αργό πετρέλαιο μεταφέρεται στα διυλιστήρια με κλειστά συστήματα σωληνώσεων. Σε περιπτώσεις διαρροών υπάρχει κίνδυνος έκθεσης σε υδρόθειο και πτητικούς υδρογονάνθρακες, που περιέχονται στα φυσικά συστατικά του αργού. Το ίδιο μπορεί να συμβεί στις δειγματοληψίες, στις δεξαμενές του αργού κ.ο.κ.

Στην περίπτωση της εφαρμογής της μεθόδου φιλτραρίσματος του αργού με γη διατόμων, υπάρχει ο κίνδυνος έκθεσης σε αυτές κατά τη διαχείρισή τους υπό μορφή σκόνης. Ορισμένες από τις γαίες αυτές περιέχουν κρυσταλλικό πυρίτιο. Τα απόβλητα ύδατα από την αφαλάτωση και την αφυδάτωση του αργού πετρελαίου, περιέχουν διάφορες ενώσεις όπως σουλφίδια, αμμωνία, φαινόλες, δικαρβονικά, υδρογονάνθρακες, αιωρούμενα σωματίδια κ.ο.κ.

Δεδομένα από πειραματόζωα

Υπάρχει εργασία με αναφορά σε πρόκληση καλοήθων και κακοήθων όγκων σε πειραματόζωα από δερματική εφαρμογή αργού πετρελαίου.

Δεδομένα στον άνθρωπο

- Σε μία αναδρομική μελέτη κοορτής μεγάλης ομάδας ανδρών εργαζομένων στην εξόρυξη αργού πετρελαίου, η θνησιμότητα από διάφορους τύπους καρκίνων ήταν χαμηλή, με εξαίρεση τους καρκίνους του θυρεοειδούς αδένος. Υπήρξε σαφώς σημαντικά μειωμένη συχνότητα καρκίνων των πνευμόνων και κανένας θάνατος από καρκίνο των όρχεων.
- Σε μία μελέτη μαρτύρων – περιπτώσεων (case – control study) διαπιστώθηκε αύξηση των καρκίνων του πνεύμονα σε άτομα που είχαν εργαστεί στην εξόρυξη και στην παραγωγή του πετρελαίου. Μια επανάληψη της ανάλυσης (reanalysis) του κινδύνου για καρκίνους του πνεύμονα, έδειξε αυξημένο κίνδυνο μεταξύ των συγκολλητών, των χειριστών, των λεβητοποιών, των ελαιοχρωματιστών και των εργαζομένων στο πεδίο των εγκαταστάσεων (oilfield workers), υπολογιζόμενων σαν ενιαία ομάδα. Δεν υπήρχαν στη μελέτη δεδομένα για τις καπνιστικές συνήθειες.
- Σε μία μελέτη μαρτύρων – περιπτώσεων, διαπιστώθηκε μεταξύ εργαζομένων στην εξόρυξη πετρελαίου και φυσικού αερίου αύξηση των καρκίνων των όρχεων. Σε μία άλλη μελέτη δεν παρατηρήθηκε τέτοια αύξηση.
- Σε μία μελέτη μαρτύρων – περιπτώσεων για καρκίνους σε διάφορα όργανα, παρατηρήθηκε μια συσχέτιση μεταξύ της έκθεσης σε αργό πετρέλαιο και καρκίνων του ορθού και καρκίνου του πνεύμονα. Επειδή η συσχέτιση βασίστηκε σε μικρό αριθμό περιστατικών,

μπορεί να είχε επηρεαστεί από παράγοντες των συνηθειών διαβίωσης.

- Τέλος, η αξιολόγηση του IARC για την καρκινογόνο επίδραση του αργού πετρελαίου καταλήγει ως εξής:
 - ✓ τα δεδομένα είναι ανεπαρκή για την καρκινογόνο δράση του αργού πετρελαίου στον άνθρωπο (inadequate evidence)
 - ✓ υπάρχει περιορισμένη απόδειξη της καρκινογόνου δράσης του αργού πετρελαίου σε πειραματόζωα (limited evidence)
 - ✓ το αργό πετρέλαιο δεν μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε ότι αφορά την καρκινογόνο δράση του στον άνθρωπο (not classifiable as to its carcinogenicity to humans -Group 3).

Θα πρέπει, τέλος, να σημειωθεί ότι δεν βρέθηκαν στη βιβλιογραφία μελέτες έκθεσης σε αργό πετρέλαιο εργαζομένων σε διυλιστήρια.

7.3 Τοξικές επιδράσεις στην υγεία από τις βενζίνες

Οι βενζίνες (gasolines) είναι πτητικό μείγμα υδρογονανθράκων με μόρια C_4-C_{12} ατόμων άνθρακα. Σ' αυτό το μείγμα προστίθενται διάφορες χημικές ουσίες μη πετρελαϊκής προέλευσης ή άλλοι χημικοί παράγοντες, βελτιωτικοί των ιδιοτήτων της βενζίνης. Το μείγμα των υδρογονανθράκων της βενζίνης μπορεί να διαφέρει σημαντικά ανάλογα με την προέλευση του αργού πετρελαίου, τις τεχνικές και τις διαδικασίες διύλισης.

Γενικά οι βενζίνες για κινητήρες αυτοκινήτων είναι μείγματα προϊόντων αναμόρφωσης, ισομερισμού, κλασμάτων θερμικής και καταλυτικής πυρόλυσης και κλασμάτων απόσταξης.

Για τη βελτίωση της ποιότητας της βενζίνης και σαν υποκατάστατα των οργανικών ενώσεων του μολύβδου, προστέθηκαν ουσίες που εμπλουτίζουν το μείγμα σε οξυγόνο. Σύμφωνα με το πρότυπο DIN EN 228 οι μέγιστες ποσοτώσεις και η συνολική κατά βάρος συγκέντρωση των οξυγονοποιητικών ουσιών, προκύπτουν από τον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 7.1: Επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις οργανικών οξυγονωτικών ουσιών της βενζίνης (DIN EN 228).

Οργανικές Οξυγονωτικές Ουσίες	Μέγιστο Ποσοστό κατ' όγκο %
Μεθανόλη	3,0
Αιθανόλη	5,0
2-Προπανόλη (Ισοπροπανόλη)	10,0
2-Μεθυλο-1-προπανόλη (Ισοβουτανόλη)	10,0
2-Μεθυλο-2-προπανόλη (Τεταρτοταγής Βουτανόλη)	7,0

Οργανικές Οξυγονωτικές Ουσίες	Μέγιστο Ποσοστό κατ' όγκο %
Αιθέρες (C ₅ ατόμων και πλέον) π.χ. MTBE	15,0
Άλλες μονοαλκοόλες και αιθέρες με σημείο βρασμού όχι υψηλότερο από 210 °C	10,0
Συνολική περιεκτικότητα σε Οξυγόνο	Μέγιστο ποσοστό κατά βάρος: 2,7%

Σε ότι αφορά στα ποικίλα πρόσθετα βελτιωτικά της βενζίνης, η CONCAWE εκτιμά ότι βρίσκονται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις, αρκετά κάτω από το 0,1% κατά βάρος. Τα πρόσθετα αποτελούν επιχειρησιακό απόρρητο για τον κάθε παραγωγό ή προμηθευτή βενζίνης.

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται τα ποσοστά των διαφόρων κατηγοριών υδρογονανθράκων στις βενζίνες σύμφωνα με την CONCAWE.

Πίνακας 7.2: Σύνηθες εύρος των διαφόρων τύπων υδρογονανθράκων στις βενζίνες (CONCAWE)

Τύπος Υδρογονάνθρακα	Βενζίνη Αυτοκινήτων	Βενζίνη Αεροπλοΐας
Παραφίνες (% κατ' όγκο)	30 – 90	75 – 100
Κυκλοπαραφίνες (Ναφθένια) (% κατ' όγκο)	1 – 35	0 – 1
Αρωματικοί (% κατ' όγκο)	5 – 55	0 – 25
Ολεφίνες (% κατ' όγκο)	0 – 20	0 – 25

Το παραφινικό κλάσμα περιέχει n-εξάνιο γενικά σε ποσοστό όχι πάνω από 5% και τυπικά 1 – 2%. Το βενζόλιο που περιέχεται στη βενζίνη μετά το έτος 2000, δεν υπερβαίνει το 1% κατ' όγκο.

Τοξικότητα των Βενζινών

Λόγω του μεγάλου εύρους των διαφόρων τύπων υδρογονανθράκων στις βενζίνες, για τις πειραματικές μελέτες τοξικότητας, το Αμερικάνικο Ινστιτούτο Πετρελαίου (American Petroleum Institute/API) όρισε ένα μείγμα αναφοράς, το PS6. Από τις πειραματικές μελέτες τοξικότητας, καθορίστηκαν οι θανατηφόρες δόσεις ή συγκεντρώσεις διαφόρων κλασμάτων βενζίνης, κατά οδό χορήγησης και είδος πειραματόζωου.

Επίδραση στο δέρμα και στα μάτια στις in vivo πειραματικές μελέτες

Το πρότυπο μείγμα PS6 του API, εμφάνισε σε πειραματικές μελέτες σε κουνέλια, μικρή ή καθόλου ερεθιστική δράση στο δέρμα και στα μάτια των πειραματόζωων, εντός 24ωρου από την έκθεση.

Τα κλάσματα βενζίνης από διάφορες διαδικασίες διύλισης, εμφάνισαν σε οξείες εκθέσεις πειραματόζωων, ελαφρά έως σοβαρή ερεθιστική δράση.

Το PS6 και διάφορα μεμονωμένα κλάσματα του μείγματος, επί εφαρμογής σε ινδικά χοιρίδια με patch tests, δεν προκάλεσαν αντιδράσεις υπερευαισθησίας. Σε δερματικές εκθέσεις ποντικών 3 εβδομάδων ή 3 μηνών, παρατηρήθηκαν στις υψηλές συγκεντρώσεις, σοβαρές τοπικές βλάβες και συστηματικές διαταραχές όπως, απώλεια βάρους και καθυστέρηση ανάπτυξης. Σε κανένα ιστό ή όργανο εκτός από το δέρμα δεν παρατηρήθηκαν ιστοπαθολογικές αλλοιώσεις.

Σε εκθέσεις ποντικών σε κλάσματα βενζίνης διά της εισπνοής, παρατηρήθηκαν αλλοιώσεις στο επιθήλιο των νεφρικών σωληναρίων μόνο των αρσενικών ζώων. Οι αλλοιώσεις εμφανίστηκαν μετά από ένα τρίμηνο έκθεσης και κατέστησαν εμφανέστερες και συχνότερες με την αύξηση του χρόνου της έκθεσης.

Καρκινογόνος δράση των βενζινών

Υπήρξε πείραμα έκθεσης δια της εισπνοής στο μείγμα PS6, 100 αρσενικών και 100 θηλυκών ποντικών και επίμυων έως 26 μήνες το μέγιστο. Τα αποτελέσματα της μελέτης σχολιάστηκαν και αναφέρονται στο σύνολο της βιβλιογραφίας διαφόρων επιστημονικών οργανισμών, π.χ. IARC, ATSDR, EPA.

Η μελέτη έδειξε αυξημένη συχνότητα καρκίνων νεφρού στα αρσενικά ποντίκια, η οποία ήταν εξαρτώμενη από τη δόση. Οι πλείστοι όγκοι εμφανίστηκαν σε αρσενικά ποντίκια που θυσιάστηκαν μετά από 18 μήνες έκθεσης. Δεν υπήρξαν όγκοι στα μη εκτεθειμένα ποντίκια, ούτε στατιστικά σημαντική αύξηση των καρκίνων του νεφρού στα εκτεθειμένα θηλυκά ποντίκια.

Επίσης, στη μελέτη παρατηρήθηκε αύξηση της συχνότητας ηπατικών όγκων στους θηλυκούς επίμυες που εκτέθηκαν στις υψηλότερες δόσεις.

Η αναφορά της CONCAWE αναφέρει σαν συμπέρασμα από τις in vivo μελέτες στα πειραματόζωα τα ακόλουθα.

- Οι ισοπαραφίνες με $>C_6$ (C_6 =υδρογονάνθρακες με 6 άτομα άνθρακα) όπως τα τριμεθυλοπεντάνια, είναι τα συστατικά της βενζίνης που προκαλούν τις προσβολές στο νεφρό των αρσενικών ποντικών.
- In vivo πειράματα με κλάσματα βενζίνης σημείου βρασμού $<63^\circ C$ και συγκεντρώσεις έκθεσης ανάλογες με το προαναφερθέν πείραμα, δεν έδειξαν τοξικότητα στους νεφρούς αρσενικών ποντικών.
- Η τοξική δράση ορισμένων υδρογονανθράκων της βενζίνης στα αρσενικά ποντίκια, είναι αποτέλεσμα της συσσώρευσης ενός πολύπλοκου μείγματος από την αλληλεπίδραση μεταβολιτών των υδρογονανθράκων και της άλφα 2μ – σφαιρίνης που παράγεται στα αρσενικά ποντίκια (και όχι στα θηλυκά ή στα ορχεοεκτομηθέντα αρσενικά), σε σημαντικές ποσότητες. Η συσσώρευση των συμπλόκων, μεταβολιτών και άλφα 2μ – σφαιρίνης στο επιθήλιο των νεφρικών σωληναρίων, προκαλεί καταστροφή και αυξημένο πολλαπλασιασμό των κυττάρων που προάγει την ογκογένεση.

Η ομάδα της CONCAWE κάνει μία ακόμη παρατήρηση για τη μεταφορά των ευρημάτων από τα ποντίκια στον άνθρωπο. Οι άνθρωποι εκτίθενται στη βενζίνη κυρίως διά της εισπνοής και ιδιαίτερα στις πλέον πτητικές της ουσίες. Οι πτητικές ουσίες της βενζίνης με το χαμηλότε-

ρο σημείο βρασμού, δεν φαίνεται να ασκούν καρκινογόνο δράση στους νεφρούς των αρσενικών ποντικών.

Τελικά, συμπεραίνει ότι επειδή η αύξηση της συχνότητας των όγκων ήταν αποτέλεσμα ειδικής τοξικότητας, που έχει να κάνει με το είδος και το φύλο των ποντικών, δεν είναι σχετική με τον άνθρωπο. Δηλαδή τα συμπεράσματα της μελέτης δεν ισχύουν για τον άνθρωπο για τους λόγους που εκτέθηκαν.

Για την αύξηση των ηπατικών όγκων που παρατηρήθηκε στους θηλυκούς επίμυες από την έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις βενζίνης, στην αναφορά της CONCAWE αναφέρεται ότι:

- το στέλεχος των επιμύων που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα εμφανίζει υψηλή συχνότητα αυθόρμητων (spontaneous) όγκων του ήπατος
- πολλά υλικά που δοκιμάστηκαν σ' αυτό το στέλεχος των επιμύων, προκάλεσαν αυξημένη συχνότητα όγκων ήπατος
- η μεταφορά των δεδομένων σε πειραματόζωα που δεν εμφανίζουν αυτό το υψηλό ποσοστό αυτομάτων ηπατικών όγκων, πιθανόν δε δικαιολογείται
- οι άνθρωποι εμφανίζουν χαμηλή συχνότητα αυθόρμητων ηπατικών όγκων
- μερικές μόνο από τις ουσίες που είναι γνωστές για την πρόκληση όγκων ήπατος σε επίμυες, έχουν την ίδια δράση και στον άνθρωπο.

Στο σημείο αυτό ακολουθεί η αξιολόγηση του IARC από τον τόμο 45 του 1989 για την καρκινογόνο δράση των βενζινών.

Έκθεση εργαζομένων των διυλιστηρίων σε ατμούς βενζίνης μπορεί να συμβεί στις διαδικασίες παραγωγής, αποθήκευσης και φορτοεκφόρτωσης καυσίμων. Στους ατμούς βενζίνης κυριαρχούν οι πιο ελαφρείς υδρογονάνθρακες C₆ ή λιγότερων ατόμων άνθρακα. Από ατομικές μετρήσεις, έχουν αναφερθεί μέσες οκτάωρες εκθέσεις χειριστών φόρτωσης, αποθήκευσης βενζίνης και καθαριστών δεξαμενών:

- ολικών υδρογονανθράκων 40 – 850 mg/m³
- βενζολίου 1 – 27mg/ m³
- 1,3 βουταδιενίου (φορτωτές βενζίνης) έως 6 mg/ m³

Υψηλότερες εκθέσεις σε ατμούς βενζίνης έχουν αναφερθεί σε φορτωτές σιδηροδρομικών βαγονιών και καθαριστές δεξαμενών βενζίνης. Οι εργαζόμενοι στα πρατήρια βενζίνης και οι πελάτες των πρατηρίων είναι εκτεθειμένοι σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις.

Στην περίληψή του στη συνέχεια το IARC, αναφέρει μια σειρά μελετών μαρτύρων - περιπτώσεων σε εργαζόμενους εκτεθειμένους σε βενζίνη ή προϊόντα βενζίνης σε διάφορα επαγγέλματα και κυρίως εργαζομένων σε πρατήρια βενζίνης. Σε όλες τις μελέτες δεν ήταν γνωστή η συγκέντρωση των ατμών βενζίνης ή μεμονωμένων ουσιών που περιέχονται στη βενζίνη. Σε καμιά δεν αναφέρονται εργαζόμενοι από διυλιστήρια πετρελαίου.

Γίνεται αναφορά σε 9 μελέτες μαρτύρων - περιπτώσεων για την αύξηση της συχνότητας κακοηθών νεοπλασμάτων σε παιδιά των οποίων οι πατέρες είχαν εκτεθεί σε υδρογονάνθρακες. Το συμπέρασμα ήταν ότι δε βρέθηκε συνεπής συσχέτιση. Από τις μελέτες μητέρων με επαγγέλματα έκθεσης σε υδρογονάνθρακες κατά τη διάρκεια της κύησης αναφέρεται μόνο μία, η οποία έδειξε ενδεχόμενα αυξημένο κίνδυνο για λευχαιμία στα παιδιά τους.

Η περίληψη του IARC κάνει ακόμη μία σύντομη αναφορά στα ευρήματα των in vitro μελε-

τών για τις επιδράσεις κλασμάτων βενζίνης ή του μείγματος PS6 σε κυτταρικό επίπεδο.

Η περίληψη του IARC έχει, σχετικά εκτενή αναφορά στη μελέτη των επιδράσεων της βενζίνης σε ποντίκια και επίμυες, που περιγράφηκε αναλυτικά παραπάνω.

Το IARC για την καρκινογόνο δράση των βενζινών καταλήγει ως εξής:

- τα δεδομένα είναι ανεπαρκή για την καρκινογόνο δράση του αργού πετρελαίου στον άνθρωπο
- υπάρχει περιορισμένη απόδειξη της καρκινογόνου δράσης της αμόλυβδης βενζίνης των αυτοκινήτων στα πειραματόζωα
- για την οριστική αξιολόγηση της βενζίνης η ομάδα εργασίας έλαβε επίσης υπ' όψη της τις ακόλουθες συνηγορούσες αποδείξεις:
 - ✓ τα δεδομένα των in vitro μελετών στο DNA κυττάρων
 - ✓ τα δεδομένα των in vivo μελετών σε πειραματόζωα
 - ✓ την περιεκτικότητα της βενζίνης σε βενζόλιο που ανήκει στην κατηγορία 1 των καρκινογόνων ουσιών (καρκινογόνα για τον άνθρωπο)
 - ✓ την περιεκτικότητα της βενζίνης σε 1,3 βουταδιένιο, που ανήκει στην κατηγορία 2B από άποψη καρκινογένεσης, δηλαδή επαρκείς αποδείξεις για καρκινογόνο δράση σε πειραματόζωα.

Με βάση τα παραπάνω, η συνολική αξιολόγηση του IARC είναι ότι «η βενζίνη είναι ενδεχόμενα καρκινογόνος για τον άνθρωπο (possibly carcinogenic to human) και κατατάσσεται στην κατηγορία 2B».

Μη καρκινογόνες τοξικές επιδράσεις της βενζίνης στον άνθρωπο **Οξείες εκθέσεις σε υψηλές συγκεντρώσεις και δόσεις**

Για τον εργασιακό χώρο ιδιαίτερη σημασία έχει η έκθεση σε ατμούς βενζίνης. Γενικά οι υδρογονάνθρακες της βενζίνης, αλειφατικοί και αρωματικοί, απορροφώνται εύκολα από τους πνεύμονες και κατανέμονται στους πλούσιους σε λίπος ιστούς, μεταξύ των οποίων και ο εγκέφαλος, επειδή είναι λιπόφιλος.

Σε περιπτώσεις εισπνοής υψηλών συγκεντρώσεων βενζίνης μπορεί να υπάρξουν σοβαρές συνέπειες που αναφέρονται στη συνέχεια.

- Προκαλείται ερεθισμός των βρόγχων, ξηρός βήχας και αίσθημα καύσους. Στις περιπτώσεις εισρόφησης βενζίνης στους πνεύμονες, όπως π.χ. στην εισρόφηση μετά από κατάποση βενζίνης και εμέτους, μπορεί να προκληθεί οξεία πνευμονίτιδα και πνευμονικό οίδημα, με βήχα, δύσπνοια και κυάνωση. Η κατάσταση μπορεί να είναι σοβαρή και να εξελιχθεί σε θάνατο.
- Από το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ) εμφανίζεται στην αρχή ευφορία, διέγερση, ίλιγγος, ναυτία, έμετος και μπορεί να ακολουθήσουν επιληπτοειδείς σπασμοί και νάρκωση. Ανάλογα με τη συγκέντρωση της έκθεσης και τη διάρκειά της, μπορεί να παραμείνουν μόνιμες βλάβες από το ΚΝΣ, όπως επιληπτικοί σπασμοί, σπαστικές παραλύσεις, εξωπυραμιδικές ή παρεγκεφαλιδικές βλάβες.
- Η OSHA (Occupational Safety and Health Administration/ΗΠΑ) αναφέρει ότι: «Οι ατμοί των αποσταγμάτων πετρελαίου έχουν ασθενή ναρκωτική δράση και είναι ερεθιστικές

ουσίες για τους βλεννογόνους. Υπάρχουν λίγες τοξικολογικές μελέτες σε πειραματόζωα ή στον άνθρωπο. Η έκθεση σε συγκεντρώσεις 4.000 – 7.000 ppm είναι ανεκτή στον άνθρωπο για μία ώρα. Συμπτώματα όπως ζάλη και σύγχυση μπορούν να συμβούν στις συγκεντρώσεις αυτές. Συνέχιση της έκθεσης μπορεί να προκαλέσει συμπτώματα μέθης (ευφορίας) ακολουθούμενα από πονοκέφαλο και ναυτία. Έκθεση σε συγκεντρώσεις 10.000–20.000 ppm θεωρούνται σαν άμεσα επικίνδυνες για τη ζωή».

- Έχουν αναφερθεί θάνατοι μετά από έκθεση σε ατμούς βενζίνης σε συγκεντρώσεις 20.000 ppm μόνο για 5 λεπτά.

Η οξεία έκθεση του δέρματος σε βενζίνη συνοδεύεται από ερεθισμό και φαινόμενα οξείας τοξικής δερματίτιδας, που εκδηλώνεται με ερυθρότητα και κνησμό, στα μέρη που εμποτίστηκαν. Συνιστάται η αφαίρεση των εμποτισμένων ρούχων, πλύσιμο με ήπια γαλακτώματα και καταιονισμός με χλιαρό νερό. Κορτιζονούχες κρέμες στην οξεία τοξική δερματίτιδα μπορούν να βοηθήσουν.

Η κατάποση βενζίνης δεν αφορά τους εργασιακούς χώρους των διυλιστηρίων. Μπορεί να συνοδεύεται από οξέα ερεθιστικά φαινόμενα όπως: βήχας, ναυτία και έμετο. Σε περιπτώσεις κατάποσης μεγαλύτερων ποσοτήτων, η βενζίνη απορροφάται με οξείες εκδηλώσεις από το ΚΝΣ. Σοβαρός είναι ο κίνδυνος στις περιπτώσεις αυτές, να υπάρξει εισρόφηση βενζίνης στους πνεύμονες με σοβαρότατες συνέπειες, ιδίως επί απώλειας των αισθήσεων των πάσχοντων.

Έχει υπολογιστεί ότι η θανατηφόρος δόση της βενζίνης με κατάποση είναι περίπου 5gr/kg ή 350 gr για ένα άτομο 70 kg βάρους. Ο θάνατος από κατάποση βενζίνης αποδίδεται είτε σε πνευμονίτιδα από εισρόφηση, είτε σε ευαισθητοποίηση του μυοκαρδίου στη δράση των κατεχολαμινών και πρόκληση θανατηφόρων αρρυθμιών.

Σε περιστατικά οξέων δηλητηριάσεων από κατάποση βενζίνης έχουν παρατηρηθεί κεντρολοβιώδεις νεκρώσεις στο ήπαρ, με αύξηση των τρανσαμινασών.

Βεβαίως σε οξείες δηλητηριάσεις με βενζίνη από του στόματος, υπάρχει φλεγμονώδης αντίδραση από το πεπτικό με οισοφαγίτιδα, γαστρίτιδα, εξελκώσεις, διατρήσεις. Σε οξείες δηλητηριάσεις από βενζίνη έχουν περιγραφεί περιπτώσεις με οξεία, αναστρέψιμη μέσα σε λίγες εβδομάδες, νεφρική ανεπάρκεια, με ολιγουρία, σωληναριακή νέκρωση, οίδημα, αιματοουρία.

Επί διαβροχής των οφθαλμών από βενζίνη, μπορεί να προκληθούν οξέα ερεθιστικά φαινόμενα με δακρύρροια, ερυθρότητα, φωτοφοβία κ.λπ. Για την άμεση ανακούφιση του πάσχοντος, συστήνεται το πλύσιμο με κρύο ή χλιαρό νερό για αρκετά λεπτά. Η ενστάλαξη τοπικών αναισθητικών μπορεί να ανακουφίσει τον πάσχοντα.

Χρόνια Έκθεση σε Βενζίνη

Στις οδηγίες της OSHA αναφ ότι δεν αναφέρεται ότι δεν έχουν αναφερθεί χρόνιες συστηματικές βλάβες από την εκτεταμένη βιομηχανική χρήση της βενζίνης. Βεβαίως, εάν υπάρχει βενζόλιο στο απόσταγμα, τότε ο κίνδυνος οξέων και χρόνιων δηλητηριάσεων είναι αυξημένος.

Η άποψη αυτή δεν γίνεται αποδεκτή από τη σύγχρονη βιβλιογραφία. Στη βενζίνη περιέχονται πολλοί από τους διαλύτες, που προκαλούν στις περιπτώσεις οξείας και χρόνιας έκθεσης, βλάβες στο κεντρικό και στο περιφερικό σύστημα όπως για παράδειγμα:

- οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες βενζόλιο, τολουόλιο, ξυλόλιο
- οι αλειφατικοί υδρογονάνθρακες n-εξάνιο και επτάνιο
- οι κετόνες όπως 2 εξανόνη = μεθυλοαιθυλοκετόνη
- η μεθανόλη.

Επειδή το ζήτημα των βλαβών στο νευρικό σύστημα από τους προαναφερόμενους διαλύτες, αφορά το σύνολο των ενδιάμεσων και των τελικών προϊόντων διύλισης πετρελαίου, το διαπραγματευόμαστε σε αυτοτελές υποκεφάλαιο που ακολουθεί.

Επιδράσεις στο ήπαρ

Δεν υπάρχουν μελέτες σε ανθρώπους για τις επιδράσεις της χρόνιας εισπνοής ατμών βενζίνης στο ήπαρ.

Σε πειραματόζωα αναφέρθηκε αύξηση της συχνότητας ηπατικών όγκων σε θηλυκά επιμύωνα μετά από χρόνια εισπνοή ατμών βενζίνης. Έχουν επίσης παρατηρηθεί σε ποντίκια, ηπατική υπερτροφία και αύξηση του περιεχόμενου του ήπατος σε κυτόχρωμα P450.

Επιδράσεις στους νεφρούς

Δεν υπάρχουν μελέτες της επίδρασης της εισπνοής ατμών βενζίνης σε ανθρώπους. Οι σωληναριακές βλάβες και η ογκογένεση στους νεφρούς των αρσενικών ποντικών έχει περιγραφεί παραπάνω.

Επιδράσεις στους ενδοκρινείς αδένες

Δεν υπάρχουν μελέτες σε ανθρώπους. Επίσης, δεν υπάρχουν μελέτες σε ανθρώπους για την επίδραση της εισπνοής ατμών βενζίνης στο ανοσολογικό σύστημα.

Επιδράσεις στο καρδιαγγειακό

Οι πτητικοί υδρογονάνθρακες της βενζίνης, ιδιαίτερα οι αρωματικοί, προκαλούν ευαισθητοποίηση του μυοκαρδίου στη δράση των ενδογενών κατεχολαμινών και προάγουν σε αρρυθμίες. Έχουν αναφερθεί μη ειδικές ηλεκτροκαρδιογραφικές διαταραχές σε άτομα με χρόνια καταχρηστική εισπνοή ατμών βενζίνης.

Αιματολογικές επιδράσεις

Έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία διάφορες αιματολογικές διαταραχές μετά από χρόνια εισπνοή ατμών βενζίνης. Όλες αποδίδονται είτε στο μόλυβδο που περιείχε η βενζίνη, είτε στο βενζόλιο με τις γνωστές του τοξικές επιδράσεις στο αιμοποιητικό σύστημα.

Επιδράσεις στο δέρμα

Η χρόνια έκθεση του δέρματος σε βενζίνη, συνοδεύεται από λέπτυνση και ατροφία και ενίοτε από επιμολύνσεις. Η ατροφική δερματοπάθεια προδιαθέτει το δέρμα σε αλλεργικές δερματίτιδες. Το καλύτερο προστατευτικό μέτρο είναι η αποφυγή της έκθεσης, η συστηματική χρήση γαντιών και η συστηματική φροντίδα του δέρματος των εργαζομένων.

7.4 Εγκεφαλοπάθεια και πολυνεροπάθεια από οργανικούς διαλύτες ή από μείγματα διαλυτών

Κρίθηκε αναγκαίο να συμπεριληφθεί στη μελέτη υποκεφάλαιο για τις δυσμενείς επιδράσεις των Οργανικών Διαλυτών (ΟΔ) στο Κεντρικό και στο Περιφερικό Νευρικό Σύστημα. Πρόκειται για κλινικά σύνδρομα και όχι νόσους. Εκτός από τους ΟΔ, πολλοί τοξικοί ή μεταβολικοί παράγοντες, μπορούν να προκαλέσουν τις ίδιες βλάβες. Η αιτιολογική συσχέτιση με τους ΟΔ, προκύπτει από το ιστορικό της έκθεσης, από τα κλινικά χαρακτηριστικά του συνδρόμου, τα εργαστηριακά ευρήματα και από την πορεία της εξέλιξής του.

Από την έκθεση σε μια σειρά οργανικούς διαλύτες, είτε μεμονωμένα, είτε υπό μορφή μειγμάτων διαλυτών, εφ' όσον αυτή είναι σε υψηλές σχετικά συγκεντρώσεις και για μεγάλο διάστημα, μπορεί να προκληθούν τα σύνδρομα της Εγκεφαλοπάθειας από Διαλύτες (ΕΔΔ) και της Πολυνευροπάθειας των Διαλυτών (ΠΔΔ). Στο γερμανικό κατάλογο των Επαγγελματικών Νόσων, η ΕΔΔ και η ΠΔΔ, συμπεριελήφθησαν το έτος 1997. Στις Σκανδιναβικές Χώρες η ΕΔΔ και ΠΔΔ, είχαν γίνει αποδεκτές σαν Επαγγελματικοί Νόσοι, από τη δεκαετία του 1980.

Η έκθεση των εργαζομένων στους ΟΔ λαμβάνει χώρα σε πολλές δραστηριότητες και πολλούς κλάδους. Πρόκειται κυρίως για τεχνικά μείγματα με διάφορους οργανικούς διαλύτες, ετερογενούς σύστασης.

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, η Επιστημονική Επιτροπή για την εισήγηση της ένταξης στον Κατάλογο των Επαγγελματικών Νόσων της ΕΔΔ και της ΠΔΔ, κατέληξε ότι για 15 οργανικούς διαλύτες, οι επιστημονικές γνώσεις θα πρέπει να θεωρούνται επαρκείς. Δηλαδή η επαγγελματική έκθεση στους συγκεκριμένους διαλύτες, είτε σε μείγματά τους, σε υψηλές συγκεντρώσεις και για αρκετό χρόνο, είναι ικανή να προκαλέσει ΕΔΔ ή/και ΠΔΔ.

Για την πρόκληση ΕΔΔ ή και ΠΔΔ, θεωρούνται επαρκείς οι πειραματικές και οι επιδημιολογικές γνώσεις για τους ακόλουθους οργανικούς διαλύτες:

- **αλειφατικοί υδρογονάνθρακες**
n - εξάνιο και n - επάνιο
- **κέτονες**
μεθυλοαιθυλοκετόνη, μεθυλοβουτυλοκετόνη
- **αλκοόλες**
μεθανόλη, αιθυλική αλκοόλη
- **αρωματικοί υδρογονάνθρακες**
βενζόλιο, τολουόλιο, ξυλόλιο, στυρόλιο
- **χλωριωμένοι αλειφατικοί υδρογονάνθρακες**
μονοχλωρομεθάνιο, διχλωρομεθάνιο, 111 τριχλωροαιθάνιο, τριχλωροαιθέριο, τετραχλωροαιθέριο.

Οι βενζίνες και τα κλάσματα του αργού πετρελαίου, αποτελούνται από μείγματα υδρογονανθράκων τα οποία περιέχουν πολλούς από τους προαναφερόμενους διαλύτες. Η εργασιακή έκθεση στο χώρο των διυλιστηρίων εφόσον είναι υψηλή, μπορεί να προκαλέσει ΕΔΔ ή ΠΔΔ.

Σαν παράδειγμα από τον Πίνακα σχετικής έκδοσης του ATSDR καταγράφουμε την περιεκτικότητα της βενζίνης σε νευροτοξικούς διαλύτες όπως αναφέρθηκαν πιο πάνω.

Πίνακας 7.3: Βασικοί υδρογονάνθρακες που περιέχονται στη βενζίνη (ATSDR)

ΟΡΓΑΝΙΚΟΣ ΔΙΑΛΥΤΗΣ	ΕΥΡΟΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΒΕΝΖΙΝΗ ΚΑΤΑ ΒΑΡΟΣ	ΜΕΣΗ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΒΕΝΖΙΝΗΣ ΚΑΤΑ ΒΑΡΟΣ
n - Εξάνιο	0,24 – 3,5	2,61
n - Επτάνιο	0,31 – 1,96	1,14
Βενζόλιο	0,12 – 3,50	2,34 (*)
ο - Ξυλόλιο	0,68 – 2,86	2,71
m - Ξυλόλιο	1,77 – 3,87	3,5
p - Ξυλόλιο	0,77 – 1,58	3,5
Τολουόλιο	2,71 – 21,80	8,21
Στυρόλιο		
(**) Μέση κατά ΒΑΡΟΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΒΕΝΖΙΝΗΣ ΣΕ ΒΕΒΑΙΩΜΕΝΟΥΣ ΝΕΥΡΟΤΟΞΙΚΟΥΣ ΔΙΑΛΥΤΕΣ		24,01

(*) Η Ευρωπαϊκή βενζίνη από το 2000 περιέχει βενζόλιο κάτω από 1%.

(**) Το έτοιμο μείγμα βενζίνης για τους κινητήρες αυτοκινήτων, περιέχει οξυγονοποιητές, πολλοί από τους οποίους ανήκουν στους νευροτοξικούς διαλύτες, όπως η μεθανόλη, η αιθανόλη, αιθέρες κ.α.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δέχεται στην εισήγησή της, ότι όλα τα τεχνικά μείγματα των προϊόντων διύλισης, μπορεί να περιέχουν οργανικούς διαλύτες γνωστούς για τη νευροτοξικότητά τους. Πληροφορεί ότι στο παράρτημα I της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 67/548/ΕΟΚ αναφέρονται γύρω στα 700 μείγματα υδρογονανθράκων. Περίπου 140 από αυτά τα μείγματα, σύμφωνα με τα χημικά χαρακτηριστικά τους, μπορούν να περιέχουν νευροτοξικούς οργανικούς διαλύτες. Τα ενδιάμεσα ή τελικά προϊόντα διύλισης αργού πετρελαίου περιέχουν υπό μορφή μείγματος διάφορους νευροτοξικούς διαλύτες, όπως τα παραδείγματα που αναφέρονται στη συνέχεια.

- Ελαφρά βενζίνη, κλάσμα ατμοσφαιρικής απόσταξης του αργού πετρελαίου 70 – 90 °C (που περιέχει n- εξάνιο και n-επτάνιο).
- Η βενζίνη από πυρόλυση είναι πλούσια σε αρωματικούς υδρογονάνθρακες με σημείο βρασμού 60 – 160 °C.
- Βαρεία βενζίνη. Κλάσμα υψηλής ζέσης από την Ατμοσφαιρική Απόσταξη του αργού πετρελαίου, με όρια ζέσης 100-200 °C. Η ελαφρά και η βαρεία βενζίνη στη βιβλιογραφία αναφέρονται συχνά με τον όρο νάφθα.

- White Spirit από κλάσματα βενζίνης υψηλής ζέσης, με περιεχόμενο σε αρωματικά 20%.

Στις εργασίες των διυλιστηρίων, υψηλές εκθέσεις σε μείγματα νευροτοξικών διαλυτών μπορούν να συμβούν σε ανοικτές διαδικασίες παραγωγής, στην μεταφόρτωση ετοιμών προϊόντων, στον καθαρισμό δεξαμενών, στις εργασίες επισκευών των εγκαταστάσεων κ.ο.κ. Οι εκθέσεις μπορεί να είναι οξείες και σε υψηλές συγκεντρώσεις, πολύ πάνω από τα επιτρεπόμενα όρια ή χρόνιες – επαναλαμβανόμενες, σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις.

Οι οξείες εκθέσεις σε υψηλές συγκεντρώσεις ΟΔ, ενδέχεται να προκαλέσουν διέγερση και στη συνέχεια καταστολή του εγκεφάλου, που μπορεί να φτάσει σε κώμα και στο θάνατο. Οι ανανήψαντες από μια οξεία δηλητηρίαση από εισπνοή ατμών ή και σταγονίδια ΟΔ, μπορεί να εμφανίσουν μόνιμες βλάβες από το νευρικό σύστημα ή και από άλλα όργανα, όπως π.χ. από τους νεφρούς.

Οι χρόνιες επαναλαμβανόμενες εκθέσεις σε ΟΔ, σε συγκεντρώσεις κατ' ελάχιστο πάνω από το 50% των μέγιστων επιτρεπόμενων ορίων, είναι ικανές να οδηγήσουν σε χρόνια ΕΔΛ και ΠΔΛ.

Μηχανισμός δράσης

Οι νευροτοξικοί ΟΔ είναι γενικά πτητικές ουσίες και εξατμίζονται εύκολα σε χαμηλές σχετικά θερμοκρασίες. Η κύρια οδός εισόδου στον ανθρώπινο οργανισμό είναι οι πνεύμονες. Βεβαίως απορροφούνται και από το δέρμα. Η δερματική έκθεση για τις συστηματικές επιδράσεις των ΟΔ έχει μικρή σημασία.

Η απορρόφηση από τους πνεύμονες των ΟΔ, στην αρχή της έκθεσης είναι μεγαλύτερη, μέχρι να αποκατασταθεί μία κατάσταση ισορροπίας μεταξύ εισπνεόμενης ποσότητας, κυκλοφορούσας στο αίμα και αποβαλλόμενης με την εκπνοή. Σημασία στην ποσότητα της απορρόφησης ΟΔ, εκτός από τη συγκέντρωση και τη διάρκεια της έκθεσης, έχει και το εκτελούμενο μυϊκό έργο. Βαριά μυϊκή εργασία, αυξάνει τον κατά λεπτό όγκο εισπνεόμενου αέρα, έως το πενταπλάσιο της ηρεμίας.

Σε ότι αφορά την κατανομή των ΟΔ στους ιστούς διά της κυκλοφορίας, αυτή εξαρτάται από την αιμάτωσή τους και την περιεκτικότητά τους σε λίπος. Συγκεντρώνονται εύκολα στον εγκέφαλο διερχόμενοι τον αιματοεγκεφαλικό φραγμό.

Οι ΟΔ αποβάλλονται διά της εκπνοής και των νεφρών κυρίως. Μικρή σημασία έχει η αποβολή τους από το έντερο και τη χοληδόχο κύστη. Οι ΟΔ μεταβολίζονται κατά βάση στο ήπαρ, μετατρέπόμενοι σε υδατοδιαλυτές ενώσεις αποβαλλόμενες από τους νεφρούς. Σε αρκετές περιπτώσεις τα ενδιάμεσα προϊόντα του μεταβολισμού των ΟΔ, είναι και αυτά τοξικά.

Οξεία τοξική δράση των οργανικών διαλυτών

Από την επαφή των βλεννογόνων με τους ατμούς των ΟΔ, εμφανίζονται ερεθιστικά φαινόμενα, όπως δακρύρροια, επιπεφυκίτιδα, βήχας, δύσπνοια. Η βενζίνη σε μεγάλες εκθέσεις, μπο-

ρεί να προκαλέσει οξεία πνευμονίτιδα και πνευμονικό οίδημα, με την κλασική κλινική εικόνα του συνδρόμου και άμεση απειλή για τη ζωή. Η αντιμετώπιση του πνευμονικού οιδήματος από ΟΔ, είναι συμπτωματική-υποστηρικτική, με οξυγόνο και στεροειδή, εισπνεόμενα/και χορηγούμενα συστηματικά.

Η εισπνοή υψηλών συγκεντρώσεων ατμών ΟΔ προκαλεί μία μη ειδική συμπτωματολογία, που αρχίζει με ευφορία, κόπωση, αίσθημα ναυτίας ή και εμετούς. Σε προχωρημένο στάδιο εμφανίζονται διαταραχές της ισορροπίας, φαινόμενα κινητικής αταξίας, σπασμοί, θόλωση της συνείδησης, κώμα και θάνατος από παράλυση του κέντρου της αναπνοής. Ανάλογη με το ύψος της συγκέντρωσης είναι και η εμφάνιση των συμπτωμάτων. Μπορεί μέσα σε λίγα λεπτά ο εκτιθέμενος να πέσει σε κώμα και να ακολουθήσει ο θάνατος. Η αποδρομή των συμπτωμάτων της οξείας εγκεφαλικής δράσης των ΟΔ είναι βραδεία.

Στο δέρμα οι ΟΔ προκαλούν φαινόμενα οξείας τοξικής δερματίτιδας. Η αλλεργιογόνος δράση των ΟΔ είναι σπάνια. Από χρόνια υποτροπιάζουσα έκθεση σε ΟΔ, μπορεί να προκληθεί δερματοπάθεια φθοράς, με λέπτυνση του δέρματος, ατροφίες, δηλαδή φαινόμενα χρόνιας τοξικής δερματοπάθειας (χρόνιο μη αλλεργικό έκζεμα).

Η οξεία έκθεση σε ΟΔ, μπορεί να προκαλέσει οξεία τοξική ηπατική βλάβη. Έχουν περιγραφεί περιπτώσεις ατόμων που συνήλθαν από το τοξικό κώμα ΟΔ και εμφάνισαν τις επόμενες ημέρες, οξεία κίτρινη ατροφία ήπατος.

Από χρόνια υποτροπιάζουσα έκθεση σε ΟΔ, μπορεί να προκληθεί λιπώδης διήθηση του ήπατος και χρόνια τοξική ηπατοπάθεια. Η κλινική εικόνα και τα εργαστηριακά ευρήματα δεν είναι ειδικά της έκθεσης σε ΟΔ. Η ηπατοτοξική δράση των νευροτοξικών διαλυτών των προϊόντων διύλισης πετρελαίου, είναι ασθενής σε σχέση με τους αλογονωμένους υδρογονάνθρακες.

Οξεία νεφροτοξική ή σωληναριακή βλάβη, μπορεί να εμφανιστεί σε σοβαρές δηλητηριάσεις από ΟΔ. Η πιο γνωστή νεφροτοξική ουσία από τους υδρογονάνθρακες, είναι η αιθυλενογλυκόλη που προκαλεί οξεία σωληναριακή νέκρωση.

Για μυελοτοξική δράση έχει ενοχοποιηθεί μόνο το βενζόλιο από τους υδρογονάνθρακες, ενώ το ναφθαλένιο συγκαταλέγεται στους παράγοντες που μπορεί να προκαλέσουν οξεία αιμόλυση.

Χρόνιες βλάβες των οργανικών διαλυτών στο νευρικό σύστημα

Όπως έχει αναφερθεί, οι χρόνιες βλάβες από παρατεταμένη έκθεση σε ΟΔ, εντοπίζονται στον εγκέφαλο και στα περιφερικά νεύρα, με πρόκληση:

- τοξικής εγκεφαλοπάθειας από ΟΔ (ΕΔΛ)
- τοξικής πολυνεροπάθειας από ΟΔ (ΠΔΛ).

Η παθογένεση της νόσου αποδίδεται στη λιποφιλία των ΟΔ και στην αφθονία των λιπιδίων στο νευρικό ιστό. Οι αλλοιώσεις ξεκινούν από την κυτταρική μεμβράνη που καθίσταται οιδηματώδης από μπλοκ των λιπόφιλων υποδοχέων. Σε επόμενη φάση οι ΟΔ ή τα τοξικά τους προϊόντα, προκαλούν διαταραχή στη σύνθεση των λιπιδίων και των πρωτεϊνών των κυττάρων. Πιθανόν οι χρόνιες βλάβες να προκαλούνται από ενεργοποίηση της πολυδύναμης οξυγένασης (Κυτόχρωμα P450 2E1) με παραγωγή ελεύθερων ριζών και τη δημιουργία υπεροξειδίων, που ασκούν βλαπτική επίδραση στο νευρικό κύτταρο.

Στην αρχή οι μεταβολές του νευρικού κυττάρου είναι λειτουργικές, και οδηγούν σε αναστρέψιμη συμπτωματολογία. Στη συνέχεια, οι βλάβες αποκτούν παθολογοανατομικό υπόβαθρο. Πρόκειται κυρίως για αλλοιώσεις των αξόνων ή παραξονικές αλλοιώσεις των νευρικών κυττάρων. Στο Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο παρατηρούνται συγκεντρώσεις νευροινιδίων, ενώ στο κυτόπλασμα εμφανίζονται κόκκια γλυκογόνου στα κύτταρα του Schwann ή και εντός των νευραξόνων. Οι ιστολογικές αλλοιώσεις σε περίπτωση διακοπής της έκθεσης σε ΟΔ είναι κατά βάση αναστρέψιμες. Οι ιστολογικές αλλοιώσεις από την επίδραση των ΟΔ, θεωρούνται όμοιες, είτε πρόκειται για κύτταρα του εγκεφάλου, είτε για κύτταρα των περιφερικών νεύρων. Η διαφορετική συμπτωματολογία, οφείλεται στη διαφορετική λειτουργική αποστολή του κάθε είδους νευρικού κυττάρου. Επιδράσεις από άλλους νευροτοξικούς παράγοντες ταυτόχρονα με την τοξική επίδραση των ΟΔ, μπορούν να επηρεάσουν δυσμενώς την εξέλιξη της νόσου π.χ. χρήση αλκοόλης, φαρμάκων, παρουσία μεταβολικών διαταραχών όπως ο σακχαρώδης διαβήτης.

Κλινική εικόνα της εγκεφαλοπάθειας από οργανικούς διαλύτες

Οι εκδηλώσεις της ΕΔΛ είναι μη ειδικές. Μπορούν να εμφανιστούν και σε άλλες τοξικές, εκφυλιστικές, αγγειακές, μεταβολικές, μετατραυματικές και λοιπές εγκεφαλοπάθειες.

Οι βασικές διαταραχές αφορούν τις νοητικές λειτουργίες με μείωση της ικανότητας συγκέντρωσης της προσοχής, της σύλληψης και της επεξεργασίας των πληροφοριών, διαταραχές της προσωπικότητας, της διάθεσης, όπως απάθεια, κατάθλιψη, καταβολή και εύκολη κόπωση.

Η ΕΔΛ διακρίνεται σε τρία στάδια από άποψη βαρύτητας.

Στάδιο I (Ελαφράς Μορφής)

Εισβάλλει με μη ειδικές διαταραχές της διάθεσης, όπως αίσθημα κόπωσης, μείωση της μνήμης και της ανάπτυξης πρωτοβουλιών. Επίσης εμφανίζεται μείωση της συγκέντρωσης και ευερεθιστότητα. Τα συμπτώματα αυτά είναι πλήρως αναστρέψιμα μετά από διακοπή της έκθεσης, το αργότερο μέσα σε μία διετία. Η διάγνωση της ΕΔΛ στο στάδιο I, μπορεί να τεθεί μόνο από το ιστορικό της έκθεσης και τον αποκλεισμό άλλων οργανικών εγκεφαλοπαθειών. Δεν υπάρχει δυνατότητα εργαστηριακής επιβεβαίωσης της νόσου. Η έκθεση σε ΟΔ, μπορεί να αποδειχθεί, με τη μέτρηση των ειδικών βιολογικών δεικτών για κάθε διαλύτη, για όσο αυτή διαρκεί.

Στάδιο II (Τύπος Α και Τύπος Β)

Στο στάδιο ΙΙΑ η συμπτωματολογία είναι πιο έντονη. Στο επίκεντρο της κλινικής εικόνας βρίσκεται η κόπωση, η διαταραχή της προσοχής, η συναισθηματική αστάθεια, η απώλεια των πρωτοβουλιών, η κατάθλιψη. Με ειδικά ψυχομετρικά tests και ψυχιατρικά ερωτηματολόγια, μπορεί να αντικειμενικοποιηθούν οι εκπτώσεις νοητικών λειτουργιών ιδιαίτερα:

- της πρόσφατης μνήμης
- της προσοχής
- της ταχύτητας ψυχοκινητικών αντιδράσεων.

Στο στάδιο ΙΙΒ εκτός από την κλινική εικόνα και τα εργαστηριακά ευρήματα του Σταδίου ΙΙΑ, υπάρχουν σαφή νευρολογικά σημεία από το ΚΝΣ, όπως

- διαταραχές του συντονισμού των κινήσεων
- κινητική αταξία
- κινητικός τρόμος και αδιαδοχοκινησία.

Επίσης, μπορεί να συνυπάρχουν κλινικά και εργαστηριακά ευρήματα περιφερικής νευροπάθειας.

Η διακοπή της έκθεσης στο στάδιο ΙΙ μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική ή σχεδόν πλήρη αποκατάσταση της κλινικής εικόνας. Περιγράφονται όμως περιπτώσεις με μόνιμες βλάβες. Η αποκατάσταση στο στάδιο ΙΙ μετά τη διακοπή της έκθεσης, είναι συνήθως πολύ βραδεία.

Η βιβλιογραφία συμπίπτει, ότι η ΕΔΛ μετά τη διακοπή της έκθεσης σε ΟΔ, δεν επιδεινώνεται.

Η διαπίστωση με απεικονιστικές μεθόδους ατροφίας του εγκεφάλου, ούτε επιβεβαιώνει ούτε αποκλείει την ΕΔΛ.

Στάδιο ΙΙΙ. Η κλινική εικόνα στο τρίτο στάδιο αντιστοιχεί σε σοβαρή άνοια, με έντονη έκπτωση των νοητικών λειτουργιών και της μνήμης. Απεικονιστικά διαπιστώνεται έντονη ατροφία του εγκεφάλου. Μετά τη διακοπή της έκθεσης στο στάδιο ΙΙΙ, βελτίωση των συμπτωμάτων δεν αποκλείεται. Τέτοιες βαριές εγκεφαλοπάθειες από ΟΔ, έχουν παρατηρηθεί μόνο σε άτομα με πολύχρονη σκόπιμη εισπνοή διαλυτών για την πρόκληση ευφορίας – «βενζινάδες». Η κατάληξη εργαζομένων στο στάδιο ΙΙΙ, σαν αποτέλεσμα μόνο της επαγγελματικής έκθεσης σε ΟΔ, πρακτικά θα πρέπει να αποκλείεται.

Αξιολόγηση των μειγμάτων ΟΔ

Συμπτώματα διαταραχών της ευεξίας και της ψυχικής διάθεσης, μπορεί να εμφανιστούν επί εκθέσεων, σε συγκεντρώσεις μειγμάτων διαλυτών κάτω από τη μέγιστη επιτρεπόμενη. Με τον όρο μέγιστη επιτρεπόμενη, εννοούμε δείκτη συγκέντρωσης 1, στο κλάσμα υπολογισμού των μέγιστων επιτρεπόμενων ορίων για μείγματα ουσιών.

Συμπτώματα διαταραχών της ευεξίας και της ψυχικής διάθεσης που συνοδεύονται από νοητικές λειτουργικές διαταραχές, δεν μπορούν να αποκλειστούν επί εκθέσεων, με δείκτη συγκέντρωσης στο κλάσμα του μείγματος, κάτω του 1. Από διάφορες όμως εργασίες προκύπτει, ότι όταν οι νοητικές διαταραχές μπορούν να αποδειχτούν σε διάφορα ψυχομετρικά tests, τότε ο δείκτης συγκέντρωσης στο κλάσμα του μείγματος, είναι πάνω από 1. Σε ότι αφορά τη διάρκεια της έκθεσης σε μείγματα διαλυτών που είναι ικανή να προκαλέσει χρόνια τοξική εγκεφαλοπάθεια, θεωρείται η δεκαετία, για έκθεση με δείκτη συγκέντρωσης στο κλάσμα του μείγματος τη μονάδα.

Εισαγωγή στις τοξικές ηπατοπάθειες

Το ήπαρ, όπως έχει αποκληθεί «μεταβολικό εργοστάσιο του οργανισμού», αποτελεί το κύριο όργανο αδρανοποίησης των τοξικών ουσιών που εισέρχονται στην κυκλοφορία. Η αδρα-

νοποίηση των τοξικών ουσιών επιτυγχάνεται με ένα πλήθος ηπατικών ενζύμων, τα οποία εξ αιτίας της μη εξειδίκευσής τους σε συγκεκριμένα υποστρώματα (ουσίες), είναι σε θέση να μεταβολίζουν ένα μεγάλο φάσμα χημικών παραγόντων.

Η βιομετατροπή των χημικών ουσιών λαμβάνει χώρα κυρίως στο ενδοπλασματικό δίκτυο των ηπατοκυττάρων. Τα ενζυμικά συστήματα κυτόχρωμα-P450, P448 βρίσκονται στο λιπιδικό στρώμα της μεμβράνης του λείου ενδοπλασματικού δικτύου. Οι μεταβολικές διαδικασίες είναι ποικίλες, π.χ. οξείδωση, αναγωγή, υδροξυλίωση, σύζευξη κ.ο.κ. Ο στόχος είναι λιποδιαλυτές ουσίες να μετατραπούν σε υδατοδιαλυτές, ώστε να αποβληθούν από τον οργανισμό, κυρίως από τους νεφρούς.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι μεταβολικές διαδικασίες στο ήπαρ, δεν οδηγούν πάντοτε στην αδρανοποίηση των τοξικών ουσιών. Υπάρχουν περιπτώσεις που ατοξικές σχετικά ουσίες, μετατρέπονται σε τοξικά ενδιάμεσα μεταβολικά προϊόντα π.χ. ελεύθερες ενεργές ρίζες, εποξειδία κ.ο.κ. Το ήπαρ έχει κομβικό ρόλο, στο μεταβολισμό των λιποδιαλυτών διαλυτικών ουσιών, παραφινικών ή αρωματικών.

Βεβαίως εάν η τοξική ουσία βρίσκεται σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στο αίμα, η διαρκής διέγερση των ηπατικών ενζυμικών συστημάτων οδηγεί σε ηπατοτοξικές βλάβες. Η ηπατοτοξικότητα των διάφορων χημικών ουσιών ποικίλει ανάλογα με τα ιδιαίτερα χημικά χαρακτηριστικά τους. Η παθολογοανατομική και η κλινικοεργαστηριακή εικόνα των τοξικών ηπατοπαθειών δεν είναι ειδική. Η πιο συχνή μορφολογική μεταβολή στις τοξικές ηπατοπάθειες, είναι η λιπώδης διήθηση, με οίδημα των ηπατοκυττάρων και διήθηση των μεσεγγυματικών στοιχείων του ηπατικού παρεγχύματος, με φλεγμονώδη κύτταρα. Οι νεκρώσεις των ηπατοκυττάρων έχουν μια κεντρολοβιώδη κατανομή. Από βιοχημική άποψη, οι τοξικές βλάβες στο ήπαρ εκδηλώνονται με μη ειδικές διαταραχές, όπως αύξηση των ηπατικών ενζύμων (SGPT, γGt, αλκαλική φωσφατάση), της χολερυθρίνης κ.α. Απεικονιστικά στο υπερηχογράφημα και στην αξονική τομογραφία, μπορεί να διαπιστώνεται αύξηση των ηπατικών ορίων με ευρήματα χαρακτηριστικά της λιπώδους διήθησης. Σε παρατεταμένες ή υποτροπιάζουσες εκθέσεις σε ηπατοτοξικούς παράγοντες, η κλινική εικόνα μπορεί να οδηγήσει σε κίρρωση.

Ιδιαίτερη σημασία αποκτά η ταυτόχρονη έκθεση σε εργασιακούς και εξωεργασιακούς ηπατοτοξικούς παράγοντες π.χ. κατάχρηση αλκοόλης ή η συνύπαρξη ηπατικών νοσημάτων μη τοξικής αιτιολογίας, π.χ. χρόνια ενεργός ηπατίτιδα Β ή C. Ο ρόλος του γιατρού εργασίας για να συνεκτιμήσει όλα αυτά τα φαινόμενα είναι πολύ σημαντικός.

Στο χώρο των διυλιστηρίων αρκετοί από τους χημικούς παράγοντες έκθεσης των εργαζομένων, έχουν και ηπατοτοξική δράση, ενώ οι περισσότεροι παραφινικοί και αρωματικοί υδρογονάνθρακες μεταβολίζονται στο ήπαρ. Κατά συνέπεια η παρακολούθηση της ηπατικής λειτουργίας των εργαζομένων αποτελεί ουσιαστικό μέρος της επίβλεψης της υγείας τους ώστε:

- να επιβεβαιώνεται η καλή ηπατική λειτουργία, απαραίτητη για το μεταβολισμό των χημικών βλαπτικών παραγόντων
- να διαγιγνώσκεται έγκαιρα και σε αναστρέψιμο στάδιο οποιαδήποτε ηπατοτοξική εκδήλωση.

Υπάρχουν ηπατοτοξικές ουσίες, π.χ. τα αλογονόμενα παράγωγα των αλειφατικών ή των ολεφινικών υδρογονανθράκων, λ.χ. τετραχλωράνθρακας, τα αναισθητικά χλωροφορμιο και αλο-

θάνιο, που σε υψηλές συγκεντρώσεις ή σε εκτιθέμενους με γενετικές ενζυμικές διαταραχές, μπορεί να οδηγήσουν σε οξεία ηπατική νέκρωση (οξεία κίτρινη ατροφία του ήπατος).

Αρκετές από τις ουσίες που υπάρχουν στο αργό πετρέλαιο ή εμφανίζονται ή και χρησιμοποιούνται στη διύλιση του, έχουν οξεία ή/και χρόνια ηπατοτοξική δράση, π.χ. τολουόλιο, ξυλόλιο, φαινόλη, διθειάνθρακας, μεθανόλη, ΠΑΥ.

7.5 Κηροζίνη – Καύσιμα Αεριοθούμενων

Η κηροζίνη είναι «γενικής χρήσης όρος» που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τα μέσης βαρύτητας κλάσματα (middle distillates), στη διύλιση του αργού πετρελαίου. Από άποψη παραγωγικής προέλευσης, οι κηροζίνες διακρίνονται σε, κηροζίνες από απ' απευθείας κλάσματα διύλισης (straight run distillates) και σε κηροζίνες από πυροδιάσπαση (cracked kerosene). Η διάκριση έχει τοξικολογική σημασία, διότι τα προϊόντα πυροδιάσπασης, κατά κανόνα περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις ΠΑΥ.

Όπως όλα τα κλάσματα της διύλισης ή της κατεργασίας αργού πετρελαίου, η κηροζίνη αποτελείται από αλειφατικούς, κυκλοαλειφατικούς και αρωματικούς υδρογονάνθρακες. Η κηροζίνη περιέχει υδρογονάνθρακες C_9C_{16} με ένα εύρος θερμοκρασίας απόσταξης 145 – 300 °C.

Επειδή το βενζόλιο και το εξάνιο έχουν σημείο ζέσης (βρασμού) 80 °C και 69 °C αντίστοιχα, το περιεχόμενο της κηροζίνης στις ουσίες αυτές είναι πάντοτε κάτω από 0,01% (CONCAWE).

Αντίθετα, επειδή οι ΠΑΥ 37 δακτυλίων, έχουν υψηλότερο σημείο ζέσης από τους 300 °C, περιέχονται στην κηροζίνη, όμως σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις, συχνά κάτω από τα όρια των μεθόδων ανίχνευσης (CONCAWE).

Για την εμπορική χρήση της κηροζίνης, οι ολεφίνες είναι ανεπιθύμητο προϊόν, διότι είναι ασταθείς και όταν καίγονται, δημιουργούν κολλώδη κατάλοιπα (gum). Οι κηροζίνες δεν περιέχουν πάνω από 5% ολεφίνες.

Οι αρωματικές ενώσεις της κηροζίνης είναι κυρίως αλκυλοβενζόλια και αλκυναφθαλένια, σε αθροιστική συγκέντρωση που δεν ξεπερνά το 25% κατ' όγκο.

Η κηροζίνη έχει ποικίλες χρήσεις, με πλέον σημαντικές:

- στην παραγωγή καυσίμων αεριοθούμενων
- σαν καύσιμο για οικιακή και βιομηχανική θέρμανση
- σαν βάση για παραγωγή διαφόρων βιομηχανικών διαλυτών
- σαν διαλύτης σε διάφορα ελαιολιπαντικά μηχανικών
- σαν φωτιστικό μέσο

Η Υπ. Απόφαση 265/2002 αναφέρει δύο τύπους κηροζίνης:

- «κηροζίνη απ' ευθείας απόσταξης»
- «κηροζίνη – μη προσδιοριζόμενη».

Στο Γλωσσάριο των Ελληνικών Πετρελαίων (ΕΛΠΕ) αναφέρεται για την κηροζίνη: «Κηροζίνη (Jet): μεσαίο κλάσμα πετρελαίου (βαρύτερο της βενζίνης και ελαφρότερο του ντήζελ) που χρησιμοποιείται στη θέρμανση, το φωτισμό και ως αεροπορικό καύσιμο».

Από την ειδική αναφορά 99/52 της CONCAWE, για τα δεδομένα της έκθεσης σε κηροζίνες και καύσιμα αεριοθούμενων σε διάφορους επαγγελματικούς χώρους, προκύπτει ότι δεν υπάρχουν δεδομένα για τους εργαζόμενους στα διυλιστήρια. Υπάρχουν πολλές μετρήσεις για εργαζομένους σε αεροδρόμια, εφοδιασμό αεριοθούμενων με καύσιμα, οδηγούς βυτιοφόρων οχημάτων μεταφοράς κ.ο.κ. Για τη βιολογική παρακολούθηση των εργαζομένων σε υδρογονάνθρακες της κηροζίνης, αναφέρει ότι δεν υπάρχουν δημοσιευμένες αναφορές.

Οξεία τοξική δράση των κηροζινών και των καυσίμων των αεριοθούμενων

Σε οξείες εκθέσεις από το αναπνευστικό, αναφέρθηκε ερεθιστική δράση, με βήχα και συσφιγκτικό αίσθημα στο θώρακα. Ερεθιστικού τύπου βήχας έχει περιγραφεί και σε χρόνια έκθεση. Σε οξείες εκθέσεις δια της εισπνοής, περιγράφονται σαφώς κλινικές εικόνες οξείας τοξικής εγκεφαλοπάθειας από διαλύτες, με ναυτία, εμέτους, διέγερση, σπασμούς, νάρκωση, κώμα. Οξεία ερεθιστική δράση παρατηρείται και από τα μάτια από την έκθεση σε ατμούς ή σταγονίδια κηροζινών και Jet Oils. Σε δερματική έκθεση, μπορεί να προκληθεί οξεία δερματίτιδα.

Χρόνια τοξική δράση των κηροζινών και των καυσίμων των αεριοθούμενων

Όπως προκύπτει από τη βιβλιογραφία αλλά και λόγω της περιεκτικότητας των κηροζινών και των Jet fuels σε χαμηλομοριακούς αλειφατικούς και αρωματικούς υδρογονάνθρακες, ότι σε χρόνια έκθεση, μπορεί να προκληθεί τοξική εγκεφαλοπάθεια ή τοξική πολυνευροπάθεια των διαλυτών.

Σε μέλη οικογενειών που μαγεύρουν με κηροζίνη, έχει περιγραφεί χρόνια βρογχίτιδα και χρόνιο βρογχικό άσθμα.

Επί χρόνιας δερματικής έκθεσης σε κηροζίνη και Jet Fuels, μπορεί να προκληθεί τοξική δερματοπάθεια, όπως περιγράφεται και στις βενζίνες.

Δεν υπάρχουν δεδομένα για την επίδραση της χρόνιας έκθεσης στο ήπαρ, στο αιμοποιητικό ή στο ανοσολογικό σύστημα των εκτεθειμένων.

Καρκινογένεση – κατάταξη από IARC

Το IARC αναφέρει ότι μια μελέτη κοορτής από τη σουηδική πολεμική αεροπορία, μεταξύ ανδρών εκτεθειμένων σε καύσιμα αεριοθούμενων, με παρακολούθηση για πάνω από δέκα έτη, δεν έδειξε αύξηση του κινδύνου προσβολής από καρκίνο. Μια άλλη μελέτη μαρτύρων-περιπτώσεων, έδειξε αύξηση του κινδύνου για καρκίνο του νεφρού, σε άνδρες που είχαν εκτεθεί σε καύσιμα αεριοθούμενων, με κάποια ένδειξη θετικής συσχέτισης δόσης-απόκρισης (dose-response).

Το IARC καταλήγει ότι: δεν υπάρχουν επαρκή δεδομένα για την καρκινογόνο δράση στον άνθρωπο των καυσίμων των αεριοθούμενων. Η ίδια αξιολόγηση (δηλ. μη επαρκή δεδομένα), αναφέρεται και για την καρκινογόνο δράση των καυσίμων των αεριοθούμενων στα πειραματόζωα.

Η ομάδα εργασίας του IARC, αφού πήρε υπόψη της τη μονογραφία για τις επαγγελματικές εκθέσεις στη διύλιση πετρελαίου, καταλήγει ότι υπάρχει περιορισμένη απόδειξη για την καρ-

κινογόνο δράση σε πειραματόζωα, της κηροζίνης (straight – run kerosene, hydrotreated kerosene).

Η Αμερικανική Εταιρεία Κυβερνητικών Υγιεινολόγων Βιομηχανίας (ACGIH) στον Κατάλογο του 2004 αναφέρει για την Κηροζίνη και τα Jet Fuels κατάταξη A3, δηλαδή καρκινογόνο στα πειραματόζωα¹.

Τέλος, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι σύμφωνα με τη γερμανική προσέγγιση, μείγματα με περιεκτικότητα σε βενζόλιο άνω του 0,1% θα πρέπει να εντάσσονται στις καρκινογόνες ουσίες. Είναι σταθερή θέση που επαναλαμβάνεται για όλα τα ενδιάμεσα και τα τελικά προϊόντα διύλισης του αργού πετρελαίου.

7.6 Πετρελαϊκά αέρια καύσιμα / Πετρέλαια θέρμανσης

Η ΥΑ 265/2002 χρησιμοποιεί τον όρο Πετρελαϊκά Αέρια. Χρησιμοποιείται, επίσης, ο όρος αερίελαια ή πετρελαέρια. Στη συνέχεια θα αναφερόμαστε στα αέρια αυτά με τη συντομογραφία Π/Α.

Τα Π/Α είναι μείγματα αλειφατικών, κυκλοαλειφατικών και αρωματικών υδρογονανθράκων C₁₁–C₂₅ ατόμων άνθρακα, με σημεία ζέσης (βρασμού) 150 – 450 °C. Η σύσταση των Π/Α ποικίλει ανάλογα με το αργό πετρέλαιο και τη διαδικασία παραγωγής τους. Στα Π/Α από πυροδιάσπαση (cracking) περιέχονται και ολεφίνες. Η απαίτηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης να περιέχουν τα καύσιμα έλαια θείο λιγότερο από 0,05%, οδηγεί στην κυκλοφορία μειγμάτων Π/Α, με μικρό ποσοστό κλασμάτων από πυροδιάσπαση.

Τα Π/Α περιέχουν σε ποικίλα ποσοστά ΠΑΥ, ανάλογα με την προέλευση του αργού, τη διαδικασία διύλισης από την οποία προέρχονται και τα διάφορα μείγματα που χρησιμοποιούνται. Τα Π/Α από ελαφρά κλάσματα της ατμοσφαιρικής απόσταξης, περιέχουν ΠΑΥ 23 δακτυλίων (μικρότερης επικινδυνότητας για την υγεία). Τα Π/Α από βαρύτερα κλάσματα ατμοσφαιρικής απόσταξης και πυροδιάσπασης, περιέχουν ΠΑΥ κυρίως 46 δακτυλίων (πιο επικίνδυνων για την υγεία).

Τα εμπορικά προϊόντα Π/Α περιέχουν διάφορα πρόσθετα (additives) για τη βελτίωση ή την προσθήκη ιδιοτήτων. Στον Ευρωπαϊκό Κατάλογο EINECS, όπως η CONCAWE αναφέρει στην αναφορά 95/107, περιέχονται στον όρο GAS OILS 68 καταχωρήσεις. Γενικά τα Π/Α ανάλογα με την εμπορική τους χρήση κατατάσσονται:

- σε καύσιμα για αυτοκίνηση με μηχανές ντήζελ, για διάφορους τύπους μηχανών οχημάτων και σιδηροδρομικών μηχανών έλξης
- σε καύσιμα έλαια για θέρμανση οικιακής και βιομηχανικής χρήσης
- σε καύσιμα μηχανών πλοίων (marine fuels).

1. Το Εθνικό Πρόγραμμα Τοξικολογίας (National Toxicology Program) των ΗΠΑ δεν συμπεριλαμβάνει τα Jet Fuels στα καρκινογόνα (πηγή: CHEMINFO).

Τοξικές επιδράσεις των Π/Α (καύσιμων ελαίων)

Για τις τοξικές ιδιότητες των καύσιμων ελαίων έχουν ιδιαίτερη σημασία:

η σύνθεσή τους σε αλειφατικούς και κυκλοαλειφατικούς υδρογονάνθρακες μικρότερου, (Fuel Oil No 1–Κηροζίνη, C_9 – C_{16}) ή μεγαλύτερου μοριακού βάρους (Fuel Oil No 2, C_{11} – C_{20}), διότι επηρεάζεται σημαντικά η πτητικότητά τους

- το περιεχόμενό τους σε αρωματικά
- το περιεχόμενό τους σε ΠΑΥ.

Για τις τοξικές δράσεις των κηροζινών, παραπέμπουμε στο αντίστοιχο προηγούμενο υποκεφάλαιο.

Τα βαρύτερα καύσιμα έλαια έχουν μικρή πτητικότητα και η έκθεση των εργαζομένων στα διυλιστήρια δεν αναμένεται σημαντική.

Από εκτεταμένες in vivo μελέτες σε πειραματόζωα, όπως προκύπτει από την αναφορά 95/107 της CONCAWE, τα καύσιμα έλαια:

- προκαλούν τοξική δερματοπάθεια σε οξεία και χρόνια έκθεση
- προκαλούν καρκίνους του δέρματος αποδιδόμενους κυρίως στους ΠΑΥ που περιέχουν
- έχουν οξεία ερεθιστική δράση στο δέρμα, στους επιπεφυκότες και στους βλεννογόνους του ανωτέρου αναπνευστικού και πεπτικού.

Για τις τοξικές επιδράσεις των καύσιμων ελαίων στον άνθρωπο, δεν υπάρχουν μελέτες επαγγελματικής έκθεσης αποκλειστικά σ' αυτά. Υπό κανονικές συνθήκες αποθήκευσης και χρήσης, λόγω της χαμηλής πτητικότητας, δεν αναμένονται υψηλές συγκεντρώσεις ατμών. Υπό συνθήκες όμως υψηλής θερμοκρασίας και κακού αερισμού, μπορεί να υπάρξουν υψηλές εκθέσεις σε ατμούς υδρογονανθράκων, που να προκαλέσουν φαινόμενα ναρκωτικής δράσης στο ΚΝΣ, έως την απώλεια συνείδησης ή και την παράλυση του κέντρου της αναπνοής. Σε εκθέσεις σταγονιδίων πολύ πάνω από το όριο των 5mg/m³, μπορεί να εκδηλωθούν φαινόμενα ερεθισμού των ανωτέρων αναπνευστικών οδών.

Οι περιπτώσεις δηλητηριάσεων διά της κατάποσης, δεν αφορούν συνήθως τους χώρους εργασίας. Στη λήψη από του στόματος υπάρχει πάντα ο κίνδυνος της πνευμονικής εισρόφησης των καύσιμων ελαίων, με ενδεχόμενα τις σοβαρές επιπτώσεις στους πνεύμονες. Οι οξείες δηλητηριάσεις από κατάποση συνοδεύονται από ερεθισμό του στοματοφάρυγγα και του γαστρεντερικού σωλήνα με την αντίστοιχη συμπτωματολογία.

Η χρόνια δερματική έκθεση σε καύσιμα έλαια, μπορεί να προκαλέσει χρόνια τοξική δερματοπάθεια με ξήρανση του δέρματος και ραγάδες. Η οξεία διαβροχή του δέρματος, ενδέχεται να προκαλέσει ερεθισμό και οξεία τοξική δερματίτιδα. Ο άμεσος καθαρισμός και το πλύσιμο του δέρματος με χλιαρό νερό και ήπια γαλακτώματα, θα προλάβει ή θα περιορίσει τη βλάβη.

Η έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις σταγονιδίων ή ατμών καύσιμων ελαίων, μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό των επιπεφυκώτων με ερυθρότητα, πόνο και δακρύρροια.

Η χρόνια δερματική έκθεση σε καύσιμα έλαια, υπό συνθήκες κακής ατομικής υγιεινής, μπορεί να οδηγήσει σε ακμοειδή εξανθήματα, θυλακίτιδες, κομεδόνες, που να εξελιχθούν τελικά σε καρκίνο του δέρματος. Ιδιαίτερη σημασία για την εξέλιξη αυτή, έχει το περιεχόμενο του μείγματος σε ΠΑΥ.

Κατάλογος IARC

Το IARC στον τόμο 45 (1989) έχει δύο καταχωρήσεις για καύσιμα έλαια ως εξής:

1η: Fuel Oils (Heating Oils)

Residual (heavy) fuel oils (Group 2 B)

Distillate (light) Fuel Oils (Group 3)

2η: Diesel Fuels

Marine Diesel Fuel (Group 2 B)

Distillate light Fuel (Group 3)

Ουσιαστικά πρόκειται για την αξιολόγηση με κριτήριο το ποσοστό των περιεχομένων ΠΑΥ σε κάθε προϊόν.

Τα προϊόντα από υπολείμματα και όχι από ευθέα κλάσματα απόσταξης, κατατάσσονται στην ομάδα των ουσιών με «επαρκείς αποδείξεις» για καρκινογόνο δράση σε πειραματόζωα, π.χ. το καύσιμο έλαιο για τις μηχανές των πλοίων (Marine Diesel Fuel), εντάσσεται στην ομάδα 2B, ενδεχόμενα καρκινογόνο για τον άνθρωπο.

Τα κλάσματα από απόσταξη (Distillate light fuels), θεωρούνται μη κατατάξιμα (not classifiable), σε ότι αφορά την καρκινογόνο δράση τους στον άνθρωπο.

7.7 Μαζούτ

Στην Υπ. Απόφαση 265/2002, υπάρχει ο όρος Βαρύ Μαζούτ. Στο Γλωσσάριο των ΕΛΠΕ υπάρχει καταχώρηση «Μαζούτ ναυτιλίας. Μαζούτ (πετρέλαιο εξωτερικής καύσης) ειδικών προδιαγραφών που χρησιμοποιείται ως καύσιμο κίνησης πλοίων (BFO – Bunker Fuel Oil)».

Ιστορικά, το μαζούτ ήταν προϊόν της ατμοσφαιρικής απόσταξης. Σήμερα παράγεται από κατάλοιπα (residues) της απόσταξης κενού και από τα κατάλοιπα της θερμικής και της καταλυτικής πυροδιάσπασης (cracking). Αυτό έχει σαν συνέπεια τα μαζούτ αυτά, να έχουν υδρογονάνθρακες περισσότερων ατόμων άνθρακα και μεγαλύτερου μοριακού βάρους. Η πυκνότητα ορισμένων τύπων μαζούτ μπορεί να ξεπερνάει τη μονάδα.

Γενικά, τα μαζούτ είναι περίπλοκα μείγματα υδρογονανθράκων υψηλού μοριακού βάρους, με σημείο ζέσης (βρασμού) 350-650 °C. Περιέχουν επίσης ασφαλτένια και μικρότερες συγκεντρώσεις ετεροκυκλικών ενώσεων με θείο, άζωτο και οξυγόνο.

Τα ασφαλτένια είναι πολώμενες, αρωματικές ουσίες πολύ υψηλού μοριακού βάρους (2000-5000), που θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για να διατηρούνται σε υγρή κατάσταση.

Στα μαζούτ βρίσκονται, επίσης, οργανομεταλλικές ενώσεις προερχόμενες από το αργό πετρέλαιο. Πιο σημαντικές είναι οι οργανικές ενώσεις του βαναδίου. Από ορισμένες πετρελαιοπηγές, όπως του Μεξικού και της Καραϊβικής, το αργό πετρέλαιο περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις βαναδίου. Το βανάδιο στις διαδικασίες καύσης και στα boilers μαζί με άλλες μεταλλικές ενώσεις, σχηματίζει στάχτες (ashes) υψηλού σημείου τήξης, που δρουν διαβρωτικά στις βαλβίδες. Άλλα μέταλλα που βρίσκονται στα μαζούτ είναι το νικέλιο, ο σίδηρος και το αργίλιο. Περιέχονται επίσης νάτριο, κάλιο και πυρίτιο. Το αργίλιο και το πυρίτιο προέρχονται κυρίως από τους καταλύτες της διύλισης.

Ιδιαίτερα θα πρέπει να επισημανθεί ότι στις δεξαμενές αποθήκευσης μαζούτ, στην άνω επιφάνεια αθροίζεται υδρόθειο (H_2S) σε υψηλές συγκεντρώσεις. Προέρχεται από τη θέρμανση του μαζούτ και τη διάσπαση θειούχων ενώσεων. Στον ίδιο χώρο μπορεί να υπάρχουν ατμοί από υδρογονάνθρακες χαμηλού μοριακού βάρους.

Ανάλογα με την προέλευση του μαζούτ, ποικίλει και η συγκέντρωση των πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων (Π.Α.Υ.) 37 αρωματικών δακτυλίων στο προϊόν. Τα μαζούτ από ατμοσφαιρική απόσταξη ή από απόσταξη κενού περιέχουν ΠΑΥ 68%. Αντίθετα εάν προέρχεται από πυροδιάσπαση το ποσοστό των ΠΑΥ μπορεί να φτάσει το 20%.

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι η πτητικότητα των υδρογονανθράκων του μαζούτ είναι πολύ χαμηλή. Βεβαίως στις συνθήκες αποθήκευσης υπό θέρμανση, μπορεί να εμφανίζονται ατμοί και σταγονίδια από το μαζούτ, που μπορούν να δράσουν ερεθιστικά στους βλεννογόνους των ματιών και του ανώτερου αναπνευστικού.

Οι εκθέσεις δια της εισπνοής σε συνήθεις εργασιακές συνθήκες είναι ελάχιστες. Δεν ισχύει το ίδιο για τις εργασίες συντήρησης ή εισόδου στις δεξαμενές, όπου υφίσταται άμεσος κίνδυνος έκθεσης σε υδρόθειο και πτητικούς πετρελαϊκούς υδρογονάνθρακες.

Τα ενδιαμέσα προϊόντα διύλισης για τη δημιουργία των μειγμάτων μαζούτ είναι ποικίλα. Τα πλέον σημαντικά είναι:

- μακρό υπόλειμμα (Long Residue), από την ατμοσφαιρική απόσταξη (το «ιστορικό» κλάσμα μαζούτ)
- βραχύ υπόλειμμα (Short Residue), από την απόσταξη κενού
- υπόλειμμα από την ιξωδόλυση ή την πυροδιάσπαση (Thermal Cracker or Visbreaker Residue)
- έλαιο από «λάσπη» της καταλυτικής πυροδιάσπασης (Cat Cracker Slurry Oil [clarified oil])
- πετρελαέριο από ιξωδόλυση ή θερμική πυροδιάσπαση (Thermally Cracked or Visbreaker Gas Oil)
- έλαιο από καταλυτική πυροδιάσπαση (Cat Cracker Cycle Oil)
- κηροζίνη (Kerosine)
- πετρελαέριο-αεριέλαιο (Gas Oil) από ατμοσφαιρική απόσταξη
- πετρελαέριο από απόσταξη κενού (Vacuum Gas Oil).

Τοξική δράση των μαζούτ

Όπως αναφέρθηκε, λόγω της πολύ χαμηλής πτητικότητας και της διατήρησής τους σε κλειστά συστήματα, η έκθεση σε ατμούς από τα μαζούτ, στο χώρο των διυλιστηρίων υπό κανονικές συνθήκες, είναι πολύ μικρή.

Βεβαίως, στο άνω μέρος των δεξαμενών μπορεί να συγκεντρώνεται υδρόθειο σε υψηλές συγκεντρώσεις και πτητικοί υδρογονάνθρακες. Η είσοδος στις δεξαμενές χωρίς την κατάλληλη προετοιμασία και τη λήψη των αναγκαίων μέτρων προστασίας μπορεί να οδηγήσει σε οξείες δηλητηριάσεις από υδρόθειο.

Η στοματική λήψη μαζούτ λόγω της διακίνησης τους ζεστών, είναι ελάχιστα πιθανή.

Σε περίπτωση οξείας δερματικής έκθεσης υπάρχει σοβαρός κίνδυνος εγκαυμάτων.

Η χρόνια άμεση έκθεση σε μαζούτ λόγω της θερμοκρασίας του και της δυσσομίας του δεν είναι πιθανή. Όταν υπάρχει «έμμεση» έκθεση, π.χ. από χρήση διαποτισμένων από μαζούτ ενδυμάτων εργασίας, σε συνδυασμό με συνθήκες κακής ατομικής υγιεινής, μπορεί να προκληθεί τοξική δερματίτιδα εξ επαφής. Εάν η έκθεση είναι μακρόχρονη, μπορεί να εγκατασταθεί τοξική δερματοπάθεια με ξηροδερμία και ραγάδες ή να εμφανιστεί ακμή (oil acne) και θυλακίτιδα. Υπό αυτές τις συνθήκες χρόνιας έκθεσης, είναι δυνατό, εξαιτίας των περιεχομένων ΠΑΥ των μαζούτ, να προκληθούν καρκίνοι του δέρματος.

Οξεία έκθεση των ματιών σε πιτσιλίσματα (splashes) από μαζούτ, μπορεί να προκαλέσει ερεθισμούς και θερμικές βλάβες.

Κατάταξη IARC

Όπως αναφέρθηκε στο αντίστοιχο υποκεφάλαιο για τα πετρελαϊκά αέρια – καύσιμα έλαια, το IARC καταχωρεί τα καύσιμα έλαια προερχόμενα από υπολείμματα απόσταξης στην κατηγορία 2B – ενδεχόμενα καρκινογόνα για τον άνθρωπο.

Τα Residual (heavy) Fuel Oils και τα Marine Diesel Fuels στις εν λόγω καταχωρήσεις τους 1989, εντάσσονται επίσης στην Κατηγορία 2B.

7.8 Ορυκτέλαια

Ο όρος ορυκτέλαια (mineral oils) περιλαμβάνει ελαιολιπαντικά (lubricating oils) μηχανημάτων, που προέρχονται από τη διύλιση πετρελαίου. Ελαιολιπαντικά μηχανών και μηχανημάτων, μπορεί να έχουν και άλλη προέλευση εκτός από το αργό πετρέλαιο, π.χ. φυτικής προέλευσης, συνθετικά, για τα οποία δε γίνεται αναφορά στην παρούσα μελέτη, ούτε στην αντίστοιχη αναφορά της CONCAWE 97/108.

Στο «Γλωσσάριο» των ΕΛΠΕ δεν περιλαμβάνεται ο όρος ορυκτέλαια, ενώ στην Υπ. Απόφ. 265/2002 υπάρχουν δύο καταχωρήσεις στην οικογένεια 649 του παραρτήματος

- βασικό ορυκτέλαιο, μη εξευγενισμένο ή ελαφρώς εξευγενισμένο
- βασικό ορυκτέλαιο μη προσδιοριζόμενο.

Τα ορυκτέλαια προέρχονται από τη διαδικασία της απόσταξης κενού του αργού πετρελαίου. Για να τους προσδώσουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, απαραίτητα για τη χρήση τους, τα ορυκτέλαια υφίστανται στη συνέχεια διάφορες επεξεργασίες. Τα ελαιολιπαντικά από το υπόλειμμα της απόσταξης κενού υποβάλλονται σε:

- απασφάλτωση του υπολείμματος της απόσταξης κενού με υγρό προπάνιο, που καθιζάνει τις ρητίνες και τα ασφαλτένια,
- στη συνέχεια το κλάσμα υφίσταται εκχύλιση με διαλύτες ή υδρογόνωση, για τη μείωση των αρωματικών υδρογονανθράκων.

Τα ελαιολιπαντικά Lubricating Oil Basestocks περιέχουν κυρίως υδρογονάνθρακες όπως επίσης και κάποιες ενώσεις θείου και υδρογόνου και ίχνη μετάλλων. Οι υδρογονάνθρακες είναι πολύπλοκοι, από διάφορα μείγματα αλειφατικών, κυκλοαλειφατικών και αρωματικών με άτομα άνθρακα C₁₅–C₅₀. Προέρχονται από απόσταξη κενού και έχουν σημείο ζέσης (βρασμού)

300-600 °C. Όσα προέρχονται από κατεργασία του υπολείμματος της απόσταξης κενού, έχουν υψηλότερο σημείο ζέσης, που μπορεί να φτάσει τους 800 °C.

Ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε παραφινικούς ή αρωματικούς υδρογονάνθρακες, επηρεάζεται η γλοιότητά τους. Οι παραφινικοί προσδίδουν μεγαλύτερη γλοιότητα, στο μείγμα.

Διακρίνονται ως προς τη γλοιότητά τους σε:

- υψηλού δείκτη γλοιότητας (ΥΔΓ) πλούσια, σε παραφίνες
- χαμηλού δείκτη γλοιότητας (ΧΔΓ) πλούσια σε αρωματικά και κυκλοπαραφίνες
- ενδιάμεσου δείκτη γλοιότητας (ΕΔΓ), ενδιάμεσα μεταξύ των δύο.

Σημειώνεται ότι τα ΥΔΓ είναι χημικά σταθερότερα σε σχέση με τα ΧΔΓ ελαιολιπαντικά.

Ανάλογα με το βαθμό διύλισής τους, καθορίζεται και το περιεχόμενό τους σε ΠΑΥ 46 αρωματικών δακτυλίων, που έχουν ιδιαίτερη σημασία για την τοξικότητά τους. Η έντονη εκχύλιση με διαλύτες (solvent extraction) ή και η υδρογονοεπεξεργασία (hydrotreating), μειώνουν τους ΠΑΥ και τα αρωματικά γενικότερα σε σημαντικό βαθμό. Υπάρχουν διαδικασίες διύλισης των ελαιολιπαντικών αυτών, που μπορούν να απομακρύνουν σχεδόν πλήρως τα αρωματικά και να παράγουν προϊόντα υψηλής καθαρότητας για ιατρική χρήση (white oils).

Στην τοξικολογική αξιολόγηση των ελαιολιπαντικών αυτών από την CONCAWE, δε λαμβάνονται υπόψη τα έτοιμα προϊόντα, διότι τα χρησιμοποιούμενα πρόσθετα, μπορούν να ποικίλουν και να τροποποιήσουν τις τοξικές ιδιότητές τους.

Τα ελαιολιπαντικά αυτά δεν είναι πτητικά και στις συνήθεις συνθήκες παραγωγής σε κλειστές διαδικασίες, δεν αποτελούν ιδιαίτερο κίνδυνο. Στους χώρους παραγωγής, η έκθεση μπορεί να είναι δια της εισπνοής σταγονιδίων (mists) ή δερματική. Δεν υπάρχουν πολλές εργασίες για τους κίνδυνους της υγείας στην παραγωγή τέτοιου είδους ελαιολιπαντικών.

Για την έκθεση των εργαζομένων σε ορυκτέλαια, σημασία έχουν τα σταγονίδια (oil mists) και οι ατμοί, που παράγονται κατά τη μηχανική και τη θερμική καταπόνηση των ορυκτέλαιων. Στις εργαλειομηχανές η διάμετρος των σταγονιδίων είναι αναπνεύσιμη. Επισημαίνεται ότι η σύνθεση των ελαιολιπαντικών μετά τη χρήση, μπορεί να διαφέρει από την αρχική τους. Με την παραγόμενη θερμότητα λόγω τριβής, είτε εξατμίζονται πτητικά συστατικά τους, είτε άλλα διασπώνται από τις υψηλές θερμοκρασίες.

Τοξικές επιδράσεις

Είναι επιβεβαιωμένη η τοξική δράση των ορυκτέλαιων στο δέρμα. Οι δερματικές εκδηλώσεις συνδυάζονται με τις κακές συνθήκες ατομικής υγιεινής. Οι μελέτες που αναφέρονται στις ανασκοπήσεις του IARC και της CONCAWE, αλλά και στις οδηγίες της OSHA για τα ορυκτέλαια, δεν προέρχονται από διυλιστήρια. Γενικά, τα ελαιολιπαντικά base stocks από το αργό πετρέλαιο μπορούν να προκαλέσουν χρόνιες τοξικές δερματοπάθειες. Επί μακρόχρονης υψηλής έκθεσης ιδίως σε προϊόντα χαμηλής διύλισης, μπορεί να προκληθούν στο δέρμα ακμοειδή εξανθήματα, χρόνιες θυλακίτιδες, κομεδόνες. Τα χαμηλής διύλισης ελαιολιπαντικά base stocks μπορεί να προκαλέσουν καρκίνο του δέρματος σε πειραματόζωα. Η καρκινογόνος δράση αποδίδεται στους ΠΑΥ. Υπάρχουν πολλές δημοσιεύσεις για την πρόκληση καρκίνων του δέρματος και του οσχέου από τη μακρόχρονη έκθεση σε ορυκτέλαια, σε συνδυασμό με κακές συνθήκες υγιεινής.

Δεν υπάρχουν μελέτες των επιδράσεων στον άνθρωπο για τη χρόνια έκθεση σε σταγονίδια ελαιολιπαντικά base stocks στα διυλιστήρια. Οι δημοσιεύσεις για την πρόκληση καρκίνου του πνεύμονα, από χρόνια εισπνοή σταγονιδίων ορυκτέλαιων που ανασκοπεί το IARC, (Volume 33, 1984), αφορούν εργαζόμενους στην εκτύπωση εφημερίδων. Βεβαίως το IARC προσθέτει, ότι στις στατιστικές θνησιμότητας του Ηνωμένου Βασιλείου και των ΗΠΑ, έχουν καταγραφεί αυξημένες συχνότητες καρκίνων του δέρματος και των πνευμόνων, σε επαγγέλματα αυξημένης έκθεσης σε ορυκτέλαια. Η καρκινογόνος δράση αποδίδεται στους ΠΑΥ, που περιέχουν τα χαμηλής και μέσης διύλισης ορυκτέλαια.

Παρατεταμένες ή επαναλαμβανόμενες εκθέσεις σε σταγονίδια ορυκτέλαιων, γενικά είχαν χαμηλή τοξικότητα. Η συγκέντρωση σταγονιδίων ορυκτέλαιων στους πνεύμονες μπορεί να προκαλέσει λιποειδικά κοκκιώματα. Αυτό μπορεί να συμβεί σε εκθέσεις υψηλών συγκεντρώσεων σταγονιδίων ορυκτέλαιων, π.χ. 100mg/m³. Η χρόνια έκθεση σε χαμηλές συγκεντρώσεις σταγονιδίων ορυκτέλαιων κατά την CONCAWE, δε φαίνεται να προκαλεί τοξικές βλάβες.

Στις οδηγίες της OSHA για τα ορυκτέλαια αναφέρεται ότι:

- ορισμένα ορυκτέλαια είναι καρκινογόνα για τον άνθρωπο
- έκθεση σε σταγονίδια ορυκτέλαιων (oil mists) μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό στα μάτια, στο δέρμα και στην ανώτερη αναπνευστική οδό, όπως επίσης επιδράσεις στο ΚΝΣ, ενώ η έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις σταγονιδίων μπορεί να οδηγήσει σε πονοκέφαλους, ζάλη και σύγχυση (drowsiness)
- η ACGIH παρουσιάζει μια περίπτωση λιποειδικής πνευμονίας σε εργαζόμενο με έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις ορυκτέλαιων σε πλημμελώς αεριζόμενο χώρο
- εισρόφηση σταγονιδίων ορυκτέλαιων στους πνεύμονες μπορεί να οδηγήσει σε χημική πνευμονία με πυρετό και κυάνωση, που ενδέχεται να επιμολυνθεί δευτερογενώς
- στοματική λήψη ορυκτέλαιων μπορεί να προκαλέσει καύσος στο στοματοφάρυγγα και το στομάχι, ακολουθούμενο από έμετο, διάρροια και μετεωρισμό.

Αξιολόγηση του IARC (1984)

Η εισπνοή, η εισρόφηση και η στοματική λήψη που οδηγεί σε εισρόφηση λευκών ορυκτέλαιων και παραφινέλαιου ιατρικής και διατροφικής χρήσης, μπορεί να οδηγήσει σε λιποειδική πνευμονία και λιποειδικά κοκκιώματα (των πνευμόνων).

- Υπάρχουν επαρκείς αποδείξεις για την καρκινογόνο δράση σε πειραματόζωα:
 - ✓ των ακατέργαστων κλασμάτων της απόσταξης κενού
 - ✓ των κατεργασμένων με οξέα ορυκτέλαιων
 - ✓ των αρωματικών ορυκτέλαιων, συμπεριλαμβανομένων των εκχυλισμάτων από κατεργασία με διαλύτες κλασμάτων και των κλασμάτων από καταλυτική πυρόλυση με υψηλό σημείο ζέσης (βρασμού).
- Υπάρχουν επαρκείς αποδείξεις ότι τα ελαφράς κατεργασίας με διύλιση με διαλύτες είναι καρκινογόνα σε πειραματόζωα.
- Υπάρχουν επαρκείς αποδείξεις ότι τα ελαφρώς υδρογόνο-επεξεργασμένα ορυκτέλαια είναι καρκινογόνα σε πειραματόζωα.
- Τα υπάρχοντα δεδομένα είναι ανεπαρκή για να επιτρέψουν την αξιολόγηση των υψη-

λής υδρογονοεπεξεργασίας ορυκτέλαιων σε ότι αφορά την καρκινογόνο δράση τους σε πειραματόζωα.

- Υπάρχουν επαρκείς αποδείξεις για την καρκινογόνο δράση σε πειραματόζωα ενός δείγματος χρησιμοποιημένων ορυκτέλαιων από βενζινοκινητήρες.
- Δεν υπάρχουν αποδείξεις για την καρκινογόνο δράση των λευκών ελαίων (white oils) σε πειραματόζωα.
- Υπάρχουν περιορισμένες αποδείξεις για την καρκινογόνο δράση ορισμένων λιπαντικών εργαλειομηχανών (cutting oils).

Σημείωση. Επειδή δεν υπάρχουν μελέτες έκθεσης ανθρώπων σε μεμονωμένες κλάσεις ορυκτέλαιων, είναι εύλογο για πρακτικούς σκοπούς, να θεωρηθούν τα κλάσματα, για τα οποία υπάρχουν επαρκείς αποδείξεις της καρκινογόνου δράσης τους σε πειραματόζωα, σαν παράγοντες κινδύνου για καρκινογένεση στον άνθρωπο.

Υπάρχει μια ακόμη αξιολόγηση του IARC για τα ορυκτέλαια στο Συμπλήρωμα 7:(1987), όπου αναφέρεται ότι:

- τα ορυκτέλαια χωρίς κατεργασία ή με ελαφρά κατεργασία (untreated and mildly treated) κατατάσσονται στην Ομάδα 1, δηλαδή καρκινογόνα για τον άνθρωπο
- τα υψηλής διύλισης (Highly Refined Oils) κατατάσσονται στην Ομάδα 3, δηλαδή μη κατατάξιμα (not classifiable) σε ότι αφορά την δράση τους στον άνθρωπο.

7.9 Πετρελαιοί Κηροί και Συγγενή Προϊόντα

Πρόκειται για προϊόντα που παράγονται από το αργό πετρέλαιο κυρίως παραφινικού τύπου. Από χημική άποψη είναι παραφινικοί υδρογονάνθρακες ευθείας ή διακλαδούμενης (branched) αλυσίδας ή κυκλοαλκάνια με αριθμό ατόμων άνθρακα $C_{12}-C_{85}$.

Η CONCAWE στην αναφορά 99/110 ομαδοποιεί τους πετρελαϊκούς κηρούς (Π/Κ) ως εξής:

- παραφινικοί κηροί (paraffinic waxes)
- μικροκρυσταλλικοί κηροί (microcrystalline waxes)
- χαλαροί κηροί (slack waxes)
- βαζελίνες (petrolatums).

Επίσης, υπάρχει και ένας τύπος κηρών με ενδιάμεσα χαρακτηριστικά των παραφινικών και των μικροκρυσταλλικών κηρών, που ονομάζονται ενδιάμεσοι κηροί (intermediate waxes).

Οι κηροί περιέχονται σαν συστατικά στο αργό πετρέλαιο. Λαμβάνονται από τα παραφινικά του κλάσματα στη διαδικασία παραγωγής ελαιολιπαντικών (lubricating oils) από αργό πετρέλαιο.

Τοξικότητα των κηρών

Γενικά, είναι προϊόντα χαμηλής τοξικότητας με LD_{50} 3,7gr/kgt και πάνω.

Οι βλάβες που ενδέχεται να προκαλέσουν οι κηροί, προέρχονται από την επαφή τους με το δέρμα. Διάφορες μελέτες σε πειραματόζωα με διάφορους τύπους κηρών, έδειξαν, από ανύπαρ-

κτη ή ελάχιστα ερεθιστική, έως καρκινογόνο για το δέρμα δράση, ανάλογα με το προϊόν. Οι καρκίνοι του δέρματος από χρόνια έκθεση σε κηρούς, θα πρέπει να αποδοθούν στους ΠΑΥ.

Παλαιότερα η βαζελίνη χρησιμοποιούνταν σαν ουσία φορέας στα δερματικά τεστ (patch tests). Επειδή παρατηρήθηκαν αλλεργίες σε μεμονωμένα περιστατικά, εγκαταλείφθηκε για τη συγκεκριμένη χρήση.

Οι ατμοί από την υπερθέρμανση κηρών, ασκούν ερεθιστική δράση στο ανώτερο αναπνευστικό και πεπτικό σύστημα και στα μάτια.

7.10 Πετρελαϊκή πίσσα και προϊόντα πίσσας

Στα ελληνικά δεν έχουμε υπ' όψη μας όρους που να αποδίδουν όλο το φάσμα των προϊόντων που καλούμε πίσσα. Στην Ευρώπη και στο μεγαλύτερο μέρος του κόσμου εκτός των ΗΠΑ, με τον όρο Bitumen=Πίσσα εννοείται: «Ένα μαύρο ή σκούρο καφέ στερεό ή ημίρρευστο θερμοπλαστικό υλικό, με αδιάβροχες και συγκολλητικές ιδιότητες. Προέρχεται από τις διαδικασίες διύλισης πετρελαίου. Πρόκειται για περίπλοκο συνδυασμό οργανικών ενώσεων με σχετικά υψηλή αναλογία υδρογονανθράκων με αριθμό ατόμων άνθρακα πάνω από 25(>C₂₅) και αυξημένη σχέση άνθρακα προς υδρογόνο. Περιέχει επίσης ίχνη μετάλλων όπως νικέλιο, σίδηρο και βανάδιο. Είναι ουσιαστικά μη πτητικό σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος και διαλύεται από το διθειάνθρακα».

Υπάρχουν στη φύση υλικά με τα ίδια χαρακτηριστικά, η φυσική πίσσα, που δεν απασχολούν τη μελέτη μας, αφού δεν είναι προϊόντα διύλισης αργού πετρελαίου.

Η «**άσφαλτος**» αναφέρεται σε ένα μείγμα πίσσας, όπως ορίστηκε πιο πάνω, με αδρανή υλικά, όπως πέτρες, άμμο και άλλα υλικά παραγεμίσματος (fillers) κ.ο.κ. Στις ΗΠΑ, χρησιμοποιείται για το προϊόν της πίσσας, του προαναφερθέντος ορισμού, ο όρος «άσφαλτος».

Υπάρχουν και άλλα προϊόντα, κυρίως από απόσταξη άνθρακα, που ονομάζονται πίσσες. Για παράδειγμα η coal tar=λιθανθρακόπισσα στα ελληνικά. Επίσης προϊόντα από την απόσταξη, διάσπαση ή αποδομή του άνθρακα ή προϊόντα ανάμιξης της πίσσας (bitumen) με αυτά τα υλικά από άνθρακα (coal tar), που επίσης ονομάζονται πίσσες.

Τέλος, στην αγγλική υπάρχει και ο όρος pitches που επίσης μεταφράζεται στα ελληνικά σαν πίσσα. Στο Γλωσσάριο των ΕΛΠΕ και στην Υπ. Απόφ. 265/2002 συμπεριλαμβάνεται ο όρος πίσσα. Για τις ανάγκες της μελέτης όταν χρησιμοποιούμε τον όρο «πίσσα», εννοούμε τη «bitumen» όπως ορίστηκε πιο πάνω.

Η όλη επίμονη στην ονοματολογία οφείλεται στο ότι η πίσσα (bitumen), περιέχει πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις ΠΑΥ, σε αντίθεση με τη λιθανθρακόπισσα (coal tar) και τις πίσσες τις προερχόμενες από τον άνθρακα.

Ανάλογα με την παραγωγική διαδικασία οι πίσσες από αργό πετρέλαιο διακρίνονται σε 3 κύριους τύπους. Πολλά προϊόντα πίσσας στο εμπόριο, είναι παρασκευάσματα με βάση την πίσσα (bitumen) και μόνο μια γενική κατάταξη και προσέγγιση μπορεί να γίνει. Η CONCAWE διακρίνει 4 βασικούς τύπους των παρασκευασμάτων αυτών: Cutback Bitumens, Fluxed Bitumens, Bitumen Emulsions, Modified Bitumens.

Τοξικές επιδράσεις της πίσσας

Η πίσσα είναι προϊόν που διακινείται σε θερμοκρασία $>100\text{ }^{\circ}\text{C}$ για να διατηρείται σε υγρή φάση. Οι τοξικές της επιδράσεις προέρχονται είτε από τη δερματική έκθεση σε «συμπυκνώματα ατμών πίσσας», είτε από την εισπνοή ατμών πίσσας. Καθοριστικός παράγοντας για την τοξικότητα της πίσσας είναι η συγκέντρωση των ΠΑΥ που περιέχει. Γενικά οι πίσσες από την απόσταξη πετρελαίου, έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε ΠΑΥ, σε αντίθεση με τη λιθανθρακόπισσα και τα άλλα εμπορικά παρασκευάσματα πίσσας από άνθρακα.

Δεν υπάρχουν εργασίες από εργαζόμενους διυλιστηρίων που έχουν εκτεθεί σε προϊόντα πίσσας. Υπάρχει εκτεταμένη βιβλιογραφία από εργαζόμενους σε εργοστάσια παραγωγής (ανάμιξης) πίσσας και από εργασίες εφαρμογής, κυρίως ασφαλτοστρώσεις και στεγανοποιήσεις ταρατσών. Σημαντικότερος παράγοντας που επηρεάζει την τοξικότητα και κυρίως την καρκινογόνο δράση της πετρελαϊκής πίσσας, είναι η ανάμιξή της σε διάφορες αναλογίες, όχι πάντοτε γνωστές, με πίσσα από άνθρακα.

Αναφορά 8/04 της CONCAWE

Το 2004 ολοκληρώθηκε μια πολυκεντρική μελέτη από Ευρωπαϊκές χώρες και το Ισραήλ για την καρκινογόνο δράση της επαγγελματικής έκθεσης με ατμούς πίσσας. Η μελέτη έγινε με την επιστημονική ευθύνη και το συντονισμό του IARC. Η CONCAWE παρουσίασε τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής σε ειδική αναφορά του 2004. Τα αποτελέσματα της μελέτης έτυχαν ειδικής αφιέρωσης στο περιοδικό American Journal of Industrial Medicine, Vol 43 του 2003. Η CONCAWE στην αναφορά 8/04 δημοσιεύει περιλήψεις από τα άρθρα του συγκεκριμένου αφιερώματος.

Συγκεκριμένα:

- στη μελέτη κοορτής συμπεριλήφθηκαν πάνω από 70.000 εργαζόμενοι από 8 διαφορετικές χώρες
- επρόκειτο για εργαζόμενους σε ασφαλτοστρώσεις και σε εταιρείες ανάμιξης (όχι παραγωγής από διύλιση αργού πετρελαίου) πίσσας
- η κατάταξη τους σε ομάδες εκτεθέντων και μη εκτεθέντων στη μελέτη, έγινε από τα αρχεία των εταιρειών
- έγινε κατηγοριοποίηση σε ότι αφορά: τη διάρκεια της έκθεσης σε ατμούς πίσσας, την υπολογιζόμενη συγκέντρωση των ατμών πίσσας κατά την έκθεση, το λανθάνοντα χρόνο από την έναρξη της έκθεσης, την ταυτόχρονη έκθεση σε άλλους παράγοντες πρόκλησης καρκίνου του πνεύμονα, όπως ίνες αμιάντου, σκόνη πυριτίου
- δεν ήταν γνωστές οι καπνιστικές συνήθειες των εργαζομένων της μελέτης
- η μελέτη κατέληξε ότι υπήρξε μια μικρή, αλλά στατιστικά σημαντική αύξηση του προτυποποιημένου πηλίκου θνησιμότητας (Standardised Mortality Ratio – SMR) από καρκίνο του πνεύμονα στους εργαζόμενους που είχαν εκτεθεί σε καπνούς πίσσας (SMR 1,17 (95% (CI:1,041,3))
- δεν υπήρξε αύξηση του συνολικού SMR στους εργαζόμενους στην πίσσα (SMR 0,96 με 95% (I:0,930,99))
- δεδομένου ότι οι μελετητές παρατήρησαν ότι οι έχοντες μικρότερο διάστημα έκθεσης

σε ατμούς πίσσας, εμφάνισαν μεγαλύτερη αύξηση του SMR από καρκίνο του πνεύμονα, σχεδιάζουν από τον ίδιο εργασιακό πληθυσμό, να πραγματοποιήσουν μια εστιασμένη μελέτη μαρτύρων - περιπτώσεων.

Το IARC έχει αξιολογήσει την καρκινογόνο δράση της πετρελαϊκής πίσσας ως εξής:

- ανεπαρκείς αποδείξεις για την καρκινογόνο δράση της πετρελαϊκής πίσσας στον άνθρωπο
- περιορισμένες αποδείξεις για την καρκινογόνο δράση σε πειραματόζωα κάποιων ειδών πίσσας
- επαρκείς αποδείξεις καρκινογόνου δράσης σε πειραματόζωα, των εκχυλισμάτων.

Λοιπές τοξικές επιδράσεις της πετρελαϊκής πίσσας

- Επί εμποτισμού του δέρματος μπορεί να προκληθούν εγκαύματα ποικίλης έκτασης και βαρύτητας.
- Οι καρκίνοι του οσχέου και του δέρματος της παλαιότερης βιβλιογραφίας, κατά την αναφορά 92/104 της CONCAWE, δεν οφείλονταν σε έκθεση σε πετρελαϊκή πίσσα.
- Κατά την άποψή μας έμμεση έκθεση σε πετρελαϊκή πίσσα, από χρήση εμποτισμένων ρούχων, σε συνδυασμό με κακές συνθήκες ατομικής υγιεινής μπορεί να οδηγήσει σε οξεία δερματίτιδα εξ επαφής ή χρόνια τοξική δερματοπάθεια. Εάν οι πίσσες περιέχουν υψηλές σχετικά συγκεντρώσεις Π.Α.Υ. είναι ενδεχόμενη υπ' αυτές τις συνθήκες, πρόκληση καρκίνου του δέρματος.
- Ερεθιστικά φαινόμενα στο δέρμα μπορεί να προκληθούν από έκθεση σε συμπυκνώματα καπνών πετρελαϊόπισσας.
- Η δυνατότητα βλάβης των ματιών από ζεστή πίσσα είναι προφανής. Το ίδιο ισχύει για την επικάλυψη στα μάτια συμπυκνωμάτων ατμών πίσσας ή από έκθεση σε ατμούς πίσσας.
- Οι καπνοί της πίσσας ασκούν ερεθιστική δράση στο ανώτερο αναπνευστικό και στο πεπτικό σύστημα. Μετά από πολύχρονη έκθεση σε ατμούς πίσσας μπορεί να προκληθεί χρόνια βρογχίτιδα.
- Η εισπνοή ατμών πίσσας διαλυμένης με διάφορα προϊόντα διύλισης πετρελαίου, όπως πετρελαέρια, κηροζίνες, white spirits, μπορεί να προκαλέσει εκδηλώσεις από το νευρικό σύστημα υπό μορφή οξείας ή χρόνιας τοξικής εγκεφαλοπάθειας ή περιφερικής πολυνευροπάθειας.
- Προϊόντα υπό μορφή sprays παράγουν σταγονίδια πίσσας. Η δυνατότητα εισπνοής τους εξαρτάται από τη διάμετρο των σταγονιδίων.
- Εισρόφηση προϊόντων πίσσας στους πνεύμονες είναι δυνατή μόνο για ορισμένα είδη (cut back, emulsions). Στην περίπτωση της εισρόφησης είναι ενδεχόμενη η πρόκληση ταχέως εξελισσόμενης πνευμονίτιδας, με πιθανή θανατηφόρα έκβαση, εξαρτώμενη επίσης και από άλλα συνυπάρχοντα συστατικά στο προϊόν.
- Για όλες τις προαναφερόμενες τοξικές επιδράσεις της πίσσας, ιδιαίτερη σημασία έχει η λήψη τεχνικών οργανωτικών και ατομικών μέσων προστασίας, κατάλληλων για την ελαχιστοποίηση της έκθεσης.

7.11 Κωκ πετρελαϊκής προέλευσης

Το κωκ (petroleum coke) είναι προϊόν στερεό, κοκκώδες ή υπό μορφή ακίδων, παραγόμενο κατά τη θερμική αποσύνθεση των μαζούτ, αποτελούμενο από άνθρακα.

Το πετρελαϊκό κωκ σύμφωνα με την αναφορά 93/105 της CONCAWE, διακρίνεται στις ακόλουθες βασικές μορφές:

- πράσινο κωκ (Green Coke) που περιέχει σημαντικό υπόλειμμα υδρογονανθράκων
- ασβεστοποιημένο κωκ (Calcined Coke) προερχόμενο από το πράσινο κωκ μετά από θερμική κατεργασία στους 1200° C που απομακρύνει τους υδρογονάνθρακες
- υγρό κωκ (Fluid Coke)
- flexicoke.

Το πράσινο κωκ με υδρογονάνθρακες έως 15%, περιέχει και ΠΑΥ.

Η σύνθεση του κωκ προσδιορίζεται σε σημαντικό βαθμό από τη σύσταση της πρώτης ύλης προέλευσής του. Γενικά το κωκ περιέχει σε κάποιο ποσοστό, όλα τα συστατικά του αργού πετρελαίου από το οποίο προέρχεται. Γι' αυτό κάθε κωκ μπορεί να έχει τη δική του ξεχωριστή ποιότητα.

Η σύσταση του πετρελαϊκού κωκ (Π/Κ) κυμαίνεται σύμφωνα με την αναφορά 93/105 της CONCAWE τυπικά ως εξής:

Πίνακας 7.4

Άνθρακας	84 – 97%
Θείο	0,2 – 6%
Πτητικές Ουσίες	2 – 15%
Υδρογόνο	έως 5%
Σίδηρος	50 – 2000 mg/kg
Βανάδιο	5 – 5000 mg/kg
Βόριο	0,1 – 0,5 mg/kg
Νικέλιο	10 – 3000 mg/kg

Το πετρελαϊκό κωκ κυκλοφορεί στο εμπόριο υπό μορφή ξηρών ή αποκονιασμένων στερεών ή σαν πολτός (slurrries) μέσα σε έλαια ή νερό.

Τοξικές επιδράσεις του πετρελαϊκού κωκ

Στον εργασιακό χώρο η έκθεση σε πετρελαϊκό κωκ μπορεί να γίνει δια της εισπνοής σκόνης ή δια της δερματικής επαφής.

Οξείες τοξικές δράσεις από το Π/Κ δεν έχουν αναφερθεί. Εξαίρεση αποτελεί η προσβολή

των ματιών από τη σκόνη του, που δρα ερεθιστικά κατά μηχανικό τρόπο. Κατά τον ίδιο τρόπο ερεθιστικά δρα η σκόνη του Π/Κ στις ανώτερες αναπνευστικές οδούς. Σε πειραματόζωα υποβληθέντα σε εισπνοή σκόνης Π/Κ, υπήρξε περιορισμένη εναπόθεση και φαγοκυττάρωση στους πνεύμονες. Η φλεγμονώδης αντίδραση των πνευμόνων στα πειραματόζωα (ποντίκια) ήταν περιορισμένη επί εισπνοής 10,2 mg/m³ σκόνης Π/Κ και σημαντική αλλά όχι νεοπλασματικής φύσης, στη συγκέντρωση 30,7 mg/m³.

Σε έκθεση πειραματόζωων σε σκόνη Π/Κ, η μόνη διαφορά που βρέθηκε σε σχέση με τα μη εκτεθέντα, ήταν η αύξηση της συχνότητας της επιδερμικής ακάνθωσης.

Γενικά, παρατεταμένη επαφή του δέρματος σε σκόνη Π/Κ, μπορεί να προκαλέσει τοξική δερματίτιδα εξ επαφής και χρόνια ατροφική δερματοπάθεια.

Η σκόνη του Π/Κ θεωρείται ότι ανήκει στις αδρανείς από άποψη τοξικότητας και πρόκλησης πνευμονοκονίωσης σκόνης. Επί χρόνιας εισπνοής υψηλών συγκεντρώσεων σκόνης Π/Κ, προκαλείται στους εκτεθέντες εργαζόμενους χρόνια βρογχίτιδα και διαταραχές στις λειτουργικές δοκιμασίες των πνευμόνων.

7.12 Εκχυλίσματα αρωματικών

Τα αρωματικά εκχυλίσματα (solvent extracts) είναι μείγμα υδρογονανθράκων που προέρχονται από την επεξεργασία διαφόρων κλασμάτων-ενδιάμεσων προϊόντων διύλισης, με διαλύτες όπως:

- η φουρφουράλη
- η μεθυλοπυρρολιδόνη
- το διοξείδιο του θείου
- η φαινόλη.

Οι διαλύτες αφαιρούν επιλεκτικά (εκχυλίζουν) τις αρωματικές και τις ετεροκυκλικές ενώσεις από το κλάσμα ή το ενδιάμεσο προϊόν διύλισης του αργού πετρελαίου. Μετά την ανάκτηση των διαλυτών, το τελικό προϊόν ονομάζεται εκχύλισμα αρωματικών.

Στο Γλωσσάριο των ΕΛΠΕ δεν περιλαμβάνεται ο όρος. Στην Υπ. Απόφ. 265/2002 αναφέρονται δύο προϊόντα εκχυλισμάτων αρωματικών ως εξής:

- απόσταγμα εκχυλισμάτων αρωματικών (επεξεργασμένο)
- απόσταγμα εκχυλισμάτων αρωματικών.

Η προέλευση των εκχυλισμάτων αρωματικών μπορεί να είναι:

- από την απ' ευθείας εκχύλιση κλασμάτων της απόσταξης κενού
- από εκχυλίσματα από το υπόλειμμα της απόσταξης κενού
- από εκχυλίσματα διαφόρων κλασμάτων ή ενδιάμεσων προϊόντων της διύλισης αργού, είτε προερχόμενα από ατμοσφαιρική απόσταση (νάφθα, βενζίνη, κηροζίνη, πετρελαέριο), είτε από πυροδιάσπαση.

Τα εκχυλίσματα αρωματικών που προέρχονται από τα κλάσματα των βενζινών, είναι απλούστερα μείγματα με αρωματικές ουσίες μικρού μοριακού βάρους, όπως βενζόλιο, τολουόλιο, ξυλόλιο.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι τα εκχυλίσματα αρωματικών μπορούν να υποστούν παραπέρα διεργασίες διύλισης όπως υδρογονοεπεξεργασία, υδρογονοαποθείωση, αποθείωση με τη διαδικασία Clay ή με οξέα ή με διαλύτες.

Τα εκχυλίσματα αρωματικών χρησιμοποιούνται στη συνέχεια από τη χημική βιομηχανία π.χ. ελαστικών, πλαστικών, πίσσας, μελανιών κ.ο.κ.

Τοξικές δράσεις των εκχυλισμάτων αρωματικών

Η έκθεση στο χώρο εργασίας μπορεί να είναι δερματική ή δι' εισπνοής. Τα εκχυλίσματα αρωματικών γενικά είναι χαμηλής πτητικότητας. Βεβαίως με θέρμανσή τους παράγονται ατμοί που μπορούν να εισπνευστούν. Επίσης, μπορούν να εισπνευστούν υπό μορφή σταγονιδίων.

Γενικά, η τοξικότητα των αρωματικών εκχυλισμάτων αποδίδεται κυρίως στους ΠΑΥ που περιέχεται στο μείγμα. Τα εκχυλίσματα αρωματικών από τα κλάσματα της απόσταξης κενού περιέχουν υψηλότερες συγκεντρώσεις ΠΑΥ και αποδείχθηκαν πιο συχνά καρκινογόνα για το δέρμα πειραματόζωων, σε σύγκριση με τα αποστάγματα από υπολείμματα διύλισης.

Από τα ευρήματα σε πειραματόζωα, τα εκχυλίσματα αρωματικών της διύλισης αργού πετρελαίου θα πρέπει να θεωρούνται σαν καρκινογόνες ουσίες για τον άνθρωπο κατά την CONCAWE (αναφορά 92/101).

Σε δερματική επαφή μπορεί να προκληθεί τοξική δερματίτιδα εξ επαφής από οξεία έκθεση. Σε χρόνιες εκθέσεις, στο δέρμα μπορεί να εμφανιστεί ατροφία, ραγάδες και γενικά η εικόνα της χρόνιας τοξικής δερματοπάθειας. Σε παρατεταμένη επαφή με συνθήκες κακής ατομικής υγιεινής, ενδέχεται να εκδηλωθούν ακροειδή εξανθήματα με θυλακίτιδες, κομεδόνες που μπορεί να οδηγήσουν σε καρκίνο του δέρματος.

Λόγω της χαμηλής πτητικότητας, η εισπνοή ατμών εκχυλισμάτων αρωματικών δεν είναι αναμενόμενη. Βεβαίως η εισπνοή είναι δυνατή σε περιπτώσεις θέρμανσής τους ή όταν δημιουργηθούν σταγονίδια στο χώρο. Σε αυτές τις συνθήκες έκθεσης, ενδέχεται να δημιουργηθούν πνευμονική ίνωση ή και καρκίνος του πνεύμονα.

Έκθεση των ματιών σε ατμούς ή σταγονίδια των εκχυλισμάτων αρωματικών μπορεί να προκαλέσει ερεθιστικά φαινόμενα και επιπεφυκίτιδα. Εγκαύματα στα μάτια από διαβροχή με θερμά εκχυλίσματα αρωματικών είναι ενδεχόμενα (τα εκχυλίσματα τα ζεσταίνουν για την ευκολότερη διακίνησή τους).

Εισρόφηση στους πνεύμονες εκχυλισμάτων αρωματικών είναι δυνατή στις περιπτώσεις κατάποσής τους. Η στοματική τους λήψη και ιδιαίτερα στις συνθήκες διακίνησής τους στα διυλιστήρια, δεν είναι πιθανή. Επαφή του ανώτερου πεπτικού σωλήνα, στις περιπτώσεις έκθεσης σε υψηλές συγκεντρώσεις σταγονιδίων εκχυλισμάτων αρωματικών, μπορεί να οδηγήσει σε ερεθιστικά φαινόμενα από το στοματοφάρυγγα, οισοφάγο και στομάχι. Η χρόνια παρατεταμένη έκθεση σε σταγονίδια εκχυλισμάτων αρωματικών, θα πρέπει να θεωρείται σαν ενδεχόμενος παράγοντας κινδύνου για καρκινογένεση στο ανώτερο πεπτικό.

7.13 Υγραέριο

Το υγραέριο (Liquefied Petroleum Gas-LPG) είναι μείγμα υδρογονανθράκων C_3 και C_4 ατόμων άνθρακα κυρίως, με προσμίξεις υδρογονανθράκων C_1 - C_7 ατόμων άνθρακα. Σε συνήθεις ατμοσφαιρικές συνθήκες οι C_3 - C_4 υδρογονάνθρακες είναι αέρια. Η υγροποίησή τους επιτυγχάνεται με την εφαρμογή πίεσης μερικών ατμοσφαιρών, οπότε μετατρέπονται σε υγραέρια (LPGs), για τη διευκόλυνση της αποθήκευσης και της μεταφοράς τους. Η ψύξη είναι μια άλλη μέθοδος υγροποίησης οικονομική για μεγάλες ποσότητες LPGs.

Τα κύρια συστατικά των υγραερίων ανεξάρτητα από τη διαδικασία της διύλισης ή της παραγωγής από την οποία προέρχονται (απόσταξη, πυροδιάσπαση, παραγωγή αργού πετρελαίου ή κάθαρση φυσικού αερίου), είναι το προπάνιο (C_3) και τα βουτάνια (C_4). Στις δευτερογενείς διαδικασίες διύλισης (όχι απόσταξη), τα παραγόμενα υγραέρια περιέχουν προσμίξεις διενίων, όπως προπυλένιο ή βουτένια και ίχνη διολεφινών. Στην τυποποίηση των LPGs καθορίζεται και το επιτρεπόμενο ποσοστό των διενίων που περιέχουν. Κατά τον ίδιο τρόπο καθορίζεται και το περιεχόμενο των LPGs, σε ενώσεις θείου, δηλαδή υδρόθειο (H_2S) και μερκαπτάνες. Η μεθανόλη μπορεί να προστίθεται σαν αντιπηκτική αντιψυκτική ουσία.

Τα υγραέρια χρησιμοποιούνται σαν βάση στη χημική βιομηχανία και στην αυτοκίνηση. Επίσης, συσκευασμένα σε μικρά δοχεία χρησιμοποιούνται για θέρμανση και μαγειρική ή στα διάφορα προϊόντα υπό μορφή συσκευασίας αεροζόλ.

Στο Γλωσσάριο των ΕΛΠΕ περιλαμβάνεται το υγραέριο ως εξής: «LPG Liquefied Petroleum Gas. Υγραέριο. Αποτελείται κυρίως από προπάνιο και βουτάνιο μερικά ή ολικά υγροποιημένα, για τη διευκόλυνση της αποθήκευσης και της μεταφοράς. Χρησιμοποιείται σε οικιακές χρήσεις, στη θέρμανση, ως βιομηχανικό καύσιμο και ως καύσιμο αυτοκινήτων».

Τοξικές επιδράσεις του υγραερίου

Δεν υπάρχουν αναφορές για χρόνια τοξική δράση του υγραερίου. Το προπάνιο είναι αναισθητικό αέριο και προκαλεί σε υψηλές συγκεντρώσεις διάφορα συμπτώματα από το ΚΝΣ, όπως αδυναμία, κεφαλαλγία, ναυτία, συγχυτικά φαινόμενα, αμαύρωση της όρασης και πτώση του επιπέδου συνείδησης, που σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις έκθεσης μπορεί να καταλήξει σε απώλεια συνείδησης, σπασμούς και ασφυξία, από έλλειψη οξυγόνου λόγω της υποκατάστασής του.

Η ναρκωτική δράση του βουτανίου είναι ισχυρότερη του προπανίου. Έκθεση σε συγκέντρωση βουτανίου 10.000 ppm για μερικά λεπτά, μπορεί να οδηγήσει σε θόλωση και πτώση του επιπέδου συνείδησης.

Το υγραέριο μπορεί να επιδράσει στο μυοκάρδιο, προκαλώντας ευαισθητοποίησή του στις ενδογενείς κατεχολαμίνες, διεργασία που προάγει την πρόκληση καρδιακών αρρυθμιών.

Στις προσμίξεις του υγραερίου ανήκει και το 1,3 βουταδιένιο που έχει ενταχθεί στις καρκινογόνες ουσίες σε πειραματόζωα. Θεωρητικά σε επανειλημμένη και παρατεταμένη έκθεση σε υγραέριο δεν μπορεί να αποκλειστεί και η έκθεση σε 1,3 βουταδιένιο. Τέτοια έκθεση, ωστόσο, δε θεωρείται πιθανή από την CONCAWE (αναφορά 92/102).

Το υγραέριο δεν έχει ερεθιστική δράση στο αναπνευστικό σύστημα. Μπορεί όμως να χρη-

οιμοποιηθεί καταχρηστικά για πρόκληση ευφορίας. Στις περιπτώσεις αυτές, είναι υπαρκτός ο κίνδυνος του αιφνίδιου θανάτου από απλή ασφυξία, λόγω εισπνοής υψηλών συγκεντρώσεων υγραερίου και «εκδίωξη» του οξυγόνου από τους πνεύμονες ή πιο συχνά από καρδιακή ανακοπή.

Στις περιπτώσεις ταχείας εκτόνωσης υγραερίου υπάρχει κίνδυνος να προκληθούν στο δέρμα βλάβες εκ ψύξεως (κρυοπαγήματα).

7.14 Παράγοντες κινδύνου για την υγεία από τους καταλύτες των διαδικασιών διύλισης αργού πετρελαίου

Οι καταλύτες είναι ουσίες που προκαλούν την έναρξη ή την προαγωγή και επιτάχυνση χημικών διαδικασιών, χωρίς οι ίδιοι να μετέχουν στο τελικό προϊόν της αντίδρασης. Στο Γλωσσάριο των ΕΛΠΕ υπάρχει καταχώρηση και ορισμός για τους καταλύτες των διυλιστηρίων ως εξής: «**Καταλύτης:** Ουσία της οποίας η παρουσία επιταχύνει την επιθυμητή χημική αντίδραση και η οποία παραμένει σχεδόν αναλλοίωτη στη διαδικασία».

Σχεδόν σε όλες τις παραγωγικές διαδικασίες του διυλιστηρίου, όπως έχουν περιγραφεί, χρησιμοποιούνται καταλύτες που μπορεί:

- να είναι στην ίδια φυσική κατάσταση με τις αντιδρώσες ουσίες (reactants) – ομόλογοι καταλύτες.
- να βρίσκονται σε διαφορετική φυσική κατάσταση με τις αντιδρώσες ουσίες – ετερόλογοι
- να είναι εγκατεστημένοι σε σταθερές επιφάνειες και οι αντιδρώσες ουσίες να διέρχονται δι' αυτών
- να βρίσκονται υπό κίνηση
- να είναι ανακατεμένοι και επαναχρησιμοποιήσιμοι ή αναλίσκόμενοι στη διαδικασία
- να αναπληρώνονται με κλειστά συστήματα ή χειροκίνητα
- να είναι μια ουσία ή μείγμα ουσιών όπως ο ζεολίτης στην υγρή καταλυτική πυροδιάσπαση που είναι αυθεντικό μείγμα υδρογονωμένης αλουμίνας και πυριτικού ασβεστίου με ίχνη σπάνιων γαιών ή πολύπλοκο μείγμα ουσιών όπως οι μοντέρνοι καταλύτες
- να έχουν στη βασική ουσία του καταλύτη πρόσθετα τροποποίησης της λειτουργίας του, είτε σαν «ενεργοποιητές» (activators) είτε σαν «αναστολείς» (inhibitors).

Παράγοντες εργασιακού κινδύνου στη διαχείριση των καταλυτών των διυλιστηρίων

Η έκθεση σε καταλύτες μπορεί να λάβει χώρα:

- στις εργασίες προσθήκης ή αναπλήρωσής τους κ.λπ. στα παραγωγικά τμήματα του διυλιστηρίου
- από συνήθεις διαρροές των καταλυτών, ενδιάμεσων προϊόντων ή τελικών ουσιών και ενώσεων, στην παρακολούθηση, δειγματοληψία κ.λπ. υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας της εγκατάστασης
- κατά την απομάκρυνση των υπολειμμάτων, καθαρισμό κ.λπ.

- σε έκτακτες διαρροές – βλάβες – επισκευές
- στην κανονική συντήρηση των εγκαταστάσεων.

Οι οδοί επαφής-εισόδου του καταλύτη στον οργανισμό, είναι το δέρμα και η εισπνοή.

Η τοξική δράση των ουσιών που χρησιμοποιούνται ως καταλύτες θα πρέπει να εξετάζεται συστηματικά κατά διαδικασία και παράγοντα στο διλιστήριο. Μεταξύ των καταλυτών υπάρχουν χημικοί παράγοντες κινδύνου βεβαιωμένοι καρκινογόνοι για τον άνθρωπο, όπως τα βαρέα μέταλλα νικέλιο, χρώμιο, κοβάλτιο, το κρυσταλλικό πυρίτιο, το πυκνό θειικό οξύ κ.λπ. Επίσης, στις διαδικασίες και στις συνθήκες της χρήσης των καταλυτών, μπορούν να προκύψουν ουσίες άκρως τοξικές και επικίνδυνες, π.χ. καρβονύλια μετάλλων, πυκνοί ατμοί οξέων, καυστικά υδροξείδια.

Είναι αδύνατο στα πλαίσια μιας μελέτης να γίνει αναφορά στο σύνολο των χημικών παραγόντων κινδύνου των καταλυτών. Στα υποκεφάλαια που ακολουθούν θα γίνει αναφορά για ορισμένους από αυτούς, π.χ. θειικό οξύ, υδροφθορικό οξύ, υδροξείδιο του νατρίου και του καλίου, φαινόλη.

7.15 Πεντάνιο

Είναι συστατικό των ελαφρών κλασμάτων διύλισης του αργού πετρελαίου και των βενζινών. Στις βενζίνες, με το ATSDR, η συγκέντρωση του n-πεντανίου κυμαίνεται από 5,75 – 10,92 %. Τα τρία ισομερή του πεντανίου (n-πεντάνιο, ισοπεντάνιο και tert-πεντάνιο), είναι υγρά άχρωμα, άοσμα και εύφλεκτα. Δε βρίσκουν καμιά σημαντική βιομηχανική χρήση.

Δεν είναι γνωστές μελέτες του μεταβολισμού του πεντανίου στον άνθρωπο. Επί εκθέσεων σε υψηλές συγκεντρώσεις εμφανίζονται ερεθιστικά φαινόμενα από το αναπνευστικό και τα μάτια και τα συμπτώματα της οξείας τοξικής εγκεφαλοπάθειας που έχουν περιγραφεί. Στο δέρμα ασκεί την ερεθιστική και τοξική δράση των οργανικών διαλυτών.

Δε συμπεριλαμβάνεται στους 15 διαλύτες που προκαλούν χρόνια τοξική εγκεφαλοπάθεια και περιφερική νευροπάθεια. Δεν είναι γνωστές χρόνιες βλάβες από πεντάνιο ακόμη και σαν κατάλοιπο οξέων δηλητηριάσεων.

Μετρήσεις συγκεντρώσεων πεντανίου από την αναφορά 2/00 της CONCAWE

Συμπεριλαμβάνονται αρκετές μετρήσεις από διάφορους χώρους και ειδικότητες. Όλες έδειξαν συγκεντρώσεις πολύ χαμηλές ή αμελητέες σε σχέση με τις οριακές τιμές, με την ακόλουθη εξαίρεση: πλήρωμα καταστρώματος (ανοιχτή φόρτωση): επί 26 δειγμάτων, οι συγκεντρώσεις κυμάνθηκαν από 0,08–433 mg/m³ με αριθμητική μέση τιμή 46,58 mg/m³.

7.16 n-Εξάνιο

Βρίσκεται στις βενζίνες και σε άλλα ενδιάμεσα ή τελικά προϊόντα της διύλισης πετρελαίου. Περιέχεται σε μείγματα διαλυτών που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία, ενώ μαζί με πεντάνια και άλλα ισομερή του εξανίου, αποτελούν τα κύρια συστατικά του βιομηχανικού διαλύτη με το όνομα πετρελαϊκός αιθέρας. Στη βενζίνη των αυτοκινήτων σύμφωνα με το ATSDR, το ποσοστό του κυμαίνεται 0,24-3,50% κατά βάρος, με μέση τιμή (αριθμητικός μέσος) 2,61% κατά βάρος. Υπό καθαρή μορφή χρησιμοποιείται μόνο σε εργαστήρια. Είναι άχρωμη και εξαιρετικά πτητική ουσία.

Απορροφάται δια της εισπνοής με ένα ποσοστό κατακράτησης 16% στην αρχή, που επί μεγαλύτερης σε διάρκεια έκθεσης μειώνεται γύρω στο 5%. Αποβάλλεται πολύ λίγο δια της εκπνοής και μεταβολίζεται κυρίως στο ήπαρ. Το κατακρατηθέν επί επαγγελματικής έκθεσης n-εξάνιο, μετά τη διακοπή της έκθεσης, αποβάλλεται δια της εκπνοής στις πρώτες 4 ώρες σε ένα ποσοστό 50-60 % του εισπνευσθέντος. Σημαντική οδός αποβολής του n-εξανίου δια της μετατροπής του σε 2,5-εξανοδιόνη, είναι οι νεφροί.

Τοξικές επιδράσεις του n-εξανίου

Το n-εξάνιο ασκεί την τοξική του δράση κυρίως στο νευρικό ιστό. Σε οξείες δηλητηριάσεις από εκθέσεις σε υψηλές συγκεντρώσεις, προκαλείται διεγερτική-ναρκωτική δράση στο ΚΝΣ.

Το n-εξάνιο μέσω του μεταβολικού του προϊόντος 2,5-εξανοδιόνη ασκεί ειδική νευροτοξική δράση στο περιφερικό κυρίως νευρικό σύστημα, συμβάλλοντας στην πρόκληση περιφερικής νευροπάθειας. Λιγότερο γνωστές είναι οι τοξικές εγκεφαλοπάθειες από n-εξάνιο. Πιο συχνά εμφανίζονται σε άτομα που κάνουν καταχρηστική εισπνοή διαλυτών για πρόκληση ευφορίας. Έχουν δημοσιευτεί μελέτες από βιομηχανίες υποδημάτων με πρόκληση τοξικών εγκεφαλοπαθειών από χρόνια έκθεση σε n-εξάνιο.

Περισσότερα για τη νευροτοξική δράση του αναφέρονται στο σχετικό υποκεφάλαιο για τη νευροτοξική δράση των διαλυτών. Αξίζει να υπενθυμίσουμε ότι συμπτώματα περιφερικής νευροπάθειας από έκθεση σε n-εξάνιο, μπορούν να εμφανιστούν και επί χρόνιων εκθέσεων κάτω από τα μέγιστα επιτρεπόμενα όρια.

Οι von Konietzko et al. σχολιάζοντας τη βιβλιογραφία αναφέρουν μια δημοσίευση για 15 εργαζόμενους με χρόνια έκθεση σε n-εξάνιο. Οι έντεκα (11) εμφάνισαν διαταραχή της διάκρισης του μπλε-κίτρινου, προσβολές της ώχρας κηλίδας και θετικά ευρήματα αγγειοπάθειας στη φθοριοαγγειογραφία του αμφιβληστροειδούς. Οι συγγραφείς θεώρησαν τις ωχροπάθειες σαν μια από τις χαρακτηριστικές βλάβες του n-εξανίου.

Δεν υπάρχουν δημοσιεύσεις για την ηπατοτοξική δράση του n-εξανίου από αμιγείς χρόνιες εκθέσεις. Επί χρόνιων εκθέσεων σε μείγματα διαλυτών, επανειλημμένα έχουν αναφερθεί αυξήσεις των ηπατικών ενζύμων στη βιβλιογραφία.

Σε περιπτώσεις εκθέσεων σε υψηλές συγκεντρώσεις, εκτός από τις εκδηλώσεις από το κεντρικό νευρικό σύστημα, έχουν περιγραφεί οξείες εκδηλώσεις ερεθιστικής-τοξικής δράσης από το αναπνευστικό, που φτάνουν μέχρι την εικόνα της αιμορραγικής πνευμονίτιδας.

Σε περιπτώσεις δερματικής έκθεσης μπορεί να εμφανιστεί οξεία τοξική δερματίτιδα. Επί χρόνιων δερματικών εκθέσεων ενδέχεται να εμφανιστεί χρόνια ατροφική δερματοπάθεια.

Μετρήσεις συγκεντρώσεων n-εξανίου από την αναφορά 2/00 της CONCAWE

Στην αναφορά περιλαμβάνονται πολλές μετρήσεις από όλους του χώρους και ειδικότητες της διύλισης, αποθήκευσης, διακίνησης και διανομής προϊόντων αργού πετρελαίου.

Όλες οι μετρήσεις έδειξαν πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις n-εξανίου με τις δύο ακόλουθες εξαιρέσεις.

- **Χειριστές στον τερματικό σταθμό φόρτωσης βυτιοφόρων οχημάτων:** επί 49 δειγμάτων έκθεσης πλήρους βάρδιας οι μετρήσεις κυμάνθηκαν από 0,023 – 289,0 mg/m³, με αριθμητικά μέση συγκέντρωση 21,57 mg/m³. Δηλαδή υπήρξαν κάποιες ελάχιστες μετρήσεις με 8ωρη έκθεση, πάνω από την οριακή τιμή των 72 mg/m³. Η μέση συγκέντρωση ήταν λίγο πάνω από 5% του ορίου. Στον ίδιο χώρο έγιναν εννέα (9) βραχείας διάρκειας (<1 ώρα) μετρήσεις, με μέγιστη συγκέντρωση τα 4,8 mg/m³.
- **Εργαζόμενοι στα πρατήρια διανομής καυσίμων:** έγιναν 406 μετρήσεις εκθέσεις πλήρους βάρδιας, που κυμάνθηκαν από 0,001 – 1,926 mg/m³ με αριθμητικά μέση συγκέντρωση 0,27 mg/m³. Δεν υπήρξαν μετρήσεις βραχείας έκθεσης. Από την πολύ χαμηλή μέση συγκέντρωση, φαίνεται ότι πιθανά πρόκειται για μεμονωμένα περιστατικά υψηλών συγκεντρώσεων, τα αίτια των οποίων, θα πρέπει να αναζητηθούν στις συγκεκριμένες συνθήκες των εν λόγω πρατηρίων.

7.17 Κυκλοεξάνιο

Πρόκειται για υγρό στη θερμοκρασία δωματίου, με οσμή πετρελαίου. Είναι συστατικό του αργού πετρελαίου ορισμένων περιοχών, π.χ. του Καυκάσου. Παράγεται από υδρογόνωση του βενζολίου από διάφορα ενδιάμεσα κλάσματα της διύλισης του αργού πετρελαίου.

Προσλαμβάνεται δια της εισπνοής με ένα ποσοστό κατακράτησης του εισπνεόμενου κυκλοεξανίου, γύρω στο 25%. Αποβάλλεται υπό μορφή μεταβολικών προϊόντων δια των νεφρών.

Έχει ήπια ερεθιστική δράση στους βλενογόνους και στο δέρμα. Σε οξείες εκθέσεις προκαλεί το σύνδρομο της μη ειδικής οξείας εγκεφαλοπάθειας. Σοβαρές δηλητηριάσεις από κυκλοεξάνιο δεν είναι γνωστές στη βιβλιογραφία. Δεν συμπεριλαμβάνεται στον κατάλογο των 15 βεβαιωμένων νευροτοξικών διαλυτών.

Μετρήσεις Συγκεντρώσεων Κυκλοεξανίου από την αναφορά 2/00 της CONCAWE

Συμπεριλαμβάνονται λίγες μετρήσεις κυκλοεξανίου στο Report no.2/00. Όλες ήταν σε πολύ χαμηλά επίπεδα.

7.18 n-Επτάνιο

Το n-επτάνιο είναι υγρό άχρωμο, με οσμή βενζίνης, ιδιαίτερα πτητικό. Βρίσκεται στη βενζίνη σε ένα ποσοστό 0,31 – 1,96 % κατά βάρος (ATSDR). Σε ιδιαίτερους τύπους βενζίνης για χρήση ως βιομηχανικών διαλυτών, η περιεκτικότητα σε n-επτάνιο είναι μεγαλύτερη, π.χ. στον τύπο 80/110 το ποσοστό του n-επτανίου κυμαίνεται από 10-30 %.

Προσλαμβάνεται δια της αναπνοής με ένα ποσοστό κατακράτησης 20 ± 5 %. Αποβάλλεται ελάχιστα με την εκπνοή, ενώ μεταβολίζεται γρήγορα σε διάφορα μεταβολικά προϊόντα.

Ανήκει στην ομάδα των 15 βεβαιωμένων νευροτοξικών διαλυτών της χρόνιας εγκεφαλοπάθειας και της περιφερικής νευροπάθειας.

Η οξεία και η χρόνια δράση του n-επτανίου, είναι παρόμοιες με του n-εξανίου και άλλων οργανικών διαλυτών, στο αναπνευστικό, τους βλεννογόνους και το δέρμα. Επί εκθέσεων σε μεγάλες συγκεντρώσεις εμφανίζεται το σύνδρομο της οξείας μη ειδικής τοξικής εγκεφαλοπάθειας των διαλυτών, που έχει αναφερθεί προηγουμένως.

Μετρήσεις Συγκεντρώσεων Κυκλοξανίου από την αναφορά 2/00 της CONCAWE

Στις λίγες μετρήσεις συγκεντρώσεων επτανίων που περιλαμβάνονται στην αναφορά οι συγκεντρώσεις ήταν αμελητέες.

7.19 Φουρφουράλη

Συνώνυμα: 2 Φουραλδεΐδη, Φουρόλη, Φουρφουρόλη, Φουραναλδεΐδη κ.α

Είναι υγρό ελαιώδες, μικρής σχετικά πτητικότητας, με οσμή πικραμύγδαλου, άχρωμο έως κίτρινης χροιάς (OSHA). Στις διυλίσεις του αργού πετρελαίου χρησιμοποιείται σαν διαλύτης στις διαδικασίες κυρίως της αποκλήρωσης των ελαιολιπαντικών, καθώς και στις διαδικασίες αφαίρεσης δια διαλυτών.

Η έκθεση στους εργασιακούς χώρους μπορεί να γίνει δια εισπνοής ή/και με δερματική επαφή. Το ποσοστό κατακράτησης της εισπνεόμενης φουρφουράλης μπορεί να φτάσει το 80%. Η δερματική απορρόφηση ατμών φουρφουράλης θεωρείται σημαντική. Αποβάλλεται ταχέως από τον οργανισμό, κυρίως δια των ούρων σαν φουρογλυκίνη, μετά την οξείδωση της στο ήπαρ σε 2-φουρανοκαρβονικό οξύ. Δια της εκπνοής αποβάλλεται λιγότερο από 1% της κατακρατηθείσας ποσότητας.

Τοξική επίδραση της φουρφουράλης

Η φουρφουράλη ασκεί οξεία ερεθιστική δράση στους βλεννογόνους, τους επιπεφυκότες και το δέρμα. Επί εισπνοής υψηλών συγκεντρώσεων εμφανίζονται ρινική συμφόρηση, πονόλαιμος, ερεθισμός του αναπνευστικού με βήχα, δακρύρροια, κεφαλαλγία. Υπολογίζεται ότι τα συμπτώματα αυτά εμφανίζονται επί εκθέσεων σε συγκεντρώσεις 20-50 ppm. Σε υψηλότερες συγκεντρώσεις η εικόνα μπορεί να εξελιχθεί σε οξύ πνευμονικό οίδημα. Δηλητηριάσεις με πολύ υψηλές εκθέσεις, δεν αναφέρονται από τους εργασιακούς χώρους. Εκθέσεις πειραματόζων

σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις οδήγησαν σε σπασμούς, παράλυση, κώμα, βλάβες από το ήπαρ και τους νεφρούς.

Η φουρφουράλη ανήκει στις ουσίες που προκαλούν το φαινόμενο της δισουλφιράμης. Έκθεση σε φουρφουράλη ατόμων που έχουν ήδη καταναλώσει αιθυλική αλκοόλη, μπορεί να προκαλέσει σφύζουσα κεφαλαλγία, ναυτία, εμέτους, ζάλη, αμαύρωση της όρασης, αναπνευστική δυσφορία και σύγχυση. Τα φαινόμενα διαρκούν από 30 λεπτά έως μερικές ώρες και αποδράμουν χωρίς άλλες παρενέργειες.

Η φουρφουράλη εκτός από την οξεία τοξική δερματίτιδα, σε χρόνια έκθεση μπορεί να προκαλέσει χρόνια ατροφική δερματοπάθεια. Υπάρχουν αναφορές για αλλεργιογόνο δράση της φουρφουράλης που όμως δεν βρίσκουν ευρεία επιβεβαίωση.

Δεν υπάρχουν πολλές μελέτες για τις συνέπειες της χρόνιας επαναλαμβανόμενης επαγγελματικής έκθεσης σε φουρφουράλη. Σε μια αξιόπιστη μελέτη με έκθεση 15 εργαζομένων σε 615 ppm, όλοι σχεδόν εμφάνισαν από τα μάτια ερυθρότητα, αίσθημα καύσους και δακρύρροια, όπως επίσης ρινίτιδα με ξηρότητα και ρινική απόφραξη. Οι μισοί παρουσίασαν ξηρότητα στο στόμα και στο φάρυγγα.

Σε μια άλλη μελέτη 65 εργαζομένων στην παραγωγή φουρφουράλης εκ των οποίων οι 25 για πάνω από 2,5 έτη, με έκθεση σε συγκεντρώσεις 2,5–18 ppm, αναφέρεται, στα άτομα της υψηλότερης έκθεσης, αίσθημα κόπωσης, κεφαλαλγία και ζάλη. Οι αιματολογικές και οι βιοχημικές εξετάσεις βρέθηκαν στα φυσιολογικά όρια.

Σε παλαιότερες μελέτες, πιθανόν με υψηλότερες συγκεντρώσεις έκθεσης σε Φ., αναφέρονται επίσης αιμωδία στη γλώσσα, έκπτωση της γεύσης, τρόμος, ευρήματα τοξικής ηπατίτιδας και χρόνιας τοξικής δερματίτιδας.

Καρκινογόνος δράση της φουρφουράλης

Σύμφωνα με το IARC, η φουρφουράλη κωδικοποιείται ως μη κατατάξιμη (not classifiable) σε ότι αφορά την καρκινογόνο δράση της σε ανθρώπους.

7.20 Μεθυλοαιθυλοκετόνη (ΜΕΚ) (Βουτανόνη)

Είναι υγρό άχρωμο, με οσμή ακετόνης, μέτριας πτητικότητας. Στη διύλιση του αργού πετρελαίου χρησιμοποιείται σαν διαλύτης.

Προσλαμβάνεται κυρίως δια της εισπνοής, με ποσοστό απορρόφησης γύρω στα 50% της εισπνεόμενης ΜΕΚ. Εμφανίζει επίσης ταχεία δερματική απορρόφηση.

Σε έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις, εμφανίζεται ερεθιστική δράση στους βλεννογόνους του ανώτερου αναπνευστικού και των ματιών, που εκδηλώνονται με βήχα, θωρακικό πόνο και δακρύρροια. Εισπνοή μεγάλων συγκεντρώσεων ΜΕΚ, μπορεί να οδηγήσει σε οξεία χημική πνευμονίτιδα και τοξικό πνευμονικό οίδημα. Επί δερματικής επαφής προκαλείται τοξική δερματίτιδα. Λόγω της οξείας ερεθιστικής δράσης που έχει, η χρόνια έκθεση στους χώρους εργασίας δεν είναι πιθανή. Επί εισπνοής υψηλών συγκεντρώσεων μπορεί να προκληθεί το σύνδρομο της οξείας μη ειδικής εγκεφαλοπάθειας που περιγράφηκε προηγουμένως. Η ΜΕΚ ανήκει

στους 15 διαλύτες με βεβαιωμένη νευροτοξική δράση. Από μόνη της η ΜΕΚ δεν ασκεί νευροτοξική δράση, προάγει όμως τη νευροτοξική δράση των n-εξανίου και n-επτανίου, επιταχύνοντας την παραγωγή τοξικών μεταβολικών προϊόντων.

7.21 Βενζόλιο

Από άποψη τοξικολογικής σημασίας το βενζόλιο αποτελεί την πλέον σπουδαία χημική ουσία των παραγωγικών διαδικασιών διύλισης αργού πετρελαίου. Η σημασία του βενζολίου έχει σαν αφετηρία:

την αδιαμφισβήτητα καρκινογόνο και τοξική δράση του στο αιμοποιητικό σύστημα την ύπαρξη του σαν φυσικού συστατικού του αργού πετρελαίου

τη διασπορά του, σε χαμηλές κατά κανόνα συγκεντρώσεις, σε όλες τις εγκαταστάσεις, φάσεις, ενδιάμεσα και τελικά προϊόντα της διύλισης του αργού πετρελαίου.

Το βενζόλιο είναι άχρωμο, χαρακτηριστικής οσμής, πολύ πτητικό και με τον αέρα μπορεί να σχηματίσει εκρηκτικά μείγματα. Λόγω της απαγόρευσης της χρήσης του σαν τελικού προϊόντος, η έκθεση σε βενζόλιο γίνεται είτε στη διάρκεια των διαδικασιών διύλισης, είτε στην παραγωγή του σαν πρώτη ύλη της πετροχημικής βιομηχανίας.

Περίπου 80% της παραγωγής του βενζολίου, προέρχεται από τη διύλιση του αργού πετρελαίου και κυρίως από την πυρόλυση της νάφθας. Το βενζόλιο περιέχεται στη βενζίνη από πυρόλυση. Στη συνέχεια παράγεται σε ειδικές εγκαταστάσεις του διυλιστηρίου (μονάδες βενζολίου). Από εκεί οδηγείται στην παραγωγή άλλων προϊόντων και πρώτων υλών για τη χημική βιομηχανία (π.χ. αιθυλοβενζόλιο).

Αξίζει να αναφέρουμε στοιχεία της βιβλιογραφίας που αφορούν σε μετρήσεις του βενζολίου στο χώρο των διυλιστηρίων αργού πετρελαίου (βλ. πίνακα που ακολουθεί).

Πίνακας 7.5.: Συγκέντρωση βενζολίου στα δωλιστήρια (πηγή: Η.Ε. RUNION²)

ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ Ή ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΕΠΙΠΕΔΑ ΕΚΘΕΣΗΣ ΧΩΡΙΣ ΝΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΟΥΝ ΤΑ ΜΑΠ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΚΘΕΣΗΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
Αποθήκευση του Αργού Πετρελαίου	Μετρήσεις Περιεχομένου	0,1-1,0 ppm 75 δείγματα 1,1-5,0 ppm 27 δείγματα 5,1-10 ppm 10 δείγματα 10,1-25 ppm 9 δείγματα 25,1-50 ppm 3 δείγματα	Διαλείπουσα, όταν απαιτείται χειροκίνητη διαδικασία	Από τα 124 δείγματα τα 49 ήταν πάνω από 1,0 ppm. Επρόκειτο για Χειριστές Αποθήκευσης Καυσίμων
Ατμοσφαιρική Απόσταξη	Παρακολούθηση Χειρισμός Δειγματοληψία	Όλα τα δείγματα <1 ppm	Διαλείπουσα έκθεση	Χειριστές Παραγωγής
Καταλυτική Πυροδιάσπαση	Παρακολούθηση και Συντήρηση Εγκαταστάσεων	0,1 1 ppm Όλα τα δείγματα	Διαλείπουσα έκθεση	Χειριστές Παραγωγής
Ισομερισμός	Παρακολούθηση και Συντήρηση Εγκαταστάσεων	0,1 – 1 ppm Όλα τα δείγματα	Διαλείπουσα έκθεση	Χειριστές Παραγωγής
Μονάδα Βενζολίου	Παρακολούθηση και Συντήρηση Εγκαταστάσεων	0,2 – 1,5 ppm Όλα τα δείγματα	Διαλείπουσα έκθεση	Χειριστές Παραγωγής
Σε όλες τις Μονάδες Παραγωγής	Παρακολούθηση Μετρήσεις Δειγματοληψία	<1,0 ppm (8ωρη δειγματοληψία)	Διαλείπουσα έκθεση	Χειριστές Παραγωγής

2. Ο Η.Ε. Runion για τις πιο πάνω μετρήσεις παραπέμπει στη δική του δημοσίευση Runion HE: Benzene exposure in the United States 1978 – 1983: An Overview. Am J Indust. Med 385 – 393, 1985

ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ Ή ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	ΕΠΙΠΕΔΑ ΕΚΘΕΣΗΣ ΧΩΡΙΣ ΝΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΟΥΝ ΤΑ ΜΑΠ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΚΘΕΣΗΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
Στο χώρο Δεξαμενών Αποθήκευσης Καυσίμων	Παρακολούθηση Μετρήσεις Δειγματοληψία	0,5 ppm Γεωμετρικός Μέσος Όρος (Median) 0,1 – 26,7 ppm		Διάρκεια δειγματοληψίας 15 λεπτά 19 δείγματα Χειριστές Αποθήκευσης Καυσίμων
Γενικές Εργασίες στο Διυλιστήριο (General Plant Operations)	Διάφορες Εργασίες στο Διυλιστήριο		727 ατομικές δειγματοληψίες εκ των οποίων οι 378 > 4 ώρες. Βρέθηκαν όλες < 0,1 ppm	Συνεχής Έκθεση διότι ήταν ατομική δειγματοληψία
Τερματικοί Σταθμοί Ξηράς	Φόρτωση Οδήγηση και Παράδοση σε Σταθμούς Διανομής	0,21 ppm Γεωμετρικός Μέσος Όρος (median)	Διαλείπουσα έκθεση	
Terminals Καυσίμων για πλοία και φορτηγίδες	Φόρτωση Βενζολίου	5,1 ppm Γεωμετρικός Μέσος Όρος (median)	Διαλείπουσα έκθεση	

Στη συνέχεια ακολουθούν δεδομένα μετρήσεων βενζολίου που περιέχονται στην αναφορά 2/00 της CONCAWE και αφορούν εργαζόμενους μέσα στο χώρο των διυλιστηρίων.

Πίνακας 7.6.: Δεδομένα έκθεσης σε βενζόλιο για το σύνολο της βάρδιας (πηγή: CONCAWE)

Ομάδα Εργασίας	Αριθμός Δειγμάτων	Εύρος Μετρήσεων σε mg/m ³ (1ppm = 3,25 mg/m ³)	Μέση Έκθεση (Αριθμητικός Μέσος των Μετρήσεων – Mean Exposure)
Χειριστές Παραγωγής (On Site Operators)	97	0,008 – 7,88	0,22
Χειριστές Αποθήκευσης (Off Site Operators)	321	0,008 – 23,3	0,32
Συντήρηση Διυλιστηρίου (μηχανική, ηλεκτρική, ηλεκτρονική)	373	0,008 – 18,1	0,41
Εργαζόμενοι στα Χημικά Εργαστήρια	628	0,0015 – 5,0	0,30
Καθαριστές Δεξαμενών (Tank Cleaners)	49	0,008 – 38,7	2,10
Εργάτες Διυλιστηρίων (Μη καθοριζόμενα καθήκοντα [Miscellaneous/ Unspecified (bund area)])	10	0,24 – 1,8	1,12
Οδηγοί Βυτιοφόρων Οχημάτων (Road Tanker Drivers) Φόρτωση από πάνω (Top Loading)	69	0,04 – 48,16	2,07
Χειριστές Terminals Φόρτωση Βυτιοφόρων	126	0,003 – 4,2	0,64
Χειριστές Terminals Φόρτωση Τραίνων χωρίς συλλογή ατμών Φόρτωση από πάνω	69	0,008 – 14,8	1,34
Πλήρωμα Καταστρώματος – Ανοικτή Φόρτωση Πλοίων	41	0,08 – 5,4	0,56

Πίνακας 7.7.: Δεδομένα έκθεσης σε βενζόλιο βραχείας διάρκειας, εκθέσεις <1 ώρα (πηγή: CONCAWE)

Ομάδα Εργασίας	Αριθμός Δειγμάτων	Εύρος Μετρήσεων σε mg/m ³	Μέση Έκθεση (Αριθμητικός Μέσος των Μετρήσεων – Mean Exposure)
Χειριστές Παραγωγής (On Site Operators)	ΔΕΝ Αναφέρονται Βραχείες δειγματοληψίες		
Χειριστές Αποθήκευσης (Off Site Operators)	49	0,008 – 11,8	2,19
Συντήρηση Δωλιστηρίου (μηχανική, ηλεκτρική, ηλεκτρονική)	7	0,23 – 8,6	2,62
Εργαζόμενοι στα Χημικά Εργαστήρια	5	0,28 – 4,6	1,93
Καθαριστές Δεξαμενών (Tank Cleaners)	ΔΕΝ Αναφέρονται Βραχείες δειγματοληψίες		
Εργάτες Δωλιστηρίων (Miscellaneous)	ΔΕΝ Αναφέρονται Βραχείες δειγματοληψίες		
Οδηγοί Βυτιοφόρων Οχημάτων (Road Tanker Drivers) Φόρτωση από πάνω (Top Loading)	1,4	0,03 – 39,2	6,84
Επόπτες (Supervisors) Terminals Βυτιοφόρων	8	0,23 – 11,2	2,20
Χειριστές Terminals Φόρτωση Τραίνων χωρίς συλλογή ατμών Φόρτωση από πάνω	9	0,67 – 5,5	2,20
Πλήρωμα Καταστρώματος – Ανοικτή Φόρτωση Πλοίων	4	0,23 – 0,3	0,23

Μετρήσεις Βενζολίου που αναφέρονται στις οδηγίες ορίων καρκινογόνων ουσιών στη Γερμανία

- **Μετρήσεις από εγκαταστάσεις ρυθόλυσης:** Υπάρχουν 25 ατομικές μετρήσεις με μέση σταθμισμένη ανά βάρδια έκθεση. Δέκα έξι (16) μετρήσεις βρέθηκαν <0,1 ml/m³. Οι υπόλοιπες ήταν έως 0,6 ml/m³ (έτη μετρήσεων 1984-1990).
- **Μετρήσεις από εγκαταστάσεις βενζολίου – παραγωγή βενζολίου από βενζίνη πυρόλυσης**
Υπάρχουν 22 ατομικές μετρήσεις με μέση σταθμισμένη έκθεση ανά βάρδια. Δέκα (10) μετρήσεις βρέθηκαν κάτω από 0,25 ml/m³. Δέκα (10) μετρήσεις βρέθηκαν <1 ml/m³ και δύο βρέθηκαν έως 1,7 ml/m³.

Ανασκόπηση HVBG

Το 2002 η κεντρική Ένωση των Επαγγελματικών Συνδέσμων στη Γερμανία (Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften – HVBG, πρόσφατα μετονομάστηκε σε Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung - DGUV), δημοσίευσε μία χρήσιμη ανασκόπηση για την έκθεση στο βενζόλιο. Από την ανασκόπηση μεταφέρουμε τα σημαντικότερα δεδομένα για τον κλάδο διύλισης πετρελαίου.

Από 33 δημοσιευμένες μελέτες προκύπτει ότι η μέση έκθεση των εργαζομένων στους κλάδους του πετρελαίου (αριθμητικός μέσος του κλάδου) ήταν $6,60 \text{ mg/m}^3$ (περίπου 2ppm).

Στους κλάδους της διύλισης πετρελαίου από το 1978 υπάρχει μείωση των εκθέσεων στο βενζόλιο.

Οι μεγαλύτερες εκθέσεις καταγράφονται στον καθαρισμό των δεξαμενών και στην φόρτωση βυτιοφόρων οχημάτων και πλοίων. Η μέγιστη τιμή που μετρήθηκε στον κλάδο ήταν σε καθαρισμό δεξαμενής με έκθεση 633 mg/m^3 ($3,5 \text{ mg/m}^3 = 1 \text{ ppm}$).

Σημαντικά είναι τα αποτελέσματα μετρήσεων σε παραγωγικές εγκαταστάσεις των διυλιστηρίων της Γερμανίας, όπου προκύπτει ότι:

- στις εταιρείες ορυκτέλαιων, 84% της έκθεσης ήταν $< 3,4 \text{ mg/m}^3$ (1 ppm)
- στις εγκαταστάσεις πυρόλυσης, το 97% των μετρήσεων ήταν κάτω από 3 mg/m^3 και το 99% $< 16 \text{ mg/m}^3$
- στις μονάδες παραγωγής τεχνικού και καθαρού βενζολίου, το 81% των μετρήσεων ήταν κάτω από 3 mg/m^3 και το 96% $< 16 \text{ mg/m}^3$
- στις μονάδες αναμόρφωσης, το 97% των μετρήσεων ήταν κάτω από 3 mg/m^3 και το 99% $< 16 \text{ mg/m}^3$
- στα χημικά εργαστήρια των διυλιστηρίων το 100% των τιμών ήταν κάτω από 16 mg/m^3
- στο πεδίο των δεξαμενών, το 82% των μετρήσεων ήταν κάτω από 3 mg/m^3 και το 100% $< 16 \text{ mg/m}^3$.

Από τις προαναφερόμενες μετρήσεις βενζολίου στους χώρους των Διυλιστηρίων και σε διάφορες εργασίες προκύπτει ότι:

- έκθεση σε βενζόλιο μπορεί να συμβεί σε όλες σχεδόν τις εργασίες της διύλισης, αποθήκευσης και της διανομής των προϊόντων του αργού πετρελαίου
- εκθέσεις πάνω από το όριο των 0,5 ppm δεν είναι σπάνιες
- πιο υψηλές συγκεντρώσεις μετρήθηκαν στην αποθήκευση και στη διακίνηση των προϊόντων του αργού πετρελαίου (σταθμοί φόρτωσης βυτιοφόρων και δεξαμενών πλοίων)
- υψηλές εκθέσεις διαπιστώθηκαν και για τους οδηγούς βυτιοφόρων οχημάτων μεταφοράς καυσίμων
- τις χαμηλότερες εκθέσεις είχαν οι εργαζόμενοι στα χημικά εργαστήρια των διυλιστηρίων
- στις μονάδες παραγωγής βενζολίου και στις μονάδες πυρόλυσης, οι συγκεντρώσεις που μετρήθηκαν δεν ήταν υψηλές
- οι εργαζόμενοι στη συντήρηση των διυλιστηρίων είναι εκτεθειμένοι σε υψηλές συγκεντρώσεις.

Τοξική δράση του βενζολίου

Το βενζόλιο εισέρχεται στο αίμα κυρίως με την εισπνοή. Μεταβολίζεται στο ήπαρ σε διάφορα μεταβολικά προϊόντα, που αποβάλλονται από τους νεφρούς, με κύριο τη θειική φαινόλη (phenolsulfat). Σημαντικό μέρος του βενζολίου αποβάλλεται και δια της εκπνοής. Στον οργανισμό το βενζόλιο, κατανέμεται κατά βάση σε ιστούς πλούσιους σε λιπίδια, π.χ. νευρικό, λιπώδη, μυελό των οστών, δέρμα κ.ο.κ. Στις περιπτώσεις χρόνιας έκθεσης σε βενζόλιο, παρατηρείται άθροισή του στους συγκεκριμένους ιστούς.

Η τοξική δράση του βενζολίου διακρίνεται σε οξεία και χρόνια. Η οξεία τοξική δράση του βενζολίου αφορά το ΚΝΣ και την ερεθιστική δράση του στο ανώτερο αναπνευστικό σύστημα και στα μάτια. Σε περίπτωση κατάποσης βενζολίου έχει παρατηρηθεί ηπατονεφρικό σύνδρομο. Η οξεία διαβροχή του δέρματος από βενζόλιο, μπορεί να προκαλέσει οξεία τοξική δερματίτιδα. Το βενζόλιο συγκαταλέγεται μεταξύ των 15 διαλυτών που προκαλούν τοξική εγκεφαλοπάθεια και περιφερική πολυνευροπάθεια (βλ. αντίστοιχη παράγραφο στο παρόν κεφάλαιο).

Σε ότι αφορά τη χρόνια δράση του βενζολίου, θα πρέπει να αναφερθεί ότι δεν συγκαταλέγεται στις ουσίες με σημαντική ηπατοτοξική ή νεφροτοξική δράση. Σε χρόνιες δερματικές εκθέσεις το βενζόλιο, όπως όλοι οι οργανικοί διαλύτες, μπορεί να προκαλέσει χρόνια τοξική δερματοπάθεια (δερματίτιδα).

Δράση του βενζολίου στο αιμοποιητικό σύστημα

Η σημαντικότερη τοξική δράση του βενζολίου, είναι η μυελοτοξική. Μπορεί να οδηγήσει σε απλαστική αναιμία ή/και σε λευχαιμία. Δεν υπάρχει «τυπική» εικόνα στο περιφερικό αίμα από τη χρόνια έκθεση σε βενζόλιο. Οι σειρές των ερυθρών και των λευκών αιμοσφαιρίων, όπως και των αιμοπεταλίων, μπορεί να προσβληθούν η μία ανεξάρτητα από την άλλη. Εκτός από τη μείωση των τριών σειρών των κυττάρων του αίματος, από την έκθεση σε βενζόλιο έχουν παρατηρηθεί λευκοκυτταρώσεις με υπερκατάτμηση των πυρήνων των ουδετερόφιλων και ηωσινοφιλία.

Η απλαστική αναιμία από βενζόλιο περιγράφηκε για πρώτη φορά το 1897. Η χρήση του βενζολίου στην προ του 1950 εποχή, ήταν ευρύτατα διαδεδομένη σαν βιομηχανικού διαλύτη. Εκθέσεις σε συγκεντρώσεις βενζολίου 100ppm και πλέον, ήταν πολύ συχνές και γι' αυτό ήταν συχνές και οι απλαστικές αναιμίες. Υπήρχαν μεγάλες αποκλίσεις σε ότι αφορά τη διάρκεια της έκθεσης. Έχουν περιγραφεί επίσης από εκείνη την εποχή, απλαστικές αναιμίες που εμφανίστηκαν αρκετά χρόνια μετά τη διακοπή της έκθεσης, με χειρότερη σχετικά πρόγνωση. Γενικά, η πρόγνωση της απλαστικής αναιμίας από βενζόλιο, επί διακοπής της έκθεσης, είναι σχετικά καλύτερη από την πρόγνωση της ιδιοπαθούς απλαστικής αναιμίας. Σε ανανήψαντες από απλαστική αναιμία, έχουν αναφερθεί προσβολές από λευχαιμία στη συνέχεια.

Η διάγνωση της απλαστικής αναιμίας από βενζόλιο, θα γίνει από το ιστορικό της έκθεσης και μετά από αποκλεισμό άλλων τοξικών ή μη, αιτίων της νόσου.

Το βενζόλιο σε όλες τις αξιολογήσεις από τους διεθνείς οργανισμούς και την Ευρωπαϊκή Ένωση, εντάσσεται στην ομάδα των χημικών ουσιών που προκαλούν καρκίνο (του αιμοποιητικού) στον άνθρωπο.

Υπάρχουν πολλές εργασίες για την καρκινογόνο δράση του βενζολίου στο αιμοποιητικό σύ-

στημα ακόμη και σε χαμηλές συγκεντρώσεις έκθεσης. Πολλές από τις δημοσιεύσεις αφορούν τον κλάδο διύλισης πετρελαίου. Μάλιστα για τον κλάδο διύλισης, οι δημοσιεύσεις περιλαμβάνουν συχνά και τον ιδιαίτερο τύπο της λευχαιμίας (μυελογενείς-λεμφογενείς, οξείες-χρόνιες). Πρόκειται για μελέτες κοορτής και μελέτες μαρτύρων – περιπτώσεων. Δεκάδες είναι οι δημοσιεύσεις ανασκοπήσεων «μετααναλύσεων» για την λευχαιμιόγono δράση του βενζολίου.

Σε ότι αφορά τον τύπο της λευχαιμίας που προκαλεί το βενζόλιο, θα πρέπει να τονιστεί ότι δεν υπάρχει ειδική μορφή λευχαιμίας από το βενζόλιο. Υπήρχε η άποψη ότι ευθύνεται μόνο για οξείες λευχαιμίες από τη μυελική σειρά των κυττάρων του αίματος. Σήμερα θεωρείται αποδεκτό, ότι μπορεί να προκαλέσει χρόνιες μυελογενείς λευχαιμίες και κακοήθεις νεοπλασίες από το λεμφικό σύστημα.

Σε σχέση με το μηχανισμό πρόκλησης των κακοηθών νοσημάτων του αιμοποιητικού και του λεμφικού συστήματος, η κρατούσα αντίληψη είναι, ότι οφείλεται στη δράση των ενδιάμεσων τοξικών προϊόντων του μεταβολισμού του βενζολίου, όπως κινόνες, ημικινόνες, εποξειδία, ελεύθερες ενεργείς ρίζες κ.ά.).

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι πολλές μελέτες για τη λευχαιμιόγono δράση του βενζολίου, δε συμπεριλαμβάνουν ακριβή στοιχεία για το ύψος της έκθεσης των εργαζομένων στο βενζόλιο. Δημιουργούνται αβεβαιότητες για την ελάχιστη «δόση» έκθεσης σε βενζόλιο που είναι ικανή να προκαλέσει λευχαιμία. Σύμφωνα με τους Konietzko et al, ο λανθάνων χρόνος από την έναρξη της έκθεσης στο βενζόλιο μέχρι την εμφάνιση της λευχαιμίας είναι 30 έτη.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει ο πίνακας που καταθέτουν οι Konietzko et al, με τη συσχέτιση της συγκέντρωσης και της διάρκειας έκθεσης σε βενζόλιο, με τη συχνότητα των θανάτων από λευχαιμία. Ο πίνακας προκύπτει από μελέτες του NIOSH και στην Εταιρεία Χημικών DOW των ΗΠΑ.

Πίνακας 7.7: Εκτίμηση της αύξησης των θανάτων από λευχαιμία ανά 1000 εκτεθέντες σε βενζόλιο, σε συνάρτηση με τα έτη και τη συγκέντρωση της έκθεσης (NIOSH/DOW).

Διάρκεια Έκθεσης σε έτη	Ύψος (Συγκέντρωση) Έκθεσης			
	10 ppm		1 ppm	
	Μελέτη NIOSH	Μελέτη DOW	Μελέτη NIOSH	Μελέτη DOW
45	44152	46136	516	515
30	30104	3293	311	310
15	1554	1648	1,55	215
5	518	516	0,52	0,52
1	14	13	0,10,4	0,10,3

Από την αναφορά της HVBG για το βενζόλιο, μεταφέρουμε αντίστοιχους πίνακες. Ιδιαίτερα σημαντικός θεωρείται ο πίνακας στην αναφορά από τον Paxton 1996, από τη βιομηχανία ελαστικού του Οχάιο των ΗΠΑ. Τα πλεονεκτήματα αυτών των μελετών κοορτής, σύμφωνα με την αναφορά του HVBG μεταξύ άλλων είναι:

- τα αξιόπιστα δεδομένα για τους εργαζόμενους και τις εκθέσεις που δέχτηκαν
- το μακρό «Follow up» από το 1936-1987
- οι υψηλές συγκεντρώσεις έκθεσης σε βενζόλιο
- η απουσία άλλων τοξικών ουσιών ταυτόχρονα.

Στα μειονεκτήματα των μελετών συγκαταλέγεται ο μικρός αριθμός μετρήσεων στα πρώτα χρόνια, που όμως περιλαμβάνονται στη μελέτη.

Πίνακας 7.8.: Υπολογισμός του κινδύνου για λευχαιμία που βασίζεται στις μελέτες του κλάδου των ελαστικών (Pliofilm Studie) από τον Paxton, 1996

Συγγραφέας	Αθροιστική Έκθεση εκφρασμένη σε rppmΧρόνος (1rppmΧρόνος ισοδυναμεί με ένα χρόνο έκθεσης σε 1rppm)	Προτυποποιημένη Σχέση Θνησιμότητας SMR ^β
RinsKy 1985 ^α	0 – 5	1,97 (0,41-5,76)= Διάστημα εμπιστοσύνης 95%
	>5 – 50	2,29 (0,47-6,69)
	>50 – 500	6,93 (2,78-14,28) * *
	>500	20,00 (0,51-111,4)
Crump ^α	0 – 5	0,88 (0,02-4,89)
	>5 – 50	3,25 (0,88-8,33)
	>50 – 500	4,87 (1,76-10,63) *
	>500	10,34 (2,13-30,21) **
Paustenbach	0 – 5	1,33 (0,03-7,43)
	>5 – 50	1,79 (0,22-6,45)
	>50 – 500	2,80 (0,76-7,16)
	>500	11,86 (4,76-24,44) **

α = δε δημοσιεύτηκαν τα στοιχεία

*β = Test στατιστικής σημαντικότητας: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$*

Τα συμπεράσματα της αναφοράς της HVBG για την προσβολή από λευχαιμία των εργαζομένων στα διυλιστήρια είναι τα ακόλουθα.

- Οι μελέτες κοορτής (για το σύνολο των κλάδων), είναι πιο αξιόπιστες. Οι μελέτες μαρτύρων – περιπτώσεων παρουσιάζουν αντιφατικά αποτελέσματα.
- Οι μελέτες για τα διυλιστήρια επιτρέπουν τη διαφοροποίηση κατά τύπο των λευχαιμιών. Για τους υπόλοιπους κλάδους, πρακτικά τα δεδομένα δεν το καθιστούν δυνατό.
- Στον κλάδο της διύλισης πετρελαίου δε διαπιστώνεται αυξημένος κίνδυνος για πρόκληση λευχαιμίας.

Έκθεση στο βενζόλιο από το κάπνισμα

Από τη γερμανική έκδοση του HVBG μεταφέρουμε τη σημασία του καπνίσματος για την έκθεση σε βενζόλιο.

- Με το κάπνισμα 1 τσιγάρου, ο καπνιστής εισάγει στον οργανισμό του 1060 µg Βενζόλιο. Κατά τον Eikmann 1992, το κάπνισμα 20 τσιγάρων εισάγει στον οργανισμό 400µg βενζόλιο.
- Στα σπίτια των καπνιστών η μέση συγκέντρωση βενζολίου βρέθηκε 11µg/m³, ενώ στον μη καπνιστών 8µg/m³.
- Οι Korte et al. (2000) προσπάθησαν να υπολογίσουν το ποσοστό συμμετοχής του βενζολίου στις λευχαιμίες που προκαλούνται από το κάπνισμα. Από τα μοντέλα που εφάρμοσαν διαπίστωσαν ότι σημαντικό ποσοστό των λευχαιμιών από το κάπνισμα οφείλονται στο βενζόλιο του καπνού.

Το ATSDR αναφέρει για το βενζόλιο του καπνού τα εξής: ο καπνιστής 32 τσιγάρων την ημέρα, που είναι ο μέσος όρος στις ΗΠΑ, προσλαμβάνει 1,8 mg βενζόλιο, περίπου 10 φορές πιο πάνω από την ημερήσια πρόσληψη του μη καπνιστή.

Η επιμονή μας στη μεταφορά των δεδομένων για την έκθεση σε βενζόλιο από το κάπνισμα, έχει σαν στόχο να επισημάνει τη σπουδαιότητα της μη αναφοράς των συνηθειών καπνίσματος, σε πολλές μελέτες για τη συχνότητα των καρκίνων σε εργαζόμενους στα διυλιστήρια.

Ευπαθείς ομάδες εργαζομένων

Θα πρέπει, τέλος, να επισημάνουμε ορισμένα ζητήματα που σχετίζονται με τις συνέπιες του βενζολίου στον ανθρώπινο οργανισμό.

- Ο μεταβολισμός του βενζολίου και κατ' επέκταση οι βιολογικοί του δείκτες, μπορεί να επηρεαστούν από άλλες ουσίες και φάρμακα π.χ. φαινοβαρβιτάλη.
- Το βενζόλιο μπορεί να έχει αρνητική επίδραση στους πάσχοντες από θαλασσαιμία. Το τοξικολογικό προφίλ του βενζολίου από το ATSDR σχολιάζει μία εργασία που παρουσίασε 44 περιπτώσεις πανκυτοπενίας από βενζόλιο, εκ των οποίων οι 4 ήταν ετεροζυγώτες β θαλασσαιμίας. Η εργασία θέτει την υποψία, ότι η έκθεση σε βενζόλιο, μπορεί να επιδράσει πολύ άσχημα σε ορισμένες μορφές β θαλασσαιμίας.
- Οι πάσχοντες από χρόνια ή οξεία ιογενή ηπατίτιδα μπορεί να είναι πιο ευαίσθητοι στην απλαστική δράση του βενζολίου στο αιμοποιητικό.

- Η κατάχρηση αλκοόλης μπορεί να αυξήσει τη βαρύτητα της επίδρασης του βενζολίου στο μυελό των οστών.
- Βρίσκονται υπό μελέτη «πρόσδετα» (adducts) του βενζολίου με πρωτεΐνες του αίματος ή με το DNA κυττάρων του αίματος, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν σαν βιολογικοί δείκτες της έκθεσης στο βενζόλιο.

7.22 Τολουόλιο

Περιέχεται στις βενζίνες και στα άλλα ενδιάμεσα και τελικά προϊόντα πετρελαίου. Οι von Konietzko et al., εκτιμούν ότι 45 εκατομμύρια τόνοι τολουολίου το χρόνο καίγονται με τα καύσιμα στη Γερμανία, σε αντίθεση με τις 263.000 τόνους που παρήχθησαν για χρήση το 1981.

Χρησιμοποιείται σαν διαλύτης στις διαδικασίες διύλισης πετρελαίου στην εκχύλιση διαλυτών, ενώ συμπεριλαμβάνεται σε πολλά μείγματα βιομηχανικών διαλυτών. Είναι υγρό άχρωμο, διαυγές, με μεγάλη πηκτικότητα και χαρακτηριστική οσμή.

Οι εργαζόμενοι στα διυλιστήρια εκτίθενται σε τολουόλιο κυρίως δια της εισπνοής. Η δερματική απορρόφηση ακόμη και επί διαβροχής του δέρματος, είναι μικρή. Το τολουόλιο κατανέμεται στους πλούσιους σε λιπίδια ιστούς. Ποσοστό γύρω στο 65% του απορροφηθέντος τολουολίου, μεταβολίζεται μέσω της οδού του βενζοϊκού οξέος σε ιππουρικό οξύ και αποβάλλεται στα ούρα. Ένα μικρό, αλλά σημαντικό για τη βιολογική παρακολούθηση ποσοστό, μεταβολίζεται σε κρεζόλες p, o, m. Υπολογίζεται ότι μόνο 0,05% του κατακρατηθέντος τολουολίου αποβάλλεται σαν ο-κρεζόλη.

Η αλκοόλη επηρεάζει το μεταβολισμό του τολουολίου. Στις περιπτώσεις παράλληλης λήψης αιθανόλης και τολουολίου, μειώνεται η αποβολή ιππουρικού οξέος και αυξάνεται η συγκέντρωση τολουολίου στο αίμα. Ένα ποσοστό του κατακρατηθέντος τολουολίου αποβάλλεται δια της εκπνοής. Το τολουόλιο επί επαναλαμβανόμενης έκθεσης αθροίζεται στο αίμα, διότι έχει χρόνο ημίσειας ζωής που μπορεί να φτάσει τις 36 ώρες.

Τοξικές επιδράσεις του τολουολίου

Σε ότι αφορά την τοξική επίδραση οξεία και χρόνια του τολουολίου στο κεντρικό και περιφερικό νευρικό σύστημα έχουμε ήδη αναφερθεί στη σχετική παράγραφο. Το τολουόλιο συμπεριλαμβάνεται στους 15 βεβαιωμένους νευροτοξικούς διαλύτες.

Σαν βέβαιη θεωρείται επίσης, η ευαισθητοποίηση του μυοκάρδιου από τολουόλιο, στη δράση των ενδογενών κατεχολαμινών.

Το τολουόλιο χωρίς προσμίξεις, δε θεωρείται ότι προκαλεί τοξικές επιδράσεις στο αίμα. Οι παλαιότερες αναφορές της βιβλιογραφίας θα πρέπει να αντιμετωπίζονται με επιφυλάξεις, διότι το τότε τολουόλιο του εμπορίου, περιείχε βενζόλιο σε ποσοστά που έφταναν και το 15%.

Η δράση του στο ανώτερο αναπνευστικό σύστημα θεωρείται ήπια επί εισπνοής. Αντίθετα στις περιπτώσεις εισρόφησης τολουολίου έχουν περιγραφεί νεκρωτικές πνευμονίτιδες με πνευμονικές αιμορραγίες.

Η ηπατοτοξική δράση του τολουολίου είναι ήπια. Επί εκθέσεων σε υψηλές συγκεντρώσεις έχουν περιγραφεί αυξήσεις των ηπατικών ενζύμων SGPT, και SGOT, χωρίς αύξηση της γΓτ. Άλλες εργασίες δεν επιβεβαίωσαν τα ευρήματα.

Ούτε η νεφροτοξική δράση του τολουολίου θεωρείται βέβαιη. Σε οξείες δηλητηριάσεις από υψηλές συγκεντρώσεις τολουολίου έχουν περιγραφεί ευρήματα οξείας σωληναριακής βλάβης.

Η έκθεση του δέρματος σε τολουόλιο μπορεί να προκαλέσει οξεία τοξική δερματίτιδα. Εάν η δερματική έκθεση είναι επαναλαμβανόμενη και παρατεταμένη, είναι δυνατόν να προκληθεί χρόνια ατροφική δερματοπάθεια, όπως και από άλλους αρωματικούς και αλειφατικούς διαλύτες.

Οξείες εκθέσεις των ματιών μπορεί να προκαλέσουν ερεθιστική δράση. Επί διαβροχής των ματιών με τολουόλιο όπως και με άλλους διαλύτες, υφίσταται ο κίνδυνος της εμφάνισης χημικών εγκαυμάτων.

Καρκινογόνος δράση του τολουολίου

Σύμφωνα με το IARC (τόμος 71):

- υπάρχουν ανεπαρκείς αποδείξεις της καρκινογόνου δράσης του τολουολίου σε ανθρώπους
- υπάρχουν αποδείξεις που δείχνουν ότι το τολουόλιο δεν είναι καρκινογόνο σε πειραματόζωα
- το τολουόλιο θεωρείται μη κατατάξιμο σε ότι αφορά την καρκινογόνο δράση του σε ανθρώπους (Ομάδα 3).

Μετρήσεις συγκεντρώσεων τολουολίου και ξυλολίου στους χώρους παραγωγής – αποθήκευσης και διακίνησης προϊόντων αργού πετρελαίου στα διυλιστήρια

Έχουμε αναφερθεί εκτενώς για τις μετρήσεις βενζολίου και των ομόλογων του τολουολίου και ξυλολίου που συμπεριλαμβάνονται στην αναφορά 2/00 της CONCAWE. Στη συγκριμένη αναφορά, ειδικά για το τολουόλιο και το ξυλόλιο όλες οι μετρήσεις σε όλους τους χώρους και εργασίες, ακόμη και οι βραχείες (<1 ώρα), δεν ξεπερνούσαν το 20% των μεγιστων επιτρεπόμενων ορίων. Οι μέσες τιμές οκτάωρης έκθεσης ήταν πολύ χαμηλότερες. Εξαίρεση αποτελούν οι ακόλουθες εργασίες.

Χειριστές Αποθήκευσης Κανσίμων (Off Site Operators)

Βραχείας διάρκειας μετρήσεις <1 ώρα

- τολουόλιο 47 μετρήσεις 0,49 – 32,0 mg/m³: μέση τιμή 7,42 mg/m³
- ξυλόλιο 46 μετρήσεις 0,09 - 3,9 mg/m³: μέση τιμή 4,06 mg/m³

Οδηγοί βυτιοφόρων οχημάτων – φόρτωση από πάνω (Road Tanker Drivers, Top Loading)

Βραχείας διάρκειας μετρήσεις <1 ώρα

- τολουόλιο 98 μετρήσεις 0,08 – 200 mg/m³: μέση τιμή 22,6 mg/m³
- ξυλόλιο 81 μετρήσεις 0,15 – 160,6 mg/m³: μέση τιμή 21,28 mg/m³

Χειριστές – επικεφαλής του σταθμού φόρτωσης βυτιοφόρων οχημάτων(Road Tanker Terminal Supervisors/Operators)

Βραχείας διάρκειας μετρήσεις < 1 ώρα

- τολουόλιο 8 μετρήσεις 1,5 – 61,0 mg/m³: μέση τιμή 14,33 mg/m³
- ξυλόλιο 8 μετρήσεις 0,9 – 18 mg/m³: μέση τιμή 7,5 mg/m³

Συμπερασματικά από το σύνολο των μετρήσεων για το τολουόλιο και το ξυλόλιο στις εργασίες των διυλιστηρίων, όπως αναφέρονται στην αναφορά 2/00 προκύπτουν τα ακόλουθα:

- στη συντριπτική τους πλειοψηφία, οι συγκεντρώσεις που διαπιστώθηκαν, ιδιαίτερα στα παραγωγικά τμήματα, ακόμη και για το προσωπικό συντήρησης ήταν πολύ χαμηλές
- σε μια περίπτωση μόνο βραχείας διάρκειας μέτρησης, (οδηγοί βυτιοφόρων), οι ελάχιστες συγκεντρώσεις τολουολίου, βρέθηκαν γύρω ή λίγο πάνω από το όριο της δωρης έκθεσης των TLVs των αμερικάνων υγιεινολόγων
- σε όλες τις προαναφερόμενες περιπτώσεις, οι συγκεντρώσεις του ξυλολίου ήταν χαμηλότερες.

7.23 Ξυλόλιο

Ονομάστηκε ξυλόλιο από την ελληνική λέξη ξύλο, διότι πρωτοαπομονώθηκε από το ακατέργαστο ξυλόπνευμα το 1850 και το 1860 από τη λιθανθρακόπισσα.

Το ξυλόλιο περιέχεται στο αργό πετρέλαιο, στα ενδιάμεσα και στα τελικά προϊόντα διύλισής του.

Σύμφωνα με το ATSDR, στη βενζίνη περιέχεται 10% και πλέον κατά βάρος ξυλόλιο, περίπου ισοκαταναμημένο και στα τρία ισομερή του (ορθό, μέτα, πάρα, ξυλόλιο).

Πρόκειται για άχρωμο υγρό, με δυσάρεστη αρωματική οσμή και σχετικά με το τολουόλιο λιγότερο πηκτικό. Το τεχνικό ξυλόλιο είναι μείγμα από τα τρία ισομερή του. Το ξυλόλιο πετρελαϊκής προέλευσης, περιέχει έως και 15% αιθυλοβενζόλιο καθώς και προσμίξεις σε τολουόλιο, ίχνη αρωματικών C₉, μη αρωματικούς υδρογονάνθρακες κ.α.

Στην διύλιση πετρελαίου παράγεται ξυλόλιο μαζί με βενζόλιο και τολουόλιο από ισομερισμό και αφυδρογόνωση, κυρίως στις διεργασίες της καταλυτικής αναμόρφωσης.

Στους χώρους των διυλιστηρίων η έκθεση γίνεται κυρίως δια της εισπνοής. Η δερματική έκθεση έχει μικρή σημασία για τη συστηματική τοξική δράση του ξυλολίου.

Για την πρόσληψη του ξυλολίου και την κατανομή του στον οργανισμό, ισχύουν όσα αναφέρθηκαν για το τολουόλιο. Η κύρια μεταβολική οδός του ξυλολίου στο ήπαρ είναι η μετατροπή του σε μεθυλοβενζοϊκό οξύ και στη συνέχεια σε μεθυλιππουρικό οξύ, που αποβάλλεται στα ούρα σε ποσοστό 95% του προσληφθέντος ξυλολίου. Λιγότερο από 5% του προσληφθέντος ξυλολίου αποβάλλεται δια της εκπνοής. Λιγότερο από 2% αποβάλλεται υπό μορφή ξυλενόλης στα ούρα.

Τοξικές επιδράσεις του ξυλλόλιου

Είναι ίδιες ή παρόμοιες με το τολουόλιο όπου παραπέμπουμε. Και το ξυλλόλιο ανήκει στην ομάδα των 15 βεβαιωμένων νευροτοξικών διαλυτών.

Καρκινογόνος δράση του ξυλλόλιου

Για την καρκινογόνο δράση στον άνθρωπο το IARC σχολιάζει 4 δημοσιευμένες μελέτες, 2 για το κοινό και 2 μελέτες μαρτύρων –περιπτώσεων από επαγγελματικούς χώρους. Σε καμία από αυτές το ξυλλόλιο δεν ήταν η αποκλειστική ή η κύρια έκθεση. Σε μία Καναδική μελέτη μαρτύρων-περιπτώσεων, διαπιστώθηκε σημαντική αύξηση της επίπτωσης (incidence) των καρκίνων κολουαπευθυσμένου, που δεν επιβεβαιώθηκε από άλλη αντίστοιχη μελέτη. Σε μία μελέτη βρέθηκε αυξημένη συχνότητα νόσου του Hodgkin, ενώ σε μία άλλη αύξηση των non Hodgkin λεμφωμάτων. Τα περισσότερα αποτελέσματα βασίστηκαν σε μικρό αριθμό περιστατικών. Η ομάδα εργασίας του IARC εκτίμησε, ότι λόγω αδυναμιών των μελετών, τα αποτελέσματα δεν είναι αρκετά ισχυρά για να θεμελιώσουν μια συσχέτιση με την έκθεση σε ξυλλόλιο. Συμπεώς, το IARC καταλήγει στα κλολουθα συμπερασματα:

- ανεπαρκείς αποδείξεις της καρκινογόνου δράσης των ξυλλοίων σε ανθρώπους
- ανεπαρκείς αποδείξεις της καρκινογόνου δράσης των ξυλλοίων σε πειραματόζωα
- ξυλλόλιο: μη κατατάξιμο σε ότι αφορά την καρκινογόνο δράση του σε ανθρώπους (Ομάδα 3).

Μετρήσεις συγκεντρώσεων του ξυλλόλιου στους χώρους των δυλιστηρίων από την αναφορά 2/00 της CONCAWE, αναφέρθηκαν μαζί με το τολουόλιο.

7.24 Αιθυλοβενζόλιο

Είναι υγρό με δυσάρεστη οσμή, πηκτικότητα ανάλογης με το ξυλλόλιο, του οποίου είναι ισομερές.

Παράγεται στις διαδικασίες διύλισης αργού πετρελαίου, ενώ είναι συστατικό της βενζίνης. Σύμφωνα με το ATSDR», το αιθυλοβενζόλιο βρίσκεται στη βενζίνη με μια μέση συγκέντρωση 1,9%. Το αιθυλοβενζόλιο είναι η κύρια πρόδρομη ουσία παραγωγής στυρολίου, ενώ αποτελεί σταθερή πρόσμιξη στα διαλύματα του ξυλλόλιου.

Εισέρχεται στον οργανισμό δια της εισπνοής. Κατακρατάται περίπου το 64% του εισπνεόμενου αιθυλοβενζολίου. Η δερματική απορρόφηση για τη συστηματική του δράση έχει μικρή σημασία. Η αποβολή του δια της εκπνοής είναι αμελητέα. Η τύχη του στον οργανισμό φαίνεται ότι είναι παρόμοια του ξυλλόλιου. Θα πρέπει να τονιστεί ότι οι μελέτες για το αιθυλοβενζόλιο είναι σπάνιες, ενώ για την τοξική δράση του στον άνθρωπο ελάχιστες.

Το αιθυλοβενζόλιο μεταβολίζεται κυρίως δι' οξειδώσεως και αποβάλλεται στα ούρα υπό μορφή μανδελικού (αμυγδαλικού) οξέος 64% και φαινυλογλυκοξυλικού οξέος 25% του προσληφθέντος αιθυλοβενζολίου αντίστοιχα. Μεταξύ τους βρίσκονται σε μια οξειδοαναγωγική ισορροπία. Το υπόλοιπο αιθυλοβενζόλιο αποβάλλεται υπό μορφή άλλων μεταβολιτών.

Τοξικές επιδράσεις του αιθυλοβενζολίου

Όπως αναφέρθηκε, οι μελέτες για την τοξική δράση του αιθυλοβενζολίου στον άνθρωπο είναι ελάχιστες. Μεμονωμένες οξείες δηλητηριάσεις από αιθυλοβενζόλιο δεν είναι γνωστές. Γενικά από πειραματικές μελέτες και από τα υπόλοιπα δεδομένα της βιβλιογραφίας, θεωρείται αποδεκτό ότι οι τοξικές επιδράσεις του αιθυλοβενζολίου είναι παρόμοιες με του ξυλολίου. Το αιθυλοβενζόλιο ασκεί τοξική επίδραση στο νευρικό σύστημα. Λόγω έλλειψης δεδομένων δεν κατατάσσεται στην ομάδα των 15 διαλυτών, οι οποίοι στη βιβλιογραφία θεωρούνται με βεβαιότητα ότι ανήκουν στους νευροτοξικούς.

Καρκινογόνος δράση του αιθυλοβενζολίου

Το αιθυλοβενζόλιο είναι συστατικό του καπνού και των καπναερίων των οχημάτων των αυτοκινήτων.

Αξιολογήθηκε από το IARC, αναφέρονται δύο μελέτες εργαζομένων με ενδεχόμενη έκθεση σε αιθυλοβενζόλιο. Η πρώτη μελέτη με ανεπαρκή περιγραφή των δεδομένων και η δεύτερη με παρακολούθηση 15 ετών, δεν έδειξαν αύξηση της επίπτωσης των καρκίνων η πρώτη και της θνησιμότητας η δεύτερη.

Σε επίμυες και ποντίκια με έκθεση σε αιθυλοβενζόλιο προκλήθηκαν αδενώματα στους πνεύμονες, ήπαρ και νεφρούς και καρκινώματα στους νεφρούς.

Η αξιολόγηση του IARC καταλήγει:

- ανεπαρκείς αποδείξεις της καρκινογόνου δράσης του αιθυλοβενζολίου σε ανθρώπους
- επαρκείς αποδείξεις της καρκινογόνου δράσης του αιθυλοβενζολίου σε πειραματόζωα
- το αιθυλοβενζόλιο είναι ενδεχόμενα καρκινογόνο για τους ανθρώπους (Ομάδα 2B).

Μετρήσεις συγκεντρώσεων αιθυλοβενζολίου από την αναφορά 2/00 της CONCAWE

Δεν υπάρχουν μετρήσεις σε όλους τους χώρους παραγωγής, αποθήκευσης και διακίνησης των Διυλιστηρίων. Όσες υπάρχουν είναι αμελητέες.

Γίνεται αναφορά σε εκατοντάδες μετρήσεις αιθυλοβενζολίου σε πρατήρια διανομής καυσίμων στο χώρο γύρο από τις αντλίες, χωρίς εγκατάσταση αναρρόφησης ατμών. Και εκεί οι συγκεντρώσεις ήταν αμελητέες.

7.25 Φαινόλη

Η καθαρή φαινόλη (Φ/Ν) είναι ουσία λευκή και κρυσταλλική. Με ανάμιξη μικρής ποσότητας νερού, 2% σε 41 °C υγροποιείται. Σε έκθεση στον αέρα η φαινόλη αποκτά ένα ροδόχρουν χρώμα. Έχει χαρακτηριστική οσμή.

Στις διαδικασίες διύλισης πετρελαίου η φαινόλη χρησιμοποιείται σαν διαλύτης στην αποκρήρωση των ελαιολιπαντικών και στην κατεργασία των πετρελαϊκών κηρών. Επίσης, χρησιμοποιείται σαν πρόσθετο στις βενζίνες και στα ελαιολιπαντικά σκευάσματα. Η Φ/Ν χρησιμοποιείται στην παραγωγή ρητινών, φυτοφαρμάκων, στη βιομηχανία ελαστικών και στη φαρμακευτική βιομηχανία.

Τοξικές επιδράσεις

Η Φ/Ν είναι ιδιαίτερα τοξική ουσία. Η λήψη 1 gr από το στόμα μπορεί να έχει θανατηφόρα έκβαση. Βεβαίως επέζησαν άνθρωποι από περιστατικά που είχαν λάβει έως και 65 gr φαινόλης. Μπορεί να απορροφηθεί μέσω εισπνοής σκόνης ή ατμών, είναι όμως ουσία χαμηλής πτητικότητας. Απορροφάται ταχύτατα από το δέρμα σε μεγάλες ποσότητες. Μπορεί να συμβούν οξείες συστηματικές δηλητηριάσεις από δερματική έκθεση εκτεταμένων επιφανειών του σώματος. Έχει έντονη τοπική ερεθιστική και καυστική δράση.

Μεταβολίζεται ταχέως στο ήπαρ, τους νεφρούς, τα επινεφρίδια, το έντερο, τους πνεύμονες και σε άλλους ιστούς. Σε 24 ώρες από την πρόσληψή της, έχει αποβληθεί σχεδόν το σύνολο της Φ/Ν υπό μορφή μεταβολικών προϊόντων. Η κύρια μεταβολική οδός είναι η μετατροπή της σε γλυκουρονίδια ή θειοενώσεις. Σε μικρό βαθμό μετατρέπεται σε υδροκινόνη, που είτε αποβάλλεται από τα ούρα, είτε μετατρέπεται σε ενεργούς μεταβολιτές όπως η 1,4-Βενζοκινόνη και το 1,2,4-τριυδροξυβενζόλιο. Η βενζοκινόνη αποβάλλεται τελικά υπό μορφή ενώσεων του μερκαπτουρικού οξέος. Στη βιβλιογραφία έχει εκφραστεί η άποψη ότι τα ενδιάμεσα δραστικά μεταβολικά προϊόντα της Φ/Ν, αντιδρούν με το DNA ή άλλα μακρομόρια και προκαλούν χρωμοσωμικές ή γονιδιακές βλάβες.

Οξεία τοξική δράση

- **Στα μάτια:** Από ατμούς, σκόνη ή διαλείμματα φαινόλης μπορεί να προκληθούν σοβαρές βλάβες με θόλωση του κερατοειδούς, ερυθρότητα, ιρίτιδα, οιδήματα βλεφάρων. Υφίσταται κίνδυνος τύφλωσης. Η άμεση αντιμετώπιση είναι ο καταϊωνισμός με νερό (χλιαρό εάν υπάρχει) για αρκετή ώρα. Η εφαρμογή υπό μορφή σταγόνων ή ψεκασμού πολυαιθυλενογλυκόλης και στη συνέχεια το ξέπλυμα με νερό για 3 λεπτά, αποτελούν την πρώτη επιλογή.
- **Στο δέρμα:** Η δερματική έκθεση σε Φ/Ν αποτελεί την πλέον συχνή εργασιακή έκθεση. Επειδή ο πόνος ή το αίσθημα καύσους στη διαβραχείσα περιοχή είναι ήπια, ο κίνδυνος συχνά υποτιμάται. Ακολουθεί ερυθρότητα και ακολούθως λευκή χροιά του δέρματος. Σε παρατεταμένη έκθεση εμφανίζονται μελάγχρωση και δερματικές νεκρώσεις. Στις περιπτώσεις βαθιάς εισχώρησης της Φ/Ν και στους ιστούς, μπορεί να προκληθούν αποφρακτικές αγγειοπάθειες (γάγγραινα από φαινόλη). Στα δάκτυλα των χεριών και των ποδιών ενδέχεται να προκληθεί γάγγραινα με παρατεταμένη διαβροχή. Στο δέρμα οι βλάβες μπορούν να πάρουν τα χαρακτηριστικά χημικών εγκαυμάτων με ερυθρότητα, οίδημα και νεκρώσεις των ιστών.
- **Στο αναπνευστικό:** Ασκεί έντονα ερεθιστική δράση, που ανάλογα με τη συγκέντρωση, εκδηλώνεται με καύσος, ξηρό βήχα και δύσπνοια. Έχουν περιγραφεί σε σοβαρές δηλητηριάσεις από Φ/Ν και χημικά πνευμονικά οιδήματα.
- **Στο πεπτικό:** Η κατάποση Φ/Ν μπορεί να προκαλέσει εγκαυματικού τύπου βλάβες στο βλεννογόνο του στοματοφάρυγγα, του οισοφάγου και του στομάχου, ενώ υφίσταται κίνδυνος οιδήματος της γλωττίδας. Οι βλάβες εκδηλώνονται με πόνο, δυσκατοποσία, σιελόρροια. Ανάλογα με τη ληφθείσα ποσότητα μπορεί να εμφανιστούν συστηματικές εκδηλώσεις.

- **Συστηματικές εκδηλώσεις:** Από το ΚΝΣ ενδέχεται να προκληθούν κεφαλαλγία, ίλιγγοι, εμβοές ώτων, ναυτία, έμετος, υπνηλία. Σε βαρύτερες περιπτώσεις εγκαθίστανται υπέρ ή υποθερμίες, απώλεια συνείδησης, κόμα και παράλυση του αναπνευστικού κέντρου.
 - ✓ Από το κυκλοφορικό, ανάλογα με τη βαρύτητα της δηλητηρίασης με Φ/Ν, εμφανίζονται αρρυθμίες, στην αρχή ταχυκαρδία και στη συνέχεια βραδυκαρδία, που μπορεί να καταλήξει σε καρδιακή ανακοπή. Η κλινική εικόνα εισβάλλει με κυκλοφορική καταπληξία (shock). Ο θάνατος στις οξείες δηλητηριάσεις από Φ/Ν προκαλείται από θανατηφόρες αρρυθμίες ή από παράλυση του αναπνευστικού κέντρου, μέσα σε λίγα λεπτά. Αντίθετα επέρχεται μετά από ώρες στις περιπτώσεις της κυκλοφορικής κατάπληξης.
 - ✓ Από τους νεφρούς μπορεί να εμφανιστούν συμπτώματα οξείας νεφρίτιδας και οξείας νεφρικής ανεπάρκειας. Η Φ/Ν ενδέχεται να προκαλέσει μεταβολική οξέωση.
 - ✓ Έχουν περιγραφεί περιπτώσεις μεθαιμοσφαιριναιμίας από Φ/Ν.
 - ✓ Σε σοβαρές οξείες δηλητηριάσεις από Φ/Ν στην κλινική εικόνα μπορεί να προστεθεί μη ειδική ηπατοτοξική βλάβη, με άνοδο των ηπατικών ενζύμων.

Δεν υπάρχει ειδικό αντίδοτο για τις δηλητηριάσεις από Φ/Ν. Η θεραπεία είναι υποστηρικτική. Η εφαρμογή διαλυμάτων πολυαιθυλενογλυκόλης στα μάτια ή στο δέρμα, ή διαλύματος πολυαιθυλενογλυκόλης 300/αιθανόλης σε μία σχέση 2 προς 1 στο δέρμα, μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στον περιορισμό των βλαβών. Επί κατάποσης συστήνεται η κλασματική χορήγηση νερού. Ο ενεργός άνθρακας προσροφά τη Φ/Ν αλλά επηρεάζει την εικόνα σε περίπτωση γαστροσκοπίσης. Επί εισπνοής Φ/Ν, τα εισπνεόμενα και συστηματικά στεροειδή και η χορήγηση οξυγόνου μπορεί να είναι απαραίτητα.

Χρόνια τοξική δράση

Οι περιγραφές προέρχονται από παλαιότερες μελέτες. Η εικόνα της χρόνιας σοβαρής τοξικής επίδρασης της Φ/Ν, περιγράφεται σαν Μαρασμός Φαινόλης ή Φαινολικός Μαρασμός. Ως τυπικές εκδηλώσεις αναφέρονται η δυσκατοποσία, η στελόρροια, οι έμετοι, οι διάρροιες, η ανορεξία και από το ΚΝΣ, οι κεφαλαλγίες, οι ίλιγγοι, η καταβολή και οι ψυχικές διαταραχές. Από το δέρμα αναφέρονται υπερχρώσεις, ενώ από τα μάτια υπέρχρωση των σκληρών με ένα γκρι χρώμα με καφέ κηλίδες. Επίσης, περιγράφονται ηπατικές και νεφρικές βλάβες με υπέρχρωση ούρων. Άτομα με κληρονομική έλλειψη ενζύμων μεταβολισμού της Φ/Ν είναι πιο ευαίσθητα στην έκθεση.

Καρκινογόνος δράση της φαινόλης

Υπάρχει αξιολόγηση της καρκινογόνου δράσης της Φ/Ν από το IARC. Η φαινόλη εκτός από την επαγγελματική έκθεση έχει ανιχνευτεί στα καυσαέρια αυτοκινήτων και στον καπνό του τσιγάρου.

Υπήρξε μελέτη από τη Φινλανδία, που έδειξε αύξηση της συχνότητας καρκίνων του πνεύμονα σε εργαζόμενους σε βιομηχανία ξύλου (χρησιμοποιείται σαν συστατικό των φαινολικών ρητινών). Η αύξηση της συχνότητας ήταν μεγαλύτερη για αυτούς με βραχεία έκθεση, σε σύγκριση με τους μακροχρόνια εκτεθέντες. Τα ευρήματα δεν επιβεβαιώθηκαν σε τρεις άλλες με-

λέτες. Στις μελέτες αυτές διαπιστώθηκε αύξηση της συχνότητας διαφόρων καρκίνων, αλλά κανένας καρκίνος δε διαπιστώθηκε σε αυξημένη συχνότητα σε άλλες μελέτες. Η ομάδα του IARC για τις συγκεκριμένες μελέτες καταλήγει, ότι το είδος των αποτελεσμάτων, αποτυγχάνει να αποδείξει κίνδυνο καρκίνου από την έκθεση σε φαινόλη. Συμπερασματικά το IARC καταλήγει στην ακόλουθη αξιολόγηση:

- ανεπαρκείς αποδείξεις της καρκινογόνου δράσης της Φ/Ν σε ανθρώπους και πειραματόζωα
- η Φ/Ν μη κατατάξιμη σε ότι αφορά την καρκινογόνο δράση της σε ανθρώπους.

7.26 Ναφθαλένιο (Ναφθαλίνη)

Πρόκειται για τη γνωστή ουσία ευρείας χρήσης ενάντια στο σκώρο. Είναι στερεά εύκολα εξατμιζόμενη, με χαρακτηριστική οσμή. Περιέχεται σε φυσικά προϊόντα όπως το ξύλο, η λιθανθρακόπισσα, το αργό πετρέλαιο κ.λπ.

Συγγενείς τοξικολογικά ουσίες είναι το α- και το β-μεθυλοναφθαλένιο. Το Ναφθαλένιο (N), περιέχεται στα προϊόντα καύσης του ξύλου, του πετρελαίου και στον καπνό του τσιγάρου. Χρησιμοποιείται για την παραγωγή άλλων προϊόντων π.χ. χρησιμοποιείται στην παραγωγή PVC, ρητινών, χρωστικών κ.λπ. Οικιακή έκθεση με εισπνοή ή δερματική επαφή, μπορεί να συμβεί σε χρήση N.

Το ναφθαλένιο περιέχεται στα μεσαία κλάσματα της διύλισης του αργού πετρελαίου. Με αποακυλίωση μπορεί να παράγεται N από α και β μεθυλοναφθαλένιο. Το N που παράγεται από το πετρέλαιο φτάνει σε καθαρότητα το 99%.

Το N μεταβολίζεται στο ήπαρ και σε ιστούς από το κυτόχρωμα P450. Τα ενδιάμεσα προϊόντα μεταβολισμού του N, θεωρείται ότι συμμετέχουν στην πρόκληση της τοξικής του δράσης. Πλέον σημαντικά για την τοξική επίδραση του N, είναι τα εποξειδία που δημιουργούνται από την καταλυτική δράση του κυτοχρώματος P450.

Τοξική δράση του ναφθαλενίου

Δύο νεογνά Ελληνικής καταγωγής, πέθαναν από οξύ αιμολυτικό σύνδρομο που εκδηλώθηκε με πυρηνικό ίκτερο, εξαιτίας της χρήσης ρούχων που είχαν προσροφήσει N. Το ένα ήταν ετερόζυγος φορέας έλλειψης G₆PD και το άλλο ομόζυγος.

Δεν υπάρχουν μελέτες βλάβης του αναπνευστικού στον άνθρωπο από χρόνια εισπνοή ατμών ή σκόνης N. Επί εκθέσεων σε υψηλές συγκεντρώσεις ατμών ναφθαλίνης, έχουν αναφερθεί ναυτία, έμετος και κοιλιακά άλγη, κεφαλαλγίες και σύγχυση. Η πλέον συχνή και γνωστή βλάβη που προκαλεί το N, είναι η αιμολυτική αναιμία κυρίως σε άτομα με έλλειψη G₆PD. Τα κλινικά και τα εργαστηριακά ευρήματα είναι του οξέος αιμολυτικού συνδρόμου.

Δεν είναι γνωστές ηπατικές βλάβες από έκθεση σε N. Ο προκαλούμενος ίκτερος αποδίδεται στην αιμόλυση. Σε οξείες δηλητηριάσεις έχουν αναφερθεί ηπατομεγαλία και αύξηση των ηπατικών ενζύμων.

Έχει αναφερθεί σε εργοστάσιο παραγωγής ναφθαλίνης στη δεκαετία του 1950, προσβολή

των οφθαλμικών φακών των εργαζομένων, με κοκκώδη θόλωση σε 8 από τους 21 εκτεθέντες. Σε άλλο εργοστάσιο έχουν περιγραφεί αιμορραγίες του αμφιβληστροειδούς και αρχόμενος καταρράκτης.

Σε λήψη από του στόματος, προκαλείται ερεθιστική δράση στο βλεννογόνο του πεπτικού, που εκδηλώνεται με ναυτία, έμετο, διαρροϊκό σύνδρομο έως και αιματηρές κενώσεις. Η στοματική λήψη N μπορεί να προκαλέσει αιμολυτικό σύνδρομο.

Η αιματουρία και η λευκωματουρία που αναφέρθηκε σε περιπτώσεις οξείας αιμόλυσης από N, αποδίδεται στο αιμολυτικό σύνδρομο και όχι σε νεφροτοξική βλάβη.

Περιγράφεται περίπτωση οξείας προσβολής των ματιών από δηλητηρίαση με N δια στοματικής λήψης. Σε λίγες ώρες εμφανίστηκε μεγάλη μείωση της όρασης. Η οφθαλμιατρική εξέταση έδειξε ατροφία του οπτικού νεύρου και ζωνοειδείς θολερότητες στους φακούς.

Σε περιπτώσεις οξέων δηλητηριάσεων από N, έχει περιγραφεί εκτός των άλλων και πυρετός, που όμως αποδόθηκε στο αιμολυτικό σύνδρομο. Αναφέρθηκε αιμολυτικό σύνδρομο σε έμβρυο, από διαπλακούντια μεταφορά N, μετά από οξεία δια του στόματος δηλητηρίαση της μητέρας.

Το N ασκεί ήπια ερεθιστική δράση στο δέρμα. Σε παρατεταμένη ή υποτροπιάζουσα έκθεση, εμφανίζεται τοξική δερματίτιδα. Το N έχει ενοχοποιηθεί σαν αλλεργιογόνο του δέρματος, χωρίς όμως να έχει επιβεβαιωθεί μαζικά η αλλεργιογόνος δράση του. Επειδή οι αλλεργικές δερματικές εκδηλώσεις, παρατηρήθηκαν πιο συχνά επί επαφής με μη κεκαθαρμένο N προερχόμενο από λιθανθρακόπισσα, υπήρξε η άποψη ότι οι αλλεργικές αντιδράσεις, οφείλονταν στις προσμίξεις του N.

Η έκθεση των ματιών σε σκόνη N δημιουργεί ερεθισμούς ή ακόμη και εξελκώσεις.

Καρκινογόνος δράση του ναφθαλενίου

Σύμφωνα με αναφορές του Επαγγελματικού Συνδέσμου (Berufsgenossenschaft) της Χημικής Βιομηχανίας της Γερμανίας, (ασφαλιστικός φορέας για την επαγγελματική νόσο και το εργατικό ατύχημα), υπάρχουν περιπτώσεις επαγγελματικών καρκίνων, στις οποίες πιθανόν η ναφθαλίνη έχει παίξει κάποιο ρόλο στη γένεση ή στην προαγωγή τους.

Για τα δεδομένα της καρκινογόνου δράσης στον άνθρωπο, η ομάδα εργασίας του IARC, αναφέρει ότι υπήρχαν δύο σειρές περιπτώσεων και καταλήγει ότι δεν μπορούν να βγουν συμπεράσματα από αυτές.

Η ομάδα εργασίας αναφέρεται σε in vivo μελέτες σε πειραματόζωα, στις οποίες διαπιστώθηκε αυξημένη καρκινογένεση από έκθεση σε N. Συμπερασματικά, καταλήγει:

υπάρχουν ανεπαρκή δεδομένα για την καρκινογόνο δράση σε ανθρώπους

υπάρχουν επαρκή δεδομένα για την καρκινογόνο δράση του N σε πειραματόζωα
το Ναφθαλένιο είναι ενδεχόμενα καρκινογόνο για τους ανθρώπους.

7.27 Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες (ΠΑΥ)

Πρόκειται για περίπλοκο μείγμα ουσιών που παράγεται, όταν οργανικής προέλευσης υλικά, θερμανθούν υπό συνθήκες ένδειας οξυγόνου. Από τα ευρύτατα βιβλιογραφικά δεδομένα μπορεί εύκολα να διαπιστωθεί ότι συχνότατα έχει καταγραφεί η καρκινογόνος δράση τους στα πειραματόζωα. Θεωρείται πλέον αδιαμφισβήτητο ότι μπορούν να προκαλέσουν διάφορους καρκίνους και στον άνθρωπο.

Στην 67/548 οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης κατατάσσονται στην ομάδα Α, δηλαδή βεβαιωμένα καρκινογόνα για τον άνθρωπο. Στη Γερμανία η έκθεση σε αέρια των διαδικασιών παραγωγής κωκ από λιθάνθρακα ή λιγνίτη, έχει ενταχθεί στους αιτιολογικούς παράγοντες του επαγγελματικού καρκίνου των αεροφόρων οδών και των πνευμόνων, με ειδικό κωδικό στον κατάλογο των επαγγελματικών νοσημάτων. Οι κατ' εξοχήν ουσίες που ενοχοποιούνται στα αέρια αυτά, είναι οι ΠΑΥ, ενώ θεωρείται ότι συμβάλλουν οι υψηλές θερμοκρασίες και η συνύπαρξη σκόνης. Ουσία «αντιπρόσωπος» των ΠΑΥ είναι το Βενζο[α]πυρένιο (BaP). Η σχέση του BaP με τους υπόλοιπους ΠΑΥ κάθε μείγματος που προκύπτει από την καύση οργανικής προέλευσης υλικών, είναι συνήθως σταθερή. Κατά συνέπεια ο προσδιορισμός του BaP στον αέρα του εργασιακού χώρου, δίνει μια αρκετά αξιόπιστη εικόνα για την συγκέντρωση των ΠΑΥ κάθε συγκεκριμένου μείγματος. Οι ΠΑΥ μπορεί να παράγονται σε ένα χώρο και σαν «παραπροϊόν». Μαζί με τις νιτροζαμίνες θεωρούνται οι κατ' εξοχήν καρκινογόνες ουσίες του καπνού του τσιγάρου. Από τη συμπύκνωση του καπνού ενός τσιγάρου προκύπτουν 0,017 μg BaP. Στην καπνιά των καπνοδόχων περιέχεται ανάλογα με την καύσιμη ύλη, 4400 mg/kgτ καπνιάς. Είναι γνωστή η παρατήρηση του Percival Pott το 1775 για την εμφάνιση καρκίνου του οσχέου στους καπνοδοχοκαθαριστές. Αποδόθηκε στην τοπική έκθεση σε ΠΑΥ, σε συνάρτηση με την υψηλή θερμοκρασία, τη σκόνη και τη μηχανική τριβή. Γι' αυτό οι συνθήκες ατομικής υγιεινής έχουν ιδιαίτερη σημασία για την προστασία των εργαζομένων.

Το BaP είναι στερεά ουσία με μορφή μικροπλακιδίων ή βελόνων κίτρινου χρώματος, εύκολα διαλυτή σε αρωματικούς διαλύτες. Οι ΠΑΥ λόγω της υψηλής θερμοκρασίας, δεν μπορούν να εισπνευθούν σαν ατμοί. Προσλαμβάνονται με την εισπνοή υπό μορφή σκόνης ή συμπυκνωμάτων σταγονιδίων (Aerosols), με διάμετρο συνήθως κάτω από 7μm. Μπορεί να ληφθούν με κατάποση και ενδέχεται να προκαλέσουν τοπικό ερεθισμό στις αεροφόρους οδούς και στο στόμα με αλλοιώσεις των βλεννογόνων. Οι ΠΑΥ έχουν ισχυρή τάση να προσροφούνται σε σωματίδια σκόνης.

Οι ΠΑΥ ελάχιστα ή καθόλου χρησιμοποιούνται για την παραγωγή προϊόντων. Μεμονωμένες ουσίες από τους ΠΑΥ, βρίσκουν μόνο εργαστηριακή χρήση. Βρίσκονται παντού, στον αέρα, στα ύδατα και στο έδαφος. Υπάρχουν πάνω από 100 διαφορετικοί ΠΑΥ. Στη φύση ή στους χώρους εργασίας βρίσκονται υπό μορφή μειγμάτων. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι στη μονογραφία του ATSDR για τους ΠΑΥ, λαμβάνονται υπ' όψη τα βιβλιογραφικά δεδομένα από 17 ΠΑΥ μόνο, με κριτήρια:

- την τοξικότητά τους
- τη δυνατότητα έκθεσης των ανθρώπων σ' αυτούς
- τη δυνατότητα εντοπισμού τους σε χώρους απορριμμάτων των ΗΠΑ

- την έκταση της υπάρχουσας επιστημονικής γνώσης.
- Οι 17 ΠΑΥ που αξιολογούνται από τη μονογραφία του ATSDR είναι οι ακόλουθοι:
- Ακεναφθένιο (Acenaphthene)
 - Ακεναφθαλένιο (Acenaphthylene)
 - Ανθρακένιο (Anthracene)
 - Βενζο[α]ανθρακένιο (Benz[a]anthracene)
 - Βενζο[α]πυρένιο (Benzo[a]pyrene)
 - Βενζο[ε]πυρένιο (Benzo[e]pyrene)
 - Βενζο[β]φλουορανθένιο (Benzo[b]fluoranthene)
 - Βενζο[γ]φλουορανθένιο (Benzo[g]fluoranthene)
 - Βενζο[γ,η,ι]περυλένιο (Benzo[g,h,i]perylene)
 - Βενζο[κ]φλουορανθένιο (Benzo[k]fluoranthene)
 - Χρυσένιο (Chrysene)
 - Διβενζο[α,η]ανθρακένιο (Dibenz[a,h]anthracene)
 - Φλουορανθένιο (Fluoranthene)
 - Φλουορένιο (Fluorene)
 - Ινδενο[1,2,3-*cd*]πυρένιο (Indeno[1,2,3-*cd*]pyrene)
 - Φαινανθρένιο (Phenanthrene)
 - Πυρένιο (Pyrene)

Το πρόβλημα με την αξιολόγηση της τοξικής δράσης των ΠΑΥ στο αργό πετρέλαιο και στα προϊόντα διύλισης του, είναι η συνύπαρξη τους στον αέρα με άλλες τοξικές ουσίες.

Από τη μονογραφία του ATSDR κρίνεται χρήσιμο να αναφραθούν τα ακόλουθα.

- «Οι επαγγελματικές εκθέσεις σε ΠΑΥ είναι πιθανές σε όλες τις διαδικασίες της εξόρυξης, μεταφοράς, αποθήκευσης και διύλισης του αργού πετρελαίου. (Suess et al. 1985). Η κύρια οδός έκθεσης είναι η εισπνοή αν και υπάρχουν συνθήκες για ενδεχόμενη σημαντική δερματική έκθεση (IARC 1989). Οι εργαζόμενοι στα Διυλιστήρια πετρελαίου είναι εκτεθειμένοι σε ΠΑΥ σε μία ποικιλία διαδικασιών συμπεριλαμβανομένων της ατμοσφαιρικής απόσταξης, της καταλυτικής πυροδιάσπασης της παραγωγής καυσίμου πετρελαίου από υπόλειμμα (residual fuel oil), των διαδικασιών παραγωγής των ελαιολιπαντικών, των διαδικασιών παραγωγής και φόρτωσης πετρελαϊκής πίσσας, της εξανθράκωσης (coking) και της διαχείρισης των υδατικών αποβλήτων (IARC 1989). Σε μία μελέτη από 9 Διυλιστήρια πετρελαίου των ΗΠΑ, αναφέρθηκαν συγκεντρώσεις με ατομική δειγματοληψία $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ στην καταλυτική πυροδιάσπαση και στη μονάδα επιβραδυνόμενης εξανθράκωσης (Futagaki 1983). Συγκεντρώσεις ολικών ΠΑΥ που κυμάνθηκαν από περίπου $1\mu\text{g}$ - $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ με περιβαλλοντική (στατική) δειγματοληψία, βρέθηκαν στις μονάδες επεξεργασίας πίσσας. Σε ένα διυλιστήριο, με ατομική δειγματοληψία βρέθηκαν ολικές συγκεντρώσεις ΠΑΥ στη μονάδα της απασφάλτωσης από $2,5$ - $49,8\mu\text{g}/\text{m}^3$. Σε αυτά τα δείγματα: τουλάχιστον το 85% των ολικών ΠΑΥ αποτελούνταν από ενώσεις δύο δακτυλίων (π.χ. ναφθαλένιο και τα παράγωγά του), 94% των ολικών ΠΑΥ ήταν ενώσεις 2 ή τριών δακτυλίων.
- Σε μονάδα καταλυτικής πυροδιάσπασης οι ΠΑΥ με 5 ή και περισσότερους δακτυλίους αποτελούσαν λιγότερο από 0,1% του συνόλου των ΠΑΥ. Στη μονάδα επιβραδυνόμενης

εξανθράκωσης, το ποσοστό αυτό ανήλθε στο 2,5%. Η υψηλότερη συγκέντρωση Βενζο[α]πυρένιου και Βενζο[ε]πυρένιου βρέθηκε σε ατομικό δειγματολήπτη ενός τεμαχιστή κωκ (coker cutter) στα 9,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Βεβαίως οι δύο αυτοί ΠΑΥ δεν ανιχνεύτηκαν στα περισσότερα δείγματα, με κατώτερο όριο ανίχνευσης της μεθόδου, το 0,01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

- Εκθέσεις σε ΠΑΥ 46 δακτυλίων μικρότερες από 0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, συσχετίστηκαν σε διωλιστήρια με φόρτωση βυτιοφόρων οχημάτων με πίσσα (Brandt and Molyneux 1985).
- Σε μια αξιολόγηση των διαδικασιών μεγάλων επισκευών στους πύργους χημικών αντιδράσεων και κλασματοποίησης, οι συγκεντρώσεις των ανθρακένιου, βενζο[α]πυρένιου, χρυσένιου και πυρένιου σε ατομικούς δειγματολήπτες, ήταν κάτω από τα όρια ανίχνευσης ή \leq από 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Το ναφθαλένιο και τα μεθυλοπαράγωγά του υπολογίστηκαν άνω του 99% του συνόλου των ΠΑΥ που μετρήθηκαν με ατομικούς δειγματολήπτες (Dynamac Corp. 1985). Τοπικά δείγματα που λήφθηκαν σε διάφορα σημεία κατά τη διάρκεια των μεγάλων επισκευών (shutdown), των ελέγχων διαρροών (leak testing) και των διαδικασιών επανέναρξης της λειτουργίας (start up operations) μετά από μεγάλες συντηρήσεις, έδειξαν την ίδια εικόνα κατανομής των μεμονωμένων ΠΑΥ, με τις συγκεντρώσεις των συνολικών ΠΑΥ να βρίσκονται γενικά \leq 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (με maximum 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)».

Τοξική δράση των ΠΑΥ

Δεν υπάρχουν μελέτες σε ανθρώπους για τη χρόνια τοξική δράση των ΠΑΥ σε διάφορα όργανα, όπως ήπαρ, νεφροί, ΚΝΣ, καρδιαγγειακό σύστημα, γαστρεντερικό, αίμα, μυοσκελετικό, δέρμα ή μάτια. Βεβαίως υπάρχουν πολλές μελέτες σε πειραματόζωα.

Γενικά οι ΠΑΥ σαν μείγμα και ιδιαίτερα ορισμένοι από αυτούς, όπως το Βενζο[α]πυρένιο και το Βενζο[α]ανθρακένιο, έχουν διαπιστωθεί ότι είναι καρκινογόνοι με διάφορες πειραματικές μελέτες χορήγησης: δι' εισπνοής, δι' ενοφθαλμισμού σε διάφορα σημεία της αναπνευστικής οδού από τη μύτη έως τους βρόγχους και δι' ενέσεων στους ιστούς. Σε μερικούς μάλιστα διαπιστώθηκαν σχέσεις δόσης – αποτελέσματος (dose-response) για την καρκινογόνο δράση τους.

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν δημοσιεύσεις επιδημιολογικών μελετών από διάφορους χώρους. Διαπιστώνεται η αυξημένη εμφάνιση καρκίνων του πνεύμονα και του δέρματος σε εργαζόμενους με αυξημένη έκθεση σε ΠΑΥ.

Δεν υπάρχουν τέτοιες μελέτες από το χώρο της διύλισης αργού πετρελαίου. Όπως αναφέρεται και στο κεφάλαιο για τη συχνότητα της προσβολής από καρκίνο των εργαζομένων στα διωλιστήρια, σε όλες τις μελέτες, η θνησιμότητα από καρκίνο του πνεύμονα ήταν μικρότερη ή πολύ μικρότερη από το γενικό πληθυσμό. Το IARC αναφέρει μια μελέτη αύξησης της συχνότητας καρκίνων του δέρματος (ακανθοκυτταρικού τύπου—squamous cell carcinoma), σε εργαζόμενους στη συμπίεση των κηρών (wax pressmen), που είχαν εκτεθεί σε πετρελαϊκούς παραφινικούς κηρούς, κεκορεσμένους με αρωματικά έλαια.

Το IARC σχολιάζει συνολικά τρεις μελέτες για την πρόκληση καρκίνου του δέρματος από την έκθεση σε ΠΑΥ. Η μία αναφέρθηκε, η άλλη έδειξε αύξηση του κινδύνου για κακοήθη μελανώματα και η τρίτη έδειξε μία μη στατιστικά σημαντική αύξηση καρκίνου του δέρματος, σε εργαζόμενους στη συντήρηση των διωλιστηρίων.

Θα πρέπει να θεωρείται βέβαιο ότι η χρόνια δερματική έκθεση σε ΠΑΥ, ιδιαίτερα υπό συνθήκες κακής ατομικής υγιεινής και αυξημένης θερμοκρασίας περιβάλλοντος, μπορεί να προκαλέσει καρκίνους του δέρματος. Οι αλλοιώσεις εμφανίζονται υπό μορφή θυλακίτιδων, κομεδόνων, υπερχρώσεων, κύστεων, κερατώσεων και υπερκερατώσεων. Ενδέχεται οι αλλοιώσεις να πάρουν τη μορφή της χρόνιας ατροφικής δερματίτιδας, της λευκοπλακίας, της ψευδοσκληροδερμίας κ.α. Κάθε δερματική εκδήλωση στους εργαζόμενους στη διύλιση και στη διακίνηση προϊόντων πετρελαίου, θα πρέπει να αντιμετωπίζεται με σοβαρότητα και με τη βοήθεια πεπειραμένων δερματολόγων.

Από την ειδική «Έκδοση για τους Επαγγελματικούς Καρκίνους των ετών 1978-2000 την HVBG, προκύπτει ότι στο διάστημα αυτό συνολικά αναγνωρίστηκαν 162 περιπτώσεις καρκίνου του δέρματος. Ο παραγοντας που επέδρασε ήταν: πίσσες, λιθανθρακόπισσες, έλαια από λιθανθρακόπισσα σε πετρελαϊκές πίσσες, ΠΑΥ. Ωστόσο, δεν μπορούν να βγουν συμπεράσματα εάν στις 162 περιπτώσεις συμπεριλαμβάνονται συγκεκριμένα και εργαζόμενοι των διυλιστηρίων.

Καρκίνος του Πνεύμονα

Οι καρκίνοι του πνεύμονα που προκαλούνται από ΠΑΥ δεν έχουν ειδικό ιστολογικό τύπο, ούτε εμφανίζονται με ειδικά για τους ΠΑΥ συμπτώματα. Από επιδημιολογικές μελέτες προκύπτει, ότι αυξανόμενης της «δόσης έκθεσης» σε Βενζο[α]πυρένιο, όπως εκφράζεται από το γινόμενο της συγκέντρωσης της έκθεσης X τα έτη έκθεσης, αυξάνεται και ο κίνδυνος καρκίνου του πνεύμονα.

Αναφέρουμε ενδεικτικά ότι προσβολή εργαζομένων που εκτίθενται σε αέρια κατά τις διαδικασίες παραγωγής κωκ από καρκίνο του πνεύμονα, αναγνωρίζεται στη Γερμανία σαν επαγγελματική νόσος.

Καρκίνος του λάρυγγα από ΠΑΥ

Από την έκδοση της HVBG για τους Επαγγελματικούς Καρκίνους 1978-2000 προκύπτει, ότι στο χρονικό διάστημα 1978-2000, αναγνωρίστηκαν 26 περιπτώσεις καρκίνου του λάρυγγα που αποδόθηκαν στην έκθεση σε ΠΑΥ.

Οι Maier H et al. (1994) μεταξύ εκτεθέντων σε προϊόντα λιθάνθρακα και πίσσας, βρήκαν αυξημένο κίνδυνο $RR = 2,7$ (CI 1,4 – 5,5), καρκίνου του λάρυγγα. Σε ότι αφορά την εντόπιση, για τον γλωττιδικό καρκίνο, ο σχετικός κίνδυνος ήταν 1,2 (CI 0,5 – 5,0), για τον υπεργλωττιδικό βρέθηκε **6πλάσιος, $RR = 6,1$ (CI 1,7 – 21,5) με $P = 0,005$.**

Για το μηχανισμό δράσης των ΠΑΥ θα πρέπει να επισημανθούν τα εξής: Οι ΠΑΥ στον οργανισμό μεταβολίζονται (υδροξυλιώνονται) από την αρυλυδροκαρβονική υδροξύλαση σε εποξειδία, ενδιάμεσα δραστικά προϊόντα, με τελικό στόχο να γίνουν υδατοδιαλυτά και να αποβληθούν από τους νεφρούς. Υπάρχει μεγάλη διαφορά στη δράση της αρυλυδροξυλάσης μεταξύ διαφόρων ατόμων και σε διάφορους ιστούς που έχουν μελετηθεί, γενετικά προσδιορισμένη. Ο καθ. κ. Ι. Δανιηλίδης (1991) αναφέρει ότι υψηλές τιμές της συγκεκριμένης υδροξυλάσης βρέθηκαν σε άτομα με καρκίνο του λάρυγγα. Τα εποξειδία ενώνονται με πολικούς δεσμούς με το DNA των κυττάρων και σχηματίζουν πρόσδετα του DNA (DNA – Adducts). Πιστεύεται ότι η δημιουργία των πρόσδετων του DNA, αποτελεί το βήμα για την έναρξη των διαδικασιών καρκινογένεσης.

Είναι χαρακτηριστικό ότι υψηλές συγκεντρώσεις πρόσδετων DNA-ΠΑΥ, βρέθηκαν σε άτομα με υψηλές εκθέσεις. Διαπιστώθηκαν όμως διαφορές έως και 50 φορές από άτομο σε άτομο για την ίδια έκθεση, ενώ δεν διαπιστώθηκε θετική συσχέτιση με την διάρκεια ή το ύψος της έκθεσης. Βρέθηκαν από ερευνητές σε ασθενείς με καρκίνο του λάρυγγα, υψηλότερες συγκεντρώσεις πρόσδετων DNA – ΠΑΥ στα λευκά αιμοσφαίρια, σε σχέση με υγιείς μάρτυρες.

Αξιολόγηση της καρκινογόνου δράσης των ΠΑΥ

Θα πρέπει αδιαμφισβήτητα να θεωρούνται καρκινογόνοι παράγοντες για τον άνθρωπο. Η καρκινογόνος δράση τους έχει πολλαπλώς αποδειχτεί σε πειραματόζωα, ενώ οι επιδημιολογικές μελέτες επιβεβαιώνουν την καρκινογόνο δράση τους στον άνθρωπο.

Η περιεκτικότητα των ενδιάμεσων και των τελικών προϊόντων της Διύλισης των προϊόντων αργού πετρελαίου σε ΠΑΥ, προσδιορίζει μαζί με το βενζόλιο, την καρκινογόνο δράση τους. Έχουμε ήδη αναφερθεί στην περιεκτικότητα των τελικών προϊόντων διύλισης του αργού πετρελαίου σε ΠΑΥ.

7.28 Υδρόθειο

Το υδρόθειο (H_2S) είναι αέριο ιδιαίτερα τοξικό, βαρύτερο του αέρα με τον οποίο μπορεί να δημιουργήσει εκρηκτικά μείγματα. Έντονα αναγωγικό μέσο, εύκολα αναφλέξιμο στις αντιδράσεις του με ισχυρά εξωθερμική αντίδραση. Έχει δυσάρεστη οσμή (σαν χαλασμένο αυγό), ενώ σε υψηλότερες συγκεντρώσεις έχει οσμή γλυκίζουσα. Αποτελεί φυσικό συστατικό του αργού πετρελαίου. Υψηλότερες συγκεντρώσεις H_2S υπάρχουν στα “ξινά – sour” πετρέλαια. Ευρισκόμενο σε διάλυση στο αργό πετρέλαιο ή σε διάφορα ενδιάμεσα προϊόντα διύλισης, εξατμίζεται και συγκεντρώνεται στην άνω επιφάνεια των δεξαμενών και σωλήνων, σε συγκεντρώσεις ιδιαίτερα επικίνδυνες ή θανατηφόρες.

Υδρόθειο εκλύεται σε διάφορες διαδικασίες διύλισης και αποθείωσης των προϊόντων του αργού πετρελαίου. Βρίσκεται διαλελυμένο στα υγρά απόβλητα των διυλιστηρίων. Υψηλές συγκεντρώσεις υδρόθειου μπορεί να βρίσκονται μέσα στις δεξαμενές προς καθαρισμό.

Λόγω της τοξικότητάς του, οι χώροι στους οποίους ενδέχεται να υπάρχει H_2S , πρέπει να βρίσκονται υπό διαρκή επιτήρηση με μετρητικές συσκευές εγκατεστημένες ή φορητές. Ιδιαίτερα μέτρα θα πρέπει να λαμβάνονται στις περιπτώσεις εισόδου μέσα σε δεξαμενές, κλειστά παραγωγικά συστήματα, εγκαταστάσεις αποθείωσης, εγκαταστάσεις διαχείρισης αποβλήτων κ.ο.κ. Στο παρόν κεφάλαιο θα περιοριστούμε στις τοξικές επιδράσεις του H_2S .

Τοξικές επιδράσεις του υδροθείου

Το H_2S είναι εξαιρετικά τοξικό αέριο. Η δυσοσμία του αρχίζει να γίνεται αντιληπτή σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, σε συγκεντρώσεις πάνω από 0,2 – 0,3 ppm. Στα 3 ppm η δυσοσμία αρχίζει να γίνεται δυσάρεστη. Σε υψηλές συγκεντρώσεις έκθεσης σε H_2S , γρήγορα η λειτουργία της οσμής παραλύει και το H_2S δε γίνεται αντιληπτό. Ασκει έντονα ερεθιστική δράση στους βλεννογόνους του αναπνευστικού, του πεπτικού και των ματιών.

Το H_2S απορροφάται ταχύτατα μετατρέπόμενο σε NaS στο αναπνευστικό επιθήλιο, και στη συνέχεια στο αίμα μετατρέπεται εκ νέου σε H_2S . Το H_2S μπλοκάρει την ενδοκυττάρια αλυσίδα των αναπνευστικών ενζύμων με την ένωση του θείου με τα μέταλλα – συνένζυμα των κυτοχρωμοξειδώσεων c και αα3. Το block της ενδοκυττάριας αναπνευστικής αλυσίδας αναστέλλει τον αερόβιο μεταβολισμό και οδηγεί σε αύξηση του γαλακτικού οξέος και συστηματική γαλακτική οξέωση. Το υδρόθειο ενώνεται με το οξυγόνο της αιμοσφαιρίνης και σχηματίζει σουλφίδια, θειικά και θειοθειικά άλατα. Υπάρχει η υπόθεση ότι το H_2S μπλοκάρει της σουλφυδρυλική ομάδα (SH) της γλουταθειόνης. Το H_2S μπορεί να δρα απ' ευθείας τοξικά στο μυοκάρδιο (όχι δηλαδή μέσω υποξίας).

Οξεία τοξική δράση του υδρόθειου

Ανάλογα με τις συγκεντρώσεις του H_2S κλιμακώνονται και οι εκδηλώσεις της τοξικής του δράσης.

- **Από τα μάτια:** δακρύρροια, άλγος, ερυθρότητα, φωτοφοβία, αίσθημα άμμου στα μάτια.
- **Από το αναπνευστικό:** δυσάρεστη οσμή που εξελίσσεται σε ανοσμία, πόνος και ερυθρότητα στο φάρυγγα, λάρυγγα, ξηρός βήχας που μπορεί να εξελιχθεί σε πνευμονικό οίδημα, με δύσπνοια κυάνωση και αιματηρή απόχρεμψη. Σε υψηλότερες συγκεντρώσεις μαζί με φαινόμενα από το ΚΝΣ, εμφανίζεται παράλυση της αναπνοής.
- **Από το κυκλοφορικό:** διαταραχές του ρυθμού με στηθαγχικά φαινόμενα και διαταραχές στο ΗΚΓ. Συνήθως εγκαθίσταται καταπληξία και καρδιακή ανακοπή μετά από παράλυση του αναπνευστικού κέντρου.
- **Από το πεπτικό:** στην πράξη δεν αφορά τους χώρους εργασίας. Λόγω της δυσσομίας η κατάποση διαλυμάτων H_2S δεν είναι πιθανή. Σε περιπτώσεις που συμβεί, εμφανίζονται έμετοι, διάρροιες, κοιλιακά άλγη, ενίοτε δε παράλυση του εντερικού σωλήνα. Σημαντικό μέρος του καταποθέντος H_2S απορροφάται με πρόκληση συστηματικών φαινομένων δηλητηρίασης.
- **Από το νευρικό:** οι εκδηλώσεις από το ΚΝΣ είναι ποικίλες. Ξεκινούν με κεφαλαλγία, ναυτία, ζάλη, εμέτους, διαταραχές κινητικότητας, διεγέρσεις, διαταραχές μνήμης και προσανατολισμού και μπορούν να εξελιχθούν σε σπασμούς, απώλεια συνείδησης, παράλυση της αναπνοής και θάνατο.

Ανάλογα με τη συγκέντρωση και τη διάρκεια της έκθεσης, μπορεί μετά την αποδρομή των οξέων φαινομένων από το νευρικό σύστημα, να παραμείνουν ποικίλες μόνιμες βλάβες, όπως περιφερικές νευροπάθειες, οφθαλμοκινητικές διαταραχές, νευροαισθητηριακή βαρηκοΐα, εξωπυραμιδικά φαινόμενα, ψυχικές διαταραχές με ευσυγκινισία, διαταραχές της μνήμης και της νόησης. Η κλινική εικόνα μπορεί να πάρει τη μορφή ενός πλήρους οργανικού ψυχοσυνδρόμου, με διαταραχές της ομιλίας, παραληρήματα, stupor μέχρι και άνοια.

Στη βιβλιογραφία εμφανίζονται διάφοροι πίνακες συγκεντρώσεων και διάρκειας έκθεσης για την εμφάνιση των κλινικών συμπτωμάτων της οξείας δηλητηρίασης από υδρόθειο. Εκθέσεις πάνω από 700/800-1500 ppm μπορούν να οδηγήσουν σε ακαριαίο θάνατο. Επειδή το H_2S αποτελεί έναν από τους κύριους παράγοντες χημικού κινδύνου στα διυλιστήρια και για το σύνολο σχεδόν των ειδικοτήτων, παραθέτουμε τους σχετικούς πίνακες από τη βιβλιογραφία.

Πίνακας 7.9.: Επιδράσεις στην υγεία από την εισποχή H₂S
(Canadian Association of Petroleum Producers – Guide: Occupational Health and Safety of Hydrogen Sulphide)

Συγκεντρώσεις H ₂ S	Επιδράσεις στην Υγεία
10 ppm ή λιγότερο	Δεν είναι γνωστές βραχύχρονες επιδράσεις μετά από ώρες έκθεσης.
20 – 50 ppm	Ερεθισμός των ματιών, της μύτης, του φάρυγγα και των πνευμόνων.
50 – 100 ppm	Έντονος ερεθισμός των ματιών, της μύτης, του φάρυγγα και των πνευμόνων.
100 – 150 ppm	Σοβαρός ερεθισμός των ματιών, της μύτης, του φάρυγγα και των πνευμόνων. Έκθεση για διάρκεια 8 ωρών ή παραπάνω, μπορεί να αποβεί θανατηφόρα.
200 – 300 ppm	Κεφαλαλγία, σύγχυση. Παρατεταμένες εκθέσεις για ώρες μπορεί να προκαλέσουν την πλήρωση των πνευμόνων με υγρά (πνευμονικό οίδημα).
300 – 500 ppm	Μπορεί να προκαλέσει απώλεια συνείδησης και θάνατο μέσα σε 1 – 4 ώρες.
500 – 700 ppm	Απώλεια συνείδησης και πτώση που μπορεί να προκαλέσουν την πλήρωση των πνευμόνων με υγρά (πνευμονικό οίδημα).
Ανω των 700 ppm	Άμεση απώλεια συνείδησης που μπορεί να είναι θανατηφόρος.

Πίνακας 7.10.: Συμπτώματα σε ανθρώπους ανάλογα με τη συγκέντρωση του H₂S μετά από σχετικά βραχεία διάρκεια έκθεσης (GESTIS – Stoffdatenbank)

Συγκέντρωση H ₂ S	Συμπτώματα
0,003 – 0,02 ppm	Τα όρια της δυσοσμίας – αναγνώρισης του H ₂ S.
3 – 10 ppm	Σαφής δυσάρεστη οσμή.
20 – 30 ppm	Πιο έντονη δυσοσμία (σάπια αυγά).
30 ppm	Ακόμη πιο έντονη δυσοσμία, έναρξη ερεθιστικών φαινομένων.
50 ppm	Αίσθημα καύσους στα μάτια, επιπεφυκίτιδα.
50 – 100 ppm	Ερεθισμός των αναπνευστικών οδών.
100 – 200 ppm	Απώλεια της όσφρησης.
250 – 500 ppm	Τοξικό πνευμονικό οίδημα, κυάνωση, αιμορραγικός βήχας, πνευμονίτιδες.

Συγκέντρωση H ₂ S	Συμπτώματα
500 ppm	Κεφαλαλγία, διαταραχή της συνεργίας των κινήσεων, ζάλη, διέγερση της αναπνοής, εξασθένηση της μνήμης, απώλεια συνείδησης.
500 – 1000 ppm	Αναστολή της αναπνοής, άμεση κατάρρευση με καταπληξία, σοβαρές βλάβες του νευρικού συστήματος, καρδιακές αρρυθμίες, θάνατος.

Πίνακας 7.11.: από το Βασικό Κανόνα 11 (Grundsatz 11) για την ιατρική επίβλεψη και περιοδική παρακολούθηση των εκτιθέμενων σε H₂S της Hauptverband der Gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG) της Γερμανίας, 1993

Συγκέντρωση H ₂ S	Επιδράσεις στην Υγεία
κάτω από 10 ppm	Ουδεμία ένδειξη δηλητηρίασης.
100 – 150 ppm	Ερεθισμός των ματιών και των αεροφόρων οδών.
200 – 300 ppm	Σοβαρός τοπικός ερεθισμός των βλεννογόνων με σοβαρές, εκδηλώσεις δηλητηρίασης μετά από 30 λεπτά έκθεσης.
300 – 700 ppm	Υποξεία εικόνα δηλητηρίασης εντός 15 – 30 λεπτών από την έναρξη της έκθεσης.
700 – 900 ppm	Σοβαρή δηλητηρίαση. Ο θάνατος επέρχεται εντός 30–60 λεπτών.
1000 – 1500 ppm	Απώλεια συνείδησης και σπασμοί, θάνατος εντός ολίγων λεπτών.
1800 ppm	Παράλυση της αναπνοής, άμεσος θάνατος.

Πίνακας 7.12.: Φυσιολογικές αντιδράσεις στο υδρόθειο (American Petroleum Institute)

Συγκεντρώσεις σε ppm	Αντιδράσεις
10	Μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση παρατεταμένης έκθεσης.
70 – 150	Ελαφρά συμπτώματα μετά από ώρες.
170 – 300	Μέγιστη συγκέντρωση έκθεσης για μια ώρα χωρίς σοβαρές συνέπειες.
400 – 700	Επικίνδυνη μετά από έκθεση μισής ώρας.

Χρόνια τοξική δράση του υδρόθειου

Αμφισβητείται από ορισμένους. Οι περισσότερες αναφορές συμπίπτουν ότι οι χρόνιες υποτροπιάζουσες εκθέσεις σε H_2S , προκαλούν μικρές βλάβες κάθε φορά, που αθροίζονται στην κλινική εικόνα της χρόνιας τοξικής βλάβης. Πρόκειται για παθογενετικό μηχανισμό ανάλογο με την πρόκληση βλαβών από χρόνιες εκθέσεις σε μονοξείδιο του άνθρακα. Οι εκτιθέμενοι παραπονούνται για κεφαλαλγίες, εύκολη κόπωση, ναυτία, ζάλη ευερεθιστότητα και ανησυχία. Αντικειμενικά μπορεί να διαπιστωθεί απώλεια βάρους, καχεξία, συμπτωματολογία χρόνιας βρογχίτιδας. Από τα μάτια μπορεί να υπάρχουν ευρήματα χρόνιας επιπεφυκίτιδας. Υπάρχουν βιβλιογραφικές αναφορές για περιφερικές βλάβες του νευρικού συστήματος, χωρίς να έχει προηγηθεί οξεία δηλητηρίαση.

Αντιμετώπιση της οξείας δηλητηρίασης από υδρόθειο

- Άμεσες ενέργειες
- Απομάκρυνση από τη ζώνη κινδύνου χωρίς να διακινδυνεύσουν οι διασώστες.
- Ημικαθιστική θέση.
- Οξυγόνο επί δύσπνοιας, μαζί με εισπνεόμενα ή και συστηματικά στεροειδή.
- Καρδιοπνευμονική αναζωογόνηση (απλή – προκεχωρημένη, ανάλογα με το διασώστη). Παρά το ότι δε φαίνεται να κινδυνεύει ο διασώστης από το H_2S της εκπνοής, καλό είναι να αποφεύγει να εισπνέει τον εκπνεόμενο αέρα του παθόντα (GESTIS–Stoffdatenbank). Η CONCAWE στην αναφορά 1/97 για το ίδιο ζήτημα αναφέρει: «είναι αρκετά ασφαλής για το διασώστη διότι το H_2S δεν απεκκρίνεται από το στόμα».
- Χορήγηση φαρμάκων ανάλογα με την περίπτωση.

7.29 Θεικό Οξύ

Πυκνό θεικό οξύ (Θ/Ο) μπορεί να χρησιμοποιείται σε διάφορες διαδικασίες της διύλισης του αργού πετρελαίου, όπως για παράδειγμα σαν καταλύτης στην αλκυλίωση ή την προετοιμασία των καταλυτών της πυροδιάσπασης.

Είναι υγρό μη αναφλέξιμο, έντονα υγροσκοπικό με σοβαρή καυστική δράση. Σε θερμοκρασία $>338^\circ C$ αρχίζει και στους $450^\circ C$ ολοκληρώνεται η διάσπασή του σε νερό και τριοξείδιο του θείου, που απελευθερώνεται στον αέρα.

Το Θ/Ο σε διαλύματα κάτω από 10% δεν είναι τόσο καυστικό, σε αντίθεση με τα πυκνά διαλύματα. Το πυκνό θεικό οξύ υπό μορφή μικροσταγονιδίων ή ατμών, σε επαφή με τους ιστούς, προκαλεί λόγω της μεγάλης υγροσκοπικότητάς του και της καυστικής του δράσης «νέκρωση εκ πήξεως». Σε αραιότερες συγκεντρώσεις ασκεί ερεθιστική δράση στους βλεννογόνους.

Οξεία τοξική δράση του θεικού οξέος

Εξαρτάται από την πυκνότητα και τη συγκέντρωση του.

Από το δέρμα: Το πυκνό θεικό οξύ προκαλεί χημικά εγκαύματα με σκοτεινή χροιά στο δέρμα. Η επούλωση είναι βραδεία, με έντονη ανάπτυξη ουλώδους ιστού. Είναι άγνωστο σε ποιο βαθμό απορροφάται το Θ/Ο από το δέρμα.

Από τα μάτια: Ανάλογα με τη συγκέντρωση του, προκαλεί ερεθιστική ή καυστική δράση και εγκαύματα μέχρι και καταστροφή του βολβού.

Από το αναπνευστικό: Ασκει έντονα ερεθιστική ή καυστική δράση ανάλογα με τη συγκέντρωση του. Από μελέτες αναφέρονται τα εξής:

- σε συγκέντρωση 0,3 mg/m³ σε υγιή άτομα, παρατηρήθηκε ήδη μεταβολή της λειτουργίας καθαράς των πνευμόνων (στην αρχή αύξηση και στη συνέχεια μείωση)
- από περίπου 0,45 mg/m³ άρχισε η εμφάνιση ερεθιστικών φαινομένων από το ρινοφάρυγγα
- μέχρι τα 2 mg/m³ δεν παρατηρήθηκε επίδραση στην πνευμονική λειτουργία
- από τα 3 mg/m³, εμφανίστηκαν στενώσεις των βρόγχων και ακροαστικά ρεγχάζοντες ρόγχοι
- οι ασθματικοί και τα άτομα με βρογχοπάθειες, αντιδρούν σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις
- γενικά συγκεντρώσεις 7-10 mg/m³ επιβαρύνουν τον εκτιθέμενο, ενώ 40-80 mg/m³ δεν είναι ανεκτές. Μπορεί να υπάρχει το φαινόμενο του εθισμού, δηλαδή οι χρόνια εκτιθέμενοι να εμφανίζουν τα ερεθιστικά φαινόμενα σε υψηλότερες συγκεντρώσεις
- επί εκθέσεων σε υψηλές πυκνότητες εμφανίζεται έντονος ερεθισμός και καύσος από το ρινοφάρυγγα, βήχα, οπισθοστερνικό άλγος και δύσπνοια, υπάρχει ο κίνδυνος λαρυγγόσπασμου και οιδήματος της γλωττίδας, που μπορεί να φτάσει σε ασφυκτικό θάνατο, μπορεί να προκληθούν νεκρώσεις του πνεύμονα και πνευμονικά αποστήματα.

Από το πεπτικό: Σε κατάποση πυκνού θεικού οξέος μπορούν να προκληθούν χημικά εγκαύματα σε όλο το μήκος του πεπτικού σωλήνα μέχρι το στομάχι. Εκδηλώνονται με πόνο, αιμορραγίες, εμέτους, δυσκαταποσίες, κλινική συμπτωματολογία διατρήσεων και υπολειμματικών στενώσεων του οισοφάγου. Συστηματικά μπορεί να εμφανιστούν οξέωση και οξύ αιμολυτικό σύνδρομο με οξεία νεφρική και ηπατική ανεπάρκεια.

Χρόνια τοξική δράση του θεικού οξέος

Από το δέρμα: Χρόνιες επαναλαμβανόμενες εκθέσεις σε αραιό Θ/Ο, οδηγούν σε χρόνιες φλεγμονές και εξελκώσεις. Προκαλούνται ακόμη χρόνιες φλεγμονές των ονύχων – παρονυχίες με εξελκώσεις και διαβρώσεις.

Από τα δόντια: Το Θ/Ο όπως και άλλα ανόργανα ή οργανικά οξέα, αυτότελώς ή υπό μορφή μειγμάτων εισπνεόμενο, μπορεί να προκαλέσει χρόνια αποσμάλτωση των δοντιών, συνήθως χωρίς φλεγμονές των ούλων. Εκδηλώνεται με αίσθημα αιμωδίας στα δόντια, απώλεια της στιλπνότητας, λέπτυνση, τερηδονισμό, αραιώση με αμφίκοιλο σχήμα και αμαύρωση. Εμφανίζεται υπερευαισθησία των δοντιών σε ζεστό, κρύο, γλυκό, ξινό και αλμυρό. Η εικόνα εγκαθίσταται σε έτη. Επί εκθέσεων σε υψηλές συγκεντρώσεις, μπορεί να εμφανιστεί μέσα σε μήνες. Σημασία έχει και η ατομική υγιεινή των δοντιών. Η διάγνωση θα τεθεί από την κλινική εικόνα και το ιστορικό της έκθεσης σε οξέα.

Η προσβολή των δοντιών από ανόργανα και οργανικά οξέα θεωρείται επαγγελματική νόσος. Στη Γερμανία συμπεριλαμβάνεται στον κατάλογο των επαγγελματικών νοσημάτων.

Από τα μάτια: Χρόνιος ερεθισμός με δακρύρροια, ερυθρότητα, φωτοφοβία κ.α.

Από το αναπνευστικό: Χρόνια ερεθιστική δράση των βλεννογόνων των ανωτέρων και των κατωτέρων αεροφόρων οδών, που μπορεί να εκδηλώνεται με εικόνα χρόνιας καταρροϊκής ή ατροφικής ρινίτιδας, βήχα ξηρό ή με σύνοδο τραχειοβρογχίτιδα.

Σε οξείες δηλητηριάσεις

- Μεταφορά του πάσχοντος σε ασφαλές μέρος χωρίς να κινδυνεύσουν οι διασώστες.
- Αφαίρεση ενδυμάτων που έχουν διαβραχεί από Θ/Ο.
- Καταιωνισμός με κρύο ή χλιαρό νερό, των επιφανειών που έχουν διαβραχεί από Θ/Ο π.χ. μάτια, πρόσωπο, δέρμα κ.ο.κ.
- Επί εισπνοής Θ/Ο, χορήγηση οξυγόνου και στεροειδών με εισπνοή ή συστηματικά, ανάλογα με τις ανάγκες.
- Σε κατάποση χορήγηση κλασματικά νερού από το στόμα. *Στην τράπεζα δεδομένων GESTIS της HVBG, αμφισβητείται η χρησιμότητά του.*
- Αντιμετώπιση των συστηματικών εκδηλώσεων π.χ. καταπληξία, μεταβολική οξέωση, αιμολυτικό σύνδρομο κ.ο.κ.
- Επί κατάποσης η τοποθέτηση μαλακού εύκαμπτου στομαχικού σωλήνα θα εκτιμηθεί κατά περίπτωση. Αντενδεικνύεται η πλήση στομάχου λόγω του κινδύνου των διατρήσεων.

Καρκινογόνος δράση του θειικού οξέος

Υπάρχει αξιολόγηση της καρκινογόνου δράσης του Θ/Ο από το IARC, από την περίληψη του τόμου 54 αναφέρουμε τα βασικά σημεία. Διαπιστώθηκε σε βιομηχανία παραγωγής ισοπροπανόλης στις ΗΠΑ, αύξηση της συχνότητας των καρκίνων των παραρρίνιων κοιλοτήτων. Σε άλλες μελέτες από ΗΠΑ και Σουηδία, καταγράφηκαν σε αυξημένη συχνότητα, καρκίνοι του λάρυγγα και των πνευμόνων. Στις ΗΠΑ σε μια εστιασμένη μελέτη μαρτύρων – περιπτώσεων της βιομηχανίας πετροχημικών, οι εκτιθέμενοι σε Θ/Ο, εμφάνισαν αυξημένο κίνδυνο για καρκίνο του λάρυγγα. Σε 2 μελέτες μαρτύρων – περιπτώσεων στο γενικό πληθυσμό στον Καναδά, διαπιστώθηκε αυξημένη συχνότητα καρκίνου του λάρυγγα, σε όσους είχαν έκθεση σε Θ/Ο στη μια και ενδεχόμενα αύξηση της συχνότητας του καρκίνου των πνευμόνων, στην άλλη. Η Ομάδα Εργασίας του IARC αναφέρει ότι: «Σε όλες αυτές τις μελέτες, η πιο συχνή έκθεση ήταν σε σταγονίδια θειικού οξέος και διαπιστώθηκε θετική συσχέτιση έκθεσης-αντίδρασης σε δύο από αυτές». Πρόσθετη απόδειξη υποστήριξης της άποψης, παρέχεται από μια μελέτη κοορτής σε σαπωνοποιείο στην Ιταλία, η οποία έδειξε αυξημένη συχνότητα καρκίνων του λάρυγγα.

Δεν υπήρχαν δεδομένα από πειραματόζωα.

Συμπερασματικά, το IARC καταλήγει ότι η επαγγελματική έκθεση σε σταγονίδια ισχυρών ανόργανων οξέων που περιέχουν θειικό οξύ είναι καρκινογόνος για τους ανθρώπους (Ομάδα 1).

7.30 Διοξείδιο του θείου

Είναι άχρωμο αέριο ερεθιστικής οσμής, εύκολα διαλυτό στο νερό, με αναγωγική και οξειδωτική δράση. Σε καύσεις πετρελαίου ή άνθρακα, παράγεται πάντοτε διοξείδιο του θείου (SO₂). Σε πολλές διαδικασίες διύλισης μαζί με το υδρόθειο μπορεί να συνυπάρχει και SO₂. Υπάρχει στον καπνό του τσιγάρου. Είναι αέριο ερεθιστικό για τους βλεννογόνους. Το SO₂ ανήκει στους υπό έλεγχο ατμοσφαιρικούς ρύπους.

Διαλύεται πολύ εύκολα στους βλεννογόνους της αναπνευστικής οδού. Σε εισπνοή από τη μύτη, το 90% του εισπνεόμενου SO₂ απορροφάται στο ρινοφάρυγγα. Ακόμη και σε μικρές συγκεντρώσεις στον εισπνεόμενο αέρα, επί εισπνοής από το στόμα, το SO₂ φτάνει και στις βαθύτερες αναπνευστικές οδούς. Απορροφάται σχεδόν όλο το ποσοστό του εισπνεόμενου SO₂. Στους βλεννογόνους με την επίδραση του ύδατος, δημιουργούνται θειώδεις και διθειώδεις ρίζες που στη συνέχεια απορροφούνται. Οι θειώδεις ρίζες μεταβολίζονται κυρίως στο ήπαρ από τη θειοξείδωση σε θειικές που αποβάλλονται δια των νεφρών.

Ένα μέρος των θειωδών ριζών από την κίνηση της βλέννης του κροσσώτου επίθηλου καταπίνεται και στο στομάχι μετατρέπεται σε θειικές, που ακολουθούν την πεπτική οδό.

Η τοξική δράση του SO₂ ασκείται στο βλεννογόνο του αναπνευστικού. Το SO₂ ασκεί τοπικά ερεθιστική δράση, που μπορεί να προκαλέσει βρογχόσπασμο. Σε μη εκτιθέμενα (μη εθισμένα) άτομα, ο βρογχόσπασμος και τα ερεθιστικά φαινόμενα εμφανίζονται σε συγκεντρώσεις 510 ppm. Μετά το πέρας της έκθεσης τα φαινόμενα υποχωρούν ταχέως. Σε χρόνιες υποτροπιάζουσες εκθέσεις, ο βρογχόσπασμος και τα ερεθιστικά φαινόμενα εμφανίζονται σε συγκεντρώσεις γύρω στα 20 ppm. Υπολογίζεται ότι ένα 10% του πληθυσμού εμφανίζει μεγαλύτερη ευαισθησία στη δράση του SO₂. Σε συγκεντρώσεις 50 ppm, εμφανίζονται ταχέως, ρινόρροια, ερεθισμός του φάρυγγα, δακρύρροια, οπισθοστερνικό άλγος, ξηρός βήχας και δύσπνοια. Επί εκθέσεων σε υψηλές συγκεντρώσεις SO₂, ενδέχεται να προκληθεί οξύ πνευμονικό οίδημα ή σπασμός των φωνητικών χορδών με κίνδυνο ασφυξίας. Η συγκέντρωση των 100 ppm θεωρείται άμεση απειλή για τη ζωή.

Η έκθεση ταυτόχρονα και σε άλλους αέριους ρύπους έχει συνεργική τοξική δράση στο αναπνευστικό. Τα άτομα με χρόνιες αναπνευστικές παθήσεις είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στην έκθεση σε SO₂. Επιδημιολογικές μελέτες από εργασιακούς χώρους με εκθέσεις σε υψηλές συγκεντρώσεις π.χ. πάνω από 30 ppm, έδειξαν χρόνιες φλεγμονές των αεροφόρων οδών, μείωση της όσφρησης, επιπεφυκτίτιδες κ.α. Σε πρόσφατες μελέτες με εκθέσεις σε συγκεντρώσεις γύρω στο 1 ppm, τα φαινόμενα αυτά δεν παρατηρούνται.

Το υγροποιημένο SO₂ ή τα μείγματα SO₂ με έλαια, ασκούν έντονα καυστική δράση στους βλεννογόνους και το δέρμα. Έχουν επανειλημμένα αναφερθεί εγκαύματα του κερατοειδούς που φτάνουν στην τύφλωση, από διαβροχή με υγροποιημένο SO₂.

Σε οξείες δηλητηριάσεις συστήνονται:

- Μεταφορά του πάσχοντος σε ασφαλές μέρος χωρίς κίνδυνο των διασωστών.
- Τοποθέτηση σε ημικαθιστική θέση, χαλάρωση ρούχων, γιακάδων κ.λπ.
- Εισπνεόμενα στεροειδή – χορήγηση οξυγόνου.

- Επί ενδείξεων ΚΑΡΠΙΑ (καρδιοπνευμονική αναζωογόνηση απλή – προχωρημένη ανάλογα με το διασώστη).
- Επί σπασμού της γλωττίδας, τοποθέτηση τραχειοσωλήνα και υποστήριξη της αναπνοής.

Καρκινογόνος δράση του διοξειδίου του θείου

Υπάρχει αξιολόγηση της καρκινογόνου δράσης του SO₂ από το IARC. Από την περίληψη του τόμου 54 αναφέρουμε:

- ανεπαρκείς αποδείξεις για την καρκινογόνο δράση των: SO₂, θειωδών, διθειωδών και μεταδιθειωδών σε ανθρώπους
- ανεπαρκείς αποδείξεις για την καρκινογόνο δράση των ίδιων ουσιών σε πειραματόζωα.
- μη κατατάξιμες (οι προαναφερόμενες ουσίες) σε ότι αφορά την καρκινογόνο δράση τους σε ανθρώπους (Ομάδα 3).

7.31 Υδροφθόριο – Υδροφθορικό Οξύ

Το Υδροφθόριο (HF) υπό μορφή αερίου είναι άχρωμο με ισχυρή ερεθιστική οσμή, εύκολα διαλυτό στο νερό. Διαλυμένο στο νερό το HF ονομάζεται Υδροφθορικό Οξύ (ΥΦ/Ο). Παρά το ότι είναι ασθενές οξύ, ασκεί έντονα διαβρωτική δράση στους ιστούς, ισχυρότερη από το υδροχλωρικό οξύ. Το φθόριο σαν στοιχείο, είναι αέριο ευρισκόμενο σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις στο φυσικό περιβάλλον (επί απουσίας ανθρωπογενούς παραγωγής). Λόγω της ηλεκτραρνητικότητάς του, σπάνια το φθόριο βρίσκεται υπό στοιχειακή μορφή. Υπάρχουν στη φύση ορυκτά που περιέχουν φθόριο, αξιοποιήσιμα για χρήση στη βιομηχανία, όπως ο κρυσολίτης (Na₃AlF₆) για την παραγωγή αλουμινίου. Το φθόριο περιέχεται σε μικρές ποσότητες στο πόσιμο νερό. Λόγω της προστατευτικής του δράσης από την τερηδόνα, χρησιμοποιείται σε μικρές συγκεντρώσεις για τη φθορίωση της οδοντόκρεμας και του πόσιμου νερού. Η μέση ημερήσια λήψη δεν υπερβαίνει το 1mg. Εργαζόμενοι στη βιομηχανία αλουμινίου με κρυσολίτη, υπολογίστηκε ότι ελάμβαναν για χρόνια πολλαπλάσιες ποσότητες.

Στη διύλιση του αργού πετρελαίου χρησιμοποιείται σαν καταλύτης κυρίως στη διαδικασία της αλκυλίωσης. Σε μια οδηγία της OSHA προς τις τοπικές Επιθεωρήσεις Εργασίας των ΗΠΑ το 1993 αναφέρονται μεταξύ άλλων και τα εξής: «στα τελευταία πέντε χρόνια έχει συμβεί ένας αριθμός διαρροών αυτού του οξέος (δηλαδή του ΥΦ/Ο), από ατυχήματα σε μονάδες αλκυλίωσης σε μεγάλα διυλιστήρια πετρελαίου των ΗΠΑ».

Έκθεση των εργαζομένων στη διύλιση αργού πετρελαίου σε ΥΦ/Ο μπορεί να συμβεί στις δειγματοληψίες, στις διαρροές από κακή συντήρηση ή επί βλαβών στις διαδικασίες γεμίματος – αδειάσματος ΥΦ/Ο, επισκευών ή συντηρήσεων κ.ο.κ. Η έκθεση στο ΥΦ/Ο γίνεται δια της εισπνοής ή δια του δέρματος και των ματιών. Σημασία για την τοξική επίδραση και τις βλάβες των εκτεθέντων σε ΥΦ/Ο, έχουν μεταξύ άλλων και τα εξής:

- η πυκνότητα του ΥΦ/Ο και η συγκέντρωση των ατμών ή σταγονιδίων στο περιβάλλον της έκθεσης

- η διάρκεια της έκθεσης
- η άμεση λήψη μέτρων Α' βοηθειών και απολύμανσης
- προκειμένου για το δέρμα, η έκταση της διαβραχείσας επιφάνειας
- για δηλητηριάσεις από τη στοματοφαρυγγική οδό σημασία έχει η ληφθείσα ποσότητα HF ή αλάτων φθορίου.

Μηχανισμός τοξικής δράσης του υδροφθόριου

Διαλύεται και διεισδύει εύκολα στο δέρμα και τους βλεννογόνους. Διέρχεται εύκολα τις κυτταρικές μεμβράνες και δεσμεύει το ενδοκυττάριο ασβέστιο και μαγνήσιο, προκαλώντας νέκρωση στα κύτταρα. Σημαντική επίσης είναι η δράση των ιόντων φθορίου στην αναστολή της κυτταρικής γλυκοζο 6 φωσφορικής δευδρογένεσης (G₆PD) με δυσμενή επίδραση στον ενδοκυττάριο μεταβολισμό, ιδιαίτερα σε ιστούς όπως ο εγκεφαλικός, το μυοκάρδιο, ο μυϊκός και οι νεφροί. Τα ιόντα φθορίου δεσμεύουν τα ιόντα Ca του αίματος και προκαλούν υπασβεστιαμία και υπερκαλιαιμία με κίνδυνο πρόκλησης τετανικών συσπάσεων, βραδυκαρδίας, καρδιακής ανακοπής, κοιλιακών έκτακτων συστολών ή κοιλιακής μαρμαρυγής (από την υπερκαλιαιμία).

Σημαντική από τις χρόνιες τοξικές δράσεις του φθορίου θεωρείται η επίδραση του στα οστά και στα δόντια. Στα οστά προκαλεί οστεοσκλήρυνση με εναπόθεση Ca στις αρθρώσεις, τους συνδέσμους και τα οστά. Η επίδραση αποδίδεται στην αντικατάσταση του Ca των κρυστάλλων του υδροξυαπατίτη από φθόριο.

Στα δόντια εφόσον η έκθεση γίνεται στο στάδιο της μόνιμης οδοντοφυΐας εμφανίζονται μεμονωμένες ή πολλαπλές κηλίδες λευκού χρώματος σαν κιμωλία. Μπορεί να πάρουν τη μορφή εγκάρσιων λωρίδων επάνω στα δόντια. Εμφανίζεται πρόωρη φθορά στις γωνίες των μασητήριων άκρων των δοντιών. Στη συνέχεια όλη η επιφάνεια των δοντιών παίρνει χροιά σαν κιμωλία ή καφεοειδή με λευκές ή καφέ λωρίδες. Η εικόνα αυτή δεν υπάρχει σε επαγγελματικές εκθέσεις σε HF. Αντίθετα το ΥΦ/Ο ανήκει στα οξέα που μπορούν να προσβάλουν τα δόντια των εκτιθέμενων εργαζομένων και να προκαλέσουν επαγγελματική οδοντοπάθεια. Έχουμε αναφερθεί στο ζήτημα στην περιγραφή των τοξικών επιδράσεων του θεικού οξέος.

Τοξικές δράσεις του υδροφθόριου

Από το αναπνευστικό: Προκαλεί οξεία ερεθιστική ή/και διαβρωτική δράση στο ανώτερο και στο κατώτερο αναπνευστικό. Εκδηλώνεται με ρινίτιδα, ρινόρροια, ερυθρότητα, πόνο, εξελκώσεις στο ρινοφάρυγγα και στο λάρυγγα. Μπορεί η εικόνα να εξελιχθεί σε οίδημα λάρυγγα με ασφυκτικά φαινόμενα. Κλινικά μπορεί να εμφανιστεί βήχας με απόχρεμψη, οποιοσσοτερνικό άλγος και συριγμός. Σε σοβαρότερες δηλητηριάσεις ενδέχεται να εμφανιστεί χημικό πνευμονικό οίδημα με δύσπνοια, κυάνωση και αιμορραγική απόχρεμψη. Ανάλογα με τη συγκέντρωση και τη διάρκεια της έκθεσης, η κλινική εικόνα εγκαθίσταται αμέσως ή μετά λανθάνοντα χρόνο κάποιων ωρών ή και ημερών.

Εικόνα οξέος πνευμονικού οιδήματος έχει περιγραφεί και σε περιπτώσεις διαβροχής του προσώπου και του άνω μέρους του σώματος από ΥΦ/Ο. Μια τέτοια περίπτωση έχει περιγραφεί σε εργάτη διυλιστηρίων ο οποίος «πιτσιλίστηκ» στο πρόσωπο από 100% ανυδρο υδροφθο-

ρικό οξύ (Terperman 1980 από τη μονογραφία του ATSDR για το HF). Η απορρόφηση του φθορίου οδήγησε σε οξεία συστηματική δηλητηρίαση, με υπασβεστιαϊμία, υπομαγνησισαϊμία και καρδιακές αρρυθμίες. Ο ασθενής κατέληξε σε λιγότερο από 24 ώρες μετά την έκθεση. Η νεκροτομή έδειξε πνευμονικό οίδημα. Μια νεαρή γυναίκα που πιτσιλίστηκε στο πρόσωπο από ΥΦ/Ο, απεβίωσε από αναπνευστική ανεπάρκεια μετά από μερικές ώρες από την έκθεση (Chela et al 1989, στην ίδια μονογραφία). Η νεκροτομή έδειξε σοβαρά εγκαύματα στο δέρμα και στους πνεύμονες με αιμορραγικό πνευμονικό οίδημα.

Η χρόνια έκθεση σε HF και σε σκόνη κρυσταλλική έχει οδηγήσει σε χρόνια μη ειδική υπεραιμιοδραστικότητα των βρόγχων, με λειτουργικές διαταραχές στις δοκιμασίες των πνευμόνων.

Από τα μάτια: Η έκθεση των ματιών σε HF ή ΥΦ/Ο μπορεί να προκαλέσει οξεία ερεθιστικά ή διαβρωτικά φαινόμενα. Σε εθελοντές ερεθιστικά φαινόμενα με ήπιο χαρακτήρα, εμφανίστηκαν χωρίς πιτσίλισμα, σε συγκεντρώσεις HF στον αέρα 32 ppm, μετά από 3 λεπτά έκθεσης. Έκθεση των ματιών σε διάλυμα ΥΦ/Ο συγκέντρωσης >1% προκαλεί ελαφρότερες ή βαρύτερες βλάβες. Η κλινική εικόνα εκδηλώνεται με πόνο, δακρύρροια, υπεραϊμία και ερυθρότητα ή και προσβολή του κερατοειδούς με εξελκώσεις, νεόπλαστα αγγεία και θόλωση, οιδήματα βλεφάρων, και άλλων μορίων του βολβού. Οι βλάβες επουλώνονται αργά και συχνά όχι πλήρως, με ενδεχόμενη τη μόνιμη θόλωση του κερατοειδούς. Η εικόνα μπορεί να επιπλακεί με διάτρηση του βολβού, χοριοειδίτιδα (Uveitis), γλαύκωμα, ανάπτυξη ουλώδους συνδετικού ιστού, ξηροφθαλμία (Keratitis sicca).

Από το δέρμα: Ανάλογα με τη συγκέντρωση, τη διάρκεια και τη λήψη θεραπευτικών μέτρων, η έκθεση του δέρματος σε σταγονίδια, σκόνη ή υγρά διαλύματα ΥΦ/Ο, μπορεί να οδηγήσει από ήπια ερυθρήματα, έως βαθειά εγκαύματα και εκτεταμένες νεκρώσεις των ιστών π.χ. επί εμπάπτισης των χεριών σε πυκνό διάλυμα ΥΦ/Ο. Επί εγκαυμάτων το δέρμα λαμβάνει λευκωπή χροιά, μπορεί να εμφανιστούν εγκαυματικές φουσαλίδες ή νεκρωτικές εσχάρες. Η προσβολή των δακτύλων μπορεί να οδηγήσει σε εκτεταμένες ιστικές νεκρώσεις και ακρωτηριασμούς. Γενικά έκθεση σε διαλύματα άνω του 20% ΥΦ/Ο θα πρέπει να αντιμετωπίζονται με ιδιαίτερη προσοχή και ειδική θεραπεία με γλυκονικό ασβέστιο. Σε μια μαζική έκθεση 237 ατόμων σε διάλυμα ΥΦ/Ο 611%, που αναφέρει η τράπεζα δεδομένων GESTIS της HVBG της Γερμανίας, στους 219 εκτεθέντες εμφανίστηκαν από το δέρμα τα εξής:

- 55% οίδημα – ερυθρότητα
- 5% φουσαλίδες
- 5% μελανή χροιά στο δέρμα κάτω από τα νύχια
- 27% άλγος, χωρίς ορατές αλλοιώσεις στο δέρμα.

Συστηματικές εκδηλώσεις δεν παρατηρήθηκαν στα άτομα αυτά. Επιπλοκές από επιμολύνσεις ή νεκρώσεις, εμφανίστηκαν σε 7 περιπτώσεις.

Από το πεπτικό: Πρακτικά δεν αφορά τους εργασιακούς χώρους. Η δηλητηρίαση εισβάλλει με πόνο, ερυθρότητα, εξελκώσεις, εμέτους που μπορεί να είναι αιμορραγικοί, κοιλιακά άλγη, διαρροϊκό σύνδρομο. Συστηματικές εκδηλώσεις από το κυκλοφορικό, τετανία, ηλεκτρολυτικές διαταραχές, από το κεντρικό νευρικό σύστημα είναι ενδεχόμενες ή πιθανές στις από το στόμα δηλητηριάσεις με HF. Εισρόφηση από τους έμετους μπορεί να οδηγήσει σε επιπλοκές από τους πνεύμονες.

Από το μυοσκελετικό: Όπως αναφέρθηκε η χρόνια έκθεση σε HF μπορεί να προσβάλλει τα οστά και να οδηγήσει σε οστεοπυκνώσεις–οστεοσκληρύνσεις κυρίως της σπονδυλικής στήλης, των πλευρών και της λεκάνης. Η νόσος ονομάζεται φλουόρωση (φθορίωση) των οστών και έχει ενταχθεί στις λίστες των επαγγελματικών νόσων. Η χρόνια έκθεση σε φθόριο μπορεί να συνοδεύεται από καταβολή, ανορεξία, αναιμία, απώλεια βάρους και καχεξία.

Μέτρα Α' βοθητών και ιατρικής αντιμετώπισης των οξέων εκθέσεων σε υδροφθόριο

Η φύση και η έκταση της μελέτης δεν επιτρέπει εκτεταμένη αναφορά στα μέτρα της άμεσης ιατρικής αντιμετώπισης των οξέων δηλητηριάσεων από HF.

Από τα μάτια: Άμεση πλύση με χλιαρό νερό για 20 λεπτά. Προφύλαξη του άλλου ματιού να μη διαβραχεί κατά την πλύση. Σε έλλειψη νερού πλύσης ακόμη και με αναψυκτικά (η άποψη κατατίθεται από την τράπεζα δεδομένων GESTIS, διότι εκτιμά ότι το κέρδισμα χρόνου έστω και μερικών δευτερολέπτων μπορεί να σώσει ένα μάτι). Σταγόνες τοπικού αναισθητικού θα βοηθήσουν τον πάσχοντα.

Από το δέρμα: Αφαίρεση ρούχων, πλύσιμο με χλιαρό νερό για 20-30 λεπτά. Μέτρα για την αποφυγή «μόλυνσης» των διασωστών. Τοποθέτηση σε όλη τη μολυσμένη περιοχή υδατοδιαλυτής γέλης με 2,5% γλυκονικό ασβέστιο. Εάν δεν υπάρχει γέλη γλυκονικού ασβεστίου, τοποθέτηση κομπρέσας διαποτισμένης με διάλυμα γλυκονικού ασβεστίου 20%. Επί εμποτισμού του δέρματος με διαλύματα ΥΦ/Ο πάνω από 20%, συστήνεται η διήθηση του δέρματος με διάλυμα γλυκονικού ασβεστίου, εφόσον η τοποθέτηση γέλης ή επιθεμάτων γλυκονικού ασβεστίου δεν ανακουφίζουν τον πόνο εντός 30-60 λεπτών. Η δόση που συστήνεται είναι 0,5 ml 10% διαλύματος γλυκονικού ασβεστίου ανά cm² με λεπτή βελόνα 30G. Όχι τοπική διήθηση αναισθητικών. Επί διαβροχής των δακτύλων σε διάλυμα ΥΦ/Ο μπορεί να χρειαστεί ενδαρτηριακή έγχυση γλυκονικού ασβεστίου (10 ml γλυκονικό ασβέστιο σε 40 ml dextrose 5% σε ενδαρτηριακή έγχυση 4 ωρών που μπορεί να επαναληφθεί σε υποτροπή του πόνου).

Από το πεπτικό: Όχι εμετικά, όχι πλύση, όχι καθετηριασμός οισοφάγου χωρίς γαστροσκόπιο. Άμεση χορήγηση νερού. Χορήγηση γάλακτος μαγνησίας ή Maalox μπορεί να βοηθήσουν, διότι το μαγνήσιο δεσμεύει το φθόριο.

Από το αναπνευστικό: Απομάκρυνση από τη μολυσμένη περιοχή, διασφάλιση ανοικτών αεροφόρων οδών, O₂, εισπνεόμενα στεροειδή, ενδοφλέβια οδός, μέτρηση καρδιακής λειτουργίας, τοποθέτηση αισθητήρα οξυμετρίας, χορήγηση γλυκονικού ασβεστίου 10%, ενδοφλέβια επί υπασβεστιαϊμίας. Εισπνοές με νεφελοποιητή διαλύματος γλυκονικού ασβεστίου. Παρασκευάζεται με 25 ml γλυκονικού Ca 10% και προσθήκη νερού ή διαλύματος φυσιολογικού ορού 75 ml.

7.32 Υδροχλωρικό οξύ

Το υδροχλωρικό οξύ (HCl) είναι αέριο χαρακτηριστικής οσμής, μη αναφλέξιμο, εύκολα διαλυτό στο νερό, με το οποίο παράγονται ισχυρά όξινα διαλύματα. Πρόκειται για έντονα καυστικό και ερεθιστικό αέριο. Αντιδρά με την υγρασία του αέρα και σχηματίζει σταγονίδια (ομί-

χλες), έντονα διαβρωτικού χαρακτήρα. Στη βιομηχανία του πετρελαίου χρησιμοποιείται τόσο στην εξόρυξη όσο και στη διύλιση, π.χ. καθαρισμός αργού, ατμοσφαιρική και απόσταξη κενού.

Οι ομίχλες του HCl οξέος όπως και τα διαλύματά του, ασκούν ισχυρή καυστική και ερεθιστική δράση σε όλους τους ιστούς. Δεν απορροφάται από το δέρμα. Ανάλογα με τη συγκέντρωση και τη διάρκεια της έκθεσης, εμφανίζονται και οι βλάβες. Σε υψηλές συγκεντρώσεις και πυκνά διαλύματα, η καυστική και διαβρωτική δράση του HCl είναι άμεση και μπορεί να πάρει καταστροφικό χαρακτήρα.

Τοξικές επιδράσεις του υδροχλωρικού οξέος

Από το αναπνευστικό: Ασκεί έντονα ερεθιστική δράση στο ρινοφάρυγγα, λάρυγγα, τραχειοβρογχικό δένδρο. Ανάλογα με τη βαρύτητα του περιστατικού εμφανίζονται βήχας, βρογχόσπασμος, οπισθοστερνικό άλγος και πονόλαιμος. Σε σοβαρότερες εκθέσεις μπορεί να προκληθεί οίδημα και σπασμός του λάρυγγα με κίνδυνο ασφυξίας. Εκθέσεις σε 35 ppm προκαλούν ερεθισμό του ρινοφάρυγγα. Συγκεντρώσεις 50-100 ppm είναι δύσκολα ανεκτές για μία ώρα. Σε βαρύτερες περιπτώσεις προσβάλλεται και το κατώτερο αναπνευστικό με φλεγμονώδη αντίδραση των βρόγχων και των βρογχιολίων. Ενδέχεται σαν επιπλοκή να προκληθούν ατελεκτασίες και εμφύσημα. Είναι δυνατή η εμφάνιση οξέος χημικού πνευμονικού οιδήματος, με αιμορραγικό εξίδρωμα στις κυψελίδες, που εκφράζεται με δύσπνοια και κυάνωση. Το HCl σε επίπεδο αρτηριολίων και τριχοειδών του πνεύμονα, μπορεί να προκαλέσει μικροθρομβώσεις οι οποίες στη συνέχεια δημιουργούν μικροεμβολές και έμφρακτα σε άλλα όργανα όπως νεφρούς, ήπαρ, καρδιά.

Σε χρόνιες εκθέσεις σε HCl μπορεί να εγκατασταθεί το σύνδρομο της χρόνιας υπεραντιδραστικότητας των βρόγχων γνωστό στην αγγλοσαξονική βιβλιογραφία σαν RADS (Reactive Airway Dysfunction Syndrome).

Το HCl ανήκει στην ομάδα των οξέων που προκαλούν χρόνια οδοντοπάθεια στις περιπτώσεις της χρόνιας υποτροπιάζουσας έκθεσης σε υψηλές συγκεντρώσεις.

Η οδοντοπάθεια από οξέα ανήκει στα επαγγελματικά νοσήματα και την έχουμε περιγράψει στις τοξικές επιδράσεις του Θεϊκού Οξέος όπου και παραπέμπουμε.

Από τα μάτια: Μπορεί να προκληθούν φαινόμενα ερεθιστικά ή διαβρωτικού χαρακτήρα εγκαυματικές βλάβες. Ανάλογα με τη βαρύτητα εμφανίζεται δακρύρροια, φωτοφοβία, ερυθρότητα, άλγος, εξελκώσεις, θόλωση του κερατοειδούς κ.α.

Από το δέρμα: Μπορεί να εμφανιστούν τοξικές δερματίτιδες ή/και χημικά εγκαύματα ανάλογα με την πυκνότητα και τη διάρκεια της έκθεσης.

Από το πεπτικό: Πρακτικά η από του στόματος δηλητηρίαση δε συμβαίνει στους χώρους εργασίας. Ανάλογα με την πυκνότητα του διαλύματος εκτός από την ερεθιστική δράση στους βλενογόνους, ενδέχεται να υπάρξουν χημικά εγκαύματα με εξελκώσεις ή και διατρήσεις του στοματοφάρυγγα, του οισοφάγου και του στομάχου. Σε ελαφρότερες δηλητηριάσεις εμφανίζονται πόνος, δυσκαταποσία, σιελόρροια, έμετος. Σε περιπτώσεις διατρήσεων οι έμετοι μπορεί να είναι αιμορραγικοί, ενώ η κλινική εικόνα επιπλέκεται αντίστοιχα π.χ. με περιτονίτιδες, μεσοθωρακίτιδες. Μετά την αποδρομή της οξείας κλινικής εικόνας, στις εξελκώσεις είναι δυνατή η εγκατάσταση στενώσεων από την ανάπτυξη ουλώδους συνδετικού ιστού, με ανάλογη συμπτωματολογία.

Για την αντιμετώπιση των οξέων δηλητηριάσεων από HCl, εφαρμόζονται τα άμεσα μέτρα που έχουν αναφερθεί και για άλλους καυστικούς και διαβρωτικούς χημικούς παράγοντες.

Θεωρείται σκόπιμο να επισημανθεί ότι στην περιγραφή των Α' Βοηθειών από την τράπεζα δεδομένων GESTIS της HVBG, για τις οξείες δηλητηριάσεις από HCl δια της εισπνοής, προτείνεται η επανειλημμένη χορήγηση υπό μορφή aerosol, διαλύματος 5% διττανθρακικού νατρίου. Εφαρμόζεται με συσκευές παροχής εισπνεόμενων διαλυμάτων μαζί με οξυγόνο. Πρόκειται για πληροφορία που απευθύνεται σε γιατρούς, με την παρατήρηση ότι όπου εφαρμόστηκε δεν αναπτύχθηκε οξύ πνευμονικό οίδημα. Η αντιμετώπιση αυτή, δεν περιγράφεται στη σειρά Medical Management Guidelines (MMGs) του ATSDR.

Η χορήγηση δι' εισπνοής σταγονιδίων διαλύματος 2% διττανθρακικού νατρίου για την άμεση-πρώιμη αντιμετώπιση των οξέων δηλητηριάσεων δι' εισπνοής, προτείνεται και από τον Von Sven Moeschlin³.

Καρκινογόνος δράση του υδροχλωρίου

Υπάρχει αξιολόγηση του IARC για το HCl στον τόμο 54. Αναφέρεται μια μελέτη κοορτής από τις ΗΠΑ σε εργαζόμενους στη μεταλλουργία με ενδεχόμενη έκθεση και σε HCl, στην οποία διαπιστώθηκε αύξηση της συχνότητας καρκίνου του λάρυγγα. Σχολιάζει επίσης από τις ΗΠΑ 3 μελέτες μαρτύρων – περιπτώσεων που δεν έδειξαν συσχέτιση έκθεσης σε HCl και εμφάνισης καρκίνων των πνευμόνων, του εγκεφάλου ή των νεφρών. Σε μια μελέτη μαρτύρων – περιπτώσεων στο γενικό πληθυσμό από τον Καναδά, διαπιστώθηκε αύξηση του κινδύνου για μικροκυτταρικό καρκίνο του πνεύμονα, σε εργαζόμενους εκτεθέντες σε HCl. Δε διαπιστώθηκε αυξημένος κίνδυνος για τους υπόλοιπους ιστολογικούς τύπους καρκίνου του πνεύμονα.

Γίνεται, επίσης, σχολιασμός των μελετών σε πειραματόζωα και η ομάδα Εργασίας του IARC καταλήγει:

- δεν υπάρχουν επαρκείς αποδείξεις για την καρκινογόνο δράση του HCl σε ανθρώπους
- δεν υπάρχουν επαρκείς αποδείξεις για την καρκινογόνο δράση του HCl σε πειραματόζωα
- το υδροχλωρικό οξύ δεν είναι κατατάξιμο σε ότι αφορά την καρκινογόνο δράση του σε ανθρώπους.

7.33 Μονοξείδιο του άνθρακα

Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) είναι αέριο άχρωμο, άοσμο, άγευστο, παραγόμενο σε κάθε ατελή καύση οργανικών ενώσεων. Στις διαδικασίες των διυλιστηρίων, αυξημένες συγκεντρώσεις CO, μπορούν να υπάρχουν σε όλες τις εγκαταστάσεις και φάσεις παραγωγής με υψηλές θερμοκρασίες, π.χ. πυροδιάσπαση, κλειστές εγκαταστάσεις, φούρνους, παραγωγή ατμού, υδρογόνου, ηλεκτρικής ενέργειας. Έχει ίδια περίπου βαρύτητα με τον αέρα. Η έκθεση σε υψηλές

3. «Klinik und Therapie der Vergiftungen» (Κλινική και Θεραπεία των Δηλητηριάσεων) 1986, 7η έκδοση Georg Thieme Verlag Stuttgart. New York

συγκεντρώσεις CO, μπορεί να είναι επικίνδυνη για τη ζωή ή και να οδηγήσει στο θάνατο. Σε κάθε είσοδο η παραμονή σε ημίκλειστους ή κλειστούς χώρους σε κάθε τμήμα του διυλιστηρίου, θα πρέπει μεταξύ άλλων να είναι διασφαλισμένη και η απουσία CO, σε συγκεντρώσεις πάνω από τα επιτρεπόμενα όρια.

Μηχανισμός τοξικής δράσης του CO

Το CO ανήκει στα ασφυκτικά αέρια. Έχει την ιδιότητα να ενώνεται με την αιμοσφαιρίνη του αίματος. Η ένωση του CO γίνεται στο μόριο της αίμης, μπλοκάροντας τη μεταφορά οξυγόνου από του πνεύμονες στους ιστούς. Η χημική συγγένεια της αιμοσφαιρίνης (Hb) με το CO, επηρεάζεται και από το είδος της σφαιρίνης. Για παράδειγμα, η εμβρυϊκή Hb, έχει μικρότερη συγγένεια για το CO από την Hb A₂.

Κατά ανάλογο τρόπο διαφέρουν και οι κληρονομικές αιμοσφαιρινοπάθειες ή οι αιμοσφαιρίνες διαφόρων ζώων. Το CO εκτός από την Hb ενώνεται με τη μυοσφαιρίνη των ιστών και τα κυτοχρώματα (αναπνευστικά ένζυμα). Η ταχύτητα σύνδεσης του CO με τη Hb είναι 34 μικρότερη από την ένωση ΟξυγόνουHb. Αντίθετα, η σύνδεση μυοσφαιρίνης CO είναι 23 ταχύτερη από τη σύνδεση HbO. Επίσης βραδύτερη είναι η αποδέσμευση του CO από την Hb σε σχέση με την HbO. Παραμένει άγνωστο εάν η μυοσφαιρίνη, απελευθερώνει ταχύτερα το CO από ότι η Hb.

Το CO δεν ασκεί άμεση τοξική επίδραση στους πνεύμονες, μέσω των οποίων αποβάλλεται, σε ποσοστό 97-99% της ποσότητας που εισπνεύστηκε. Η τοξική δράση του CO ασκείται μόνο δια της υποξίας των ιστών. Πιο ευαίσθητοι είναι οι ιστοί με τη μεγαλύτερη αιμάτωση π.χ. ο εγκέφαλος και το μυοκάρδιο. Η ποσότητα της πρόσληψης του CO στον οργανισμό, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως:

- ο κατά λεπτό όγκος αναπνοής
- ο κατά λεπτό όγκος αίματος
- το μυϊκό έργο που εκτελείται
- η συγκέντρωση του CO στον αέρα
- η διάρκεια της έκθεσης σε CO
- προϋπάρχουσες βλάβες ή διαταραχές του αναπνευστικού, του κυκλοφορικού, του αίματος κ.λπ.

Οι μεταβολές που οδηγούν στην υποξία και κατ' επέκταση στις λειτουργικές και στις παθολογοανατομικές αλλοιώσεις των ιστών από την έκθεση σε CO είναι:

- η σύνδεση Hb-CO και η αναστολή της μεταφοράς οξυγόνου στους ιστούς (εσωτερική ασφυξία)
- η μετατόπιση της καμπύλης απελευθέρωσης του οξυγόνου από την Hb προς τα αριστερά (δηλαδή και το εναπομείναν οξυγόνο στην Hb, απελευθερώνεται στους ιστούς δυσχερέστερα)
- η σύνδεση του CO στη μυοσφαιρίνη του μυοκαρδίου και των μυών.

Προϋπάρχοντα νοσήματα των πνευμόνων, του κυκλοφορικού ή και άλλων οργάνων, συμβάλλουν είτε στην παρά πέρα μείωση του οξυγόνου στους ιστούς, π.χ. λόγω μείωσης της αιμάτωσης, είτε στη δημιουργία αυξημένης ευπάθειας στη δράση της HbCO, π.χ. προϋπάρχουσα νευρολογική βλάβη.

Η αποβολή του CO από τον οργανισμό γίνεται κατά αντίστροφο από τη σύνδεση τρόπο, εφ' όσον διακοπεί η έκθεση. Μειώνεται η συγκέντρωση του CO στο πλάσμα, στη συνέχεια απελευθερώνεται από τη Hb και στους πνεύμονες, το CO λόγω της διαφοράς συγκέντρωσης, διέρχεται την αναπνευστική μεμβράνη και αποβάλλεται δια της εκπνοής. Η διαδικασία της αποσύνδεσης και της αποβολής του CO από την HbCO, διαρκεί από 18 λεπτά έως ορισμένες ώρες. Η αποβολή του CO από τον οργανισμό επιταχύνεται με τη χορήγηση οξυγόνου.

Για τις ενδεχόμενες βλαπτικές δράσης του CO έχει σημασία και η ύπαρξη διαφόρων άλλων παραγόντων στους εργασιακούς χώρους όπως:

- Χαμηλή συγκέντρωση οξυγόνου στον αέρα
- άλλοι ρύποι που προκαλούν υποξία στους ιστούς, π.χ. διοξείδιο του θείου, υδρόθειο, κυανίδια
- ρύποι που δρουν ερεθιστικά στο αναπνευστικό και επηρεάζουν την ανταλλαγή των αερίων, π.χ. ερεθιστικά αέρια, διοξείδιο του θείου, θειικό οξύ, φωσγένιο, υδροχλωρικό οξύ, φορμαλδεΐδη, οξειδία του αζώτου, άλλοι ρύποι συχνόι στα διυλιστήρια π.χ. υδρογονάνθρακες κ.ο.κ.
- ρύποι που δρουν παράλληλα βλαπτικά στα ίδια όργανα στοχους π.χ. διαλύτες που δρουν στο ΚΝΣ και στο μυοκάρδιο, όπως και το CO
- ρύποι που επιβραδύνουν την αποβολή του CO από τον οργανισμό, π.χ. τα οκτάνια και τα ισοοκτάνια
- ρύποι, την αποδόμηση των οποίων επιβραδύνει το CO και έτσι αυξάνει την βλαπτική τους δράση, π.χ. επιβράδυνση της αποδόμησης του βενζο(α)πυρένιου στους πνεύμονες από την παρουσία CO, αυξάνει θεωρητικά την πιθανότητα του ΒαΡ να δράσει σαν καρκινογόνο.

Οξεία τοξική δράση του CO

Το CO προκαλεί υποξία στους ιστούς με τοπική οξέωση. Ανάλογα με τη συγκέντρωση και τη διάρκεια της έκθεσης προσδιορίζεται και το ποσοστό της Hb που μετατρέπεται σε HbCO. Γενικά εκθέσεις που θεωρούνται ικανές να προκαλέσουν το θάνατο είναι οι ακόλουθες:

- 40.000 ppm X 2 λεπτά
- 16.000 ppm X 5 λεπτά
- 8.000 ppm X 10 λεπτά
- 3.000 ppm X 30 λεπτά
- 1.500 ppm X 60 λεπτά
- Οι αιφνίδιοι θάνατοι από CO αποδίδονται σε καρδιακές διαταραχές.

Ανάλογα με το ποσοστό της Hb που έχει συνδεθεί με το CO η συμπτωματολογία που εμφανίζεται σε υγιή άτομα αναφέρεται στη συνέχεια.

- **Ποσοστό HbCO <7%**

Θεωρείται ότι σε υγιή άτομα ούτε προκαλεί συμπτώματα, ούτε μειώνει την απόδοση σε μυϊκό και νοητικό έργο.

- **Ποσοστό HbCO 7-10%**

Έχει παρατηρηθεί μείωση της δεξιότητας των δακτύλων και αρνητική επίδραση στην τα-

χύτητα ή στην ορθότητα απάντησης σε ψυχομετρικά τεστ. Σε πολλές αναφορές το όριο της εμφάνισης των εν λόγω συμπτωμάτων είναι συγκέντρωση HbCO 5%. Έχουν αναφερθεί μελέτες με διαταραχές στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα ή στα προκλητά δυναμικά επί συγκεντρώσεων HbCO 5%.

- **Ποσοστό HbCO 10%**

Ενδέχεται να εμφανιστεί δύσπνοια στην προσπάθεια και ερυθρότητα. Ο Zorn για την ερυθρότητα του δέρματος από δηλητηρίαση με CO, αναφέρει ότι μόνο στο 20% των περιπτώσεων εμφανίζεται. Στο 40% εμφανίζεται ωχρότητα και στο υπόλοιπο 40% το δέρμα είναι κυανωτικό.

- **Ποσοστό HbCO 11-20%**

Πλέον συχνό σύμπτωμα είναι μέτωποκρόταφοβρεγματική κεφαλαλγία. Περιγράφεται σαν να περισφίγγεται το κεφάλι από κράνος. Συνοδεύεται ή ακολουθεί αίσθημα καταβολής και κόπωσης, απάθεια, σπινθήρισμα στα μάτια, μείωση της οπτικής οξύτητας, εμβοές ότων, ζάλη, ίλιγγοι, αίσθημα καρδιακών παλμών. Σε υψηλότερες συγκεντρώσεις μπορεί να εμφανιστεί οπισθοστερνικό άλγος και δύσπνοια σε μικρή προσπάθεια.

- **Ποσοστό HbCO 30%**

Η κεφαλαλγία και τα προαναφερόμενα συμπτώματα γίνονται εντονότερα. Μπορεί να εμφανιστεί ίλιγγος, ευερεθιστότητα, αμαύρωση της όρασης, διαταραχή της αντικειμενικής αντίληψης της πραγματικότητας.

- **Ποσοστό HbCO 40-50%**

Η κεφαλαλγία καθίσταται ιδιαίτερα έντονη, εμφανίζεται σύγχυση, απώλεια συνείδησης και κυκλοφορική καταπληξία.

- **Ποσοστό HbCO 50-60%**

Απώλεια συνείδησης, σπασμοί, καρδιοαναπνευστική ανακοπή που σύντομα οδηγεί σε θάνατο.

- **Ποσοστό HbCO 80%**

Ταχεία επέλευση του θανάτου από παράλυση του αναπνευστικού κέντρου ή θανατηφόρες καρδιακές αρρυθμίες.

Αντιμετώπιση της οξείας δηλητηρίασης από CO

- Μεταφορά σε ασφαλές μέρος χωρίς να κινδυνεύσουν οι διασώστες.
- Απελευθέρωση αεροφόρων οδών – ΚΑΡΠΑ (απλή-προχωρημένη).
- Άμεση χορήγηση O₂. Καλό είναι να υπάρχει στο μείγμα CO₂ 5%.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί υπερβαρικό οξυγόνο.
- Εγκατάσταση ενδοφλέβιας οδού – αντιμετώπιση της οξέωσης.
- Αντιμετώπιση του εγκεφαλικού οιδήματος με μανιτόλη 20%. μαζί με ενδοφλέβια στεροειδή.
- Παρακολούθηση νεφρικής λειτουργίας, προληπτικά-θεραπευτικά μέτρα για την οξεία νεφρική ανεπάρκεια από ενδεχόμενη ραβδομύλυση.
- Επί σπασμών ενδοφλέβια διαζεπάμη 510 mg.
- Αντιμετώπιση των καρδιακών αρρυθμιών.

Μόνιμες βλάβες από οξεία δηλητηρίαση CO

Μπορεί να εμφανιστούν από διάφορα συστήματα και όργανα. Η εμφάνιση τους εξαρτάται από τη συγκέντρωση και τη διάρκεια παραμονής στον επικίνδυνο χώρο, τις προϋπάρχουσες βλάβες, τυχόν άλλους ρύπους, την έλλειψη οξυγόνου στο χώρο, ταχύτητα και επάρκεια παροχής Α' βοηθειών κ.ο.κ.

Από το νευρικό σύστημα: Έχουν περιγραφεί μετά την ανάνηψη από δηλητηρίαση με CO, ποικίλα κλινικά κατάλοιπα. Γενικά θεωρείται ότι οι διαταραχές που εμφανίζονται μετά το κώμα, λίγο και σπάνια αποκαθίστανται. Αντίθετα, διαταραχές που εμφανίζονται εντός μερικών εβδομάδων από την πλήρη αποκατάσταση της συνείδησης, είναι λιγότερο εντοπισμένες και έχουν καλύτερη πρόγνωση. Τέτοιες διαταραχές είναι καταθλιπτική συνδρομή, κόπωση, διαταραχές μνήμης, κεφαλαλγίες, διαταραχές ύπνου, ζάλη κ.α. Μπορεί ακόμη να υπάρχουν εξωπυραμιδικές και παρεγκεφαλιδικές διαταραχές. Επίσης, έχουν αναφερθεί ενδοκρινολογικές διαταραχές, από βλάβη της υπόφυσης.

Έχουν περιγραφεί προσβολές του μυοκαρδίου από οξείες δηλητηριάσεις με CO, που οδήγησαν σε νεκρωτικές βλάβες του μυοκαρδίου και αντίστοιχες διαταραχές στο ΗΚΓ.

Χρόνια τοξική δράση του CO

Είναι αποδεκτό ότι χρόνια τοξική δράση από CO μπορεί να προέλθει από συγκεντρώσεις HbCO 10% και πλέον. Οι διαταραχές που περιγράφονται επί χαμηλότερου ποσοστού HbCO, θεωρούνται λειτουργικές και παρέρχονται με τη διακοπή της έκθεσης.

Η κλινική εικόνα είναι μη ειδική και εκδηλώνεται κυρίως από το ΚΝΣ με κεφαλαλγίες, εύκολη κόπωση, διαταραχές libido, ζάλη, εμβοές, ναυτία, διαταραχές ύπνου, διαταραχές της μνήμης, μείωση της απόδοσης, δυσανεξία στο αλκοόλ, αίσθημα παλμών κ.α.

Άτομα με χρόνια καρδιαγγειακά νοσήματα, νοσήματα του αναπνευστικού, αναιμίες, τα παιδιά κ.α. είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στην ανοξία. Τα συμπτώματα και οι βλάβες μπορεί να εμφανιστούν σε πολύ μικρότερες συγκεντρώσεις HbCO. Ιδιαίτερα ευαίσθητοι σε βλάβες από CO, είναι οι πάσχοντες από νόσο των στεφανιαίων αγγείων. Ακόμη και σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις HbCO π.χ. 5% ή λιγότερο, μπορεί να εμφανιστούν επιπλοκές.

Έκθεση κυοφορούσας ιδίως τους πρώτους μήνες της κύησης σε CO, μπορεί να οδηγήσει σε μόνιμες βλάβες στο έμβryo λόγω υποξίας. Θεωρείται ότι το CO ασκεί μετά βεβαιότητας τερατογόνο δράση.

Εργαστηριακή διάγνωση της δηλητηρίασης με CO

Η διάγνωση επιβεβαιώνεται με μέτρηση του ποσοστού της HbCO. Το δείγμα του αίματος πρέπει να είναι ηπαρινισμένο ή με EDTA και κλειστό.

Μη ειδικές διαταραχές ανάλογα με την κλινική εικόνα μπορεί να εμφανιστούν από διάφορα συστήματα και όργανα π.χ. ΗΚΓ, ΗΕΓ, βιοχημικές διαταραχές, λευκοκυττάρωση, δευτερογενής πολυερυθραιμία κ.ο.κ. όπως επίσης και σε απεικονιστικές και λειτουργικές εξετάσεις του ΚΝΣ, π.χ. αξονική και μαγνητική τομογραφία, SPECT κ.ο.κ.

Δηλητηριάσεις από CO σαν επαγγελματική νόσος

Βρίσκεται στον κατάλογο των επαγγελματικών νόσων της Γερμανίας.

7.34 Καυστικό Νάτριο (Υδροξείδιο του Νατρίου) - Καυστικό Κάλιο (Υδροξείδιο του Καλίου)

Σε θερμοκρασία δωματίου οι άνυδρες μορφές βρίσκονται υπό στερεά λευκή κρυσταλλική μορφή. Είναι άχρωμες υγροσκοπικές σκόνες, που μπορεί να απορροφούν υδρατμούς από τον αέρα του περιβάλλοντος. Διαλύονται στο νερό και αντιδρούν με τα οξέα με έντονα εξώθερμες αντιδράσεις. Πρόκειται για πολύ διαβρωτικές και καυστικές ουσίες. Σε αραιότερες συγκεντρώσεις ασκούν έντονα ερεθιστική δράση. Και οι δύο ουσίες είναι άοσμες.

Η έκθεση στους εργασιακούς χώρους λαμβάνει χώρα δια της άμεσης επαφής, είτε δια της εισπνοής.

Στη διύλιση του αργού πετρελαίου χρησιμοποιούνται σε διάφορες διαδικασίες, όπως στον πολυμερισμό και στη γλύκανση διαφόρων ενδιάμεσων και τελικών προϊόντων.

Τοξικές επιδράσεις

Από το αναπνευστικό: Επί επαφής π.χ. με τα χείλη, μύτη, ρινοφάρυγγα με της στερεά μορφή μπορεί να προκληθούν σοβαρές εγκαυματικές βλάβες. Το Καυστικό Νάτριο και Κάλιο (K/NK) διεισδύουν βαθειά στους ιστούς και προκαλούν νεκρώσεις από υδρόλυση των πρωτεϊνών. Σε αραιότερες συγκεντρώσεις ασκούν ερεθιστική και καυστική δράση στο ανώτερο και στο κατώτερο αναπνευστικό, με βήχα, οπισθοστερνικό άλγος ή καύσος, αναπνευστική δυσχέρεια, συριγμό από οίδημα του λάρυγγα και άλλων βλεννογόνων, κ.α. Σε σοβαρές περιπτώσεις μπορεί να εμφανιστεί χημικό οξύ πνευμονικό οίδημα.

Από τα μάτια: Επαφή με άνυδρο K/NK μπορεί να προκαλέσει ταχύτατα εγκαυματικές βλάβες στα μάτια, με άμεσο κίνδυνο για την ακεραιότητα των ματιών και τη λειτουργία της όρασης. Λόγω της ταχείας διάδοσης δια του κερατοειδούς των ιόντων Na ή K, ενδέχεται να εμφανιστεί αύξηση της ενδοφθάλμιας πίεσης κ.ο.κ. οξύ γλαύκωμα. Σε επαφή με σταγονίδια ή διαλύματα K/NK ανάλογα με τη συγκέντρωση και τη διάρκεια επίδρασης τους, μπορεί να εμφανιστούν εγκαυματικές – διαβρωτικές βλάβες ή ηπιότερες ερεθιστικές π.χ. βλεφαρόσπασμος, ερυθρότητα, δακρύρροια, πόνος. Σε επαφή με αραιά διαλύματα οι βλάβες στα μάτια μπορούν να εκδηλωθούν μετά λανθάνοντα χρόνο μερικών ωρών. Ενδέχεται η έκταση και η βαρύτητα της βλάβης του ματιού, να μη μπορεί να αξιολογηθεί, παρά με καθυστέρηση έως και 72 ωρών μετά την έκθεση.

Από το δέρμα: Επαφή με στερεά μορφή ή πυκνά διαλύματα K/NK οδηγεί αμέσως σε εγκαύματα. Τα εγκαύματα είναι βαθειά και προκαλούν εξελκώσεις. Κλινικά εμφανίζονται μαλακά και υγρά, ενώ είναι εξαιρετικά επώδυνα. Σε περιπτώσεις επαφής με αραιότερα διαλύματα K/NK οι βλάβες ενδέχεται να εκδηλωθούν όψιμα μετά από ώρες.

Από το πεπτικό: Η στοματική λήψη K/NK είναι εξαιρετικά σπάνια στους χώρους εργασίας. Λόγω της έντονης διαβρωτικής και καυστικής τους δράσης η κατάποση σκόνης ή πυκνών

διαλυμάτων, οδηγεί ταχύτατα σε εξελκώσεις, φλεγμονώδεις αντιδράσεις και οιδήματα στους ιστούς του στοματοφάρυγγα, του οισοφάγου και του στομάχου. Εκδηλώνονται με πόνο, δυσκαταποσία, σιελόρροια, εμέτους που μπορεί να είναι αιμορραγικοί, οπισθοστερνικό και κοιλιακό άλγος. Ανάλογα με τη ληφθείσα ποσότητα και την πυκνότητα του διαλύματος, οι εξελκώσεις δεν αποκλείεται να οδηγήσουν σε πλήρεις διαβρώσεις και ρήξεις του οισοφάγου ή/και του στομάχου με πρόκληση βαρύτατων κλινικών καταστάσεων, όπως μεσοθωρακίτιδα, περιτονίτιδα, καρδιαγγειακή καταπληξία κ.ο.κ. Η επούλωση των προαναφερομένων βλαβών μπορεί να οδηγήσει σε στενώσεις του οισοφάγου με την αντίστοιχη κλινική εικόνα. Οι στενώσεις του οισοφάγου από κατάποση Κ/ΝΚ είναι πιο συχνές σε σχέση με την κατάποση ισχυρών οξέων.

Η αντιμετώπιση των δηλητηριάσεων ή των εκθέσεων σε Κ/ΝΚ θα πρέπει να είναι άμεση, με απομάκρυνση του πάσχοντα χωρίς να κινδυνεύσουν οι διασώστες, αφαίρεση των διαποτισμένων ρούχων, παρατεταμένο πλύσιμο με χλιαρό νερό, τοπικά αναισθητικά στα μάτια, εισπνεόμενα στεροειδή για το αναπνευστικό κ.ο.κ. ανάλογα με τις ανάγκες.

Χρόνιες βλάβες από την έκθεση σε καυστικό νάτριο και καυστικό κάλιο

Δεν υπάρχουν πολλές αναφορές στη βιβλιογραφία για τη χρόνια επίδραση των Κ/ΝΚ. Επί χρόνιας δερματικής έκθεσης μπορεί να προκληθεί χρόνια τοξική δερματίτιδα. Επί εκθέσεων των ματιών και του αναπνευστικού, ενδέχεται να εμφανιστούν χρόνιες ερεθιστικού τύπου βλάβες με την αντίστοιχη συμπτωματολογία.

Έχουν περιγραφεί σε διάφορες μελέτες καρκίνοι του οισοφάγου σε περιπτώσεις σοβαρών δηλητηριάσεων από Κ/ΝΚ μετά από πολλά έτη. Η επίπτωση του καρκίνου του οισοφάγου μετά από εγκαυματικές βλάβες από αλκάλια, βρέθηκε αυξημένη σε σχέση με το γενικό πληθυσμό. Αξιολογήθηκε ότι πρόκειται για αποτέλεσμα των έντονα αναγεννητικών διαδικασιών που ακολουθούν τις εγκαυματικές βλάβες και όχι για άμεσα καρκινογόνες δράσεις του Κ/ΝΚ.

7.35 Αμμωνία

Σε συνθήκες δωματίου η αμμωνία είναι αέριο άχρωμο και εύφλεκτο. Μεταφέρεται σε υγρή κατάσταση διαλυμάτων ποικίλης πυκνότητας. Έχει ευρεία χρήση στην παραγωγή λιπασμάτων και ως διαλύτης στην παραγωγή υφασμάτων, χαρτιού και δέρματος. Βρίσκει διάφορες χρήσεις στη χημική βιομηχανία και στη μεταλλουργία. Στη διύλιση του αργού πετρελαίου χρησιμοποιείται ως παράγοντας αδρανοποίησης στην παρασκευή και στην ανάκτηση καταλυτών, π.χ. στην καταλυτική πυροδιάσπαση καθώς και στην αποκρήρωση των ελαιολιπαντικών.

Η αμμωνία αποτελεί βασική χημική ουσία για τη λειτουργία του οργανισμού. Μεταβολικά συμμετέχει στη σύνθεση του DNA, του RNA και των πρωτεϊνών, ενώ είναι αναγκαία για τη ρύθμιση της οξεοβασικής ισορροπίας. Παράγεται στον οργανισμό σε μια ημερήσια σύνθεση 17gr, εκ των οποίων τα 4gr από τη μικροβιακή χλωρίδα του παχέως εντέρου. Στο ήπαρ μεταβολίζεται γρήγορα σε ουρία. Αποβάλλεται στα ούρα σαν ουρία και υπό μορφή αλάτων αμμωνίου.

Έχει έντονα ερεθιστική και διαβρωτική δράση για τους ιστούς. Σε επαφή με το δέρμα και τους βλεννογόνους διαλύεται στο νερό και σχηματίζει τοπικά υδροξείδιο του αμμωνίου. Το

υδροξείδιο του αμμωνίου είναι ασθενής βάση, ενώνεται με τα λιπίδια των κυτταρικών μεμβρανών, δημιουργεί σαπωνοποίηση των λιπιδίων και τελικά νέκρωση των κυττάρων. Επιπρόσθετα δρα «υγροσκοπικά», αφαιρώντας νερό από τα κύτταρα. Λειτουργεί σαν παράγοντας τοπικής φλεγμονής που οδηγεί σε ακόμη μεγαλύτερη ιστική βλάβη. Επαφή με υγρή αμμωνία (όχι με άλατα αμμωνίου), ενδέχεται να προκαλέσει βλάβες από ψύχος (κρυοπαγήματα).

Η έκθεση σε αμμωνία στους εργασιακούς χώρους, γίνεται δι' εισπνοής ή δια του δέρματος. Η αμμωνία βρίσκεται υπό μορφή αερίου, ατμών αμμωνίας ή σταγονιδίων αλάτων αμμωνίου. Η αυξημένη συγκέντρωση της αμμωνίας στο αίμα συνήθως προκαλείται από κατάποση αμμωνίας και όχι δι' εισπνοής ή δια δερματικής απορρόφησης. Η αμμωνία αυξάνεται στο αίμα στις περιπτώσεις προχωρημένων ηπατικών βλαβών, που οδηγούν σε σοβαρή ηπατοκυτταρική ανεπάρκεια π.χ. κίρρωση ήπατος, οξεία ηπατική νέκρωση, κ.ο.κ. Υπάρχουν ακόμη κληρονομικές ενζυματικές διαταραχές του μεταβολισμού της ουρίας που οδηγούν σε υπεραμμωναιμία. Παρά την ύπαρξη ηπατικών και νεφρικών βλαβών σε περιστατικά οξέων δηλητηριάσεων από αμμωνία, δεν φαίνεται να έχει άμεση ηπατική και νεφρική τοξική δράση.

Τοξική δράση της αμμωνίας

Από το αναπνευστικό: Ασκεί έντονα ερεθιστική και καυστική δράση. Ανάλογα με τη συγκέντρωση και τη διάρκεια της έκθεσης, προκαλείται ερυθρότητα και οίδημα στο ρινοφάρυγγα, στο στόμα και στην επιγλωττίδα. Το οίδημα μπορεί να επεκταθεί στην τραχεία και στους βρόγχους. Σε υψηλές συγκεντρώσεις οι βλάβες μπορεί να πάρουν τη μορφή των χημικών εγκαυμάτων με εξελκώσεις και έντονα οιδήματα. Κλινικά εμφανίζεται με βήχα, δύσπνοια, συριγμό, οπισθοστερνικό άλγος. Επί προσβολής των κυψελίδων μπορεί να προκληθεί χημικό πνευμονικό οίδημα. Εμφανίζονται επίσης σε περιπτώσεις δηλητηριάσεων από αμμωνία, πνευμονίτιδες από επιμολύνσεις.

Τα ερεθιστικά φαινόμενα σε πειράματα με εθελοντές, εμφανίστηκαν σε συγκεντρώσεις έκθεσης 50 ppm. Ερεθιστικά φαινόμενα δεν υπήρξαν σε συγκεντρώσεις 30 ppm για 10 λεπτά. Έκθεση σε 250 ppm για 3060 λεπτά είναι ανεκτή από τους περισσότερους ανθρώπους. Από παλαιότερες δημοσιεύσεις προκύπτει, ότι η αμμωνία οδηγεί γρήγορα στο θάνατο επί εκθέσεων 5.000-10.000 ppm. Έχουν αναφερθεί περιπτώσεις θανάτων μετά από εκθέσεις 30 περίπου λεπτών, σε συγκεντρώσεις 2.500-4.000 ppm. Ο θάνατος αποδίδεται σε οξεία απόφραξη των αεροφόρων οδών. Στο θάνατο μπορεί να οδηγηθεί ο παθών και από επιπλοκές μιας οξείας δηλητηρίασης από αμμωνία, π.χ. πνευμονία από επιμόλυνση, ασφυξία από απόφραξη των αεροφόρων οδών, καρδιακή ανακοπή κ.α.

Έχουν περιγραφεί περιστατικά βρογχόσπασμου που χαρακτηρίστηκε σαν βρογχικό άσθμα, επί χαμηλών συγκεντρώσεων έκθεσης σε αμμωνία π.χ. κάτω από 25 ppm. Έκθεση δύο εθελοντών σε 24 ppm αμμωνίας, προκάλεσε ρινικό ερεθισμό και καταρροή.

Χρόνια επαγγελματική έκθεση σε αμμωνία σε χαμηλές συγκεντρώσεις (12,5 ppm), δεν είχε σημαντικές επιδράσεις στην αναπνευστική λειτουργία ή στην οσμή. Σε εκθέσεις χαμηλών συγκεντρώσεων δεν επηρεάστηκαν οι λειτουργικές δοκιμασίες των πνευμόνων. Χρόνιες εκθέσεις σε αμμωνία των σταύλων, είχαν δυσμενείς επιδράσεις σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις, πιθανόν λόγω συνύπαρξης και άλλων ρύπων, π.χ. οργανική σκόνη, ενδοτοξίνες μικροβίων κ.ο.κ.

Αναφέρονται από μελέτες περιπτώσεις με χρόνια συμπτώματα όπως βήχα με απόχρεμψη (πτύελα), συρίττουςα αναπνοή και δύσπνοια, μετά από επεισόδια οξείας δηλητηρίασης από αμμωνία.

Στην επαγγελματική έκθεση σε χαμηλές συγκεντρώσεις έχει παρατηρηθεί το φαινόμενο της «ανοχής». Οι εργαζόμενοι ενώ στην αρχή εμφάνιζαν κλινικά ερεθιστικά φαινόμενα από τη μύτη και το ανώτερο αναπνευστικό, στη συνέχεια τα συμπτώματα αυτά δεν παρουσιαζόταν εκ νέου.

Από το καρδιαγγειακό: Έχουν αναφερθεί σε εκθέσεις υψηλών συγκεντρώσεων, ταχυκαρδία, αύξηση της αρτηριακής πίεσης, βραδυκαρδία και καρδιακή ανακοπή. Εκθέσεις σε 50 ppm δεν προκάλεσαν διαταραχές από το καρδιαγγειακό σύστημα.

Από το πεπτικό: Η έκθεση σε υψηλής πυκνότητας σταγονίδια ενώσεων αμμωνίου, προκαλεί ερεθισμό και εγκαύματα στα χείλη, στη γλώσσα, στη στοματική κοιλότητα και στο φάρυγγα. Σε περιπτώσεις κατάποσης ιδίως σε παιδιά, έχουν αναφερθεί θάνατοι από την καυστική επίδραση της αμμωνίας στη στοματοφαρυγγική κοιλότητα, στον οισοφάγο και στο στομάχι, με δημιουργία εξελκώσεων, οιδημάτων και στενώσεων.

Από τα μάτια: Ανάλογα με τη συγκέντρωση, η αμμωνία προκαλεί ερεθισμό στα μάτια με ερυθρότητα, δακρύρροια, πόνο, φωτοφοβία, εξελκώσεις, εγκαύματα, θόλωση του κερατοειδούς. Έκθεση σε συγκέντρωση 100 ppm αρκεί για να προκαλέσει ερεθιστικά φαινόμενα από τα μάτια. Επαφή με υγρή αμμωνία μπορεί να προκαλέσει στα μάτια βλάβες τύπου κρυοπαγημάτων που μπορεί να φτάσουν μέχρι τύφλωση.

Από το δέρμα: Επαφή με διαλύματα αμμωνίας ανάλογα με τη συγκέντρωση, είναι δυνατόν να οδηγήσει σε τοπικούς ερεθισμούς ή χημικά εγκαύματα. Τοξική επίδραση στο δέρμα μπορεί να προκληθεί και από έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις σταγονιδίων ή ατμών αμμωνίας. Η αμμωνία λόγω της αλκαλικότητάς της, διεισδύει βαθειά στο δέρμα και προκαλεί νέκρωση από σαπωνοποίηση των λιπών. Η άμεση αντιμετώπιση είναι η παρατεταμένη πλύση με χλιαρό νερό μετά την αφαίρεση των ρούχων π.χ. επί 15 λεπτά. Το ίδιο ισχύει και για τα μάτια.

Από το νευρικό σύστημα: Όπως αναφέρθηκε, η ηπατική εγκεφαλοπάθεια σε περιπτώσεις ηπατοκυτταρικής ανεπάρκειας, οξείας ή χρόνιας, αποδίδεται στην αύξηση της συγκέντρωσης της αμμωνίας. Σε οξείες δηλητηριάσεις με εισπνοή ή μαζική δερματική έκθεση, έχουν αναφερθεί μη ειδική διάχυτη εγκεφαλοπάθεια, έως κωματώδης κατάσταση, μείωση των τενοντίων αντανακλαστικών, αμαύρωση της όρασης, διαταραχή προσανατολισμού κ.α. Η κλινική εικόνα αποδίδεται στη διαταραχή του μεταβολισμού του γλουταμινικού οξέος στον εγκέφαλο, με μείωση του ATP των κυττάρων.

Αίμα, ήπαρ, νεφροί: Δεν αναφέρονται ειδικές βλάβες σε οξείες ή χρόνιες δηλητηριάσεις από αμμωνία.

Καρκίνος από έκθεση σε αμμωνία

Δεν υπάρχουν μελέτες σε ανθρώπους ή πειραματόζωα. Στη βιβλιογραφία υπάρχει μόνο μια αναφορά εμφάνισης καρκίνου του ρινικού διαφράγματος, 6 μήνες μετά από σοβαρά εγκαύματα από αμμωνία, σε ένα εργαζόμενο.

7.36 Κίνδυνοι από τα υλικά μονώσεων στα διυλιστήρια

7.36.1 Εισαγωγή

Οι μονώσεις των εγκαταστάσεων και των σωληνώσεων στα διυλιστήρια, αποτελούν από τους πλέον σημαντικούς παράγοντες εργασιακού κινδύνου για τους εργαζόμενους των διυλιστηρίων. Υπάρχει αναγκαιότητα για μονώσεις ποικίλων εγκαταστάσεων και από διαφορετικά υλικά, ανάλογα με τις ανάγκες και τις προδιαγραφές π.χ.

- μονώσεις χημικών αντιδραστήρων, φούρνων, λεβήτων, πύργων κ.α.
- μονώσεις δεξαμενών
- μονώσεις σωληνώσεων
- ηχομονώσεις – θερμομονώσεις, μονώσεις για χημικές διαρροές κ.ο.κ.

Αντιλαμβάνεται κανείς την έκταση των εφαρμογών μονωτικών υλικών αλλά και την ποικιλία των υλικών που διαχρονικά χρησιμοποιήθηκαν. Παλαιότερα δεν υπήρχε προβληματισμός. Σχεδόν όλες οι ανάγκες σε μονώσεις καλύπτονταν από τον αμιάντο. Με τη διαπίστωση των καρκινογόνων ιδιοτήτων του αμιάντου η κάλυψη των αναγκών μετατοπίστηκε σε άλλα μονωτικά υλικά από γυαλί, λίθο, κατάλοιπα τήξης μετάλλων κ.ο.κ. Στην αρχή υπήρχε η αντίληψη ότι δεν υφίσταται καρκινογόνος δράση των τεχνητών μονωτικών υλικών. Στη συνέχεια η άποψη αυτή αναθεωρήθηκε. Σήμερα, ορισμένα τουλάχιστον μονωτικά υλικά από τεχνητές ίνες, όπως για παράδειγμα οι κεραμικές ίνες, κατατάσσονται στους καρκινογόνους παράγοντες.

7.36.2 Δυσμενείς επιδράσεις στην υγεία των ινών αμιάντου

Ο αμιάντος αποτελεί ένα τεράστιο, αρκετά γνωστό πλέον κεφάλαιο της επαγγελματικής παθολογίας. Είναι φυσικό προϊόν υπό ινώδη μορφή, με σπουδαίες φυσικές και χημικές ιδιότητες, όπως η μηχανική αντοχή, η πυραντοχή, η σταθερότητα στο χρόνο, η θερμομονωτική και η αντοχή στην επίδραση διαβρωτικών υλικών. Οι ιδιότητες του αμιάντου και η εύκολη σχετικά απόληψή του από ορυχεία αμιάντου, οδήγησαν στην ευρύτατη εφαρμογή του. Σε όλες τις ανασκοπήσεις για τους παράγοντες κινδύνου στα Διυλιστήρια, υπάρχει αναφορά για την ευρεία χρήση υλικών αμιάντου στις κάθε λογής μονώσεις. Σήμερα αναφέρεται ότι ο αμιάντος έχει αντικατασταθεί πλέον με άλλα είδη μονωτικών υλικών στα διυλιστήρια. Ωστόσο, θεωρούμε σκόπιμη την αναφορά στους κινδύνους που εγκυμονεί το συγκεκριμένο υλικό για τη υγεία των εργαζομένων.

Οι βλάβες από εισπνοή ινών αμιάντου διακρίνονται σε μη νεοπλασματικές και νεοπλασματικές.

Μη νεοπλασματικές βλάβες

- Αμιάντωση, περιοριστικού τύπου πνευμονοπάθεια εντοπιζόμενη κυρίως στα μέσα και άνω πνευμονικά πεδία, εγκαθιστάμενη μετά από έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις ινών αμιάντου και για μεγάλο χρονικό διάστημα. Εκδηλώνεται με δύσπνοια στην προσπάθεια, ενώ ακροαστικά μπορεί να υπάρχουν χαρακτηριστικοί τρίζοντες.

- Πλάκες αμιάντου στο έξω πέταλο του υπεζωκότα στη θωρακική ή στη διαφραγματική του μοίρα, με ή χωρίς επασβεστώσεις.
- Διάχυτη πάχυνση του τοιχωματικού υπεζωκότα.
- Συλλογή υγρού, συνήθως αμφοτεροπλευρώς στην κοιλότητα του υπεζωκότα

Νεοπλασματικές βλάβες

- Καρκίνος του πνεύμονα, χωρίς ειδικό για τον αμιάντο ιστολογικό τύπο, μετά από επαγγελματική έκθεση.
- Καρκίνος του λάρυγγα και αυτός μετά από επαγγελματική έκθεση.
- Μεσοθηλίωμα του υπεζωκότα, του περικαρδίου ή του περιτοναίου.
- Ενδεχόμενα καρκίνο του στομάχου.

Το κάπνισμα ασκεί συνεργική δράση με τον αμιάντο και αυξάνει κατακόρυφα τους καρκίνους του πνεύμονα.

Για κάθε εργασία απομάκρυνσης ή αποξήλωσης αμιαντούχων υλικών, θα πρέπει να εφαρμόζεται το σύνολο των προστατευτικών μέτρων που προβλέπονται από την ειδική νομοθεσία για τον αμιάντο.

7.36.3 Τεχνητές Ορυκτές Ίνες - Συνθετικές Ίνες Ύαλου - Ανθρωπογενείς Ίνες Ύαλου – IARC

Και οι δύο όροι της βιβλιογραφίας δεν αντικατοπτρίζουν την ποικιλία της σύστασης των τεχνητών ινών. Ούτε όλες οι ίνες είναι «ορυκτές», ούτε όλες προέρχονται από «γυαλί». Στον πίνακα που ακολουθεί αναφέρονται οι κύριες ομάδες των τεχνητών ινών (ΤΙ) και οι εφαρμογές τους.

Υπάρχουν ίνες ή/και νήμα από:

- γυαλί (υαλόνημα, υαλοβάμβακας)
- λιθόπετρα (ορυκτό, πετροβάμβακας)
- από κατάλοιπα τήξης μετάλλων (σκωριοβάμβακας)
- από οξειδία του αλουμινίου (κεραμικές ίνες)
- ειδικές ίνες νέας τεχνολογίας όπως E Glass και 475 Glass.

Πίνακας 7.13.: Εφαρμογές των τεχνητών ινών⁴

ΕΙΔΟΣ ΙΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	ΥΛΙΚΟ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ	ΧΡΗΣΕΙΣ	ΜΕΣΗ ΔΙΑΜΕ- ΤΡΟΣ ΤΩΝ ΙΝΩΝ	ΜΕΣΗ ΔΙΑ- ΜΕΤΡΟΣ ΤΩΝ ΙΝΩΝ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΛΕΗ
<ul style="list-style-type: none"> Μονωτικός Βάμβακας (Isolierwolle) 	Λίθος (Stein) Γυαλί Κατάλοιπα Τήξης Μετάλλων (Schlack) (σκωριοβάμβακας)	Θερμομονώσεις	515 μm	0,4 – 4,0 μm
<ul style="list-style-type: none"> Νήμα (Endlosgarne) 	Γυαλί	Μονώσεις Ηλεκτρικές Άλλες μονώσεις σε μηχανοκατασκευές Υλικά τριβής στην κατεργασία μεταλλικών φίλτρων	515 μm	0,3 – 2,0 μm
<ul style="list-style-type: none"> Ειδικές Ίνες 	Λίθος (Stein) Γυαλί	Θερμομονώσεις Μονώσεις αεροσκαφών –Ειδικών Οχημάτων Υψηλής απόδοσης φίλτρα	0,2 – 2,5 μm	0,2 – 1,0 μm
<ul style="list-style-type: none"> Κεραμικές Ίνες 	Οξείδια του Αργιλίου (Aluminium Oxid)	Μονωτικά Υφάσματα για θερμομονώσεις	0,2 – 2,5 μm	0,2 – 2,5 μm

Σύμφωνα με το IARC⁵ η σημαντική εμπορική παραγωγή ανθρωπογενών – ΤΙ (όχι φυσικών όπως ο αμιάντος), έχει αρχίσει από τα πρώτα χρόνια του 20ου αιώνα. Υπολογίστηκε ότι πάνω από 9 εκατομμύρια τόνοι ΤΙ παράγονται ετησίως στον κόσμο, σε πάνω από 100 εργοστάσια. Οι περισσότερες ΤΙ χρησιμοποιούνται για θερμικές και ηχητικές μονώσεις. Η χρήση τους κατά είδος κατανέμεται αδρά όπως παρακάτω.

- Υαλοβάμβακας (glass wool) περίπου 3 εκατομμύρια τόνοι ετησίως με κύρια εφαρμογή στη Βόρεια Αμερική.
- Ορυκτοβάμβακας – πετροβάμβακας (rock wool – stone wool) και σκωριοβάμβακας (slag

4. Konietzko – Dupuis – Handbuch der Arbeitsmedizin – 3 Erg. Lfg.12/90, IV – 5.2.9 Lungenkrankheiten durch künstliche Mineralfasern

5. IARC: Man Made Vitreous Fibres, Vol. 81, 2002

wool) περίπου 3 εκατομμύρια τόνοι ετησίως, με κύρια εφαρμογή στην Ευρώπη.

- Τα τελευταία χρόνια «βάμβακες» υψηλής περιεκτικότητας σε αργίλιο και χαμηλής σε πυρίτιο (high alumina – low silica) αντικαθιστούν τον πετροβάμβακα και το σκωροβάμβακα, με παραγωγή 1 εκατομμυρίου τόνων ετησίως.
- Συνεχές υαλόνημα (continuous glass filaments) χρησιμοποιείται για την ενίσχυση των πλαστικών και των υφασμάτων, με ετήσια παραγωγή 2 εκατομμυρίων τόνων ετησίως.
- Ειδικής κατασκευής ίνες ύαλου περιορισμένης παραγωγής και μικρής διαμέτρου, που βρίσκουν εφαρμογή στην παραγωγή φίλτρων διήθησης και μπαταριών.
- Πυρίμαχες κεραμικές ίνες (Refractory ceramic fibres). Παρήχθησαν για πρώτη φορά στη δεκαετία του 1950 και τυγχάνουν ευρείας χρήσης σε υψηλής θερμοκρασίας εγκαταστάσεις, όπως μονώσεις φούρνων (furnace insulation) και έχουν ετήσια παραγωγή 150.000 τόνων.
- Πλέον πρόσφατης παραγωγής, είναι ο «βάμβακας – ύφασμα – wool» από αλκαλικές πυριτικές γαίες (alkaline earth silicate wools), που αντικαθιστά σε κάποιες εφαρμογές τις κεραμικές ίνες, με 10 χιλιάδες τόνους ετησίως.

Οι παράγοντες που προσδιορίζουν την τοξική επίδραση των ΤΙ είναι οι εξής:

- τα φυσικά τους χαρακτηριστικά όπως μήκος, πάχος της ίνας, ευθραυστότητα, διαλυτότητα
- η χημική τους σύσταση, π.χ. στο σκωροβάμβακα μπορεί να περιέχεται αρσενικό ή βαρέα μέταλλα, με γνωστή καρκινογόνο δράση
- τα συνδεδεμένα υλικά που χρησιμοποιούνται για να συγκρατήσουν τις ίνες μεταξύ τους και να κατασκευαστεί το ύφασμα, π.χ. ορυκτέλαια, πίσσα
- τα «πρόσθετα υλικά» για τη βελτίωση των ιδιοτήτων των ινών
- η βιοανθεκτικότητά τους και η διαλυτότητά τους σε διαλύματα που μοιάζουν με το εξωκυττάριο υγρό, π.χ. διάλυμα Gamble.

Διαφορές τεχνητών ινών από τις ίνες του αμιάντου

Έχουν ιδιαίτερη σημασία οι διαφορές των ιδιοτήτων των ΤΙ από τις ίνες αμιάντου για την καρκινογόνο δράση τους.

- Οι ΤΙ θραύονται (σπάζουν) εγκάρσια ενώ οι ίνες αμιάντου «σχίζονται» κατά τον επιμήκη άξονά τους, με αποτέλεσμα να αυξάνεται πολύ ο αριθμός τους.
- Οι ΤΙ συχνά έχουν διάμετρο πάνω από 5 μm, ενώ οι ίνες αμιάντου κάτω από 5 μm.
- Οι ΤΙ διαλύονται πολύ ευκολότερα σε σχέση με τις ίνες αμιάντου.
- Οι ΤΙ παραμένουν για μικρότερο χρόνο στους ιστούς, δηλαδή έχουν πολύ μικρότερη βιοανθεκτικότητα, σε σχέση με τις ίνες αμιάντου, που παραμένουν στους πνεύμονες για πολλά χρόνια ή για πάντα. Εξαίρεση φαίνεται να αποτελούν οι κεραμικές ίνες που εμφανίζουν βιοανθεκτικότητα σε πειραματόζωα που πλησιάζει τον αμιάντο.
- Οι ΤΙ περιέχουν άμορφο πυρίτιο. Εξαίρεση αποτελούν και πάλι οι κεραμικές ίνες που σε θερμοκρασία 900 °C μετατρέπονται εν μέρει σε κρυστομπαλίτη (cristobalite).

Τοξικές επιδράσεις των τεχνητών ινών

Μη καρκινογόνες επιδράσεις των τεχνητών ινών

Ασκούν ερεθιστική δράση στο δέρμα, στα μάτια και στο ανώτερο αναπνευστικό.

Στο δέρμα: Η ερεθιστική δράση εκδηλώνεται με ερύθημα και έντονο κνησμό. Εμφανίζεται πιο συχνά σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και υγρασίας. Τα άτομα με ατοπική δερματίτιδα προσβάλλονται συχνότερα. Υπολογίζεται ότι τουλάχιστον το 5% των εργαζομένων εγκαταλείπει την εργασία του στις δύο πρώτες εβδομάδες εξ αιτίας της ερεθιστικής δράσης των ΤΙ. Οι εκδηλώσεις εντοπίζονται στα ακάλυπτα μέρη του σώματος όπως πρόσωπο, τράχηλο, άνω άκρα. Από άποψη προφυλάξεων θα πρέπει να λαμβάνονται τεχνικά οργανωτικά και ατομικά μέτρα προστασίας. Τεχνικά μέτρα, π.χ. χαμηλή συγκέντρωση των ινών με βρέξιμο των υλικών, τοπική απαγωγή, αερισμό των χώρων. Οργανωτικά μέτρα, π.χ. προγραμματισμός των εργασιών σε κατάλληλη εποχή, αποφυγή της συνύπαρξης άλλων ρύπων, εκπαίδευσης των εργαζομένων κ.ο.κ. Μέσα ατομικής προστασίας, π.χ. προστασία της αναπνοής, των ματιών και του σώματος, συχνή αλλαγή ενδυμασίας εργασίας, αλλαγή της ενδυμασίας στο χώρο δουλειάς μετά από λουτρό κ.ο.κ.

Από το ανώτερο αναπνευστικό: Εμφανίζονται λαρυγγίτιδες και τραχειίτιδες. Δεν έχει επιβεβαιωθεί από τη βιβλιογραφία εάν η έκθεση σε ΤΙ προκαλεί ή συμβάλλει στην προσβολή από χρόνια βρογχίτιδα ή/και χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια. Στη βιβλιογραφία υπήρξαν μελέτες που έδειξαν για τους εκτεθέντες σε ΤΙ, αυξημένη θνησιμότητα από μη νεοπλαστικά νοσήματα του αναπνευστικού, που όμως δεν επιβεβαιώθηκαν από άλλες.

Καρκινογόνος δράση

Οι ΤΙ έχουν απασχολήσει ιδιαίτερα τη βιβλιογραφία σε ότι αφορά την καρκινογόνο δράση τους στο αναπνευστικό. Υπάρχουν αρκετές μελέτες από Ευρώπη, ΗΠΑ και Καναδά, που όμως συμπεριλαμβάνουν εργαζόμενους στην παραγωγή ΤΙ. Ελάχιστες μελέτες υπάρχουν για την έκθεση σε ΤΙ κατά τη διάρκεια των εφαρμογών τους. Η κρατούσα αντίληψη για την καρκινογόνο δράση των ΤΙ στη βιβλιογραφία είναι η ακόλουθη.

- Ο υαλοβάμβακας και το υαλόνημα δεν αυξάνουν τον κίνδυνο πρόκλησης καρκίνου του πνεύμονα ή μεσοθηλιώματος.
- Διαπιστώθηκε σε εκτεθέντες σε ορυκτοβάμβακα (πετροβάμβακα) και σε σκωριοβάμβακα, μικρή αλλά στατιστικά σημαντική αύξηση της συχνότητας του καρκίνου του πνεύμονα.
- Δεν υπάρχουν μελέτες στον άνθρωπο για τις κεραμικές ίνες. Σε μια εργασία διαπιστώθηκε αύξηση των πλακών του υπεζωκότα σε εκτεθέντες σε κεραμικές ίνες. Σε μία εργασία από την Ελβετία με εισπνοή κεραμικών ινών σε πειραματόζωα, προκλήθηκε αύξηση της συχνότητας καρκίνων του πνεύμονα και μεσοθηλιώματων του υπεζωκότα.
- Σε ένα εργοστάσιο παραγωγής ινών υάλου διαπιστώθηκε αύξηση της συχνότητας καρκίνων του λάρυγγα μεταξύ των εκτεθέντων.
- Σε πολλές μελέτες σε πειραματόζωα προκλήθηκαν καρκίνοι των πνευμόνων με ενδοτραχειακή ή ενδουπεζωκοτική εναπόθεση ΤΙ.
- Σε όλες τις μελέτες υπάρχει το πρόβλημα των παραγόντων σύγχυσης (confounders), όπως για παράδειγμα:

- ✓ το κάπνισμα
- ✓ η ταυτόχρονη έκθεση σε αμίαντο και ΤΙ
- ✓ η ταυτόχρονη έκθεση σε άλλους γνωστούς καρκινογόνους παράγοντες, π.χ. ΠΑΥ, αρσενικό για το σκωριοβάμβακα.

Τελικά οι κεραμικές ίνες θεωρούνται πιθανοί καρκινογόνοι παράγοντες για τον άνθρωπο, ενώ ο ορυκτοβάμβακας και ο σκωριοβάμβακας ενδεχόμενα καρκινογόνοι για τον άνθρωπο.

Εκτενώς αναφέρουμε στη συνέχεια την αξιολόγηση του IARC από τον τομο 81 του 2002 για την καρκινογόνο δράση των ΤΙ. Η ομάδα εργασίας του IARC αφού ανασκοπεί τις μελέτες από ΗΠΑ και Ευρώπη εργαζομένων κατά βάση στην παραγωγή ΤΙ, καταλήγει ότι: «τα αποτελέσματα από τις πλέον πρόσφατες μελέτες κοορτής και τις εστιασμένες μελέτες μαρτύρων – περιπτώσεων, από εργαζόμενους των ΗΠΑ εκτεθέντες σε υαλοβάμβακα (glass wool) και συνεχές υαλόνημα (continuous glass filament) και από Ευρωπαίους εργαζόμενους εκτεθέντες σε πετροβάμβακα και σκωριοβάμβακα, δεν έδωσαν συνεπείς αποδείξεις συσχέτισης, μεταξύ έκθεσης σε ίνες και κινδύνου για καρκίνο του πνεύμονα ή μεσοθηλίωμα».

Στη συνέχεια το IARC, αφού κάνει μια αξιολόγηση των περιορισμών και των αδυναμιών των επιδημιολογικών μελετών για τις ΤΙ, καταλήγει: «τελικά, αν και αυτές οι μελέτες είναι πολύ μεγάλες με τα επιδημιολογικά standards, η ευαισθησία τους ενδέχεται να είναι περιορισμένη από το γεγονός ότι τα επίπεδα έκθεσης στις ίνες, για μια μεγάλη αναλογία από τον πληθυσμό που μελετήθηκε, ήταν χαμηλά». Τελικά καταλήγει για κάθε κατηγορία ινών στην ακόλουθη αξιολόγηση.

Υπάρχουν ανεπαρκείς αποδείξεις για την καρκινογόνο δράση σε ανθρώπους του υαλοβάμβακα, του συνεχούς υαλόνηματος, του πετροβάμβακα και του σκωριοβάμβακα, των πυρίμαχων κεραμικών ινών.

Υπάρχουν επαρκείς αποδείξεις για την καρκινογόνο δράση σε πειραματόζωα των ειδικών ινών ύαλου, συμπεριλαμβανομένου και των ινών από Eglass και «475» glass.

Υπάρχουν περιορισμένες αποδείξεις για την καρκινογόνο δράση σε πειραματόζωα του υαλοβάμβακα των μονώσεων, του πετροβάμβακα, του σκωριοβάμβακα, ορισμένων πρόσφατα κατασκευασμένων ινών πιο βιοανθεκτικών (biopersistent), συμπεριλαμβανομένων και των ινών Η.

Υπάρχουν ανεπαρκείς αποδείξεις για την καρκινογόνο δράση σε πειραματόζωα του συνεχούς υαλόνηματος, ορισμένων πρόσφατα ανεπτυγμένων ινών, λιγότερο βιοανθεκτικών (less biopersistent) συμπεριλαμβανομένων και βάμβακα από αλκαλικές πυριτικές γαίες (alkaline earth silicate) (X607), του υψηλού αργίλιου χαμηλού πυριτίου (high alumina – low silica) (HT) βάμβακα και των ινών A, C, F, G.

Συμπερασματικά, η συνολική αξιολόγηση έχει ως εξής:

- οι ειδικής αποστολής ίνες ύαλου όπως “Eglass” και “475glass” είναι ενδεχόμενα καρκινογόνες σε ανθρώπους (Ομάδα 2B)
- οι ανθεκτικές κεραμικές ίνες είναι πιθανόν καρκινογόνες σε ανθρώπους (Ομάδα 2A)
- ο υαλοβάμβακας των μονώσεων, το συνεχές υαλόνημα, ο πετροβάμβακας και ο σκωριοβάμβακας είναι μη κατατάξιμα σε ότι αφορά την καρκινογόνο δράση τους σε ανθρώπους.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Accident-Incidents, Contra Costa County, California, USA
2. ACGIH, Guide to Occupational Exposure Values, 2004
3. ACGIH, TLVs and BEIs 2004
4. AGS, n Hexan, Toxikologische Begründung Ausgabe, Nov.1997, www.baua.de/
5. AGS, Cyclohexan, Toxikologische Begründung, Ausgabe, Nov.1997 www.baua.de
6. AGS, Luftgrenzwert f r Schwelsäure und Schwefeltrioxid (gemessen als Schwefelsäure, Ausgabe, März 2003
7. AGS, Luftgrenzwert für Scwefeldioxid, Ausgabe, März 2003
8. AGS, Naphthalin, Toxikologische Begründung. Ausgabe, November 1997 www.baua.de
9. AGS, Phenol, Toxikologische Begründung Ausgabe, Oktober 2002, www.baua.de
10. American Petroleum Institute (API), Industrial Hygiene Monitoring Manual for Petroleum Refineries and Selected Petrochemical Operations, API Washington, 20037 www.api.org.
11. Angerer J., et al., Derzeitiger Erkenntnisstand beim Biomonitoring Kriebserzeugender Gefahrstoffe, in Arbeitsmedizin Aktuell, Lieferung 30, 7/92, Gustav Fischer Verlag
12. Anhaltspunkte zur Durchführung arbeitsmedizinischer Untersuchungen bei Nachtarbeitnehmern gemäß § 6 Abs. 3 Arbeitszeitgesetz (Arb. ZG)
13. Asbest-handbuch: ergänzbarer Leitfaden für die Sanierungspraxis, Bossenmayer, H.J. et al. Erich Schmidt Verlag, Berlin 1997
14. Asbestos NESHAP adequately wet guidance EPA 340/1-90-019 December 1990, <http://laborcommission.utah.gov/UOSH/Outreach/ConstructionCD/www.epa.gov/region04/air/asbestos/awet.htm>
15. Asbestos Standard for the Construction Industry, OSHA 3096, US Department of Labor, 2002 (rev.)
16. Asbestos-Demolition Practices under the Asbestos NESHAP, US Environmental Protection Agency, www.epa.gov/region4/air/asbestos/demolish.htm
17. ATSDR, Jet Fuels JP – 4 and JP-7, Toxicological Profile, June 1995, Jet fuels JP-5 and JP-8, Toxicological Profile, August 1998 www.atsdr.cdc.gov
18. ATSDR, Ammonia Toxicological Profile, September 2004 www.atsdr.cdc.gov
19. ATSDR, Asbestos Toxicological Profile, September 2001 www.atsdr.cdc.gov
20. ATSDR, Automotive gasoline Toxicological Profile, June 1995 www.atsdr.cdc.gov
21. ATSDR, Benzene, Toxicological Profile, September 1997 www.atsdr.cdc.gov
22. ATSDR, Ethylbenzene, Toxicological Profile, July 1999 www.atsdr.cdc.gov
23. ATSDR, Fluorides, hydrogen fluoride and fluorine, Toxicological Profile September 2003 www.atsdr.cdc.gov
24. ATSDR, Fuel oils, Toxicological Profile, June 1995 www.atsdr.cdc.gov
25. ATSDR, Hydrogen sulfide, Toxicological Profile-Draft for Public Comment, September 2004 www.atsdr.cdc.gov

26. ATSDR, Managing hazardous materials incidents, 3vls, March 2001
27. ATSDR, Medical management guideline for hydrogen chloride(HCL), 2004 www.atsdr.cdc.gov/MHMI/mmg173.html
28. ATSDR, Medical management guidelines for sodium hydroxide(NaOH), 2007, www.atsdr.cdc.gov/MHMI/mmg178.html
29. ATSDR, n Hexane, Toxicological Profile, July 1999, www.atsdr.cdc.gov
30. ATSDR, Napthalene, 1-Methyl-napthalene, 2 Methylnapthalene Toxicological Profile, Draft for public comment, September 2003 www.atsdr.cdc.gov
31. ATSDR, Phenol Toxicological Profile, December 1998, www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles
32. ATSDR, Polycyclic aromatic hydrocarbons, Toxicological Profile, August 1995 www.atsdr.cdc.gov
33. ATSDR, Stoddard Solvent, Toxicological Profile, June, 1995 www.atsdr.cdc.gov
34. ATSDR, Sulfur dioxide, Toxicological Profile, December 1998 www.atsdr.cdc.gov
35. ATSDR, Synthetic vitreous fibers, Toxicological Profile, September 2004 www.atsdr.cdc.gov
36. ATSDR, Toluene, Toxicological Profile, September 2000 www.atsdr.cdc.gov
37. ATSDR, Total petroleum hydrocarbons, Toxicological Profile, September 1999 www.atsdr.cdc.gov
38. ATSDR, Used mineral – Based crankcase oil, Toxicological Profile, September 1997 www.atsdr.cdc.gov
39. ATSDR, Xylene, Toxicological Profile, August 1995 www.atsdr.cdc.gov
40. Ayres P.H., Taylor W.D., Solvents, in Hayes A.H., Principles and methods of toxicology, Raven Press, New York, 1989
41. Baumgart P., et al., Diurnal variations of blood pressure in shift workers during day and night shifts, Int Arch Occup Environ Health 1989, 61(7), 463-466
42. Bek. des BMA von 22 August 1995 (BArbBl.10/1995 S. 79)
43. Benzol, BGAA-Report 1/99, HVBG, 1999
44. Berger J., Erste Hilfe im Betrieb, HVBG, 2005
45. Bertazzi P.A.et al., Mortality study of cancer risk among oil refinery workers, Int Arch Occup Environ Health 1989, 61(4), 261-270
46. BGI 504-29 (ZH 1/600.29) Auswahlkriterien für die spezielle arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 29,Toluol, Xylol, 1998
47. BGI 504-40b, Krebserzeugende Gefahrstoffe-allgemein, Benzo(a)pyren, HVBG 1998
48. BIA Report, Leukämie und Benzolexposition Auswertung und Zusammenfassung epidemiologischer Studien Verfasser, A. Nold, F. Bochmann Herausgeber HVBG, 2002, www.hvbg.de
49. BMA, Lungenkrebs durch polyzyklische aromatische kohlenwasserstoffe bei Nachweis der Einwirkung einer Kumulativen Dosis von mindestens 100 Benzo (a) pyren-Jahren ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{Jahre}$), Bek.des BMA vom 5 Febr. 1998 – IVa 4-45206-4110 in: BArbBl.4/1998 S.54-61
50. Bolt H.M.,et al.,Tagungsbericht über das internationale Symposium zur Toxizität von Benzol – Recent Advances in Benzene Toxicity” Technische Universität München, 9-12. Oktober 2004 Arbeitsmed, Sozialmed. Umweltmed. 40, 4, 2005

51. Bundesanstalt für Arbeitsschutz (BAU), Nacht- und Schichtarbeit-Ein Überblick über Forschung und Forschungs-anwendung, Dortmund, April 1990
52. Butz Martin, Beruflich verursachte Krebserkrankungen, Eine Darstellung der im Zeitraum 1978-2003 anerkannten Berufskrankheiten, HVBG, 2005 <http://www.hvbg.de/d/pages/statist/brosch/krebs1.pdf>
53. Catalyst handling procedures to minimize exposures, CONCAWE's Health Management Group
54. CCPS, Guidelines for evaluating process plant buildings for external explosions and fires, Wiley-AIChe, 1996
55. CCPS, Guidelines for hazard evaluation procedures, 2nd ed., Wiley -AIChE, 1992
56. CCPS, Guidelines for investigating chemical process incidents, 2nd ed., Wiley- AIChE, 2003
57. CEFIC, the European Chemical Industry Council, Reporting of occupational illness frequency rate, February 2001 www.cefic.org.
58. Chemical reaction hazards and the risk of thermal runaway, HSE leaflet, INDG254 C100 10/97
59. Chesmer Bob, Case study on COSHH Assessment/Hazard Identification, Texaco – Pembroke Plant, 2004
60. Christolis M., Georgiadou E., Sideris G., Markatos N., et al., Major accidents involving hazardous materials: occupational safety risk assessment, *4th International Conference of WorkingOnSafety.Net (4th:30 Sept.-3 Oct.2008, Crete, Greece)*, Proceedings
61. CMEMINFO Search Database, CCOHS <http://ccinfoweb.ccohs.ca/cheminfo/search.html>
62. Collingwood, K.W., Raabe G.K., Wong O., An updated cohort mortality study of workers at a northeastern United States petroleum refinery, *Int Arch Occup Environ Health* 1996, 68(5), 277-288
63. CONCAWE, A noise exposure threshold value for hearing conservation, Report no.01/52
64. CONCAWE, A review of European gasoline exposure data for the period 1993 -1998, Report no.2/00
65. CONCAWE, A review of trends in hearing thresholds of European oil refinery workers, Report no.00/55
66. CONCAWE, An assessment of occupational exposure to noise in the European oil industry (1989-1999), Report no.01/56
67. CONCAWE, An assessment of occupational exposure to noise in western European oil refineries, Report no.90/53
68. CONCAWE, Aromatic Extracts, Product dossier no.92/101
69. CONCAWE, Bitumens and bitumen derivatives, Product dossier no. 92/104
70. CONCAWE, Catalyst handling procedures to minimize exposures, Report no.95/57
71. CONCAWE, European epidemiology studies of asphalt workers – a review of the cohort study and its result, Report no.8/04
72. CONCAWE, Exposure profile, Kerosines/Jet fuels, Report no.99/52
73. CONCAWE, Gas oils (diesel fuels/heating oils)” Product dossier no.95/ 107
74. CONCAWE, Gasolines, Product dossier no.92/103
75. CONCAWE, Health aspects of workers exposure to oil mists, Report no. 86/69
76. CONCAWE, Heavy fuel oils, Products dossier no.98/109
77. CONCAWE, Kerosines/Jet fuels, Product dossier no.94/106

78. CONCAWE, Liquefied petroleum gas, Product dossier no.92/102
79. CONCAWE, Lubricating oil basestocks, Products dossier no.97/108
80. CONCAWE, Method for monitoring exposure to gasoline vapour in air – revision 2002, Report no.8/02.
81. CONCAWE, Occupational health auditing,. Report no.5/04
82. CONCAWE, Petroleum coke, Products dossier no.93/105
83. CONCAWE, Petroleum products – first aid emergency and medical advise, Report no.1/97
84. CONCAWE, Petroleum waxes and related products, Products dossier no. 99/110
85. CONCAWE, Polycyclic aromatic hydrocarbon in automotive exhaust emissions and fuels, Report no.98/55
86. CONCAWE, Task risk assessment, Report no.3/97
87. CONCAWE, A management guide to occupational health programmes in the oil industry, Report no.89/52
88. CONCAWE, Management of occupational health risks during refinery turnarounds, Report no.00/52
89. CONCAWE, Workplace noise and hearing conservation, Report no.7/85
90. Crowl D.A., Louvour J.E., Chemical process safety fundamentals with applications, 1990
91. Denich D., et al., VI-1 Anorganische Gase/Kohlenmonoxid in Wickmann, Schlipköter. Fülgraff-Handbuch der Umweltmedizin-11.Erg. Lfg 7/97
92. Elovaara, E. et al., Significance of dermal and respiratory uptake in creosote workers: exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and urinary excretion of 1-hydroxypyrene, Occup Environ Med 1995, 52(3), 196-203
93. Emergency Response Guidebook. A guidebook for first responders during the initial phase of a dangerous hazardous materials incident, DOT (Department of Transportation) USA, 2004
94. Englert N., Anorganische Gase/Schwefeldioxid, Kap.VI-1. In Wichmann HE, Schlipköter, H-W, Fülgraff G., Handbuch der Umweltmedizin. Toxicologie, Epidemiologie, Hygiene, Belastungen, Wirkungen, Diagnostik, Prophylaxe, Landsberg, Ecomed Verlag, 1992
95. Erikh V.N., Rasina M.G., Rudin M.G., The chemistry and technology of petroleum and gas, MIR, 1988
96. Exxon mobil, Standards of business conduct, 2006
97. Fawcett H.H, Wood S.W, Safety and accident prevention in chemical operations, Wiley, 1976
98. Finkelstein M., Mesothelioma in oil refinery workers, Scand J Work Environ Health 1996,22(1), 67
99. First aid manual: the authorised manual of St.John Ambulance, St.Andrews's Ambulance Association, and the British Red Cross, 8th ed., Dorling Kindersley, 2002 DK
100. Fischer F.M., Working conditions, work organization and consequences for health of Brazilian petrochemical workers, Int J Ind Erg, 1998, 21(3), 209-219
101. Furr, Keith A., CRC Handbook of Laboratory Safety, 3rd ed., CRC Press, 1989
102. Gabbay D.S., DeRoos F., Perrone J., Twenty foot fall averts fatality from massive hydrogen sulfide exposure, J Emerg Med, 2001, v.20(2), 141-144
103. Gambihler R., Der Werkärztliche Rettungsdienst in "Arbeitsmedizin Aktuell, Lieferung 30, 7/92 Gustav Fischer Verlag, Stuttgart

104. Gennaro V., et al., Pleural mesothelioma and asbestos exposure among Italian oil refinery workers, *Scand J Work Environ Health* 1994, 20(3), 213-5
105. GESTIS-Stoffdatenbank, BGIA (GESTIS-database on hazardous substances: information system on hazardous substances of the Berufsgenossenschaften)
106. Groh H., *Explosion protection*, Elsevier, Butterworth – Heinemann, 2004
107. Grundausschuss für Berufskrankheiten, BK-Nr 1317-Der BK – Report, ist das Bezug Ergebnis des Ad-hoc-Arbeitskreis Lösungsmittel, im Auftrag des HVBG, 1998
108. Hanis N.M., et al., A retrospective mortality study of workers in three major U.S. refineries and chemical plants, Part II: Internal comparisons by geographic site, occupation, and smoking history, *Journal of Occupational Medicine*, 1985, v. 27(5), 361-369
109. Harrington J.M., The health experience of workers in the petroleum manufacturing and distribution industry, CONCAWE Report no. 2/87
110. Harrison's principles of internal medicine, v.2, 13th ed., Mc Graw Hill, 1994
111. Heaton C.A., *An introduction to industrial chemistry*, 3rd ed., Springer, 1995
112. HSE, A review and evaluation of the effectiveness of the Health and Safety (First-Aid) Regulations 1981, Discussion Document www.hse.gov.uk/firstaid/live.htm
113. Hunter's diseases of occupations, 9th ed., Hodder and Stoughton, London, 2000
114. HVBG, Berufsgenossenschaftliche Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen 2 Auflage, Gentner Verlag, 1994
115. HVBG, BGV A5 Erste Hilfe
116. HVBG, Gesichts und Rechnungsergebnisse, 2002
117. HM Fire Service Inspectorate, Fire service manual, vol. 2, Fire Service operations. Petrochemical incidents, London, The Stationary Office, 2000
118. IARC, Furfural, summary and evaluation, v. 63, 1995
119. IARC, Toluene, Summary of data and evaluation, v. 71, 1999
120. IARC, Naphthalene, Summary of data reported and evaluation, v. 82, 2002
121. IARC, Crude oil, Summary of data reported and evaluation, v. 49, 1989
122. IARC, Diesel fuels, Marine diesel fuel (Group 2B) Distillate (light) diesel fuels (Group 3)" Summary of data reported and evaluation. v. 45, 1989
123. IARC, Gasoline, Summary of data reported and evaluation, v.49, 1989
124. IARC, Hydrochloric acid, Summary of data reported and evaluation, v. 54, 1992
125. IARC, Jet fuel, Summary data reported and evaluation, v. 45, 1989
126. IARC, Man-made vitreous fibres, Summary of data reported and evaluation, v.81, 2002
127. IARC, Mineral oils, Summary of data reported and evaluation, v. 33, 1984
128. IARC, Occupational exposures in petroleum refining, Summary of data reported and evaluation, v. 45, 1989
129. IARC, Occupational exposures to mists and vapours from sulfuric acid and other strong inorganic acids, Summary of data reported and evaluation, v. 54, 1992
130. IARC, Sulfur dioxide and some sulfites, bisulfites and metabisulfites, Summary of data reported and evaluation, v. 54, 1992
131. IARC, Bitumens, Summary of data reported and evaluation, v.35, 1985

132. IARC, Fuels oils (Heating oils) Residual (heavy) fuel oils (Group 2B) Distillate (light) fuel oils (Group 3), Summary of data reported and evaluation, v.45, 1989
133. IARC, Phenol, Summary and evaluation, v. 71, 1999
134. IARC, Some petroleum solvents, Summary of data reported and evaluation, v. 47, 1989
135. IPCS INTOX Databank <http://www.intox.org/databank/index.htm>
136. IPCS, Ammonia Health and Safety Guide No 37, WHO, Geneva, 1990
137. IPCS, White Spirit (Stoddard Solvent), Health and Safety Guide, No 103, WHO, Geneva 1996
138. IPCS-INCHEM, Phenol – Health and Safety Guide 88, WHO, Geneva 1994 www.inchem.org
139. Jongeneelen F.J. et al., 1-Hydroxypyrene in urine as a biological indicator of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in several work environments, *Ann Occup Hyg*, 1988, v.32(1), pp 35-43
140. Kivistö H. et al., Biological monitoring of exposure to benzene in the production of benzene and in a cookery, *Science of the Total Environment*, 1997, 199 (1-2), 49-63
141. Klez T., *Plant design for safety*, 1991
142. Konietzko J., Dupuis H., *Handbuch der Arbeitsmedizin*, Ecomed Verlag Landsberg, 1989
143. Kraus R.S., Petroleum refining process, In *Encyclopedia of Occupational Health and Safety* chap. 78.2, 4th ed., ILO, Geneva 1998
144. LaDou J., *Occupational Medicine*, Appleton & Lange, 1990
145. Lees F.P., *Loss prevention in the process industries*, 3vls, 2nd ed., Oxford, Butterworth – Heinemann, 1996
146. Locker J.E., et al., Health effects of synthetic vitreous fibres, in *Occupational lung diseases*, *Clinics in Chest Medicine*, v. 13(2), June 1992
147. *Medical first aid guide for use in accidents involving dangerous goods*, MFAG, 6th ed., IMO, 2000
148. Merkblatt für die ärztliche Untersuchung zur BK Nr 1317, Polyneuropathie oder Enzephalopathie durch organische Lösungsmittel oder deren Gemische. (BeK. des BMA v. 1.12.1997-IVa 4-45206, BArbBl 12/1997, S31)
149. Merkblatt zur BK Mr. 1303, Erkrankungen durch Benzol, seine Homologe oder Styrol (Bek. des BMA v.24.2.1964, BArbBl Fachteil Arbeitsschutz 1964, 30)
150. Meshkati N., Not just human error; oil refineries need to create a safety culture instead of calling some accidents unavoidable, *San Francisco Chronicle*, March 16, 1999. This editorial calls for a new approach to defining cause in high-risk industries
151. Mineralöl und Raffinerien, Mineralölwirtschaftsverband e.V., September 2003 <http://www.mwv.de>
152. Moeschlin S., *Klinik und Therapie der Vergiftungen*, Georg Thieme Verlag, 1986
153. Morata T.C., et al., Hearing loss from combined exposures among petroleum refinery Workers, *Scand Audiol*. 1997, 26(3), 141-9
154. Morgan Keith W.C., Seaton A., *Occupational Lung Diseases*, Saunders, Philadelphia, 1984
155. Motor Oil Κείμενο για την Οργανωτική Δομή και στοιχεία από το Οργανόγραμμα του Διυλιστηρίου.
156. Nalven G.F., Grossel S.S., *Plant Safety*, AIChE, 1996

157. Occupational health and safety of hydrogen sulphide (H₂S), Guide by Canadian Association of Petroleum Producers (CAPP), March 2003, rev.2008
158. Occupational safety and health guideline for asbestos potential human carcinogen, US Department of the Health and Human Services, 1988
159. OSHA, Benzene, in Screening and Surveillance: a guide to OSHA Standards OSHA 3162 2000 (Reprinted)
160. OSHA, Occupational health guideline for furfural, September 1978 and the revised version (before 1996)
161. OSHA, Occupational health guideline for LPG, September 1978 / Occupational Health Guideline for Propane, September 1978 / “Occupational Health Guideline for n Butane” 1992
162. OSHA, Occupational health guideline for naphthalene, September 1978
163. OSHA, Occupational health guideline for octane, September 1998
164. OSHA, Occupational health guideline for pentane, September 1978
165. OSHA, Occupational health guideline for petroleum distillates (Naphtha) September 1978
166. OSHA, Occupational health guideline for phenol, September 1978 and the revised version (before 1996)
167. OSHA, Occupational health guideline for sulfur dioxide, September 1978
168. OSHA, Occupational health guideline for sulfuric acid, September 1978
169. OSHA, Occupational safety and health guideline for ammonia, 1992
170. OSHA, Occupational safety and health guideline for ammonium chloride fumes, 1992
171. OSHA, Occupational safety and health guideline for oil mist, mineral oil, (before) September 1996
172. OSHA, Occupational safety and health guideline for varnish makers and petroleum naphtha
173. OSHA, Screening and Surveillance: a guide to OSHA Standards – 10 Carcinogens (Suspect)” 2000
174. OSHA, Screening and Surveillance: a guide to OSHA Standards” OSHA 3162, 2000 (Reprinted)
175. Pagoni P., Moukrioti V., Keramopoulos A., Hellenic petroleum safety performance and safety culture, *4th International Conference of WorkingOnSafety.Net (4th:30 Sept.-3 Oct.2008, Crete, Greece)*, Proceedings
176. Papadopoulos M., Georgiadou E., Papazoglou C., Michaliou K., Occupational and public safety: an integrated framework for risk assessment and prevention of accidents in a changing work environment, *4th International Conference of WorkingOnSafety.Net (4th:30 Sept.-3 Oct.2008, Crete, Greece)*, Proceedings
177. Petroleum refining processes, Technical Manual, OSHA, US Department of Labor
178. Radevsky R., Scott D., Fryer J., The key risk rating indicator system (KRRIS) Approach, CTC Servises 2004
179. Recommendations on first aid procedures in cases of hydrofluoric acid poisoning, HSE, 1999, Leaflet
180. Rouhiainen V., Suokas J., Quality management of safety and risk analysis, Elsevier, 1993

181. Runion H.E., Occupational exposures to potentially hazardous agents in the petroleum industry, *Occup Med*, 1988, 3(3), 431-444
182. Rushton L., A 39-year follow-up of the U.K. oil refinery and distribution center studies: results for kidney cancer and leukaemia, *Environmental Health Perspectives Supplements* 1993, v.101 (S6), 77-84
183. Rutenfranz P.H., et al., *Schichtarbeit und Nach-tarbeit*, 2 Auflage: Bayerisches Staatministerium für Arbeit und Sozialordnung, 1987
184. Safe work in confined spaces, HSE, 2006, leaflet
185. Senzolo C., Frignani S., Pavoni B., Environmental and biological monitoring of occupational exposure to organic micropollutants of gasoline, *Chemosphere* 2001, 44(1), 67-82
186. Shell, Performance Monitoring and Reporting manual, Health, Safety and Environment Advisers Panel, 2007
187. The Texaco refinery explosion - lessons for industry, HSE, July 1994
188. The University of Adelaide-Australia Department of Public Health, Health Watch – The Australian Institute of Petroleum Health Surveillance Programme Eleventh Report 2000, www.aip.com.au/health/ohs
189. Theriault G., Provencher S., Mortality study of oil refinery workers: five-year follow up, *J Occup Med*, 1987, v.29(4), 357-60
190. Thomas T.L., et al., Mortality patterns among workers in three Texas oil refineries, *J Occup Med*, 1982, v.24(2), 135-141
191. TRGS 150, Unmittelbarer Hautkontakt mit Gefahrstoffen, die durch die Haut resorbiert werden können-Hautresorbierbare Gefahrstoffe, Ausgabe, Juni 1996
192. TRGS 403, Bewertung von Stoffgemische in der Luft am Arbeitsplatz Ausgabe, Oktober 1989
193. TRGS 526, Laboratorien, Ausgabe, Dezember 2000 mit Änderungen und Ergänzungen: BArbBl. Heft 6-7/2001
194. TRGS 710, Biomonitoring, Version February 2000 von AGS
195. TRGS 903, BAT-Werte, Ausgabe: April 2001 zuletzt geändert: BArbBl. Heft 5/2004 berücksichtigt: BArbBl. Heft 7/8-2004.
196. TRGS 905, Verzeichnis Krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe Ausgabe: März 2003 zuletzt geändert: BArbBl. Heft 9/2003 Neuer Stand: 07 Juni 2004 (Fassung vom 09.12.2004)
197. TRGS a 901-72, Teil 2 Luftgrenzwerte für Kohlenwasserstoff Gemische (in der Regel Verwendung als Lösemittel). Ausgabe, März 2003
198. TRGS a-901-41, Luftgrenzwert für anorganische Faserstäube (ausser Asbest), Krebserzeugend (K_1 , K_2 , K_3)
199. TRK a-901-15, TRK-Wert für Benzol, Ausgabe, Mai 1993, zuletzt geändert, Juni 2003
200. Tsai S.P. et al., Illness absence at an oil refinery and petrochemical plant, *JOEM*, 1997, v.39, (5), 455-462
201. Tsai S.P., et al., Health findings from a mortality and morbidity surveillance of refinery employees, *Ann Epidemiol*, 2001, v. 11(7) 466-476
202. Unterausschuss III Arbeitsmedizin des AGS, Begründungen für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach der Gefahrstoffverordnung www.baua.de

203. Upfal M., Doyle C., Medical management of hydrofluoric acid exposure, J Occup Med, 1990, v.32(8), 726-31
204. Valentin H., et al., Arbeitsmedizin Band 2, Ein kurzgefasstes Lehrbuch für Ärzte und Studenten in 2 Bänden, Band 2: Berufskrankheiten, Thieme-Verlag, 1985
205. Valentin H. et al., Erkrankungen durch fluor oder seine Verbindungen (Bek.des BMA v.25.2.1981, Im BArb1 Heft 4/1981) Nr. 1308
206. Valentin H., et al., Erkrankungen der Zähne durch Säuren-BK Nr. 1312, Seite 116-119
207. Valentin H., et al., Erkrankung durch kohlenmonoxid, BK Nr. 1201” Seite 55-59
208. Valentin H., et al., Erkrankungen durch Schwefelwasserstoff-BK Nr.1202” Seite 60-63
209. Verfahren mit geringer Exposition gegenüber Asbest bei Abbruch-Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten, BGIA, Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, HVBG (BIA), 2000, BGI 664
210. Wong O., Bailey W.J., Epidemiologic studies of petrochemical workers in California, J Occup Med, 1994, v.36(1), 9-11
211. Wong O., Raabe G.K., A critical review of cancer epidemiology in the petroleum industry, with a meta-analysis of a combined database of more than 350.000 workers, Regul toxicol pharmacol 2000, 32(1), 78-98
212. Work practices and engineering controls for Class I Asbestos. Operations non mandatory-1926, 1101 App. F., OSHA, US Department of Labor www.osha.gov
213. Young N.S., Aplastic Anaemia, Lancet, 1995, v. 346 (8969), 1995, 228-232
214. Young, N.S., Acquired aplastic anaemia, JAMA, July 21, 1999, v. 282(3), 271-278
215. Young, N.S., The pathophysiology of acquired aplastic anaemia, N Engl J Med, 1997, v. 336 (19), 1365-1372
216. Zenz C., Dickerson O.B., Horvath E.P., Occupational medicine, 3rd ed., Mosby, 1994
217. Zober A., Schichtarbeit und wie man damit Klar Kommt in Arbeit-smedizin Aktuell, Lieferung 29, 1991, Gustav Fischer Verlag
218. Αγιουτάντη Γ., Τοξικολογία, Επιστημονικές Εκδόσεις Γ.Κ. Παρισιάνος, Αθήναι, 1971
219. Αρίαντος: μέτρα προστασίας, Υπουργείο Εργασίας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων, Γενική Δ/ση Συνθηκών Εργασίας, Αθήνα 2003
220. Ασφάλεια στη χημική βιομηχανία, Επιμορφωτικό σεμινάριο, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Τομέας ΙΙ : Ανάλυσης σχεδιασμού και ανάπτυξης διεργασιών και συστημάτων, Μάρτιος-Απρίλιος 1987
221. Γεωργιάδου Ε., Βιομηχανικά ατυχήματα μεγάλης έκτασης: μεθοδολογικός & πληροφοριακός οδηγός, ΕΛΙΝΥΑΕ, Αθήνα, 2001
222. Γεωργιάδου Ε., Παπαδόπουλος Μ., Μέτρα ασφαλείας για πυρκαγιές – εκρήξεις. Από την έκδοση του ΕΛΙΝΥΑΕ.: «Θέματα υγείας και ασφάλειας της εργασίας για επιχειρήσεις β' κατηγορίας (αρθ 2, Π.Δ. 294/1988)», Αθήνα 2007
223. Γκόνης, Γ.Φ., Βασικές αρχές τραυματιολογίας και χειρουργικής πολέμου
224. Δαΐκου Α., Χρονολογικός & θεματικός κατάλογος κανονιστικών διατάξεων για την υγεία & την ασφάλεια στην εργασία & το περιβάλλον (1856-2008), ΕΛΙΝΥΑΕ, 2008
225. Δρίβας Σ., Παπαδόπουλος Μ., Γραπτή εκτίμηση του επαγγελματικού κινδύνου. Από την έκδοση

- του ΕΛΙΝΥΑΕ: «Θέματα υγείας και ασφάλειας της εργασίας για επιχειρήσεις β' κατηγορίας (αρθ 2, Π.Δ. 294/1988)», Αθήνα 2007
226. Ελληνικά Διυλιστήρια Ασπροπύργου ΑΕ, Βασικές αρχές λειτουργίας διυλιστηρίων και κύριος εξοπλισμός, τομ. Ι & ΙΙ, Αθήνα 1986
227. ΕΛΟΤ EN 60079.10, Ηλεκτρικές συσκευές για εκρήξιμες ατμόσφαιρες – Μέρος 10: ταξινόμηση επικίνδυνων περιοχών, 1996
228. Ζαφειρόπουλος Παντ., Περίπτωση επαγγελματικού καρκίνου του λάρυγγα σε οξυγονοσυγκολλητή. Πραγματογνωμοσύνη, Θεσσαλονίκη 1999
229. Ζαφειρόπουλος Παντ., Προτάσεις και προβληματισμοί για την οργάνωση του περιοδικού προληπτικού ιατρικού ελέγχου του προσωπικού της ΔΕΗ, Θεσσαλονίκη 2002
230. Καρβούνης Σ., Βιομηχανική παραγωγή, Αθήνα 1998
231. Κυριακόπουλος Γ.Β., Τεχνολογία πετρελαίου, 1977
232. Λυγερός Α., Πετρέλαιο, Παραγωγή-Διύλιση-Προϊόντα, ΕΛΔΑ, Αθήνα, 1984
233. Μαρκάτος Ν., Επιχειρησιακό κέντρο αντιμετώπισης βιομηχανικών ατυχημάτων μεγάλης έκτασης, Ημερίδα ΤΕΕ: «*Επικινδυνότητα Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων*», Αθήνα, 1999
234. Νιβολιανίτου Ζ, Εκτίμηση συνεπειών από μεγάλα βιομηχανικά ατυχήματα ΕΚΕΦΕ, ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ
235. Οδηγός για την υγεία και ασφάλεια των εργαζομένων, Αθήνα, ΕΛΙΝΥΑΕ-ΕΚΑ, 2004
236. Παπαδόπουλος Μ., Γεωργιάδου Ε., Η γραπτή εκτίμηση του επαγγελματικού κινδύνου (ΠΔ 17/96) σαν εργαλείο ελέγχου της επικινδυνότητας βιομηχανικών εγκαταστάσεων - Δυνατότητες και Προβλήματα, Ημερίδα ΤΕΕ: «*Επικινδυνότητα Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων*», Αθήνα 1999
237. Παπάζογλου Ι.Α., Ποσοτικός καθορισμός επικινδυνότητας και ορθολογική διαχείριση της ασφάλειας βιομηχανικών εγκαταστάσεων, Ημερίδα ΤΕΕ: «*Επικινδυνότητα Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων*», Αθήνα 1999
238. Υπ. Απόφ. Αριθ. 265/2002, ΦΕΚ 1214/19.9.2002 τ.Β., Ταξινόμηση, συσκευασία και επισήμανση επικίνδυνων παρασκευασμάτων σε εναρμόνιση προς την Οδηγία 1999/45/Ε.Κ. (ΕΕ L 200 της 30.7.1999) του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και της Οδηγίας 2001/60/Ε.Κ. (ΕΕ L226 της 22.8.2001) της Επιτροπής της Ευρωπαϊκής Κοινότητας. Πολύπλοκα παράγωγα του άνθρακα – Αριθ. Οικογένειας 648

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας Π.1. Ενδεικτική λίστα ελέγχου για εγκαταστάσεις διυλιστηρίων

Π.1.1. Διεργασίες

Α. Υλικά και ροή διεργασιών

A/A	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	<p>Ποια υλικά θεωρούνται επικίνδυνα;</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ πρώτες ύλες ✓ ενδιάμεσα προϊόντα ✓ παραπροϊόντα ✓ τελικά προϊόντα ✓ απόβλητα ✓ προϊόντα έκρηξης / μη ηθελημένης αντίδρασης 			
2	Μπορεί κάποιο από τα παραπάνω να σχηματίσει νέφη ατμών;			
3	<p>Είναι κάποιο από αυτά</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ ισχυρά τοξικό ✓ τοξικό σε χρόνια επαφή ✓ καρκινογόνο ✓ μεταλλαξιογόνο / μπορεί να προκαλέσει τερατογένεση; 			
4	<p>Είναι κάποιο από αυτά</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ εύφλεκτο ✓ εκρηκτικό ✓ ασταθές ✓ ευαίσθητο σε κρούση / σοκ; <p>Αναφέγεται σε επαφή με αέρα;</p>			
5	Υπάρχουν όρια διαρροής καθορισμένα από τη νομοθεσία για κάποιο από αυτά;			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
6	<p>Ποιες είναι οι ιδιότητες των προς επεξεργασία υλικών;</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ φυσικές ✓ σημείο βρασμού ✓ σημείο τήξης ✓ τάση ατμών <p>Ισχυρή τοξικότητα και όρια έκθεσης Τοξικότητα σε χρόνια έκθεση και όρια έκθεσης Αντιδραστικότητα</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ ασύμβατα υλικά ✓ διαβρωτικό ✓ πολυμερισμός <p>Εκρηκτικές ιδιότητες</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ σημείο ανάφλεξης [flash point] ✓ θερμοκρασία αυτανάφλεξης <p>Περιβαλλοντικές ιδιότητες</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ βιοαποικοδομήσιμο ✓ τοξικότητα στο νερό ✓ όριο οσμής 			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
7	<p>Μπορεί να προκύψει επικίνδυνη αντίδραση / διάσπαση από:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ λαθεμένη αποθήκευση ✓ κρούση ✓ επαφή με ξένα σωματίδια ✓ μη φυσιολογικές συνθήκες διεργασίας (θερμοκρασία, πίεση, pH) ✓ μη φυσιολογικό ρυθμό ροής κατά τη διάρκεια της διεργασίας ✓ έλλειψη κάποιων ουσιών ή λανθασμένη αναλογία / συγκέντρωση κατά την ανάμιξη (ουσιών / καταλυτών κ.λπ.) ✓ μηχανική βλάβη αντλίας, αναδευτήρα ✓ μη τήρηση διαδικασιών χρονικά (πολύ νωρίς / πολύ αργά) ή και την ακολουθία διαδικασιών ✓ ξαφνικό ή προοδευτικό φράξιμο αγωγών ή τμημάτων του εξοπλισμού ✓ υπερθέρμανση υπολείμματος που απομένει στον εξοπλισμό; 			
8	Υπάρχουν στοιχεία διαθέσιμα όσον αφορά στο ρυθμό αύξησης της θερμότητας και των αερίων κατά τη διάρκεια της αντίδρασης ή της διάσπασης των διαφόρων ουσιών;			
9	Λαμβάνονται μέτρα για να αποφευχθεί μια ανεξέλεγκτη αντίδραση ή για να σταματήσει μια τέτοια κατάσταση που βρίσκεται σε εξέλιξη; Τι είδους;			
10	Λαμβάνονται μέτρα για ταχεία ουδετεροποίηση ή απόρριψη των προς αντίδραση υλικών; Τι είδους;			
11	Σε μονάδες που υπάρχει ροή θερμότητας λαμβάνονται μέτρα για να διατηρηθεί η θερμοκρασία στα επιθυμητά επίπεδα όταν υπάρχει φραγμός σε κάποιες από τις διόδους μεταφοράς; Τι είδους;			
12	Υπάρχει περίπτωση ουσίες που αναφλέγονται σε επαφή με αέρα ή είναι ευαίσθητες σε κρούση / σοκ, να προκύψουν ως ίζημα ή να σχηματιστούν μετά από ξήρανση του διαλύματος;			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
13	<p>Φυλάσσονται κατάλληλα οι ουσίες που χρησιμοποιούνται στις διεργασίες;</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Οι εύφλεκτες και τοξικές ουσίες φυλάσσονται σε θερμοκρασίες κάτω από το σημείο ζέσός τους; ✓ Για να μειωθεί η πίεση των αποθηκευμένων ουσιών γίνεται χρήση δεξαμεμών με ψύξη ή κρυογονικών ουσιών; ✓ Οι πιθανά εκρηκτικές σκόνες φυλάσσονται σε μεγάλα δοχεία; ✓ Υπάρχουν μεγάλες ποσότητες εύφλεκτων ή τοξικών ουσιών αποθηκευμένες σε εσωτερικούς χώρους κτηρίων; ✓ Υπάρχει ανάγκη για χρήση ανασταλτικών παραγόντων; Πώς διατηρείται η απο-τελεσματικότητά τους; 			
14	Υπάρχουν ασύμβατες ουσίες αποθηκευμένες στον ίδιο χώρο;			
15	Υπάρχουν διαδικασίες για την αναγνώριση, σήμανση και ποιοτικό έλεγχο των πρώ-των υλών;			
16	Δημιουργείται κίνδυνος σε κάποιες από τις πρώτες ύλες εφόσον «μολυνθούν» με κοινές ουσίες όπως αέρας, νερό, λάδι, σκόνες, καθαριστικά ή μέταλλα;			
17	Υπάρχουν ουσίες που θα μπορούσαν εύκολα να μπερδευτούν ή μία για την άλλη;			
18	Υπάρχουν ουσίες (πρώτες ύλες ή παραγόμενα προϊόντα) που να επηρεάζονται ανε-πανόρθωτα από ακραίες καιρικές συνθήκες;			
19	<p>Υπάρχει τρόπος να αντικατασταθούν κάποιες από τις επικίνδυνες ουσίες ή να μει-ωθεί η επικινδυνότητά τους με:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ χρήση εναλλακτικών μεθόδων διεργασίας με λιγότερο τοξικές / εύφλεκτες ου-σίες ✓ αποθήκευση ουσιών σε διαλυμένη μορφή; 			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
20	<p>Υπάρχει δυνατότητα μείωσης των αποθηκευμένων επικίνδυνων ουσιών με:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ μείωση μεγέθους δεξαμενών ✓ διαμόρφωση διεργασιών έτσι ώστε να απαιτείται η ελάχιστη ποσότητα επικίνδυνων αποθηκευμένων πρώτων υλών ✓ μείωση των ενδιάμεσων αποθηκευμένων ουσιών με απ' ευθείας παραγωγή των τελικών προϊόντων; 			
21	<p>Υπάρχει δυνατότητα τα επικίνδυνα υλικά να τροφοδοτούνται υπό μορφή αερίων αντί υγρών;</p>			
22	<p>Υπάρχει τρόπος να εκτελεσθεί μια διεργασία ασφαλέστερα:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ διατηρώντας την πίεση παροχής πρώτων υλών σε χαμηλότερα επίπεδα από την πίεση λειτουργίας του δοχείου που γίνεται η επεξεργασία ✓ κάνοντας τις συνθήκες της διεργασίας πιο ήπιες βελτιώνοντας τον καταλύτη, αυξάνοντας την ανακύκλωση κ.λπ. ✓ κάνοντας την ίδια διεργασία σε περισσότερα στάδια έτσι ώστε να μειωθεί η ποσότητα των εξαρτημάτων, των λειτουργιών και των βοηθητικών συστημάτων; 			
23	<p>Υπάρχει τρόπος να μειωθούν / βελτιωθούν τα επικίνδυνα απόβλητα με:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ ανακύκλωση ✓ βελτιστοποίηση των διεργασιών πλήσης έτσι ώστε να μειωθεί η χρήση νερού και αποβλήτων ✓ απομάκρυνση των επικίνδυνων παραπροϊόντων από τα απόβλητα ✓ κατακράτηση των χρήσιμων παραπροϊόντων που βρίσκονται στα απόβλητα ✓ διαχωρισμό των επικίνδυνων από τα λιγότερο επικίνδυνα απόβλητα; 			
24	<p>Βεβαιώνεται ότι τα υλικά κατασκευής των μηχανημάτων / σωληνώσεων είναι συμβατά με τις χημικές ουσίες που θα χρησιμοποιηθούν; Με ποιο τρόπο;</p>			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
25	Έχουν υπάρξει αλλαγές στα μηχανήματα ή τις διεργασίες από τον τελευταίο έλεγχο ασφάλειας;			
26	Έχουν υπάρξει αλλαγές στις πρώτες ύλες ή τη σύνθεση και τη συγκέντρωσή τους;			
27	Εφόσον έχουν υπάρξει αλλαγές, έχουν γίνει αναθεωρήσεις όσον αφορά στα συστήματα ασφαλείας (βαλβίδες, ανακούφισης, πυρσοί καύσης κ.λπ.); Οι αλλαγές αυτές μειώνουν τα επίπεδα ασφάλειας της εγκατάστασης;			
28	Ποιοι κίνδυνοι δημιουργούνται από την απώλεια ροής μιας ή περισσότερων ουσιών σε κάποια διεργασία;			
29	Ποιοι κίνδυνοι δημιουργούνται εάν υπάρξει απώλεια σε κάποιο από τα παρακάτω: <ul style="list-style-type: none"> ✓ παροχή ηλεκτρικής ενέργειας (γενικά ή σε όργανα ελέγχου) ✓ πεπεσμένος αέρας ✓ παροχή νερού ✓ νερό ψύξης ✓ εξαερισμός ✓ ψυκτικό υγρό ✓ παροχή ατμού (χαμηλή, μέση, υψηλή πίεση) ✓ αδρανών αερίων ✓ καυσίμου ✓ φυσικού αερίου / φλόγας έναρξης ✓ απαγωγή αποβλήτων; 			
30	Υπάρχει κίνδυνος έναρξης φωτιάς από εξωγενείς παράγοντες;			
31	Υπάρχει εμπειρία από το προσωπικό ή την εταιρία στην εκτέλεση των διαφόρων διεργασιών;			
32	Η μονάδα αυτή είναι συνδεδεμένη με άλλες μονάδες των οποίων η λειτουργία να επηρεάζεται από τυχόν βλάβη στην πρώτη μονάδα;			

Β. Διαμόρφωση μονάδων στο χώρο

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Έχει υπάρξει μέριμνα έτσι ώστε οι μονάδες να έχουν τοποθετηθεί με τέτοιο τρόπο που να ελαχιστοποιούνται οι μεταφορές επικίνδυνων ουσιών εντός αλλά και εκτός της εγκατάστασης;			
2	<p>Εκτίθενται οι εργαζόμενοι στις διάφορες μονάδες, αλλά και σε γεγονικές θέσεις εντός και εκτός της εγκατάστασης, στους παρακάτω κινδύνους:</p> <ul style="list-style-type: none"> • τοξικούς, διαβρωτικούς, εύφλεκτους ατμούς, αναθυμιάσεις και νέφη • υπερπίεση από έκρηξη • θερμική ακτινοβολία από φωτιά • κρούσεις • μόλυνση από διαρροή • πλημμύρα • θόρυβο • μόλυνση κοινών παροχών (πόσιμου νερού, αέρα ατμόσφαιρας, αποχετευτικό δίκτυο) • μεταφορά επικίνδυνων ουσιών από άλλες εγκαταστάσεις; 			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
4	<p>Τι είδους εξωτερικοί παράγοντες θα μπορούσαν να επηρεάσουν τις εγκαταστάσεις:</p> <ul style="list-style-type: none"> • άνεμοι υψηλής ταχύτητας (τυφώνες, καταγίδες κ.λπ.) • μετακίνηση γης (σεισμοί, κατολισθήσεις κ.λπ.) • χιόνια / παγωνιά • αστοχίες λειτουργιών από εξωγενείς παράγοντες • σαμποτάζ • αιωρούμενα σωματίδια (νέφη σκόνης, άμμου κ.λπ.) • φυσικές φωτιές (από γεινιάζοντα δάση κ.λπ.) • ακραίες θερμοκρασίες • πλημμύρες • κεραυνοί • ξηρασία • ομίχλη; 			
5	<p>Λαμβάνονται μέτρα προστασίας όσον αφορά στην εκτόνωση / προστασία κτηρίων και προσωπικού από πιθανή έκρηξη σε κάποια μονάδα; Τι είδους;</p>			
6	<p>Υπάρχουν ανοιχτά φρεάτια, τάφροι, χαντάκια όπου υπάρχει η πιθανότητα συσσώρευσης τοξικών ή εύφλεκτων ατμών;</p>			
7	<p>Οι διάφορες μονάδες είναι τοποθετημένες κατά τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος μετάδοσης πυρκαγιάς από τη μια μονάδα στην άλλη και να επιτρέπεται η πρόσβαση μέσω πυρόσβεσης στο χώρο με ασφάλεια;</p>			
8	<p>Υπάρχουν κατάλληλες εξοδοί διαφυγής με κατάλληλη σήμανση;</p>			
9	<p>Οι διάφορες μονάδες είναι τοποθετημένες κατά τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να γίνεται με ασφάλεια η πρόσβαση των ομάδων συντήρησης;</p>			
10	<p>Υπάρχουν κατάλληλα βοηθητικά μηχανήματα στα απαραίτητα σημεία (π.χ. γερανογέφυρες για ανύψωση τμημάτων των μονάδων);</p>			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
11	Οι χώροι προσωρινής αποθήκευσης για πρώτες ύλες ή ενδιάμεσα προϊόντα είναι σε κατάλληλο σημείο;			
12	Υπάρχει τρόπος να αποφεύγεται η ανύψωση μεγάλων φορτίων πάνω από εγκαταστάσεις και τις σωληνώσεις;			
13	Υπάρχουν κατάλληλοι δρόμοι πρόσβασης για μονάδες διάσωσης; Μπορεί αυτές οι δίοδοι να μπλοκαριστούν από εξωτερικούς παράγοντες (π.χ. κίνηση);			
14	Υπάρχει σήμανση απαγόρευσης εισόδου σε περιοχές που μπορεί να προκληθεί τραυματισμός πεζού ή βλάβη στον εξοπλισμό;			
15	Υπάρχουν κατάλληλες μπάρες για προστασία του εξοπλισμού που βρίσκεται κοντά σε δρόμο;			

Π.1.2. Εξοπλισμός

Α. Συστήματα ανακούφιση πίεσης και υποπίεσης

A/A	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Τα μηχανήματα είναι σχεδιασμένα για να αντέχουν μια πιθανή κατάσταση υπερπίεσης που μπορεί να προκληθεί από κάποια διαταραχή στη διεργασία;			
2	Υπάρχουν τα απαραίτητα ασφαλιστικά συστήματα ανακούφισης πίεσης για κάθε συσκευή και είναι αυτά κατάλληλα διαστασιολογημένα;			
3	Τα συστήματα ανακούφισης πίεσης είναι κατασκευασμένα για να δουλεύουν και με τις δύο φάσεις ροής (αέρια / υγρή); Μήπως είναι αναγκαίο;			
4	Υπάρχει συσκευή η οποία να μην έχει ασφαλιστικό ανακούφισης πίεσης και να είναι δυνατή η δημιουργία υπερπίεσης σε αυτό από σφάλμα κατά τη διάρκεια της διεργασίας;			
5	Υπάρχουν σημεία που να βρίσκονται σε σειρά τοποθετημένα διαφράγματα και βαλβίδες ανακούφισης πίεσης; Υπάρχει κάποιο μανόμετρο μεταξύ δίσκου και βαλβίδας; Ελέγχεται συχνά; Είναι σκόπιμο να τοποθετηθεί σύστημα ελέγχου υπερπίεσης με μηχανισμό προειδοποίησης;			
6	Σε σημεία που υπάρχουν διαφράγματα για να εκτονώνουν εκρηκτικές υπερπίεσεις έχει γίνει κατάλληλη διαστασιολόγηση λαμβάνοντας υπόψη το μέγεθος και την αντοχή του δοχείου;			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
7	<p>Οι ρυθμίσεις για τα όρια εκτόνωσης των διαφόρων ασφαλιστικών ανακούφισης πίεσης είναι σωστές;</p> <p>Υπάρχει τουλάχιστον μια βαλβίδα με όριο πίεσης χαμηλότερο από τη μέγιστη πίεση αντοχής της προς προστασία συσκευής;</p> <p>Εφόσον έχει υπάρξει αλλαγή στη διεργασία, έχει γίνει νέα μελέτη για τον υπολογισμό των νέων ορίων που θα πρέπει να πληροί η νέα βαλβίδα ασφαλείας;</p>			
8	<p>Οι σωλίνες που οδηγούν προς τα ασφαλιστικά εξαρτήματα εκτόνωσης καθώς και αυτοί μετά το εξάρτημα είναι κατάλληλοι ως προς:</p> <ul style="list-style-type: none"> • το μέγεθος των σωλήνων • την αντοχή τους σε φόρτιση / διάβρωση / θερμοκρασία / ιδιότητες της ουσίας που εκτονώνεται; <p>Υπάρχει κατάλληλη στήριξη των σωλήνων για αποφυγή ταλαντώσεων / υδραυλικών κρούσεων κατά τη διάρκεια της εκτόνωσης;</p> <p>Διασφαλίζεται ότι οι σωλίνες αδειάζουν από υγρασία που συσσωρεύεται κατά την εκτόνωση;</p> <p>Διασφαλίζεται ότι οι σωλίνες δε θα φράξουν κατά τη λειτουργία;</p> <p>Υπάρχει βοηθητικό σύστημα απόφραξης (π.χ. με πίεση);</p>			
9	<p>Υπάρχουν τοποθετημένα ασφαλιστικά συστήματα ανακούφισης πίεσης σε σημεία όπου προβλέπονται μεγάλες θερμικές διαστολές λόγω εγκλωβισμού υγρών ή αερίων στις σωληνώσεις;</p>			
10	<p>Οι σωλίνες εκτόνωσης καταλήγουν σε ασφαλές σημείο έτσι ώστε να μη δημιουργείται εκεί κίνδυνος;</p>			
11	<p>Οι πυρσοί καύσης είναι εφοδιασμένοι με αξιόπιστα συστήματα έναρξης φλόγας;</p>			
12	<p>Υπάρχουν συνέπειες από μη λειτουργίας ενός τέτοιου συστήματος;</p>			
13	<p>Υπάρχει σύστημα ειδοποίησης (ηχητικό, φωτεινό κ.λπ.) σε περίπτωση βλάβης;</p>			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
14	Υπάρχουν φλογοπαγίδες στα κατάλληλα σημεία των πυρσών καύσης;			
15	Υπάρχουν ανεπίστροφες βαλβίδες σε σημεία που δεν πρέπει να υπάρξει αναστροφή ροής;			
16	Γίνεται συχνά έλεγχος για την καλή λειτουργία των ασφαλιστικών συστημάτων;			
17	Σε περίπτωση βλάβης κάποιου ασφαλιστικού, ποια διαδικασία ακολουθείται (άμεση αντικατάσταση, διακοπή λειτουργίας μέχρι την αντικατάσταση;)			

Β. Σωληνώσεις και βαλβίδες

A/A	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	<p>Οι προδιαγραφές των σωληνώσεων είναι κατάλληλες λαμβάνοντας υπόψη:</p> <ul style="list-style-type: none"> τις ιδιότητες των ουσιών που διέρχονται από αυτές (π.χ. διαφρωτικά, υψηλή / χαμηλή θερμοκρασία κ.λπ.), συμπεριλαμβανομένων και άλλων χημικών όπως καθαριστικά για άλατα κ.λπ. την πίεση και τη θερμοκρασία λειτουργίας καθώς και τυχόν υπερβάσεις αυτών σε περίπτωση βλάβης τα δεδομένα κόπωσης λόγω κυκλικής φόρτισης (θερμικής / μηχανικής) τη φυσική έκθεση που δέχεται από το εξωτερικό περιβάλλον (θερμοκρασία, υγρασία κ.λπ.) θερμικές διαστολές / συστολές, δονήσεις, υδραυλικές κρούσεις; 			
2	Υπάρχουν κάποιες ιδιαίτερες συνθήκες που θα μπορούσαν να εμφανιστούν κατά τη διάρκεια μιας διεργασίας που θα έθεταν τις σωληνώσεις σε φόρτιση εκτός των ορίων αντοχής τους;			
3	Το μέγεθος των σωληνώσεων μπορεί να μειωθεί έτσι ώστε να μειωθεί και η μεταφερόμενη ποσότητα επικίνδυνης ουσίας;			
4	Οι σωληνώσεις νερού είναι προστατευμένες από θραύση λόγω παγετού;			
5	Υπάρχουν εύκαμπτα τμήματα σωληνώσεων (λάστιχα, σπινάλ κ.λπ.);			
6	Υπάρχουν σωληνώσεις που θα μπορούσαν να φράξουν; Ποιες θα ήταν οι συνέπειες;			
7	Υπάρχει πρόβλεψη για άδειαση των γραμμών πριν από την εκκίνηση και μετά από το τέλος μιας διεργασίας;			
8	Υπάρχει σήμανση για το περιεχόμενο των σωληνώσεων;			
9	Υπάρχει κάποιο σημείο όπου γίνεται ένωση πολλαπλών σωληνώσεων;			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
10	Υπάρχουν κατάλληλοι προφυλακτήρες σε σημεία σύνδεσης μεταξύ φλαντζών όπου πιθανή διαρροή θα μπορούσε να εμφανιστεί υπό μορφή ψεκασμού (spray) και να προκαλέσει φωτιά ή τραυματισμό σε εργαζόμενο;			
11	Σε περίπτωση διαρροής υπάρχει κίνδυνος εξώθερμης αντίδρασης μεταξύ του μολυβδωτού υλικού των σωληνώσεων και της διαρρέουσας ουσίας;			
12	Τα πλαστικά μέρη ή τα μέρη επικαλυμμένα με πλαστικό είναι κατάλληλα γειωμένα για αποφυγή συσσώρευσης στατικού ηλεκτρισμού;			
13	Οι βαλβίδες παράκαμψης (bypass) μπορούν εύκολα και γρήγορα να ανοίξουν με εντολή των χειριστών; Υπάρχει κίνδυνος εάν μια τέτοια βαλβίδα μείνει ανοιχτή / κλειστή («κολλήσει» σε κάποια θέση);			
14	Υπάρχει λίστα με κρίσιμες βαλβίδες ασφαλείας σε κάθε μονάδα; Γίνεται περιοδικός έλεγχος των «κρίσιμων» βαλβίδων ασφαλείας; Με ποιο τρόπο; Μπορεί ο έλεγχος να γίνει ενώ η μονάδα είναι σε λειτουργία; Εάν χαλάσει μια τέτοια βαλβίδα γίνεται αμέσως αντιληπτή η θέση της από τον πίνακα ελέγχου (φωτεινό σήμα / ηχητικό σήμα);			
15	Χρειάζονται βαλβίδες ειδικού τύπου (double block and bleed valves) λόγω: <ul style="list-style-type: none"> • πολύ υψηλών θερμοκρασιών ή πιέσεων στη διεργασία • της διάβρωσης που μπορεί να προκαλέσει η ουσία με την οποία έρχεται σε επαφή • της επικάθησης της ουσίας με την οποία έρχεται σε επαφή; 			
16	Οι βαλβίδες διακοπής παροχής είναι αρκετά ισχυρές έτσι ώστε σε περίπτωση διαρροής να μπορέσουν να κλείσουν ακόμα και στις χειρότερες συνθήκες διαφοράς πίεσης;			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
17	Σε βαλβίδες ελέγχου (ροής / πίεσης κ.λπ.) τι συμβαίνει εάν χαθεί το σήμα / ή το μέσο μέτρησης;			
18	Βλάβη σε κάποια βαλβίδα συνεπάγεται και πιθανή υπέρβαση του ορίου αντοχής κάποιου εξαρτήματος ή / και των σωληνώσεων σε μια μονάδα;			
19	Τα όργανα και οι βαλβίδες ελέγχου είναι σε εύκολα προσβάσιμο σημείο για συντήρηση;			

Γ. Αντλίες

A/A	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Η πίεση της αντλίας μπορεί να προκαλέσει θραύση των σωλήνων ή εξαρτημάτων που ακολουθούν;			
2	Υπάρχει κίνδυνος υπερθέρμανσης της αντλίας;			
3	Υπάρχουν κίνδυνοι που μπορεί να εμφανιστούν αν η αντλία τεθεί σε λειτουργία χωρίς να υπάρχει υγρό μέσο (στεγνή); Τι είδους;			
4	Σε περίπτωση εκτάκτου ανάγκης μπορεί να απομονωθεί η αντλία από την πηγή τροφοδοσίας;			
5	Υπάρχει κίνδυνος από επαφή ύλης επεξεργασίας με το μοτέρ μιας αντλίας σε περίπτωση διαρροής; Τι είδους;			
6	Υπάρχουν κίνδυνοι υπέρβασης από το μοτέρ μιας αντλίας λόγω της επικίνδυνης ατμόσφαιρας (εύφλεκτα / εκρηκτικά αέρια) που μπορεί να επικρατεί γύρω από αυτό; Τι είδους;			

Δ. Συμπεσιτές

A/A	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Η πίεση του συμπεσιτού μπορεί να προκαλέσει θραύση των σωλήνων ή εξαρτημάτων που ακολουθούν;			
2	Υπάρχουν αποσβεστήρες για απορρόφηση ταλαντώσεων / κρούσεων που θα μπορούσαν να προκαλέσουν κυκλική φόρτιση και κόπωση των σωλήνων και εξαρτημάτων;			
3	Υπάρχει κίνδυνος υπερθέρμανσης του συμπεσιτού;			
4	Υπάρχει κίνδυνος ανάφλεξης ή έκρηξης του προς συμπίεση μέσου;			
5	Υπάρχουν μέσα προστασίας του συμπεσιτή και των εξαρτημάτων του: <ul style="list-style-type: none"> • αυτόματες βαλβίδες εξοδάτωσης στα δοχεία • έλεγχος θερμοκρασίας λαδιού • έλεγχος υπέρβασης πίεσης; 			
6	Ο συμπεσιτής μπορεί να σταματήσει από απόσταση σε περίπτωση εκτάκτου ανάγκης; Υπάρχουν αντίστοιχα ενεργοποιούμενες βαλβίδες για απομόνωση των γραμμών του συμπεσιτή;			
7	Σε περίπτωση που οι συμπεσιτές είναι σε κλειστό χώρο υπάρχουν κατάλληλοι ανιχνευτές αερίων και αερισμός του χώρου;			
8	Οι είσοδοι των αεροσυμπεσιτών προστατεύονται από εξωγενείς παράγοντες που θα μπορούσαν να προκαλέσουν πρόβλημα (βροχή, εύφλεκτα αέρια, σκόνες κ.λπ.);			

Ε. Αντιδραστήρες

A/A	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	<p>Τι θα μπορούσε να προκαλέσει εξώθερμη εκτός ελέγχου αντίδραση σε ένα αντιδραστήρα:</p> <ul style="list-style-type: none"> • απόλεια ψύξης • έλλειψη ή περίσσια μιας από τις προς αντίδραση ουσίες • εξωγενείς ουσίες (σκόνες, νερό, λάδι, καθαριστικά, μέταλλα κ.λπ.) • μη συμβατά χημικά καθαρισμού των εξαρτημάτων • λάθος στην ανάμιξη ουσιών (π.χ. άλλη σειρά) • απόλεια αναδευτήρα • υπέρβαση θερμοκρασίας προθέρμανσης • απόλεια αδρανούς αερίου; 			
2	<p>Υπάρχουν συνέπειες από πιθανές βλάβες σε ένα αναδευτήρα; Η σωστή λειτουργία του ελέγχεται με</p> <ul style="list-style-type: none"> • σταμάτημα • σταμάτημα και επανεκκίνηση • καθυστερημένη εκκίνηση • κίνηση με μεγαλύτερη / μικρότερη ταχύτητα • ανάστροφη κίνηση; 			
3	<p>Τα συστήματα ανακούφισης πίεσης στον αντιδραστήρα είναι κατάλληλα; Υπάρχει πρόβλεψη για αποφυγή φραξίματος / υπερπίεσης;</p>			
4	<p>Υπάρχει κίνδυνος υπερθέρμανσης του αντιδραστήρα;</p>			
5	<p>Υπάρχουν κίνδυνοι από τη χρήση καταλύτη; Τι είδους; Είναι πυροφορικοί πριν ή μετά την αντίδραση; Μπορεί να αντιδράσει με τα στοιχεία του αντιδραστήρα; Στην αρχική τους μορφή ή μετά τη χρήση είναι τοξικοί;</p>			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
6	<p>Υπάρχουν κίνδυνοι κατά τη διαδικασία αναγέννησης του καταλύτη; Τι είδους;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Υπάρχει κίνδυνος ανεξέλεγκτης αντίδρασης; • Υπάρχουν μηχανισμοί που να αποτρέπουν ταυτόχρονη λειτουργία της μονάδας κατά τη διάρκεια διαδικασιών αναγέννησης; • Πώς αποτρέπονται τα σφάλματα στις διεργασίες όπου υπάρχουν πολλαπλά αντιδραστήρια, όπου στον ένα αντιδραστήρα γίνεται αναγέννηση ενώ ο άλλος είναι σε λειτουργία; 			

ΣΤ. Δοχεία (δεξαμενές, κάδοι, πύργοι κ.λπ.)

A/A	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Γίνονται μη καταστροφικοί έλεγχοι (π.χ. ραδιογραφίες, υπέρηχοι κ.λπ.) και δοκιμές πίεσης σε όλα τα δοχεία πίεσης;			
2	Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται μπορούν να ανιχνεύσουν όλες τις πιθανές βλάβες (ρωγμές, φουσκώματα κ.λπ.);			
3	Υπάρχει βιβλίο καταγραφής ελέγχων και ιστορικού των δοχείων;			
4	Τα δοχεία πληρούν τις απαιτούμενες από το νόμο προδιαγραφές ασφαλείας;			
5	Τα ασφαλιστικά συστήματα των δοχείων είναι τα κατάλληλα όσον αφορά: <ul style="list-style-type: none"> • θερμοκρασίες / πιέσεις εσωτερικά • θερμοκρασίες συνθήκες εξωτερικά • μέγεθος; 			
6	Υπάρχει ανάγκη τοποθέτησης συστήματος ανακούφισης υποπίεσης για περιπτώσεις όπου ένα δοχείο ψύχεται ή αφαιρείται γρήγορα από το εσωτερικό του;			
7	Υπάρχουν κίνδυνοι εάν εισέλθουν στο δοχείο ακαθαρσίες ή νερό; Τι είδους;			
8	Υπάρχει κίνδυνος από βλάβη στα συστήματα ασφαλείας ενός δοχείου να προκληθεί υπερπίεση εξαρτημάτων ή σωληνώσεων που ακολουθούν;			
9	Υπάρχουν κίνδυνοι σε περίπτωση απώλειας αερίων αδρανοποίησης; Τι είδους;			
10	Λαμβάνονται μέτρα ασφαλείας κατά τη διάρκεια φόρτωσης ή εκφόρτωσης υγρών προς ή από ένα δοχείο; Τι είδους; Υπάρχει γείωση για αποφυγή σπινθήρων από στατικό ηλεκτρισμό;			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
11	<p>Σε περίπτωση εκτάκτου ανάγκης μπορούν τα περιεχόμενα του δοχείου να απομωφθούν με:</p> <ul style="list-style-type: none"> • κλείσιμο βανών και βαλβίδων (αυτόματα ή χειροκίνητα) • άντληση περιεχόμενης ουσίας; 			
12	Υπάρχει σήμανση για το περιεχόμενο των δοχείων;			

Ζ. Εναλλάκτες θερμότητας

A/A	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Οι συνέπειες από τη θραύση ενός σωλήνα σε έναν εναλλάκτη θερμότητας είναι: <ul style="list-style-type: none"> • αντίδραση με άλλες ουσίες / υγρά της μονάδας • διαρροή τοξικών ή εύφλεκτων ατμών • διάβρωση άλλων στοιχείων / εξαρτημάτων της μονάδας; 			
2	Τα συστήματα ανακούφισης πίεσης είναι κατάλληλα και στις δύο πλευρές του εναλλάκτη (υψηλή / χαμηλή πίεση);			
3	Υπάρχει κίνδυνος υπερθέρμανσης του εναλλάκτη από: <ul style="list-style-type: none"> • βλάβη στο θερμοστάτη • φράξιμο σωλήνων (μείωση της μεταφοράς θερμότητας κάτω από τα επιτρεπτά όρια) • απόλεια μέσου ψύξης; 			
4	Υπάρχει κίνδυνος εγκυμάτος από επαφή με θερμά μέρη του εναλλάκτη;			
5	Είναι αξιόπιστο το σύστημα τροφοδοσίας νερού ψύξης; Σε ποιο βαθμό; Υπάρχει εφεδρικό σύστημα τροφοδοσίας;			
6	Είναι εύκολη η πρόσβαση και η αποσυναρμολόγηση τμημάτων του εναλλάκτη από ομάδες συντήρησης / καθαρισμού;			

Η. Φούρνοι και λέβητες

A/A	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Ο θάλαμος καύσης προστατεύεται από έκρηξη; Γίνεται αδρανοποίηση του θαλάμου πριν από την εκκίνηση λειτουργίας; Υπάρχουν βαλβίδες αποκοπής σε κάθε γραμμική παροχής καυσίμου; Υπάρχουν συστήματα ελέγχου (πίεσης, ροής, θερμοκρασίας κ.λπ.);			
2	Υπάρχουν σήματα, όπως τα παρακάτω, που θα διέκοπταν τη λειτουργία του φούρνου; <ul style="list-style-type: none"> • χαμηλή / υψηλή πίεση καυσίμου • απώλεια φλόγας εκκίνησης • χαμηλή ροή αέρα • απώλεια παροχής αέρα ή ισχύος εξαρτημάτων • χαμηλή ροή νερού ή υλικού προς επεξεργασία Ελέγχονται συχνά			
3	Υπάρχει πιθανότητα αστοχίας που να προκαλέσει έκρηξη σε κάποιο σωλήνα του φούρνου; Είναι δυνατός ο εντοπισμός της βλάβης στο σωλήνα πριν προκληθεί η αστοχία;			
4	Υπάρχει τρόπος να εισέλθουν εύφλεκτα ή εκρηκτικά αέρια από το στόμιο εισαγωγής αέρα στο θάλαμο καύσης;			
5	Ο φούρνος προστατεύεται από είσοδο υγρών καυσίμων στο σύστημα παροχής καυσίμου αερίου;			
6	Υπάρχει προστασία του φούρνου ενάντια σε αστοχίες σωληνώσεων; Υπάρχουν βαλβίδες διακοπής παροχής έτσι ώστε να αποφευχθεί αναστροφή ροής σε περίπτωση αστοχίας σωλήνα; Οι βαλβίδες διακοπής παροχής ενεργοποιούνται αυτόματα ή χειροκίνητα και από ποια απόσταση;			

Θ. Όργανα ελέγχου

A/A	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Υπάρχει ξεχωριστή λίστα με τα όργανα που θεωρούνται κρίσιμα για την ασφάλεια μιας διεργασίας;			
2	Υπάρχει σαφής εξήγηση για τη λειτουργία τους καθώς και για τα όρια πάνω από τα οποία ενεργοποιούνται τα όργανα αυτά;			
3	Οι μηχανισμοί και τα όργανα ελέγχου είναι δομημένα σαν ένα ολοκληρωμένο σύστημα για ολόκληρη την εγκατάσταση ή κάθε μονάδα έχει τα δικά της συστήματά;			
4	Τα σημαντικά όργανα ελέγχου έχουν εφεδρικά συστήματα που λειτουργούν αυτόνομα σε περίπτωση βλάβης;			
5	Υπάρχουν περιπτώσεις χρονικής καθυστέρησης στην απόκριση των οργάνων ελέγχου και ποια μέτρα λαμβάνονται για αυτό;			
6	Υπάρχουν συνέπειες από τη βλάβη ενός από τα συστήματα ελέγχου; Τι είδους; Μπορεί η βλάβη αυτή να προβλεφθεί;			
7	Υπάρχουν συνέπειες εάν περισσότερα από ένα συστήματα ελέγχου παρουσιάσουν βλάβη ταυτόχρονα; Τι είδους;			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
8	<p>Πώς είναι δομημένο το σύστημα ελέγχου μέσω κεντρικού ηλεκτρονικού υπολογιστή;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Υπάρχουν εφεδρικά συστήματα για όλα τα εξαρτήματα του υπολογιστή (οθόνες, επεξεργαστές, PLC κ.λπ.); • Πόσο γρήγορα μπορεί να γίνει η ενεργοποίησή τους; • Απαιτείται ανθρώπινη παρέμβαση ή η ενεργοποίηση γίνεται αυτόματα; • Πώς ελέγχονται τα υπολογιστικά προβλήματα / σφάλματα του λογισμικού; • Οι πολύ κρίσιμες διεργασίες / λειτουργίες στηρίζονται αποκλειστικά σε έλεγχο μέσω λογισμικού ή υπάρχει και κάποιο εφεδρικό σύστημα που λειτουργεί με άλλη λογική / αρχές λειτουργίας; • Υπάρχει περίπτωση από σφάλμα στο λογισμικό να δοθεί εντολή σε κάποια συσκευή που να προκαλέσει ατύχημα; • Όταν ο υπολογιστής αντιληφθεί σφάλμα στη διεργασία, τι είδους σήματα λαμβάνει ο χειριστής, ποιες ενέργειες γίνονται αυτόματα και ποιες απαιτούνται από μέρους του χειριστή; • Ο χειριστής μπορεί να προκαλέσει ατύχημα από λανθασμένη ενέργεια ή το λογισμικό αποτρέπει τέτοια περίπτωση; • Σε περιπτώσεις εισαγωγής δεδομένων από το χειριστή μέσω υπολογιστή, γίνονται έλεγχοι από το λογισμικό για σφάλματα στην πληκτρολόγηση (π.χ. 1000 kg αντί για 100kg); 			
9	<p>Υπάρχουν συνέπειες από διακοπή ρεύματος (μικρής ή μεγάλης διάρκειας) στα όργανα ελέγχου και τις μονάδες υπολογιστών;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Υπάρχει εφεδρικό σύστημα ενέργειας (UPS); • Αυτό καλύπτει μόνο τα συστήματα ελέγχου ή και κάποιο μέρος κρίσιμου εξοπλισμού που απαιτεί ενεργοποίηση; 			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
10	<p>Η επιφάνεια επικοινωνίας / πίνακας ελέγχου μεταξύ χειριστή και μονάδας πληροί βασικούς κανόνες ανθρώπινης επικοινωνίας;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Υπάρχει διαθέσιμη πληροφορία για τις φυσιολογικές συνθήκες λειτουργίας καθώς και για τις υπερβάσεις / μη επιτρεπτές καταστάσεις; • Οι πληροφορίες αυτές (σήματα) είναι προφανείς και εύκολα κατανοητές από το χειριστή; Είναι ομαδοποιημένες; • Υπάρχουν άλλες πληροφορίες που θα μπορούσαν να μπερδέψουν το χειριστή; • Απαιτείται από το χειριστή να κάνει υπολογισμούς και πώς αυτοί ελέγχονται; • Οι κρίσιμες προειδοποιήσεις κινδύνου γίνονται άμεσα ορατές ή αντιληπτές από το χειριστή; • Υπάρχει αρκετή πληροφορία στο χειριστή, έτσι ώστε να διαγνώσει την αιτία πιθανής προειδοποίησης κινδύνου; • Υπάρχει κίνδυνος ο χειριστής να λάβει ταυτόχρονα σειρά από προειδοποιήσεις κινδύνου / συναγερμούς με αποτέλεσμα να μπερδευτεί; • Τα όργανα απεικόνισης είναι τοποθετημένα σε κατάλληλο σημείο έτσι ώστε να είναι ορατά στο χειριστή από τη θέση εργασίας του; • Υπάρχει απόκριση του συστήματος (στα όργανα απεικόνισης) στις εντολές / ενέργειες του χειριστή; • Ο σχεδιασμός του πίνακα ελέγχου είναι εργονομικός; Τα όργανα ελέγχου είναι σωστά ομαδοποιημένα; • Τα χειριστήρια είναι εύκολα προσβάσιμα, εύκολα λειτουργήσιμα και διαχωρίζονται εύκολα μεταξύ τους; • Υπάρχει κάποιο όργανο που η λειτουργία του να παραβαίνει τα στερεότυπα (π.χ. αριστερόστροφο βίδωμα); • Υπάρχουν κάποιοι παράμετροι στις διεργασίες που δεν είναι δυνατό να ελεγχθούν με τα υπάρχοντα μέσα; 			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
	<ul style="list-style-type: none"> ● Πόσες χειροκίνητες ενέργειες πρέπει να εκτελέσει ο χειριστής σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας και σε περίπτωση διακοπής εκτάκτου ανάγκης; ● Σε περίπτωση λαθεμένης ενέργειας από το χειριστή (π.χ. λάθος πάτημα κουμπιού) ποιος μπορεί να είναι οι συνέπειες; ● Υπάρχουν ελέγχοι που δεν είναι συνδεδεμένοι με το σύστημα υπολογιστή; ● Τα καλώδια που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά των σημάτων ελέγχου είναι προστατευμένα για αποφυγή λανθασμένου συναγερμού; 			
11	Υπάρχει περίπτωση έλεγχου που σε φυσιολογικές συνθήκες εκτελούνται αυτόματα να απενεργοποιηθούν και να ελέγχονται χειροκίνητα; Πώς εξασφαλίζεται η ασφάλεια σε τέτοιες περιπτώσεις;			
12	Υπάρχουν κρίσιμα όργανα ελέγχου / βαλβίδες που δε θα μπορούσαν να ενεργοποιηθούν εύκολα και γρήγορα με χειροκίνητες λειτουργίες οι χειριστές σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης;			
13	Γίνονται δοκιμές σωστής λειτουργίας των οργάνων ελέγχου και ρύθμιση των ορίων βάσει των οποίων ενεργοποιείται ο συναγερμός, σύμφωνα με τους κανόνες ασφαλείας; Με ποιο τρόπο;			
14	Είναι δυνατή τέτοιου είδους δοκιμή χωρίς να διακοπεί η λειτουργία της μονάδας;			
15	Τα όργανα ελέγχου / απεικόνισης που έχουν υποστεί βλάβη επισκευάζονται άμεσα; Υπάρχουν εφεδρικά εξαρτήματα για αντικατάσταση μέχρι την επισκευή αυτών που έχουν υποστεί βλάβη και τι συμβαίνει στην περίπτωση που δεν είναι διαθέσιμα;			
16	Υπάρχει περίπτωση εσκεμμένης απενεργοποίησης κάποιων από τα συστήματα ελέγχου / απεικόνισης από το χειριστή;			
17	Διασφαλίζεται ότι τα προκαθορισμένα όρια στα όργανα ελέγχου / λογισμικό δεν έχουν τροποποιηθεί από μη εξουσιοδοτημένο προσωπικό; Με ποιο τρόπο;			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
18	Οι γραμμές που οδηγούν σε όργανα ελέγχου καθαρίζονται κατάλληλα έτσι ώστε να αποφευχθεί φράξιμο με συνέπεια τη δυσλειτουργία του οργάνου ελέγχου;			
19	Υπάρχουν επιπτώσεις ακραίων συνθηκών θερμοκρασίας / υγρασίας εκλύσεων από τις διεργασίες στα όργανα ελέγχου; Τι είδους;			
20	Υπάρχουν γραμμές νερού, ψεκαστήρες ή άλλος τρόπος με τον οποίο θα μπορούσε να προκληθεί βλάβη σε ευαίσθητα όργανα ελέγχου εάν καταβρεχτούν;			
21	Υπάρχουν όργανα που περιέχουν υγρά ασύμβατα με τις ουσίες των διεργασιών με τις οποίες θα μπορούσαν να αντιδράσουν;			
22	Τα όργανα ελέγχου είναι κατάλληλα σχεδιασμένα, μονωμένα, γειωμένα και τοποθετημένα για τις συνθήκες του περιβάλλοντος στο οποίο θα λειτουργήσουν; Πληρούν τις ηλεκτρολογικές προδιαγραφές του περιβάλλοντος χώρου;			
23	Η γείωση των οργάνων είναι συντεταγμένη με την καθοδική προστασία σωληνώσεων, δεξαμενών και δομικών στοιχείων της μονάδας;			
24	Υπάρχει συμβατότητα μεταξύ παλαιών και νέων οργάνων σε περιπτώσεις αναβάθμισης ή αντικατάστασης μέρους ή του συνόλου του συστήματος;			

I. Ηλεκτρική ισχύς

A/A	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Υπάρχει ηλεκτρολογική κατηγοριοποίηση των διαφόρων χώρων εργασίας; Ποια χαρακτηριστικά των διεργασιών επηρεάζουν την κατηγοριοποίηση; Όλες οι συσκευές που βρίσκονται σε μια περιοχή πληρούν τις προδιαγραφές; Πώς γίνεται ο έλεγχος;			
2	Ο δευτερεύων ηλεκτρολογικός εξοπλισμός είναι τοποθετημένος σε ασφαλή σημεία (μακριά από επικίνδυνα υλικά και προστατευμένα από πλημμύρες);			
3	Τα ασφαλιστικά που χρησιμοποιούν ηλεκτρικά στοιχεία καθώς και οι συσκευές άμεσης παύσης λειτουργίας έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε εάν πάθουν κάποια βλάβη να παραμένουν σε «ασφαλή θέση»;			
4	Σφάλματα σε κάποιο σημείο της μονάδας επηρεάζουν άλλα εξαρτήματα της μονάδας; Με ποιο τρόπο;			
5	Προστατεύονται τα διάφορα ηλεκτρολογικά εξαρτήματα από αυξομειώσεις της τάσης του ρεύματος; Με ποιο τρόπο;			
6	Τα εφεδρικά συστήματα χρησιμοποιούν διαφορετική παροχή ισχύος;			
7	Υπάρχει παροχή ενέργειας εκτάκτου ανάγκης για κρίσιμες καταστάσεις;			
8	Το σύστημα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας και η φυσική διάταξη των αγωγών στο χώρο εργασίας είναι εύκολα κατανοητά;			
9	Υπάρχουν ηλεκτρολογικά όργανα ελέγχου των μηχανημάτων διεργασιών;			
10	Υπάρχουν μηχανισμοί για υπερφόρτιση / βραχυκύκλωμα;			
11	Ο έλεγχος των συστημάτων άμεσης γενικής διακοπής γίνεται με πλήρες φορτίο;			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
12	Τα μηχανήματα είναι γειωμένα (προστασία κατά τη συσσώρευση ηλεκτροστατικών φορτίων) κατά τη διάρκεια φόρτωσης / εκφόρτωσης;			
13	Υπάρχουν μηχανήματα τα οποία θα μπορούσαν να τεθούν εκτός λειτουργίας (για συντήρηση / επισκευή / έλεγχο) χωρίς να διακοπεί η μονάδα παραγωγής;			
14	Οι σωληνώσεις ηλεκτρικών καλωδίων είναι προστατευμένες από συγκεντρώσεις εύφλεκτων ατμών;			

Κ. Διάφορα

A/A	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Υπάρχουν ειδικά αεροστεγή σφραγίσματα για περιπτώσεις ακραίων συνθηκών λειτουργίας (τοξικά, διαβρωτικά, υψηλή / χαμηλή θερμοκρασία κ.λπ.);			
2	Γίνεται έλεγχος και ανάλυση των ταλαντώσεων / δονήσεων των μηχανημάτων με σκοπό τον εντοπισμό πιθανής βλάβης;			
3	Υπάρχει τρόπος να προβλεφθεί βλάβη μέσω της ανάλυσης ταλαντώσεων / δονήσεων με χρήση ειδικών αισθητήρων σε μηχανήματα όπως: συμπιεστές, αντλίες, μωτέρ, ανεμιστήρες κ.λπ.;			
4	Τα μηχανικά φορτία που εφαρμόζονται στα μηχανήματα είναι μέσα στα όρια υπολογίζοντας: θερμικές διαστολές, βάρος σωληνώσεων, υπερπλήρωση των δεξαμενών, φορτία ανέμου ή συσσώρευσης νερού / χιονιού;			
5	Τα θεμέλια που υποστηρίζουν κατασκευές είναι κατάλληλα λαμβάνοντας υπόψη: το βάρος των δοχείων με το περιεχόμενο, μετακινήσεις γης, φορτία ανέμου ή συσσώρευση νερού / χιονιού;			
6	Σε περιπτώσεις χρήσης εξαρτημάτων από γυαλί, υπάρχει τρόπος αντικατάστασης με λιγότερο εύθραυστο υλικό αλλά ανθεκτικό υλικό;			
7	Η χρήση γυαλιού γίνεται μόνο σε σημεία που κρίνεται απολύτως απαραίτητο;			
8	Γίνονται τακτικά έλεγχοι για τυχόν ρωγμές, βλάβες σε τέτοιου είδους εξαρτήματα;			
9	Λαμβάνονται για αποφυγή συσσώρευσης στατικού ηλεκτρισμού και πρόκλησης σπινθήρων; Τι είδους;			

A/A	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
10	<p>Ο εξοπλισμός και οι σωληνώσεις προστατεύονται από τη διάβρωση με:</p> <ul style="list-style-type: none"> • χρήση υλικών ανθεκτικών στη διάβρωση • καθοδική προστασία • επικαλύψεις χρώματος ή άλλου προστατευτικού υλικού; 			
11	<p>Θα μπορούσαν να προκαλέσουν καταστροφή των σωληνώσεων / εξοπλισμού:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ρωγμές • θερμικό φορτίο • εξωτερική κρούση; 			
12	Υπάρχουν προστατευτικά όταν οι εγκαταστάσεις είναι κοντά σε δρόμους / κοινό-χρηστους χώρους;			
13	Σε σωληνώσεις που βρίσκονται σε ύψος, υπάρχει προστασία για αποφυγή κρούσης με γερανό;			
14	Τα μηχανήματα και τα εξαρτήματα πληρούν τις προδιαγραφές που τίθενται από τη νομοθεσία και τους εθνικούς και διεθνείς κανονισμούς;			
15	Πραγματοποιούνται έλεγχοι στα μηχανήματα πριν την έναρξη λειτουργίας τους σε παραγωγική βάση, με σκοπό τον εντοπισμό βλαβών στην κατασκευή, από τη μεταφορά, κατά την τοποθέτηση κ.λπ.; Τι είδους;			
16	Πραγματοποιούνται έλεγχοι περιοδικά με σκοπό την εξασφάλιση της καλής λειτουργίας στο μέλλον; Τι είδους;			

Π.1.3. Λειτουργίες

A/A	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Μπορεί ανθρώπινα σφάλματα να έχουν καταστροφικές συνέπειες; Τι είδους;			
2	Έχει γίνει σαφής προσδιορισμός των κρίσιμων ενεργειών που καλείται να εκτελέσει ο χειριστής; Ο χειριστής είναι ικανός (βάση σωματικών προσόντων αλλά και απαιτούμενης γνώσης) να εκτελέσει τις ενέργειες αυτές;			
3	Υπάρχουν σαφείς οδηγίες / διαδικασίες διαθέσιμες προς το χειριστή για την εκτέλεση ενεργειών: <ul style="list-style-type: none"> ● ρουτίνας ● εκκίνησης ● διακοπής ● εκτάκτου ανάγκης και δυσλειτουργιών; Είναι οι οδηγίες αυτές σε μορφή εύκολα κατανοητή (φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λπ.) και σε μορφή ενεργειών βήμα προς βήμα;			
4	Γίνεται ενημέρωση των διαδικασιών; Με ποιο τρόπο; Λαμβάνει μέρος ο χειριστής στην αναθεώρηση των διαδικασιών;			
5	Υπάρχουν παράμετροι στις διαδικασίες ή τα μηχανήματα που έχουν αλλάξει χωρίς να έχουν ενημερωθεί και εκπαιδευτεί κατάλληλα οι χειριστές;			
6	Πραγματοποιείται κατάλληλη εκπαίδευση νέου και έμπειρου προσωπικού; Με ποιο τρόπο;			
7	Υπάρχει διαρκής εκπαίδευση του προσωπικού όσον αφορά διαδικασίες εκτάκτου ανάγκης, συμπεριλαμβανομένων και ασκήσεων ετοιμότητας;			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
8	<p>Αποδεικνύεται η γνώση ενός χειριστή πριν του επιτραπεί να εργάζεται αυτόνομα; Με ποιο τρόπο;</p> <p>Υπάρχει σύστημα αξιολόγησης και ελέγχου;</p>			
9	<p>Γίνεται χρήση λιστών ελέγχου για κρίσιμες διαδικασίες;</p>			
10	<p>Οι συνηθείς πρακτικές των χειριστών συμβαδίζουν με τις γραπτές οδηγίες; Διευθετούνται τυχόν διαφορές; Με ποιο τρόπο;</p> <p>Υπάρχει εξουσιοδότηση για αλλαγές και παρεκκλίσεις από τις γραπτές οδηγίες; Τι είδους;</p> <p>Χρειάζεται επανεξέταση των θεμάτων ασφαλείας μετά από τέτοιου είδους αλλαγές;</p>			
11	<p>Είναι επαρκής η γνώση των χειριστών πάνω σε θέματα χημείας της διεργασίας και των πιθανών ανεπιθύμητων αντιδράσεων;</p>			
12	<p>Οι γραπτές οδηγίες καθορίζουν όρια ασφαλούς λειτουργίας για όλες τις διεργασίες και όλα τα υλικά που χρησιμοποιούνται;</p>			
13	<p>Υπάρχουν παράμετροι των διεργασιών θα μπορούσαν να φτάσουν τα όρια ασφαλείας; Τι είδους;</p> <p>Μπορούν να γίνουν αντιληπτές από τους χειριστές πριν προκληθεί κάποια βλάβη; Υπάρχουν αυτόματα συστήματα εντοπισμού αυτών;</p>			
14	<p>Υπάρχουν διεργασίες ή διαδικασίες πρέπει να ελέγχονται από εξειδικευμένο προσωπικό (μηχανικούς, τεχνικά εκπαιδευμένο προσωπικό κ.λπ.); Τι είδους;</p>			
15	<p>Είναι όλα τα σημαντικά μηχανήματα και ο εξοπλισμός (δοχεία, σωλήνες, βαλβίδες, όργανα ελέγχου κ.λπ.) διακριτά και ευκρινώς σηματοδοτημένα με όνομα, αριθμό και περιεχόμενο;</p> <p>Διασφαλίζεται η ενημέρωση της σηματοδότησης αυτής; Με ποιο τρόπο;</p>			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
16	Υπάρχουν ειδικές διαδικασίες καθαρισμού, αδρανοποίησης, αποστράγγισης, που πρέπει να εκτελεστούν πριν την εκκίνηση της λειτουργίας μιας μονάδας; Διασφαλίζεται ότι εκτελέστηκαν οι διαδικασίες αυτές; Με ποιο τρόπο;			
17	<p>Αντιμετωπίζονται κατάλληλα οι βλάβες σε λειτουργικά συστήματα;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Υπάρχει γενικευμένο πλάνο αντίδρασης; • Υπάρχουν προτεραιότητες ορισμένες, όσον αφορά στη λειτουργία συγκεκριμένων κρίσιμων μονάδων ή τμημάτων της εγκατάστασης; • Υπάρχουν εφεδρικά συστήματα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας (γεννήτριες πετρελαίου, φυσικού αερίου); • Μπορεί να γίνει παραγωγή ατμού χωρίς χρήση ηλεκτρικής ενέργειας; • Υπάρχουν λέβητες που λειτουργούν χωρίς χρήση ηλεκτρικής ενέργειας; 			
18	Υπάρχουν διεργασίες οι οποίες να είναι δύσκολο να ελεγχθούν (π.χ. περιορισμένος χρόνος αντίδρασης σε περίπτωση δυσλειτουργίας);			
19	Έχουν υπάρξει «παρ' ολίγον ατυχήματα»; Γίνεται καταγραφή αυτών;			
20	Υπάρχουν αυτόματα μηχανήματα που να λειτουργούν χωρίς επίβλεψη; Ακολουθούνται κατάλληλες ενέργειες σε περίπτωση συναγερμού / βλάβης; Τι είδους;			
21	Εκτελούνται εργασίες φόρτωσης και εκφόρτωσης; Λαμβάνονται μέτρα ασφάλειας; Τι είδους;			
22	Υπάρχουν τα κατάλληλα μέσα ενδοεπικοινωνίας (τηλέφωνα, ηχο-φωτεινά σήματα, κ.λπ.);			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
23	<p>Αντιμετωπίζεται το πρόβλημα κόπωσης των εργαζομένων και το θέμα των αλλαγών βάρδιας;</p> <p>Υπάρχει πρόβλεψη για εκ περιτροπής κυκλική εναλλαγή στις βάρδιες;</p> <p>Εφαρμόζεται το ωράριο και το μέγιστο όριο υπερωρίας;</p>			
24	<p>Υπάρχει ικανός αριθμός εργαζομένων σε κάθε βάρδια για να εκτελεσθούν οι αναγκαίες εργασίες ρουτίνας αλλά και να αντιμετωπισθούν τυχόν καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης;</p>			

Π.1.4. Συντήρηση

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	<p>Υπάρχουν διαθέσιμες γραπτές διαδικασίες για τα παρακάτω:</p> <ul style="list-style-type: none"> • θερμές εργασίες • άνοιγμα γραμμών παραγωγής • είσοδο σε κλειστό χώρο ή δοχείο • εργασία σε ανδρανοποιημένη ατμόσφαιρα • κλείσιμο / σήμανση χώρων • εργασίες σε ενεργοποιημένο ηλεκτρολογικό εξοπλισμό • έλεγχος με χρήση πεπεσμένων αερίων • χρήση αναπνευστικών συσκευών με εξωτερική μονάδα παροχής αέρα • αφαίρεση εξαρτημάτων ανακούφισης πίεσης από εξοπλισμό που βρίσκεται σε λειτουργία • εκκαφές με ή χωρίς μηχανικά εργαλεία / μηχανήματα • χρήση γερανών και μεταφορά βαρέων φορτίων • εργασίες εργολάβων • είσοδος σε μονάδες σε λειτουργία; 			
2	<p>Ποιες από τις παρακάτω διαδικασίες κρίνονται απαραίτητες σε εργασίες με γερανούς / μεταφορά βαρέων φορτίων στη μονάδα:</p> <ul style="list-style-type: none"> • άδεια χειριστή μηχανήματος • πρόσφατη άδεια ελέγχου καλής λειτουργίας του μηχανήματος και των εξαρτημάτων του (συρματόσχοινα, άγκιστρα κ.λπ.) • έλεγχος για υπόγεια κενά ή σωληνώσεις πριν τοποθετηθεί το μηχανήμα ανύψωσης; 			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
3	<p>Είναι αναγκαίο το πλήρες κλείσιμο μιας μονάδας προκειμένου να γίνει με ασφάλεια η επισκευή ενός μηχανήματος;</p> <p>Υπάρχει μέριμνα για διακοπή όλων των γραμμών παροχής προς το μηχανήμα αυτό;</p> <p>Λαμβάνονται άλλα μέτρα για την προστασία των εργαζομένων της μονάδας συντήρησης;</p>			
4	<p>Πόσο συχνά καθαρίζεται μια εγκατάσταση;</p> <p>Ποια χημικά και εξοπλισμός χρησιμοποιείται για το σκοπό αυτό;</p> <p>Υπάρχουν κατάλληλες θυρίδες εισόδου για το προσωπικό και τον εξοπλισμό;</p>			
5	<p>Υπάρχει πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης; Κρίνεται ικανό έτσι ώστε να βεβαιώνει την αξιοπιστία κρίσιμων τμημάτων του εξοπλισμού;</p> <p>Χρειάζεται έλεγχος δονήσεων / ταλαντώσεων;</p> <p>Οι βαλβίδες, αναδευτήρες κ.λπ. χρειάζονται τακτική λίπανση;</p> <p>Πρέπει να ελέγχονται η στάθμη του λαδιού και τυχόν διαρροές;</p> <p>Κάθε πότε πρέπει να αλλάζονται τα λιπαντικά;</p> <p>Πρέπει να γίνεται έλεγχος των συστημάτων ψεκασμού;</p>			
6	<p>Ποιοι κίνδυνοι είναι συνδεδεμένοι με εργασίες συντήρησης ρουτίνας;</p>			
7	<p>Στις πλατφόρμες υπάρχει ικανός χώρος για εκτέλεση συντήρησης στα διάφορα μηχάνηματα;</p>			
8	<p>Υπολογίστε τις συνέπειες από βλάβη σε κάθε μηχανήμα της εγκατάστασης εν ώρα λειτουργίας. Είναι δυνατή η ασφαλής; απομόνωση, παράκαμψη, άδειαση, καθαρισμός ή επισκευή του μηχανήματος;</p>			
9	<p>Σε περίπτωση απομόνωσης ενός μηχανήματος πώς αντιμετωπίζεται η υπερπίεση που πιθανό να δημιουργηθεί σε κάποιο σημείο πριν τη διακοπή;</p>			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
10	Υπάρχουν διαθέσιμα ανταλλακτικά εξαρτήματα του εξοπλισμού ή και μηχανημάτων σε κρίσιμα σημεία των μονάδων; Υπάρχουν μηχανήματα ή εξαρτήματα αυτών που απαιτούν μεγάλο χρονικό διάστημα για την αντικατάστασή τους;			
11	Γίνεται έλεγχος στα υλικά επισκευής / ανταλλακτικά εξαρτήματα έτσι ώστε να πληρούν όλες τις προδιαγραφές;			
12	Υπάρχουν διαθέσιμα όλα τα κατάλληλα εργαλεία για την εκτέλεση της συντήρησης; Απαιτείται χρήση ειδικών εργαλείων για την εκτέλεση μιας εργασίας γρηγορότερα, ευκολότερα και ασφαλέστερα;			
13	Υπάρχει ειδικός χώρος φύλαξης των εργαλείων και των εξαρτημάτων συντήρησης;			
14	Σε ποιους κινδύνους είναι εκτεθειμένοι οι εργαζόμενοι της ομάδας συντήρησης από γεινιάζουσες μονάδες <ul style="list-style-type: none"> • καυσσέρια και εξόδους αεραγωγών, γενικότερα • ανακούφιση πίεσης • διαρροές / υπερχειλίσεις • φωτιά και έκρηξη; 			

Π.1.5. Ασφάλεια προσωπικού

Α. Κτήρια και κατασκευές

A/A	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Ποια είναι τα πρότυπα βάσει των οποίων κατασκευάζονται κλιμακοστάσια, πλατφόρμες, ράμπες και σταθερές σκάλες; Υπάρχει κατάλληλος φωτισμός;			
2	Υπάρχει ικανός αριθμός εξόδων διαφυγής από όλες τις θέσεις εργασίας (μονάδες παραγωγής, εργαστήρια, γραφεία κ.λπ.);			
3	Υπάρχει κατάλληλη σήμανση και προστασία για τα άτομα που τις χρησιμοποιούν;			
4	Υπάρχει κίνδυνος να μπλοκαριστούν από αποθηκευμένα υλικά, μηχανήματα κ.λπ.;			
5	Οι χαλύβδινες κατασκευές είναι μονωμένες;			
6	Σε μονάδες που υπάρχει κίνδυνος από φωτιά ή έκρηξη, οι αίθουσες ελέγχου της εγκατάστασης βρίσκονται μακριά σε χωριστές κατασκευές; Εάν όχι είναι η κατασκευή του κτηρίου ανθεκτική και με τζάμια ασφαλείας;			
7	Οι αίθουσες ελέγχου παρέχουν ασφάλεια σε περίπτωση φωτιάς, έκρηξης, διαρροής τοξικών; Υπάρχει ικανός αριθμός αυτόνομων αναπνευστικών συσκευών για κάθε εργαζόμενο;			
8	Υπάρχει σχέδιο διαφυγής σε περίπτωση εκτάκτου ανάγκης;			

Β. Περιοχές εργασίας

A/A	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Υπάρχει μέριμνα για ασφαλή αποθήκευση και διάθεση εύφλεκτων ουσιών;			
2	<p>Οι κύριοι κίνδυνοι φωτιάς και έκρηξης προέρχονται από:</p> <ul style="list-style-type: none"> • συνθήκες διεργασίας • εύφλεκτα υλικά κοντά σε μηχανήματα που εκτελούν θερμές εργασίες • διαρροή / υπερχείλιση εύφλεκτων / εκρηκτικών ουσιών • συσσώρευση εύφλεκτων / εκρηκτικών ουσιών σε λεκάνες απορροής (σκόνες, λάδια, απόβλητα κ.λπ.) • καθαριστικούς διαλύτες • ιοχυρά οξειδωτικά • πηγές φλόγας (ανοιχτή φλόγα, συγκόλληση, αντιτάσεις, σπινθήρες από στατικό ηλεκτρισμό κ.λπ.); 			
3	<p>Εκτίθενται οι εργαζόμενοι σε χημικούς κινδύνους;</p> <p>Υπάρχουν:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ασφυξιογόνα • ερεθιστικά • δηλητήρια • καρκινογόνα • τερατογόνα • μεταλλαξιογόνα; <p>Αντιμετωπίζονται οι κίνδυνοι αυτοί (πρώτες ύλες, ενδιάμεσα και τελικά προϊόντα, καυσάεργα, απόβλητα κ.λπ.); Με ποιο τρόπο;</p>			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
4	<p>Στις εργασίες που μπορεί οι εργαζόμενοι να εκτεθούν σε χημικούς κινδύνους, χρειάζεται η λήψη ειδικών μέτρων προστασίας (π.χ. ειδικός αερισμός);</p> <ul style="list-style-type: none"> • σημείο συλλογής δειγμάτων • εργασίες μέτρησης στάθμης δεξαμενών / δοχείων κ.λπ. • προσθήκη ουσιών σε μια διεργασία • πακετάρισμα προϊόντων • φόρτωση / εκφόρτωση οχημάτων / πλοίων / δεξαμενών • καθαρισμό φίλτρων ή εξαρτημάτων • άδειασμα / αδρανοποίηση σωλήνων / δεξαμενών • απόρριψη αποβλήτων 			
5	<p>Οι εργαζόμενοι έχουν ενημερωθεί για τους κινδύνους που διατρέχουν από τη χρήση των υλικών; Είναι διαθέσιμα τα MSDS για όλα τα υλικά που χρησιμοποιούνται;</p>			
6	<p>Υπάρχει κατάλληλη επισήμανση των κινδύνων στα υλικά που χρησιμοποιούνται;</p>			
7	<p>Η ομάδα ιατρικής παρακολούθησης (γιατρός εργασίας, νοσηλεύτης/τρια επαγγελματικής υγείας κ.λπ.) είναι ενημερωμένη για τις ουσίες που χρησιμοποιούνται και είναι εφοδιασμένη με την κατάλληλη αγωγή για κάθε περίπτωση;</p>			
8	<p>Οι διεργασίες μπορούν να βελτιωθούν έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος έκθεσης σε τοξικά;</p>			
9	<p>Υπάρχει κατάλληλος αερισμός για απαγωγή επικίνδυνων αερίων, ατμών κ.λπ.; Οι εισαγωγή αέρα γίνεται από σημείο μακριά από πηγές μόλυνσης;</p>			
10	<p>Υπάρχουν σημεία κλειστά ή μερικώς κλειστά στην εγκατάσταση όπου θα μπορούσε να εγκλωβιστεί αδρανές αέριο και να προκαλέσει ασφυξία στους εργαζόμενους;</p>			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
11	Υπάρχει ξεκάθαρη / ευδιάκριτη σήμανση στις σωληνώσεις και τα εξαρτήματα των λειτουργικών παροχών (νερό, ατμός, γκάζι, πεπιεσμένος αέρας, άζωτο κ.λπ.);			
12	Υπάρχει ανάγκη χρήσης συσκευών ελέγχου του αέρα ή ιατρική παρακολούθηση για μόλυνση από βιολογικούς, χημικούς ή ραδιενεργούς παράγοντες; Συνέχεια ή περιοδικά;			
13	<p>Ποια από τα παρακάτω μέσα ατομικής προστασίας πρέπει να παρέχονται:</p> <ul style="list-style-type: none"> • προστασία κεφαλής (κράνη) • προστασία ματιών / προσώπου (γυαλιά, προσωπίδες, κάσκες ολοκλήρου κεφαλής) • προστασία ακοής (ακουστικά) • προστασία αναπνοής (φίλτρα, αναπνευστικές συσκευές) • προστασία δέρματος / σώματος (φόρμες για χημικά, απλές εργασίας) • προστασία χεριών (γάντια) • προστασία καρπών (επαναλαμβανόμενες κινήσεις) • προστασία μέσης (χειρωνακτική ανύψωση φορτίων) • προστασία δακτύλων (υποδήματα με λάμα); 			
14	<p>Τα μέσα ατομικής προστασίας είναι διαθέσιμα:</p> <ul style="list-style-type: none"> • σε φυσιολογικές συνθήκες λειτουργίας • σε περιπτώσεις δυσλειτουργιών • σε περιπτώσεις μικρών διαρροών • σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης; 			
15	Υπάρχουν διαθέσιμοι πλύντες ματιών και ντουζιέρες καταιονισμού;			
16	Σε περιπτώσεις έκθεσης σε κάποιο παράγοντα, ποια μέτρα πρώτων βοηθειών λαμβάνονται;			
17	Υπάρχει κίνδυνος οι εργαζόμενοι να μεταφέρουν εκτός των χώρων εργασίας τους μολυσματικούς παράγοντες (π.χ. στα ρούχα);			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
18	<p>Οι κύριοι κίνδυνοι από χρήση υψηλής πίεσης προέρχονται από:</p> <ul style="list-style-type: none"> • εργαλεία πιεσιμένου αέρα • διαρροές σε γραμμές υψηλής πίεσης (αερίων, ατμού) • εκτονώσεις από σημεία ανακούφισης πίεσης • εκτινασόμενα σωματίδια • υδραυλικά εργαλεία • θραύση δοχείων ή εξαρτημάτων υπό πίεση • συστήματα παραγωγής κενού; 			
19	<p>Τα σημεία που γίνονται εκτονώσεις αερίων είναι σε σημεία που δε θα μπορούσαν να προκαλέσουν ατύχημα; Είναι τοποθετημένα ψηλότερα από το υψηλότερο πιθανό σημείο που υπάρχει υγρό;</p>			
20	<p>Σε ποια από τα παρακάτω σημεία μπορεί οι εργαζόμενοι να εκτεθούν σε κίνδυνο λόγω υψηλών / χαμηλών θερμοκρασιών:</p> <ul style="list-style-type: none"> • θερμές επιφάνειες • εξαγωγή θερμών αερίων • εκτόνωση ατμών / συμπυκνωμένων αερίων • εκτόνωση ψυχρών υγρών / αερίων • κρυογονικές επιφάνειες • ακραίες φυσικές συνθήκες; <p>Πώς αυτό αντιμετωπίζεται;</p>			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
21	<p>Σε ποια από τα παρακάτω σημεία μπορεί οι εργαζόμενοι να εκτεθούν σε μηχανικούς κινδύνους;</p> <ul style="list-style-type: none"> • κοφτερές ακμές • εμπόδια (κρούση κεφαλής ή πρόκληση ανατροπής) • ολισθηρές επιφάνειες • πτώση / τουμπάρισμα βαρέων φορτίων • πτώση από ύψος λόγω έλλειψης προστατευτικών κιγκλιδοματών • εγκλωβισμός άνω /κάτω άκρων λόγω έλλειψης προφυλακτιήρων σε επικίνδυνα σημεία (γρανάζια, αλυσίδες, μάντες, κινούμενα μέρη κ.λπ.) • θραύση σωληνώσεων / καλωδίων; <p>Αντιμετωπίζονται οι κίνδυνοι αυτοί; Με ποιο τρόπο;</p>			
22	Υπάρχουν κουμπιά άμεσης παύσης λειτουργίας για όλα τα μηχανήματα; Τα μηχανήματα σταματούν αμέσως;			
23	Οι διάδρομοι κυκλοφορίας είναι ελεύθεροι από καλώδια / σωληνώσεις ή άλλα εμπόδια (μόνιμα ή προσωρινά);			
24	Τα συστήματα ανύψωσης φορτίων πληρούν τις προδιαγραφές που ορίζει η νομοθεσία (γάντζοι ασφαλείας, μηχανισμοί έναντι σε υπερφόρτωση, ηχοφωτεινά σήματα κ.λπ.);			
25	Υπάρχει πρόβλεψη για συναγερμό σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης ιατρικής βοήθειας; Τι είδους;			
26	Γίνονται προσπάθειες για διακίνηση και διαχείριση των υλικών περισσότερο με μηχανικά μέσα και λιγότερο χειρωνακτικά;			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
27	<p>Σε ποια σημεία μπορεί οι εργαζόμενοι να εκτεθούν σε κινδύνους από δονήσεις:</p> <ul style="list-style-type: none"> • δονούμενα εργαλεία χείρς ή εξοπλισμός • δονήσεις της δομικής κατασκευής • ακουστικές δονήσεις • υψηλά επίπεδα θορύβου; <p>Πώς αντιμετωπίζονται;</p>			
28	<p>Σε ποια σημεία μπορεί οι εργαζόμενοι να εκτεθούν σε ηλεκτρικούς κινδύνους και πως αντιμετωπίζονται;</p>			
29	<p>Σε ποια σημεία μπορεί οι εργαζόμενοι να εκτεθούν σε κινδύνους από τις παρακάτω ακτινοβολίες:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ιονίζουσα ακτινοβολία • υπέρυθρη ακτινοβολία • φως υψηλής έντασης • υπεριώδης ακτινοβολία • μικροκύματα • ακτίνες laser • ισχυρά μαγνητικά πεδία <p>Πώς αντιμετωπίζονται;</p>			
30	<p>Υπάρχουν τουλάχιστον δύο έξοδοι διαφυγής για κάθε επικίνδυνη περιοχή εργασίας;</p>			
31	<p>Πώς κρίνεται το σύστημα φωτισμού κατά τη διάρκεια:</p> <ul style="list-style-type: none"> • φυσιολογικής λειτουργίας της εγκατάστασης • σε εργασίες συντήρησης • σε περίπτωση γενικής διακοπής λειτουργίας της εγκατάστασης και γενικής διακοπής ρεύματος • σε περίπτωση εκτάκτου ανάγκης (φωτιά / έκρηξη κ.λπ.); 			

Γ. Περιβάλλον χώρος

A/A	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Οι εργασίες φόρτωσης /εκφόρτωσης υλικών στους εξωτερικούς χώρους εργασίας παρακολουθούνται συνεχώς από υπεύθυνο άτομο;			
2	Ο φωτισμός των χώρων είναι επαρκής;			
3	Οι οδοί εργασίας είναι κατασκευασμένοι με τέτοιο τρόπο ώστε να κινούνται με ασφάλεια οι πεζοί, τα οχήματα εργασίας αλλά και τα οχήματα εκτάκτου ανάγκης;			
4	Τα οχήματα με εύφλεκτα φορτία γειώνονται κατάλληλα;			
5	Οι εργαζόμενοι που βρίσκονται σε ύψος προστατεύονται από πτώσεις;			
6	Υπάρχει πρόβλεψη για ασφαλή πρόσβαση και μετακίνηση εργαζομένων σε σημεία όπως κορυφές δεξαμενών;			

Π.1.6. Πυροπροστασία

A/A	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	<p>Μπορεί να δημιουργηθούν εκρηκτικά μίγματα μέσα σε κάποιο μηχανήμα / τμήμα του εξοπλισμού:</p> <ul style="list-style-type: none"> • σε φυσιολογικές συνθήκες λειτουργίας • λόγω δυσλειτουργίας στο σύστημα • λόγω απώλειας / επιμόλυνσης του αερίου αδρανοποίησης • λόγω μετακίνησης υγρών μέσα / έξω από τη δεξαμενή • λόγω ύπαρξης σκόνης • λόγω λανθασμένων χειρισμών (εκκίνησης, τερματισμού, επανεκκίνησης κ.λπ.) • λόγω διαρροής και συσσώρευσης διαλυμένου / χημικά δεσμευμένου οξυγόνου • λόγω συμπύκνωσης στους αγωγούς; 			
2	Τι ποσό εύφλεκτων ουσιών βρίσκεται αποθηκευμένο στα διάφορα τμήματα του εξοπλισμού; Γίνεται προσπάθεια το ποσοστό αυτό να κρατηθεί σε ένα ελάχιστο επίπεδο;			
3	Έχει υπάρξει μέρμινα έτσι ώστε οι μεγάλες αποθηκευτικές δεξαμενές να είναι μακριά από μηχανήματα / διεργασίες για μεγαλύτερη ασφάλεια σε περίπτωση πυρκαγιάς;			
4	Οι δεξαμενές υγρών βρίσκονται κοντά στο έδαφος;			
5	Υπάρχουν εκρηκτικά υλικά; Τι είδους; Προστατεύονται από πηγές φλόγας; Με ποιο τρόπο;			
6	Υπάρχουν τοίχοι / πόρτες πυρασφάλειας που να προστατεύουν και διαχωρίζουν: <ul style="list-style-type: none"> • κρίσιμο εξοπλισμό • διεργασίες μεγάλης επικινδυνότητας • σημαντικές / κομβικές μονάδες απαραίτητες για τη συνέχιση της λειτουργίας της εγκατάστασης; 			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
7	Μπορούν όλες οι γραμμές παροχής και λειτουργίες (ιδιαίτερα αυτές που περιέχουν εύφλεκτα υγρά ή ατμό υψηλής πίεσης) να απομονωθούν ακόμη και όταν η μονάδα λειτουργεί με εφεδρικά συστήματα παροχής ενέργειας;			
8	Υπάρχουν πηγές φλόγας (μηχανικές πηγές, ηλεκτροστατικά κ.λπ.); Εφαρμόζεται αυστηρά η απαγόρευση καπνίσματος εκτός από τους ειδικά διαμορφωμένους χώρους;			
9	Υπάρχει μόνωση σε όλα τα εξαρτήματα / μηχανήματα που έχουν θερμά εξωτερικά μέρη;			
10	Σε εύφλεκτες ουσίες που χρησιμοποιούνται σε κλειστούς χώρους γίνεται προσθήκη ουσιών με ιδιαίτερη οσμή έτσι ώστε να γίνεται εύκολα αντιληπτή κάποια διαρροή;			
11	Οι κλειστές ή καλυμμένες περιοχές έχουν κατάλληλο αερισμό για να αποφεύγεται η πιθανή συσσώρευση εύφλεκτων αερίων; Τα σημεία αερισμού είναι τοποθετημένα χαμηλά / ψηλά ανάλογα με την πυκνότητα του αερίου για το οποίο προορίζονται;			
12	Οι δεξαμενές, τα κτίρια και ο εξοπλισμός είναι προστατευμένα από κεραυνούς;			
13	Υπάρχουν φλογοπαγίδες, αντιεκρηκτικά εξαρτήματα σε σημεία που κρίνεται απαραίτητο (π.χ. αεραγωγούς δεξαμενών); Είναι κατάλληλα για τις συνθήκες που επικρατούν; Πότε έγινε ο τελευταίος έλεγχος καλής λειτουργίας τους;			
14	Ποιες προφυλάξεις λαμβάνονται για κινδύνους από σκόνη; Στους αγωγούς υπάρχουν θυρίδες απορρόφησης της ενέργειας έκρηξης;			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
15	<p>Πώς γίνεται αντιληπτή μια φωτιά (π.χ. αισθητήρες καπνού, θέρμανσης, αερίων κ.λπ.);</p> <p>Υπάρχουν σειρήνες σε κατάλληλα σημεία του χώρου εργασίας;</p> <p>Μπορεί κάποιος να αντιληφθεί από τον ήχο των σειρήνων το λόγο του συναγερμού και το σημείο που υπάρχει το πρόβλημα;</p>			
16	<p>Υπάρχουν καταγεγραμμένες τεχνικές κατάσβεσης φωτιάς για όλα τα υλικά που χρησιμοποιούνται;</p> <p>Τα διάφορα μέσα για την κατάσβεση της φωτιάς είναι διαθέσιμα εκεί που ακριβώς χρειάζονται;</p>			
17	<p>Υπάρχουν μέσα κατάσβεσης που δεν ενδείκνυνται γιατί μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα (αντίδραση με χημικά διεργασιών, μειωμένη αποτελεσματικότητα, πρόκληση βλάβης στον εξοπλισμό κ.λπ.);</p> <p>Εάν το νερό είναι ένα από αυτά, υπάρχει κατάλληλη σήμανση;</p> <p>Υπάρχουν τέτοια μη ενδεικνύμενα μέσα στους χώρους εργασίας;</p>			
18	<p>Υπάρχει ικανός αριθμός εξοπλισμού κατάσβεσης φωτιάς;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Υπάρχει χάρτης που να υποδεικνύει ποια σημεία παροχής νερού / φορητών συσκευών / τύπο και μέγεθος συσκευής εξυπηρετούν την ευρύτερη περιοχή; • Υπάρχουν σημεία παροχής μέσα στα κτήρια; • Τι συστήματα (σταθερά ή κινητά) υπάρχουν για την κάλυψη των αποθηκευτικών χώρων και των χώρων παραγωγής; • Υπάρχουν σημεία με αυτόματα συστήματα καταιονισμού; Είναι κατάλληλα για χώρους αποθήκευσης με αντικείμενα στοιβαγμένα σε μεγάλο ύψος; • Υπάρχουν κάποια ιδιαίτερα συστήματα κατάσβεσης (CO2, Halon κ.λπ.); • Για δεξαμενές εύφλεκτων υγρών τι είδους προστασία χρησιμοποιείται; • Σε εξοπλισμό με πτητικές εύφλεκτες ουσίες γίνεται χρήση συστήματος κατακλυσμού; 			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
	<ul style="list-style-type: none"> • Τα μηχανήματα που γίνεται χρήση φλόγας είναι εφοδιασμένα με σύστημα πυροπροστασίας με ατμό [snuffing steam]; • Οι μονάδες με αντιδραστήρες κλίνης ή κλίνες απορρόφησης είναι εφοδιασμένες με συστήματα προστασίας με αδρανή αέρια ή ατμό; • Υπάρχει κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό με τον αντίστοιχο εξοπλισμό για περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης; • Τα συστήματα αποχέτευσης Υ/Α είναι εφοδιασμένα με κατάλληλα σημεία αερισμού για αποφυγή έκρηξης; 			
19	<p>Ακολουθούνται κατάλληλες διαδικασίες σε περίπτωση φωτιάς;</p> <p>Μέχρι ποιο σημείου θα πρέπει οι εργαζόμενοι στην εσωτερική μονάδα πυρόσβεσης να προσπαθήσουν να θέσουν υπό έλεγχο μια φωτιά;</p> <p>Ποιος αποφασίζει τότε θα κληθεί η πυροσβεστική;</p> <p>Πού βρίσκεται το κέντρο επιχειρήσεων εκτάκτου ανάγκης και πώς είναι πλατισωμένο από προσωπικό;</p> <p>Ποιος αποφασίζει για εκκένωση της περιοχής και ενημέρωση τοπικών / κρατικών φορέων για λήψη εκτάκτων μέτρων στην ευρύτερη περιοχή;</p> <p>Υπάρχει επαρκής εξοπλισμός για την υλοποίηση της εκκένωσης;</p> <p>Πότε χρειάστηκε να γίνει επέμβαση τελευταία φορά;</p>			
20	<p>Ποιες είναι οι δυνατότητες της εσωτερικής ομάδας πυρόσβεσης;</p> <p>Πώς απαρτίζεται η ομάδα εν ώρα κανονικής βάρδιας και εκτός βάρδιας;</p> <p>Τι εκπαίδευση έχει γίνει;</p> <p>Περιλαμβάνει και πρώτες βοήθειες;</p> <p>Ποιες διαδικασίες τηρούν οι πυροσβέστες πριν εισέλθουν σε μια μονάδα;</p> <p>Τι προστατευτικός εξοπλισμός είναι διαθέσιμος;</p> <p>Τι εξοπλισμός κατάσβεσης είναι διαθέσιμος;</p>			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
21	<p>Ποιες είναι οι ανάγκες σε νερό;</p> <p>Πόσο χρόνο μπορούν να διαρκέσουν τα αποθέματα;</p> <p>Υπάρχουν εναλλακτικές πηγές παροχής;</p> <p>Υπάρχουν εφεδρικές αντλίες παροχής νερού υπό πίεση με διαφορετικές πηγές τροφοδοσίας (ηλεκτρικές, πετρελαίου, ατμού κ.λπ.);</p> <p>Υπάρχουν ουσίες (λάσπη, πέτρες κ.λπ.) στο νερό που θα μπορούσαν να φράξουν / καταστρέψουν τον εξοπλισμό;</p> <p>Πόσο συχνά γίνεται έλεγχος καθαρότητας του συστήματος;</p>			
22	<p>Τα σημαντικά εξαρτήματα και εξοπλισμός (π.χ. αντλίες) είναι σε σημείο που να μην κινδυνεύουν από φωτιά / έκρηξη;</p>			
23	<p>Πώς προστατεύεται η εγκατάσταση από εξωτερική φωτιά;</p>			
24	<p>Κατασκευές που φέρουν φορτίο και είναι εκτεθειμένες σε πιθανή φωτιά έχουν την κατάλληλη προφύλαξη έτσι ώστε να μην υπάρχει ο κίνδυνος κατάρρευσης;</p>			
25	<p>Οι κρίσιμες βαλβίδες απομόνωσης καθώς και τα συστήματα ενεργοποίησής τους είναι ανέκτικα σε φωτιά;</p>			
26	<p>Τα συστήματα αποχέτευσης απομακρύνουν τις διαρρέουσες ουσίες μακριά από τις εγκαταστάσεις / κτήρια / αποθηκευτικούς χώρους κ.λπ.;</p> <p>Υπάρχει επαρκής όγκος για την ασφαλή απομάκρυνση του νερού μετά από κάποια πυρόσβεση;</p> <p>Υπάρχει κίνδυνος φλεγόμενες ουσίες να επιπλεύσουν σε παρακείμενες περιοχές;</p>			
27	<p>Το κέντρο επιχειρήσεων είναι προστατευμένο από φωτιά και μακριά από σημεία που μπορεί να προκληθεί έκρηξη ή φωτιά;</p>			
28	<p>Τα συστήματα πυρόσβεσης ελέγχονται περιοδικά; Γίνεται συντήρηση και άμεση επισκευή των φθαρμένων εξαρτημάτων;</p>			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
29	Υπάρχουν έλεγχοι που να απαιτούν ειδικές άδειες για χρήση του εξοπλισμού πυρόσβεσης για άλλους σκοπούς εκτός πυρόσβεσης (π.χ. ψύξη εξοπλισμού);			
30	Το σημείο συγκέντρωσης του προσωπικού σε περίπτωση εφαρμογής του σχεδίου έκτακτης ανάγκης είναι σε ασφαλές σημείο (ανάλογα με το σενάριο ατυχήματος); Αντίστοιχα, το σημείο εφαρμογής πρώτων βοηθειών;			
31	Εκπαιδεύονται οι εργαζόμενοι σε εξωτερικά συνεργεία εργολάβων στο σχέδιο έκτακτης ανάγκης; Με ποιο τρόπο;			
32	Δομβάνονται υπόψη οι ιδιαιτερότητες που αφορούν σε ευαίσθητες ομάδες προσωπικού (έγκυες γυναίκες, εργαζόμενους με κινητικά προβλήματα κ.λπ.); Με ποιο τρόπο;			
33	Προβλέπεται η χρήση προστατευτικού εξοπλισμού (π.χ. αναπνευστικές συσκευές) για τους εργαζόμενους σε περίπτωση εφαρμογής του σχεδίου έκτακτης ανάγκης;			

Π.1.7. Προστασία περιβάλλοντος

A/A	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Γίνεται χρήση χημικών που να είναι επικίνδυνα από περιβαλλοντική άποψη;			
2	Έχει γίνει λεπτομερής καταγραφή των υγρών, αέριων και στερεών αποβλήτων; Είναι επικίνδυνα για το περιβάλλον; Που και πώς απορρίπτονται; Χρειάζονται μηχανισμοί καθαρισμού (φίλτρα, μηχανικές διατάξεις κ.λπ.); Τηρούνται τα όρια που ορίζονται από τη νομοθεσία; Γίνεται προσπάθεια για ελαχιστοποίηση των αποβλήτων; Υπάρχει κίνδυνος στα απόβλητα να απορρίπτονται επικίνδυνες ουσίες όπως βαρέα μέταλλα;			
3	Τα επιφανειακά νερά από το χώρο της εγκατάστασης χρειάζονται κάποια επεξεργασία καθαρισμού; Υπάρχει κίνδυνος να μολυνθούν με διαρρέουσες ουσίες από τις μονάδες της εγκατάστασης;			
4	Γίνεται ο έλεγχος της καθαρότητας των αποβλήτων; Με ποιο τρόπο; Τι χρόνος μεσολαβεί μεταξύ ελέγχου και συναγερμού σε περίπτωση υπέρβασης των ορίων; Ελέγχονται τα παρακάτω σημεία: <ul style="list-style-type: none"> • καπνοδόχοι • σημεία αερισμού • αποχετεύσεις στο δίκτυο πόλης • αποχετεύσεις στη θάλασσα / ποτάμια • νερά επιφανείας; 			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
5	Υπάρχουν μέτρα που είναι απαραίτητα να ληφθούν προκειμένου να πληρούνται τα περιβαλλοντικά όρια και να προστατεύεται η ανθρώπινη υγεία; Υπάρχουν κάποιοι περιβαλλοντικοί περιορισμοί που θα απαγόρευαν ή περιορίζαν κάποιες διεργασίες;			
6	Οι εργασίες συντήρησης απαιτούν τη λήψη κάποιων μέτρων προκειμένου να αντιμετωπισθούν προβλήματα οσμής, μόλυνσης του αέρα ή των υδάτων;			
7	Το σύστημα δειγματοληψίας αποβλήτων είναι διαμορφωμένο κατά τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να μην υπάρχουν διαρροές προς την ατμόσφαιρα ή το περιβάλλον γενικότερα (έδαφος / ύδατα);			
8	Υπάρχουν κίνδυνοι από τα απόβλητα κατά τη διάρκεια φυσιολογικής λειτουργίας του συστήματος ή σε περίπτωση δυσλειτουργίας όσον αφορά σε: <ul style="list-style-type: none"> • αντιδράσεις εκτός ελέγχου • εύφλεκτες συγκεντρώσεις από αποχετεύσεις ή από αντιδράσεις στο αποχετευτικό δίκτυο • τοξικούς ατμούς; 			
9	Υπάρχει κίνδυνος από διαρροή στην περιοχή διεργασίας; Τι είδους; Πού θα οδηγηθεί η διαρροή; Πρέπει να λαμβάνονται ειδικά μέτρα για μηχανήματα που είναι πιθανότερο να υπάρξει διαρροή λόγω κατασκευής;			
10	Κάποιο από τα παρακάτω μέτρα αποτρέπει ή περιορίζει πιθανές διαρροές σε εργασίες φόρτωσης/ εκφόρτωσης: <ul style="list-style-type: none"> • δυνατότητα διακοπής λειτουργίας από απόσταση • ύπαρξη βαλβίδων ασφαλείας που αντιλαμβάνονται υπερχειλίσες σε συνδυασμό με αυτόματα συστήματα διακοπής λειτουργίας • εξαέρωση των δεξαμενών φόρτωσης • προστασία βυτιοφόρων από μετακίνηση 			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
	<ul style="list-style-type: none"> • έλεγχος σωληνώσεων και αντικατάσταση σε περίπτωση φθοράς • εγκατάσταση δεικτών υπερπλήρωσης με αντίστοιχο μηχανισμό προειδοποίησης (συναγερμό) ειδικά σε απομακρυσμένες δεξαμενές; 			
11	<p>Στις περιοχές αποθήκευσης υπάρχουν κατάλληλοι σε μέγεθος και κατασκευή τάφροι;</p> <p>Υπάρχουν φθορές στις τάφρους;</p> <p>Τι θα συμβεί σε περιπτώσεις υπερχειλίστας;</p>			
12	<p>Υπάρχουν ανιχνευτές τοξικών αερίων και κατάλληλα συστήματα προειδοποίησης σε περιοχές αποθήκευσης;</p> <p>Πόσο συχνά γίνεται έλεγχος καλής λειτουργίας;</p>			
13	<p>Ακολουθούνται κατάλληλες διαδικασίες σε περίπτωση διαρροής;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Μέχρι ποτου σημείου θα πρέπει οι εργαζόμενοι στην εσωτερική μονάδα πυρόσβεσης να προσηπθήσουν να θέσουν υπό έλεγχο μια διαρροή; • Υπάρχουν ειδικά εκπαιδευμένα άτομα; • Με τι κριτήρια λαμβάνεται η απόφαση για το πότε θα κληθεί η εξειδικευμένη ομάδα για καταπολέμηση της διαρροής ή αν χρειάζεται και εξωτερική βοήθεια; • Πού βρίσκεται το κέντρο επιχειρήσεων εκτάκτου ανάγκης και πώς είναι πλαισιωμένο από προσωπικό; • Με τι κριτήρια λαμβάνεται η απόφαση για εκκένωση της περιοχής και η εννημέρωση τοπικών / κρατικών φορέων για λήψη εκτάκτων μέτρων στην ευρύτερη περιοχή; • Πότε χρειάστηκε να γίνει επέμβαση τελευταία φορά; 			
14	<p>Υπάρχουν ασφαλείς διαδικασίες για ενημέρωση των ειδικών ομάδων για την επικρατούσα κατάσταση, που θα δράσουν σε περίπτωση εκτάκτου ανάγκης;</p>			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
15	Υπάρχει κατάλληλος ηχητικός συναγερμός που να ειδοποιεί για εκκένωση των χώρων εργασίας που έχουν πληγεί / της μονάδας /της εγκατάστασης;			
16	<p>Υπάρχει καταγεγραμμένο σχέδιο διαφυγής και εκκένωσης της μονάδας, της εγκατάστασης, της ευρύτερης περιοχής;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Το κλείσιμο της μονάδας και οι διεργασίες μπορούν να διακοπούν αυτόματα; • Είναι ξεκάθαρη η σήμανση στους σταθμούς συγκέντρωσης και τις οδούς διαφυγής; • Υπάρχουν κέντρα ελέγχου για τον έλεγχο της κατάστασης; • Υπάρχουν διαδικασίες για τον περιορισμό της διαρροής; • Υπάρχουν διαδικασίες για επαν-είσοδο σε πληγείσα περιοχή καθώς και για τον καθαρισμό της; • Έχει γίνει συντονισμός με τις τοπικές αρχές όσον αφορά στα πλάνα διαφυγής; • Έχουν δοκιμαστεί ποτέ τα πλάνα διαφυγής και έχει γίνει ποτέ ανασθεώρησή και βελτίωσή τους; 			
17	<p>Υπάρχουν αναρτημένες οδηγίες για άμεση διακοπή του συστήματος (εκτάκτου ανάγκης) καθώς και για οδηγίες εκκένωσης της μονάδας;</p> <p>Είναι αυτές εύκολα κατανοητές και για εργαζόμενους από εξωτερικά συνεργεία;</p> <p>Είναι πρόσφατα ενημερωμένες;</p>			
18	Υπάρχει κοντά στην εγκατάσταση (εκτός αυτής) χώροι με μεγάλη συγκέντρωση ατόμων (π.χ. νοσοκομεία, σχολεία, άλλα εργοστάσια κ.λπ.);			
19	<p>Υπάρχουν γραπτές διαδικασίες για τον περιορισμό διαρροών και τον καθαρισμό αυτών για όλα τα υλικά που χρησιμοποιούνται;</p> <p>Ακολουθούνται αυτές και μόνο αυτές οι διαδικασίες;</p> <p>Υπάρχουν τα απαραίτητα μέσα ατομικής προστασίας;</p>			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
20	Υπάρχουν μέσα απορρόφησης και καθαρισμού που απαγορεύονται (διότι είναι επικίνδυνα, αντιδρούν με τις ουσίες που θα απορροφήσουν, βλάπτουν τον εξοπλισμό κ.λπ.); Μήπως υπάρχουν τέτοια μέσα διαθέσιμα από λάθος;			
21	<p>Ποιες είναι οι δυνατότητες της ομάδας καταπολέμησης διαρροών;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Πώς απαρτίζεται η ομάδα κατά τη διάρκεια της βάρδιας και εκτός ωραρίου; • Ποιες διαδικασίες ακολουθούνται κατά την είσοδο σε μια μονάδα σε περίπτωση εκτάκτου ανάγκης; • Ποια μέσα ατομικής προστασίας χρησιμοποιούνται; Είναι κατάλληλης αντοχής (χημικά, μηχανικά, θερμικά κ.λπ.). Υπάρχει ικανός αριθμός αυτόνομων αναπνευστικών συσκευών για κάθε εργαζόμενο; • Υπάρχει εξειδικευμένος εξοπλισμός για τον περιορισμό, καθαρισμό και συλλογή της διαρροής; 			
22	Μπορεί να γίνει χειρισμός των αποβλήτων με ασφάλεια; Μπορεί να γίνει ανακύκλωση; Υπάρχουν διαδικασίες για τη σωστή διαχείριση των αποβλήτων που δεν μπορούν να καταστραφούν στην ίδια την εγκατάσταση (αποκομιδή από εξειδικευμένο φορέα);			
23	Ποιες διαδικασίες ακολουθούνται σε περιπτώσεις που το παραγόμενο προϊόν είναι εκτός προδιαγραφών;			
24	Τα άδεια δοχεία από πρώτες ύλες ή άλλα προϊόντα ανακυκλώνονται ή απορρίπτονται με ενδεδειγμένες μεθόδους;			

Π.1.8. Οργανωτικά και διοικητικά θέματα

A/A	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Προωθείται από τη διοίκηση η προσέγγιση πάσης φύσεως ενέργειας βραχυπρόθεσμα στο «η ασφάλεια πάνω απ' όλα»; Με ποιο τρόπο;			
2	Υπάρχουν σαφείς οδηγίες προς το προσωπικό να εκτελούν πάντα μια εργασία με γνώμονα την ασφάλεια, έτσι ώστε ακόμα και σε περίπτωση βλάβης / σφάλματος να βρίσκονται στην «ασφαλή περιοχή», ακόμα και όταν υπάρχει αντικρουόμενος στόχος όσον αφορά στην παραγωγή;			
3	Έχουν οριστεί από τη διεύθυνση άτομα που έχουν την εξουσιοδότηση να διακόψουν τις διεργασίες εφόσον δεν πληρούνται οι προδιαγραφές ασφαλείας;			
4	Λαμβάνονται μέτρα για τις περιπτώσεις παραβίασης των κανόνων ασφαλείας; Τι είδους;			
5	Γίνονται συχνά συζητήσεις και αναθεωρήσεις θεμάτων ασφαλείας σε συναντήσεις σε επίπεδο διοίκησης; Πραγματοποιούνται περιοδικές συναντήσεις με την Επιτροπή Υγείας και Ασφάλειας των εργαζομένων (ΕΥΑΕ), τον Τεχνικό Ασφάλειας και το Γιατρό Εργασίας;			
6	Έχουν θεσπιστεί από πλευράς διοίκησης διαδικασίες που θα πρέπει να ακολουθηθούν σε περίπτωση εκτάκτου ανάγκης σε συνεργασία με ομάδες διάσωσης, τοπικών φορέων, εργαζόμενων και κατοίκων των γύρω περιοχών;			
7	Έχουν οριστεί με σαφήνεια οι υπευθύνότητες για εργασίες λειτουργίας των μονάδων και συντήρησης αυτών; Έχουν γίνει αυτές αποδεκτές;			
8	Οι εργαζόμενοι ενθαρρύνονται στο να αναφέρουν οτιδήποτε μπορεί να οδηγήσει σε ανασφαλείς συνθήκες;			
9	Γίνεται ανάλυση σφαλμάτων χειρισμού (παρ' ολίγον ατυχήματα) από τον προϊστάμενο προς τον υφιστάμενο προκειμένου να γίνει αντιληπτός ο κίνδυνος;			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
10	<p>Υπάρχει γραπτή πολιτική της εταιρίας που να αφορά στην εκπαίδευση όλων των εργαζομένων;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Τίθενται κάποιοι στόχοι όσον αφορά θέματα ασφάλειας και πώς γίνεται έλεγχος ότι οι στόχοι επιτεύχθηκαν; • Διατηρούνται αρχεία εκπαίδευσης προσωπικού; • Πώς και πότε επβάλλεται επανεκπαίδευση; • Πώς εκπαιδεύονται εργαζόμενοι σε νέες διεργασίες / μηχανήματα / νέες αυξημένες αρμοδιότητες; • Πώς γίνεται η αποτίμηση της εκπαίδευσης; 			
11	<p>Υπάρχει κατάλληλος έλεγχος για εργασίες που αναλαμβάνονται από εξωτερικά συνεργεία (μικρής / μακράς διάρκειας);</p> <p>Υποχρεούνται να πληρούν τα ίδια επίπεδα ασφάλειας με τους υπόλοιπους εργαζόμενους;</p>			
12	<p>Υπάρχει κανονισμός που να υποχρεώνει σε περιοδικό έλεγχο:</p> <ul style="list-style-type: none"> • όλων των συστημάτων ασφαλείας (συναγερμούς, βαλβίδες υπερπλήρωσης / ασφαλείας, ανακούφισης πίεσης κ.λπ.) • σωληνώσεων / δοχείων υπό πίεση; 			
13	<p>Υπάρχει μέριμνα έτσι ώστε τα σχέδια για όλα τα τμήματα των μονάδων να είναι πρόσφατα ενημερωμένα;</p>			
14	<p>Σε περίπτωση μηχανολογικών τροποποιήσεων υπάρχει κατάλληλος έλεγχος έτσι ώστε να διασφαλισθεί ότι οι αρχικές προδιαγραφές του συστήματος πληρούνται;</p>			
15	<p>Υπάρχει έλεγχος έτσι ώστε σε αλλαγές / επισκευές εξαρτημάτων / τμημάτων κατασκευών γίνεται χρήση των ίδιων υλικών / ανταλλακτικών έτσι ώστε να πληρούνται οι προδιαγραφές του αρχικού συστήματος;</p>			

Α/Α	ΕΡΩΤΗΣΗ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
16	Υπάρχει πρόγραμμα περιοδικών λεπτομερών εξετάσεων / ελέγχων σε θέματα ασφάλειας για ολόκληρη την εγκατάσταση;			
17	<p>Υπάρχει γραπτή εκτίμηση του επαγγελματικού κινδύνου και κανονισμός υγείας και ασφάλειας της εργασίας σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία;</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Περιλαμβάνουν μετρήσεις βλαπτικών παραγόντων στο χώρο εργασίας; ● Περιλαμβάνουν αναλυτικές διαδικασίες εργασίας και ασφάλειας για κάθε δραστηριότητα; ● Περιλαμβάνουν μέριμνα για εργονομικούς και ψυχοκοινωνικούς κινδύνους; ● Περιλαμβάνουν την ιατρική παρακολούθηση των εργαζομένων; ● κ.ο.κ. ● Ανανεώνονται τα παραπάνω με βάση τις αλλαγές που συμβαίνουν στους χώρους εργασίας, στο προσωπικό, στον εξοπλισμό κ.λπ.; ● Με ποιο τρόπο λαμβάνεται υπόψη η υποκειμενική άποψη των εργαζομένων για την εκπόνησή τους; 			
18	<p>Εντάσσεται η επιχείρηση στην οδηγία Seveso για τα βιομηχανικά ατυχήματα με γάλης έκτασης (BAME);</p> <p>Αν ναι, τηρείται η σχετική νομοθεσία;</p>			
19	Λαμβάνεται υπόψη η εκτίμηση του επαγγελματικού κινδύνου στις διαδικασίες εκτίμησης της επικινδυνότητας και σχεδιασμού των μέτρων πρόληψης και αντιμετώπισης για την περίπτωση BAME;			
20	Υπάρχει μέριμνα για την ανταλλαγή πληροφοριών με γειτονικές εγκαταστάσεις – δραστηριότητες κ.λπ. σε περίπτωση BAME;			