



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΕΡΓΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επιβλ . καθ. κ. Κοντογιάννης Θωμάς

ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΧΗΜΙΚΟΥΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ ΜΕ
ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ STEP ΚΑΙ ΔΕΝΤΡΩΝ ΑΣΤΟΧΙΩΝ
(FAULT TREE)

TISHORI SILVANA

ΧΑΝΙΑ , 2008

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΕΡΓΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επιβλ . καθ. κ. Κοντογιάννης Θωμάς

ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΧΗΜΙΚΟΥΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ ΜΕ
ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ STEP ΚΑΙ ΔΕΝΤΡΩΝ ΑΣΤΟΧΙΩΝ
(FAULT TREE)

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

ΚΟΝΤΟΓΙΑΝΝΗΣ ΘΩΜΑΣ

ΜΟΥΣΤΑΚΗΣ ΒΑΣΙΛΗΣ

ΖΑΜΠΕΤΑΚΗΣ ΛΕΩΝΙΔΑΣ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα κατά αρχήν να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου Κ. Θωμά Κοντογιάννη για τις πολύτιμες συμβουλές του στην εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας .

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Κ .Παπαδάκη Γιώργο. για την πολύτιμη βοήθειά του.

TISHORI SILVANA

XANIA , ΙΟΥΛΙΟΣ 2008

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο σκοπός της εργασίας αυτής είναι η ανάλυση δυο διαφορετικών ατυχημάτων ,τα οποία έγιναν πριν πολλά χρόνια σε δυο διαφορετικούς χημικούς αντιδραστήρες.

Σε κάθε ανάλυση ατυχήματος θα εφαρμόσω δυο διαφορετικές τεχνικές :STEP και fault tree, και θα γίνει στο τέλος η σύγκριση των δυο τεχνικών για να προβάλλεται η διάφορά τους.

Η δομή της εργασίας έχει ως εξής :

Στο εισαγωγικό κεφάλαιο :παρουσιάζεται μια γενική προεπισκόπηση σε παλιότερα βιομηχανικά ατυχήματα, παρουσιάζονται οι ταξινομήσεις των ατυχημάτων στις διάφορες διαδικασίες ,επίσης παρουσιάζονται διάφοροι τρόποι αντιμετώπισης λαθών.

Στο 1^ο κεφάλαιο: εξηγείται γενικά τι είναι η ανάλυση ατυχήματος, πως δημιουργείται ένα ατύχημα, ποια είναι τα στάδια ανάλυσης ενός ατυχήματος, ποιός είναι ο σκοπός ανάλυσης ενός ατυχήματος , επίσης εξηγείται η ιεραρχική μέθοδος ανάλυσης εργασίας.

Στο 2^ο κεφάλαιο :παρουσιάζονται οι δυο τεχνικές ανάλυσης ατυχήματος η STEP και fault tree ,δηλαδή πως εφαρμόζονται, ποια είναι η δομή τους.

Στο 3^ο κεφάλαιο: εξηγείται ο τρόπος με τον οποίο λειτουργεί ο χημικός αντιδραστήρας (ο τόπος του ατυχήματος) ,τα επιμέρους τμήματα και εξαρτήματα του, οι τυποποιημένες διαδικασίες λειτουργίας του, επίσης εξηγείται πως εφαρμόζεται η ιεραρχικής μέθοδος ανάλυσης στη λειτουργία του χημικού αντιδραστήρα.

Στο 4^ο κεφάλαιο :γίνεται η ανάλυση του 1^{ου} ατυχήματος, δηλαδή εξηγείται πως συνέβη, αναλύονται τα γεγονότα, οι διάφορες ενέργειες που ακολουθηθήκαν από τους χειριστές, σχολιάζεται του ατύχημα, και γίνεται η εφαρμογή των τεχνικών ανάλυσης του ατυχήματος : STEP και fault tree .

Στο 5^ο κεφάλαιο : γίνεται η ανάλυση του 2^{ου} ατυχήματος, δηλαδή εξηγείται πως συνέβη, αναλύονται τα γεγονότα, οι διάφορες ενέργειες που ακολουθηθήκαν από τους χειριστές, σχολιάζεται του ατύχημα, και γίνεται η εφαρμογή των τεχνικών ανάλυσης του ατυχήματος : STEP και fault tree .

Στο 6^ο κεφάλαιο: παρουσιάζονται συμπεράσματα παλιότερων αναλύσεων που έγιναν σε άλλους χημικούς αντιδραστήρες ,παρουσιάζονται μερικές προτάσεις για αποφυγή ατυχημάτων ,επίσης συγκρίνονται οι δυο τεχνικές.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ:

0.1 Πρόβλεψη ατυχημάτων.....	1
0.2 Γενική προεπισκόπηση στα στατιστικά στοιχεία για χημικές διεργασίες.....	3
0.2.1 Ταξινόμηση ατυχημάτων.....	3
0.2.1 Πίνακας Ταξινόμησης ατυχημάτων.....	6
0.3 Τρόποι αντιμετώπισης λαθών.....	7

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:ΠΕΡΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ

1.1 Τι είναι ανάλυση ατυχήματος.....	9
1.2 Δημιουργία του ατυχήματος.....	10
1.3 Σταδία ανάλυσης ατυχήματος.....	11
1.4 Σκοπός ανάλυσης του ατυχήματος.....	12
1.5 Τεχνικές ανάλυσης ατυχημάτων.....	12
1.6 Ιεραρχική μέθοδος ανάλυσης (hierarchical task analysis) HTA.	13

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ:STEP & FAULT TREE.

2.1 Τεχνική STEP.....	15
2.1.1 Περίληψη της διαδικασίας της έρευνας.....	15
2.1.2 Σφαιρική θεώρηση της ερευνητικής διαδικασίας.....	15
2.1.3 Κατανόηση της διαδικασίας μέσα από τη διερεύνηση.....	16
2.1.4 Το φύλλο εργασίας STEP.....	18
2.1.5 Αναγνώριση της διαδοχής αλληλουχίας των γεγονότων.....	20
2.1.6 Αναγνώριση κριτικών ενεργειών και γεγονότων.....	22
2.1.7 Χρήση διαγράμματος αλληλουχίας.....	22
2.2 Τεχνική fault tree	23

2.2.1 Διάδοχη των γεγονότων.....	23
2.2.2 Το κορυφαίο γεγονός.....	24
2.2.3 Χτίζοντας το δέντρο.....	24
2.2.4 Ολοκληρώνοντας το δέντρο	24
2.2.5 Περιορισμοί.....	25

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ (ΗΤΑ) ΣΕ ΑΝΤΔΡΑΣΤΗΡΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΣΤΕΡΑ.

3.1 Λειτουργία του αντιδραστήρα.....	26
Σχήμα 3.1 : Σύστημα αντιδραστήρα.....	38
3.2 Επιμέρους τμήματα του αντιδραστήρα.....	26
3.3 Ροή εργασιών επεξεργασίας παρτίδων.....	30
3.3.0 Πριν τη φόρτιση.....	30
3.3.1 Φόρτιση:.....	30
3.3.1.1 Άντληση των λαδιών.....	30
3.3.1.2 Φόρτιση υλικών από σάκους.....	30
3.3.2 Επεξεργασία.....	32
3.3.2.1 Διεργασία Διαλύτη	32
3.3.2.2 Διεργασία Σύνθεσης	32
3.3.2.3 Απόσταξη και κενή απόσταξη.....	32
3.3.2.4 Σφραγισμένο Δοχείο-sealed kettle.....	32
3.3.2.5 Συνολική ροή επανακυκλοφορίας	33
3.3.3 Διεργασία εκκένωσης	33
3.3.4 Τυποποιημένη Διαδικασία Λειτουργίας (1).....	34
3.3.4.1 Άντληση διαλυτών	34
3.3.5 Τυποποιημένη Διαδικασία Λειτουργίας (2).....	35

3.3.5.1 Αντληση λαδιών	35
3.3.5.2 Header Tanks.....	35
3.3.6 Τυποποιημένη Διαδικασία Λειτουργίας (3).....	35
3.3.6.1 Διεργασία διαλύτη.....	35
3.3.7 Τυποποιημένη Διαδικασία Λειτουργίας (4).....	35
3.3.7.1 Ροή πρώτων υλών στον αντιδραστήρα	35
3.3.7.2 Ολοκληρωμένα προϊόντα στους αναμκτήρες	36
3.3.7. 3 Αντιδραστήρας	36
3.3.8 Τυποποιημένη Διαδικασία Λειτουργίας (5).....	36
3.3.8.1 Φόρτιση υλικών από τους σάκους σε σωλήνα.....	36
3.3.9 Τυποποιημένη Διαδικασία Λειτουργίας (6).....	37
3.3.9.1 Εφαρμογή και σπάσιμο του κενού	37
3.3.9.2 Σπάσιμο του κενού	37
3.4 Εφαρμογή της HTA στον αντιδραστήρα.....	38
3.4.1 Προετοιμασία Αντιδραστήρα.....	38
3.4.2 Διεργασία σύνθεσης.....	40
3.4.3 Διεργασία διαλύτη.....	41
3.4.4 filter press.....	42
Σχήμα 3.4.5.1 Ροή εργασιών επεξεργασίας παρτίδων.....	43
Σχήμα 3.4.5.2 Διεργασία διαλύτη.....	47
Σχήμα 3.4.5.3 Διεργασία προετοιμασίας αντιδραστήρα.....	45
Σχήμα 3.4.5.4 Διεργασία σύνθεσης.....	46

Σχήμα 3.4.5 Διεργασία επανακυκλοφορίας παρτίδων.....	46
--	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ 1^ο ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ:ΑΤΥΧΗΜΑ (ΥΠΕΡ-ΠΙΕΣΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑ).

4.1 Εισαγωγή	49
4.2 Τα γεγονότα όπως τα περιγράφουν διάφοροι χειριστές.....	49
4.3 Διαδοχικά γεγονότα.....	51
4.4 Εξετάσεις /Ερευνες.....	51
4.5 Σχόλια.....	52
Σχήμα 4.5.1 Εφαρμογή της STEP στο 1 ^ο ατύχημα.....	54
Σχήμα 4.5.2 Εφαρμογή της τεχνικής των δένδρων αστοχιών στο 1 ^ο ατύχημα.....	55

Κεφαλαίο 5: ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ 2^ο ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ:ΑΤΥΧΗΜΑ (ΑΥΑΝΑΦΛΕΞΗ ΣΕ ΑΝΘΡΩΠΟΘΥΡΙΔΑ).

5.1 Εισαγωγή.....	56
5.2 Υπόβαθρο.....	56
5.3 Χρονολογική σειρά των γεγονότων του ατυχήματος.....	57
5.4 Πιθανή αιτία της πυρκαγιάς -προκαταρκτική ιδέα.....	60
5.5 Συμπεράσματα	60
5.6 Σχόλια	61
Σχήμα 5.6.1 Εφαρμογή της STEP στο 2 ^ο ατύχημα.....	62
Σχήμα 5.6.2 Εφαρμογή της τεχνικής των δένδρων αστοχιών στο 2 ^ο ατύχημα.....	63

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 Σύγκριση τω τεχνικών ανάλυσης ατυχήματος: STEP και FAULT TREE.....	64
6.2 Μερικές Προτάσεις για αποφυγή παρόμοιων ατυχημάτων.....	65
6.3 Τελικό Συμπέρασμα.....	66

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

0.1 Πρόβλεψη Ατυχημάτων:

Η αναφορά στα ανθρώπινα λάθη γίνεται στις μέρες μας όλο και πιο συχνή. Διάφορα μεγάλα ατυχήματα που συγκλόνισαν τον κόσμο όπως το Three Miles Island, Chemobyl, Bhopal, Challenger, κλπ, αλλά και μικρότερα ή ακόμα και καθημερινά μικροατυχήματα, αποδίδονται συχνά στο ανθρώπινο λάθος.

Η ίδια αιτία, προκαλεί συχνά την απώλεια του δικαιώματος της εργασίας, των ευκαιριών για εξέλιξη, χρηματικών κυρώσεων στους εργαζόμενους και στις επιχειρήσεις, καθώς και ψυχολογικές επιπτώσεις που επηρεάζουν τόσο την ψυχολογική όσο και τη βιολογική ύπαρξη των εργαζομένων, κλπ..

Κατά συνέπεια, η διερεύνηση των αιτιών των ανθρωπίνων λαθών με στόχο τη βελτίωση της ανθρώπινης αξιοπιστίας, κρίνεται αναγκαία.

Μέχρι σήμερα η μελέτη των ανθρωπίνων λαθών έχει κυρίως βασιστεί στην παρατήρηση των ανθρωπίνων συμπεριφορών στην φύση.

Με μερικές εξαιρέσεις οι ψυχολογικές έρευνες στα εργαστήρια έχουν θεωρήσει τα λάθη σαν ένα ποσοτικό μέτρο στην αποτίμηση της ανθρώπινης απόδοσης, και δεν έχουν δώσει πολύ σημασία στο να εξηγήσουν ποιές και πώς οι γνωστικές διαδικασίες περιλαμβάνονται στην παραγωγή αυτών. Επιπρόσθετα, όσο οι πειραματικές μελέτες των εργαστηρίων έχουν εστιάσει την προσοχή τους στις πλευρές συγκεκριμένων τομέων των ανθρωπίνων γνωστικών συστημάτων, η έρευνα που ασχολείται με την πολυπλοκότητα της παρατήρησης των ανθρωπίνων λαθών έχει κάνει αναφορές σε θεωρητικά μοντέλα γενικής αρχιτεκτονικής ενός γνωστικού συστήματος.

Η συνεχής βελτίωση των λειτουργικών συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων και οι πολιτικές ασφάλειας, στο πεδίο της παρεμπόδισης ή της πρόληψης των ανθρωπίνων λαθών, έχουν δείξει ότι παρά τις όποιες βελτιώσεις, δεν αρκούν για την "καταστολής του λάθους", διότι η μη προσαρμοστικότητα των αλληλεπιδράσεων των χρηστών έχουν συχνά ως αποτέλεσμα πολύ σοβαρά ατυχήματα. Επιπλέον, υπάρχουν απρόσμενες καταστάσεις όπου απαιτείται, κάποιοι χειριστές, να σχεδιάσουν πολύπλοκες στρατηγικές και να χρησιμοποιήσουν τη γνώση τους σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα και κάτω από ψυχολογική πίεση.

Η ολοκληρωτική εξάλειψη του ανθρωπίνου λάθους είναι μια πολύ δύσκολη υπόθεση ακόμα και με προηγμένες τεχνολογίες, επομένως, για να είμαστε ρεαλιστές, στόχος μας πρέπει να είναι η όσο το δυνατό μείωση των πιθανοτήτων δημιουργίας λάθους.

Επίσης, πολλοί ερευνητές αναφέρουν ότι ένας τρόπος εξάλειψης του ανθρωπίνου λάθους σε τεχνολογίες υψηλού κινδύνου μπορεί να γίνει με την ανίχνευση του λάθους και στη συνέχεια με την διόρθωση του.

Πάρα πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι οι χειριστές εφησυχάζουν σε αυτές τις ψυχολογικές διαδικασίες για να διατηρήσουν την απόδοσή τους και έτσι καταφέρνουν να ανακτήσουν ένα σημαντικό αριθμό από τα λάθη τους. Με την συσσώρευση της εμπειρίας, οι χειριστές αναπτύσσουν άμυνες ενάντια στην δική τους γνωστική ανεπάρκεια και αυτές οι ικανότητες τώρα θεωρούνται σαν καλοί δείκτες λειτουργικής ικανότητας.

Όταν ένα λάθος γεννιέται έχει σαν αποτέλεσμα αρχικά να δημιουργούν άγχος στην ομάδα των χειριστών, ειδικά, σε περιπτώσεις όπου τα λάθη παίρνουν μεγάλο χρόνο να διορθωθούν. Έρευνες σε αυτό το πεδίο, έχουν ως στόχο να βελτιώσουν την ποιότητα της ζωής στη δουλειά. Επίσης, η κατανόηση των μορφών της αναγνώρισης και της διόρθωσης των λαθών μπορούν να παρέχουν πολύτιμα στοιχεία στον σχεδιασμό συστημάτων με ανοχές στα λάθη.

Αυτά τα συστήματα μπορούν να δέχονται ποικίλα δεδομένα εισόδου από τους χειριστές, να οδηγούν σε λιγότερα λάθη και επίσης να ελαχιστοποιούν τις συνέπειες των λαθών. Τέλος, η αναγνώριση και η αποκατάσταση μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο στην μάθηση από τα λάθη.

Η ανάδραση των λαθών κατά την διάρκεια της εκπαίδευσης έχει αναγνωριστεί σαν το πιο σημαντικό στοιχείο κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της μάθησης. Τα λάθη μπορούν να οδηγήσουν τους εκπαιδευόμενους σε κρυμμένα σημεία της πραγματικής εργασίας.

0.2 Γενική προεπισκόπηση στα στατιστικά στοιχεία για χημικές διεργασίες:

Η πλειοψηφία των βιομηχανικών διεργασιών για την κατασκευή χημικών ουσιών είναι εξώθερμη και ως εκ τούτου υπάρχει η πιθανότητα να συμβεί κάποια αντίδραση εκτός έλεγχου με έκλυση θερμότητας, η οποία χαρακτηρίζεται από τις προοδευτικές αυξήσεις στο ποσοστό παραγωγής, θερμοκρασίας και πίεσης.

Η αντίδραση εκτός έλεγχου με έκλυση θερμότητας αρχίζει όταν η θερμότητα που παράγεται από μια αντίδραση υπερβαίνει τις ικανότητες απαγωγής θερμότητας του υλικού στο οποίο πραγματοποιείται.

Καταρχάς η συσσωρευμένη θερμότητα παράγει μια βαθμιαία άνοδο της θερμοκρασίας στη μάζα αντίδρασης που προκαλεί μια αύξηση στο ποσοστό αντίδρασης.

Αυτή η διαδικασία μπορεί τελικά να οδηγήσει σε μια έκρηξη.

Το πρόβλημα είναι ότι μια αύξηση στη θερμοκρασία δεν έχει μόνο γραμμική επίδραση στο ποσοστό μετάδοσης θερμότητας αλλά ασκεί μια εκθετική αύξηση στο ποσοστό αντίδρασης και ως εκ τούτου επάνω στο ποσοστό με το οποίο η θερμότητα παράγεται από την αντίδραση.

Ταξινόμηση ατυχημάτων :

Με σκοπό να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στα θέματα που απαιτούν την ιδιαίτερη προσοχή ο Barton & Nolan ,[3] σε μια ανάλυση πολλών ατυχημάτων, παρουσίασαν τις γενικές ταξινομήσεις των ατυχημάτων από την άποψη των πραγματοποιημένων διεργασιών .

Μεταξύ του 1962 και 1984 συνέβησαν 142 ατυχήματα σε χημικούς αντιδραστήρες τα οποία οφείλονταν κυρίως στους παρακάτω παράγοντες:

Η ταξινόμηση έγινε σε 2 κατηγορίες : (1) Στη κατηγορία των χημικών διεργασιών . (2) Στο σχέδιο εγκαταστάσεων και λειτουργίας.

1.Στη κατηγορία των χημικών διεργασιών :

Όπου σε αυτή τη κατηγορία υπάρχουν 2 υποκατηγορίες : 1 η θερμοχημεία και 2 ο ποιοτικός έλεγχος της πρώτης ύλης.

(1) Στην θερμοχημεία συνέβησαν 27 ατυχήματα

Τα ατυχήματα σε αυτή την κατηγορία αποδίδονται σε ελάχιστο ή κανένα έργο μελέτης ή αναζήτησης ή ανάπτυξης που γίνεται εκ των προτέρων- με αποτέλεσμα να προκαλούνται:

-7 Ατυχήματα εξαιτίας της αποσύνθεσης του μίγματος των προϊόντων .

-6 Ατυχήματα λόγω της ανύπαρκτης εκτίμησης της θερμότητας της αντίδρασης στην οποία βασίζονται οι απαιτήσεις ψύξης του αντιδραστήρα (scale-up).

- 5 Ατυχήματα λόγω της παραγωγής ασταθών και ευαίσθητων προϊόντων.
- 3 Ατυχήματα επειδή μια αντίδραση πραγματοποιήθηκε μαζικά (δηλ. όλα τα αντιδραστήρια προστίθενται ταυτόχρονα στην έναρξη) χωρίς καμία οργάνωση στη προσθήκη αντιδρώντων.
- 3 Ατυχήματα λόγω της εμφάνισης απρομελέτητης οξείδωσης αντί για nitration.
- 1 Ατύχημα λόγω επιτάχυνσης της αντίδρασης ,δηλαδή:
 - 1 Ατύχημα λόγω κατάλυσης από τα υλικά κατασκευής του αντιδραστήρα.
 - 1 Ατύχημα λόγω ανυποψίαστης αυτοκατάλυση.
 - 1 Ατύχημα λόγω εμφάνισης μιας αλλαγής της φάσης του προϊόντος .

(2) Στον ποιοτικό έλεγχο της πρώτης ύλης συνέβησαν 10 ατυχήματα

Τα ατυχήματα αποδίδονται στη λάθος χρήση των προδιαγραφών των υλικών με αποτέλεσμα :

- 6 Ατυχήματα λόγω απορροφημένης υγρασίας.
- 3 Ατυχήματα λόγω άλλων ακαθαρσιών.
- 1 Ατύχημα λόγω αλλαγής προδιαγραφής : Μεσολαβητής πρέπει να έχει χρησιμοποιηθεί στην έναρξη της νέας προσθήκης αλλά αυτή η αλλαγή δεν ήταν καταγραμμένη στις οδηγίες.

2.Στο σγέδιο εγκαταστάσεων και λειτουργίας:

Όπου σε αυτή τη κατηγορία υπάρχουν 4 υποκατηγορίες : 1 Θερμοκρασιακός Έλεγχος , 2 Ανάδευση, 3 Φόρτωση Προϊόντων. 4 Συντήρηση.

Στον έλεγχο της θερμοκρασίας συνέβησαν 28 ατυχήματα

-6 Ατυχήματα λόγω αποτυχίας στον έλεγχο της πίεσης ατμού ή αποτυχία στο χρόνο εφαρμογής (περιλαμβάνει μια περίπτωση μιας ακατάλληλης χρήσης ατμού για την απελευθέρωση μιας εξόδου ενός δοχείου προκαλώντας την αποσύνθεση του προϊόντος).

-6 Ατυχήματα λόγω λάθους τοποθέτησης κάποιου εξοπλισμού για τον έλεγχο της θερμοκρασίας αντίδρασης.

-5 Ατυχήματα λόγω αποτυχίας του συστήματος καταγραφής θερμοκρασίας (που οδηγεί παραδείγματος χάριν, στην ψύξη του νερού αυτόματα .

-5 Ατυχήματα λόγω απώλειας ψύξης νερού .

-4 Ατυχήματα λόγω λάθους στη χειρωνακτική ανάγνωση του οργάνου καταγραφής θερμομέτρων ή διαγραμμάτων.

-2 Ατυχήματα λόγω αποτυχίας επίτευξης ικανοποιητικής απόστασης χωρισμού μεταξύ του αντιδραστήρα και των διπλανών καυτών εγκαταστάσεων.

-1 Ατύχημα λόγω απότομης θέρμανσης στην έναρξη αντίδρασης.

Στην διεργασία (ανάδευσης) συνέβησαν 12 ατυχήματα:

-4 Ατυχήματα λόγω ανεπαρκούς προδιαγραφής αναδευτήρων.

-2 Ατυχήματα λόγω μηχανικής αποτυχία.

-2 Ατυχήματα λόγω απώλειας παροχής ηλεκτρικού ρεύματος.

-2 Ατυχήματα λόγω απενεργοποίηση του αναδευτήρα από τον χειριστή για να κάνει μια προσθήκη (η εντοπισμένη υψηλή συγκέντρωση προκαλέσει την υπερθέρμανση του μείγματος και η υπερπίεση) .

-2 Ατυχήματα λόγω το ότι Ο χειριστής απέτυχε να θέσει τον αναδευτήρα σε λειτουργία .

Εξαιτίας της έλλειψης φόρτωσης προϊόντων συνέβησαν 21 ατυχήματα

-8 Ατυχήματα λόγω υπερφόρτωσης: (περιλαμβάνει μια περίπτωση ενός καταλύτη και μια όπου η συσκευή μέτρησης ήταν ελαττωματική).

-5 Ατυχήματα λόγω γρήγορης προσθήκης υλικών με Λανθασμένη σειρά (συμπεριλαμβανομένου τη περίπτωση ενός καταλύτη) .

-3 Ατυχήματα λόγω προσθήκης υλικών με Λανθασμένη σειρά .

- 2 Ατυχήματα λόγω πολύς αργής προσθήκης υλικών.
- 1 Ατυχήματα λόγω λάθους στη χρήση των υλικών.
- 1 Ατυχήματα λόγω ανάρμοστου έλεγχου (χρήση hose-pipe).

Στη συντήρηση συνέβησαν 18 ατυχήματα

- 6 Ατυχήματα λόγω διαρροών εξοπλισμού.
- 4 Ατυχήματα λόγω μπλοκαρισμένων σωλήνων.
- 3 Ατυχήματα Μπλοκάρισμα του διαλύτη συμπυκνωτών λόγω της βαλβίδας επανακυκλοφορίας στην επιστροφή της γραμμή που κλείνουν Μετά από το κλείσιμο για τη συντήρηση.
- 2 Ατυχήματα Υπολείμματα από την προηγούμενη παρτίδα.
- 2 Ατυχήματα λόγω ύπαρξης νερού στις γραμμές μεταφοράς .
- 3 Ατυχήματα Στην αρχική θέση αντικατάστασης του ραγισμένου γυαλιού κατά τη διάρκεια της πορείας της αντίδρασης.

Και 9 ατυχήματα οφείλονται σε άλλος παράγοντες

- 5 Ατυχήματα επειδή το προϊόν εξέρχεται πριν από την ολοκλήρωση της επεξεργασίας του.
- 1 Ατυχήματα επειδή ο χειριστής απέτυχε να ακολουθήσει τις γραπτές οδηγίες.
- 3 Ατυχήματα αποκλίσεων που προκλήθηκαν από την έλλειψη επικοινωνίας σε περίοδο της μεταστροφής προσωπικού (αλλαγή της βάρδιας, διακοπές, ασθένεια).

Πινάκας 0.2.1 : Ταξινόμηση Ατυχημάτων:

Ταξινόμηση Ατυχημάτων	Ποσοστό Συμμετοχής
Στη κατηγορία των χημικών διεργασιών	
Θερμοχημεία	27%
Ποιοτικός Έλεγχος της πρώτης ύλης	10%
Στο σχέδιο εγκαταστάσεων και λειτουργίας	
Έλλειψη Φόρτωσης Προϊόντων	21%
Έλεγχος Θερμοκρασίας	28%
Ανάδευση	12%
Συντήρηση	19%
Άλλοι Παράγοντες	9%

Σχολιασμός των ταξινομήσεων ατυχημάτων:

Ο παραπάνω πίνακας δείχνει το ποσοστό συμμετοχής των διαφόρων διεργασιών στην πρόκληση ατυχημάτων ,με το μεγαλύτερο ποσοστό συμμετοχής να πραγματοποιείται στην διεργασία του έλεγχου θερμοκρασίας και έπεται η διεργασία της θερμοχημείας σε 2^ο βαθμό.

Η ανάλυση δείχνει ότι πολλά ατυχήματα εμφανίζονται λόγω της έλλειψης γνώσης της χημείας αντίδρασης.

Τα αποτελέσματα των θερμικών ατυχημάτων κυμάνθηκαν από μια απλή υπερφόρτωσης της μάζας αντίδρασης σε μια ουσιαστική αύξηση στη θερμοκρασία και πίεσης που οδήγησαν σε βίαια απώλεια συγκράτησης και στην απελευθέρωση εύφλεκτων ή/και τοξικών υλικών υπό μορφή ατμού, υγρού ,οδηγώντας σε έκρηξη ή σε πυρκαγιά.

Είναι αξιωματικό ότι προκειμένου να αποφευχθούν οι λόγοι δημιουργίας της αντίδρασης εκτός έλεγχου με έκλυση θερμότητας είναι απαραίτητο πρώτα να υπάρξει γνώση της χημείας και της σχετικής θερμοχημείας της επιθυμητής αντίδρασης και των πιθανών δευτερευουσών αντιδράσεων και επίσης της θερμικής σταθερότητας και των σωματικών ιδιοτήτων των αντιδραστηρίων, των μεσαζόντων και των προϊόντων. Είναι δυνατό να αποκτηθεί αυτή η γνώση από την αναφορά στις τυποποιημένες εργασίες .

0.3 Τρόποι αντιμετώπισης λαθών:

Οι μέχρι τώρα μελέτες διακρίνουν την διαδικασία χειρισμού ή διόρθωση λαθών σε τρεις κατηγορίες :

1. Αναγνώριση του λάθους. Η κατανόηση ότι ένα λάθος πρόκειται να συμβεί, ή η υποψία ότι ένα λάθος έχει συμβεί ανεξάρτητα από την κατανόηση της φύσης του λάθους.
2. Επεξήγηση του λάθους. Η επεξήγηση γιατί ένα λάθος συνέβη.
3. Διόρθωση του λάθους. Η τροποποίηση ενός ήδη υπάρχοντος σχεδίου ή η βελτίωση ενός καινούργιου για την αντιστάθμιση της κατάστασης.

Ανάλογα με την φύση του λάθους, από τις συνέπειες στο σύστημα και από τον διαθέσιμο χρόνο αντίδρασης, οι χειριστές μπορούν να θέσουν διαφορετικούς στόχους διόρθωσης. Αυτό εξαρτάται από τα εξαγόμενα της διαδικασίας διόρθωσης των λαθών.

Μπορούμε να διακρίνουμε τρεις πιθανούς στόχους επιδιόρθωσης:

1. Προς τα πίσω διόρθωση στην οποία το σύστημα φέρεται πίσω στο αρχικό του στάδιο πριν γίνει το λάθος. Αυτό σημαίνει ότι οι χειριστές έχουν το χρόνο να αντιστρέψουν τα αποτελέσματα των πράξεών τους.
2. Προς τα μπρος διόρθωση όπου οι χειριστές έχουν τη δυνατότητα να φέρουν το σύστημα σε μια ενδιάμεση κατάσταση με σκοπό να κερδίσουν χρόνο και να βρουν αργότερα μια καλύτερη λύση. Αυτό είναι πιο πιθανό να συμβαίνει όταν ένας επικίνδυνος εξοπλισμός έχει καταστραφεί και ο απαιτούμενος χρόνος αντίδρασης είναι περιορισμένος.
3. Διόρθωση αντιστάθμισης στην οποία οι χειριστές μπορούν να ενεργοποιήσουν εφεδρικό εξοπλισμό και να φέρουν το σύστημα στην επιθυμητή κατάσταση όπου αρχικά είχε προταθεί

Το ενδιαφέρον στη γνωστική εργονομία στην διόρθωση λαθών είναι διπλό. Πρώτα, υπάρχει μια ανάγκη για διερεύνηση ποιών πειραματικών στρατηγικών χρησιμοποιούν οι χειριστές με σκοπό να αντιληφθούν και να διορθώσουν τα λάθη. Δεύτερο, στην βάση της ταξινόμησης των στρατηγικών διόρθωσης λαθών, προσπαθούμε να εξετάσουμε τι παράγοντες στο χώρο της εργασίας και τι παράγοντες της διοίκησης μπορούν να βελτιστοποιηθούν για να επιτευχθεί όσο το δυνατόν μικρότερος χρόνος στην διόρθωση των λαθών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:ΠΕΡΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ

1.1 Τι είναι ανάλυση ατυχήματος:

Επικίνδυνα συμβάντα και ατυχήματα είναι γεγονότα τα οποία αποκαλύπτουν ότι το σύστημα δεν λειτούργησε όπως αναμενόταν και είχε σχεδιαστεί .

Τα ανθρώπινα λάθη μπορούν να αναλυθούν από δυο διαφορετικές προοπτικές . Η μια εστιάζει στη πηγή του λάθους και αφορά την ανάλυση των εργασιακών ,ψυχολογικών και διοικητικών παραγόντων που οδηγούν σε ένα ατύχημα .Η άλλη προοπτική εστιάζει στην εκτίμηση των συνεπειών που μπορεί να έχει ένα λάθος .

Στη εργασία μου θα αναλύσω τις πηγές ατυχημάτων μόνον.

Ο σκοπός της ανάλυσης του ατυχήματος είναι η ανακάλυψη των κρίσιμο γεγονότων που οδήγησαν στο ατύχημα καθώς και οι αποτυχίες των στοιχείων του συστήματος που προκάλεσαν την έναρξη αυτών των γεγονότων. Υπό αυτή την έννοια η ανάλυση ατυχήματος αναζητεί τους παράγοντες εκείνους στο τεχνικό ,διοικητικό, οργανωτικό επίπεδο που θα πρέπει να ελέγχονται ώστε να αποφεύγονται μελλοντικά ατυχήματα ή να υπάρχει μείωση των αρνητικών συνεπειών τους. Τα μέτρα πρόληψης ,δηλαδή ,είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με τους παράγοντες στο περιβάλλον εργασίας.

Υπάρχουν δύο είδη ατυχημάτων: αυτά που συμβαίνουν σε ιδιώτες κι αυτά που συμβαίνουν σε οργανισμούς. Και στη παρούσα ανάλυση θα επικεντρωθώ στα ατυχήματα των οργανισμών που αν και συγκριτικά είναι πιο σπάνια, συχνά έχουν καταστροφικές συνέπειες που εξαπλώνονται πέρα από τα σύνορα τους, όπως ατυχήματα που συμβαίνουν σε πυρηνικά εργοστάσια, στην πολιτική αεροπορία, στην βιομηχανία πετρελαιοειδών, σε χημικά εργοστάσια(και πιο συγκριμένα σε χημικούς αντιδραστήρες).

Τα ατυχήματα των οργανισμών έχουν πολλαπλές αιτίες και προκαλούνται συνήθως από πολλά διαφορετικά πρόσωπα, που δραστηριοποιούνται σε διαφορετικά επίπεδα της επιχείρησης.

Τα βιομηχανικά ατυχήματα αποτελούν γεγονότα δύσκολα να κατανοηθούν και να εξηγηθούν. Εμφανίζονται σπάνια και είναι δύσκολο να προβλεφθούν. Για ορισμένους τα ατυχήματα "εμφανίζονται απροσδόκητα". Αν και δεν είναι εύκολο να μοντελοποιηθούν, είναι απαραίτητο να βρεθούν μέθοδοι για την κατανόηση της διαδικασίας ανάπτυξης τους προκειμένου να περιορισθεί η εξάπλωσή τους.

Όσο πιο εκτεταμένη είναι η παραγωγική διαδικασία τόσο μεγαλύτερη είναι η έκθεση σε κινδύνους και τόσο πιο έντονη η ανάγκη για αντίστοιχη προστασία. Διαφορετικές παραγωγικές διαδικασίες

διαφέρουν ως προς τον τύπο των κινδύνων που αντιμετωπίζουν. Χαμηλού κινδύνου διαδικασίες απαιτούν μικρότερη προστασία σε σχέση με διαδικασίες υψηλού κινδύνου.

Κάθε ανάλυση ατυχήματος εξαρτάται από τον καθορισμό των παραγόντων και των μηχανισμών που είναι υπεύθυνοι για την πρόκληση του ατυχήματος.

Οι φάσεις ανάλυσης ενός ατυχήματος είναι οι εξής :

- 1.συλλογή των στοιχείων και των γεγονότων.
- 2.ανάλυση αυτών των γεγονότων και των στοιχείων.
- 3.ανάπτυξη των συμπερασμάτων και γράψιμο της έκθεσης.

1.2 Δημιουργία ατυχήματος:

Οι απαραίτητες συνθήκες για να δημιουργηθεί ένα ατύχημα σε έναν οργανισμό είναι ο σπάνιος συνδυασμός των κενών που εμφανίζουν τα στρώματα ασφαλείας.

Ένας τέτοιος συνδυασμός βοηθά προκειμένου οι "τρύπες" των διαφόρων στρωμάτων να βρεθούν σε τέτοια διάταξη, ώστε να επιτρέψουν στους κινδύνους να τα διαπεράσουν και να έρθουν σε επαφή με ανθρώπους και περιουσίες.

Αυτό το "παράθυρο ευκαιρίας" για τους κινδύνους παρουσιάζεται πολύ σπάνια λόγω των πολλαπλών στρωμάτων άμυνας και της δυναμικότητας των κενών τους. Οι ενεργές αστοχίες των χειριστών μπορούν να δημιουργήσουν κενά στην άμυνα με δύο τρόπους. Οι χειριστές της πρώτης γραμμής μπορεί σκόπιμα να παραβιάσουν κάποιες άμυνες προκειμένου να επιτύχουν επιμέρους λειτουργικούς στόχους ή μπορεί άθελά τους να αποτύχουν στο ρόλο τους. Εφόσον κανείς δεν μπορεί να προβλέψει όλα τα πιθανά σενάρια για ένα ατύχημα είναι αναπόφευκτο ότι κάποιες από τις αδυναμίες του συστήματος άμυνας θα εμφανιστούν από τα πρώτα κιόλας βήματα του οργανισμού ή θα αναπτύσσονται χωρίς να γίνονται αντιληπτά, ή τουλάχιστον χωρίς να διορθώνονται κατά τη λειτουργία του.

1.3 Στάδια ανάλυσης ενός ατυχήματος:

Αναζητώντας τις αιτίες που προκάλεσαν ένα ατύχημα προκύπτει ένα σημαντικό ερώτημα: Μέχρι που πρέπει να αναζητούνται οι αιτίες αυτές και ποιοι κανόνες πρέπει να ακολουθούνται για την έκταση της ανάλυσης ενός ατυχήματος οργανισμού;

Οι αναλυτές ατυχημάτων περιορίζονται ουσιαστικά από τους περιορισμένους πόρους που έχουν και την περιορισμένη διαθεσιμότητα αξιόπιστων στοιχείων. Εκτός από τους νομικούς περιορισμούς για την κατανομή ευθυνών η ανάλυση ενός ατυχήματος διενεργείται για δύο βασικούς λόγους: για να καθοριστεί τι ακριβώς συνέβη και για να αποτραπεί η επανάληψή του στο μέλλον.

Στην περίπτωση της ανάλυσης η κατεύθυνση είναι η αντίστροφη αυτής των αιτιών. Η εξέλιξη ξεκινά από το κακό αποτέλεσμα (τι πήγε στραβά) και προσπαθεί να θεωρήσει γιατί οι άμυνες του οργανισμού απέτυχαν να τον προστατέψουν.

Για κάθε επιμέρους άμυνα αναλύονται οι ενεργές αστοχίες καθώς και οι λανθάνουσες συνθήκες που συμμετείχαν. Για κάθε επιμέρους ανασφαλή ενέργεια των χειριστών θα πρέπει να καθοριστούν οι τοπικές συνθήκες που την προκάλεσαν. Για κάθε τέτοια συνθήκη θα πρέπει να δούμε ποιοι οργανωτικοί παράγοντες είναι υπεύθυνοι .

1.4 Σκοπός ανάλυσης του ατυχήματος:

Μια ανάλυση ατυχήματος μπορεί να έχει διαφορετικούς σκοπούς δηλαδή μπορεί να :

- Προσδιορίζει και να περιγράφει την αληθινή πορεία των γεγονότων (τι ,που, όταν)
- Προσδιορίζει τις άμεσες και τις πρωταρχικές αιτίες/τους συμβάλλοντες παράγοντες των ατυχημάτων (γιατί) .
- Προσδιορίζει τον κίνδυνο που μειώνει τα μέτρα για να αποτραπούν μελλοντικά ατυχήματα (εκμάθηση) .
- Ερευνάει και αξιολογεί τη βάση για πιθανή εγκληματική συνέχιση (επίπληξη).
- Αξιολογεί το θέμα της ενοχής προκειμένου να αξιολογηθεί η ευθύνη για αποζημίωση (αμοιβή).

1.5 Τεχνικές Ανάλυσης Ατυχημάτων :

Οι τεχνικές ανάλυσης ατυχημάτων μπορούν να καταταγούν σε δυο βασικές κατηγορίες ανάλογα με την εστίαση τους σε σφάλματα χειρισμού και σε ανασφαλείς συνθήκες εργασίας δηλαδή:

- 1.Αάλυση ανθρωπίνων σφαλμάτων :αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει τεχνικές ανάλυσης ανθρωπίνων σφαλμάτων και προσδιορισμού των αλληλεπιδράσεων που οδηγούν σε ατυχήματα παραδείγματα τέτοιων τεχνικών είναι η fault trees και η STEP .
- 2.Αναλυση εργονομικών και δικοινοτικών παραγόντων: αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει καταλόγους ελέγχου συνθηκών εργασίας και διοικητικών παραγόντων .

1.6 Ιεραρχική Μέθοδος Ανάλυσης (Hierarchical Task Analysis) HTA:

Η Ιεραρχική Μέθοδος Ανάλυση Εργασίας είναι μια πρακτική διαδικασία στην οποία ένας αναλυτής συλλέγει διαφορετικά είδη πληροφοριών σχετικά με μια εργασία και τα συναφή της προκειμένου να φτάσει σε μια ικανοποιητική έκβαση όπου δυναμικά προβλήματα έχουν αναγνωριστεί και όπου δυναμικές λύσεις έχουν προταθεί.

Για να το κάνει αυτό συνεπάγεται ότι ο αναλυτής δουλεύοντας μέσα σε ένα κύκλο αποφάσεων το οποίο περιλαμβάνει το να παίρνει αποφάσεις σκεπτόμενος το που πρέπει να εστιάσει η ανάλυση, εξετάζοντας χειρισμούς με μεγαλύτερη λεπτομέρεια προκειμένου να αναγνωρίσει προβλήματα και λύσεις και βρίσκοντας τρόπους να αυξήσει τον καρπό της ανάλυσης έτσι ώστε να μπορεί να γίνει πιο κοντινή εξέταση σε περιοχές προβλημάτων.

Η HTA εντοπίζει το 'συνολικό αντικείμενο της εργασίας που το άτομο πρέπει να επιτύχει και να ξαναπεριγράψει σαν μια 'ομάδα' επιμέρους διαδικασιών και πλάνων που συγκεκριμενοποιούν τη χρονική σειρά και τις συνθήκες κάτω από τις οποίες πρέπει να διεκπεραιώνονται οι διαδικασίες .

Τα πλάνα αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία της HTA επειδή περιγράφουν : τις πληροφορίες που πρέπει να προσέχει ο εργάτης ,την χρονική σειρά των επιμέρους διαδικασιών ,τις απαιτούμενες οδηγίες που ανταλλάσσονται , κλπ. Επίσης κάθε υποδιαδικασία μπορεί και αυτή ,εάν θεωρηθεί σημαντικό , και αναλυθεί σε άλλες υποδεστέρας διαδικασίες και πλάνα .

Υπάρχουν δυο κυρίως τρόποι για την αναπαράσταση μιας HTA :

Η διαγραμματική και η πινακοποιημένη.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της HTA:

Πλεονεκτήματα

-Η HTA είναι μια οικονομική μέθοδος για την συλλογή και οργάνωση πληροφοριών.

-Η ιεραρχική δομή της HTA βοηθά τον αναλυτή να επικεντρωθεί μόνο στα κρίσιμα σημεία της εργασίας που μπορούν να έχουν κάποια αντανάκλαση πάνω στην ασφάλεια του συστήματος.

Όταν χρησιμοποιείται για τη σχεδίαση ενός συστήματος , η HTA μας επιτρέπει να θεωρήσουμε τις λειτουργίες σε ένα υψηλότερο επίπεδο ανάλυσης ,πριν ληφθούν οι τελικές **αποφάσεις για την αγορά υλικού** .

Αυτό είναι σημαντικό όταν γίνεται κατανομή μεταξύ προσωπικού και συστημάτων αυτοματισμού που θα χρησιμοποιηθούν .

-Η ΗΤΑ μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν η απαρχή για την ενσωμάτωση διαφόρων μεθόδων ανάλυσης σφαλμάτων κατά την παραγωγική διαδικασία.

Μειονεκτήματα :

-Ο αναλυτής που θα αναλάβει τη διαδικασία ανάλυσης ,θα πρέπει να έχει αναπτύξει κάποια εμπειρία σε παρόμοια θέματα.

-Για την ανάλυση πολύπλοκων διαδικασιών ,η ΗΤΑ πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με διάφορα άλλα μοντέλα αξιολόγησης της επίδοσης . Επίσης η ΗΤΑ παρουσιάζει περιορισμένη εμβέλεια στην περιγραφή εργασιών που απαιτούν μεγάλο βαθμό ικανοτήτων διάγνωσης και λήψης αποφάσεων σε έκτακτες ανάγκες .

-Απαιτεί την προσήλωση και σπατάλη χρόνου από άτομα πολυάσχολα ,όπως οι μηχανικοί ,οι εργάτες και οι επιβλέποντες.

ΑΞΙΖΕΙ ΝΑ ΣΗΜΕΙΩΘΕΙ ΟΤΙ Η (ΗΤΑ) ΘΑ ΜΕ ΒΟΗΘΗΣΕΙ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ **STEP**. ΕΠΕΙΔΗ ΦΑΙΝΟΝΤΑΙ ΤΑ ΙΕΡΑΡΧΙΚΑ ΒΗΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΣΕ ΚΑΘΕ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ.ΟΠΟΤΕ ΜΠΟΡΩ ΝΑ ΕΝΤΟΠΙΣΩ ΣΕ ΠΙΟ ΒΗΜΑ ΕΓΙΝΕ ΤΟ ΑΤΥΧΗΜΑ ΚΑΙ ΝΑ ΑΝΑΠΤΥΞΩ ΤΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ STEP, FAULT TREE

2.1 Τεχνική STEP:

Actor=παράγοντες

STEP=sequentially timed events plotting= διάγραμμα επακόλουθων χρονικών γεγονότων

2.1.1 Περίληψη της διαδικασίας της έρευνας:

Μία από τις πιο σημαντικές αρχές που πηγάζουν από διαδικασία διερεύνησης STEP είναι ότι ούτε το ατύχημα ούτε η εξιχνίασή του είναι γραμμική αλυσίδα ή διαδοχή γεγονότων. Αντίθετα, ορισμένες δραστηριότητες λαμβάνουν χώρα την ίδια χρονική στιγμή. Συνηθίζουμε να σκεφτόμαστε γραμμικά λόγω της γλώσσας και πολλών άλλων επιρροών. Μπορούμε μόνο να γράψουμε ή να πούμε λέξεις διαδοχικά, μία σκέψη κάθε φορά, εάν θέλουμε τα σχόλιά μας να κατανοηθούν από τους αναγνώστες και τους ακροατές μας. Αυτός ο περιορισμός που αφορά τον τρόπο που επικοινωνούμε έχει περιορίσει προηγούμενες έρευνες που βασίστηκαν σε αφηγηματικές περιγραφές του ατυχήματος ή καταγραφή ξεχωριστών, αυτόνομων παραγόντων.

2.1.2 Σφαιρική θεώρηση της ερευνητικής διαδικασίας:

Μια βασική/ θεμελιώδης ιδέα πίσω από τη STEP είναι να εργαζόμαστε με πολυγραμμικές σειρές των γεγονότων για να υπερπηδάμε τα εμπόδια στην επικοινωνία των πληροφοριών τα οποία επιβάλλονται με τη μονογραμμική έκφραση. Αυτή η ιδέα εφαρμόζεται με μια διαδικασία ώστε να κατασκευαστεί μια ειδική μορφή διαγράμματος ροής ή ένα τετραγωνικό διάγραμμα για να καταγράφεται και να εκθέτεται η διαδικασία του ατυχήματος σε ένα ειδικό φύλλο εργασίας κατά τη διάρκεια της έρευνας.

Η μέθοδος STEP αναπτύχθηκε από τους Hendrick και Benner (1987). Πρότειναν μία συστηματική διαδικασία για την έρευνα των ατυχημάτων βασισμένη σε πολυγραμμικές σειρές γεγονότων και τη θεώρηση των φαινομένων των ατυχημάτων σαν μία διαδικασία.

Καθώς ένα ατύχημα ερευνάται με τις διαδικασίες STEP, ένα φύλλο εργασίας χρησιμοποιείτε για να καταγράφονται γεγονότα σε ένα ειδικό τετραγωνικό διάγραμμα ή με μορφή διαγράμματος ροής.

Το φύλλο εργασίας κατασκευάζεται καθώς τα στοιχεία του ατυχήματος αποκτώνται κατά την διάρκεια της έρευνας. Καθώς κάθε γεγονός προσδιορίζεται, τοποθετείται στο φύλλο εργασίας STEP στην κατάλληλη σειρά του δράστη και στην κατάλληλη στήλη του χρόνου. Ενώ αυτή η σχετικά απλή αλλά και δυνατή διαδικασία θα συζητηθεί αργότερα, μια παραλλαγή του ερευνητικής

μεθόδου STEP χρησιμοποιείται εδώ για να περιγράψει τις διαδικασίες STEP και να διευκρινίσει την πολυγραμμική ιδέα.

Μία δεύτερη θεμελιώδης έννοια είναι η καθολική μορφή κύβου η οποία χρησιμοποιείται για να αναπτύξει την περιγραφή του ατυχήματος σε ένα φύλλο εργασίας. Οι καθολικοί ή γενικά εφαρμόσιμοι κύβοι αναπτύσσονται μετατρέποντας τα στοιχεία σε μια ειδική δομή και σχήμα με βάση το γεγονός καθώς αποκτώνται. Μόλις το πρώτο στοιχείο του ατυχήματος αποκτιέται, μετατρέπεται σε κύβο γεγονότος. Όλοι οι σχετικοί κύβοι τοποθετούνται στο φύλλο εργασίας καθώς αναπτύσσονται για να κατασκευαστεί σταδιακά η περιγραφή του ατυχήματος.

Μια τρίτη βασική ιδέα η οποία αποτελεί θεμέλιο της STEP είναι ότι τα γεγονότα κυλούν λογικά κατά τη διάρκεια της διαδικασίας. Η έννοια αυτή επιβάλλει μια απαίτηση στους ερευνητές για να δείξουν τις επιδράσεις κάθε γεγονός στη εμφάνιση επακολουθών γεγονότων κατά τη διάρκεια της διαδικασίας. Αυτή η ιδέα εφαρμόζεται με τη χρήση συνδετικών βελών στο φύλλο εργασίας της STEP.

Μια τέταρτη έννοια είναι ότι οι παραγωγικές διαδικασίες και οι διαδικασίες ατυχημάτων είναι όμοιες και μπορούν να κατανοηθούν χρησιμοποιώντας παρόμοιες ερευνητικές διαδικασίες. Και οι δύο προϋποθέτουν δράστες και πράξεις, και οι δύο μπορούν να επαναλαμβάνονται μόλις κατανοηθούν.

Με την ιδέα της διαδικασίας, ένα συγκεκριμένο ατύχημα ξεκινάει με την πράξη η οποία ξεκίνησε την μεταμόρφωση από την διαδικασία που περιγράφηκε σε μία διαδικασία ατυχήματος, και τελειώνει με το τελευταίο συνδεδεμένο βλαβερό γεγονός της διαδικασίας του ατυχήματος.

Το φύλλο εργασίας STEP προσφέρει έναν συστηματικό τρόπο για την οργάνωση των κύβων σε μία εκτεταμένη, πολυ-γραμμική περιγραφή της διαδικασίας των ατυχημάτων.

2.1.3 Κατανόηση της διαδικασίας μέσα από τη διερεύνηση:

Όταν είναι να περιγραφεί μία καινούρια μέθοδος, η πρώτη δουλειά είναι να προσδιοριστούν τα στοιχεία ή οι δράστες, οι οποίοι θα πρέπει να συνεργαστούν για να παράγουν το επιθυμητό αποτέλεσμα. Τότε περιγράφεται το πως αυτοί οι δράστες πρέπει να συνεργαστούν ώστε να παράγουν αυτό το αποτέλεσμα.

Για να κατανοηθεί η διαδικασία ενός ατυχήματος μέσα από έρευνα, τα στοιχεία ή οι δράστες της διαδικασίας που συνεργάστηκαν για την παραγωγή της βλαβερής συνέπειας, πρέπει να προσδιοριστούν όμοια. Τότε, το πως συνεργάστηκαν οι δράστες για να παράγουν αυτό το αποτέλεσμα, θα πρέπει να περιγραφεί.

Αυτό συνεπάγεται τη διαχώριση των γεγονότων σε διαρκώς περισσότερους διακριτικούς δράστες και πράξεις. Το να προσδιοριστούν οι δράστες και οι πράξεις που απαιτούνται ώστε η μέθοδος να παράγει το παρατηρούμενο αποτέλεσμα, συνήθως δεν είναι δύσκολο. Ξεκινώντας από οποιοδήποτε σημείο της διαδικασίας, κανείς δουλεύει εμπρός ή προς τα πίσω, βλέποντας κάθε αλλαγή στη διαδικασία, προσδιορίζοντας κάθε γεγονός (κάθε δράστης εκτελεί μια πράξη) και καταγράφοντας τις πληροφορίες σε μορφή κύβου. Τα στοιχεία της σχεδιασμένης μεθόδου και τα ατομικά επιβαλλόμενα γεγονότα είναι (η πρέπει να είναι) προσδιορισμένα στο σχέδιο, είναι στη θέση τους, και μπορούν να παρατηρούνται κατά τη λειτουργία, ή μπορούν να προσδιορίζονται μετά ένα ατύχημα.

Ένας κύβος, εάν χρησιμοποιείται για τη σχεδίαση μίας μεθόδου ή για την καταγραφή ενός ατυχήματος, θα απαρτίζεται από ορισμένα βασικά δεδομένα που ονομάζεται ένα γεγονός. Ουμειείτε, ένα γεγονός = ένας δράστης + μια πράξη. Πρώτα, ο κύβος θα περιέχει το όνομα του δράστη ή του αντικειμένου που ενέργησε για να δημιουργηθεί το γεγονός. Έπειτα, θα δηλώνει τη δράση που εκτέλεσε ο δράστης. Στο ελάχιστο τότε, ένας κύβος περιγράφει ένα γεγονός: ένας δράστης εκτελεί μία δράση. Σε μερικές περιπτώσεις, ο κύβος μπορεί να περιέχει περισσότερες πληροφορίες, όπως το πότε εκτελέστηκε η δράση, πόσο διήρκεσε η δράση, πού πραγματοποιήθηκε, ή η πηγή της πληροφόρησης για λόγους παραπομπής.

Αναγνωρίζεται ότι κάθε ατύχημα συνεπάγεται περισσότερους από ένα δράστες και πράξεις, κάθε πράξη αλληλεπιδράει με άλλα γεγονότα για να παράγει το βλαβερό αποτέλεσμα. Ο ερευνητής προσπαθεί να αναγνωρίσει, να προσδιορίσει και να καταλάβει τα γεγονότα και τις αλληλεπιδράσεις έτσι ώστε να μπορούν να ελέγχονται καλύτερα στο μέλλον. Οι διαφορές ανάμεσα στα ατυχήματα είναι ο αριθμός από εμπλεγμένους δράστες (και κατά συνέπεια ο αριθμός γεγονότων ή αλληλεπιδράσεων που εμπλέκονται) και ο συγκεκριμένος χαρακτήρας αυτών των αλληλεπιδράσεων.

Αυτό σημαίνει ότι η κύρια διαφορά μεταξύ της έρευνας ενός ατυχήματος μικρής ή μεγάλης κλίμακας είναι στο χειρισμό μεγαλύτερου αριθμού γεγονότων και τα περιπλοκότερα ερευνητικά διοικητικά ζητήματα που απαιτούνται όταν περισσότεροι άνθρωποι συνεργάζονται σε μια μονό εργασία. Σε κάθε περίπτωση, η κατανόηση του ατυχήματος με την κατανόηση των γεγονότων και την αλληλεπίδραση των δραστών και πράξεων παραμένει ο πρωταρχικό στόχο της ερευνάς και η απόκτηση και η αναδόμηση των κύβων παραμένει η βασική ερευνητική προσέγγιση.

2.1.4 Το φύλλο εργασίας STEP:

Πρώτα, ένας κύβος του γεγονότος δημιουργείται για κάθε γεγονός που ανακαλύπτεται. Τότε τοποθετούνται στην κατάλληλη θέση σε ένα φύλλο εργασίας STEP.

Η ερευνητική διαδικασία STEP χρησιμοποιεί μία μέθοδο για να καταγράφει στοιχεία τα οποία ξεχωρίζουν και απαιτούν περισσότερη αυτοπειθαρχία από άλλες μεθόδους. Κάθε ξεχωριστή πληροφορία καταγράφεται σε ξεχωριστή κάρτα, ή φύλλο χαρτιού, στη μορφή κύβου γεγονότος. Οι κύβοι των γεγονότων προσφέρουν έναν ολοκληρωμένο και αυτοπειθαρχικό τρόπο για να καταγράφει τις πληροφορίες που συγκεντρώθηκαν για ένα ατύχημα. Ο χρόνος επενδύμενος στη σωστή καταγραφή των γεγονότων προσφέρει τεράστια κέρδη κατά τη διάρκεια επακόλουθων ερευνητικών εργασιών.

Τα δυο αναγκαία μέρη ενός κύβου γεγονότος είναι ο δράστης και η πράξη. Λάβετε υπόψη ότι ένας δράστης μπορεί να είναι ένας άνθρωπος ή ένα πράγμα. Οι δράστες που πρέπει να αναζητήσετε είναι αυτοί των οποίων οι πράξεις έφεραν τις αλλαγές.

Η καταγραφή της πηγής των πληροφοριών θα βοηθήσει αργότερα και μπορεί να είναι πολύ χρήσιμη όταν κάποιος ζητήσει τις πηγές των πληροφοριών του γεγονότος. Μπορεί να μην είναι δυνατόν να οριστεί η ώρα που το γεγονός ξεκίνησε όταν ο δράστης/ η δράση πρώτο- αποκτηθούν. Αλλά, εάν μπορεί, χρησιμοποιώντας τον κύβο θα είναι ευκολότερο. Η τοποθεσία του γεγονότος πρέπει να δηλωθεί με όση σαφήνεια είναι δυνατόν. Οι **Descriptors** πρέπει να χρησιμοποιηθούν για να κάνουν τη δράση πιο συγκεκριμένη. **Descriptors** πρέπει να διατυπώνονται για να βοηθήσουν άλλους να διανοηθούν και να καταλαβαίνουν τι έγινε. Για παράδειγμα, εάν περιγράφεται η δράση σαν 'η πόρτα έκλεισε', ο **Descriptor** πρέπει να γράψει 'με ρυθμό 1 μέτρο το δευτερολέπτου' αντί για 'γρήγορα'. Η διάρκεια του γεγονότος μπορεί να είναι δύσκολο να οριστεί όση και η ώρα που άρχισε, αλλά η πληροφορία είναι πολύτιμη για να διαπιστώνει τις σχέσεις ανάμεσα στα γεγονότα και το χρονισμό τους.

Το φύλλο εργασίας STEP προσφέρει ένα συστηματικό τρόπο για να οργανώνονται οι κύβοι σε μία λεπτομερή, μη γραμμική περιγραφή της διαδικασίας του ατυχήματος. Ονομάζεται φύλλο εργασίας, επειδή, κατά τη διάρκεια μιας έρευνας υφίσταται ανάπτυξη και αλλαγή. Το φύλλο εργασίας STEP είναι απλά ένας πίνακας, με σειρές και στήλες, σχεδιασμένο σε ένα φύλλο στο τετράδιο του ερευνητή, σε ένα ρολό χαρτιού τοποθετημένο στο τραπέζι, ή σε ένα λευκό τοίχο. Οι σειρές

ονομάζονται κατά μήκος της αριστερής πλευράς του φύλλου εργασίας με τα ονόματα όλων των δραστών. Οι στήλες αποκαλούνται διαφορετικά, με σημάδια ή αριθμούς σε μια γραμμή χρόνου, κατά πλάτος του επάνω μέρους του φύλλου εργασίας.

Η αριστερή πλευρά του φύλλου εργασίας STEP είναι εκεί όπου γράφονται οι δράστες εμπλεγμένοι στο ατύχημα, ένας σε κάθε σειρά. Όταν ένας δράστης αναγνωρίζεται, δίνεται στο δράστη αυτό ένα μοναδικό όνομα και το όνομα αυτό γράφεται στην αρχή της σειράς για το δράστη αυτό. Αυτό είναι εύκολο όταν οι δράστες είναι άνθρωποι. Είναι λιγάκι πιο δύσκολο όταν ο δράστης είναι πράγμα. Στα πράγματα πρέπει να δίνεται ένα πιο συγκεκριμένο όνομα παρά μόνο 'μια μηχανή', εκτός αν μονό μια μηχανή εμπλέκεται στο ατύχημα.

Το φύλλο εργασίας STEP θα αποτελέσει τη βάση για την αναφορά της έρευνας. Αυτό σημαίνει ότι οι δράστες πρέπει να ονομάζονται όσοι πιο περιγραφικά και ειδικά είναι δυνατόν έτσι ώστε όταν κάποιος πλην τον ερευνητή διαβάσει το φύλλο εργασίας ή διαβάσει την αναφορά, θα μπορεί να αναγνωρίσει και να διανοηθεί το συγκεκριμένο άτομο.

Κάθε δράστης καταλαμβάνει μια οριζόντια σειρά στο φύλλο εργασίας STEP, ανεξάρτητα από το πόσο συχνά η σπάνια αυτός ο δράστης ενήργησε κατά τη διάρκεια της διαδικασίας του ατυχήματος. Η όλη ιδέα του να χρησιμοποιηθεί το φύλλο εργασίας είναι για να κρατούνται τα γεγονότα οργανωμένα και καθαρά. Όταν κάθε δράστης έχει μισ ξεχωριστή οριζόντια γραμμή, είναι πολύ εύκολο και αποτελεσματικό να ακολουθήσετε όλους τους δράστες και όλες τις πράξεις τους κατά τη διάρκεια του ατυχήματος.

Κατά μήκος του επάνω μέρους του φύλλου εργασίας STEP υπάρχει μια γραμμή της οποίας το συνολικό μήκος απεικονίζει τη διάρκεια του ατυχήματος από την ώρα που άρχισε η πρώτη προγραμματιστή αλλαγή μέχρι και την ώρα που τελείωσε το τελευταίο συνδεδεμένο βλαβερό γεγονός. Η αριστερή άκρη της γραμμής σημαδεύει την ώρα που η διαδικασία του ατυχήματος ξεκίνησε. Η δεξιά άκρη σημαδεύει την ώρα που έληξε. Το μήκος της γραμμής εκτιμάται στην αρχή της έρευνας. Καθώς όλο και περισσότερα στοιχεία ανακαλύπτονται, η γραμμή του χρόνου μπορεί να χρειαστεί να ρυθμιστεί ώστε να χωράει καινούρια στοιχεία χρόνου. Δεν υπάρχει ανάγκη η γραμμή του χρόνου να τραβηχτεί σε σταθερή κλίμακα. Σε μερικά ατυχήματα, ένα σημαντικό μέρος του χρόνου μπορεί να περάσει μεταξύ της πρώτης προγραμματιστής αλλαγής μέχρι το επόμενο σημαντικό γεγονός. Αλλά τότε τα πράγματα αρχίζουν πραγματικά να συμβαίνουν γρήγορα, και έτσι η κλίμακα του χρόνου επεκτείνεται για να χωράνε όλα τα γεγονότα. Η γραμμή του χρόνου πρέπει να είναι προσαρμόσιμη. Στην αρχή ο κύριος σκοπός της γραμμής χρόνου είναι να κρατούνται τα γεγονότα στη σειρά, για να επιτρέπεται στα γεγονότα να εκτεθούν με τέτοιο τρόπο που δείχνει πως σχετίζονται μεταξύ τους από την άποψη του χρόνου. Καθώς μεγαλώνει η

κατανόηση, αυτό θα βοηθήσει να εντοπιστούν περιορισμοί χρόνου οι οποίοι δημιουργούν προβλήματα ασφάλειας, και κατ'αυτο τον τρόπο να προσδιοριστούν προβλήματα ασφάλειας.

Το διάγραμμα STEP επίσης δείχνει τη χρήση των βελών που ενώνουν δοκιμασμένες σχέσεις ανάμεσα σε γεγονότα στην αλυσίδα του ατυχήματος. Ένας τύπος βέλους χρησιμοποιείται για να δείξει προηγούμενες/επόμενες και λογικές σχέσεις μεταξύ δύο ή παραπάνω γεγονότων. Όταν μία νωρύτερη πράξη είναι απαραίτητη για την ύπαρξη μιας δεύτερης, ένα βέλος θα πρέπει να τραβηχτεί από το προηγούμενο γεγονός προς το γεγονός που απορρέει. Η διαδικασία της σκέψης για την αναγνώριση των συνδέσμων μεταξύ των γεγονότων σχετίζεται με τις έννοιες αλλαγής της κατάστασης που αποτελούν το θεμέλιο της μεθόδου STEP. Για κάθε γεγονός στο φύλλο εργασίας, ο ερευνητής ρωτάει 'αρκούν οι προηγούμενες πράξεις για ξεκινήσουν αυτή τη δράση (ή γεγονός) ή ήταν αναγκαίες και άλλες δράσεις;' Προσπαθήστε να διανοηθείτε τους δράστες και τις δράσεις σε μία 'νοερή ταινία' για να αναπτύξετε τους συνδέσμους.

2.1.5 Αναγνώριση της διαδοχής αλληλουχίας των γεγονότων:

Η διαδικασία STEP επίσης περιλαμβάνει μερικές σχολαστικές τεχνικές διαδικασίες για να εξετάσουν την αλήθεια: η δοκιμή των σειρών, η δοκιμή των στηλών και η δοκιμή αναγκαιότητας-και-επάρκειας.

Η εξέταση των σειρών (ή οριζόντια εξέταση) δείχνει εάν είναι απαραίτητοι περισσότεροι κύβοι για κάθε ξεχωριστό δράστη εγγεγραμμένο στην αριστερή πλευρά του φύλλου εργασίας. Επίσης, δείχνει εάν κάθε δράστης έχει διαχωριστεί αρκετά. Γενικά, γίνεται:

- Έλεγχος πληρότητας.
- Αναπαράσταση ενεργειών του 'δράστη'.
- Αναγνώριση ασυνέχειας

Η εξέταση των στηλών (ή κάθετη εξέταση) ελέγχει τη διαδοχή των γεγονότων ζευγαρώνοντας το νέο γεγονός με τις δράσεις άλλων δραστών. Για να περάσει τη δοκιμασία των στηλών, ο κύβος γεγονότων που εξετάζεται θα πρέπει να έχει συμβεί:

1. Μετά από όλα τα γεγονότα σε όλες τις στήλες αριστερά αυτού του γεγονότος,
2. Πριν όλα τα γεγονότα σε όλες τις στήλες δεξιά το γεγονότος αυτού, και
3. Συγχρόνως με όλα τα γεγονότα στην ίδια στήλη.

Γενικά γίνεται:

- Έλεγχος σειράς των γεγονότων.
- Διαρρύθμιση χρόνου πριν/μετά.
- Επίπτωση διαστήματος πριν/μετά

Η δοκιμή αναγκαιότητας-και-επάρκειας χρησιμοποιείται όταν υποπτευθεί ότι οι δράσεις ενός δράστη προκάλεσαν επακόλουθες ενέργειες από άλλον δράστη στο φύλλο εργασίας, και μετά την εξέταση της διαδοχής τους. Το ζήτημα είναι εάν η προηγούμενη δράση αρκεί από μόνη της να προκαλέσει την επακόλουθη δράση ή εάν ήταν απαραίτητες και άλλες δράσεις. Εάν η προηγούμενη δράση ήταν αρκετή, πιθανόν τα στοιχεία να είναι αρκετά. Εάν η προηγούμενη δράση δεν αποδεικνύεται να είναι αρκετή για να προκαλέσει το επόμενο γεγονός, τότε πρέπει να αναζητηθούν άλλες ενέργειες οι οποίες ήταν απαραίτητες για να συμβεί το γεγονός.

Η μεθοδολογία STEP επίσης συνεπάγεται μία συστηνόμενη μέθοδο για την αναγνώριση προβλημάτων ασφαλείας και την ανάπτυξη συστάσεων ασφαλείας. Με την προσέγγιση αυτή, ο αναλυτής απλά προχωρεί σε ολόκληρο το φύλλο εργασίας έναν κύβο μετά τον άλλο και ένα βέλος μετά το άλλο για να βρει τα σετ γεγονότων που απαρτίζουν προβλήματα ασφαλείας, όπως καθορίζεται από την επίδραση του προηγούμενου γεγονότος στο επόμενο γεγονός. Στο αρχικό πλαίσιο STEP αυτά τα οποία δικαιολογούσαν μέτρα ασφαλείας, μετατρέπονται σε δηλώσεις ανάγκης, οι οποίες εκτιμούνται ως υποψήφιες συστάσεις για διορθωτικά μέτρα.

Η διαδικασία ανάλυσης αλλαγών STEP η οποία περιλαμβάνει πέντε συσχετισμένες ενέργειες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση των μέτρων που αποσκοπούν σε πρόληψη:

1. Αναγνώριση των πιθανών αλλαγών για την αντιμετώπιση προβλημάτων ασφαλείας
2. Ιεράρχηση της αποτελεσματικότητας των αλλαγών
3. Εκτίμηση των **ανταλλαγών** που συνεπάγονται
4. Επιλογή των καλύτερων συστάσεων
5. Ένας τελευταίος έλεγχος της ποιότητας των επιλεγμένων συστάσεων.

Όσον αφορά την αιτία, οι Hendrick και Benner (1987) λένε ότι συχνά ζητείται να προσδιοριστεί το αίτιο του ατυχήματος. Με βάση το φύλλο εργασίας STEP, φαίνεται ότι το ατύχημα ήταν πράγματι μερικά ζευγάρια γεγονότων. Πώς πρέπει να επιλεγθεί ένα ζευγάρι γεγονότων και να χαρακτηριστεί 'η αιτία' του ατυχήματος; Η επιλογή ενός προβλήματος ως η αιτία θα συγκεντρώσει την προσοχή στο πρόβλημα αυτό. Εάν είναι δυνατόν να φτιάξουμε έναν κατάλογο με πολλαπλές αιτίες ή

αιτιολογικούς παράγοντες, ίσως είναι δυνατόν να επισύρουν την προσοχή σε μερικά προβλήματα που χρήζουν διόρθωσης. Εάν είναι δυνατόν, αφήστε την ονομασία των αιτιών σε κάποιον άλλο ο οποίος έχει την ανάγκη να κάνει τέτοια δουλειά, όπως δημοσιογράφοι, δικηγόροι, εμπειρογνώμονες, κτλ, και να συγκεντρωθείτε στα αναγνωρισμένα προβλήματα ασφαλείας και τις συστάσεις από την έρευνα ατυχήματος.

2.1.6 Αναγνώριση κριτικών ενεργειών και γεγονότων:

- Καθορισμός των κριτικών ενεργειών/γεγονότων βάσει κατανόησης του πως εξελίχθηκε το περιστατικό.
- Κοίταξε για προβλήματα στη ροή των γεγονότων:
 - Εξέτασε τα ζευγάρια γεγονότων.
 - Σημεία ερεθισμού.
- Τα περισσότερα συμβάντα δεν έχουν μόνο μια αιτία.
- Επισήμανε όλες τις κριτικές ενέργειες και κριτικά γεγονότα.

2.1.7 Χρήση διαγράμματος αλληλουχίας:

- Οργανώνει τα δεδομένα.
- Καθοδηγεί την έρευνα.
- Εξυπηρετεί στην εστίαση για ομαδικές έρευνες.
- Επιτρέπει την εξακρίβωση της διαδοχής των γεγονότων.
- Επισημαίνει κενά γνώσεων.
- Κάνει τη διάκριση μεταξύ πρακτικών και πιθανών αιτιών.
- Επιτρέπει την εξακρίβωση ενός τυχαίου γεγονότος.
- Περιγράφει καθαρά το συμβάν για διοικητική παρουσίαση.
- Βοηθάει στην οργάνωση αναφοράς του γεγονότος.
- Αναγνωρίζει διαφορές μεταξύ πραγματικών και προγραμματισμένων διαδικασιών.
- Επιτρέπει τον έλεγχο θεωριών με λογική και αντικειμενικότητα.

2.2 Τεχνική των δέντρων αστοχιών (fault tree) :

Για να ανιχνευθεί η πηγή του λάθους υπάρχει μια μέθοδος πολύ γνωστή στους αναλυτές αξιοπιστία ,η ανάλυση δέντρου αστοχιών (fault tree) .

Το δέντρο αστοχιών είναι ένα λογικό διάγραμμα ,το οποίο δείχνει την αλληλεπίδραση μεταξύ των υπευθύνων αιτιών για την εμφάνιση ενός ανεπιθύμητου γεγονότος(ατυχήματος) .

Σε αυτή τη μέθοδο επιλέγεται ένα ανεπιθύμητο γεγονός (λάθος) και όλοι οι υπεύθυνοι παράγοντες που συμβάλλουν στη δημιουργία του ,παρουσιάζονται με τη μορφή ενός δέντρου .

Η διαγραμματική ανάλυση του δέντρου μας βοηθά στην επισήμανση της ρίζας των προβλημάτων και στην έγγραφη ανάλυση και περιγραφή της λογικής διαδοχής των αιτιολογικών γεγονότων.

Ξεκινώντας από ένα ανεπιθύμητο γεγονός (ατύχημα ή λάθος) ,η ανάλυση του δέντρου αστοχιών εκτελεί μια ‘προς –τα-πίσω’ πορεία ,ανιχνεύοντας όλα τα πιθανά γεγονότα που μπορεί να μας έχουν οδηγήσει στο ανεπιθύμητο γεγονός .

Δημιουργείται ένα μοντέλο του συστήματος στο οποίο τα διάφορα γεγονότα παρουσιάζονται με τη μορφή λογικών συμβόλων ενός δεντρικού δικτύου .

Ο τελικός στόχος είναι να οδηγηθούμε στο τέλος δέντρου σε ανεξάρτητα γεγονότα ,τα οποία δεν επιδέχονται επιπλέον ανάλυση.

2.2.1Διάδοχη των γεγονότων:

Τα γεγονότα του δέντρου διέπονται από μια συγκεκριμένη ιεραρχία όπως παρουσιάζεται στη συνέχεια:

- Κορυφαίο γεγονός : είναι το γεγονός που τοποθετείται στην κορυφή του δέντρου , η ανάλυση του οποίου οδηγεί στη δημιουργία του υπόλοιπου δέντρου .
- Πρωτεύον γεγονός : είναι το πρωτεύων και το βασικό λάθος στο οποίο οφείλεται η δυσλειτουργία του στοιχείου .Προέρχεται από κάποιο χαρακτηριστικό του ίδιου στοιχείου .
- Δευτερεύον γεγονός : είναι ένα ενδιαφέρον λάθος ή επίδραση που προέρχεται από ένα άλλο στοιχείο η συσκευή , ή κάποια εξωτερική κατάσταση .
- Βασικό γεγονός :είναι ένα γεγονός (λάθος ή όχι)στο επίπεδο της μικρότερης μονάδας από την όποια αποτελείται το υπό εξέταση σύστημα και τοποθετείται στη βάση του δέντρου .

Άρα τα βασικά βήματα της ανάλυσης είναι :

- Επιλογή του κορυφαίου γεγονότος
- Καθορισμός των πρωτευόντων και δευτερευόντων γεγονότων

➤ Καθορισμός των συσχετίσεων μεταξύ των αιτιών του κορυφαίου γεγονότος με τη βοήθεια των πυλών or , and.

2.2.2 Το κορυφαίο γεγονός:

Κατά τη διάρκεια της διερεύνησης ενός ατυχήματος μας ενδιαφέρει να επικεντρωθούμε σε ένα ανεπιθύμητο γεγονός και να αναλύσουμε τα περίπλοκα αίτια του, τότε η ανάλυση του δένδρου αστοχιών είναι μια καλή τεχνική για το σκοπό αυτό.

Το κορυφαίο γεγονός είναι το υπό ανάλυση ατύχημα ,που μπορεί να είναι ένα καταστροφικό αποτέλεσμα ή ο τραυματισμός του προσωπικού και τοποθετείται πάντα σε ένα ορθογώνιο πλαίσιο στην κορυφή του δένδρου.

Στη συνέχεια συνυπολογίζονται όλοι οι συμμετέχοντες παράγοντες και με αυτό το τρόπο χτίζεται το δέντρο.

2.2.3 Χτίζοντας το δέντρο :

Πριν γίνει η διαδικασία δημιουργίας του δένδρου είναι απαραίτητο να γίνουν οι ακόλουθες παραδοχές:

1. Υπάρχουν δυο εκφράσεις λειτουργικότητας: αποτυχία και επιτυχία.
2. Τα βασικά λάθη είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους.
3. Αν επιχειρήσουμε την ποσοτικοποίηση του δένδρου ,τότε κάθε ποσότητα ξεφράζει μια σταθερά που αντιπροσωπεύει το ρυθμό του λάθους και ακολουθεί μια συγκεκριμένη κατανομή.

Αφού καθοριστεί το κορυφαίο γεγονός ,καταγράφονται όλοι οι εμπλεκόμενοι παράγοντες και συνδέονται με αυτό με τη βοήθεια των OR ,AND πυλών .

2.2.4 Ολοκληρώνοντας το δέντρο :

Η προς τα κάτω πορεία συνεχίζεται έως ότου χρησιμοποιηθεί όλη η διαθέσιμη πληροφορία.

Το κατώτερο επίπεδο του δένδρου πρέπει να είναι ένα λάθος ή ένα οπουδήποτε βασικό γεγονός .

Τα γεγονότα αυτά παριστάνονται με κύκλους ή με ρόμβους. Οι περισσότεροι αναλυτές χρησιμοποιούν τον κύκλο για να δηλώσουν την ολοκλήρωση της ανάπτυξης του δένδρου ή τον τερματισμό της προσπάθειας λόγω εξωτερικών παραγόντων.

2.2.5 Περιορισμοί:

Η αποτελεσματική χρήση του δένδρου αστοχιών προϋποθέτει την άριστη γνώση της δομής και της χρησιμότητας της υπό εξέταση εργασίας. Στην περίπτωση όπου ο μηχανικός δεν διαθέτει τον χρόνο που απαιτείται για την απόκτηση της απαραίτητης εμπειρίας ,τότε πρέπει να ανατρέξει στη συμβουλή ενός ειδικού , ο οποίος με τη σειρά του πρέπει να διαθέτει ικανοποιητική γνώση του υπό ανάλυση συστήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ (ΗΤΑ) ΣΕ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΣΤΕΡΑ

3.1 Λειτουργία του αντιδραστήρα:

Η αντίδραση $\text{OΞΥ} + \text{ΑΛΚΟΟΛΗ} \rightarrow \text{ΕΣΤΕΡΑΣ} + \text{H}_2\text{O}$ πραγματοποιείται μέσα στον αντιδραστήρα και είναι εξώθερμη αντίδραση, δηλαδή εκλύεται θερμότητα ΔH . Ο αντιδραστήρας είναι τύπου “διαλείποντος έργου-batch Reactor” που σημαίνει πως τα αντιδρώντα και τα προϊόντα εισέρχονται και εξέρχονται αντίστοιχα τμηματικά ενώ γίνεται συνεχής ανάδευση.

Τα προϊόντα της αντίδρασης είναι εστέρας και νερό τα οποία πρέπει να διαχωριστούν μεταξύ τους με δύο δυνατούς τρόπους:

- Διεργασία διαλύτη-solvent process, όπου με υδρόφοβο διαλύτη στον διαχωριστή γίνεται ο διαχωρισμός.
- Απόσταξη-distillation.

3.2 Επιμέρους τμήματα και εξαρτήματα του αντιδραστήρα:

Όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 2.1 ο χημικός αντιδραστήρας αποτελείται από τα παρακάτω τμήματα :

- Μηχανή αναδευτήρα-stirrer.
- Συστήματα ψύξης και θέρμανσης:
- Μανδύας-Jacket. Αποτελείται από τρεις τομείς παράλληλα συνδεδεμένους με μορφή σπείρας που καλύπτουν ολόκληρη την εξωτερική επιφάνεια του αντιδραστήρα. Συνδέεται με σωλήνες εισόδου και εξόδου κρύου νερού για ψύξη του αντιδραστήρα και σωλήνες εισόδου και εξόδου ατμού για τη θέρμανση του αντιδραστήρα. Οι τρεις τομείς μπορούν να λειτουργούν ανεξάρτητα και να ρυθμίζεται η απαγωγή της θερμότητας σε τρεις κλίμακες.
- Εσωτερικά του αντιδραστήρα υπάρχει μια σερπαντίνα-coil που είναι συνδεδεμένη με τους σωλήνες παροχής κρύου νερού για την άμεση ψύξη του μείγματος.
- Σωλήνας εισόδου αντιδρώντων υπό μορφή υγρών, στερεών και λαδιών.
- Συστήματα απαγωγής ατμών:
- Γραμμές επανακυκλοφορίας που οδηγούν στο δοχείο συλλογής(receiver) ή στη συσκευή καθαρισμού αερίων(scrubber).
- Συμπυκνωτής-condenser. Με ροή κρύου νερού, λειτουργεί σαν εναλλάκτης θερμότητας και αποβάλλει τα αέρια στην ατμόσφαιρα και τα υγρά τα παροχετεύει στον διαχωριστή.
- Σε περίπτωση που η πίεση ξεπεράσει τα 10 Psi (περίπου 0,6 atm) σπάνε οι δίσκοι ρήξης (rupture disks) και ο ατμός διοχετεύεται στο δοχείο συγκράτησης(catch tank).

- Διαχωριστής-separator. Στον διαχωριστή εισέρχονται τα υγρά που φεύγουν από τον συμπυκνωτή και διαχωρίζει τα βαρύτερα συστατικά από τα ελαφρύτερα ή τα υδρόφοβα από τα υδρόφιλα. Στην ουσία χωρίζει τον διαλύτη από το νερό και επανατοποθετεί τον διαλύτη στον αντιδραστήρα και το νερό το διώχνει στο δοχείο συλλογής.
- Δοχείο συλλογής-receiver. Εκεί εισέρχονται ατμοί που αποβάλλονται από τον συμπιεστή (συμπυκνωτή) και την συσκευή καθαρισμού αερίων (scrubber) και νερό που αποβάλλεται από τον διαχωριστή. Επίσης έχει την ιδιότητα να δημιουργεί κενό.
- Σε περίπτωση ανάφλεξης ή οξειδωσης, με κάποιες αντλίες τραβάει το οξυγόνο και από την άλλη μεριά του αντιδραστήρα, από τη γραμμή προσθήκης κενού εισάγεται N_2 . Έτσι γεμίζει η αέρια φάση του συστήματος με αδρανές αέριο.
- Ανθρωποθυρίδα-man way. Σημείο εισόδου του συντηρητή για έλεγχο και καθαρισμό.
- Θερμόμετρο-TI
- Μανόμετρο-PI.
- Το προϊόν εξέρχεται από τον πυθμένα του αντιδραστήρα με βοήθεια αντλίας λόγω του μεγάλου ιξώδους.

Μεγάλη προσοχή πρέπει να δίνεται στους εξής παράγοντες:

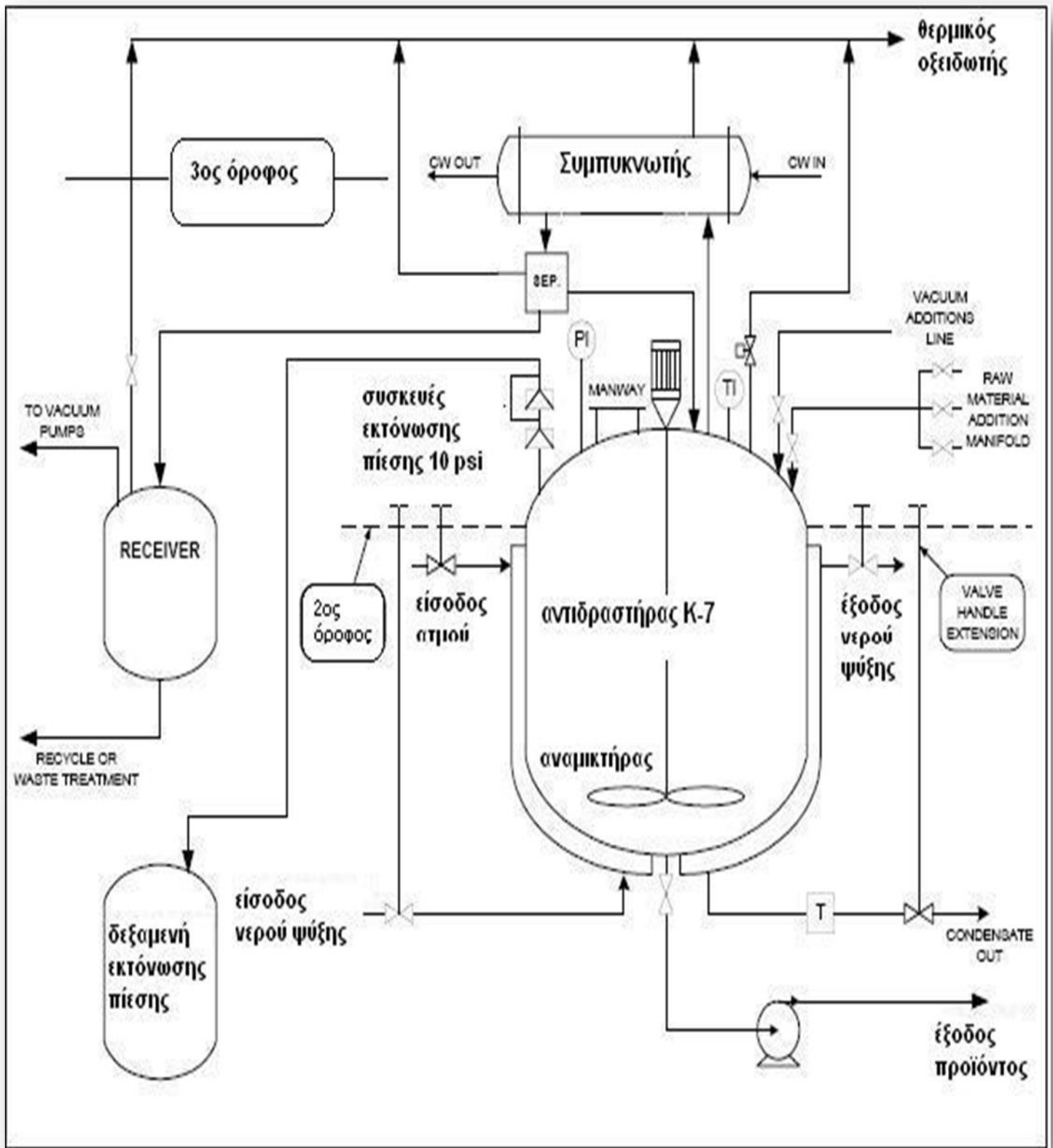
- Ποσότητες και αναλογία αντιδρώντων: Σημαντικό είναι να ζυγίζονται με μεγάλη ακρίβεια οι ποσότητες των αντιδρώντων και να εισέρχονται χωρίς απώλειες στον αντιδραστήρα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι αν δεν αναμείξουμε τα αντιδρώντα με την σωστή αναλογία υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να πάρουμε προϊόν διαφορετικό από αυτό που επιθυμούμε. Εξίσου σημαντικός είναι και ο ρυθμός τροφοδοσίας των αντιδρώντων ώστε να ελέγχεται η θερμοκρασία και ο χρόνος αντίδρασης.
- Ανάδευση: Σημαντικός παράγοντας ώστε να λαμβάνει χώρα η αντίδραση σε όλο τον αντιδραστήρα και να αποτρέπεται η δημιουργία ζεστών σημείων. Τα ζεστά σημεία δημιουργούνται όταν στα τοιχώματα του αντιδραστήρα υπάρχουν περιοχές που δεν ανακατεύονται και δεν γίνεται αντίδραση ενώ στα γειτονικά μόρια πραγματοποιείται εξώθερμη αντίδραση και εγκλωβίζεται η εκλυόμενη θερμότητα. Γι'αυτό το λόγω ο αντιδραστήρας έχει ωσειδές σχήμα και έτσι δεν υπάρχουν περιοχές που δεν ανακατεύονται.
- Διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας: Η θερμοκρασία πρέπει να διατηρηθεί σταθερή για να γίνει σωστά η αντίδραση και να μην επιταχυνθεί. Επίσης δεν πρέπει να αυξηθεί η θερμοκρασία

πάνω από κάποιο όριο γιατί μπορεί να γίνει έκρηξη αν ξεπεραστεί το σημείο αυτανάφλεξης των ουσιών καθώς επίσης και αν αυξηθεί πέραν του ορίου η πίεση. Για τους λόγους αυτούς υπάρχουν συστήματα για την

- Θέρμανση και την ψύξη του αντιδραστήρα.

ΤΟ ΣΧΗΜΑ 3.1 ΕΞΗΓΕΙ ΤΑ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΤΜΗΜΤΑ ΤΟΥ ΧΗΜΙΚΟΥ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑ.

ΣΧΗΜΑ 3.1 : ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑ



3.3 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΟΥ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑ:

ΡΟΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΠΑΡΤΙΔΩΝ

Οι παρακάτω διαδικασίες και εργασίες προορίζονται για την κάλυψη όλων των όψεων της λειτουργίας ενός αντιδραστήρα.

ΟΙ ΚΥΡΙΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΕΞΗΣ: ΦΟΡΤΙΣΗ-ΠΛΗΡΩΣΗ, ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΕΚΚΕΝΩΣΗ .

3.3.0 ΠΡΙΝ ΤΗ ΦΟΡΤΙΣΗ (ΠΛΗΡΩΣΗ):

Πριν από την έναρξη της φόρτισης πρέπει να πραγματοποιηθούν οι εξής έλεγχοι _προ-φόρτισης:

1. Καθαρότητα του αντιδραστήρα.
2. Κύρια βαλβίδα εκφόρτωσης κλειστή.
3. Δευτερεύουσα βαλβίδα εκφόρτωσης στον αναδευτήρα κλειστή.
4. Δοχείο συλλογής στραγγισμένο και βαλβίδα εξόδου ανοικτή.
5. Βαλβίδα ατμοσφαιρας ανοικτή.
6. Το νερό στη συσκευή καθαρισμού αερίων να ρέει ελεύθερα.
7. Βαλβίδα αζώτου και όλες οι συμπληρωματικές βαλβίδες θέτονται ανάλογα με την κατάσταση λειτουργίας .

3.3.1 ΦΟΡΤΙΣΗ:

Πριν την ολοκλήρωση της πρώτης φόρτισης , πρέπει να γίνει έλεγχος για διαρροή από την κύρια βαλβίδα εκκένωσης . Αυτό μπορεί να γίνει με τη πλήρωση προσεγγιστικά 400 λίτρων από το λάδι και την επιθεώρηση της κυρίας βαλβίδας εκκένωσης.

Εάν το λάδι δεν είναι μέρος της φόρτισης, χρησιμοποιείται νερό.

3.3.1.1 ΑΝΤΛΗΣΗ ΤΩΝ ΛΑΔΙΩΝ:

Πριν αντληθούν τα λάδια πρέπει να γίνει αναφορά στη διαδικασία ή την αναγνωρισμένη διαδικασία χειρισμού όσον αφορά τον προστατευτικό ρουχισμό.

Επίσης πρέπει να αναφερθούν οι κίνδυνοι που συνδέονται με τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται στη παρτίδα.

Τέλος, όλες οι φορτίσεις λαδιού πρέπει να ελεγχθούν σε μια ζυγαριά ακριβείας.

3.3.1.2 ΦΟΡΤΙΣΗ ΥΛΙΚΩΝ ΑΠΟ ΣΑΚΟΥΣ

Πριν τη φόρτιση οποιουδήποτε υλικού από τους σάκους πρέπει να ληφθούν προστατευτικά μέτρα σχετικά με το ρουχισμό και να αντιμετωπίζεται οποιοσδήποτε κίνδυνος σχετικός με τα συστατικά .

Τα συστατικά πρέπει να ελεγχθούν εάν είναι αποδεκτά και κατάλληλα για χρήση. (Green stickers)

Το σωστό βάρος των συστατικών πρέπει να τοποθετηθεί δίπλα στο δοχείο φόρτισης.

Ο ελεγκτής πρέπει να ελέγξει εάν το βάρος των συστατικών είναι σωστό.

Μέρη των σακών πρέπει να ζυγιστούν ακριβώς.

Οι άδειοι σάκοι πρέπει να δένονται σε δέσμες των δέκα, να ξαναμετρούνται για επανέλεγχο και να μεταφέρονται εκτός κτιρίου .

3.3.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ :

Πριν την εφαρμογή οποιουδήποτε είδους θερμότητας στον αντιδραστήρα, πρέπει ο αριθμός των θερμαινόμενων ζωνών να έχει καλυφθεί με υλικά.

Τα κύρια μέρη της διεργασίας αυτής είναι :

1. Διεργασία διαλύτη
2. Διεργασία σύνθεσης
3. Διεργασία απόσταξης
4. Σφραγισμένο δοχείο

3.3.2.1 Διεργασία Διαλύτη:

Εάν η παρτίδα ήδη βρίσκεται στη διεργασία διαλύτη θα πρέπει να επανακυκλοφορείται με κριτήριο αναφοράς τη θερμοκρασία.

Εάν μεταβιβάζεται στη διεργασία διαλύτη (όταν μια παρτίδα είναι σε θερμοκρασία) το αντιδραστήριο τμήμα του επανακυκλοφορούμενου διαλύτη, πρέπει να προστίθεται σε μικρά υποπολλαπλάσια ώστε πτώση της θερμοκρασίας να είναι πολύ μικρή, με προσοχή στη λειτουργία του διαχωριστή και τις κύριες λειτουργίες που συνδέονται με αυτόν.

3.3.2.2 Διεργασία Σύνθεσης:

Σε αυτή την διεργασία θα πρέπει η βαλβίδα **fume trunking** στη συσκευή καθαρισμού αερίων να είναι ανοιχτή και όλες οι συμπληρωματικές βαλβίδες να είναι κλειστές.

Το νερό στη συσκευή καθαρισμού αερίων πρέπει να ρέει ελευθέρως και πρέπει να γίνουν στενοί έλεγχοι για να διαπιστωθεί ότι δεν εμφανίζονται εμπόδια στη συσκευή καθαρισμού αερίων ή στη γραμμή που οδηγεί σε αυτή.

Η διαδικασία πρέπει να αναφερθεί για τη συνιστώμενη ροή του αδρανούς αερίου στον αντιδραστήρα.

3.3.2.3 Απόσταξη και κενή απόσταξη:

Σε αυτό το σημείο, πρέπει να αποσυνδεθούν από τον αντιδραστήρα οι γραμμές που οδηγούν στον διαχωριστή ή στο δοχείο συλλογής.

3.3.2.4 Σφραγισμένο Δοχείο-sealed kettle:

Εδώ πρέπει όλες οι συμπληρωματικές βαλβίδες να είναι κλειστές.

Η πίεση στον αντιδραστήρα ελέγχεται μέσω του σημείου εισαγωγής του αδρανούς αερίου.

Για την αποδέσμευση πίεσης λιγότερης από 5psi κλείστε την παροχή αδρανούς αερίου. Η πίεση θα αρχίσει να πέφτει, οποιαδήποτε πίεση απομείνει μπορεί με αργό ρυθμό να βρει διέξοδο από τη συσκευή καθαρισμού αερίων.

Πιέσεις παραπάνω από 5psi σπάνια χρησιμοποιούνται, σε αυτήν την περίπτωση η πίεση απελευθερώνεται με την ολοκλήρωση της εκκένωσης από τις γραμμές των προϊόντων.

3.3.2.5 Συνολική ροή επανακυκλοφορίας:

Είναι η διεργασία κατά την οποία οι διαλύτες και οι πτητικές ουσίες επιστρέφουν στον αντιδραστήρα περνώντας από τον διαχωριστή.

Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται ευρέως στην λέπτυνση των παρτίδων

3.3.3 ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ:

Οι θερμοκρασίες στις οποίες λειτουργούν και εκφορτώνονται οι παρτίδες πρέπει να τηρηθούν αυστηρά.

Αυτές οι θερμοκρασίες μπορούν να βρεθούν στη διεργασία και θα ποικίλουν από παρτίδα σε παρτίδα.

Ένας κατάλληλος αναμεικτήρας πρέπει να είναι διαθέσιμο για όλες τις υγρές παρτίδες.

Ένας κατάλληλος δίσκος ή ένα σιλό(κατακόρυφη δεξαμενή αποθεμάτων) πρέπει να είναι διαθέσιμο για τις στερεές ρητίνες.

Οι ποσότητες διαλύτη που χρησιμοποιούνται για την λέπτυνση καθώς και οι ποσότητες που θα αντληθούν στον αναμεικτήρα πριν τη λέπτυνση μπορούν να ληφθούν από ένα μέλος του εργαστηριακού προσωπικού.

Οι αναδευτήρες πρέπει να ενεργοποιηθούν πριν την εκφόρτιση.

Δείγματα από τους αναμεικτήρες λαμβάνονται όταν δοθούν οδηγίες από μέλος του εργαστηριακού προσωπικού.

Η παρτίδα πρόκειται να περάσει από φίλτρο υπό πίεση όπως δείχνουν οι οδηγίες.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι τυποποιημένες διαδικασίες λειτουργίας του αντιδραστήρα .

3.3.4 Τυποποιημένη Διαδικασία Λειτουργίας (1):

3.3.4.1 Αντληση διαλυτών

1. Να φορεθεί ο απαραίτητος προστατευτικός ρουχισμός.
2. Προφορικές και γραπτές οδηγίες δίνονται στο χειριστή από ένα μέλος του εργαστηριακού προσωπικού.
3. Ο χειριστής θέτει τις γραμμές στο κατάλληλο δοχείο και να παρουσιάσει στον επικεφαλής τις προφορικές και γραπτές οδηγίες.
4. Ο επικεφαλής κάνει την προσθήκη.
5. Στην ολοκλήρωση της προσθήκης ο επικεφαλής πρέπει να ενημερώσει το χειριστή για την κατάσταση.
6. Ο χειριστής πρέπει τώρα να επιστρέψει όλες τις χρησιμοποιούμενες βαλβίδες στην κλειστή θέση.

Σημειώσεις:

Στο παρελθόν έχουν γίνει πολλά σφάλματα κατά την προσθήκη γιατί οι βαλβίδες δεν έχουν επιστραφεί στην αρχική κλειστή θέση.

Επίσης έχουν γίνει ανακριβείς προσθήκες λόγω του αέρα στη γραμμή του διαλύτη που δεν έχει αφαιρεθεί εντελώς.

Οδηγία:

Οι προσθήκες πρέπει να αναγράφονται στην κάρτα εργασίας, να τσεκάρονται και να υπογράφονται ώστε να δηλώνεται ότι η εργασία έχει ολοκληρωθεί.

3.3.5 Τυποποιημένη Διαδικασία Λειτουργίας (2):

3.3.5.1 Αντληση λαδιών

1. Να φοριέται σωστός προστατευτικός ρουχισμός.
2. Όλες οι φορτίσεις λαδιού πρόκειται να ελεγχθούν σε ζυγαριά ακριβείας.
3. Έλεγχος όγκου έναντι βάρους στα **header tanks**. Σε περίπτωση ασυμφωνίας πρέπει να ενημερωθεί μέλος του εργαστηριακού προσωπικού.

Σημειώσεις:

Στο παρελθόν έχει αποδειχθεί ότι πολλές “ασυμφωνίες” ήταν αποτέλεσμα άντλησης λανθασμένης ποσότητας λαδιού.

Όλες οι μετρήσεις πρέπει να καταγράφονται στην κάρτα εργασίας.

Ασυμφωνία:

Ασυμφωνία πάνω από +/- 0.5% πρέπει να αναφέρεται σε μέλος του εργαστηριακού προσωπικού.

3.3.5.2 Header Tanks

Πριν τη φόρτιση του **header tank** ελέγξτε ότι οι ζυγαριές είναι μηδενισμένες. Όταν αδειάσει το **header tank** ξανά-ελέγξτε ότι η ένδειξη της ζυγαριάς είναι μηδέν. Οποιαδήποτε ασυμφωνία πρέπει να αναφερθεί σε μέλος του εργαστηριακού προσωπικού. Η κάρτα εργασίας πρέπει υπογραφεί ως ένδειξη ότι το **header tank** έχει αδειάσει.

3.3.6 Τυποποιημένη Διαδικασία Λειτουργίας (3):

3.3.6.1 Διεργασία διαλύτη

1. Έλεγχος για τη καθαριότητα του διαχωριστή
2. Φόρτιση τμήματος του διαχωριστή με νερό (περίπου 1/3 γεμάτο) και σήμανση του επιπέδου.
3. Ξανά-εφοδιάστε το διαχωριστή με το διαλύτη στη γραμμή επανακυκλοφορίας. Ο χρησιμοποιούμενος διαλυτής πρέπει να είναι ο ζητούμενος.
4. Ξεκίνημα θέρμανσης αντιδραστήρα στο συνιστάμενο επίπεδο θερμότητας, διατηρώντας το επίπεδο του νερού στο επίπεδο που έχει σημειωθεί.
5. Όσο είναι στο επιτρεπτό όριο θερμοκρασίας και χρησιμοποιώντας τη συνιστώμενη ποσότητα θερμότητας εισόδου, διατήρησε τη θερμοκρασία της παρτίδας με απομάκρυνση νερού ή με προσθήκη επανακυκλοφορούμενου διαλύτη.
6. Με την ολοκλήρωση φόρτισης της παρτίδας τα συστατικά του διαχωριστή μπορούν να :
 1. Χρησιμοποιηθούν στην επόμενη παρτίδα.
 2. ή προσθέτοντας νερό στο διαχωριστή και εξάγοντας το διαλυτή από το δοχείο
7. Εάν στη φόρτιση του διαχωριστή θερμανθεί υπερβολικά μπορεί να ψύχεται αντικαθιστώντας το τμήμα του νερού του διαχωριστή πολλές φορές. Αν υιοθετηθεί αυτή η διαδικασία, η γραμμή επανακυκλοφορίας πρέπει να είναι κλειστή.

Παρατήρηση:

Είναι σημαντικό να βεβαιωθείτε ι ότι η ροή είναι ενεργή εκτός αν έχετε διαφορετικές οδηγίες από άλλο προσωπικό του εργαστηρίου.

3.3.7 Τυποποιημένη Διαδικασία Λειτουργίας (4):

3.3.7.1 Πλήρωση βαρελιών στο δοχείο

3.3.7.1 Ροή πρώτων υλών στον αντιδραστήρα

1. Σωστός προστατευτικός ρουχισμός.
2. Όλα τα βαρέλια πρέπει να είναι ακαθάριστα ζυγισμένα (μεικτό βάρος) και ελεγμένο ότι τα υλικά είναι σωστά.

3. Τα βάρη πρέπει να καταγραφούν στο βιβλίο φορτίσεων και στη κάρτα εργασίας (μεικτό και καθαρό βάρος).
4. Ποσότητες λιγότερες από 1 βαρέλι πρέπει να ζυγιστούν σε δοχείο 25 λίτρων.
5. Από όλα τα δοχεία πρέπει να αφαιρείται το απόβαρο.
6. Όταν φορτώνονται τα βαρέλια στο δοχείο πρέπει να χρησιμοποιούνται **earthling clips-ακροδέκτες γείωσης**.

Σημείωση:

Έχει παρατηρηθεί στο παρελθόν πως έχει γίνει λάθος στο βάρος των παρτίδων γιατί δεν έχει αφαιρεθεί το απόβαρο.

3.3.7.2 Ολοκληρωμένα προϊόντα στους αναμικτήρες

1. Για όλα τα βαρέλια πρέπει να μετρηθεί το μεικτό βάρος και το απόβαρο.
2. Πριν τα υλικά προστεθούν στους αναμικτήρες πρέπει να δοθούν δείγματα σε ένα μέλος του εργαστηριακού προσωπικού και να εγκριθούν.
3. Πριν τη δειγματοληψία πρέπει να εξασφαλιστεί ότι το περιεχόμενο των βαρελιών είναι καλά αναμειγμένο.

3.3.7.3 Αντιδραστήρας

Εάν ένας αντιδραστήρας είναι κενός πριν από τη φόρτιση, οι έλεγχοι στο πίσω μέρος της κάρτας εργασίας πρέπει να πραγματοποιηθούν.

3.3.8 Τυποποιημένη Διαδικασία Λειτουργίας (5):

3.3.8.1 Φόρτιση υλικών από τους σάκους σε σωλήνα

1. Σωστός προστατευτικός ρουχισμός (φόρμα, μάσκα, γάντια, ποδιά).
2. Έλεγχος για σωστά υλικά, σωστή ποσότητα υλικών και για φόρτιση του σωστού σωλήνα.
3. Με χρήση κατάλληλης εξαγωγής, τροφοδοσία των υλικών στο σωλήνα.
4. Οι ανοιγμένοι σάκοι πρέπει να ζυγιστούν επακριβώς.
5. Οι κενές τσάντες πρέπει να δεθούν σε δέσμες των δέκα και να ξανά μετρηθούν για επανέλεγχο .
6. Σε όλα τα υλικά πρέπει να τσεκαριστεί το βάρος από το άτομο υπεύθυνο της φόρτισης. Η κάρτα εργασίας και το βιβλίο φορτίσεων πρέπει να υπογραφούν από δύο άτομα.

Σημείωση:

Πάντοτε, ανατρέχοντας στη διαδικασία, πρέπει να αναφέρονται οι κίνδυνοι που σχετίζονται με τα υλικά που χρησιμοποιούνται. Χρήση επιπλέον προστατευτικού ρουχισμού όπως αναγράφεται στη διαδικασία.

3.3.9 Τυποποιημένη Διαδικασία Λειτουργίας (6):

3.3.9.1 Εφαρμογή και σπάσιμο του κενού

1. Πρέπει να εξασφαλιστεί ότι το δοχείο συλλογής είναι αποστραγγισμένο και η βαλβίδα εξόδου είναι κλειστή.
2. Πρέπει να εξασφαλιστεί ότι η βαλβίδα εξαέρωσης είναι ανοικτή, εφαρμογή ατμού και νερού στους εξωστήρες και άνοιγμα εξωστήρα στη βαλβίδα του δοχείου συλλογής.
3. Εξασφαλίστε το συμπυκνωτή στο δοχείο συλλογής και ότι οι βαλβίδες στηλών επανακυκλοφορίας είναι ανοικτές. Κλείστε στον διαχωριστή τη βαλβίδα ατμοσφαιρας.
4. Αργά εφαρμόστε το κενό με το κλείσιμο της βαλβίδας εξαέρωσης.
5. Καθώς το κενό ενισχύεται απενεργοποιήστε τη τροφοδοσία αζώτου.

3.3.9.2 Σπάσιμο του κενού

1. Κλείσιμο βαλβίδα στηλών επανακυκλοφορίας.
2. Κλείσε τον ατμό και το νερό στους εξωστήρες.
3. Εφαρμόστε το άζωτο, το κενό θα μειωθεί τώρα.
4. Όταν ο μετρητής κενού/πίεσης διαβάσει μηδενικές λίβρες/ τετραγωνική ίντσα, άνοιξε το δοχείο συλλογής στη βαλβίδα ατμοσφαιρας .
5. Ανοίξτε τη βαλβίδα εξαέρωσης.

Σημειώσεις:

Δεν πρέπει να εισάγεται καθόλου θερμότητα στον αντιδραστήρα όταν εφαρμόζεται το κενό . Εάν το κενό δεν είναι ‘σπασμένο’ στο άζωτο, μπορεί να εμφανιστεί χειροτέρευση του χρώματος των προϊόντων.

3.4 Ιεραρχική Ανάλυση Εργασίας (HTA) του Αντιδραστήρα :

Τα ιεραρχικά βήματα της επεξεργασίας παρτίδων των υλικών φαίνονται παρακάτω και στη συνέχεια παρουσιάζονται τα σχήματα που αναλύουν τα βήματα σε κάθε διεργασία.

3.4.1 Προετοιμασία Αντιδραστήρα:

1. Λήψη κάρτας εργασίας.
2. Προετοιμασία αντιδραστήρα
 - 2.1 Έλεγχος αν αντιδραστήρας είναι καθαρός.
Αν είναι καθαρός εκτέλεσε εργασία 2.2, αλλιώς αν υπάρχει αμφιβολία εκτέλεσε κατά σειρά 1, 2, 3.
 - 2.1.1 Ενεργοποίησε εξαγωγή.
 - 2.1.2 Άνοιξε ανθρωποθυρίδα.
 - 2.1.3 Έλεγχος αντιδραστήρα.
 - 2.1.4 Εργαστηριακός έλεγχος αντιδραστήρα.
 - 2.2 Έλεγχος αν βαλβίδα εκκένωσης είναι κλειστή.
 - 2.3 Έλεγχος δευτερεύουσας βαλβίδας για αναμεικτήρα να είναι κλειστή.
 - 2.4 Βάνες εξόδου του δοχείου συλλογής κλειστές.
 - 2.5 Βάνα για την ατμόσφαιρα ανοιχτή.
 - 2.6 Παροχή νερού στο δοχείο έκλυσης ανοιχτή.
 - 2.7 Παροχή N₂ έτοιμη.
3. Γέμισμα αντιδραστήρα με στερεά.
 - 3.1 Μέτρηση σάκων (δύο χειριστές)
 - 3.2 Άνοιγμα βάνας αέρα της συσκευής καθαρισμού αερίων.
 - 3.3 Τροφοδότηση με περιεχόμενο σάκων.
 - 3.4 Μέτρηση άδειων σάκων.
 - 3.5 Συμπλήρωση κάρτας εργασίας.
 - 3.6 Έλεγχος αριθμού υπολειπόμενων στοιχείων.
4. Γέμισμα αντιδραστήρα με διαλύτη.
 - 4.1 Ενημέρωσε επικεφαλή με γραπτές και προφορικές οδηγίες για άντληση.
 - 4.2 Άνοιγμα των 2 βαλβίδων του διαλύτη στον αντιδραστήρα.
 - 4.3 Επιβεβαίωση με επικεφαλή πως το γέμισμα έχει ολοκληρωθεί.

4.4 Κλείσιμο όλων των βαλβίδων.

5. Θέρμανση μείγματος.

5.1 Ρυθμός εκκαθάρισης 30 L/min.

5.2 Εκκίνηση καυστήρα.

5.2.1 Ενεργοποίηση του ανεμιστήρα του καυστήρα.

5.2.2 Έλεγχος λειτουργίας ανεμιστήρα στο λεβητοστάσιο.

5.2.3 Άνοιξε βαλβίδα οδηγού αερίου.

5.2.4 Άνοιγμα κεντρικής βαλβίδας αερίου.

5.2.5 Άνοιγμα κεντρικής βαλβίδας αέρα.

5.2.6 Πάτημα κομβίου ανάφλεξης καυστήρα.

5.2.7 Έλεγε λυχνία ένδειξης φλόγας.

5.3 Ρύθμιση θερμοκρασίας καυστήρα στους 300°C.

5.3.1 Ρύθμιση βαλβίδας.

5.3.2 Παρακολούθηση θερμοκρασίας.

5.4 Εκκίνηση αναδευτήρα.

5.4.1 Ελαφρύ χτύπημα αναδευτήρα.

5.4.2 Αναμείνατε για λίγο.

Πρόσθεσε παράγοντα αποτροπής δημιουργίας αφρού.

Συγκράτηση(batten) ανθρωποθυρίδας και έλεγχος σημείων διαρροής.

3.4.2 Διεργασία σύνθεσης:

1. Προετοιμασία scrubber.

- 1.1. Βαλβίδα από αντιδραστήρα προς scrubber ανοιχτή.
- 1.2. Παροχή νερού στον scrubber ανοιχτή.
- 1.3. Εξαεριστήρας του scrubber κλειστός.
- 1.4. Κλείσιμο βάνας του scrubber για το περιβάλλον.

2. Θέρμανση αντιδραστήρα στους 120-130°C.

- 2.1 Παρακολούθηση θερμοκρασίας.
- 2.2 Ρύθμιση θερμοκρασίας καυστήρα.

3. Φόρτιση R599 και διατήρηση θερμοκρασίας μεγαλύτερη από 90°C και ολοκλήρωση εντός 30 λεπτών.

- 3.1 Εγγραφή ώρας έναρξης φόρτισης του R566.
- 3.2 Προετοιμασία φόρτισης R566.
 - 3.2.1 Εκκίνηση ανεμιστήρα αντιδραστήρα.
 - 3.2.2 Άνοιγμα ανθρωποθυρίδας.
 - 3.2.3 Χειρισμός καναλιού (trunking) εξαγωγής ατμών
 - 3.2.3.1 Παρακολούθηση ατμών στην ανθρωποθυρίδα.
 - 3.2.3.2 Προσάρμοσε ατμό σε κανάλι (trunking).
- 3.3 Πρόσθεση R566 στον αντιδραστήρα σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 90°C.
 - 3.3.1 Σταδιακή τροφοδοσία με R566.
 - 3.3.2 Διατήρηση θερμοκρασίας μεγαλύτερη από 90°C.
 - 3.3.2.1 Ρύθμιση θερμοκρασίας καυστήρα στους 500-550°C.
 - 3.3.2.2 Παρατήρησε θερμοκρασία.
 - 3.3.2.3 Κλείσιμο ανθρωποθυρίδας.
 - 3.3.3 Έλεγχος υπολοίπων ποσότητας R566.
- 3.4 Σημείωση ώρας ολοκλήρωσης φόρτισης.
- 3.5 Εγγραφή αριθμού R566.

4. Φόρτιση με R1271.

5. Batten down (συγκράτηση) ανθρωποθυρίδας.

3.4.3 Διεργασία διαλύτη:

1. Προετοιμασία για διεργασία διαλύτη.

- 1.1 Ρύθμιση βαλβίδων για την διεργασία.
- 1.2 Κλείσιμο καναλιού καπνού(fume trunking)
- 1.3 Ρύθμιση καυστήρα στην μέγιστη θερμοκρασία.
- 1.4 Έλεγχος ρυθμού εκκαθάρισης στα 30 L/min.

2. Έναρξη διεργασία διαλύτη.

- 2.1 Αύξηση θερμοκρασίας αντιδραστήρα στους 240°C.
 - 2.1.1 Παρακολούθηση θερμοκρασίας.
 - 2.1.2 Άδειασμα H₂O από διαχωριστή.
 - 2.1.3 Κλείσιμο βαλβίδας επιστροφής του διαχωριστή.
 - 2.1.4 Πρόσθεσε H₂O ή διαλύτη στον διαχωριστή.
- 2.2 Πρόσθεσε 1^ο τμήμα R533.
 - 2.2.1 Ενημέρωσε επικεφαλή για άντληση R533.
 - 2.2.2 Άνοιγμα των 2 βαλβίδων του αντιδραστήρα για την εισαγωγή διαλύτη.
 - 2.2.3 Επιβεβαίωση με επικεφαλή πως η φόρτιση ολοκληρώθηκε.
 - 2.2.4 Κλείσιμο όλων των βαλβίδων.
 - 2.2.5 Ενημέρωση εργαστηρίου για την έναρξη διεργασίας διαλύτη.
 - 2.2.6 Μείωση θερμοκρασίας καυστήρα στους 350°C μόλις αρχίσει η επαναφορά.

3 Διατήρηση επαναφοράς (επανακυκλοφορίας)

- 3.1 Παρατήρηση.
- 3.2 Έλεγχος/καθοδήγηση επαναφοράς.
 - 3.2.1 Άδειασμα H₂O από διαχωριστή.
 - 3.2.2 Πρόσθεση διαλύτη στον διαχωριστή.
 - 3.2.3 Λήψη δείγματος όπως προτείνεται.

4 Τερματισμός διεργασίας όπως προτείνεται.

- 4.1 Συμπλήρωση κάρτας εργασίας.
- 4.2 Απελευθέρωση αερίων και κλείσιμο βαλβίδων.
- 4.3 Ψύξη αέρα/κρύος αέρας.

4.3.1 Ροή αέρα.

4.3.2 Άνοιγμα σωλήνων.

4.3.3 Παρατήρηση θερμοκρασίας.

4.3.3.1 Ψύξη νερού.

4.3.3.2 Άνοιγμα ψυκτικών βαλβίδων.

4.3.3.3 Παρατήρηση θερμοκρασίας.

4.3.3.4 Αλλαγή βαλβίδων, ολική επαναφορά.

5. Προετοιμασία blender.

5.1 Ρύθμισε βαλβίδες στον απαιτούμενο blender.

5.2 Φόρτισε με υπόλοιπο R533.

5.3 Εκκίνηση αναδευτήρα στον blender.

6. Απενεργοποίηση blender.

6.1 Παρακολούθηση θερμοκρασίας.

6.2 Άνοιγμα βαλβίδων στο blender.

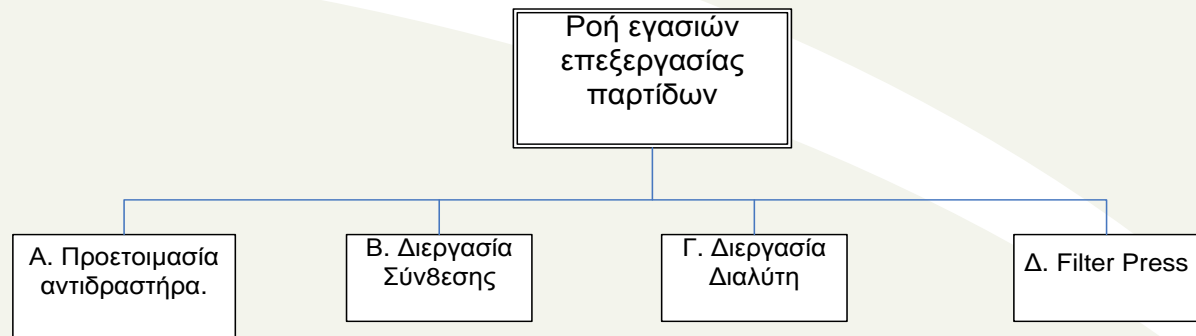
6.3 Φόρτιση R533 στον αντιδραστήρα για να γίνει πιο λεπτόρρευστο και καθάρισμα.

3.4.4 filter press:

Δεν είχα πληροφορίες για την ανάπτυξη της συγκεκριμένης διεργασίας.

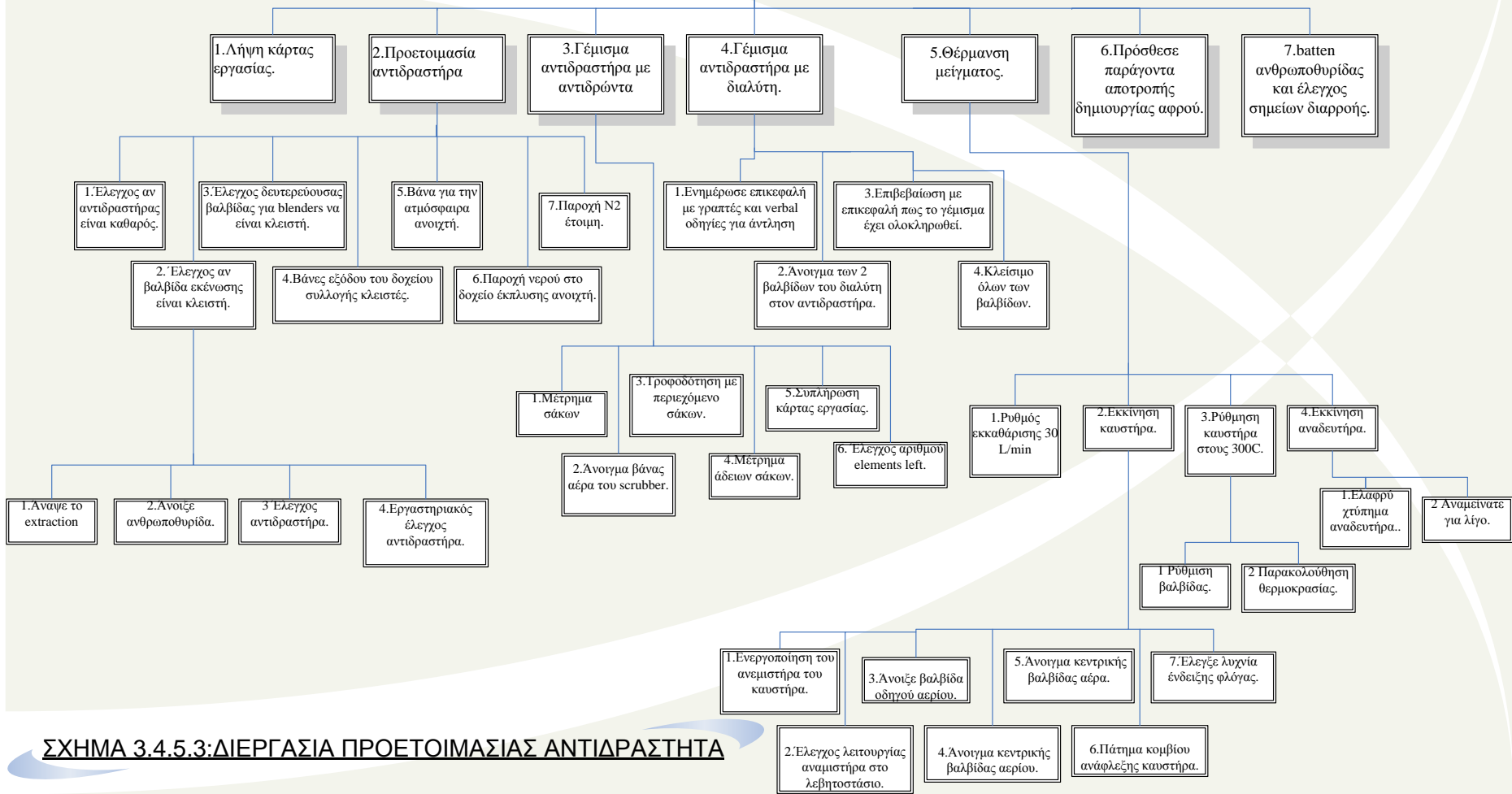
3.4.5:Τα διαγράμματα

ΤΑ ΠΑΡΑΚΑΤΩ ΣΧΗΜΑΤΑ ΔΕΙΧΝΟΥΝ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΕΣ ΣΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑ.

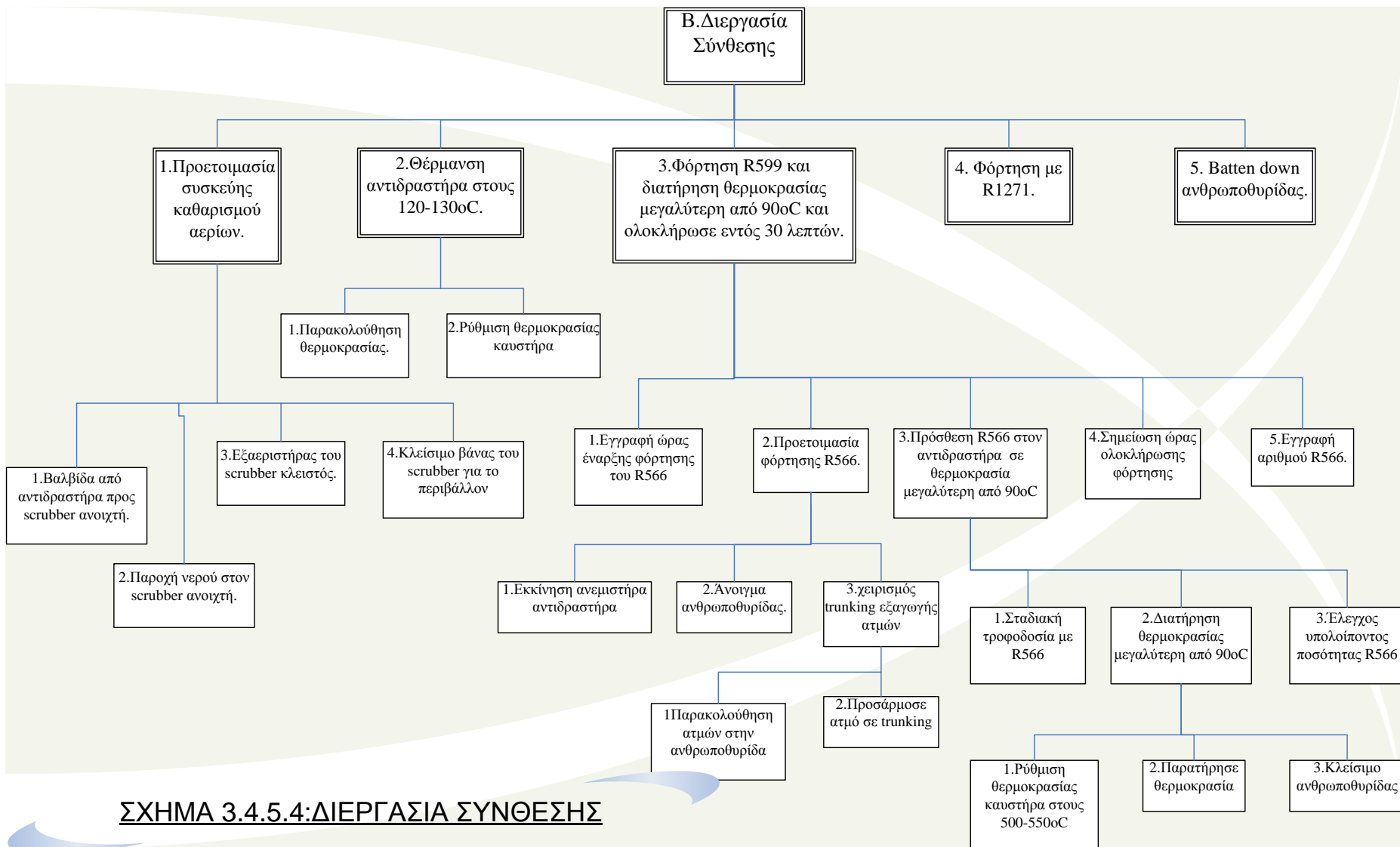


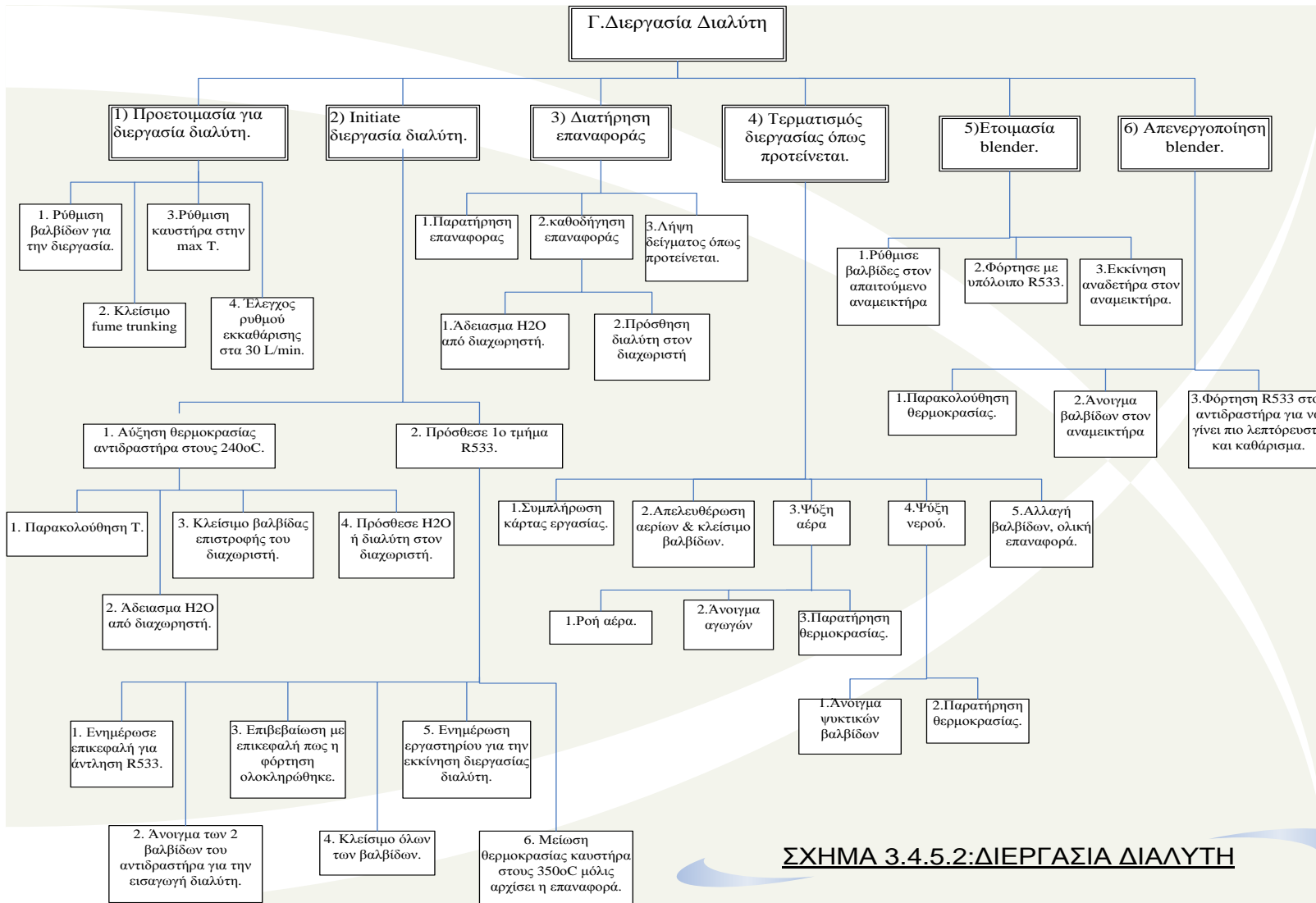
ΣΧΗΜΑ 3.4.5.1: ΡΟΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΠΑΡΤΙΔΩΝ

A. προετοιμασία αντιδραστήρα

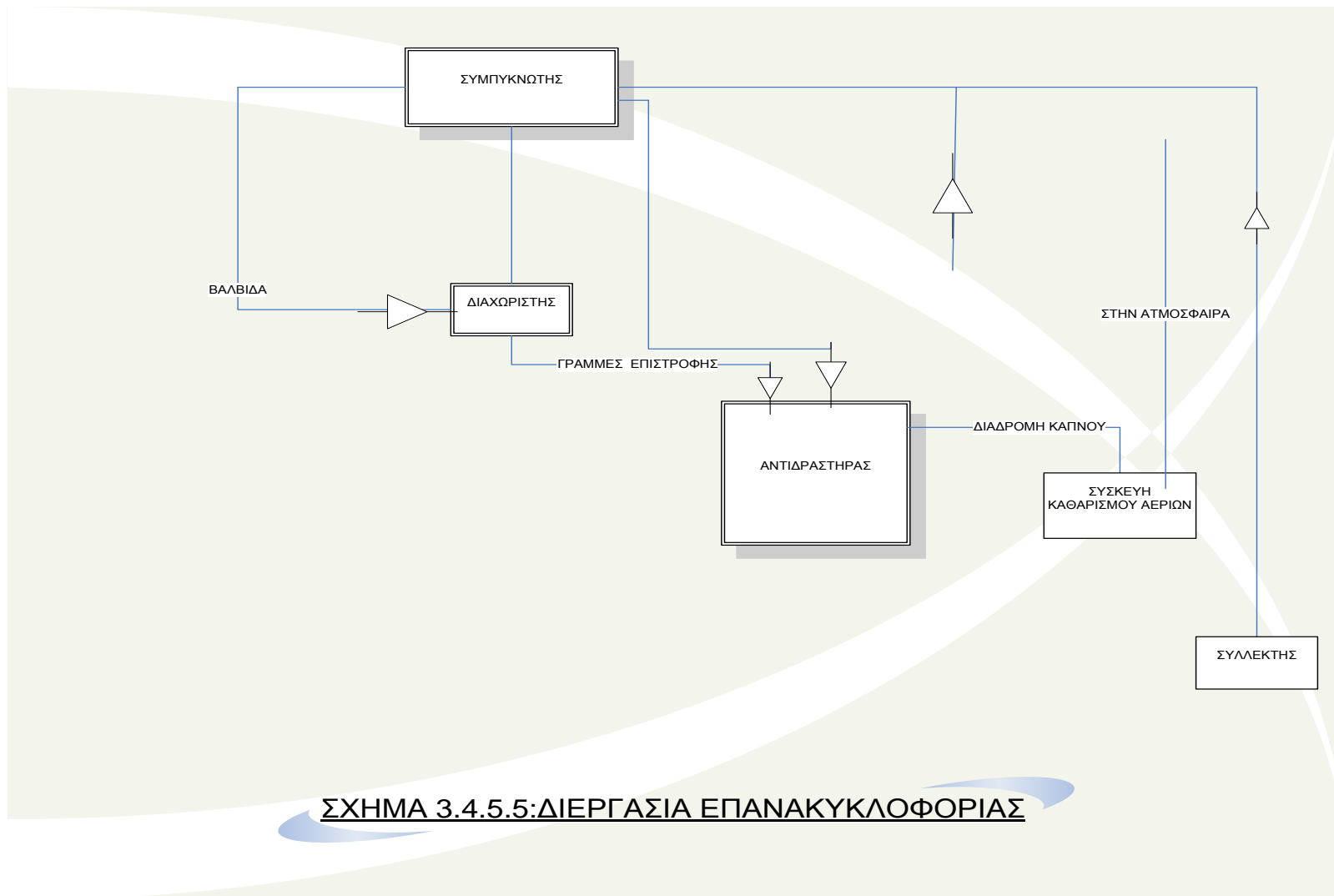


ΣΧΗΜΑ 3.4.5.3: ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΤΑ





ΣΧΗΜΑ 3.4.5.2: ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ΔΙΑΛΥΤΗ



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: 1° ΑΤΥΧΗΜΑ :Ατύχημα (υπερ-πίεση αντιδραστήρα)

4.1 Εισαγωγή

Στις 07.15 περίπου του 29/3/89 υπέρ-πιέστηκε ο αντιδραστήρας W6 ο οποίος ήταν στη θερμική διεργασία επανακυκλοφορίας .

Το καπάκι ασφαλείας, το γυάλινο καπάκι της συσκευής συγκράτησης ασφαλείας , η ανθρωποθυρίδα του αντιδραστήρα σταμάτησαν να λειτουργούν και επέτρεψαν στο καπνό να γεμίσει στο κτίριο.

Επίσης η βαλβίδα εκτόνωσης ανυψώθηκε και άρχισε η διαρροή του καπνού, με αποτέλεσμα η οροφή του κτιρίου 2 να θολώνει από καπνούς.

Στις 08.15 η κατάσταση ήταν υπό έλεγχο.

Ευτυχώς το ατύχημα δεν προκάλεσε ανθρώπινες απώλειες .

4.2 Τα γεγονότα όπως τα περιγράφουν διάφοροι χειριστές

Περιγραφή του Mr. C

Στις 07.15 ο αντιδραστήρας W6 περιλαμβάνοντας την σύνθετη χρωστική ουσία (Syn78w) ήταν στην διεργασία επανακυκλοφορίας σε θερμοκρασία περίπου 220^o C .

Ο Mr. C. ήταν στο γραφείο του, το οποίο βρισκόταν στο κτίριο 1 όταν ο Mr Ch. σημείωνε την υπερ-πίεση του αντιδραστήρα W6 με τους καπνούς να θολώνουν το κτίριο.

Ταυτόχρονα ο Mr. C ειδοποίησε τον Mr B. στο κτίριο (2) για την πίεση που έγινε στον αντιδραστήρα W6 , και ότι εφαρμόστηκε μια ψύξη του νερού στο συγκεκριμένο αντιδραστήρα.

Ο Mr. Ch. Κατευθυνόμενος στο λειτουργικό όροφο (κτίριο 2),είδε ότι το συγκεκριμένο κτίριο ήταν γεμάτο καπνούς και αμέσως ζήτησε να εκκενωθεί.

Επίσης έστειλε να ενημερώσουν για τον ερχομό προσωπικού στη κύρια είσοδο .

Περιγραφή του Mr B.

Στις 07.15 ,Ο Mr F. ήταν στον τελευταίο όροφο ,άλλοι χειριστές έψυχαν τον αντιδραστήρα W11 για προσθήκη R302,Ο Mr B. ήταν στο μέσο του λειτουργικού ορόφου και έγραφε τις καθημερινές αναφορές.

Ο Mr .W .W είχε μπει στο λειτουργικό όροφο και παρατήρησε τον καπνό να βγαίνει από τον αντιδραστήρα (από την φλάντζα ασφαλείας στο πίσω μέρος του αντιδραστήρα W6).

Ενημέρωσε τον Mr B. ο οποίος είχε αρχίσει να εξατμίζει τον αντιδραστήρα και να χτυπά το νεροψύκτη όταν καταστράφηκε το γυάλινο καπάκι ασφαλείας.

Οι καπνοί γέμισαν το χώρο και ο θόρυβος από τη πίεση του αντιδραστήρα ήταν αισθητός .

Η βαλβίδα εκτόνωσης ανυψώθηκε .

Ο Mr B. εξάτμισε τους αντιδραστήρες , τους ζήτησε να απενεργοποιήσουν όλες τις αντλίες και να εκκενώσουν το κτίριο, επίσης τους ζήτησε να απενεργοποιήσουν την κύρια βαλβίδα αερίου και το σύστημα του καυστήρα.

Το κλείσιμο της εξόδου κινδύνου μεταξύ των W6 και W11 χρειάστηκε 3 άνδρες.

Αποκτώντας τον κατάλληλο προστατευτικό ρουχισμό εφαρμόστηκε πλήρη ψύξη νερού στον αντιδραστήρα εξασφαλίζοντας ότι το άζωτο ήταν εκτός αντιδραστήρα και η ψύξη του αέρα ήταν σε λειτουργία.

4.3 Διαδογικά γεγονότα

Οι υπεύθυνοι χειριστές επανεξέτασαν το κτίριο μετά από μια ώρα και 15 λεπτά και επέτρεψαν την έλευση του προσωπικού μέσα σε κτίριο

Στις 9.45 εφαρμόστηκαν ατμοσφαιρικοί έλεγχοι και όλοι αντιδραστήρες τεθήκαν πάλι σε λειτουργία εκτός τον αντιδραστήρα W6.

Τα περιεχόμενα στον W6 επανεξεταστήκαν και αποφασίστηκε να αποφορτιστούν στο blender και να γίνουν 75% πιο λεπτόρρευστα για να εξασφαλιστεί ότι το ιξώδες είναι περίπου 30 sts.

4.4 ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ /ΕΡΕΥΝΕΣ

➤ Κατά τη διάρκεια της απομάκρυνσης των πλακών του συμπυκνωτή διαπιστώθηκαν μερικά μπλοκαρίσματα , ειδικά στη βάση και στη κορυφή του.

(*το προϊόν που βρέθηκε στη βάση του συμπυκνωτή ήταν το βενζοϊκό οξύ *)

(*το προϊόν που βρέθηκε στη κορυφή του συμπυκνωτή ήταν πάλι το βενζοϊκό οξύ*).

➤ Ο διαχωριστής και οι γραμμές επανακυκλοφορίας είχαν μπλοκαριστεί με phthalic anhydride \ βενζοϊκό οξύ .

➤ Με την εξέταση ,καθαρισμό, και επισκευή της βαλβίδας και του αεραγωγού εκτόνωσης διαπιστώθηκε ότι αυτά λειτουργούσαν ομαλά.

➤ Το νερό ψύξης των σερπαντίνων εξετάστηκε εφαρμόζοντας πίεση 15 psi, αλλά καμία διαρροή δεν βρέθηκε.

➤ Οι γραμμές που οδηγούσαν στον διαχωριστή παρουσίαζαν διαρροή (αυτό είχε ανιχνευτεί στο καθαρισμό του συμπυκνωτή όταν εξεταστήκαν οι σωλήνες υδροστατικά.

➤ Όλες οι γραμμές και οι βαλβίδες του αντιδραστήρα είχαν καθαριστεί όταν ο αντιδραστήρας ήταν εκτός λειτουργίας .

➤ Είχε παρατηρηθεί ότι κατά τη διάρκεια της επισκευής ότι οι περισσότερες των φλαντζών δεν είχαν εξασφαλιστεί καλά για να εξασφαλιστεί ηλεκτρική συνέχεια .

➤ Το προσωπικό της κυρίας εισόδου δεν γνώριζε τίποτα για το ατύχημα και επέτρεπε την είσοδο διαφορών υλικών και προσωπικού μέσα .

➤ Δεν είχε κληθεί καμία υπηρεσία έκτακτης ανάγκης

4.5 ΣΧΟΛΙΑ

1. Η άμεση επέμβαση , ο άμεσος έλεγχος της κατάστασης από τους χειριστές βοήθησε ώστε το ατύχημα να τελειώσει χωρίς υλικές ζημιές στο εργοστάσιο και κυρίως χωρίς ανθρώπινες απώλειες.

2. Το ατύχημα(η πηγή κινδύνου) βασικά ήταν λόγω:

a) Της ανάφλεξης του καπνού ο οποίος είχε συγκεντρωθεί στο κτίριο: μια από τις δυσκολίες ήταν στην εκτίμηση εάν η πηγή κινδύνου εντοπιζόταν στο UEL-LEL , και εάν η πηγή της ανάφλεξης υπάρχει .

b) Της τοπικής τοξικότητας των καπνών.

3. Η εκκένωση του κτηρίου παραπέμπει σε κατάσταση εκτάκτου κινδύνου :Η κατάσταση εκτάκτου κινδύνου ήταν μόνο λόγω της τοξικότητας των καπνών

4. Η αιτία της δημιουργίας της πίεσης ήταν λόγω των :

a) Σταδιακή ανάπτυξη μπλοκαρισμάτων στον συμπυκνωτή (στη δημιουργία του long oil alkylid).

b) Ο συμπυκνωτής παρουσίασε διαρροή: λόγω της υπερβολικής πίεσης που εξασκήθηκε από τον αντιδραστήρα (εκτενέστερους ελέγχους έπρεπε να είχαν εφαρμοστεί στον συμπυκνωτή όταν τελείωνε η συντήρηση).

c) Η επιστροφή του νερού από τον διαχωριστή: Εξετάστηκε ο διαλύτης που ήταν στο διαχωριστή και βρέθηκε σε χαμηλό επίπεδο ο Mr. .B. δήλωσε ότι είχε χαμηλώσει (μακρύνει) το διαχωριστή όταν η πίεση παρατηρήθηκε.

5. Υπήρχε δυσκολία στην επίτευξη καλής επανακυκλοφορίας ,το οποίο βοήθησε έτσι και αλλιώς στο μπλοκάρισμα του συμπυκνωτή. (Τότε έπρεπε ο συμπυκνωτής να είχε εξεταστεί για μπλοκάρισμα δηλαδή όταν παρουσιάστηκαν αυτές οι δυσκολίες).

6. Το προσωπικό έπρεπε να είχε ενημερωθεί της ανάγκες της ηλεκτρικής συνεχείας του εργοστασίου και να φροντίσει να εξασφαλίσει τον σφίξιμο των φλαντζών .

7. Ήταν πολύ δύσκολο να κλειστεί η έξοδος κινδύνου.

Συμφώνα με τις πληροφορίες που παρέχονται παραπάνω αναπτύχθηκαν τα παρακάτω διάγραμμα αναφορικά στο ατύχημα 1.

Για το 1^ο διάγραμμα σχ. 4.5.1 εφαρμόζεται η τεχνική STEP.

Για το 2^ο διάγραμμα σχ 4.5.2 εφαρμόζεται η τεχνική(των δέντρων αστοχιών) fault tree.

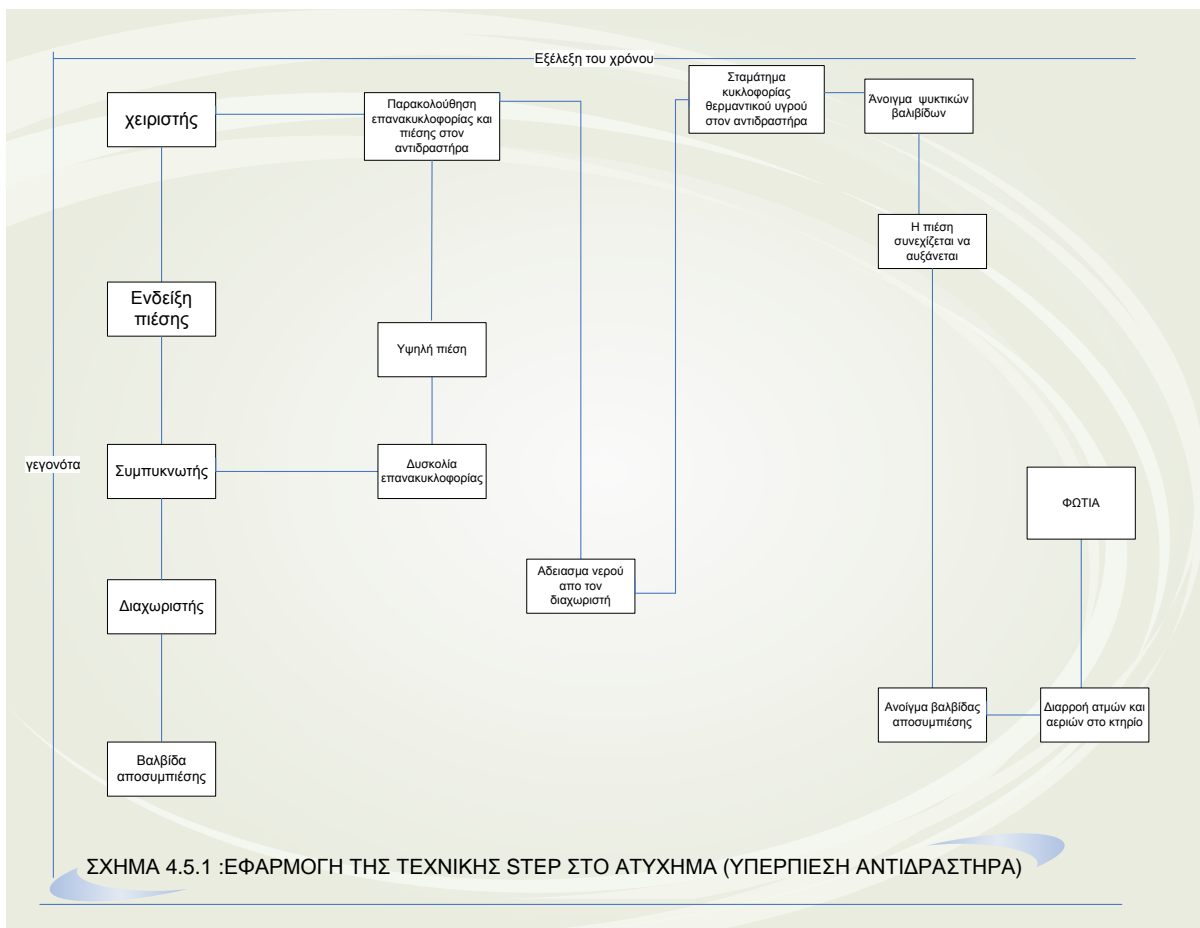
Στο σχήμα 4.5.1(STEP) παρουσιάζονται τα γεγονότα στο κάθετο άξονα ενώ η εξέλιξη του χρόνου στο οριζόντιο άξονα .

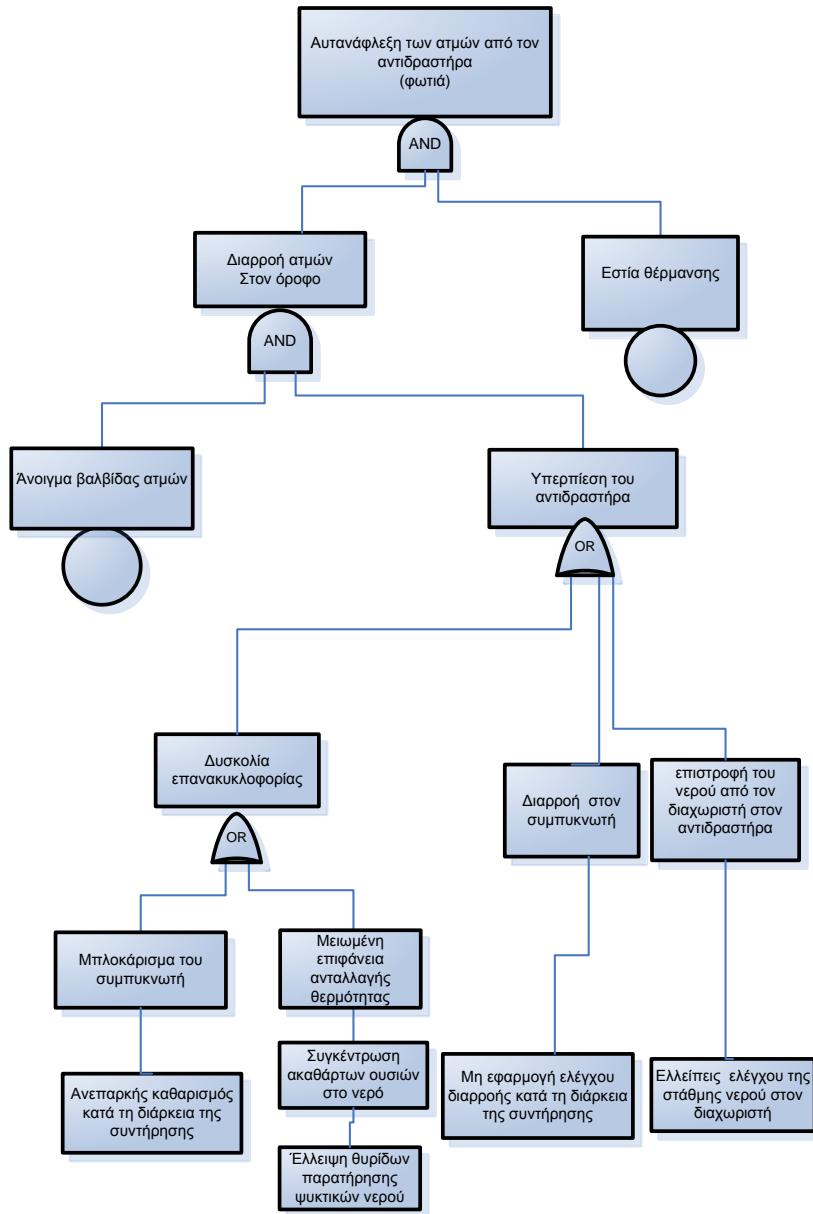
Στο σχήμα 4.5.2 το κορυφαίο γεγονός Θεωρείται η αυτανάφλεξη των ατμών και τα επιμέρους γεγονότα είναι η εστία της θέρμανσης και διαρροή των ατμών στον όροφο.

Οι πύλες που χρησιμοποιούνται είναι η πύλη AND και η πύλη OR. Όπου η χρήση της πύλης OR σημαίνει ότι η παρουσία έστω και ενός από τους εμπλεκόμενους παράγοντες αρκεί για την πρόκληση του ατυχήματος .Αντίθετα η πύλη η χρήση της πύλης AND δηλώνει ότι πρέπει να ικανοποιούνται οι παράγοντες.

Οι κύκλοι κάτω από τα γεγονότα δηλώνουν ότι το συγκεκριμένο γεγονός δεν αναλύεται περαιτέρω.

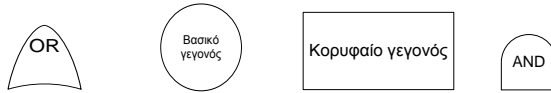
Παρακάτω γίνεται η εφαρμογή των δυο τεχνικών (STEP,fault tree) με σκοπό την ανάλυση του ατυχήματος .





Τα διάφορα σύμβολα που χρησιμοποιούνται στη διαμορφώνων της τεχνικής των δένδρων

αστοχιών είναι :



Κεφαλαίο 5: 2^ο Ατύχημα: Ατύχημα (αυτανάφλεξη σε ανθρωποθυρίδα)

5.1: Εισαγωγή

Στις 31 Αυγούστου του 1985 , έγινε μια αυτανάφλεξη των ατμών του μονομερούς λιπαρού οξέος (WSM 662) με το άνοιγμα της ανθρωποθυρίδας του δοχείου KW24 στο κτηρίου 27 .

Ο χειριστής της διεργασίας προσπάθησε να εξαλείψει την πυρκαγιά ,αλλά λόγω μερικών παραγόντων ,ο έλεγχος της κατάστασης μπορούσε να πραγματοποιηθεί μόνο με την άφιξη της υπηρεσίας κινδύνου στο παρασκήνιο.

Αυτό το αποσπάσιμα μας περιγράφει το υπόβαθρο του ατυχήματος και υποθέτει ότι η αιτία του ατυχήματος ήταν λόγω το ότι :

Τα περιεχόμενα του αντιδραστήρα δεν είχαν αναδευτεί επαρκώς

με αποτέλεσμα το μονομερές στα τοιχώματα του αντιδραστήρα να θερμανθεί στο καυτό λαδί θερμαίνοντας τη θερμοκρασία του συστήματος η οποία ήταν πάνω από το σημείο καύσης (αυτανάφλεξης) των ατμών του μονομερούς ,και μπορεί να ήταν επάνω από την θερμοκρασία αυτανάφλεξης των μερικών από τα αναδεμένα συστατικά των ατμών του μονομερούς

5.2: Υπόβαθρο

από την ανάθεση του υπευθύνου χειριστή X. , το πρόβλημα οφειλόταν σε δύο περιοχές:

- a) Ο καθαρισμός της κεφαλής Rotoform, ακίνητης μπάρας και των φίλτρων γραμμών.
- b) Ο Καθαρισμός της ακίνητης μπάρας (γύρω από τον οποίο η κεφαλή Rotoform περιστρέφεται) και οι γραμμές σωλήνων που οδηγούν στη κεφαλή Rotoform.

Το φορτίο ρύπου αυτών των συστημάτων μπορεί να ήταν αρκετά υψηλό, ειδικά μετά από ένα κυκλοφορία αρκετών πολυαμιδίων 900 σειρών όπου πολύ απανθρακωμένο πολυαμίδιο ενισχύει τους τοίχους των σωληνώσεων .

Οι λύσεις που υιοθετήθηκαν τελικά γι να υπερνικήσουν αυτά τα προβλήματα ήταν:

- a) Να βυθίζουν την κεφαλή Rotoform ,την ακίνητη μπάρα και τις γραμμές φίλτρων σε καυτό λιπαρό μονομερές οξύ στο δοχείο 24 μέσω ενός κλουβιού, που χαμηλώνουν σε μια τροχαλία αλυσίδων, που κατασκευάζεται ειδικά για να αρμόσει στη ανθρωποθυρίδα του δοχείου K24,
- β) Να επανακυκλοφορούν το καυτό μονομερές λιπαρό οξύ γύρω από την ακίνητη μπάρα (μέσω ενός κυλινδρικού εξαρτήματος που είναι ειδικά κατασκευασμένο για να αρμόσει σε αυτό) στο

δοχείο KW24, μέσω των γραμμών που οδηγούν στη κεφαλή Rotoform και το φίλτρο GAF, έπειτα πίσω στο δοχείο.

Οι λύσεις είχαν πλήρως υιοθετηθεί προτού εμφανιστεί το ατύχημα, και είχαν λύσει τα περισσότερα από τα προβλήματα του φορτίου ρύπου τα οποία είχαν αναπτυχθεί βαθμιαία από την ανάθεση του χειριστή .

Στις ώρες πριν από το ατύχημα , το καυτό μονομερές έχει τεθεί σε επανακυκλοφορία μέσα και γύρω από τη ακίνητη μπάρα και τις γραμμές .

Περίπου 1 ώρα πριν το ατύχημα η παρτίδα στο δοχείο KW25 ήταν έτοιμη για pastillating , η επανακυκλοφορία του καυτού μονομερούς είχε απενεργοποιηθεί και η κεφαλή Rotoform εισήχθη .

Η παρτίδα του POL 7933 από το δοχείο KW25 τέθηκε σε past illation χωρίς πρόβλημα για $\frac{3}{4}$ της ώρας, όταν εμφανίστηκε ένα μπλοκάρισμα στα ευθύγραμμο φίλτρο που απαίτησε τη λήψη ενός καθαρού φίλτρου από KW24.

5.3:Χρονολογική σειρά των γεγονότων του ατυχήματος

08.45

Οι περισσότεροι χειριστές ήταν στην ανθρωποθυρίδα (kw24).

Ο ανεμιστήρας εξαγωγής αερίων είχε ενεργοποιηθεί όταν ο χειριστής άνοιγε την ανθρωποθυρίδα η αλυσίδα της τροχαλίας (αλυσοπάλαγκο) ήταν έτοιμη να τραβήξει το καλάθι που περιλάμβανε τις γραμμές φίλτρων .

Το καλάθι ήταν στο ύψους του ενός ποδιού από το υγρό (το καλάθι περιλάμβανε τη κεφαλή Rotoform και όχι τα καθαρά φίλτρα) .

Σε αυτό το σημείο ατμοί απο το δοχείο αυταναφλέχτηκαν σε μια μπάρα φωτιάς κατευθύνοντας προς την οροφή του συγκεκριμένου ορόφου , οι φλόγες ξαφνικά επέστρεψαν στο δοχείο.

Ο χειριστής της διαδικασίας ειδοποίησε να ενεργοποιηθεί ο συναγερμός της φωτιάς.

το οποίο ήταν στο δρόμο του, Ο Χειριστής πέρασε ένας φορητός πυροσβεστήρας του CO2 .

Ο Χειριστής απέκτησε έναν άλλο από τον ίδιο όροφο .

Μετά οι δυο κατευθυνθήκαν να φορτώσουν τον πυροσβεστήρα από το χώρο μεταξύ του λειτουργικού και τον τελευταίου ορόφου, κρατώντας τον πυροσβεστήρα στα σκαλοπάτια.

Ο Χειριστής είχε προσπαθήσει να σβήσει τη φωτιά χρησιμοποιώντας τους δυο πυροσβεστήρες που είχε στη διάθεσή του + έναν που είχε αποκτήσει από το λειτουργικό όροφο.

Κάνοντας όλα αυτά κατέφτασε Ο Greenhav στο λειτουργικό όροφο έχοντας ανταποκριθεί στους συναγερμούς.

Η πρώτες 50 lbs πυροσβεστήρων απέτυχαν λόγω κάποιας δυσλειτουργίας.(η βαλβίδα του πυροσβεστήρα λειτουργεί με τη φορά των δειχτών του ρολογιού ,το οποίο ήταν σημειωμένο, αλλά λόγω της έκτακτης ανάγκης η βαλβίδα είχε στραφεί στην αντίθετη φορά με αρκετή δύναμη ώστε να κοπεί το χερούλι της.)

Ο Χειριστής δεν μπορούσε να κλείσει την ανθρωποθυρίδα του δοχείου λόγω της κατάστασης της κεφαλής Rotoform στο κλουβί της στην αλυσίδα της τροχαλίας.

Η εκτόνωση του αζώτου στην επιφάνεια του δοχείου ήταν σε λειτουργία πριν και κατά τη διάρκεια του ατυχήματος.

Ο Χειριστής αποχώρησε από τον λειτουργικό όροφο για ειδοποιήσει τους υπολοίπους να ετοιμάσουν ότι είναι δυνατόν από πυροσβεστήρες.

Οι υπόλοιποι χειριστές έφερναν επάνω τις δεύτερες 50 lbs πυροσβεστήρων από τον όροφο M.

Ο Χειριστής έφερε μια κουβέρτα φωτιάς για να καλύψει την ανθρωποθυρίδα

Οι δεύτερες 50 lbs πυροσβεστήρων απέτυχαν (για τον ίδιο λόγο)

Σε αυτό το σημείο κατέφτασαν στο λειτουργικό όροφο μερικοί χειριστές με φορητούς πυροσβεστήρες(κυρίως co2).

Από όλους περίπου τους πυροσβεστήρες οι 3 μόνο τοποθετήθηκαν κάτω από το κάλυμμα της φωτιάς από τους Χειριστές .

Ενώ ο Χειριστής Δ προσπαθούσε να σβήσει τη φωτιά που είχε στον υψηλότερο μέρος του δοχείου.

Την ίδια στιγμή απενεργοποιήθηκαν τα δοχεία KW22 και KW25 (πλήρης ψύξη νερού στον KW22,και όλα τα κυκλώματα εκτός λειτουργίας στον KW25).

Σε αυτό το σημείο ο όροφος ήταν γεμάτος καπνούς με ανεπαρκή ορατότητα και αναπνευστικά προβλήματα.

Το κάλυμμα της φωτιάς δεν αποδέχθηκε τόσο αποτελεσματικό.

Ο Χειριστής Β αποφάσισε ότι η κατάσταση δεν ελέγχεται περαιτέρω και ότι τα κτήρια πρέπει να εκκενωθούν.

Σε αυτό το σημείο είχε απενεργοποιήθηκε και απομονώθηκε το νούμερο 1 καυστήρα και τα δοχεία στο κτίριο 24.

Στο ενδιάμεσο χρόνο ο χειριστής Τ έθεσε σε λειτουργία τους αναπνευστικούς μηχανισμούς, καμία περαιτέρω εργασία στο δοχείο πρέπει να προσπαθήσει .

Μετακίνησαν το tanker από τη περιοχή επιτρέποντας την διέλευση του εξοπλισμού του σώματος πυροσβεστών .

09.05

Το σώμα πυροσβεστικής είχε καταφτάσει στο παρασκήνιο και έθεσε τους μηχανισμούς του σε λειτουργία .όταν Ο Χειριστής T κατέφτασε

Από μια θέση κοντά στους αντλίες αμύνης μπορούσαν να δουν τις φλόγες να διαφεύγουν από το χαμηλότερο παράθυρο του κτηρίου 27 διπλά στο δοχείο KW24,ο αγωγός εξαγωγής αερίων από το KW24 καιγόταν στο επίπεδο της οροφής .

Σε κανένα στάδιο το σύστημα ψεκαστήρων δεν λειτουργούσε.

Ο Χειριστής A ενημέρωσε τον πύραρχο για τη φύση της πυρκαγιάς καί ότι χρειάζονται και αναπνευστικοί μηχανισμοί στον λειτουργικό όροφο και ότι ο αριθμός των πυροσβεστήρων εμποδίζει την πρόσβαση στη φωτιά .

Η πυροσβεστική έλαβε δράση χρησιμοποιώντας αφρούς για την εξάλειψη της φωτιάς.

Τότε κατέφτασε ένα ασθενοφόρο ,επίσης και η αστυνομία.

Ο Χειριστής A ρώτησε εάν Ο Χειριστής B θα πάει στην είσοδο για τα media .

Τη στιγμή που η φωτιά είχε σβηστή εντελώς η αστυνομία έκανε έρευνες για την τοξικότητα της φωτιάς

09.35

Ο καταγραφέας έφτασε στο παρασκήνιο μαζί με τον χειριστή και προσπάθησαν η ανθρωποθυρίδα του δοχείου να είναι ασφαλής (η θερμότητα από τις φλόγες είχε διαστρέψει τον γάντζο του κλουβιού κρατώντας τη κεφαλή Rotoform ,η οποία είχε μείνει μες το δοχείο).

10.19

Επίσης τα κυκλώματα ψύξης ήταν ενεργοποιημένα.

Αυτό έγινε βαθμιαία αλλά σταθερά στη θερμοκρασία των περιεχομένων του αντιδραστήρα .

15.00

Τη στιγμή που έφυγε ο καταγραφέας από το χώρο η θερμοκρασία του KW24 ήταν στους 85° C.

5.4: Πιθανή αιτία της πυρκαγιάς -προκαταρκτική ιδέα

Η υπερθέρμανση του μονομερούς καυστικού οξέος στην θερμοκρασία –αυτανάφλεξης του.

Αυτή η θερμοκρασία μπορεί να είχε κατασταλεί λόγω του φορτίου ρύπου στο μονομερές και το πιθανό ανάδεμα του συστατικού του μονομερούς.

Η υπερθέρμανση συνέβη επειδή ,μετά την παύση της επανακυκλοφορίας του μονομερούς ,δεν είχε δοθεί επί πλέον ανάδευση στα περιεχόμενα του αντιδραστήρα.

Το διάγραμμα της θερμοκρασίας έδειχνε σταθερή θερμοκρασία (170° C) πριν το ατύχημα η οποία ήταν η πραγματική θερμοκρασία στον έλεγχο.

Δεδομένου ότι το καθορισμένο σημείο ήταν 200° C όμως (όπως φαίνεται από το writer όταν τακτοποίησε για το marlotherm που εψήξε για να ξεκινήσει) στον ελεγκτή, έπρεπε να είχε εφαρμοστεί πλήρη θέρμανση marlotherm στο δοχείο , και ως εκ τούτου το μονομερές στο δοχείο είναι στην ίδια θερμοκρασία του marlotherm, 300° C.

Μόλις το οξυγόνο μπήκε με το άνοιγμα της ανθρωποθυρίδας η αυτανάφλεξη εμφανίστηκε.

5.5: Συμπεράσματα

➤ Ένας βασικός κώδικας συμπεριφοράς αγνοήθηκε κατά την οργάνωση του καθαρισμού του συστήματος μονομερών που χρησιμοποιεί ο αντιδραστήρας KW24 ο οποίος ήταν:
μην θερμάνετε ποτέ έναν αντιδραστήρα χωρίς ανάδευση .

Η εισαγωγή του κλουβιού με τη κεφαλή Rotoform εμποδίζει τη χρήση του αναδευτήρα –στην πραγματικότητα ο αναδευτήρας ήταν απομονωμένος ηλεκτρικά.

Το τμήμα παραγωγής δεν επιβεβαιώσει ότι οι οδηγίες για να διατηρήσουν τα περιεχόμενα του αντιδραστήρα σε επανακυκλοφορία είχαν δοθεί .

και οι υπολογισμοί που είχαν κάνει δεν επαλήθευαν εάν η ανάδευση που είχε τεθεί ήταν αρκετή .

Το τμήμα παραγωγής δεν εξέδωσε την ειδοποίηση της μέγιστης θερμοκρασίας που το μονομερές πρέπει να θερμανθεί σε αυτήν , με ή χωρίς λανθασμένες αναγνώσεις.

➤ Όσον αφορά την έρευνα σχετικά με τις αποτυχίες των συσκευών πυροσβεστικής χρειάζεται να πραγματοποιηθεί

➤ Οι υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης φαίνεται να λειτούργησαν καλά.

➤ Η επέκταση της πυρκαγιάς είχε περιοριστεί έως ότου έφθασαν οι υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης μέσω της δράσης των χειριστών διαδικασίας.

5.6: Σχόλια

1. Πλήρης επανεξέταση του συστήματος καθαρισμού του μονομερούς του Sandvic Rotoform Pastillator .

Στη διάρκεια της ανάδευσης των περιεχομένων του αντιδραστήρα KW24 πιθανόν ο καθαρισμός της κεφαλή Rotoform, να έγινε σε ξεχωριστό δοχείο .

2. Μερικές από τις υποδείξεις των χειριστών της διαδικασίας συνέβαλαν στο ατύχημα .

Συμφώνα με τις πληροφορίες που παρέχονται παραπάνω αναπτύχθηκαν τα παρακάτω διάγραμμα αναφορικά στο ατύχημα 1.

Για το 1^ο διάγραμμα Σχ. 5.6.1 εφαρμόζεται η τεχνική STEP.

Για το 2^ο διάγραμμα Σχ 5.6.2 εφαρμόζεται η τεχνική(των δέντρων αστοχιών): fault tree.

Στο σχήμα 5.6.1 (STEP) παρουσιάζονται τα γεγονότα στο κάθετο άξονα ενώ η εξέλιξη του χρόνου στο οριζόντιο άξονα .


Όπου ο χειριστής, η θέρμανση, το διάγραμμα θερμοκρασίας ο αναδευτήρας ,είναι τα γεγονότα και παρουσιάζονται στον κάθετο άξονα ,ενώ στον οριζόντιο άξονα απέναντι από το κουτάκι χειριστής είναι οι ενεργείες που εκτελεί ο χειριστής (συμφώνα με τα ιεραρχικά βήματα της εργασίας) .Ενώ απέναντι από το κουτάκι θέρμανση πρέπει να ελέγχεται η θερμοκρασία .

Κορυφαίο γεγονός

Στο σχήμα 5.6.2 το κορυφαίο γεγονός Θεωρείται η αυτανάφλεξη των ατμών και τα επιμέρους γεγονότα είναι : το άνοιγμα της ανθρωποθυρίδας και η θερμοκρασία του συστήματος >τη θερμοκρασία αυτανάφλεξης).

Οι πύλες που χρησιμοποιούνται είναι η πύλη AND και η πύλη OR

Όπου η χρήση της πύλης OR σημαίνει ότι η παρουσία έστω και ενός από τους εμπλεκόμενους

παράγοντες αρκεί για την πρόκληση του ατυχήματος . 

Αντίθετα η πύλη η χρήση της πύλης AND δηλώνει ότι πρέπει να ικανοποιούνται οι παράγοντες.

AND

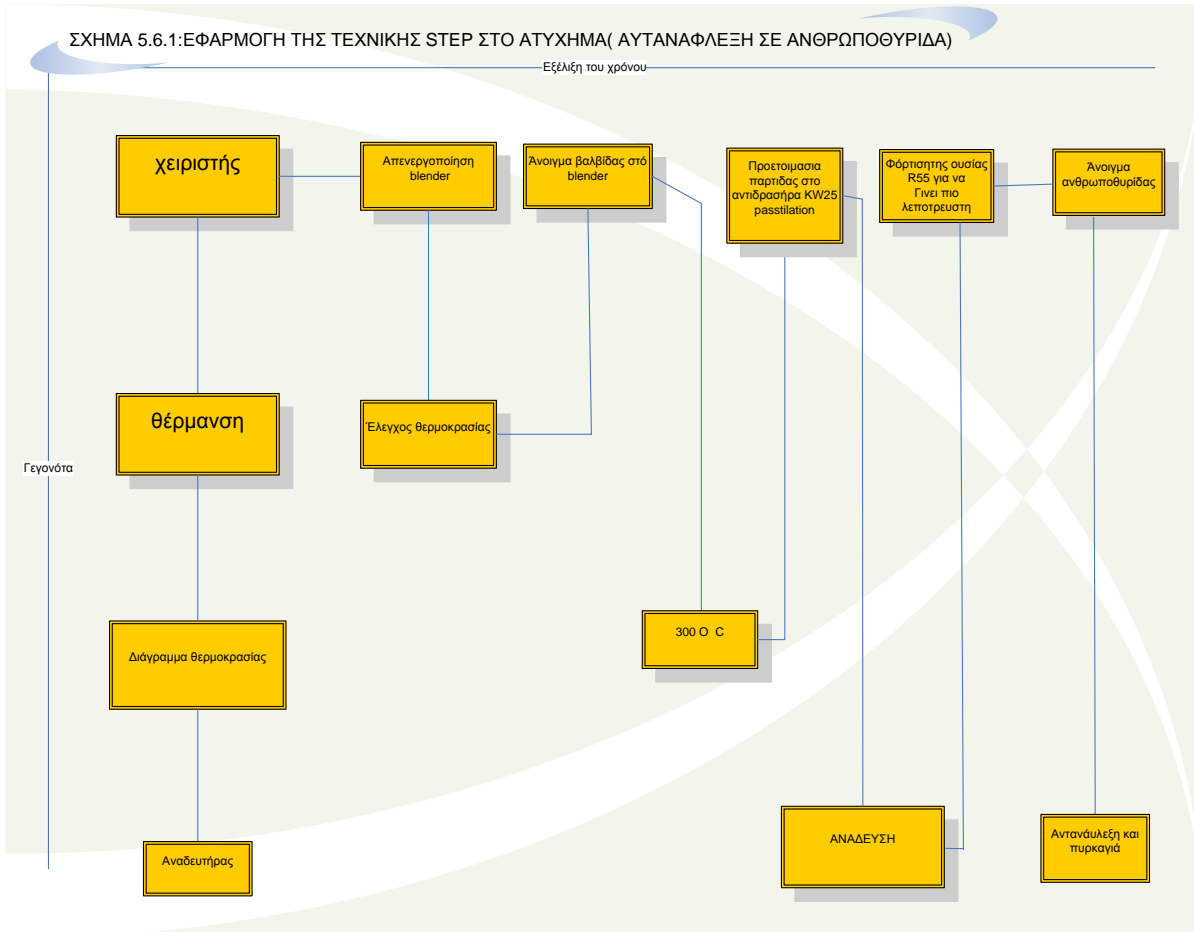
Οι κύκλοι κάτω από τα γεγονότα δηλώνουν ότι το συγκεκριμένο γεγονός δεν αναλύεται περαιτέρω.

Βασικό γεγονός

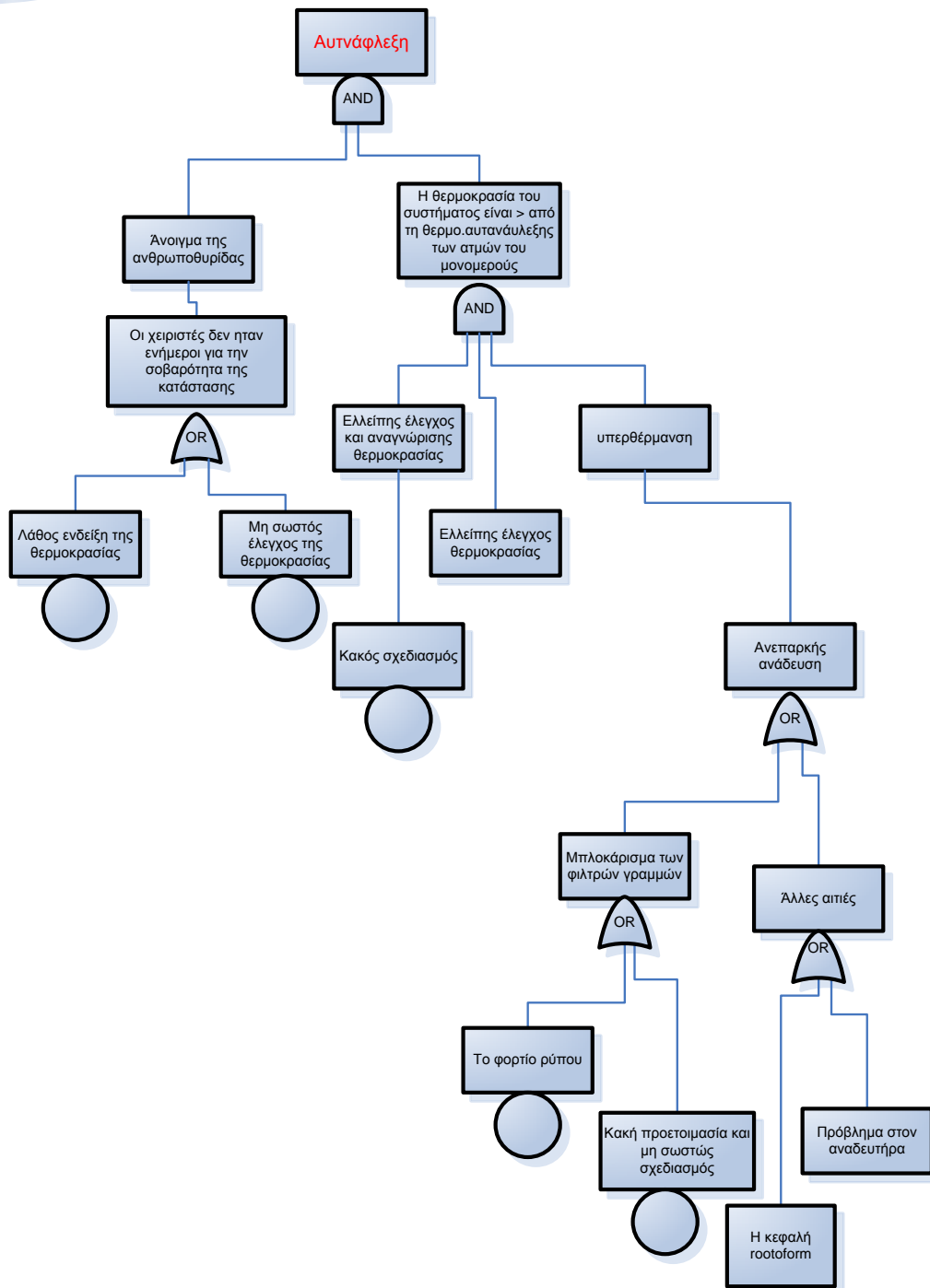
είναι δηλαδή βασικό γεγονός

ΣΧΗΜΑ 5.6.1: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ STEP ΣΤΟ ΑΤΥΧΗΜΑ (ΑΥΤΑΝΑΦΛΕΞΗ ΣΕ ΑΝΘΡΩΠΟΥΡΙΔΑ)

Εξέλιξη του χρόνου



ΣΧΗΜΑ 5.6.1 :ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΤΩΝ ΔΕΝΔΡΩΝ ΑΣΤΟΧΙΩΝ ΣΤΟ ΑΤΥΧΗΜΑ (ΑΥΑΝΑΦΛΕΞΗ ΣΕ ΑΝΘΡΩΠΟΘΥΡΙΔΑ)



Τα διάφορα σύμβολα που χρησιμοποιούνται στη διαμόρφωση της τεχνικής των δένδρων αστοχιών



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όσον αφορά το πρώτο ατύχημα (το ατύχημα της υπέρ-πίεσης του αντιδραστήρα) :

Το ατύχημα προκλήθηκε λόγω της αποτυχημένης επανακυκλοφορίας με αποτέλεσμα να μπλοκαριστεί ο συμπυκνωτής προκαλώντας την συγκέντρωση των ατμών στο καπάκι ασφάλειας του αντιδραστήρα οδηγώντας στην αυτανάφλεξή τους .

Ευτυχώς αυτό έγινε χωρίς ανθρώπινες απώλειες .

Όσον αφορά το δεύτερο ατύχημα (το ατύχημα της πυρκαγιάς) :

Το ατύχημα αυτό προκλήθηκε εξαιτίας της ανεπαρκούς ανάδευσης των περιεχόμενων του αντιδραστήρα με αποτέλεσμα η θερμοκρασία του συστήματος να αυξηθεί πάνω από την θερμοκρασία αυτανάφλεξης του μονομερούς οξέος .

Ευτυχώς αυτό έγινε χωρίς ανθρώπινες απώλειες.

6.1:Σύγκριση τω τεχνικών ανάλυσης ατυχήματος: STEP και FAULT TREE:

- Η fault tree είναι ένα λογικό διάγραμμα ,το οποίο δείχνει την αλληλεπίδραση μεταξύ των υπεύθυνων αιτιών για την εμφάνιση ενός ανεπιθύμητου γεγονότος.
- Ενώ στη STEP ούτε το ατύχημα ούτε η εξιχνίασή του είναι γραμμική αλυσίδα ή διαδοχή γεγονότων. Αντίθετα, ορισμένες δραστηριότητες λαμβάνουν χώρα την ίδια χρονική στιγμή.
- Η fault tree ξεκινά την ανάλυση του ανεπιθύμητου γεγονότος (ατυχήματος) και εκτελεί μια προς τα πίσω πορεία ανιχνεύοντας όλα τα πιθανά γεγονότα μέχρι να φτάσει στο ανεπιθύμητο γεγονός.
- Ενώ στη STEP δεν είναι αναγκαίο η ανάλυση να ξεκινήσει από ένα κύριο (ανεπιθύμητο) γεγονός.

6.2 Μερικές Προτάσεις για αποφυγή παρόμοιων ατυχημάτων:

- Χρήση κάποιου συστήματος μέτρησης της ροής θερμότητας (calorimetry)
- Χρήση κάποιου συστήματος ανάχνευσης εξωθερμότητας (test exotherm)
- Στη περίπτωση ενός μη ψυχομένου βιομηχανικού αντιδραστήρα στον οποίο ο αναδευτήρας αποτυγχάνει μπορεί να μιμηθεί χρησιμοποιώντας κάποιους διαβατικούς όρους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση των δοκιμών φιαλών σκευών Dewar flask test και στις πρόσφατα σχεδιασμένες εργαστηριακές συσκευές για το άμεσο ξελέπισμα των απαιτήσεων διεξόδων .
- Πλήρης και σαφής καθορισμός των καθηκόντων του προσωπικού κατά τη διάρκεια της εργασίας του ,π.χ. ρητή απαγόρευση απομάκρυνσης του προσωπικού από το χώρο της εργασίας κατά τη διάρκεια συντήρησης μηχανημάτων.
- Εκπαίδευση –ενημέρωση όλου του προσωπικού ,διοικητικού και τεχνικού πάνω στις διαδικασίες ασφαλούς εκτέλεσης εργασίας και στα νέα και υπάρχοντα εργαλεία εκτέλεσης εργασίας .
- Πλήρης οργάνωση του χώρου παράγωγης ,έτσι ώστε να είναι τουλάχιστον απροσπέλαστος σε άτομα μη συσχετισμένα άμεσα με αυτόν.
- Οι προειδοποιήσεις και οι συναγερμοί που έχουν την συνήθεια να προειδοποιούν λανθασμένα για επερχόμενο κίνδυνο είναι λιγότερο πιθανό να ενεργοποιηθούν όταν υπάρχει πραγματικός κίνδυνος.
- Τα μέτρα που έχουν σχεδιασθεί για την εξάλειψη των εμφανών συνεπειών ενός προηγούμενου ατυχήματος είναι πιθανόν να συνεισφέρουν στη δημιουργία ενός επόμενου ατυχήματος.
- Οι άμυνες και οι δικλίδες ασφαλείας προσθέτουν νέα στοιχεία στο σύστημα που το κάνουν όχι μόνο πιο πολύπλοκο αλλά και πιο ευάλωτο σε κάποια καταστροφική κατάσταση. Πρέπει το τμήμα μελέτης της χημείας της διαδικασίας να σημειώσει τη σημασία της ποιότητας των πρώτων υλών. Η ανάλυση αποκαλύπτει ότι η παρουσία ακαθαρσιών εμφανίζεται να δημιουργήσει προβλήματα. Η παρουσία νερού προκάλεσε την πρόσθετη εξέλιξη θερμότητας, με αποτέλεσμα να η συνολική παραγωγή θερμότητας επάνω από την ικανότητα ψύξης αντιδραστήρων, οδηγώντας στο υπερβολικό ποσοστό θερμοκρασίας της αντίδρασης.

Η ανάλυση δείχνει ότι η ανεπαρκής περιοχή ψύξης για την αφαίρεση θερμότητας ήταν μια αιτία πολλών ατυχημάτων. Το ποσοστό αφαίρεσης θερμότητας είναι πολύ σημαντικό κριτήριο όπως

επίσης η ταχύτητα του αναδευτήρα στους αντιδραστήρες επεξεργασίας παρτίδων ιδιαίτερα όσον αφορά την κλίμακα-επάνω από τα εργαστηριακά στοιχεία .

Ο μηχανικός πρέπει να εξασφαλίσει ότι η ικανότητα ψύξης του σχεδιασμένου εργοστασίου μπορεί να αντιμετωπίσει την παραγωγή θερμότητας από όλες τις προβλεπόμενες διαδικασίες μονάδες.

Σε 93 των 146 ατυχημάτων (64%), η διάταξη εξαερισμού για τους κλειστούς αντιδραστήρες ήταν είτε ανύπαρκτη είτε ανεπαρκής. Πολλοί μέθοδοι έχουν υιοθετηθεί για την ταξινόμηση μιας διεξόδου για να ανακουφίσουν μια θερμική αντίδραση από την εργασία του ιδρύματος σχεδίου του AIChE για τα συστήματα έκτακτης ανθρωπιστικής βοήθειας (DIERS)

Οι τεχνικές, ανάλυσης κινδύνου και μελετών κινδύνου παρέχουν μια συστηματική προσέγγιση με σκοπό να καθορίσει τα κρίσιμα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του συστήματος ελέγχου ,και να αξιολογήσει εάν η αξιοπιστία τέτοιων χαρακτηριστικών γνωρισμάτων είναι ικανοποιητική.

Η ασφαλής λειτουργία των εγκαταστάσεων μπορεί να βοηθήσει με την χρήση του υπολογιστή ή άλλων τεχνικών αυτόματου ελέγχου, εντούτοις δύο από τα ατυχήματα εμφανίστηκαν λόγω των λαθών εξαιρετικά σημαντικών σημάτων συναγερωμών χειριστών.

6.3: Τελικό Συμπέρασμα:

Είναι προφανές ότι παρά τη γνώση που υπάρχει και οι τεχνικές που είναι διαθέσιμες για την αξιολόγηση των πιθανών αντιδράσεων, τα ατυχήματα συνεχίζουν να εμφανίζονται λόγω των κλασικών προβλημάτων μιας βασικής έλλειψης της κατάλληλης κατανόησης της θερμοχημείας μιας διαδικασίας, λόγω του ανεπαρκούς σχεδίου της εφαρμοσμένης μηχανικής για τη μεταφορά της θερμότητας, λόγω των ανεπαρκών εφεδρικών συστημάτων ελέγχου και ασφάλειας .

Υπογραμμίζεται ότι η χρήση μιας συστηματικής προσέγγισης που χρησιμοποιεί, παραδείγματος χάριν, HAZA&HAZOP είναι ουσιαστική και τέτοιες τεχνικές όλο και περισσότερο χρησιμοποιούνται με την προσδοκία ότι μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση των κοινών λαθών που εξηγούνται σε αυτήν την ανάλυση.

Μια επιχείρηση που σέβεται τους κανονισμούς ασφάλειας ,πρέπει να έχει ένα αποτελεσματικό διοικητικό σύστημα που μαθαίνει από τα προηγούμενα ατυχήματα και κυρίως εμποδίζει την εμφάνιση λαθών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Kontogiannis, T. , Leopoulos,V. & Marmaras ,N. ,(2000) . A comparison of accident analysis technique for safety–critical man –machine system, International Journal of Industrial Ergonomics.
- [2] Κοντογιάννης Θωμάς, (1997) ,Σημειώσεις του μεταπτυχιακού μαθήματος « Συστήματα Διοίκησης και Διαχείρισης της Ασφάλειας Εργασίας » ,Πολυτεχνείο Κρήτης.
- [3] Nolan, F. Philips & Barton John (1987), Some of Lessons From Thermal-Runaway Incidents , Journal of Hazardous Materials, Elsevier Science Puplicher, B.V,Amsterdam.
- [4] Kingsley Hendrick & Ludwing Benner,Jr. , Investigating Accidents with STEP,MARCEL DEKKNER ,INC ,New York and Basel