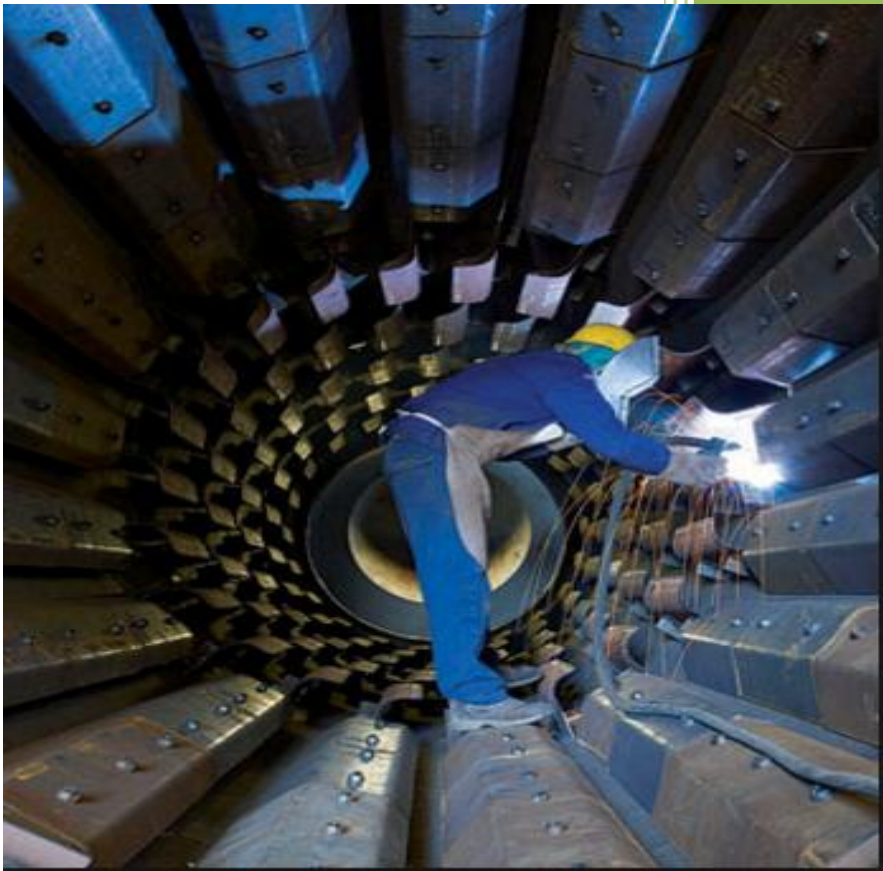




**ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΣΤΗ  
ΜΟΝΑΔΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΣΦΑΛΤΙΚΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΤΗΣ  
ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ ΙΑΚΟΝΟΥ BROTHERS ΣΤΗ ΛΑΡΝΑΚΑ**



**ΑΝΔΡΕΟΥ ΚΩΣΤΑΣ**

**ΑΔΑΜΟΥ ΧΡΙΣΤΑΚΗΣ**

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΙΩΑΝΝΗΣ Λ. ΜΠΑΚΟΥΡΟΣ

ΕΠΙΚΟΥΡΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΣΟΦΙΑ ΠΑΝΑΓΙΩΤΙΔΟΥ

ΛΕΚΤΟΡΑΣ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΠΑΝΑΡΑΣ



## Ευχαριστίες

Με το πέρας και την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα θέλαμε να εκφράσουμε τις θερμές μας ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν και πρόσφεραν τις υπηρεσίες τους για την επιτυχή ολοκλήρωση της μελέτης που κρατάτε στα χέρια σας. Πρώτα απ' όλα νιώθουμε την ανάγκη να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα της διπλωματικής εργασίας καθηγητή **κ. Ιωάννη Λ. Μπακούρο** για την επιστημονική καθοδήγησή του και τα πολύτιμα εφόδια που μας παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια διεκπεραίωσης της. Οι υποδείξεις και οι επισημάνσεις του ήταν καταλυτικές στην εκπόνηση αυτής της διπλωματικής. Θα θέλαμε επίσης να απευθύνουμε τις ευχαριστίες μας στην επίκουρη καθηγήτρια **κ. Σοφία Παναγιωτίδου** και στον λέκτορα **κ. Γεώργιο Πανάρα** που δέχτηκαν να είναι μέλη της τριμελούς επιτροπής αξιολόγησης της διπλωματικής μας εργασίας καθώς και για τις χρήσιμες προτάσεις και συμβουλές τους.

Στη συνέχεια οφείλουμε να ευχαριστήσουμε τους ανθρώπους από το επαγγελματικό και εργασιακό περιβάλλον της εταιρείας **IACOVOU BROTHERS** στην μονάδα παραγωγής ασφαλικού σκυροδέματος στη Μοσφιλωτή Λάρνακας και ιδιαίτερα τους **κ. Ιάκωβο Ανδρέου** εργαστηριακό, **κ. Αντρέα Αβρααμίδη** υπεύθυνο μονάδας, **κ. Ευάγγελο Ανδρονίκου** χειριστή και **κ. Σοφοκλή Παυλίδη**, Μηχανολόγο Μηχανικό και υπεύθυνο συντήρησης της εταιρείας για τον πολύτιμο χρόνο τους, την καλή διάθεση και την παροχή πληροφοριών.

Ευχαριστούμε τους συναδέλφους μας για την ηθική υποστήριξή τους, τις εμπειρίες που μοιραστήκαμε μαζί, την ανταλλαγή απόψεων και ιδεών και είμαστε σίγουροι ότι με πολλούς θα μας συνδέουν φιλίες χρόνων.

Τέλος, το μεγαλύτερο «ευχαριστώ» αξίζει στους γονείς μας οι οποίοι με κόπους και θυσίες στάθηκαν δίπλα μας όλα αυτά τα χρόνια και μας στήριξαν σε κάθε επιλογή μας. Η παρούσα διπλωματική είναι αφιερωμένη στο Α της καρδιάς μου που στάθηκε δίπλα μου σε όλες τις δυσκολίες στιγμές

Κοζάνη, Νοέμβριος 2015

Ανδρέου Κώστας(Αδάμου Χριστάκης)

## Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται μία προσπάθεια προσέγγισης της διαδικασίας συντήρησης σε μία μονάδα παραγωγής ασφαλικού σκυροδέματος στην Λάρνακα η οποία ανήκει στον όμιλο IACOVOU BROTHERS.

Στο **πρώτο** κεφάλαιο αναφέρονται οι γενικές αρχές της συντήρησης με έμφαση στην προληπτική και προβλεπτική συντήρηση. Γίνεται μία ιστορική αναδρομή των προσεγγίσεων της συντήρησης και αναφορά στην οργάνωση και διοίκηση της.

Το **δεύτερο** κεφάλαιο πραγματεύεται με τη γενική περιγραφή της μονάδας και εξηγούνται οι λειτουργίες των επιμέρους τμημάτων του εργοστασίου. Επίσης γίνεται αναφορά στον ποιοτικό έλεγχο του ασφαλικού σκυροδέματος.

Στο **τρίτο** κεφάλαιο παραθέτονται τα μέτρα συντήρησης και λίπανσης που προτείνει ο κατασκευαστής για το κάθε μηχάνημα ξεχωριστά ενώ στο **τέταρτο** κεφάλαιο επεξηγείται τί είναι ένα υπολογιστικό σύστημα οργάνωσης και διοίκησης της συντήρησης, πώς λειτουργεί όπως επίσης και για ποιους λόγους είναι καλό μία επιχείρηση να επενδύσει σε ένα τέτοιο σύστημα.

Στο **πέμπτο** κεφάλαιο γίνεται ανάλυση κινδύνου, υγιεινής και ασφάλειας στις εργασίες συντήρησης στη μονάδα. Προτείνονται κάποια μέτρα μείωσης του ρίσκου και βελτίωσης της υγιεινής και της ασφάλειας.

Και τέλος στο **έκτο** και τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι προτάσεις και τα συμπεράσματα στα οποία έχει καταλήξει η παρούσα διπλωματική.

Σκοπός της μελέτης αυτής είναι η βελτίωση της συντήρησης στη μονάδα, μέσω της εφαρμογής ενός πληροφοριακού συστήματος διαχείρισης της συντήρησης και μέσω της ανάλυσης ρίσκου, υγιεινής και ασφάλειας κατά τις εργασίες της.

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

<b><u>Ευχαριστίες</u></b> .....	<b>2</b>
<b><u>Περίληψη</u></b> .....	<b>3</b>
<b><u>Περιεχόμενα</u></b> .....	<b>4</b>
<b><u>Κεφάλαιο 1: Διαδικασία και έννοιες συντήρησης, η προληπτική και προβλεπτική συντήρηση</u></b> .....	<b>7</b>
1.1 Εισαγωγή .....	7
1.2 Ορισμός της συντήρησης .....	8
1.3 Σκοποί της συντήρησης.....	9
1.4 Αναγκαιότητα της συντήρησης .....	11
1.5 Η θεώρηση της συντήρησης .....	12
1.6 Συνέπειες ακινησίας .....	12
1.7 Ιστορική ανασκόπηση .....	13
1.8 Οι προσεγγίσεις της συντήρησης.....	14
1.9 Η διαχρονική εξέλιξη των προσεγγίσεων της συντήρησης .....	16
1.10 Οργάνωση και διοίκηση της συντήρησης (Maintenance Management) .....	19
1.11 Σχέση συντήρησης και παραγωγής .....	21
1.12 Ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα μέσω της εφαρμογής αποδοτικής συντήρησης.....	21
1.13 Ορισμοί και κατηγοριοποίηση διαφόρων πολιτικών συντήρησης .....	22
1.14 Πολιτικές συντήρησης και αξιοπιστίας.....	24
1.15 Προληπτική συντήρηση (Preventive maintenance) .....	27
1.15.1 Γενικά.....	27
1.15.2 Έλεγχος, προγραμματισμός, σχεδιασμός.....	30
1.15.3 Προληπτική συντήρηση .....	30
1.15.4 Κόστος προληπτικής συντήρησης .....	34
1.15.5 Προγραμματισμός της προληπτικής συντήρησης.....	36
1.15.6 Λίστες δραστηριοτήτων (Task Lists).....	38
1.16 Προβλεπτική συντήρηση (Predictive Maintenance) .....	39
1.16.1 Γενικά.....	39
1.16.2 Προβλεπτική συντήρηση .....	41

1.16.3 Κατηγορίες βλαβών.....	43
1.16.4 Δυναμική παρακολούθηση (Condition monitoring).....	44
1.16.5 Απαιτήσεις εφαρμογής της προβλεπτικής συντήρησης .....	46
1.16.6 Η μέθοδος της προβλεπτικής συντήρησης .....	46

## **Κεφάλαιο 2: Γενική περιγραφή της μονάδας παράγωγης ασφαλτικού**

### **σκυροδέματος των Α/ΦΩΝ ΙΑΚΩΒΟΥ στη Λάρνακα .....**

2.1. Συνοπτικό ιστορικό της εταιρείας Α/ΦΟΙ ΙΑΚΩΒΟΥ .....	48
2.2 Συνοπτικό ιστορικό της μονάδας παράγωγης ασφαλτικού σκυροδέματος .....	49
2.3 Διάγραμμα παραγωγικής διαδικασίας και περιγραφή των επιμέρους τμημάτων .....	49
2.3.1 Σύστημα προμήθειας αδρανών.....	51
2.3.2 Κλίβανος .....	51
2.3.3 Χώρος Αποθήκευσης Σκόνης.....	54
2.3.4 Αναβατόριο Ζεστών Αδρανών (Hot Elevator) .....	55
2.3.5 Δονούμενα Κόσκινα (Vibrating Screens) .....	56
2.3.6 Σύστημα προμήθειας συνδετικής ύλης- ασφάλτου (Bitumen Supply System) .....	57
2.3.7 Ζυγιστήριο ακριβείας (Weighing Scale) .....	58
2.3.8 Σύστημα Ανάμιξης Υλικών .....	59
2.3.9 Διάθεση ή Αποθήκευση .....	59
2.3.10 Κέντρο ελέγχου (control room) .....	60
2.3.11 Μέθοδος Marshall.....	62

## **Κεφάλαιο 3: Πολιτικές Συντήρησης Κύριων Παραγωγικών Τμημάτων Στη Μονάδα**

### **Παράγωγης Ασφαλτικού Σκυροδέματος Στη Λάρνακα .....**

3.1 Προληπτική συντήρηση βάσει οδηγιών του κατασκευαστή.....	66
3.1.1 Σύστημα Προμήθειας Αδρανών (Cold Aggregate Supply System).....	66
3.1.2 Κλίβανος .....	67
3.1.3 Σύστημα Συλλογής Σκόνης.....	69
3.1.4 Αναβατόριο Ζεστών Αδρανών.....	70
3.1.5 Πύργος Ανάμιξης .....	71
3.1.6 Σύστημα Τροφοδοσίας Παιπάλης .....	73
3.1.7 Σύστημα Προμήθειας Συνδετικής Ύλης.....	74
3.1.8 Σύστημα Προσωρινής Αποθήκευσης Ασφαλτομίγματος.....	75

<b><u>Κεφάλαιο 4: Υπολογιστικά συστήματα οργάνωσης και διοίκησης της συντήρησης (Computerized Maintenance Management System- CMMS)</u></b> .....	<b>76</b>
4.1 Εισαγωγή .....	76
4.2 Οι προϋποθέσεις για επένδυση σε λογισμικό συντήρησης .....	76
4.3 Εγκατάσταση λογισμικού συντήρησης .....	77
4.4 Πλεονεκτήματα διαχείρισης συντήρησης με Η/Υ.....	78
4.5 Μειονεκτήματα λόγω λάθους χειρισμού του λογισμικού .....	79
<b><u>Κεφάλαιο 5: Ανάλυση κινδύνου, υγιεινής και ασφάλειας στις εργασίες συντήρησης στη μονάδα παραγωγής ασφαλικού σκυροδέματος</u></b> .....	<b>80</b>
5.1 Εισαγωγή .....	80
5.2 Νομοθετικό πλαίσιο για την πρόληψη και αντιμετώπιση βιομηχανικών ατυχημάτων .....	81
5.2.1 Ευρωπαϊκή νομοθεσία για την αντιμετώπιση μεγάλων βιομηχανικών ατυχημάτων.....	81
5.2.2 Σκοπός και βασικά σημεία της οδηγίας 82/501/ΕΟΚ (SEVESO I) .....	82
5.2.3 Σκοπός και σημεία της οδηγίας 96/82/ΕΚ (SEVESO II) .....	83
5.3 Μεθοδολογία εκτίμησης και πρόληψης του κινδύνου .....	84
5.4 Ταξινόμηση και ορισμός των κινδύνων .....	85
5.5 Διαδικαστικές φάσεις εκτίμησης του κινδύνου .....	87
5.6 Σήματα ασφαλείας, απαγόρευσης και προειδοποίησης στους χώρους εργασίας της μονάδας παραγωγής ασφαλικού σκυροδέματος.....	90
5.7 Χαρακτηριστικά εργοστασίου και εγκατάσταση καταπολέμησης φωτιάς.....	93
5.8 Παραδείγματα κινδύνων στη μονάδα παραγωγής ασφαλικού σκυροδέματος.....	94
5.9 Αξιολόγηση ρίσκου στις εργασίες συντήρησης και προτάσεις μείωσης του ...	95
5.10 Πέντε βασικοί πυλώνες ασφαλούς συντήρησης.....	99
<b><u>Κεφάλαιο 6: Προτάσεις και Συμπεράσματα</u></b> .....	<b>103</b>
<b><u>Βιβλιογραφία</u></b> .....	<b>104</b>
<b><u>Παραρτήματα</u></b> .....	<b>105</b>

## **Κεφάλαιο 1: Διαδικασία και έννοιες συντήρησης, η προληπτική και προβλεπτική συντήρηση**

### **1.1 Εισαγωγή**

Σε όλους τους τομείς της ζωής μας προσπαθούμε να επιτύχουμε το βέλτιστο δυνατό αποτέλεσμα με σκοπό το προσωπικό αλλά και το κοινωνικό συμφέρον. Πολλές φορές επιδιώκουμε να το κατορθώσουμε αυτό με την ελάχιστη προσπάθεια, κόπο ή κόστος. Στον τομέα της βιομηχανίας και των επιχειρήσεων αυτό είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με τα πιο πάνω και αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι για την επιτυχία μιας επιχείρησης. Στις μέρες μας για να επιβιώσει και να διακριθεί μια επιχείρηση πρέπει να είναι ανταγωνιστική, καινοτόμα και ευέλικτη σε όλα τα επίπεδα. Σε αρκετές περιπτώσεις οι επιχειρηματίες βλέποντας το άμεσο συμφέρον τους τείνουν να προβαίνουν σε λανθασμένες αποφάσεις με αποτέλεσμα αυτό να έχει αρνητικές επιπτώσεις γι' αυτούς και κατ' επέκταση για την εταιρεία τους. Βασικός όμως παράγοντας για την επιτυχία πρέπει να είναι ο σωστός σχεδιασμός και προγραμματισμός λαμβάνοντας υπόψη το μακροπρόθεσμο όφελος που στην τελική θα είναι αυτό που θα κρίνει το κατά πόσον το όλο εγχείρημα στέφθηκε με επιτυχία.

Για την εξασφάλιση μίας συνεχούς ανάπτυξης και κερδοφορίας απαιτείται η διατήρηση της υψηλής ποιότητας και ποσότητας των προϊόντων ή των υπηρεσιών μιας επιχείρησης. Ως εκ τούτου για να επιτευχθεί αυτό πρέπει ο τεχνολογικός εξοπλισμός να έχει εύρυθμη, σταθερή και αποδοτική λειτουργία. Θεωρείται επομένως αναγκαία η δημιουργία ενός συστήματος το οποίο θα μπορεί να διατηρεί τον εξοπλισμό σε άριστη κατάσταση και ετοιμότητα και ικανό να παράγει με την ελάχιστη δυνατή επιβάρυνση του κόστους λειτουργίας του. Για να γίνει αυτό χρειάζεται μια καλά οργανωμένη συντήρηση του τεχνολογικού εξοπλισμού. Η συντήρηση αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του συνολικού κόστους λειτουργίας μιας επιχείρησης. Ανάλογα με τον κλάδο, δηλαδή αν πρόκειται για ελαφριά ή βαριά βιομηχανία, τα κόστη συντήρησης μπορεί να είναι μικρότερα ή μεγαλύτερα στο συνολικό λειτουργικό κόστος. Σε πολλές περιπτώσεις η εφαρμογή της συντήρησης δεν λαμβάνεται σοβαρά υπόψη, υποτιμάται η σημασία της και δεν τυγχάνει της απαραίτητης αντιμετώπισης. Αυτό πιθανόν να συμβαίνει λόγω του ότι οι επιχειρηματίες δεν βλέπουν στην ιδέα της συντήρησης κάποιο άμεσο κέρδος και αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη διαμόρφωση μη θετικής στάσης.

Γι' αυτό το λόγο η συντήρηση διαχρονικά αντιμετωπιζόταν ως αναγκαίο κακό και δευτερεύουσας σημασίας ζήτημα. Στην πραγματικότητα όμως αποτελεί σημαντικό παράγοντα κέρδους ο οποίος εν τέλει ανακουφίζει τις επιχειρήσεις, δεν τις επιβαρύνει οικονομικά και συμβάλλει σε ένα μακροχρόνιο κέρδος.



Η συντήρηση έχει θετική επιρροή ως προς την παραγωγικότητα και την κερδοφορία. Η επίτευξη συνεπών παραδόσεων των παραγγελιών, η βελτίωση της διαθεσιμότητας και της απόδοσης του εξοπλισμού, της ποιότητας των προϊόντων, της ικανοποίησης των περιβαλλοντικών απαιτήσεων καθώς και των απαιτήσεων ασφάλειας και διατήρησης της συνολικής οικονομικής απόδοσης της επιχείρησης σε υψηλά επίπεδα έχουν καταστήσει αναγκαία την εφαρμογή και λειτουργία της συντήρησης. Η σωστή εφαρμογή της συμβάλλει στον περιορισμό των αστοχιών ή των βλαβών και κατ' επέκταση σε σημαντική μείωση περιττών εξόδων. Με το πέρασμα των χρόνων η συντήρηση έχει καταφέρει να κερδίσει την εμπιστοσύνη όλο και περισσότερων βιομηχανιών αφού διαδραματίζει βασικό ρόλο στη μακρόχρονη συγκομιδή κερδών επενεργώντας θετικά στην παραγωγή, την απόδοση, την ποιότητα, τα κόστη, το περιβάλλον και την ασφάλεια.

Η συντήρηση τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει να απομακρύνεται από τον αρχικό, πλήρως βασισμένο στην παραγωγή, σκοπό της καθώς και από τις παραδοσιακές πρακτικές της προληπτικής συντήρησης, των επιθεωρήσεων και των επισκευών και στρέφεται σε πιο σύνθετα αλλά και αποτελεσματικότερα συστήματα που έχουν ως στόχο την αύξηση της αποδοτικότητας, της διαθεσιμότητας και της αξιοπιστίας του παραγωγικού εξοπλισμού των επιχειρήσεων. Έτσι έκαναν την εμφάνιση τους προσεγγίσεις και αναλύσεις που βασίζονται στον κίνδυνο και στο κόστος, στην αξιοπιστία και στην κατάσταση του εξοπλισμού. Ο στόχος αυτών των προσεγγίσεων είναι να επικεντρωθούν οι πόροι της συντήρησης και ιδιαίτερα των επιθεωρήσεων στις κρίσιμες (υψηλού κινδύνου) περιοχές των εγκαταστάσεων ή του εξοπλισμού. Για τον προσδιορισμό αυτών των κινδύνων απαιτούνται συγκεκριμένοι μέθοδοι, αξιόπιστη εκτίμηση της πιθανότητας εμφάνισης τους και του αντίκτυπου τους κατά τρόπο ποσοτικό. Σχεδόν όλες οι προσεγγίσεις προσπαθούν να αξιολογήσουν την πιθανότητα εμφάνισης ενός ανεπιθύμητου γεγονότος και των συνεπειών που θα επιφέρει από άποψη επίδρασης στο χρόνο (καθυστερήσεις), στο κόστος και στην ποιότητα.

## **1.2 Ορισμός της συντήρησης**

Η συντήρηση είναι γενική έννοια η οποία καλύπτει μεγάλο εύρος εργασιών σε πολύ διαφορετικούς τομείς και σε όλους τους τύπους εργασιακού περιβάλλοντος. Στην έννοια της συντήρησης, μεταξύ άλλων, περιλαμβάνονται εργασίες όπως διατήρηση, επισκευή, αντικατάσταση, εντοπισμός βλαβών, δοκιμή, μέτρηση και επιθεώρηση. Κατά καιρούς έχουν διατυπωθεί πολλοί ορισμοί με διαφορετικές προσεγγίσεις ως προς την έννοια της συντήρησης. Ως εκ τούτου και με βάση το ευρωπαϊκό πρότυπο "CEN EN 13306, Ορολογία Συντήρησης" ισχύει ο παρακάτω ορισμός:

**Συντήρηση(Maintenance) ορίζεται ο συνδυασμός όλων των ενεργειών που αποσκοπούν στην διατήρηση ή στην επαναφορά του εξοπλισμού σε ένα επιθυμητό επίπεδο αποτελεσματικής λειτουργίας.**

Οπότε στο σύνολο των ενεργειών που αφορούν την συντήρηση του εξοπλισμού περιλαμβάνονται και αυτές που αποκαθιστούν την επιθυμητή κατάσταση λειτουργίας, όχι μόνο αυτές που τον διατηρούν σε αποτελεσματική λειτουργία. Επίσης συμπεριλαμβάνονται τεχνικές και προγράμματα που μπορούν να ανακαλύπτουν την έναρξη βλαβών και που βοηθούν στην ελαχιστοποίηση της εκτός λειτουργίας παραμονής του εξοπλισμού, στην εξασφάλιση της διαθεσιμότητας του, καθώς και το προσωπικό και γενικά όλες οι υπηρεσίες που στοχεύουν στην προστασία του, στην αποκατάσταση και στην ομαλή λειτουργία του.

### **1.3 Σκοποί της συντήρησης**

Μπορεί στις μέρες μας η τεχνολογία να έχει εξελιχθεί ραγδαία και να συνεχίζει να κάνει πολύ μεγάλα άλματα προόδου ωστόσο είναι αδύνατο τα μηχανήματα παραγωγής να λειτουργούν στο ίδιο επίπεδο στο οποίο κατασκευάστηκαν χωρίς να μειωθεί η αποδοτικότητα τους και η ποιότητα παραγωγής τους. Εδώ είναι που η συντήρηση επενεργεί παρέχοντας υποστηρικτικό χαρακτήρα στην παραγωγή.

Ο σημαντικότερος ρόλος που διαδραματίζει ένα καλά οργανωμένο σύστημα συντήρησης στην επιτυχή λειτουργία μίας επιχείρησης φαίνεται εάν κάποιος παρατηρήσει τους σκοπούς της συντήρησης. Συνεπώς η μεγάλη σημασία της συντήρησης έγκειται στην σπουδαιότητα των ίδιων των στόχων της.

Σύμφωνα με την σχετική βιβλιογραφία οι στόχοι που αναφέρονται είναι οι εξής:

- **Διατήρηση του εξοπλισμού και των μηχανημάτων σύμφωνα με τις κατασκευαστικές τους προδιαγραφές.** Αφού αναφερόμαστε σε παραγωγή που ακολουθεί τα ποιοτικά πρότυπα και τους κανόνες τυποποίησης πρέπει ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται να λειτουργεί σύμφωνα με τις αρχικές του προδιαγραφές.
- **Ελαχιστοποίηση της διάρκειας της συντήρησης και του χρόνου κατά τον οποίο ο εξοπλισμός παραμένει εκτός λειτουργίας.** Από τη στιγμή που τίθεται εκτός λειτουργίας ο εξοπλισμός τότε έχει ως αποτέλεσμα να αυξηθούν τα λειτουργικά κόστη και να μην εξυπηρετείται έγκαιρα ο πελάτης.

- **Περιορισμός της φθοράς των μηχανημάτων και απαλοιφή των αιτιών αποτυχίας έτσι ώστε η διάρκεια ζωής τους να είναι μεγαλύτερη.**
- **Μεγιστοποίηση του ολικού βαθμού απόδοσης.**
- **Ελαχιστοποίηση του κόστους των παραγωγικών απωλειών.**
- **Ελαχιστοποίηση του κόστους λειτουργίας της συντήρησης.** Με τον όρο κόστος λειτουργίας της συντήρησης εννοούμε το κόστος μισθών, το κόστος υπεργολαβιών συντήρησης, των ανταλλακτικών και των αναλώσιμων και γενικότερα το κόστος logistics. Με τον ορθό προγραμματισμό και την ολοκληρωμένη πολιτική συντήρησης μπορούμε να μειώσουμε αισθητά αυτό το κόστος.
- **Η ελαχιστοποίηση του ολικού κόστους των δύο παραπάνω ποσοτήτων (θεμελιώδης στόχος της σύγχρονης συντήρησης).** Στο πιο κάτω σχεδιάγραμμα βλέπουμε τη σχέση του συνολικού κόστους (παραγωγικού-λειτουργικού) με την πολιτική συντήρησης που εφαρμόζουμε. Αναλύοντας τη γραφική παράσταση, παρατηρούμε ότι μία αύξηση της συντήρησης επιφέρει μείωση του παραγωγικού κόστους, αλλά από την άλλη προκαλεί και αύξηση του λειτουργικού κόστους (υλικά, ανταλλακτικά, εργατοώρες κ.λ.π.). Αυτό που επιθυμούμε είναι η συντήρηση του βέλτιστου σημείου η οποία θα ελαχιστοποιεί και το ολικό κόστος. Μία πολιτική ελλιπούς συντήρησης ή υπερσυντήρησης θα επέφερε μεγάλη αύξηση του συνολικού κόστους.



Σχήμα 1.1: Γραφική παράσταση στόχων συντήρησης

#### 1.4 Αναγκαιότητα της συντήρησης

Η συντήρηση δεν αποσκοπεί μόνο στις επισκευές όπως γενικά θεωρείται από πολλούς αλλά η συμβολή της στην εύρυθμη λειτουργία μιας επιχείρησης είναι καίρια καθώς επεμβαίνει σε πολλούς και διάφορους τομείς που σχετίζονται με το σύνολο της απόδοσης της επιχείρησης. Η συντήρηση σε όλο της το φάσμα περιλαμβάνει:

- Τεχνικό και χρονικό σχεδιασμό εργασιών
- Διαχείριση υλικών και ανταλλακτικών
- Διαχείριση ανθρώπινου δυναμικού
- Διαχείριση εργαλείων και μέσων γενικότερα
- Προληπτικούς, προγνωστικούς και διαγνωστικούς ελέγχους
- Προληπτικές ενέργειες και αντικαταστάσεις
- Προγραμματισμό και εκτέλεση προγράμματος λίπανσης
- Επισκευές, βελτιώσεις, κατασκευές
- Γενικές ετήσιες συντηρήσεις

Ο εξοπλισμός και τα στοιχεία του πρέπει να διατηρούνται σε ικανοποιητική κατάσταση λειτουργίας μέσω της συντήρησης, δηλαδή με συστηματικές επιθεωρήσεις, με εντοπισμό και διορθώσεις επικείμενων αστοχιών πριν εμφανιστούν ή πριν αποτελέσουν απειλή και προκαλέσουν μεγάλες βλάβες στον εξοπλισμό. Ακολουθώντας αυτά αποδεικνύεται ότι πετυχαίνουμε τα εξής:

- Μείωση του επενδυόμενου κεφαλαίου
- Αύξηση αξιοπιστίας του εξοπλισμού
- Μείωση αριθμού βλαβών
- Αύξηση της διάρκειας ζωής των μηχανημάτων
- Αύξηση παραγωγικότητας
- Μείωση περιττών επισκευών, επαναλαμβανόμενων και λανθασμένων δραστηριοτήτων συντήρησης
- Αύξηση της εμπιστοσύνης των πελατών
- Συμμόρφωση σε νόμους και κανονισμούς
- Μείωση ελαττωματικών προϊόντων
- Μείωση υπερωριών
- Αύξηση της ασφάλειας
- Μείωση των τραυματισμών
- Μείωση στην κατανάλωση ενέργειας
- Μείωση της ποσότητας των απαραίτητων διαθέσιμων ανταλλακτικών
- Μείωση ασφαλιστρών

### 1.5 Η θεώρηση της συντήρησης

Ως επί το πλείστον το εξιλαστήριο θύμα για την εξοικονόμηση χρημάτων σε μια επιχείρηση είναι η συντήρηση. Αυτό όπως έχουμε αναφέρει και πριν οφείλεται στην λανθασμένη θεώρηση ότι μειώνοντας τις απαιτούμενες δαπάνες στον τομέα της συντήρησης ταυτόχρονα θα αυξηθούν και τα συνολικά κέρδη. Αυτή η αντίληψη δημιουργείται λόγω των βραχυπρόθεσμων εξοικονομήσεων χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι συνέπειες που αναπόφευκτα προκύπτουν σε μακροπρόθεσμη βάση. Μπορεί να γίνει εύκολα αντιληπτό, εάν φανταστεί κάποιος τι μπορεί να συμβεί σε περίπτωση που τυχόν σταματήσει η παραγωγή σε μια επιχείρηση συνεχούς λειτουργίας.

Γι' αυτό σε μια σοβαρή και καλά οργανωμένη επιχείρηση, η συντήρηση αποτελεί το  $A$  και το  $\Omega$  για τη σωστή λειτουργία της μονάδας, τη βελτίωση της παραγωγικότητας και της ποιότητας των προϊόντων. Σε αυτές τις επιχειρήσεις η συντήρηση είναι μια καλά προσεκτική και οργανωμένη διαδικασία κατά την οποία δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στους οικονομικούς παράγοντες, στην ποιότητα και γενικά όλους τους σκοπούς που διέπουν την επιχείρηση και αξιοποιεί:

- Ανθρώπινο δυναμικό
- Μηχανολογικό εξοπλισμό και εργαλεία
- Διαδικασίες ενεργειών, συγκέντρωσης πληροφοριών και επαναπληροφόρησης
- Συνεργάτες, πελάτες και προμηθευτές με στόχο την όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερη εκπλήρωση των στόχων της επιχείρησης

### 1.6 Συνέπειες ακινησίας

Με την κατάλληλη συντήρηση, επιδιόρθωση ή αντικατάσταση του εξοπλισμού προσπαθούμε να αντιμετωπίσουμε την ανικανότητα του να λειτουργεί συνεχώς, είτε αυτή οφείλεται σε φθορά, είτε σε βλάβη, είτε και στα δύο. Οι συνέπειες της ανικανότητας, μερικής ή ολικής, ενός τεχνολογικού συστήματος, δηλαδή ενός μηχανήματος, μιας συσκευής, κ.λπ., να προσφέρει τις υπηρεσίες για τις οποίες κατασκευάστηκε ποικίλουν από πολύ σοβαρές (απώλεια ζωής ή τραυματισμός), μέχρι νομικές (ευθύνη καταστροφών, περιβαλλοντολογικών επιπτώσεων) και ως επί το πλείστον οικονομικές.

Οι κυριότερες από τις οικονομικές συνέπειες, είναι οι εξής:

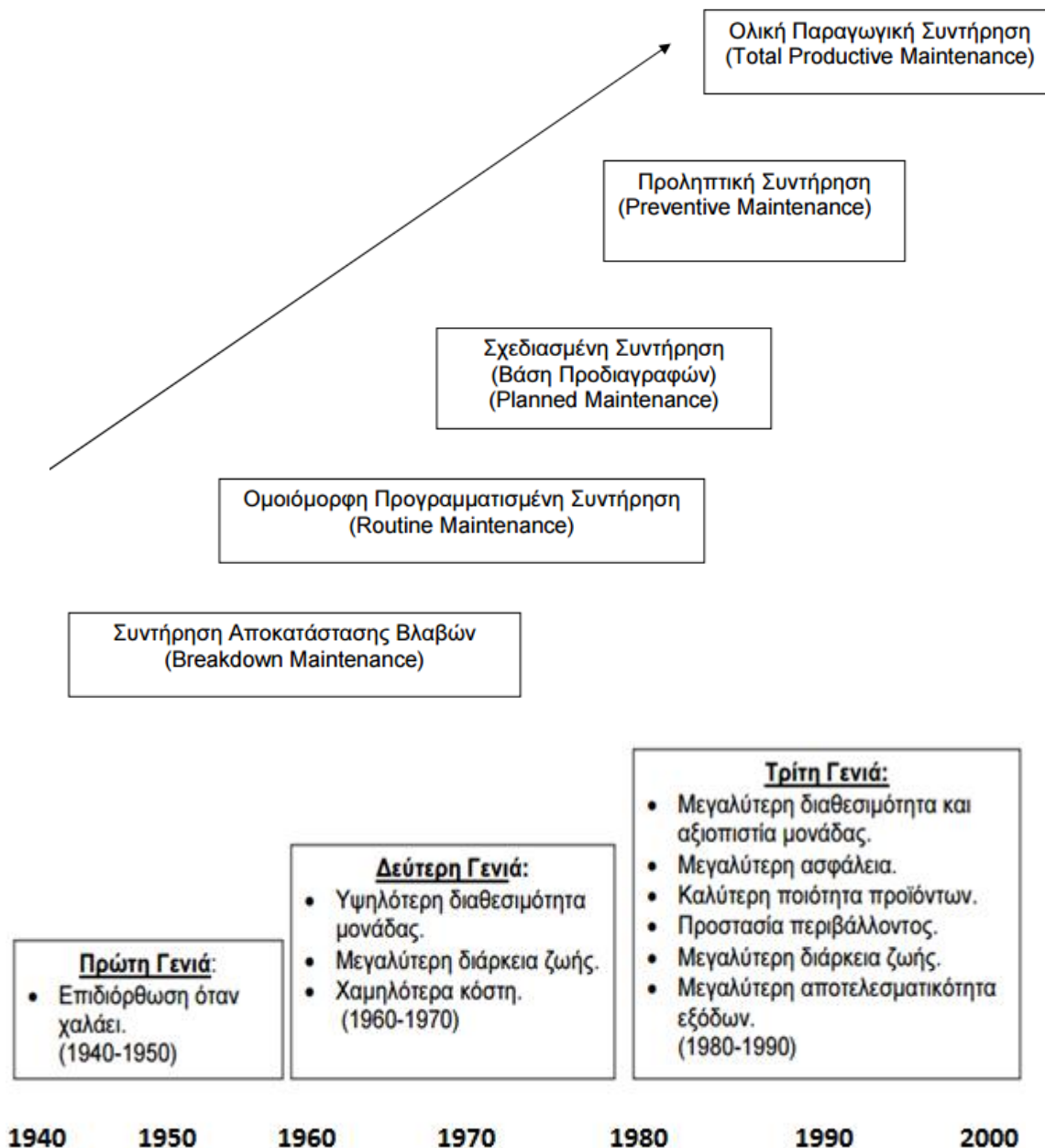
- Οι δαπάνες που χρειάζονται για την αποκατάσταση του συστήματος (επισκευές, συντήρηση, κ.λπ.).
- Οι δαπάνες του προσωπικού, που άμεσα ή έμμεσα, συνδέεται με τον συγκεκριμένο εξοπλισμό, στην περίοδο της αχρηστίας του.
- Το κέρδος που διαφεύγει από τη μείωση της παραγωγής εξαιτίας της ακινησίας του και από τη κακή ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων εξαιτίας της φθοράς του.

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι ακόμα και αν επιτύχουμε ως ένα βαθμό την βέλτιστη αξιοπιστία του συστήματος αυτό θα πάθει αργά ή γρήγορα βλάβες. Σκοπός είναι οι οικονομικές συνέπειες που αναφέρονται παραπάνω να ελαττωθούν, εφόσον δεν είναι εφικτό να αποφευχθούν τελείως.

### **1.7 Ιστορική ανασκόπηση**

Η ανάγκη για συντήρηση ανέκαθεν απασχολούσε τον άνθρωπο από τα πιο απλά πράγματα στην καθημερινότητά του και στην πορεία των χρόνων εξελίχθηκε, σε σημείο που σήμερα να αποτελεί μια από τις βασικότερες αρχές για να λειτουργεί σωστά μια σύγχρονη επιχείρηση. Στις αρχές του 20ού αιώνα η παραγωγή σε εργοστάσια και βιομηχανίες διεκπεραιωνόταν με απλού τύπου μηχανήματα τα οποία είχαν χαμηλές απαιτήσεις συντήρησης και ως εκ τούτου η συντήρηση αποτελούσε ένα ασήμαντο παράγοντα στην όλη παραγωγική διαδικασία. Επίσης δεν ήταν απαραίτητο το προσωπικό να κατέχει κάποιες εξειδικευμένες ικανότητες ή γνώσεις και η συντήρηση είχε τη μορφή καθαρισμού, λίπανσης και επισκευής αν και εφόσον ήταν αναγκαίο. Με το πέρασμα των επόμενων δεκαετιών και ειδικότερα λόγω του γοργού ρυθμού ανάπτυξης της τεχνολογίας, της χρήσης όλο και περισσότερου και σύνθετου τεχνολογικού εξοπλισμού αλλά και λόγω της αύξησης του χρόνου ακινησίας των μηχανημάτων λόγω βλαβών κατέστησαν αναγκαία τη δημιουργία ενός συστηματικότερου και συνεπέστερου μοντέλου.

Ένας από τους πρωταρχικούς στόχους της προσπάθειας οργάνωσης συστηματικής συντήρησης αποτελεί η επιλογή της τεχνοοικονομικά καταλληλότερης μεθόδου για την συντήρηση ενός εξαρτήματος ή συσκευής. Η ιστορική εξέλιξη της συντήρησης και τα κυριότερα συστήματα που συνήθως χρησιμοποιούνται φαίνονται συνοπτικά στο *Σχήμα 1.2*.



### 1.8 Οι προσεγγίσεις της συντήρησης

Αν ανατρέξει κανείς στη βιβλιογραφία μπορεί να παρατηρήσει ότι αναφέρονται και προτείνονται πολλές προσεγγίσεις, φιλοσοφίες και στρατηγικές συντήρησης. Μία στρατηγική συντήρησης περιλαμβάνει την ταυτοποίηση, την αναζήτηση και την εκτέλεση πολλών αποφάσεων σχετικών με επισκευές, αντικαταστάσεις και ελέγχους. Ασχολείται με την εκπόνηση του καλύτερου πλάνου λειτουργικής ζωής για κάθε μονάδα του εξοπλισμού και του βέλτιστου προγράμματος συντήρησης για τον εξοπλισμό σε συνεργασία με την παραγωγή και άλλες λειτουργίες. Περιγράφει επίσης ποια περιστατικά (για παράδειγμα αστοχία, πάροδος ορισμένου χρόνου, κατάσταση) χρήζουν ποιας δραστηριότητας συντήρησης (έλεγχος, επισκευή ή αντικατάσταση). Συγκροτείται από ένα μίγμα πολιτικών και τεχνικών, οι οποίες

ποικίλουν από εξοπλισμό σε εξοπλισμό . Τέλος εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως τους στόχους της επιχείρησης, τη φύση του εξοπλισμού που συντηρείται και το περιβάλλον εργασίας.

Μια φιλοσοφία συντήρησης ορίζεται ως η γενική δομή μιας σειράς διαφόρων επεμβάσεων συντήρησης (διορθωτική, προληπτική κ.λπ.). Δίνει το σκελετό πάνω στον οποίο αναπτύσσονται οι στρατηγικές συντήρησης και αποτελεί την ενσωμάτωση του τρόπου που σκέφτεται η επιχείρηση για το ρόλο της συντήρησης ως λειτουργία. Οι σημαντικότερες και πιο διαδεδομένες από αυτές, ανάμεσα από πολλές που υπάρχουν, είναι η **Συντήρηση με γνώμονα την Αξιοπιστία (Reliability Centered Maintenance – RCM)** και η **Ολική Παραγωγική Συντήρηση (Total Productive Maintenance – TPM)**.

Για πρώτη φορά ο όρος Reliability Centered Maintenance (RCM) χρησιμοποιήθηκε σε δημοσιεύσεις στελεχών και μηχανικών των United Airlines των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής για να περιγράψει τις βέλτιστες απαιτήσεις σε συντήρηση ενός αεροσκάφους. Το Υπουργείο Εθνικής Άμυνας των Η.Π.Α. χρηματοδότησε τη δημοσίευση ενός βιβλίου (από τις United Airlines) και μιας αναφοράς εκτίμησης (από τη Rand Corp.) για τη φιλοσοφία αυτή. Η δημοσίευση έγινε το 1978 και κατέστησε γνωστές τις ιδέες της νέας φιλοσοφίας σε ένα ευρύτερο κοινό. Το βιβλίο περιέγραφε τις προσπάθειες των εμπορικών αερογραμμών και της Αεροπορίας των Η.Π.Α. κατά τις δεκαετίες του 60 και του 70 να βελτιώσουν την αξιοπιστία ενός νέου αεροσκάφους τους. Η Συντήρηση με γνώμονα την Αξιοπιστία, πλέον ένα ολοκληρωμένο κομμάτι της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης, προσπαθεί να εμποδίσει ή να περιορίσει τις συνέπειες των αστοχιών και να καταστήσει δυνατή τη λειτουργία των μηχανών μέσα στα όρια σχεδιασμού τους. Είναι μια μέθοδος που μελετά τρόπους με τους οποίους μπορεί να αστοχήσει η λειτουργία ενός συστήματος και τις συνέπειες αυτών των αστοχιών. Βοηθά στον καθορισμό των πιο κατάλληλων και οικονομικά αποδοτικών «προδραστικών» στρατηγικών συντήρησης, ώστε να μετριάσει τα αποτελέσματα και τις συνέπειες τέτοιων αστοχιών. Σχεδιάζεται ώστε να ελαχιστοποιεί το κόστος συντήρησης λαμβάνοντας υπόψη την απώλεια λειτουργικού χρόνου ζωής των μηχανημάτων. Κύριοι στόχοι αυτής της φιλοσοφίας συντήρησης είναι η διατήρηση της λειτουργικής ακεραιότητας και η μείωση του κόστους λειτουργίας με την ελάττωση των συνεπειών των αστοχιών του εξοπλισμού, όχι άμεσα των αστοχιών.

Η φιλοσοφία της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης (Total Productive Maintenance – TPM) ξεκίνησε στην Ιαπωνία στα μέσα της δεκαετίας του 80 και σταδιακά επεκτάθηκε και σε άλλες χώρες. Η ιαπωνική ιδέα όμως της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης χρονολογείται ήδη από το 1951 όταν έφτασε στην Ιαπωνία η Προληπτική Συντήρηση (Preventive Maintenance) από τις Η.Π.Α. Η Nippondenso, τμήμα της Toyota, ήταν η πρώτη επιχείρηση στην Ιαπωνία που εισήγαγε την ευρεία



εφαρμογή της Προληπτικής Συντήρησης το 1960. Σύμφωνα με την Προληπτική Συντήρηση οι χειριστές χειρίζονταν τις μηχανές και η ομάδα συντήρησης τις συντηρούσε. Όμως το υψηλό επίπεδο αυτοματοποίησης της Nippondenso καθιστούσε αυτού του είδους τη συντήρηση προβληματική, καθώς αυτή απαιτούσε ολοένα και περισσότερο προσωπικό. Έτσι η διοίκηση αποφάσισε ότι τις συντηρήσεις ρουτίνας (όπως καθαρισμοί, λιπάνσεις κ.λπ.) θα τις έκαναν οι χειριστές, ενώ η ομάδα συντήρησης θα ασχολείτο μόνο με τροποποιήσεις στον εξοπλισμό οι οποίες είχαν στόχο την αύξηση της αξιοπιστίας του και συνακόλουθα την αποφυγή συντήρησης. Έτσι η Προληπτική Συντήρηση (Preventive Maintenance) μαζί με την Πρόληψη της Συντήρησης (Maintenance Prevention) και τη Βελτίωση της Συντηρησιμότητας (Maintenability Improvement) συνέθεσαν την Παραγωγική Συντήρηση. Στις αρχές της δεκαετίας του 70 η βιομηχανία της Ιαπωνίας βρισκόταν σε κρίσιμη οικονομική κατάσταση εξαιτίας της κρίσης του πετρελαίου και έψαχνε τον αποτελεσματικό τρόπο που θα της επέτρεπε να επιβιώσει στην παγκόσμια αγορά. Στην προσπάθεια αυτή το Ιαπωνικό Ινστιτούτο Συντήρησης πήρε τη βασική ιδέα της Παραγωγικής Συντήρησης και τη μετέτρεψε στο σύστημα της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης, το οποίο στη συνέχεια εξελίχθηκε σταδιακά από μικρού μεγέθους επιχειρήσεις. Συνεπώς η Ολική Παραγωγική Συντήρηση είναι ο αμερικανικός τρόπος συντήρησης ο οποίος τροποποιήθηκε και βελτιώθηκε για να ταιριάζει στο ιαπωνικό βιομηχανικό περιβάλλον. Από τα μέσα της δεκαετίας του 80 είναι συνήθης στη βιομηχανία της Ιαπωνίας και άρχισε να γίνεται δημοφιλής και στις δυτικές χώρες. Επομένως ο όρος καλύπτει ένα ενιαίο σύνολο μεθόδων που αναφέρονται στο συνολικό τρόπο διαχείρισης της λειτουργίας των σύγχρονων παραγωγικών μονάδων και εκτείνονται τόσο στο τεχνολογικό όσο και στο διοικητικό επίπεδο. Σύμφωνα με αυτή ένα μεγάλο κομμάτι των δραστηριοτήτων συντήρησης (π.χ. έλεγχοι, αναφορές συμβάντων, εφαρμογή σωστών συνθηκών λειτουργίας, καθαριότητα, λίπανση κ.λπ.) ανατίθεται στο τμήμα που είναι υπεύθυνο για τη λειτουργία του εξοπλισμού (Αυτόνομη Συντήρηση – Autonomous Maintenance). Τελικό στόχο της φιλοσοφίας αυτής αποτελεί η αύξηση της συνολικής διαθεσιμότητας της εγκατάστασης με τη συστηματική μείωση μέχρι την εξάλειψη των αναίτιων μη λειτουργικών χρόνων (downtimes). Δέχεται μια μηχανή όπως είναι και προσπαθεί να εξασφαλίσει βασική συντήρηση και συνθήκες λειτουργίας που θα εμποδίσουν την επιτάχυνση της χειροτέρευσης και των αστοχιών.

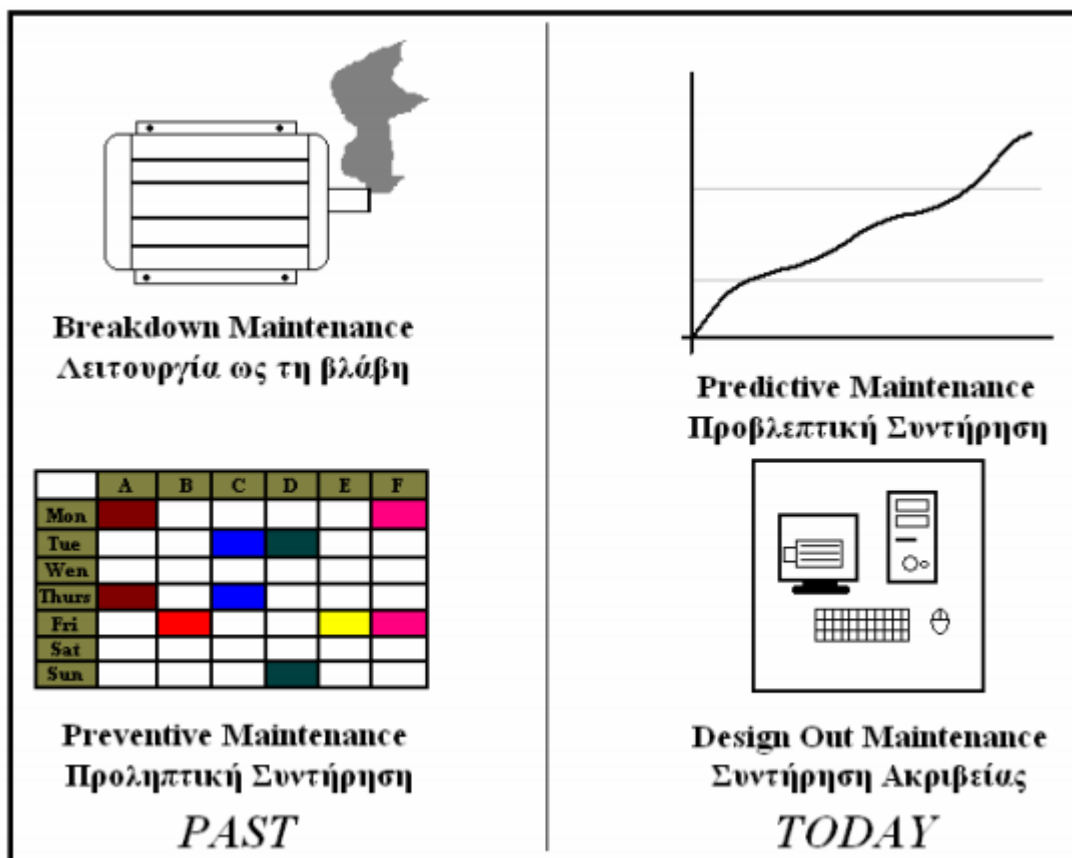
### **1.9 Η διαχρονική εξέλιξη των προσεγγίσεων της συντήρησης**

Η συντήρηση από την εμφάνισή της μέχρι σήμερα έχει εξελιχθεί κατά πολύ. Ειδικά τα τελευταία είκοσι χρόνια έχει αλλάξει ίσως περισσότερο απ' όσο περίμεναν οι ειδικοί. Νέα δεδομένα έχουν έρθει στο χώρο, ολοένα περισσότερα συστήματα και

παραγωγικές μονάδες απαιτούν συντήρηση και φυσικά νέες τεχνικές και φιλοσοφίες εφαρμόζονται σε όλο τον κόσμο.

Μέχρι το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο η βιομηχανία δεν ήταν μηχανοποιημένη σε υψηλό βαθμό. Το μεγαλύτερο κομμάτι του εξοπλισμού ήταν απλό και ο σχεδιασμός του πολύ βασικός. Οι συνέπειες των αστοχιών δεν ήταν τόσο ζωτικής σημασίας και η επίδρασή τους ήταν μηδαμινή. Έτσι ο βιομηχανικός εξοπλισμός λειτουργούσε κανονικά μέχρι να αστοχήσει και τότε είτε επισκευαζόταν είτε αντικαθίστατο. Η συντήρηση δε θεωρείτο σημαντική, αλλά ως μια παραγωγική δραστηριότητα και ένα αναγκαίο κακό. Η πρώτη προσέγγιση της συντήρησης μπορεί να χαρακτηριστεί ως συντήρηση «εξ αντιδράσεως» κατά την οποία δε γίνεται καμία ενέργεια για την αποφυγή ή διάγνωση επερχόμενης αστοχίας. Το κόστος της συντήρησης αυτής είναι συνήθως υψηλό, μπορεί όμως να είναι οικονομικά αποδοτική σε συγκεκριμένες περιπτώσεις. Αυτή η πρώτη γενιά συντήρησης που προέκυψε με την εμφάνιση των πρώτων μηχανών αναφέρεται ως **Λειτουργία ως τη Βλάβη (Breakdown Maintenance)**.

Μετά το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο η μείωση του ανθρώπινου δυναμικού στις βιομηχανίες και η αύξηση της ζήτησης ποικίλων προϊόντων οδήγησε σε υψηλή μηχανοποίηση. Οι εγκαταστάσεις κατασκευών έγιναν πολύπλοκες και οι βλάβες άρχισαν να πληθαίνουν. Η διαθεσιμότητα, η μακροζωία και το κόστος άρχισαν να θεωρούνται σημαντικοί παράγοντες για την επίτευξη των στόχων των επιχειρήσεων. Η συντήρηση έγινε δραστηριότητα του τμήματος συντήρησης και θεωρείτο ένα τεχνικό ζήτημα. Έτσι η δεύτερη προσέγγιση της συντήρησης μπορεί να περιγραφεί ως μία προληπτική προσέγγιση. Η **Προληπτική Συντήρηση (Preventive Maintenance)** επίσημα ορίζεται ως «η συντήρηση που διενεργείται σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα ή ανταποκρινόμενη σε συγκεκριμένα κριτήρια και στοχεύει στη μείωση της πιθανότητας βλάβης ή χειροτέρευσης της λειτουργίας ενός αντικειμένου» (British Standard, 1984). Αυτά τα προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα μπορεί να είναι είτε με βάση το χρόνο (time-based, δηλαδή ημερολογιακές ημέρες) είτε με βάση τη χρήση (use-based, όπως συνολικές ώρες λειτουργίας, συνολική παραγωγή) και καθορίζονται με τη χρήση στατιστικών μοντέλων.



Σχήμα 1.3: Οι συνηθέστερες προσεγγίσεις συντήρησης

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 70 ο βιομηχανικός εξοπλισμός αυτοματοποιήθηκε ακόμη περισσότερο και έγινε ακόμη πιο περίπλοκος. Η αξιοπιστία, η διαθεσιμότητα και η συντηρησιμότητα, η ασφάλεια, η ποιότητα, το περιβάλλον, οι πολλαπλές δεξιότητες, όλα αυτά άρχισαν να θεωρούνται πολύ σημαντικά. Τα συστήματα πληροφόρησης της οργάνωσης της συντήρησης (Maintenance Management Information Systems), η παρακολούθηση της κατάστασης του εξοπλισμού (condition monitoring) και η Συντήρηση με βάση την Κατάσταση (Condition Based Maintenance – CBM), που ξεκίνησε κυρίως από τη βιομηχανία αεροπορίας και συστημάτων άμυνας, άρχισε να εφαρμόζεται στην παραγωγική βιομηχανία. Πιο συγκεκριμένα τη δεκαετία του 50 στατιστικοί του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής ανέπτυξαν τις βασικές αρχές της αξιοπιστίας στη Στατιστική, ανοίγοντας το δρόμο για την πρώτη χρήση προβλεπτικών τεχνολογιών. Στη συνέχεια, τη δεκαετία του 60, οι βιομηχανίες αεροπορίας και συστημάτων άμυνας αναγνώρισαν τη μεγάλη αξία της προβλεπτικής προσέγγισης για τη μείωση του κινδύνου των αστοχιών. Αργότερα οι προβλεπτικές τεχνολογίες υιοθετήθηκαν από την πολιτική αεροπορία και την πυρηνική βιομηχανία. Τέλος με τη λήξη του Ψυχρού Πολέμου πολλοί από τους εργαζόμενους της βιομηχανίας αεροπορίας και συστημάτων άμυνας ανέλαβαν

θέσεις στη βιομηχανία εμπορίου όπου μετέφεραν και τις γνώσεις τους, ενώ μερικοί ίδρυσαν δικές τους επιχειρήσεις που προμήθευαν τις νέες τεχνολογίες. Έτσι έφτασαν τέλη της δεκαετίας του 80 και αρχές της δεκαετίας του 90 για να επικρατήσει η νέα προσέγγιση συντήρησης στη βιομηχανία. Η Συντήρηση με βάση την Κατάσταση ορίζεται ως «συντήρηση που διενεργείται σύμφωνα με τις ανάγκες όπως αυτές υποδεικνύονται από την παρακολούθηση της κατάστασης» (British Standard, 1984). Η αυτοματοποίηση και η εξέλιξη στις τεχνολογίες πληροφοριών έχουν καταστήσει τη χρήση των τεχνικών αυτής της συντήρησης στη βιομηχανία πολύ πιο εύκολη. Αυτές οι πρακτικές μπορούν να περιγραφούν ως μια προβλεπτική προσέγγιση η οποία ασχολείται κυρίως με την αναγνώριση κρυμμένων ή πιθανών επικείμενων αστοχιών και την πρόβλεψη της κατάστασης του εξοπλισμού. Πρόκειται για την Προβλεπτική Συντήρηση (Predictive Maintenance).

Με τις αρχές της δεκαετίας του 80 προτάθηκαν πολλές συστηματικές φιλοσοφίες συντήρησης, όπως η Συντήρηση με γνώμονα την Αξιοπιστία (Reliability Centered Maintenance – RCM) και η Ολική Παραγωγική Συντήρηση (Total Productive Maintenance – TPM), που περιγράφηκαν ανωτέρω και οι οποίες έδιναν έμφαση στη χρήση των παραπάνω προσεγγίσεων, η Ολική Παραγωγική Συντήρηση στη Λειτουργία ως τη Βλάβη και την Προληπτική Συντήρηση, ενώ η Συντήρηση με γνώμονα την Αξιοπιστία στην Προβλεπτική Συντήρηση. Παρόλα αυτά σήμερα λόγω της παγκοσμιοποίησης καταβάλλεται μεγαλύτερη προσπάθεια στη δημιουργία συνεργασιών μεταξύ της συντήρησης και των άλλων λειτουργιών μιας επιχείρησης. Για παράδειγμα η συμμετοχή της συντήρησης στη βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας, στο τμήμα αγορών για την επιλογή των κατασκευαστών του εξοπλισμού, στο σχεδιασμό της παραγωγικής διαδικασίας, στη χρήση εκτεταμένων συστημάτων πληροφοριών κ.λπ. Ακόμη δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στην παρακολούθηση και τον έλεγχο όχι μόνο της κατάστασης του εξοπλισμού, αλλά και της ποιότητας του προϊόντος. Στο πλαίσιο αυτό κινείται μια νέα προσέγγιση συντήρησης που έχει αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια και καλείται Συντήρηση Ακριβείας (Design-out Maintenance). Βασίζεται στη λεπτομερή κατανόηση των διαδικασιών των αστοχιών. Στη συνέχεια η μηχανή επανασχεδιάζεται ώστε να μειωθεί η πιθανότητα αστοχίας.

Πρέπει να σημειωθεί ότι στην πράξη σε μια εγκατάσταση χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα περισσότερες της μιας προσεγγίσεις. Επομένως είναι πολύ σημαντικό να εξετάζεται ποια από τις διάφορες προσεγγίσεις αποδίδει καλύτερα οικονομικά και ταιριάζει περισσότερο σε κάθε τεχνικό σύστημα και στο λειτουργικό του περιεχόμενο.

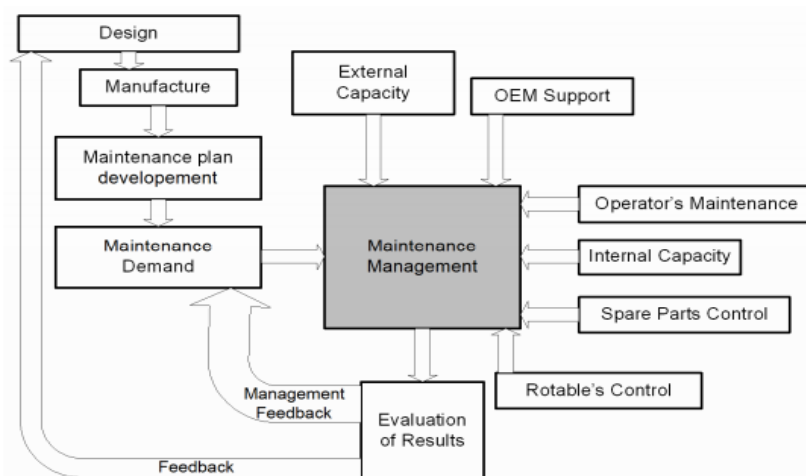
### **1.10 Οργάνωση και διοίκηση της συντήρησης (Maintenance Management)**

Η Οργάνωση και Διοίκηση της Συντήρησης αποτελεί μία από τις πιο κρίσιμες λειτουργίες σε έναν οργανισμό. Η μεγιστοποίηση της διαθεσιμότητας του

εξοπλισμού απαιτεί τη βελτιστοποίηση των προγραμμάτων των εργασιών, τον αποδοτικό σχεδιασμό του προσωπικού, την έγκαιρη διάθεση ανταλλακτικών και την εξασφάλιση πρωτοτυποποιημένων πρακτικών στα πλαίσια των διαδικασιών της συντήρησης.

Μπορεί να περιγραφεί ως το σύνολο δραστηριοτήτων της διοίκησης που καθορίζουν τους στόχους της συντήρησης, τις στρατηγικές της και τις ευθύνες. Σκοπός της είναι να εξασφαλίζει την αποδοτική λειτουργία του προγράμματος συντήρησης προς επίτευξη των στόχων της συντήρησης. Θα πρέπει να κάνει το σχεδιασμό, τον έλεγχο και την επίβλεψη της συντήρησης. Τέλος θα πρέπει να επανεκτιμά τις μεθοδολογίες που υιοθετήθηκαν στον οργανισμό, συμπεριλαμβανομένης και της οικονομικής τους απόδοσης.

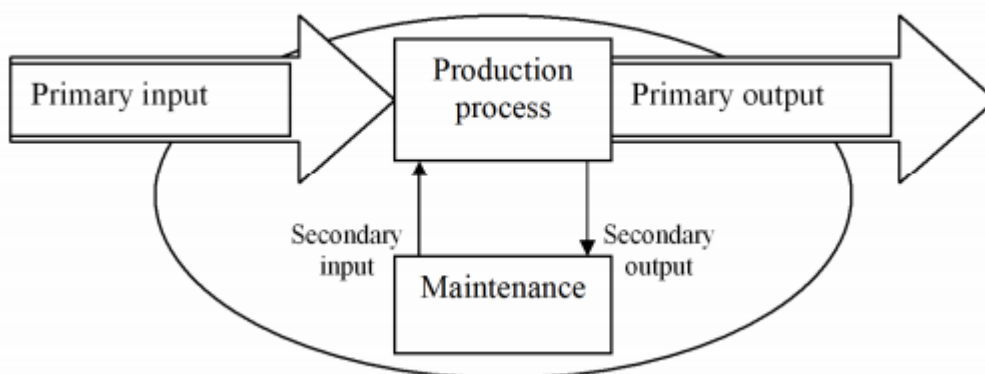
Μόλις συναρμολογηθεί και τεθεί σε λειτουργία ο εξοπλισμός αρχίζει και ο ρόλος της Οργάνωσης και Διοίκησης της Συντήρησης, ο οποίος συνεχίζει για όλη τη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού. Η Οργάνωση και Διοίκηση της Συντήρησης θα πρέπει να ικανοποιεί πολλές απαιτήσεις συντήρησης οι οποίες ανακύπτουν από το σύστημα σχεδιασμού και καθορίζονται κατά το σχεδιασμό της (βλ. Σχήμα 1.4). Θα πρέπει επιπλέον να ελέγχει τους διάφορους εξωτερικούς πόρους που υποστηρίζουν τις εργασίες της συντήρησης, όπως τους σύμβουλους συντήρησης και τους διάφορους κατασκευαστές του εξοπλισμού (Original Equipment Manufacturers – OEM), αλλά και τους εσωτερικούς πόρους, όπως την αποδοτικότητα του συστήματος και τους χειριστές που πραγματοποιούν δραστηριότητες συντήρησης. Σημαντικό είναι να ελέγχει και τα ανταλλακτικά και τα εξαρτήματα που αφαιρούνται κατά τις αντικαταστάσεις και επισκευάζονται για να επαναχρησιμοποιηθούν (rotables). Τα αποτελέσματα της Οργάνωσης και Διοίκησης της Συντήρησης εκτιμώνται και οδηγούν σε νέες απαιτήσεις συντήρησης και στο σχεδιασμό νέων παρόμοιων συστημάτων στα πλαίσια της συνεχούς βελτίωσης της ποιότητας.



**Σχήμα 1.4:** Την οργάνωση και διοίκηση της συντήρησης υποστηρίζουν διάφοροι εξωτερικοί και εσωτερικοί πόροι με τους οποίους πρέπει να εκπληρωθούν οι απαιτήσεις συντήρησης.

### 1.11 Σχέση συντήρησης και παραγωγής

Η Συντήρηση κατέχει μια σημαντική θέση σε οποιοδήποτε οργανισμό και πρέπει να θεωρείται ως μια υπο-διαδικασία ή ως ένα ολοκληρωμένο κομμάτι της όλης παραγωγικής διαδικασίας. Η σχέση μεταξύ Συντήρησης και Παραγωγής φαίνεται στο Σχήμα 1.5 που ακολουθεί. Τα πρωταρχικά εισαγόμενα δεδομένα (primary input) σε μια παραγωγική διαδικασία είναι τα υλικά, η ενέργεια και το ανθρώπινο δυναμικό. Αυτά τα πρωταρχικά δεδομένα μετατρέπονται στη συνέχεια στο πρωταρχικό αποτέλεσμα (primary output) που είναι το τελικό προϊόν. Αυτή η μετατροπή οδηγεί σε ένα δευτερεύον παραγωγικό αποτέλεσμα (secondary output) το οποίο είναι η απαίτηση για συντήρηση. Η συντήρηση επηρεάζει την παραγωγική ικανότητα που μπορεί να επιτύχει η εγκατάσταση και είναι απαραίτητο αυτή να διατηρείται σε υψηλό επίπεδο. Με άλλα λόγια είναι το δευτερεύον εισαγόμενο δεδομένο (secondary input) στην παραγωγική διαδικασία.

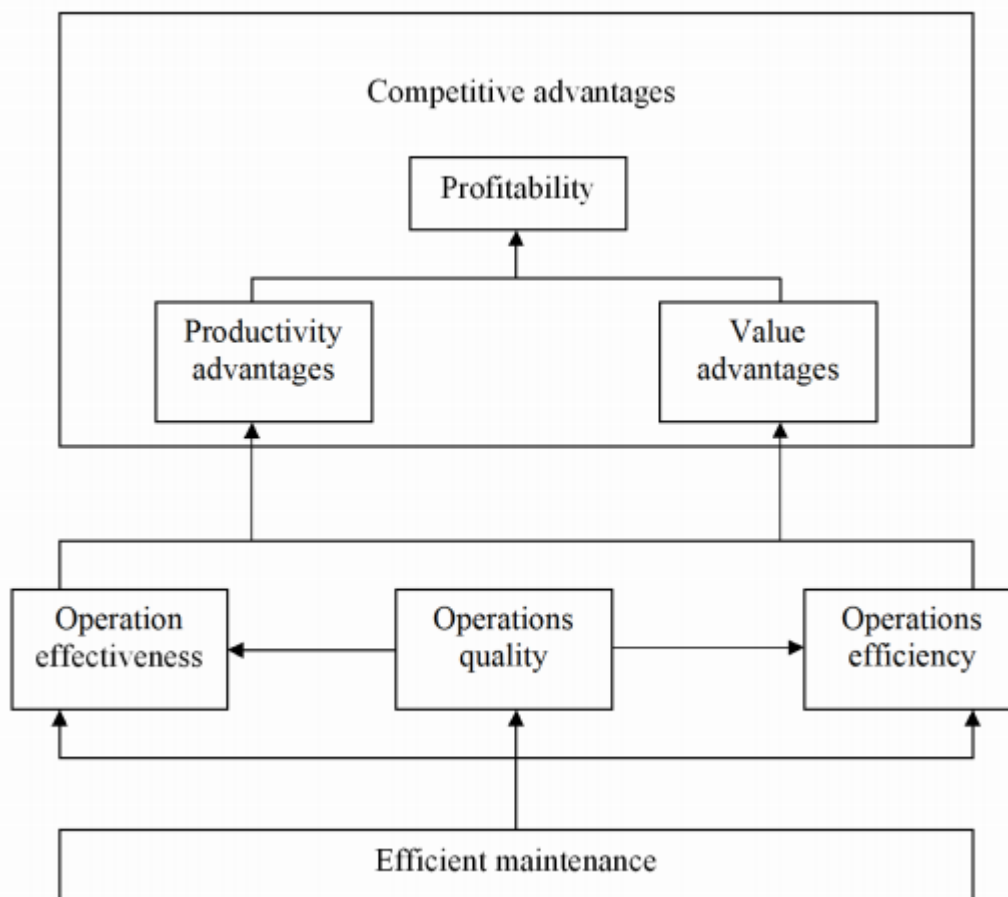


Σχήμα 1.5: Διαδικασίες παραγωγής-συντήρησης

### 1.12 Ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα μέσω της εφαρμογής αποδοτικής συντήρησης

Η αποδοτική συντήρηση επηρεάζει την παραγωγικότητα, ανταγωνιστικότητα και κερδοφορία μιας εταιρείας επειδή έχει άμεσο αντίκτυπο στην ποιότητα, αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητα της παραγωγικής της διαδικασίας. Σε έναν οργανισμό το τμήμα λειτουργίας έχει την ευθύνη της παραγωγής των προϊόντων. Κάθε παραγωγική επιχείρηση συγκροτείται από πολλά τμήματα, όπως σχεδιασμού, αγορών, παραγωγής, ποιότητας, συντήρησης κ.λπ. Ο προϋπολογισμός του τμήματος λειτουργίας όμως είναι ο μεγαλύτερος όλων των υπόλοιπων τμημάτων και αποτελεί και το μεγαλύτερο κομμάτι του προϋπολογισμού της εταιρείας. Ο κύριος λόγος για αυτό, είναι η απαίτηση για αποτελεσματική, αποδοτική και υψηλής ποιότητας οργάνωση των παραγωγικών δραστηριοτήτων. Η οικονομικά αποδοτικότερη προσέγγιση συντήρησης επηρεάζει την απόδοση και της εταιρείας και της ίδιας της συντήρησης. Η συντήρηση έχει άμεση επίδραση στην ποιότητα της λειτουργίας. Από την άλλη μεριά η ποιότητα της λειτουργίας και η αποδοτικότητα της

συντήρησης επιδρούν στην αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα των διαδικασιών της λειτουργίας. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι το αποτέλεσμα μιας ποιοτικής, αποδοτικής και αποτελεσματικής λειτουργίας επιστρέφει ως πλεονεκτήματα για την παραγωγικότητα, δηλαδή χαμηλότερο κόστος και μεγαλύτερη αξία της εταιρείας στην αγορά (καλύτερη εικόνα και φήμη). Αυτό οδηγεί την εταιρεία σε ανταγωνιστικό πλεονέκτημα (Σχήμα 1.6).



**Σχήμα 1.6:** Πώς επηρεάζει η συντήρηση τα ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα μιας εταιρείας

### 1.13 Ορισμοί και κατηγοριοποίηση διαφόρων πολιτικών συντήρησης

Το 2001 υιοθετήθηκε στην Ευρώπη ένα πρότυπο για την ορολογία της συντήρησης που ονομάζεται “CEN EN 13306:2001, Ορολογία Συντήρησης”. Προδιαγράφει γενικούς όρους και ορισμούς που αφορούν τεχνικούς, διοικητικούς και διευθυντικούς τομείς της συντήρησης και στόχος του είναι να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για όλα τα είδη συντήρησης και διαχείρισης συντήρησης ανεξαρτήτως αντικειμένου και δεν αποσκοπεί στη στενή εφαρμογή του σε όρους που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για τη συντήρηση λογισμικού.

Το ευρωπαϊκό πρότυπο περιέχει προδιαγραφόμενους όρους στις παρακάτω περιοχές:

- Θεμελιώδεις όρους
- Όρους που σχετίζονται με τα αντικείμενα
- Ιδιότητες των αντικειμένων
- Βλάβες και γεγονότα
- Ελαττώματα και καταστάσεις δυσλειτουργίας
- Είδη και στρατηγικές συντήρησης
- Ενέργειες συντήρησης
- Υποστήριξη και εργαλεία συντήρησης
- Μετρήσεις και τεχνικούς δείκτες
- Όρους που σχετίζονται με τον χρόνο

Τα είδη και οι στρατηγικές συντήρησης κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με αυτό το πρότυπο (BS EN 13306:2001) ως εξής:

Προληπτική συντήρηση (Preventive maintenance): Η συντήρηση που διενεργείται σε προκαθορισμένα διαστήματα ή σύμφωνα με προδιαγεγραμμένα κριτήρια και αποσκοπεί στη μείωση της πιθανότητας βλάβης ή της επιδείνωσης της λειτουργίας ενός αντικειμένου.

Προγραμματισμένη συντήρηση (Scheduled maintenance): Η προληπτική συντήρηση που διενεργείται σε προκαθορισμένα διαστήματα χρόνου ή αριθμού μονάδων χρήσης.

Προκαθορισμένη συντήρηση (Predetermined maintenance): Η προληπτική συντήρηση που διενεργείται σε προκαθορισμένα διαστήματα χρόνου ή αριθμού μονάδων χρήσης χωρίς όμως να έχει προηγηθεί διερεύνηση της κατάστασης.

Συντήρηση βάσει κατάστασης (Condition based maintenance): Η προληπτική συντήρηση η οποία βασίζεται στην παρακολούθηση της απόδοσης ή/και συγκεκριμένων παραμέτρων και στις επακόλουθες ενέργειες.

Προβλεπτική συντήρηση (Predictive maintenance): Συντήρηση βάσει κατάστασης που εκτελείται σύμφωνα με τις προβλέψεις που προκύπτουν από την ανάλυση και αξιολόγηση των σημαντικών παραμέτρων που περιγράφουν την επιδείνωση του αντικειμένου.



Επιδιορθωτική συντήρηση (Corrective maintenance): Η συντήρηση που διενεργείται μετά την αναγνώριση κάποιου ελαττώματος και αποσκοπεί να επαναφέρει το αντικείμενο σε μια κατάσταση στην οποία μπορεί να εκπληρώσει τις απαιτούμενες από αυτό λειτουργίες.

Απομακρυσμένη συντήρηση (Remote maintenance): Συντήρηση ενός αντικειμένου που εκτελείται χωρίς φυσική πρόσβαση του προσωπικού στο αντικείμενο.

Εξ' αναβολής συντήρηση (Deferred maintenance): Η επιδιορθωτική συντήρηση που δεν εκτελείται αμέσως μετά την ανίχνευση κάποιου ελαττώματος αλλά αναβάλλεται σύμφωνα με κάποιους δεδομένους κανόνες συντήρησης.

Άμεση συντήρηση (Immediate maintenance): Η συντήρηση που εκτελείται χωρίς καθυστέρηση αμέσως μετά την ανίχνευση κάποιου ελαττώματος προς αποφυγή ανεπιθύμητων συνεπειών.

Συντήρηση πραγματικού χρόνου (On line maintenance): Συντήρηση που εκτελείται κατά τη διάρκεια λειτουργίας του αντικειμένου.

Επιτόπια συντήρηση (On sight maintenance): Συντήρηση που εκτελείται στον τόπο χρήσης του αντικειμένου.

Συντήρηση χειριστή (Operator maintenance): Συντήρηση που εκτελείται από τον χρήστη ή χειριστή.

#### **1.14 Πολιτικές συντήρησης και αξιοπιστίας**

Οι πολιτικές συντήρησης μπορούν να διαχωριστούν γενικά σε αυτές που εστιάζουν στην τεχνολογία, σε αυτές που εστιάζουν στο σύστημα, σε αυτές που εστιάζουν στη διαχείριση του ανθρώπινου παράγοντα και σε αυτές που εστιάζουν στην παρακολούθηση και τον έλεγχο.

##### Συντήρηση επικεντρωμένη στην αξιοπιστία (Reliability Centered Maintenance-RCM)

- Η RCM είναι μια έννοια που εστιάζει στην τεχνολογία, σύμφωνα με την οποία δίνεται έμφαση στην αξιοπιστία των μηχανημάτων.
- Η RCM είναι μια μέθοδος καθορισμού της στρατηγικής συντήρησης με συνεπή, συστηματικό και λογικό τρόπο.
- Είναι μια δομημένη μεθοδολογία καθορισμού των απαιτήσεων συντήρησης κάθε φυσικού παγίου στο πλαίσιο λειτουργίας του.
- Ο κύριος στόχος της RCM είναι η διαφύλαξη της λειτουργίας του συστήματος.

- Η διαδικασία της RCM αποτελείται από την παρακολούθηση της διαδικασίας βλαβών του εξοπλισμού, την αποτίμηση των συνεπειών κάθε βλάβης (για την παραγωγή, την ασφάλεια κ.λπ.) και την επιλογή της κατάλληλης ενέργειας συντήρησης ούτως ώστε να διασφαλιστεί ότι επιτυγχάνεται το επιθυμητό συνολικό επίπεδο απόδοσης (διαθεσιμότητα, αξιοπιστία) του εργοστασίου.
- Τεχνικές που συνδέονται με την RCM: Ανάλυση Δέντρου Βλαβών (Fault Tree Analysis) και Διαγράμματα Αξιοπιστίας (Reliability Block Diagrams).
- Πρωτοπόρος βιομηχανία: Αεροναυπηγική βιομηχανία.
- Ο όρος RCM επινοήθηκε από τους Nolan και Hear (1979).

#### Ολική Παραγωγική Συντήρηση (Total Productive Maintenance-TPM)

- Η Ολική Παραγωγική Συντήρηση (TPM) είναι μια τεχνική που εστιάζει στον άνθρωπο, σύμφωνα με την οποία δίνεται έμφαση στην συντηρησιμότητα.
- Η TPM είναι ένας δοκιμασμένος και ελεγμένος τρόπος μείωσης αποβλήτων, οικονομίας χρημάτων και βελτίωσης του χώρου εργασίας στις βιομηχανίες.
- Η TPM προσφέρει στους χειριστές την γνώση και την αυτοπεποίθηση να χειριστούν τα μηχανήματα τους. Αντί να περιμένουν την εμφάνιση βλάβης και μετά να απευθύνονται στον μηχανικό συντήρησης, επιλαμβάνονται άμεσα τα μικρά προβλήματα πριν μεγεθυνθούν.
- Οι χειριστές διερευνούν και εξαλείφουν τις κύριες πηγές των μηχανικών βλαβών. Επίσης εργάζονται σε μικρές ομάδες για να επιτύχουν συνεχή βελτίωση των γραμμών παραγωγής.
- Τεχνικές που συνδέονται με την TPM: Συνολική Αποτελεσματικότητα Εξοπλισμού (Overall Equipment Effectiveness). Ανάλυση why-why.
- Πρωτοπόρος βιομηχανία: Αυτοκινητοβιομηχανία

#### Συντήρηση βάσει κατάστασης (Condition Based Maintenance-CBM)

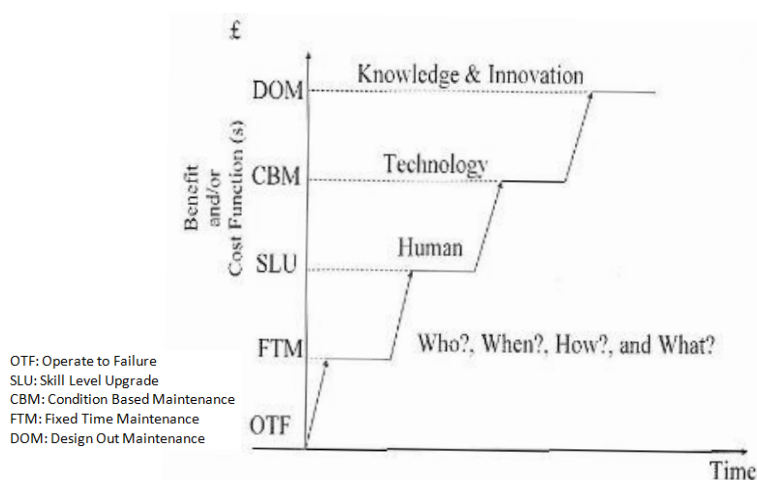
- Η συντήρηση βάσει κατάστασης (CBM)- και όχι η παρακολούθηση βάσει κατάστασης-είναι μια τεχνική ανίχνευσης σύμφωνα με την οποία έμφαση δίνεται στη διαθεσιμότητα μέσω ελέγχων αλλά και όσων έπονται των ελέγχων.

- Σύμφωνα με Βρετανικά πρότυπα η CBM ορίζεται ως «η προληπτική συντήρηση που τίθεται σε εφαρμογή σαν αποτέλεσμα της γνώσης της κατάστασης ενός αντικειμένου από την τακτική ή συνεχή παρακολούθηση του» (BS 3811, 1984).
- Διάφορα μέσα, όπως αισθητήρες, δειγματοληπτικοί έλεγχοι λιπαντικών και οπτικοί έλεγχοι χρησιμοποιούνται ούτως ώστε να επιτευχθεί η συνεχής λειτουργία των κρίσιμων μηχανημάτων και να αποφευχθούν οι καταστροφικές βλάβες των ζωτικών εξαρτημάτων.
- Τα αναγκαία συστατικά για την επιτυχή εφαρμογή της παρακολούθησης της κατάστασης των μηχανημάτων είναι: *έγκυρος εντοπισμός, ορθή διάγνωση και αξιόπιστο σύστημα λήψης αποφάσεων.*
- Τεχνικές που συνδέονται με την CBM: Ανάλυση Δόνησης, Υπέρυθρη θερμογραφία.
- Πρωτοπόρος βιομηχανία: Διάφορες παραγωγικές βιομηχανίες (π.χ. Βιομηχανία υγρών καυσίμων).

Η προτεινόμενη μέθοδος (Labib, 2004) προσφέρει ένα χάρτη αποφάσεων που προσαρμόζεται στα συλλεχθέντα δεδομένα και υποδεικνύει την καταλληλότητα χρήσης των RCM, TPM και CBM.

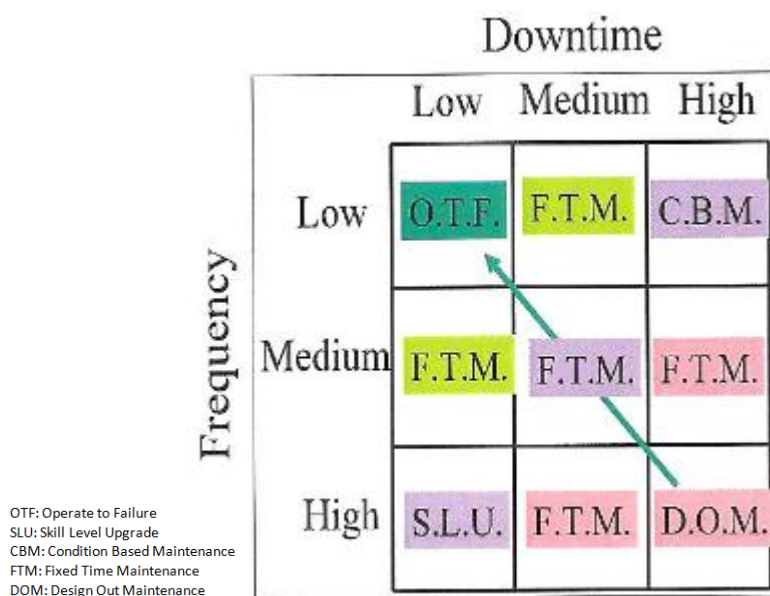
### Προτεινόμενο μοντέλο

Το πλέγμα αποφάσεων συντήρησης (Decision Maintenance Grid-DMG) είναι ένα μοντέλο που βοηθάει στην επιλογή μεταξύ εναλλακτικών μοντέλων συντήρησης. Το μοντέλο αναγνωρίζει 5 επίπεδα στρατηγικών συντήρησης που επιδρούν στην αποδοτικότητα.



**Σχήμα 1.7:** Εξέλιξη και κατάταξη των πολιτικών συντήρησης

Το μοντέλο λειτουργεί ως χάρτης όπου τοποθετούνται οι αποδόσεις των χειρότερων (υποδεέστερων) μηχανημάτων βάσει πολλαπλών κριτηρίων. Στόχος είναι η εφαρμογή κατάλληλων ενεργειών σχεδίασης που θα οδηγήσουν στην αναβάθμιση των μηχανημάτων αναφορικά με τα πολλαπλά κριτήρια που τέθηκαν. Τα αποτελέσματα του μοντέλου είναι: α) η κατάταξη των πολιτικών που σχετίζονται με τη σχεδίαση και β) ο καθορισμός προτεραιοτήτων των προτεινόμενων ενεργειών.



**Σχήμα 1.8:** Πλέγμα σχεδιασμού συντήρησης (DMG).

## 1.15 Προληπτική συντήρηση (Preventive maintenance)

### 1.15.1 Γενικά

Διεθνώς έχουν καθιερωθεί πολλοί ορισμοί αυτής της μεθόδου. Κοινό σημείο όλων είναι η ένταξη των διαδικασιών συντήρησης σε ένα χρονικά προγραμματισμένο πλαίσιο.

Η λογική της μεθόδου συνίσταται στα εξής: Προγραμματισμένος περιοδικός έλεγχος του εξοπλισμού. Κάθε σημαντικό μηχάνημα σταματά και επιθεωρείται επισταμένως μετά από συγκεκριμένες ώρες λειτουργίας (η Προληπτική Συντήρηση αποτελεί παρεμβατική μέθοδο συντήρησης). Κάθε φθαρμένο εξάρτημα (εάν υπάρχει) αντικαθίσταται και το μηχάνημα παραδίδεται σε λειτουργία.

Επομένως η Προληπτική Συντήρηση συνίσταται σε μία σειρά από δραστηριότητες οι οποίες προγραμματίζονται με συχνότητα που υπαγορεύεται από το συνολικό χρονικό διάστημα από την προμήθεια ενός μηχανήματος, τις ώρες λειτουργίας του

μηχανήματος, την ποσότητα της παραγωγής ή την κατάσταση (π.χ. διαφορική πίεση κατά μήκος ενός φίλτρου) και:

- είτε παρατείνουν τη ζωή ενός εξαρτήματος/μηχανήματος (για παράδειγμα, η λίπανση σε ένα κιβώτιο ταχυτήτων παρατείνει τη ζωή του)
- είτε αποκαλύπτουν ότι ένα εξάρτημα/μηχάνημα έχει φθαρεί σημαντικά και πρόκειται να αστοχήσει (για παράδειγμα, τρίμηνη επιθεώρηση έδειξε ότι υπάρχει ρήγμα στο στεγανωτικό μιας αντλίας – η εύρεση του ρήγματος επιτρέπει την επισκευή προτού εμφανιστεί καταστροφική βλάβη).

Σύμφωνα επομένως με αυτή τη μέθοδο, η συντήρηση σχεδιάζεται έτσι ώστε να διορθώνει ή να προλαμβάνει καταστάσεις που μπορούν να οδηγήσουν σε βλάβες με αποτέλεσμα την απώλεια παραγωγής, τις ακριβές επισκευές και αντικαταστάσεις εξαρτημάτων. Είναι πιο οικονομικό να συντηρηθεί κάτι προληπτικά παρά αφότου έχει ήδη προκαλέσει σταμάτημα παραγωγής, με όλα τα δυσάρεστα επακόλουθα. Ακόμα και αν αυτό σημαίνει ότι ορισμένα εξαρτήματα πιθανόν να αντικατασταθούν πριν εξαντλήσουν τα αξιόπιστα όρια λειτουργίας. Αν και πάλι η παραγωγική διαδικασία σταματά, η παραγωγή που χάνεται σε μια στάση-βλάβη είναι πολύ περισσότερη από ό,τι σε μια στάση που γίνεται προγραμματισμένα.

Η λογική πίσω από αυτή την πρακτική συντήρησης είναι ότι οι ρυθμοί βλαβών του εξοπλισμού ακολουθούν μία πορεία στην οποία ο μόνος παράγοντας που ουσιαστικά επιδρά είναι ο χρόνος. Τα διαστήματα της συντήρησης προκαθορίζονται είτε κυρίως από την εμπειρία του κατασκευαστή του συγκεκριμένου εξοπλισμού είτε, σε μικρότερο βαθμό, από τη συστηματική τήρηση αρχείων στην εγκατάσταση. Με αυτό τον τρόπο θεωρητικά οι διαδικασίες συντήρησης μπορούν να προγραμματιστούν σε νεκρούς χρόνους λειτουργίας και τα απαραίτητα ανταλλακτικά να παραγγελθούν σε κατάλληλο χρονικό διάστημα.

Η λογική της επισκευής πριν πραγματοποιηθεί η βλάβη αποτελεί την ουσιαστική διαφοροποίηση της προληπτικής μεθόδου από τη λειτουργία ως τη βλάβη και, πέρα από τη σημαντική μείωση του κόστους που προκύπτει από την παραμονή της μονάδας εκτός λειτουργίας (downtime cost) και τη δυνατότητα προγραμματισμού των χρόνων επισκευής και προμήθειας ανταλλακτικών, υπάρχει ένας ακόμα λόγος που την επιβάλλει: η καταστροφή συνδεδεμένων στοιχείων του συστήματος. Όταν κάποιο εξάρτημα αστοχεί, συχνά καταστρέφει τα στοιχεία που συνδέονται με αυτό, γεγονός που πολλαπλασιάζει το κόστος για την αποκατάσταση της (ολικής) βλάβης. Για παράδειγμα, εάν δεν αντικατασταθεί έγκαιρα το ρουλεμάν μιας αντλίας, θα χρειαστεί έπειτα να αντικατασταθούν τα πτερύγια, το κέλυφος και άλλα στοιχεία. Μερικές φορές η βλάβη δεν επιδεινώνεται και έτσι το κόστος αποκατάστασης και το

κόστος από τη βλάβη είναι περίπου τα ίδια. Όμως η αναβολή της δράσης δημιουργεί ένα διαρκώς αυξανόμενο πρόβλημα στο μελλοντικό τμήμα συντήρησης.

Για να είναι αποδοτική (και οικονομική) η Προληπτική Συντήρηση απαιτείται εκπαιδευμένο προσωπικό, αξιόπιστο και οργανωμένο σύστημα διακινήσεως πληροφοριών, οι οποίες να υποστηρίζουν το σύστημα συντήρησης, τακτικές προγραμματισμένες επιθεωρήσεις και προληπτικές εργασίες συντήρησης.

Ακρογωνιαίος λίθος της Προληπτικής Συντήρησης είναι η διενέργεια ελέγχων. Έλεγχος είναι η διαδικασία εκείνη που:

- Εξετάζει εάν ο σχεδιασμός ή οι προδιαγραφές ενός μηχανήματος είναι τα απαιτούμενα.
- Εκτιμά όλους τους παράγοντες που μπορούν να δημιουργήσουν πιθανά προβλήματα.
- Αναγνωρίζει όλους τους παράγοντες και τα αίτια που μπορούν να οδηγήσουν σε σταμάτημα και εκτιμά το χρόνο μέχρις ότου αυτό συμβεί.

Οι έλεγχοι θα πρέπει να προγραμματίζονται έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η απρόσκοπτη λειτουργία των μηχανημάτων, οι δε επεμβάσεις, επισκευές ή αντικαταστάσεις που πιθανά χρειάζονται να μην έρχονται σε αντίθεση με το πρόγραμμα της παραγωγής.

Υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί όσον αφορά την εφαρμογή της Προληπτικής Συντήρησης:

- Οι αστοχίες που δεν εξαρτώνται από το χρόνο, δηλαδή εμφανίζονται τυχαία και όχι μετά από ίσα χρονικά διαστήματα.
- Οι εξαρτώμενες από το χρόνο αστοχίες που σχετίζονται με τη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού και οι οποίες δεν είναι δυνατό να προβλεφθούν γιατί και αυτές δεν εμφανίζονται μετά από ίσα χρονικά διαστήματα. Υπάρχουν διάφοροι λόγοι γι' αυτό που οφείλονται κυρίως στον τρόπο λειτουργίας και σε εξωτερικούς παράγοντες, όπως κακή τοποθέτηση του εξαρτήματος, απώλεια λαδιών κ.λπ.
- Η διαδικασία του σταματήματος της λειτουργίας του εξοπλισμού και της επανεκκίνησής του κάθε φορά που πραγματοποιείται μια επιθεώρηση. Μάλιστα όσο πιο μεγάλα και πιο βαριά είναι τα μηχανήματα που σταματούν τόσο πιο δύσκολη και πιο ακριβή είναι η επανεκκίνησή τους.

### **1.15.2 Έλεγχος, προγραμματισμός, σχεδιασμός**

Η Προληπτική Συντήρηση εμπεριέχει τις έννοιες του ελέγχου, του προγραμματισμού και του σχεδιασμού.

Κατά την Προληπτική Συντήρηση διενεργούνται έλεγχοι για να εντοπίζονται τυχόν προβλήματα στον εξοπλισμό. Κάποιοι έλεγχοι προβλέπονται από το νόμο και είναι υποχρεωτικοί. Οι υπόλοιποι έλεγχοι που προβλέπονται από την Προληπτική Συντήρηση καθορίζονται από το τμήμα συντήρησης και γίνονται με συχνότητα που καθορίζει πάλι το τμήμα συντήρησης. Οι έλεγχοι είναι απαραίτητοι για να εντοπίζονται προβλήματα και να διορθώνονται πριν προκαλέσουν βλάβη.

Ο προγραμματισμός καθορίζει το πότε μπορεί να διακοπεί η λειτουργία του εξοπλισμού για να ελεγχθεί και να συντηρηθεί. Ο χρόνος που απαιτείται για να ολοκληρωθεί η συντήρηση εξαρτάται από τον αριθμό των εργαζομένων που την έχουν αναλάβει και από την παραγωγικότητά τους.

Ο σχεδιασμός αποτελεί έναν παράγοντα που επηρεάζει την αποδοτικότητα των εργαζομένων. Αναφέρεται στη διαδικασία δημιουργίας ενός σαφούς σχεδίου για την κάθε δραστηριότητα. Ο σχεδιασμός αυξάνει την παραγωγικότητα των εργαζομένων μέσω του καθορισμού των πρακτικών της κάθε δραστηριότητας και της εξασφάλισης των απαιτούμενων υλικών και ικανοτήτων. Καλύτερος και περισσότερος σχεδιασμός λοιπόν αυξάνει την παραγωγικότητα των εργαζομένων, γεγονός που οδηγεί σε μείωση του χρόνου που απαιτείται για τις επισκευές και σε αύξηση της διαθεσιμότητας του εξοπλισμού.

Ο προγραμματισμός και ο σχεδιασμός των δραστηριοτήτων της συντήρησης δεν πρέπει να παραλείπονται. Όταν ο προγραμματισμός δε γίνεται σωστά υπάρχει ο κίνδυνος να γίνονται πολλοί έλεγχοι, αλλά όχι επισκευές. Δε θα υπήρχε πρόβλημα εάν οι έλεγχοι κατέληγαν στις απαραίτητες επισκευές που θα απέτρεπαν τις βλάβες. Όμως όταν δεν υπάρχει ένα επαρκές πρόγραμμα, οι έλεγχοι δεν καταλήγουν σε επισκευές. Αντίθετα αυτές αργούν να προγραμματιστούν και ο εξοπλισμός αστοχεί. Ακόμα όμως και αν ο προγραμματισμός γίνεται σωστά και οι έλεγχοι καταλήγουν σε επισκευές, εάν δεν υπάρχει ο απαραίτητος σχεδιασμός οι επισκευές δεν είναι αποτελεσματικές. Αυτό αυξάνει το χρόνο επισκευής και μειώνει τη διαθεσιμότητα του εξοπλισμού.

### **1.15.3 Προληπτική συντήρηση**

Η Προληπτική Συντήρηση είναι προγραμματισμένη συντήρηση η οποία στοχεύει στην παράταση της διάρκειας ζωής του εξοπλισμού και στην αποφυγή απρογραμμάτιστων δραστηριοτήτων συντήρησης. Περιλαμβάνει λιπάνσεις, καθαρισμούς, ρυθμίσεις και αντικαταστάσεις. Σκοπός της είναι η ελαχιστοποίηση των βλαβών (breakdowns) και των εκτεταμένων ζημιών.

Ένα καλό πρόγραμμα Προληπτικής Συντήρησης θα πρέπει να περιλαμβάνει:

- Μη καταστροφικούς ελέγχους
- Περιοδικές επιθεωρήσεις,
- Προγραμματισμένες δραστηριότητες συντήρησης,
- Διορθωτικές συντηρήσεις των ελαττωμάτων που εντοπίστηκαν κατά τους ελέγχους ή τις επιθεωρήσεις.

Η έκταση των προληπτικών συντηρήσεων που απαιτούνται διαφέρει σημαντικά κατά περίπτωση. Μπορεί να ξεκινούν από μια απλή επίσκεψη και επιθεώρηση του εξοπλισμού με παράλληλη καταγραφή των ευρημάτων που πρέπει να διορθωθούν σε υπολογιστές, οι οποίοι σταματούν τη λειτουργία του εξοπλισμού μετά την πάροδο συγκεκριμένου αριθμού ωρών λειτουργίας ή μετά την παραγωγή συγκεκριμένης ποσότητας προϊόντων κ.λπ.

Υπάρχουν πολλοί λόγοι που συνηγορούν στην εγκατάσταση ενός προγράμματος Προληπτικής Συντήρησης. Παρακάτω αναφέρονται κάποιοι από τους λόγους οι οποίοι όταν συντρέχουν είναι πολύ πιθανό να χρειάζεται ένα πρόγραμμα Προληπτικής Συντήρησης.

- Αυξημένη αυτοματοποίηση.
- Απώλειες λόγω καθυστερήσεων στην παραγωγή.
- Η επιθυμία για:
  - μείωση των ασφαλιστρών του εξοπλισμού.
  - παραγωγή Just-In-Time (JIT).
  - παραγωγή προϊόντων υψηλότερης ποιότητας.
  - μείωση του εφεδρικού εξοπλισμού.
  - ελάττωση της κατανάλωσης ενέργειας (μέχρι και 5%).
- Η ανάγκη για ένα πιο οργανωμένο περιβάλλον.

Ο πιο σημαντικός λόγος όμως για την υιοθέτηση ενός προγράμματος Προληπτικής Συντήρησης είναι το μειωμένο κόστος που προκύπτει λόγω:

- Μείωσης των σταματημάτων της παραγωγής χάρη στη μείωση των στάσεων-βλαβών (breakdowns) του εξοπλισμού



- Αύξησης της διάρκειας ζωής του εξοπλισμού, άρα μείωσης των αντικαταστάσεων.
- Μείωσης του κόστους λόγω υπερωριών καθώς οι τεχνικοί συντήρησης δουλεύουν βάση προγράμματος και όχι εκτάκτως για την αποκατάσταση αιφνίδιων βλαβών.
- Έγκαιρων επισκευών που μειώνουν την ανάγκη εκτεταμένων επισκευών.
- Μείωσης του κόστους των επισκευών λόγω της μείωσης των δευτερευουσών αστοχιών (καθώς, όταν κάποια στοιχεία αστοχούν κατά τη λειτουργία, συχνά καταστρέφουν και άλλα στοιχεία).
- Αυξημένης ποιότητας προϊόντος και μείωσης των απορριπτόμενων προϊόντων χάρη στην καλύτερη γενική κατάσταση του εξοπλισμού.

Εάν δεν αποδεικνύεται ότι με κάποιο τρόπο το πρόγραμμα της Προληπτικής Συντήρησης μειώνει το κόστος, μάλλον δεν υπάρχει κάποιος καλός λόγος που να δικαιολογεί την εφαρμογή του πέρα από την ασφάλεια του προσωπικού.

Η Προληπτική Συντήρηση ενέχει και κάποιους κινδύνους με την έννοια της πρόκλησης ζημιών διαφόρων τύπων κατά την πραγματοποίησή της. Με άλλα λόγια τα ανθρώπινα λάθη κατά τη διενέργεια των δραστηριοτήτων της και η «νηπιακή θνησιμότητα» των καινούριων στοιχείων που τοποθετούνται μετά από αντικαταστάσεις που προβλέπει οδηγούν σε επιπρόσθετες αστοχίες του εξοπλισμού ο οποίος έχει ενταχθεί στο πρόγραμμα της Προληπτικής Συντήρησης. Συχνά αυτού του είδους οι αστοχίες συμβαίνουν πολύ γρήγορα μετά τη διενέργεια Προληπτικής Συντήρησης. Τυπικά τα ακόλουθα λάθη ή καταστροφές συμβαίνουν κατά τις προληπτικές συντηρήσεις:

- Ζημιά σε παρακείμενο εξοπλισμό κατά τη διάρκεια δραστηριότητας Προληπτικής Συντήρησης.
- Ζημιά στον εξοπλισμό που συντηρείται που μπορεί να είναι:
  - ζημιά κατά τη διενέργεια επιθεωρήσεων, επισκευών, ρυθμίσεων ή τοποθετήσεων ανταλλακτικών,
  - τοποθέτηση ελαττωματικών ανταλλακτικών, λανθασμένη τοποθέτηση ανταλλακτικών ή λανθασμένη επανασυναρμολόγηση,
  - η «νηπιακή θνησιμότητα» των νέων στοιχείων που τοποθετούνται κατά τις αντικαταστάσεις.
- Ζημιά κατά την επανατοποθέτηση του εξοπλισμού στην αρχική του θέση.

Το χειρότερο στοιχείο αυτού του τύπου των λαθών είναι το γεγονός ότι δε γίνονται αντιληπτά - παρά μόνο όταν εκδηλωθεί η απρόβλεπτη βλάβη που προκαλούν.

Το κλειδί για ένα επιτυχημένο πρόγραμμα Προληπτικής Συντήρησης είναι ο προγραμματισμός και η εκτέλεση. Ο προγραμματισμός θα πρέπει να είναι αυτοματοποιημένος στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό ώστε να γίνεται συνεχής έλεγχος του προγράμματος και να εξασφαλίζεται η ολοκλήρωση όλων των εργασιών που προβλέπονται σύμφωνα με το πρόγραμμα. Η Προληπτική Συντήρηση θα πρέπει να επικεντρώνεται σε καθαρισμούς, λιπάνσεις και επιδιορθώσεις ελαττωμάτων που εντοπίζονται μετά από ελέγχους και επιθεωρήσεις. Όταν υπάρχει ανάγκη ρύθμισης ή αντικατάστασης στοιχείων αυτές θα πρέπει να γίνονται από κατάλληλα εκπαιδευμένους ειδικούς. Οι προκαθορισμένες αντικαταστάσεις θα πρέπει να είναι οι ελάχιστες δυνατές και να γίνονται μόνο όταν υπάρχουν στατιστικά στοιχεία ή στοιχεία σχετικά με τη γήρανση του εξοπλισμού που να δείχνουν την ύπαρξη χαρακτηριστικών φθοράς.

Ένα ποιοτικό πρόγραμμα Προληπτικής Συντήρησης απαιτεί και την ύπαρξη ενός ευαισθητοποιημένου και κινητοποιημένου προσωπικού που να έχει αντιληφθεί τα οφέλη από την εφαρμογή του. Στην ευαισθητοποίηση και κινητοποίηση του προσωπικού μπορούν να βοηθήσουν ενέργειες όπως:

- η εγκατάσταση της Προληπτικής Συντήρησης ως ενός αναγνωρισμένου, σημαντικού τμήματος του όλου προγράμματος της συντήρησης,
- η ανάθεση των εργασιών της συντήρησης σε ικανούς και υπεύθυνους ανθρώπους,
- η παρακολούθηση των εργασιών από τη διεύθυνση για την εξασφάλιση της ποιότητάς τους και για να γίνεται αντιληπτό ότι η διεύθυνση ενδιαφέρεται,
- η εκπαίδευση σε συγκεκριμένες πρακτικές και τεχνικές συντήρησης και πάνω σε συγκεκριμένο εξοπλισμό,
- η δημοσίευση της μείωσης του κόστους που προκύπτει ως αποτέλεσμα της Προληπτικής Συντήρησης.

Πέρα από την ενημέρωση για τη σημασία ενός καλού προγράμματος Προληπτικής Συντήρησης και για τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από αυτό, η εκπαίδευση είναι το πιο αποτελεσματικό μέσο κινητοποίησης των εργαζομένων. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να γίνονται και οι ανάλογες επενδύσεις σε αυτή. Μάλιστα, εξαιτίας των εξελίξεων της τεχνολογίας, εάν δεν έχει γίνει εκπαίδευση των τεχνικών τους τελευταίους 18 μήνες, οι γνώσεις τους είναι ξεπερασμένες.

#### 1.15.4 Κόστος προληπτικής συντήρησης

Όσον αφορά τα οικονομικά της Προληπτικής Συντήρησης αυτά εξετάζονται σε τρία επίπεδα.

Το υψηλότερο επίπεδο αφορά μια μακροοικονομική ανάλυση, η οποία επιτρέπει στην επιχείρηση να αποφασίσει κατά πόσον η προσέγγιση αυτής της μεθόδου συντήρησης έχει νόημα, δεδομένων των στόχων της επιχείρησης και των αναγκών και απαιτήσεων του κλάδου δραστηριοποίησής της.

Η μακροοικονομική ανάλυση παίρνει το τωρινό κόστος λειτουργίας και προγραμματίζει το κόστος λειτουργίας που προκύπτει μετά από τις προτεινόμενες αλλαγές που πρόκειται να επιφέρει η εφαρμογή της μεθόδου. Καθώς κάθε αλλαγή κοστίζει, ο αναλυτής ελέγχει εάν και μετά από πόσους μήνες ή χρόνια η επένδυση θα αποδώσει (Return On Investment). Το πόσο γρήγορα αποδίδει η επένδυση είναι ουσιώδες. Εάν αυτό γίνει μετά την πάροδο ικανοποιητικού χρονικού διαστήματος (στις σημερινές επιχειρήσεις ικανοποιητική θεωρείται συνήθως η πάροδος το πολύ τριμήνου), αποφασίζεται η εφαρμογή της νέας μεθόδου.

Όταν η απόφαση αυτή έχει πλέον ληφθεί, το δεύτερο επίπεδο ανάλυσης προσεγγίζει περισσότερο ομάδες μηχανών ή διαδικασιών. Σε αυτό χρησιμοποιείται μια ημι-μικροοικονομική ανάλυση, η οποία βοηθά στην απόφαση για το ποια στρατηγική είναι η πιο κατάλληλη για μια συγκεκριμένη μηχανή ή ομάδα μηχανών. Ακόμα και αν στο επίπεδο της επιχείρησης έχει ορισθεί ως κυριαρχούσα μέθοδος συντήρησης η προληπτική, σε κάθε μηχανή ή ομάδα μηχανών υπάρχουν παράγοντες που επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο θα εφαρμοστεί αυτή συγκεκριμένα.

Ένα βασικό στοιχείο για τη λήψη απόφασης για την εφαρμογή του προγράμματος της Προληπτικής Συντήρησης είναι το κόστος αυτού σε σύγκριση με εκείνο του εξοπλισμού. Είναι χάσιμο χρόνου και χρημάτων ο έλεγχος και η συντήρηση ενός κομματιού που στοιχίζει φθηνά. Πρέπει επομένως να καθοριστούν χρηματικά όρια προκειμένου να προσδιοριστεί το πού θα γίνονται έλεγχοι και συντήρηση. Για εξαρτήματα αξίας μεγαλύτερης από το καθορισμένο χρηματικό όριο θα γίνεται έλεγχος, ενώ εξαρτήματα μικρότερης αξίας θα αντικαθίστανται σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα.

Συνήθως ο σημαντικότερος παράγοντας που επηρεάζει την εφαρμογή του προγράμματος σε μια μονάδα, όταν δε συντρέχουν λόγοι ασφάλειας του προσωπικού, είναι το κόστος που προκύπτει από την παραμονή της μονάδας εκτός λειτουργίας (downtime cost). Εάν το κόστος αυτό είναι χαμηλό ή μηδαμινό, η Προληπτική Συντήρηση μπορεί να μην εφαρμοστεί σε αυτή τη μονάδα. Όπως περιγράφη ανωτέρω, το τωρινό κόστος λειτουργίας αυτής της μονάδας συγκρίνεται

με το αντίστοιχο που προκύπτει μετά την εφαρμογή της μεθόδου και εξετάζεται εάν αποδίδει αρκετά μια τέτοια επένδυση, ώστε να δικαιολογεί το νέο κόστος.

Εφόσον επιλεγεί και η στρατηγική για κάθε μηχανή ή ομάδα μηχανών, στο τρίτο επίπεδο γίνεται η επιλογή των δραστηριοτήτων της Προληπτικής Συντήρησης που θα πραγματοποιηθούν. Στο τρίτο επίπεδο, αυτό της μικροοικονομικής ανάλυσης, το κόστος και τα αποτελέσματα κάθε δραστηριότητας συγκρίνονται με το κόστος και τα αποτελέσματα της αστοχίας την οποία η συγκεκριμένη δραστηριότητα έχει ως σκοπό να εξαλείψει. Είναι φανερό ότι είναι σημαντικό να επιλεχθεί ο μικρότερος δυνατός αριθμός δραστηριοτήτων που εξυπηρετεί τους εκάστοτε στόχους.

Τα κόστη που περιλαμβάνει η υιοθέτηση ενός συστήματος Προληπτικής Συντήρησης διακρίνονται:

- σε αυτά που εμφανίζονται μία μόνο φορά, στην αρχή:
  - εκσυγχρονισμός του εξοπλισμού σύμφωνα με τα πρότυπα της Προληπτικής Συντήρησης (ώστε να μην υπάρχουν βλάβες ή προβλήματα του παρελθόντος που δεν έχουν αποκατασταθεί) συμπεριλαμβανομένων ανταλλακτικών, εργολάβων,
  - κόστος εκπαίδευσης για όλους, ώστε να αλλάξει η γενική νοοτροπία και οι συνήθειες τόσο στο επίπεδο προϊσταμένων όσο και στο επίπεδο του προσωπικού έτσι ώστε να μην παραλείπονται οι δραστηριότητες συντήρησης και τελικά το σύστημα να είναι αποτελεσματικό,
  - κόστος εγκατάστασης συστήματος (CMMS – Computerized Maintenance Management System) για την αποθήκευση πληροφοριών,
  - έμμεσα κόστη του συστήματος (όπως η καλωδίωση των υπολογιστών, προμήθειες, πρόσθετες θέσεις υπολογιστών κ.λπ.),
  - εργατοώρες για την εισαγωγή δεδομένων για τη συγκέντρωση πληροφοριών,
  - εργατοώρες για την εκπαίδευση επιθεωρητών,
  - εργατοώρες για την εκκίνηση των λιστών δραστηριοτήτων και των συχνοτήτων,
  - εργατοώρες για τη δημιουργία σχεδίων του πακέτου εργασιών και για τον ορισμό των προτύπων όλων των διαφορετικών εφαρμογών της Προληπτικής Συντήρησης

- σε αυτά που υπάρχουν συνεχώς και εξασφαλίζουν τη λειτουργία του συστήματος:
  - εργατοώρες για λίστες δραστηριοτήτων, μικρές επιδιορθώσεις,
  - κόστος ανταλλακτικών για τις λίστες δραστηριοτήτων και για προγραμματισμένες αντικαταστάσεις,
  - κεφάλαια για τη διατήρηση της συντήρησης σε υψηλό επίπεδο,
  - συνέχιση της εκπαίδευσης,
  - αλλαγές στην επιχείρηση για τη συνέχιση εφαρμογής του συστήματος της Προληπτικής Συντήρησης.

### **1.15.5 Προγραμματισμός της προληπτικής συντήρησης**

Η διαδικασία του προγραμματισμού της Προληπτικής Συντήρησης ολοκληρώνεται σε τρία βήματα.

Στο πρώτο βήμα συντάσσονται πλήρεις λίστες όλων όσων απαιτούνται για να πραγματοποιηθεί η Προληπτική Συντήρηση. Για να γίνει αυτό προηγείται μια προσπάθεια πλήρους σχεδιασμού κάθε επαναλαμβανόμενης δραστηριότητας και έτσι ετοιμάζεται ένα διεξοδικό πακέτο σχεδιασμένων δραστηριοτήτων (Planned Job Package). Αυτό το πακέτο περιλαμβάνει τα εξής:

- Εκδόσεις εντολών εργασίας (work orders).
- Λεπτομερή λίστα δραστηριοτήτων (Task List) με βήμα-βήμα τις ενέργειες κάθε δραστηριότητας.
- Εκτιμώμενες εργατοώρες, λαμβανομένων υπόψη των δυνάμεων και των ικανοτήτων.
- Κατάλογο όλων των υλικών που χρειάζονται για τη δραστηριότητα.
- Απαιτήσεις σε υλικά που δεν υπάρχουν στις αποθήκες.
- Πλήρη κατάλογο των απαιτούμενων εργαλείων. Κατά τη διαδικασία της αναθεώρησης της Προληπτικής Συντήρησης καθορίζεται εάν διαφορετικά, καλύτερα, πιο εξειδικευμένα ή πιο απλά εργαλεία θα επιταχύνουν τη δραστηριότητα.
- Κατάλογο των απαιτήσεων σε ασφάλεια συμπεριλαμβανομένων κλειδωμένων ή οριοθετημένων χώρων και προσωπικού εξοπλισμού προστασίας.

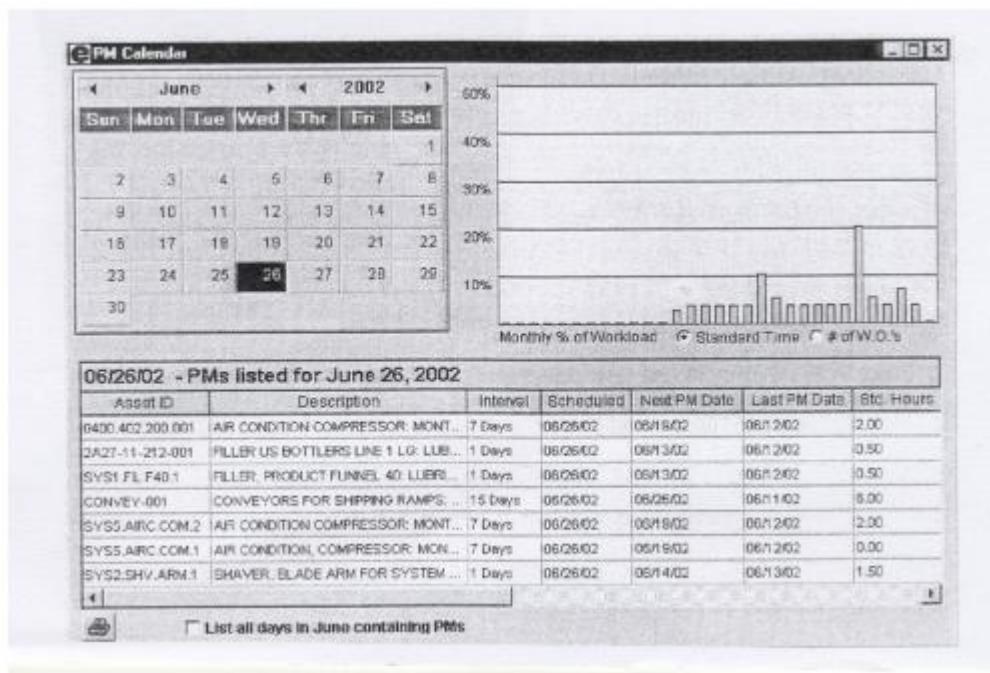
- Απαιτήσεις πρόσβασης στα υλικά. Κατάλογος με το ποιος πρέπει να ειδοποιηθεί όταν γίνεται συντήρηση σε μια μονάδα.
- Εγχειρίδια συντήρησης, σχέδια, φωτογραφίες, ειδικές ενέργειες, διασαφηνίσεις, μεγέθη, ανοχές και άλλες αναφορές που είναι πιθανό η ομάδα συντήρησης να χρειαστεί.
- Κενά έντυπα για τις διορθωτικές δραστηριότητες που θα πρέπει να σχεδιαστούν.

Ο σχεδιασμός συντονίζει χρονικά ακριβώς τα στοιχεία μιας επιτυχημένης δραστηριότητας συντήρησης: εργατοώρες, εργαλεία, ανταλλακτικά, προμήθειες, πληροφορία, μηχανολογικά δεδομένα και σχέδια, επιτήρηση της μονάδας που συντηρείται, εντολές, έγγραφα άδειες και θεσπισμένες άδειες. Αυτή η ακριβής συνεργασία όλων των πόρων που απαιτούνται για μια δραστηριότητα είναι ιδιαίτερα ουσιώδης για την Προληπτική Συντήρηση.

Το δεύτερο βήμα στον προγραμματισμό της Προληπτικής Συντήρησης αφορά την επίτευξη αρμονικής συνεργασίας συντήρησης και παραγωγής. Σε αυτό το βήμα γίνεται προσπάθεια να συνδυαστούν οι επιθυμίες για το πότε να γίνουν οι δραστηριότητες της συντήρησης με την πραγματικότητα της παραγωγής. Για να υπάρξει αποτελεσματική συνεργασία θα πρέπει να δημιουργηθεί ένα πρόγραμμα που θα προταθεί στη συνέχεια στην παραγωγή ή στους χειριστές, ώστε να διαπιστωθεί εάν οι χρονικές στιγμές που είναι διαθέσιμο το προσωπικό και τα υλικά συμπίπτουν με τις χρονικές στιγμές που είναι διαθέσιμος ο εξοπλισμός.

Αφότου η παραγωγή συμφωνήσει με το προτεινόμενο πρόγραμμα ακολουθεί το τρίτο βήμα στο οποίο το πρόγραμμα διατυπώνεται ακριβώς.

Ένα Υπολογιστικό Σύστημα Οργάνωσης και Διοίκησης της Συντήρησης (Computerized Maintenance Management System - CMMS) μπορεί να διευκολύνει τον προγραμματισμό της Προληπτικής Συντήρησης. Για παράδειγμα, όπως φαίνεται στην οθόνη του ακόλουθου Σχήματος 1.9, ο υπολογιστής μπορεί να ψάξει όλες τις προγραμματισμένες συντηρήσεις για μια συγκεκριμένη ημερομηνία. Μπορεί να υπολογίσει τους πρότυπους χρόνους όλων των προγραμματισμένων συντηρήσεων και να δώσει το ποσοστό των διαθέσιμων ωρών. Το σύστημα δείχνει ακόμα όλες τις δραστηριότητες συντήρησης που δεν έχουν προγραμματιστεί. Στο Κεφάλαιο 4 της παρούσας διπλωματικής θα αναλυθεί εκτενέστερα τι είναι και πως λειτουργεί ένα υπολογιστικό σύστημα οργάνωσης και διοίκησης της συντήρησης (CMMS).



Σχήμα 1.9: Υπολογιστικό σύστημα συντήρησης

### 1.15.6 Λίστες δραστηριοτήτων (Task Lists)

Όλες οι δραστηριότητες και ενέργειες που θα πραγματοποιηθούν κάθε συγκεκριμένη χρονική στιγμή οργανώνονται στις λεγόμενες λίστες δραστηριοτήτων (task lists), όπου οι δραστηριότητες είναι δύο ειδών: παράτασης ζωής (extend life) και εύρεσης αστοχιών (detect failure).

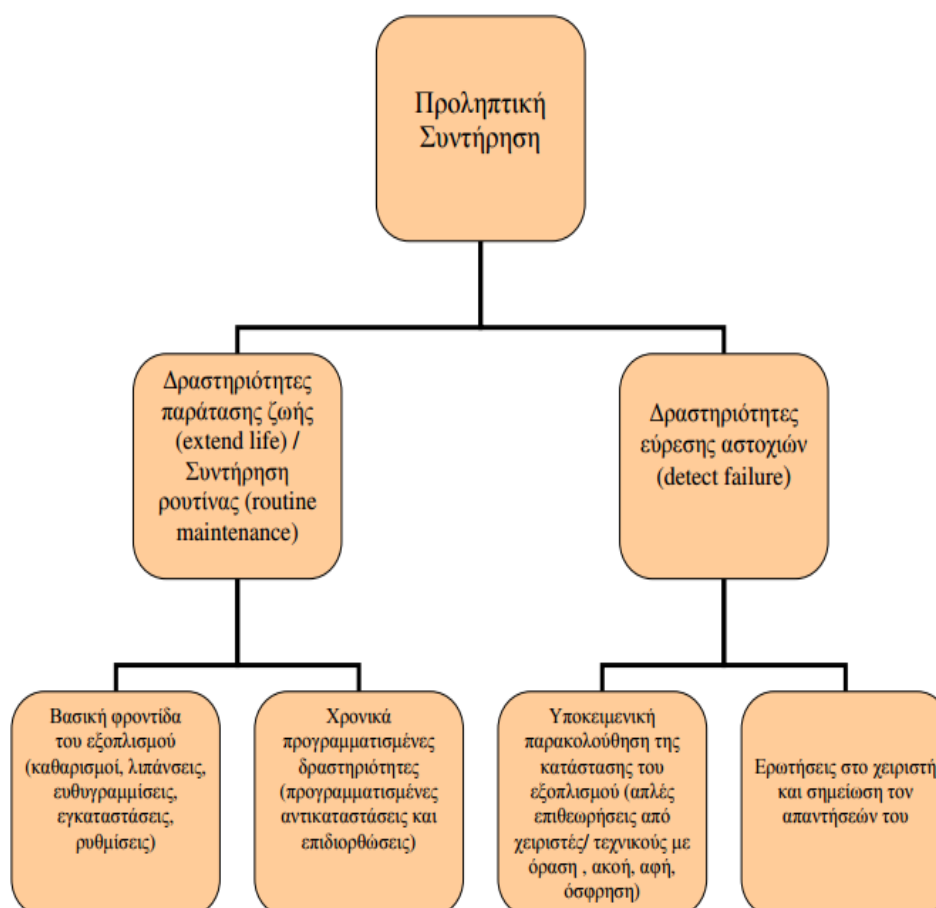
Στις δραστηριότητες εύρεσης αστοχιών (detect failure) ανήκουν:

- Η επιθεώρηση με χρήση των ανθρώπινων αισθήσεων. Η Προληπτική Συντήρηση εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τους άγρυπνους χειριστές και ανθρώπους της συντήρησης. Η πλειοψηφία των δραστηριοτήτων εξαρτάται από τις αισθήσεις της όρασης, της ακοής, της αφής και της όσφρησης του παρατηρητή.
- Οι ερωτήσεις στο χειριστή για τη λειτουργία της μηχανής και η σημείωση των απαντήσεών του. Πολλά προβλήματα είναι φανερά στο χειριστή πριν τα αντιληφθεί οποιοσδήποτε άλλος.

Στις δραστηριότητες παράτασης ζωής (extend life) ή αλλιώς συντήρηση ρουτίνας (routine maintenance) ανήκουν:

- Συσφίξεις, λιπάνσεις, καθαρισμοί (TLC – tighten, lube, clean). Αποτελούν τις βασικότερες και σημαντικότερες ίσως δραστηριότητες της Προληπτικής Συντήρησης οι οποίες δεν απαιτούν κάποιο ιδιαίτερο εξοπλισμό ή τεχνικές.

- Ρυθμίσεις που κάνουν τον εξοπλισμό να λειτουργεί βέλτιστα, όπως αλλαγές ή τροποποιήσεις στην εκκίνηση (set-up) ή τη λειτουργία της μηχανής.
- Οι Προγραμματισμένες Αντικαταστάσεις Εξαρτημάτων (Planned Component Replacement - PCR), μια τεχνική που βελτιώνει την αξιοπιστία σε πολλές περιπτώσεις.



**Σχήμα 1.10:** Οι δραστηριότητες της Προληπτικής Συντήρησης

## 1.16 Προβλεπτική συντήρηση (Predictive Maintenance)

### 1.16.1 Γενικά

Όπως ήδη ανεφέρθη, το κρίσιμο σημείο για την επίτευξη μιας αποτελεσματικότερης συντήρησης ήταν να βρεθούν εκείνες οι τεχνικές συντήρησης που από τη μια θα ταίριαζαν στη συγκεκριμένη δραστηριότητα της εκάστοτε επιχείρησης (βιομηχανική, μεταφορική, κατασκευαστική κ.λπ.) και από την άλλη θα διασφάλιζαν:



- Πρόβλεψη των επικείμενων προβλημάτων και σχεδιασμό της αντιμετώπισής τους πολύ πριν γίνουν καταστροφικά.
- Μείωση των πιθανοτήτων αστοχίας στο στάδιο της «νηπιακής» ηλικίας και περιορισμός των επιπτώσεων όταν αυτή υπάρξει.
- Εφαρμογή ενός προγράμματος ποιοτικής διασφάλισης και συνέχειας της λειτουργίας των καινούριων ιδιαίτερα μηχανημάτων και γενικά όλου του μηχανολογικού εξοπλισμού.
- Παρακολούθηση και καταγραφή όλων των παραμέτρων της συντήρησης έτσι ώστε τα στοιχεία που συλλέγονται να αξιοποιούνται και τα συμπεράσματα να αποτελούν οδηγό δράσης για τη βελτίωση της παραγωγικής δραστηριότητας.

Με στόχο τα παραπάνω, τα οποία τελικά αποσκοπούν στη σταδιακή μετατόπιση των εργασιών συντήρησης από εργασίες αποκατάστασης-επισκευής σε διαδικασίες πρόληψης-πρόβλεψης, αναπτύχθηκε η Προβλεπτική Συντήρηση.

Η μέθοδος της Προβλεπτικής Συντήρησης βασίζεται στη χρήση συστημάτων μέτρησης και ελέγχου που επιτρέπουν την ουσιαστική διάγνωση της πραγματικής φυσικής κατάστασης του εξοπλισμού όσο αυτό βρίσκεται σε λειτουργία (μη παρεμβατική μέθοδος). Στόχος είναι η πρόγνωση του χρόνου επισκευής ή συντήρησης πριν από την εμφάνιση σοβαρών προβλημάτων ή βλαβών.

Η Προβλεπτική Συντήρηση επομένως κάνει χρήση των θετικών χαρακτηριστικών από τις δύο προηγούμενες μεθόδους με το βέλτιστο δυνατό συνδυασμό τους για να επιτύχει καλύτερα αποτελέσματα. Έχει το στοιχείο της πρόληψης στην εμφάνιση βλάβης (Προληπτική Συντήρηση), αλλά χρησιμοποιεί την πρόγνωση προκειμένου να επέμβει διορθώνοντας έγκαιρα τη βλάβη (Διορθωτική Συντήρηση) όταν πλέον αυτή είναι αναπόφευκτη.

Αυτή η προσέγγιση έχει μειωμένο κόστος σε σχέση με τη με βάση κάποια συχνότητα επαναλαμβανόμενη Προληπτική Συντήρηση επειδή οι δραστηριότητες της συντήρησης εκτελούνται μόνο όταν είναι δικαιολογημένες.

Η εφαρμογή ενός συστήματος Προβλεπτικής Συντήρησης απαιτεί καλή οργάνωση και υποδομή των συνεργείων, τα οποία όμως δε διαχωρίζονται σε συνεργεία ελέγχου και επεμβάσεων. Χωρίζονται και αποκεντρώνονται σε μικρότερους τομείς ευθύνης που εκτελούν όλους τους ελέγχους και επεμβάσεις.

Ακολουθείται πρόγραμμα το οποίο προκύπτει σε συνεργασία με τους υπεύθυνους παραγωγής για την καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση της λειτουργίας του εξοπλισμού. Η κατάσταση και η απόδοση του εξοπλισμού παρακολουθούνται συνεχώς δυναμικά (condition monitoring). Οι περισσότεροι έλεγχοι των

μηχανημάτων γίνονται κατά τη διάρκεια που αυτά λειτουργούν. Τα στοιχεία που προκύπτουν δίνουν πληροφορίες για την κατάσταση του μηχανήματος και βοηθούν στην πρόβλεψη του χρόνου επέμβασης για συντήρηση ή διόρθωση. Μόνο όταν προγραμματιστεί η επισκευή γίνεται διακοπή της λειτουργίας του.

Ο απώτερος σκοπός της Προβλεπτικής Συντήρησης είναι να πραγματοποιεί τις εργασίες συντήρησης σε μια προγραμματισμένη χρονική στιγμή πριν ο εξοπλισμός αστοχήσει εν λειτουργία και όταν η συντήρηση είναι οικονομικά δικαιολογημένη, δηλαδή όταν το κόστος της δεν υπερβαίνει αυτό που θα επέφερε η βλάβη του εξοπλισμού.

Ενώ η φιλοσοφία της Προληπτικής Συντήρησης αφορά περισσότερο τις εξαρτώμενες από το χρόνο αστοχίες, η Προβλεπτική Συντήρηση ασχολείται με τα τυχαία και ξαφνικά εμφανιζόμενα προβλήματα τα οποία προσπαθεί να εντοπίσει και να διορθώσει εγκαίρως. Αν και οι αστοχίες δεν είναι δυνατό να ελεγχθούν πλήρως, με την εγκατάσταση αυτής της μεθόδου συντήρησης μπορούν να μειωθούν σημαντικά οι τυχαία εμφανιζόμενες αστοχίες και οι επιπτώσεις τους.

#### **1.16.2 Προβλεπτική συντήρηση**

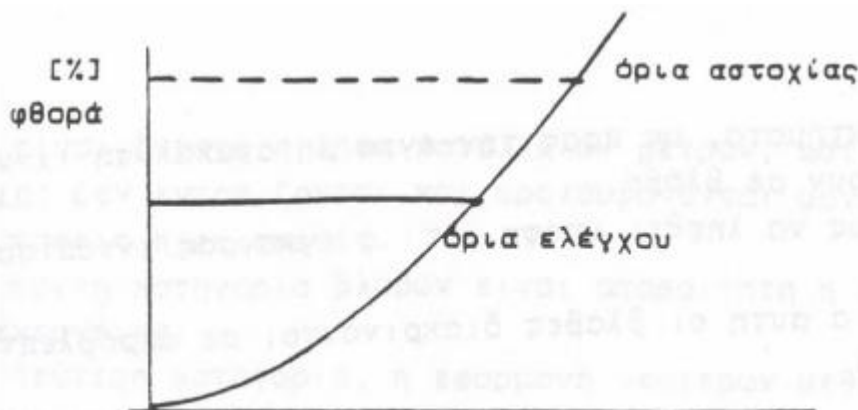
Με βάση τα παραπάνω η πρόβλεψη ή πρόγνωση της αστοχίας με τη λειτουργική παρακολούθηση (real time monitoring) είναι μία πρακτική που αναπτύχθηκε από την ανάγκη βελτιστοποίησης της χρήσης των μέσων παραγωγής σε συνδυασμό με το οικονομικό αποτέλεσμα. Είναι ιδιαίτερα σημαντικός ο έλεγχος κρίσιμων σημείων μιας παραγωγικής γραμμής ώστε να προλαμβάνονται βλάβες με έγκαιρες επεμβάσεις. Η πείρα έχει αποδείξει ότι το συνολικό κέρδος μιας επιχείρησης μπορεί να αυξηθεί έως και 3% με τη συστηματική χρήση των μέσων πρόβλεψης, γεγονός που οφείλεται τόσο στη μείωση των νεκρών χρόνων όσο και στη μείωση των δαπανών συντήρησης.

Οι κύριες δραστηριότητες της συντήρησης αφορούν σε αντικαταστάσεις, τακτικές ενέργειες και επισκευές. Από τις τακτικές ενέργειες οι έλεγχοι και η λίπανση αποτελούν τη βάση της πρόβλεψης με την έννοια της εξακρίβωσης μελλοντικών αναγκών. Εκτελούνται με απλά μέσα ή με ειδικές συσκευές και μεθόδους.

Η βασική φιλοσοφία της Προβλεπτικής Συντήρησης είναι η συγκέντρωση πληροφοριών της συμπεριφοράς των μηχανών με ελέγχους και επιθεωρήσεις που γίνονται σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα. Επακολουθεί η επεξεργασία τους με συγκεκριμένες μεθόδους. Η γενική μεθοδολογία έχει σχέση με την παρακολούθηση της εξέλιξης των διαφόρων φαινομένων ή ευρημάτων που αφορούν πρόοδο φθορών ή γεγονότων που οδηγούν σε βλάβες, καθώς βασίζεται στο γεγονός ότι οι αστοχίες δε συμβαίνουν στιγμιαία αλλά εξελίσσονται μέσα σε κάποιο χρονικό

διάστημα. Τα ευρήματα αυτά οφείλονται συνήθως σε μηχανικά ή λειτουργικά αίτια, στην επίδραση του περιβάλλοντος ή και στα δύο μαζί.

Διακρίνονται δύο περιπτώσεις. Είτε η εξέλιξή τους να κρίνεται φυσιολογική είτε να είναι απότομη. Επομένως η εμφάνιση και η πρόοδός τους εξετάζονται σε συνάρτηση με το χρόνο. Με την έννοια αυτή καθορίζονται χρονικά όρια επεμβάσεων ή αντικαταστάσεων (βλ. Σχήμα 1.11) πριν το γεγονός συγκεκριμένης αστοχίας δημιουργήσει ευρύτερες ανωμαλίες.



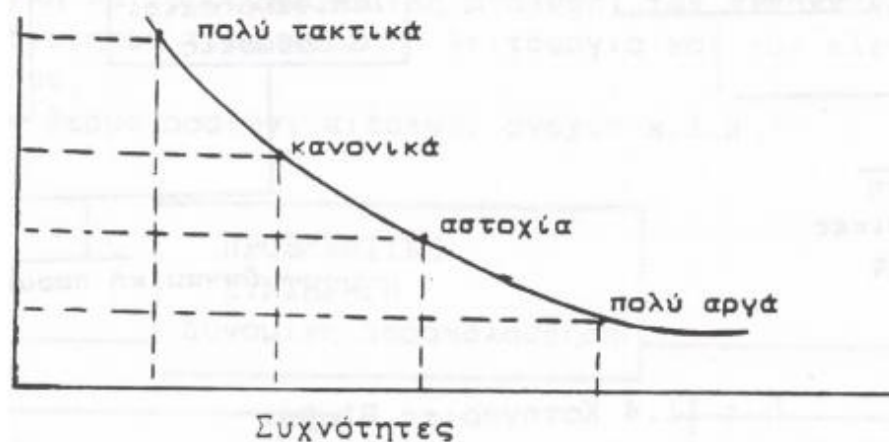
**Σχήμα 1.11:** Χρονικά όρια ελέγχου.

Ανάλογα με τα συμπεράσματα επιλέγονται οι κατάλληλες ενέργειες που εξασφαλίζουν την όσο το δυνατό μεγαλύτερη παραμονή της λειτουργίας ενός συστήματος στα φυσιολογικά όρια.

Με την εμπειρία που θα αποκτηθεί από την εφαρμογή του προγράμματος είναι δυνατός και ο προσδιορισμός της «φυσιολογικής ή απότομης» εξέλιξης των φθορών.

Ένα άλλο σημαντικό μέγεθος που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη είναι η συχνότητα των ελέγχων και των επιθεωρήσεων (βλ. Σχήμα 1.12). Εάν οι έλεγχοι γίνονται πολύ τακτικά τότε έχουμε σημαντική οικονομική επιβάρυνση. Στην αντίθετη περίπτωση αύξηση των αστοχιών. Η καλύτερη προσέγγιση και των δύο περιπτώσεων βασίζεται στην έρευνα της συμπεριφοράς του εξοπλισμού και σε δοκιμές κατά τα αρχικά στάδια της εφαρμογής.

Δαπάνες  
Συντήρησης



Σχήμα 1.11: Συχνότητα ελέγχων.

### 1.16.3 Κατηγορίες βλαβών

Όπως ήδη αναφέρθη, οι τακτικοί έλεγχοι και επιθεωρήσεις παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα ως προς την έγκαιρη ανακάλυψη ιχνών που είναι δυνατό να οδηγήσουν σε βλάβη. Θα πρέπει όμως να ληφθεί υπόψη ότι ο έγκαιρος εντοπισμός δεν είναι πάντα δυνατός. Με την έννοια αυτή οι βλάβες διακρίνονται σε απρόβλεπτες και σε φυσιολογικές.

Απρόβλεπτες Βλάβες: Εμφανίζονται κατά τρόπο τυχαίο έτσι ώστε κάθε έννοια πρόβλεψης δεν είναι δυνατή. Διακρίνονται σε:

- Εμφανείς, οι οποίες είναι δυνατό να εντοπιστούν επειδή δεν εξελίσσονται απότομα, αλλά χρειάζονται κάποιο χρόνο. Προκειμένου να προληφθούν απαιτείται συνεχής παρακολούθηση.
- Αφανείς, οι οποίες δεν εντοπίζονται και εξελίσσονται απότομα. Στην περίπτωση αυτή οι βλάβες καταγράφονται και προσδιορίζονται τα αίτια. Γίνεται η διάγνωση και στη συνέχεια λαμβάνονται τα απαραίτητα διορθωτικά μέτρα.

Φυσιολογικές Βλάβες: Εξελίσσονται χρονικά με γνωστό τρόπο και ρυθμό. Οφείλονται κύρια στις φθορές, αλλαγή της δομής των υλικών κατά τη λειτουργία, χημικές επιδράσεις, μηχανικές καταπονήσεις, θερμοκρασίες. Διακρίνονται σε:

- Εμφανείς, οι οποίες εντοπίζονται και ανιχνεύονται με επιθεωρήσεις και ελέγχους. Έτσι είναι δυνατή η λήψη κατάλληλων μέτρων, ώστε να μην εξελιχθούν.

- Αφανείς, οι οποίες δεν εντοπίζονται και προλαμβάνονται μόνο με προγραμματισμένες αντικαταστάσεις και επισκευές.

Στην πρώτη κατηγορία βλαβών είναι απαραίτητη η διάγνωση και οι διορθωτικές ενέργειες ενώ στη δεύτερη κατηγορία η εφαρμογή νεότερων μεθόδων συστηματικής δυναμικής παρακολούθησης δίνει λύση.

#### 1.16.4 Δυναμική παρακολούθηση (Condition monitoring)

Η Προβλεπτική Συντήρηση βασίζεται στη δυναμική παρακολούθηση των μηχανών και περιλαμβάνει διαδικασίες έμμεσων και άμεσων επεμβάσεων.

Οι έμμεσες επεμβάσεις έχουν σχέση με τους Λειτουργικούς Ελέγχους (trend monitoring) όπου με ειδικά όργανα και μεθοδολογία παρακολουθείται η συμπεριφορά του εξοπλισμού. Διακρίνουμε εδώ κύρια:

- Την τεχνική της ανάλυσης των μηχανικών ταλαντώσεων περιστρεφόμενων μαζών.
- Τη χημική και φασματοσκοπική ανάλυση των λιπαντικών για την εξακρίβωση των ιδιοτήτων τους κατά τη λειτουργία και τον έλεγχο του επιπέδου μόλυνσης τους.
- Μέτρηση θερμοκρασιών, πιέσεων, ανοχών κ.λπ.

Οι άμεσες επεμβάσεις έχουν σχέση με τις Επιθεωρήσεις Κατάστασης (condition checking):

- συνεργαζόμενων επιφανειών (οδοντωτών τροχών, ρουλεμάν, κουζινέτων κ.λπ.)
- μηχανών εσωτερικής καύσης
- εσωτερικών και εξωτερικών επιφανειών λειτουργικών διατάξεων (λέβητες, δεξαμενές, αγωγοί) κ.λπ.

Ένα πολύ σημαντικό σημείο στην εφαρμογή του συστήματος είναι η ικανότητα αξιολόγησης των ευρημάτων. Κατά πόσο δηλαδή αποτελούν ενδείξεις ή προβλέψεις πιθανής βλάβης, εξέλιξης φθορών, κανονικής ή μη λειτουργίας.

Για την ανάπτυξη του προγράμματος της Προβλεπτικής Συντήρησης είναι απαραίτητα:

- η επιλογή των μηχανημάτων που θα υπαχθούν στο πρόγραμμα παρακολούθησης

- ο καθορισμός του είδους συντήρησης (π.χ. περιοδική με προδιαγραφές, ομοιόμορφα, ετήσια) των υπολοίπων, ώστε να υπάρχει ενιαίος προγραμματισμός και σχεδιασμός του συνόλου των εργασιών της συντήρησης
- η ορθολογική οργάνωση της λίπανσης με στόχο:
  - τον καθορισμό του όγκου εργασίας
  - τη βελτίωση των μεθόδων
  - αξιολόγηση και βελτιστοποίηση της ποικιλίας των λιπαντικών
  - τη λειτουργική παρακολούθηση των λιπαντικών
  - τον έλεγχο του επιπέδου μόλυνσης των λιπαντικών
  - τις ενέργειες ποιοτικής αντικατάστασής τους
- την ανάπτυξη βάσεων δεδομένων (data bases) και μεθόδων επεξεργασίας τους (data processing)

Με βάση τα προηγούμενα χρειάζονται επομένως:

- απογραφή, κωδικοποίηση και αναγνώριση του μηχανολογικού εξοπλισμού
- προδιαγραφές λειτουργίας του επιλεγέντος εξοπλισμού
- καθορισμός όγκου εργασιών
- περιγραφή είδους εργασιών
- καθορισμός είδους ελέγχων
- έκδοση οδηγιών συντήρησης και λίπανσης
- συντονισμός, τεχνικός και χρονικός προγραμματισμός, οργάνωση
- εκπαίδευση προσωπικού

Εκείνο που αποτελεί την ποιοτική διαφορά του συστήματος από οποιοδήποτε άλλο είναι ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η παρακολούθηση του παραγωγικού δυναμικού, η ακρίβεια των μετρήσεων και κυρίως ο τρόπος αξιολόγησης των ευρημάτων.

### 1.16.5 Απαιτήσεις εφαρμογής της προβλεπτικής συντήρησης

Οι κύριες απαιτήσεις εφαρμογής του συστήματος της Προβλεπτικής Συντήρησης είναι:

- Σε προσωπικό:
  - Ειδικευμένοι Μηχανικοί Συντήρησης
  - Ειδικευμένο τεχνικό προσωπικό
- Σε εκπαίδευση σχετικά με:
  - Θεωρία μηχανικών ταλαντώσεων
  - Επεξεργασία σημάτων
  - Όργανα
  - Πληροφορική
  - Άλλες τεχνικές (ανάλυση λιπαντικών, επιθεωρήσεις επιφανειών, αξιολογήσεις βλαβών κ.λπ.)
- Σε εμπειρία:
  - Ίσως είναι η σημαντικότερη απαίτηση. Ο έλεγχος και η επιθεώρηση είναι έννοιες ταυτόσημες με την άμεση αντίληψη, τη γρήγορη αντίδραση, τη λήψη απόφασης και τη σωστή εκτέλεση.
- Σε όργανα και εργαλεία, όπως:
  - Ανιχνευτές και αισθητήρια λήψης σημάτων
  - Αναλυτές ταλαντώσεων ή σημάτων
  - Ηλεκτρονικούς υπολογιστές

### 1.16.6 Η μέθοδος της προβλεπτικής συντήρησης

Η εφαρμογή της Προβλεπτικής Συντήρησης δεν περιλαμβάνει ολόκληρο τον εξοπλισμό, αλλά τα βασικά και κύρια σημεία του, η συνεχής και αδιάκοπη λειτουργία των οποίων είναι ιδιαίτερα σημαντική.

Βασική επιδίωξη της εφαρμογής συστήματος Προβλεπτικής Συντήρησης είναι η πρόβλεψη (prevention) και εξάλειψη των αιτιών που οδηγούν ένα λειτουργικό σύστημα σε αστοχία (βλάβη). Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται γι' αυτό το σκοπό

δε βασίζονται μόνο σε στατικά ή στατιστικά δεδομένα, όπως π.χ. συστάσεις κατασκευαστών, εμπειρία, συνήθειες, ιστορικά στοιχεία κ.λπ., αλλά έχουν σχέση με τη δυναμική λειτουργική παρακολούθηση (condition monitoring) του μηχανολογικού εξοπλισμού. Με τη βοήθεια των συστημάτων συγκέντρωσης πληροφοριών (integrated systems, real time monitors κ.λπ.) και ελέγχου συνθηκών λειτουργίας (condition control) οδηγούμαστε στην πρόληψη μέσω προβλέψεων και προγνώσεων.

Τα πληροφοριακά αυτά συστήματα σε συνδυασμό με τα ανάλογα ελέγχου παραγωγής (production control) συνθέτουν το φάσμα της πραγματικής παρακολούθησης της απόδοσης των εγκαταστάσεων. Έτσι είναι δυνατός ο προσδιορισμός του ωφέλιμου χρόνου ζωής εξαρτημάτων ή μηχανημάτων μέχρι την προσεχή επέμβαση, πριν η λειτουργία τους καταστεί κρίσιμη και ο εκ των προτέρων σχεδιασμός και προγραμματισμός των εργασιών. Η διασύνδεσή τους (interface) με ολοκληρωμένα πληροφοριακά συστήματα (integrated systems) ελέγχου της συντήρησης είναι πολύ σημαντική για την έγκαιρη λήψη σοβαρών αποφάσεων.

Η Προβλεπτική Συντήρηση σαν σχεδιασμός περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία μακροχρόνιου προγραμματισμού υποστήριξης του εξοπλισμού. Γίνεται δε χρήση εξελιγμένων μεθόδων προσδιορισμού της βέλτιστης λύσης (επιχειρησιακός σχεδιασμός). Τα κριτήρια είναι οικονομοτεχνικά με την έννοια της αύξησης των εσόδων από τα οποία αφαιρούνται κάθε φορά οι δαπάνες βελτίωσης της συντήρησης.



## Κεφάλαιο 2: Γενική περιγραφή της μονάδας παράγωγης ασφαλτικού σκυροδέματος των Α/ΦΩΝ ΙΑΚΩΒΟΥ στη Λάρνακα

### 2.1. Συνοπτικό ιστορικό της εταιρείας Α/ΦΟΙ ΙΑΚΩΒΟΥ

Το 1953 δύο αδέρφια ( Ευτύχιος Ιακώβου και Ιάκωβος Ιακώβου ) σχηματίζουν μια εταιρεία, τους Αδερφούς Ιακώβου, για να συνεχίσουν τις εργασίες τις οποίες είχε ξεκινήσει ο πατέρας τους (Γιώργος Ιακώβου). Η επιτυχία της εταιρείας πραγματοποιήθηκε από την πρώιμη έναρξη , λόγω της συνεχής επιμονής, ισχυρής αποφασιστικότητας και τεράστιας αφοσίωσης στα υψηλά και ποιοτικά επίπεδα εργασίας σε συνδυασμό καλής συνεργασίας και τις δημόσιες σχέσεις. Το 1977 , ο μικρότερος αδελφός Κωστάκης Ιακώβου εντάχθηκε στην εταιρεία. Το 1978 , λόγω της επέκτασης των έργων της σύμπραξης ,εγγράφονται οι Αδελφοί Ιακώβου ( Κατασκευές) ΛΤΔ , Αδελφοί Ιακώβου ( μπετόν) ΛΤΔ και Αδελφοί Ιακώβου ( Overseas) Ltd. Αποστολή τους είναι να αναλαμβάνουν μεγάλα έργα όπως λιμάνια, αεροδρόμια, δρόμους, κτήρια καθώς και χωματοουργικά έργα. Μερικά σημαντικά τους έργα είναι:

- ✓ Διεθνής αερολιμένας Λάρνακας
- ✓ Λιμάνι Λεμεσού
- ✓ Διεθνής αερολιμένας Πάφου
- ✓ Μεγάλους αυτοκινητόδρομους
- ✓ Μεγάλη συμβολή στο οδικό δίκτυο αφού έχουν κατασκευάσει πάνω από το 50% των αυτοκινητόδρομων και οδικών αρτηριών του νησιού.
- ✓ Διάφορα κτήρια τους κοσμούν το νησί.

Οι Α/ΦΟΙ ΙΑΚΩΒΟΥ ηγούνται ενός μεγάλου ομίλου εταιρειών οι οποίες είναι:

- Iacovou Brothers (Constructions) Ltd
- Iacovou Brothers (Development) Ltd
- Iacovou Brothers (Concrete) Ltd
- Iacovou Brothers (Overseas) Ltd
- Iacovou Brothers (Quarries) Ltd
- Iacovou Brothers (Techniki Kataskevastiki Hellas) SA
- Unitrak Machinery Ltd

Εκτός από την ποιότητα στα έργα, οι Αδελφοί Ιακώβου (Group) Ltd, δίνουν μεγάλη σημασία στην υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων. Η διοίκηση κάνει ό, τι είναι εφικτό να αποτρέψει τραυματισμούς και προβλήματα υγείας για τους εργαζομένους, τους πελάτες, τους επισκέπτες, εργολάβους, και τα μέλη του κοινού. Για το σκοπό αυτό, η διοίκηση παρέχει την απαραίτητη εκπαίδευση και τον εξοπλισμό για να επιτρέπουν στους υπαλλήλους να εργάζονται με ασφάλεια.

Ο όμιλος Ιακώβου είναι ο μεγαλύτερος στον τομέα του στην Κύπρο με περισσότερες από 20 εταιρείες. Ο όμιλος κατέγραψε μεγάλα επιτεύγματα σε μεγάλα έργα παραδίδοντας τα εντός του προϋπολογισμού και εντός των χρονικών ορίων. Είναι αναγνωρισμένος από *CYS ISO 9002, ELOT και IQ Net*. Είναι γνωστοί σε όλο τον κλάδο , ως οργανισμός που χτίστηκε στην ειλικρίνεια και ακεραιότητα.

## 2.2 Συνοπτικό ιστορικό της μονάδας παράγωγης ασφαλτικού σκυροδέματος

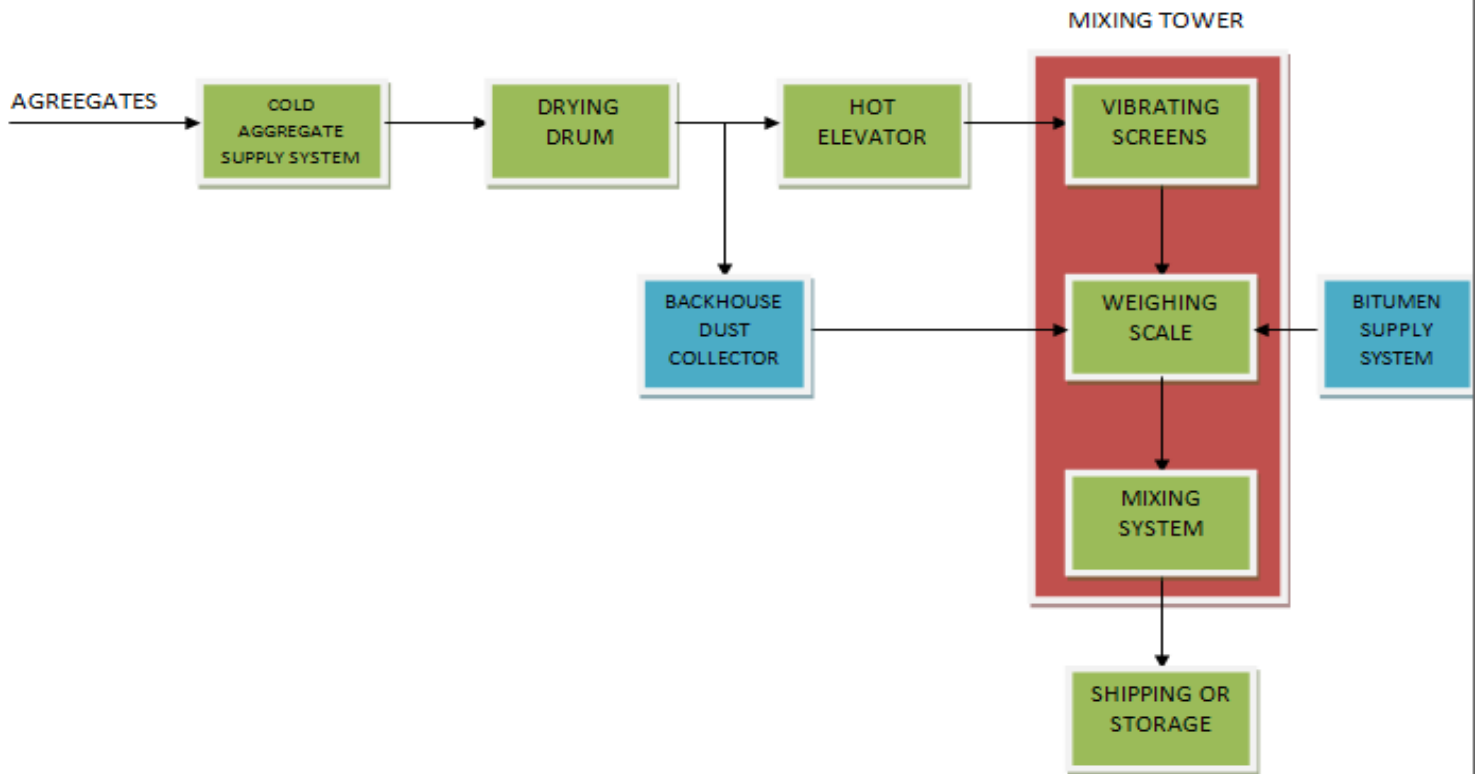
Η μονάδα αυτή βρίσκεται στην Λάρνακα στο χωριό Μοσφιλωτή ακριβώς δίπλα από λατομείο όπου έχει εύκολη πρόσβαση σε άμμο και χαλίκι όπου είναι απαραίτητα για την παραγωγή ασφάλτου. Λειτουργεί από το 1995 με επιτυχία. Το μηχάνημα που βλέπουμε στην *Εικόνα 2.1* εντάχθηκε στο δυναμικό της εταιρείας το 1993 από τον αμερικάνικο κολοσσό Astec industries ο οποίος είναι πρωτοπόρος στην κατασκευή τέτοιων μηχανημάτων. Με την απόκτηση του συγκεκριμένου μηχανήματος η εταιρεία ΙΑCOVOY BROS ανέβασε το επίπεδο στον τομέα της παραγωγής του ασφαλτικού σκυροδέματος στην Κύπρο, καθώς όμοιο του δεν υπήρχε μέχρι τότε στο νησί. Το 1995 άρχισε να λειτουργεί με απόλυτη επιτυχία. Το συγκεκριμένο μηχάνημα μπορεί να παράγει έως και 180 τόνους ανά ώρα. Ακόμα και σήμερα οι δυνατότητες του παραμένουν οι ίδιες όμως εξωτερικά έχει υποστεί αρκετές φθορές με την πάροδο του χρόνου. Το 2008 η εταιρεία προχώρησε στην απόκτηση ενός δευτέρου μικρότερου μηχανήματος του οποίου ο ρόλος του είναι να αντικαθιστά το κύριο μηχάνημα σε περίπτωση που τεθεί εκτός λειτουργίας λόγω σοβαρής βλάβης. Από το 2009 η εταιρεία προχώρησε στη δημιουργία ακόμα μιας μονάδας, πιο σύγχρονης με σκοπό την κάλυψη των αναγκών στον τομέα της παράγωγης ασφαλτικού σκυροδέματος.



*Εικόνα 2.1: Μηχάνημα παράγωγης ασφαλτικού σκυροδέματος*

## 2.3 Διάγραμμα παραγωγικής διαδικασίας και περιγραφή επιμέρους τμημάτων

Ένα τυπικό διάγραμμα της παραγωγικής διαδικασίας απεικονίζεται στο *Σχήμα 2.1* που ακολουθεί:



**Σχήμα 2.1 :**Τυπικό Διάγραμμα Παραγωγικής Διαδικασίας Ασφαλτικού Σκυροδέματος

Τα βασικά μέρη του μηχανήματος παραγωγής ασφαλτικού σκυροδέματος όπως φαίνεται και στο πιο πάνω διάγραμμα είναι τα εξής:

1. Σύστημα προμήθειας αδρανών (Cold Aggregate Supply System)
2. Κλίβανος(καυστήρας - ξηραντήρας) (Drying Drum)
3. Χώρος Αποθήκευσης Σκόνης (Baghouse Dust Collector)
4. Αναβατήριο Ζεστών Αδρανών (Hot Elevator)
5. Δονούμενα Κόσκινα (Vibrating Screens)
6. Σύστημα προμήθειας συνδετικής ύλης-ασφάλτου (Bitumen Supply System)
7. Ζυγιστήριο ακριβείας (Weighing Scale)
8. Σύστημα Ανάμιξης Υλικών (Mixing System)
9. Διάθεση ή Αποθήκευση (Shipping or Storage)

Το 5-6-8 όπως φαίνεται και στο πιο πάνω διάγραμμα βρίσκονται στον πύργο ανάμιξης (Mixing Tower). Επίσης πριν από το χώρο αποθήκευσης σκόνης (Baghouse Dust Collector) υπάρχει ο κυκλώνας συλλογής σκόνης όπου συλλέγει την σκόνη και ακολούθως πάει στους χώρους αποθήκευσης.

### 2.3.1 Σύστημα προμήθειας αδρανών

Η παραγωγή ξεκινά από το σύστημα προμήθειας αδρανών το οποίο αποτελείται από 3-5 μεταλλικές αποθήκες χωρητικότητας 10 έως 15m<sup>3</sup>. Τα υλικά στο σύστημα τροφοδοσίας γίνονται κατά αναλογία συμφώνα με το είδος του ασφαλτικού σκυροδέματος που θα παραχθεί. Τα διάφορα είδη των αδρανών ταξινομούνται ανάλογα με το μέγεθος τους. Οι πιο συχνές κατηγορίες συμφώνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα είναι: 0/2 mm-0/4 mm-4/10mm-10/20mm-20/40mm. Η τροφοδότηση γίνεται με ελαστικοφόρο φορτωτή (μπουλντόζα). Όπως φαίνεται στην πιο κάτω *Εικόνα* οι αποθήκες έχουν κωνικό σχήμα και φέρουν στην κάτω πλευρά τους μια θυρίδα εκροής με ένα δοσομετρικό στοιχείο του οποίου σκοπός είναι να τροφοδοτεί τα υλικά ογκομετρικά στις σωστές αναλογίες. Τα δοσομετρικά στοιχεία διαβιβάζουν τα αδρανή υλικά στο συλλεκτήριο οριζόντιο μεταφορικό ιμάντα όπου από εκεί μεταφέρονται στον κλίβανο.



*Εικόνα 2.2: Σύστημα προμήθειας αδρανών*

### 2.3.2 Κλίβανος

Ο κλίβανος είναι η καρδιά της διεργασίας παραγωγής ασφαλτικού σκυροδέματος. Αρχικά τα αδρανή, τα οποία μεταφέρονται μέσω ιμάντα από το σύστημα προμήθειας αδρανών εισέρχονται στον κλίβανο όπου εκεί αποβάλλουν την υγρασία του, ξηραίνονται και αποκτούν μια θερμοκρασία μεταξύ 180-200 βαθμών κελσίου. Η ξήρανση των υλικών είναι η πλέον κρίσιμη εργασία, γιατί από αυτήν εξαρτάται η ποιότητα του ασφαλτομίγματος. Ο κλίβανος αποτελείται από ένα στρεφόμενο τύμπανο που έχει μήκος μέχρι τα 10m και διάμετρο μέχρι και 2.4m. Η παραγωγική

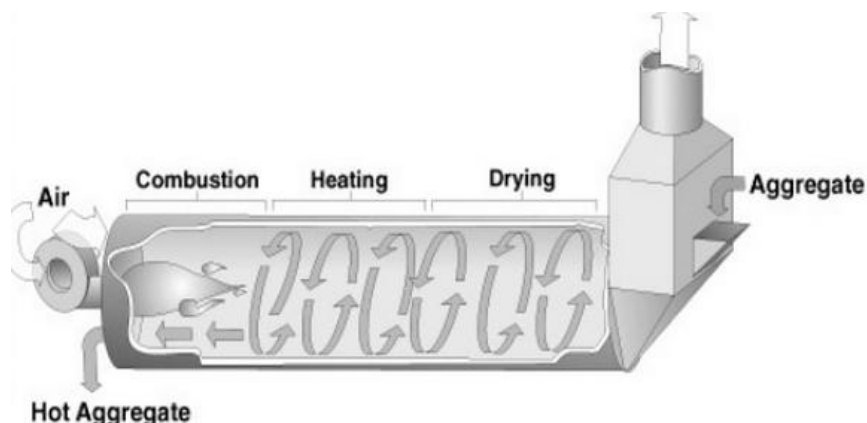
ικανότητα του κλίβανου επηρεάζεται ιδιαίτερα από το περιεχόμενο υγρασίας των τροφοδοτούμενων υλικών, το οποίο πρέπει να αφαιρεθεί μέχρι ποσοστό μικρότερο του 0.5%. Για την καύση χρησιμοποιείται κοινό ή βαρύ πετρέλαιο (μαζούτ). Ακόμα η προθέρμανση είναι απαραίτητη για το διαχωρισμό του καυσίμου σε λεπτότατα σταγονίδια στον καυστήρα, ο οποίος είναι προϋπόθεση για καλή και οικονομική καύση. Η προώθηση του υλικού προς την έξοδο του τυμπάνου, αντίθετα προς την φορά κινήσεως της φλόγας, προκαλείται με την μικρή κλίση του τυμπάνου ως προς το οριζόντιο επίπεδο, περίπου 1-5 μοίρες, ή με τα πτερύγια, τα οποία φέρει εσωτερικά το τύμπανο. Τα πτερύγια εκτός από την ομαλή προώθηση, προκαλούν συγχρόνως μια εγκάρσια αναμόχλευση του υλικού σε λεπτές στρώσεις, η οποία συμβάλλει στην καλύτερη εκμετάλλευση της θερμότητας των καυσαερίων. Στην *Εικόνα 2.3*, *Εικόνα 2.4* και *Εικόνα 2.5* βλέπουμε τον κλίβανο, τα πτερύγια και την αρχή λειτουργίας του κλιβάνου αντίστοιχα.



*Εικόνα 2.3: Κλίβανος*

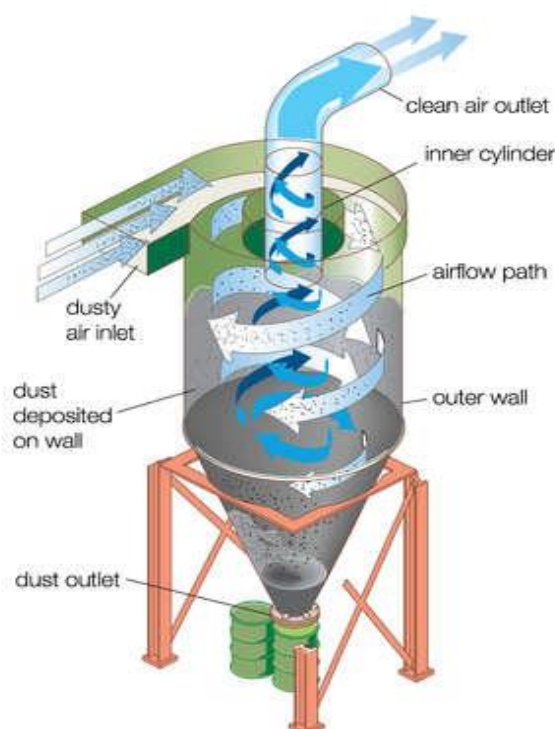


*Εικόνα 2.4: Πτερύγια κλιβάνου*



**Εικόνα 2.5:** Αρχή λειτουργίας κλιβάνου

Κατά τη διάρκεια της διεργασίας στον κλίβανο το ρεύμα καυσαερίου και σκόνης μεταφέρεται από τον ανεμιστήρα κυκλοφορίας του κλιβάνου σε ένα κωνικό δοχείο (κυκλώνα). Η είσοδος του μίγματος γίνεται κατά την εφαπτόμενη, έτσι ώστε το υλικό να φυγοκεντρίζεται με αποτέλεσμα οι κόκκοι της σκόνης με τη μεγαλύτερη μάζα να τρίβονται στα τοιχώματα του δοχείου, να χάνουν τη ταχύτητά τους και κατά συνέπεια να πέφτουν στην κάτω πλευρά του κυκλώνα. Έτσι η λεπτόκοκκη σκόνη μεταφέρεται με οριζόντιο μεταφορικό κοχλία και κατακόρυφο αναβατήριο σε ειδικό χώρο αποθήκευσης (Baghouse).



**Εικόνα 2.6:** Κυκλώνας Συλλογής Παιπάλης (cyclone dust collector)

Η συλλογή παιπάλης είναι πολύ σημαντική για 2 λόγους:

1. Χρησιμοποιείται αργότερα στην ανάμιξη των υλικών για την παραγωγή του ασφάλτου.
2. Προστατεύει το περιβάλλον και τους εργαζόμενους από την εκπομπή σκόνης.

Η συγκρατούμενη σκόνη (ονομάζεται και φύλλερ) μεταφέρεται από τους χώρους αποθήκευσης στο χώρο ανάμιξης και χρησιμεύει ως υλικό πληρώσεως του ασφαλομίγματος. Ο εμπλουτισμός του μίγματος με παιπάλη έχει σκοπό την πλήρωση των κενών χώρων.

Σε περίπτωση που ο κυκλώνας δεν δουλεύει σωστά ή καθόλου υπάρχουν σοβαρά προβλήματα, όπως:

- Ρύπανση της ατμόσφαιρας σε τέτοιο βαθμό ώστε να είναι απαγορευτική η λειτουργία του εργοταξίου κοντά σε οικισμούς
- Αν η παιπάλη δεν περισυλλεχθεί σωστά και σε ικανοποιητική ποσότητα τότε πρέπει να συμπληρωθεί με εξωτερική παιπάλη, η οποία αυξάνει το κόστος παραγωγής
- Διαταράσσεται η ροή του αέρα μέσα στον κλίβανο, επομένως μειώνεται ο βαθμός καύσεως και αυξάνεται η κατανάλωση καυσίμου

### 2.3.3 Χώρος Αποθήκευσης Σκόνης

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως η αποθήκευση της παιπάλης γίνεται σε ειδικούς χώρους. Στην ουσία αυτοί οι χώροι είναι μεγάλες μεταλλικές αποθήκες όπου περιέχουν υφασμάτινες σακούλες ανθεκτικές σε υψηλές θερμοκρασίες. Αυτές οι σακούλες είναι από επεξεργασμένη σιλικόνη και έτσι έχουν αυξημένη ικανότητα να συλλέγουν πολύ λεπτά σωματίδια σκόνης. Λειτουργεί όπως μια ηλεκτρική σκούπα. Έχει ένα μεγάλο ανεμιστήρα κενού, δημιουργεί αναρρόφηση αντλεί τον βρόμικο αέρα, τον φιλτράρει, αφήνει τον καθαρό αέρα να φύγει και συγκρατεί την σκόνη. Η σκόνη συσσωρεύεται και μόλις φτάσει στο επιθυμητό επίπεδο τότε η ροή του αέρα και των καυσαερίων από τον κλίβανο σταματά ή μειώνεται αισθητά. Στη συνέχεια από τις σακούλες η παιπάλη πέφτει σε έναν ατέρμονα κοχλία και αποθηκεύεται σε σιλό. Στην *Εικόνα 2.7* βλέπουμε μια τυπική αποθήκη παιπάλης.



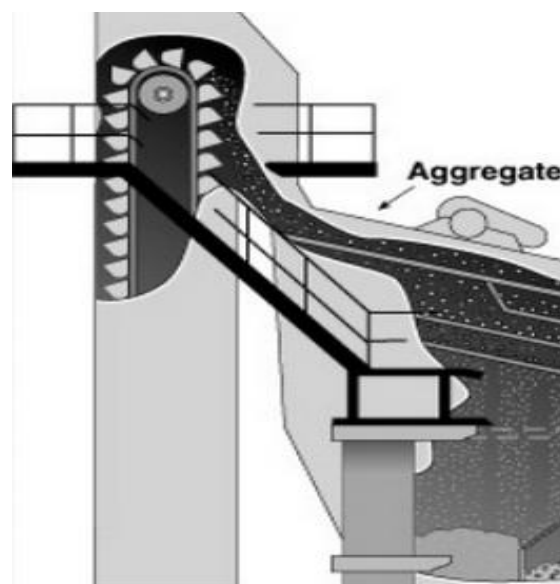
**Εικόνα 2.7:** Χώρος αποθήκευσης σκόνης (baghouse dust collector)

### 2.3.4 Αναβατήριο Ζεστών Αδρανών (Hot Elevator)

Όταν τα αδρανή φτάσουν στην επιθυμητή θερμοκρασία πρέπει να μπουν στο τελικό στάδιο της επεξεργασίας τους, στον πύργο ανάμιξης. Για να φτάσουν εκεί χρειάζεται ένα αναβατήριο. Το αναβατήριο ζεστών αδρανών είναι ο σύνδεσμος του πύργου ανάμιξης και του κλιβάνου. Το εξωτερικό περίβλημα του είναι φτιαγμένο από κράμα χάλυβα ενώ στο εσωτερικό του έχει μικρούς κάδους όπου τα αδρανή μπαίνουν σε μικρές ποσότητες και ανεβαίνουν στον πύργο ανάμιξης.



**Εικόνα 2.8:** Εσωτερικό Αναβατηρίου

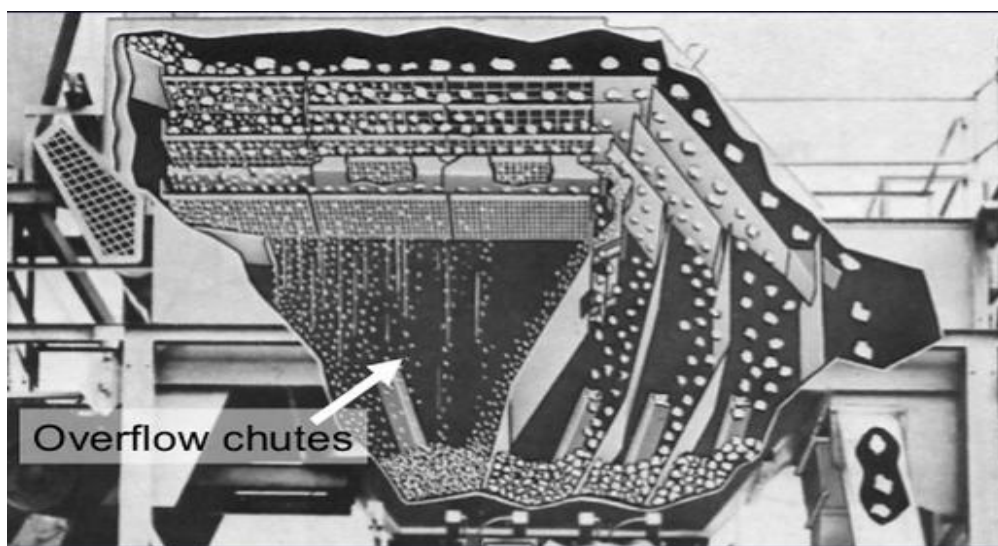


**Εικόνα 2.9:** Λειτουργία αναβατηρίου

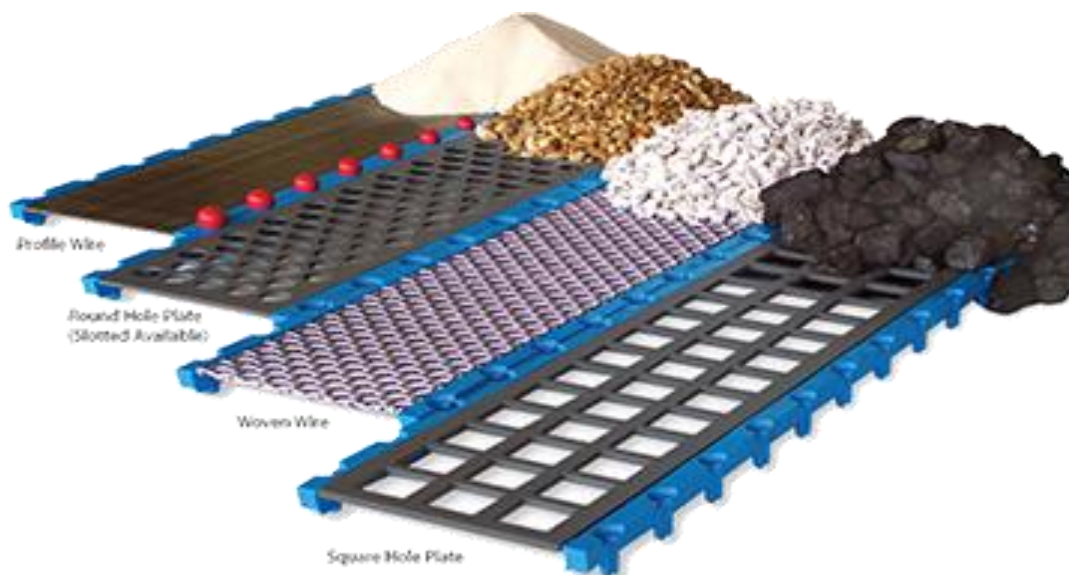


### 2.3.5 Δονούμενα Κόσκινα (Vibrating Screens)

Μετά το αναβατήριο, τα αδρανή φτάνουν στον πύργο ανάμιξης. Σε πρώτο στάδιο περνούν από τα δονούμενα κόσκινα και διαχωρίζονται ανάλογα με το μέγεθος τους. Το σύστημα αποτελείται από έξι κόσκινα. Το κόσκινο που βρίσκεται στη ψηλότερη βαθμίδα συγκρατεί τα αδρανή με το μεγαλύτερο μέγεθος και όσο κατεβαίνουμε βαθμίδα μειώνεται και το μέγεθος των αδρανών που συγκρατούνται. Ταυτόχρονα με τον διαχωρισμό τους αντίστοιχα γίνεται και αποθήκευση τους σε ειδικούς κάδους. Στην *Εικόνα 2.10* και *Εικόνα 2.11* βλέπουμε λεπτομερώς το διαχωρισμό και τα μεγέθη των κοσκίνων αντίστοιχα.



*Εικόνα 2.10: Διαχωρισμός αδρανών*



*Εικόνα 2.11: Μεγέθη κοσκίνων*

### 2.3.6 Σύστημα προμήθειας συνδετικής ύλης-ασφάλτου (Bitumen Supply System)

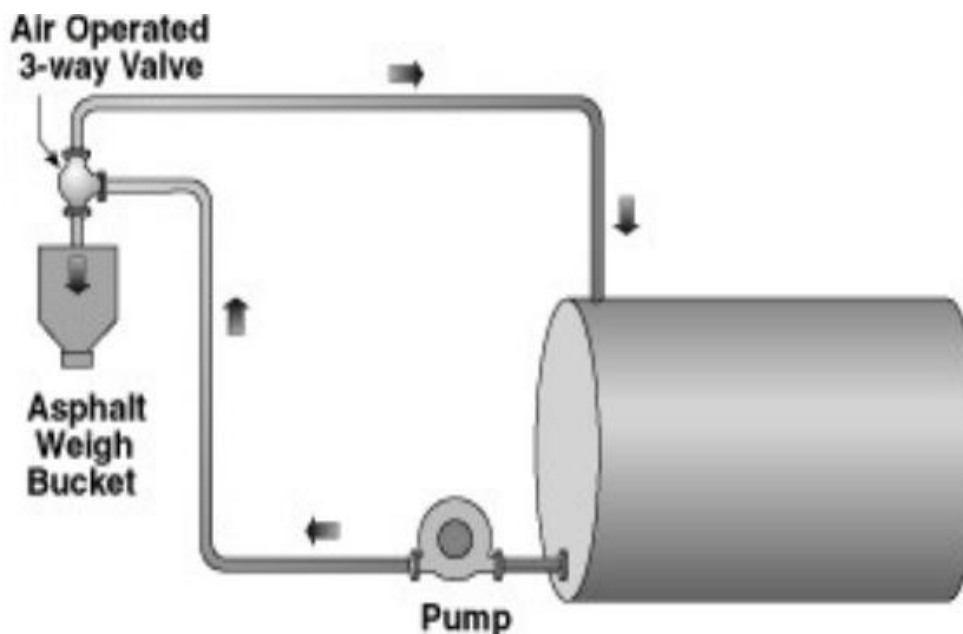
Η συνδετική ύλη είναι στην ουσία πίσσα η οποία “ενώνει” τα υλικά για να γίνει το τελικό ασφαλτομίγμα. Η πίσσα φυλάγεται σε ειδικές δεξαμενές και τροφοδοτείται με αγωγούς στο πύργο ανάμιξης για να παρασκευαστεί το τελικό μας προϊόν. Η θερμοκρασία στις δεξαμενές κυμαίνεται από 130-170 βαθμούς κελσίου. Ανάλογα με τον τύπο του ασφαλτομίγματος που θέλουμε να παράξουμε τότε προθερμαίνουμε την πίσσα στους βαθμούς που χρειάζεται. Στην *Εικόνα 2.13* βλέπουμε τον τρόπο μεταφοράς της ύλης στο ζυγιστήριο. Η τροφοδοσία γίνεται μέσω αγωγών, μιας αντλίας και μιας βαλβίδας η οποία, όταν τοποθετηθεί η σωστή ποσότητα συνδετικής ύλης στο ζυγιστήριο, η βαλβίδα κλείνει και μεταφέρει την ύλη ξανά πίσω στις δεξαμενές. Η ύλη αυτή δεν παράγεται στην Κύπρο αλλά εισάγεται από το εξωτερικό.



*Εικόνα 2.12:* Χώρος αποθήκευσης συνδετικής ύλης



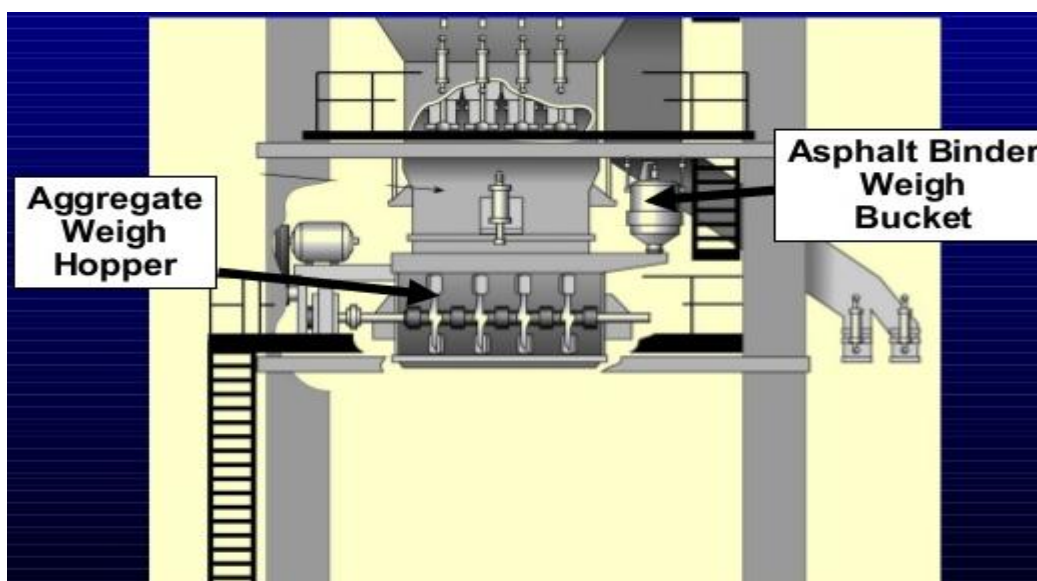
*Εικόνα 2.13:* Τροφοδοσία συνδετικής ύλης στον πύργο ανάμιξης



*Εικόνα 2.14: Σύστημα τροφοδοσίας συνδετικής ύλης και επιστροφή στις δεξαμενές*

### 2.3.7 Ζυγιστήριο ακριβείας (Weighing Scale)

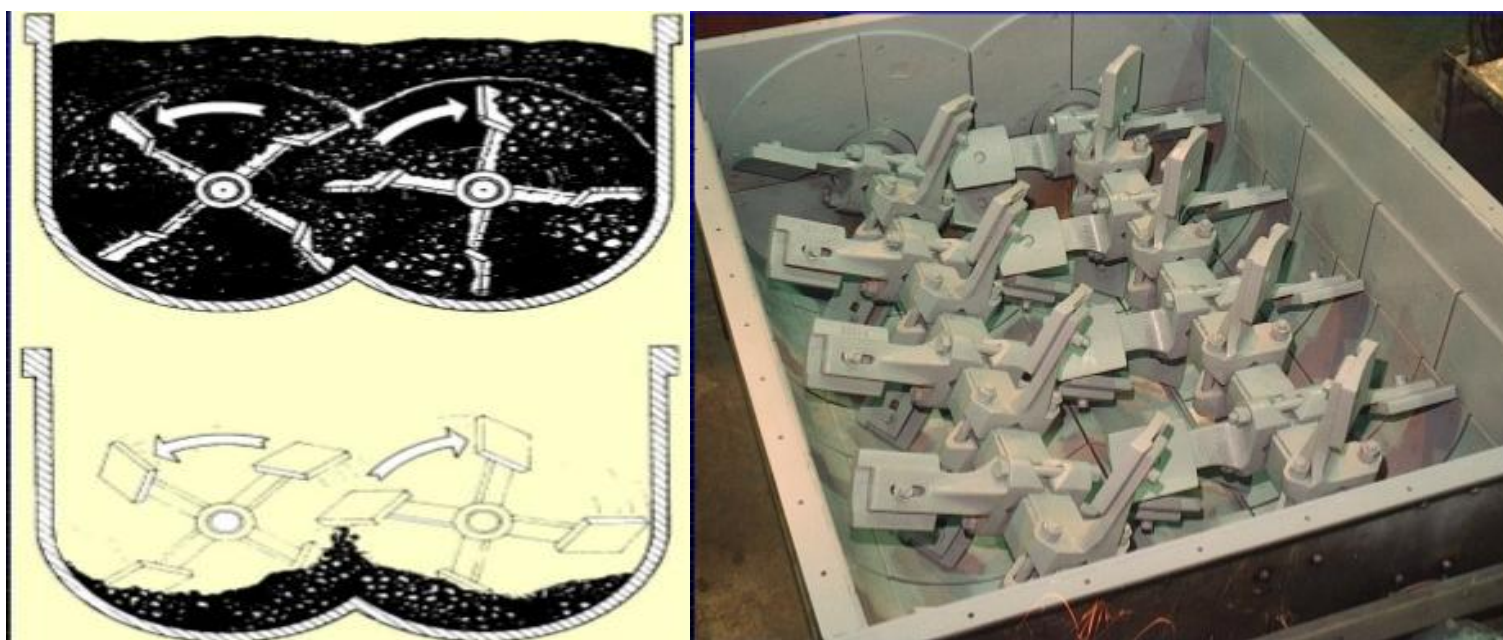
Μετά το διαχωρισμό και την αποθήκευση τους τα αδρανή μεταφέρονται στο ζυγιστήριο όπου εκεί γίνεται ακριβής ζύγιση σύμφωνα με τις αναλογίες του μίγματος μελέτης εργαστηρίου. Την ίδια ώρα σε ξεχωριστό ζυγιστήριο μπαίνει η πίσσα (bitumen) και ζυγίζεται. Η ζύγιση των υλικών γίνεται μέσω ειδικής βάνας η οποία ανοίγει αυτόματα για καθορισμένο χρονικό διάστημα.



*Εικόνα 2.15: Ακριβής ζύγιση αδρανών και συνδετικής ύλης*

### 2.3.8 Σύστημα Ανάμειξης Υλικών

Μετά τη ζύγιση τα υλικά διαβιβάζονται στον αναμικτήρα ο οποίος φέρει δύο οριζόντιους άξονες με πτερύγια αναμίξεως. Η ανάμιξη γίνεται με 25-50 στρ/λ επί 15-20 δευτερόλεπτα χωρίς άσφαλτο και στην συνέχεια επί 45 δευτερόλεπτα με άσφαλτο η οποία καταιονίζεται στον αναμικτήρα με πίεση 4-7 bar. Οι δύο άξονες περιστρέφονται προς την αντίθετη κατεύθυνση όπως φαίνεται στην *Εικόνα 2.16*. Ο συνολικός χρόνος αναμίξεως κυμαίνεται μεταξύ 45-60 δευτερόλεπτα. Στην περίπτωση του μηχανήματος μας ο αναμικτήρας είναι περιοδικής ανάμιξης.



*Εικόνα 2.16:* Αναμικτήρας

### 2.3.9 Διάθεση ή Αποθήκευση

Το τελικό προϊόν είναι έτοιμο για απευθείας διάθεση ή αποθήκευση. Μόλις ολοκληρωθεί η παραγωγή του ασφαλτικού σκυροδέματος μεταφέρεται με μεταλλικούς κάδους στο χώρο διάθεσης και αποθήκευσης. Η παραγωγή είναι ανάλογη των αναγκών αφού το ασφαλτικό σκυροδέμα μπορεί να αποθηκευτεί έως και δύο μέρες. Έτσι γίνεται προμελέτη για το πόσο θα παραχθεί ανάλογα με το έργο. Το ασφαλτικό σκυροδέμα αποθηκεύεται σε ειδική δεξαμενή η οποία μπορεί να αποθηκεύσει έως και 200 τόνους σε ώρες αιχμής. Δεν συνιστάται αποθήκευση

200 τόνων προϊόντος το οποίο θα χρησιμοποιηθεί την επόμενη ημέρα. Είναι προτιμότερο μόλις παραχθεί να διατίθεται απ' ευθείας για χρήση.



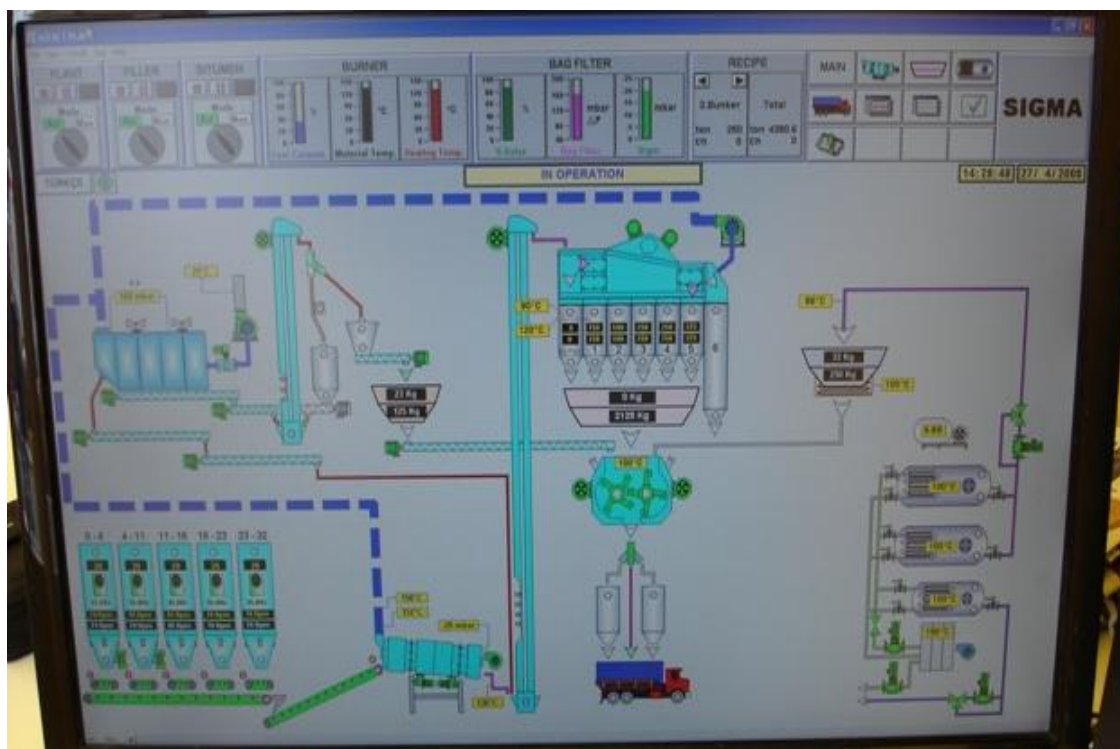
*Εικόνα 2.17: Αποθήκευση και διάθεση ασφαλτικού σκυροδέματος*

### **2.3.10 Κέντρο ελέγχου (control room)**

Η όλη διαδικασία παραγωγής παρακολουθείται από το κέντρο ελέγχου όπου οι χειριστές εισάγουν τα δεδομένα των διαφόρων μιγμάτων όπως έγιναν από το εργαστήριο ελέγχου ποιότητας σε ένα κεντρικό υπολογιστή. Ανάλογα με το μίγμα δίνεται η εντολή για την παραγωγή του. Οι χειριστές έχουν τη δυνατότητα ανά πάσα στιγμή να ελέγχουν και να ρυθμίζουν:

- Τη ροή και τη ζύγιση των υλικών
- Τη θερμοκρασία στον ξηραντήρα
- Τη θερμοκρασία του συνδετικού υλικού
- Τη θερμοκρασία των αδρανών υλικών
- Τη θερμοκρασία του τελικού προϊόντος

Οι χειριστές συμπληρώνουν το δελτίο αποστολής στο οποίο απαραίτητα πρέπει να φέρει σήμανση CE, το είδος του μίγματος, την ποσότητα και το έργο.



Εικόνα 2.18: Κεντρική οθόνη ελέγχου

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (ΒΑΡΑΙ ΟΕΠΟ ΑΣΦΑΛΤΟΥ - ΕΚΔΟΣΗ - 1.32)

Επιλογή: Δοσία, Εργαστήριο, Αναβλητέα, Συντήρηση, Σφάλμα, Περιστατικά, Παρόμοια, Έξοδος

Αριθμός Σίλο			
S Power Silo (kg)		1132,5	
Επιπρόσθετο	0	0	
Ποσότητα (kg)	1179,0	4718,6	

Αριθμός Σίλο	00 ΠΙΣΣΑ		
S Power Full (kg)	81,1	81,1	
Επιπρόσθετο	0	0	
Ποσότητα (kg)	8,8	337,7	
Ανάβλητο - Σίλο		1579,0	

Αριθμός Σίλο			
S Power Silo (kg)			
Επιπρόσθετο			
Ποσότητα (kg)			

11790

710

000000

Καταπόρευση Θ	2350	1250
---------------	------	------

Επιπρόσθετο / Έξοδος	0	0
Από Παραγωγή (kg)	0,0	5080,0
Εντάξη / Σκόδα	008516	00000000 ΑΠΟ ΤΕΛΟΣ ΣΠΙΤΙΝ
Συνολική Παραγωγή	805	80765

Scale Service s.p.a.  
Advanced Results

SCALE SERVICE SΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ  
TEL: 210-7781116, 7781118 FAX: 210-7781116 email: info@scale-service.gr

Εικόνα 2.19: Λογισμικό Παραγωγής Ασφάλτου

### 2.3.11 Μέθοδος Marshall

Πριν την παραγωγή του ασφαλτικού σκυροδέματος πραγματοποιούνται ορισμένες μελέτες. Η πιο διαδεδομένη μέθοδος μελέτης είναι η **μέθοδος Marshall**. Η μέθοδος αυτή αναπτύχθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 30 από τον Bruce Marshall. Η κύρια ιδέα της μεθόδου περιλαμβάνει τη συλλογή του ιδανικού ποσοστού ασφαλτικού (binder) με ικανοποιητική πυκνότητα όπου επιτυγχάνεται η ελάχιστη σταθερότητα και προσδιορίζονται οι αξίες της ροής (flow). Η μέθοδος Marshall περιλαμβάνει τα πιο κάτω στάδια:

1. Προσδιορισμός των φυσικών ιδιοτήτων, μέγεθος και διαβάθμιση των αδρανών
2. Συλλογή του τύπου του ασφαλτικού συνδετικού
3. Προετοιμασία αρχικών δειγμάτων, το καθένα με διαφορετικό ποσοστό συνδετικού υλικού, για παράδειγμα: Γίνονται 3 δείγματα το καθένα με 4.5, 5, 5.5, 6 και 6,5 ποσοστό ασφάλτου υπολογισμένα σε ξηρό βάρος για μία ποσότητα των 15 δειγμάτων. Πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον 2 δείγματα πάνω και 2 κάτω από το υπολογισμένο ιδανικό ποσοστό ασφάλτου
4. Σχεδιάζουμε τις πιο κάτω γραφικές παραστάσεις:
  - Ποσοστό ασφαλτικού συνδετικού - πυκνότητας
  - Ποσοστό ασφαλτικού συνδετικού- αντοχής (stability)
  - Ποσοστό ασφαλτικού συνδετικού- ροής (flow)
  - Ποσοστό ασφαλτικού συνδετικού- κενά αέρος
  - Ποσοστό ασφαλτικού συνδετικού- κενά στα αδρανή
  - Ποσοστό ασφαλτικού συνδετικού- κενά πληρούμενα με άσφαλτο
5. Προσδιορίζεται το ποσοστό ασφαλτικού συνδετικού που αντιστοιχεί στην περιεκτικότητα κενών αέρος στο 4%
6. Προσδιορίζονται στο 4% οι ιδιότητες του ασφαλτομίγματος σε σχέση με τις γραφικές παραστάσεις. Συγκρίνονται κάθε μια από αυτές τις αξίες σε σχέση με τα ζητούμενα της μελέτης και αν όλα συνάδουν με τις απαιτήσεις της μελέτης τότε το επιλεγμένο ιδανικό ποσοστό ασφάλτου γίνεται αποδεκτό, διαφορετικά το μίγμα θα πρέπει να ξαναμελετηθεί.

Στο τελικό προϊόν γίνονται ποιοτικοί έλεγχοι (κατά τη διάρκεια της παραγωγής), όπως:

1. Ποσοστό ασφαλτικού συνδετικού
2. Ποσοστό κενών αέρος
3. Ποσοστό κενών στα αδρανή
4. Ποσοστό κενών πληρούμενα με άσφαλτο
5. Αντοχή – ροή

## 6. Πυκνότητα

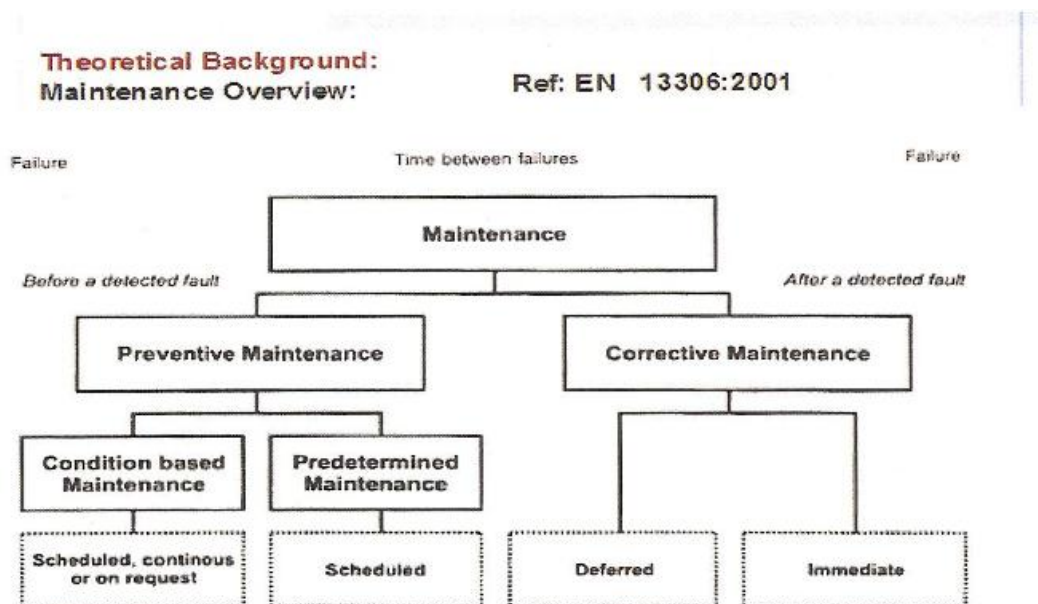


*Εικόνα 2.20: Δείγματα ασφαλτικού σκυροδέματος*



### Κεφάλαιο 3: Πολιτικές Συντήρησης Κύριων Παραγωγικών Τμημάτων Στη Μονάδα Παράγωγης Ασφαλικού Σκυροδέματος Στη Λάρνακα

Σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 1 και σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα (σχήμα 3.1) η μονάδα παραγωγής ασφαλικού σκυροδέματος Ιασονου Brothers ακολουθεί την παρακάτω κατηγοριοποίηση συντήρησης των μηχανημάτων.



**Σχήμα 3.1:** Κατηγοριοποίηση πολιτικών συντήρησης

#### Προληπτική Συντήρηση

Κάθε έτος γίνεται προγραμματισμός για τον καθορισμό των απαιτούμενων συντηρήσεων του μηχανήματος. Η όλη διαδικασία γίνεται με ευθύνη του διευθυντή συντήρησης. Ο προγραμματισμός αυτός αποσκοπεί:

- Στον προσδιορισμό των απαιτούμενων εργασιών συντήρησης για το κάθε τμήμα του εργοστασίου
- Στον καθορισμό των απαιτούμενων ανταλλακτικών-εξαρτημάτων
- Στην μείωση της κατασταλτικής συντήρησης

Ο λεπτομερής σχεδιασμός των συντηρήσεων γίνεται κατά τη διάρκεια του έτους λαμβάνοντας υπόψη:

- Τις οδηγίες συντήρησης από τα εγχειρίδια του κατασκευαστή
- Τα διαθέσιμα ανταλλακτικά
- Τη διαθεσιμότητα του εξοπλισμού

- Την ομαλή λειτουργία των μηχανημάτων σύμφωνα με το ιστορικό τους
- Με το πέρας της συντήρησης συμπληρώνεται το ακόλουθο έντυπο συντήρησης:

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΕΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ		
	ΜΗΝΙΑΙΑ	ΕΞΑΜΗΝΙΑΙΑ	ΧΡΟΝΙΑΙΑ
COLD FEEDER BINS	23/6/2012		
DRYER	2/4/2012		
ELEVATOR	2/5/2012	20/9/2012	
SCREEN	9/5/2012		
MIXER	9/5/2012	20/9/2012	
COLD STORAGE	20/4/2012		
DUST COLLECTOR	8/1/12		
A/P3 WIRE ROPE 22 mm 45μ ΜΕΤΡΑ ΜΕ ΚΑΡΑΙΑ Α/P3	13/09/2011	22/02/2012	
A/P4 WIRE ROPE 12 mm 55μ ΜΕΤΡΑ Α/P4	24/02/2017	23/2/2012	

ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ:

κ. 21/2/2012... (ΑΛΛΑΓΗ... ΠΑΡΑ... SCREEN... (D.T.P...  
 κ. 20/9/2012... ΕΛΕΓΧΟΣ... ΗΛΕΚΤΡ... ΕΙΝΑ...  
 κ. 21/4/2012... ΕΙΣ... ΚΑΤΑ... ΡΥΘΜ... ΠΡΟΣΑΡΤΗ... (ΑΛΛΑΓΗ...)  
 κ. 21/4/2012... ΑΛΛΑΓΗ... 2/Β... ΗΛΕΚΤΡ... ΕΛΕΓΧΟΣ

**Εικόνα 3.1:** Έντυπο προληπτικής συντήρησης

### Επιδιορθωτική Συντήρηση

Σε περίπτωση βλάβης στο μηχανήμα η διαδικασία που ακολουθείται είναι η εξής:

- Συμπλήρωση δελτίου βλαβών και παράδοση του στον διευθυντή συντήρησης
- Επιτόπια διάγνωση από τον υπεύθυνο συντήρησης με σκοπό τον προσδιορισμό:
  - Των απαιτούμενων εργασιών
  - Των απαιτούμενων ανταλλακτικών
  - Των απαιτούμενων ατόμων-τεχνικών συντήρησης

Υπό την επίβλεψη του υπεύθυνου συντήρησης ακολουθούνται οι απαιτούμενες ενέργειες από τους τεχνικούς για την επιδιόρθωση του προβλήματος σύμφωνα πάντα με τα εγχειρίδια του κατασκευαστή. Με τη λήξη της επισκευής γίνεται οπτικός έλεγχος από τον υπεύθυνο συντήρησης για να κριθεί εάν ο εξοπλισμός είναι σε θέση να επαναλειτουργήσει.

### Άμεση Επιδιορθωτική Συντήρηση

Άμεση χαρακτηρίζεται η επιδιορθωτική συντήρηση όταν στο εργοστάσιο δεν υπάρχουν τα συνεργεία συντήρησης. Αυτό είναι αναγκαίο σε πολλές περιπτώσεις ειδικότερα όταν το εργοστάσιο λειτουργεί το βράδυ. Υπάρχουν εφημερεύοντες συντηρητές οι οποίοι σε περιπτώσεις βλαβών καλούνται στο εργοστάσιο για αποκατάσταση της βλάβης. Εάν πρόκειται για μικροβλάβες και δεν κρίνεται απαραίτητη η επέμβαση των συντηρητών η αποκατάσταση γίνεται από τους χειριστές. Στη συνέχεια του κεφαλαίου θα γίνει ανάλυση της προληπτικής και προβλεπτικής συντήρησης που συνιστά ο κατασκευαστής καθώς και ποιους ελέγχους εφαρμόζει η μονάδα.

### **3.1 Προληπτική συντήρηση βάσει οδηγιών του κατασκευαστή**

Ο κατασκευαστής προτείνει ένα πρόγραμμα συντήρησης το οποίο περιλαμβάνει λίπανση, καθαρισμό, έλεγχο του εξοπλισμού κ.α. Ένα εργοστάσιο όπως είναι γνωστό λειτουργεί υπό δύσκολες συνθήκες και από πρακτικής πλευράς είναι δύσκολο να εφαρμοστεί το πρόγραμμα συντήρησης που προτείνει ο κατασκευαστής. Πολλές φορές η εμπειρία του προσωπικού αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στο ότι πρέπει να δοθεί έμφαση σε συγκεκριμένα σημεία και συγκεκριμένους μηχανισμούς. Στη συνέχεια του παρόντος κεφαλαίου θα ακολουθήσει εκτενέστερη αναφορά των μέτρων συντήρησης που προτείνει ο κατασκευαστής.

#### **3.1.1 Σύστημα Προμήθειας Αδρανών (Cold Aggregate Supply System)**

Η συντήρηση του συστήματος προμήθειας αδρανών εμπεριέχει τη συντήρηση των σιλό αποθήκευσης και των μεταφορικών ταινιών, καθώς επίσης και των μοτέρ δόνησης μέσω οπτικών ελέγχων. Ο έλεγχος γίνεται καθημερινά από τους χειριστές και τους μηχανικούς της μονάδας. Αναλυτικότερα οι έλεγχοι που ακολουθούνται φαίνονται στον πίνακα 3.1 .

<u>Τμήμα εργοστασίου</u>	<u>Μέρη</u>	<u>Συντήρηση/Λίπανση</u>	<u>Συχνότητα</u>	<u>Λιπαντικό</u>
<b>Σύστημα προμήθειας αδρανών</b>	<b>1.0</b>			
Σημεία τροφοδοσίας	1.1	Έλεγχος για ακαθαρσίες, καθαρισμός εάν είναι απαραίτητο.	Κάθε 2 μέρες (ή 8 με 10 ώρες λειτουργίας)	
Ξύστρες	1.2	Έλεγχος για φθορά.	Κάθε εβδομάδα	
Ιμάντες	1.3	Έλεγχος τάνυσης, ομαλής κίνησης. Έλεγχος για φθορές και ακαθαρσίες. Καθαρισμός ή αντικατάσταση εάν είναι απαραίτητο.	Κάθε 2 μέρες (ή 8 με 10 ώρες λειτουργίας)	
Μειωτήρες	1.4	Έλεγχος στάθμης λαδιού, συμπλήρωση εάν χρειάζεται/αλλαγή λαδιού.	Κάθε μήνα (ή 200-250 ώρες λειτουργίας)/κάθε 2 χρόνια	ARAL DEGOL BG 220
Έδρανα	1.5	Ανάρτηση μεταφορέα- Γρασάρισμα ρουλεμάν κεφαλής και άξονα.	Κάθε εβδομάδα (ή 50-60 ώρες λειτουργίας)	OKS 420
Κοχλίες σύνδεσης	1.6	Έλεγχος καλής σύνδεσης.	Κάθε μήνα (ή 200-250 ώρες λειτουργίας)	
Μοτέρ δόνησης	1.7	Έλεγχος καλής λειτουργίας.	Κάθε μήνα (ή 200-250 ώρες λειτουργίας)	

*Πίνακας 3.1: Συντήρηση και λίπανση συστήματος προμήθειας αδρανών.*

### 3.1.2 Κλίβανος

Ο κλίβανος αποτελεί το πιο σημαντικό και πιο ευαίσθητο κομμάτι του εργοστασίου αφού εκεί αναπτύσσονται υψηλές θερμοκρασίες λόγω της καύσης και της ξήρανσης των αδρανών. Επίσης φέρει πολλά συστήματα υποστήριξης όπως αισθητήρες θερμοκρασίας, ανεμιστήρες απομάκρυνσης της σκόνης, φίλτρα καυσαερίων σύστημα καύσης μαζούτ, μετρητές πίεσης, σύστημα ανάφλεξης κ.α. Λόγω των πολλών περιστρεφόμενων μερών του υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα βλάβης. Γι' αυτό απαιτείται πιο εστιασμένη συντήρηση και συχνότερη παρακολούθηση.

Η συντήρηση που εφαρμόζεται στον κλίβανο είναι η προληπτική και συγκεκριμένα η συντήρηση βάσει κατάστασης. Σε περιπτώσεις όπου χρειάζεται γίνεται και επιδιορθωτική συντήρηση. Η συντήρηση και λίπανση του κλιβάνου φαίνονται στον Πίνακα 3.2 .

<u>Τμήμα εργοστασίου</u>	<u>Μέρη</u>	<u>Συντήρηση/Λίπανση</u>	<u>Συχνότητα</u>	<u>Λιπαντικό</u>
<b>Σύστημα θέρμανσης και ξήρανσης</b>	<b>2.0</b>			
Περιοχή τυμπάνου	2.1	Έλεγχος για υπερβολική ακαθαρσία, καθαρισμός αν είναι απαραίτητο.	Κάθε εβδομάδα (ή 50-60 ώρες λειτουργίας)	
Μειωτήρες	2.2	Έλεγχος στάθμης λαδιού, συμπλήρωση εάν χρειάζεται/αλλαγή λαδιού.	Κάθε μήνα (ή 200-250 ώρες λειτουργίας)/κάθε 2 χρόνια	ARAL DEGOL BG 220
Άξονας	2.3	Έλεγχος για υπερβολική ακαθαρσία, καθαρισμός αν είναι απαραίτητο/γρασάρισμα αρθρωτού συνδέσμου.	Κάθε μήνα (ή 200-250 ώρες λειτουργίας)/κάθε 3 μήνες	OKS 4100
Κύλινδροι στήριξης	2.4	Έλεγχος για φθορές, αντικατάσταση αν είναι απαραίτητο	Κάθε χρόνο	
Δακτυλίδι μετάδοσης κίνησης φούρνου	2.5	Έλεγχος για φθορές, αντικατάσταση αν είναι απαραίτητο.	Κάθε εβδομάδα (ή 50-60 ώρες λειτουργίας)	
Κύλινδροι ώθησης	2.6	Έλεγχος για φθορές, αντικατάσταση αν είναι απαραίτητο/ γρασάρισμα ρουλεμάν.	Κάθε μήνα (ή 200-250 ώρες λειτουργίας)/κάθε εβδομάδα (ή 50-60 ώρες λειτουργίας)	OKS 4100
Αισθητήρας μέτρησης θερμοκρασίας φούρνου	2.7	Έλεγχος καλής λειτουργίας, αντικατάσταση αν είναι απαραίτητο.	Κάθε εβδομάδα (ή 50-60 ώρες λειτουργίας)	
Αισθητήρας μέτρησης θερμοκρασίας αδρανών (FE sensor)	2.8	Έλεγχος καλής λειτουργίας, αντικατάσταση αν είναι απαραίτητο.	Κάθε εβδομάδα (ή 50-60 ώρες λειτουργίας)	
Οδηγητικά πτερύγια	2.9	Έλεγχος για φθορές, αντικατάσταση αν είναι απαραίτητο.	Κάθε χρόνο	
<b>Καυστήρας</b>	<b>2.10.0</b>	<b>Επιδιόρθωση οποιασδήποτε παρατυπίας στη λειτουργία του φούρνου.</b>		

Κεφαλή καυστήρα	2.10.1	Έλεγχος για υπερβολική ακαθαρσία, καθαρισμός αν είναι απαραίτητο.	Κάθε εβδομάδα (ή 50-60 ώρες λειτουργίας)	
Ανεμιστήρας καυστήρα	2.10.2	Έλεγχος για λειτουργία χωρίς κραδασμούς.	Κάθε μήνα (ή 200-250 ώρες λειτουργίας)	
Σημείο ανάφλεξης	2.10.3	Έλεγχος για ακαθαρσίες, καθαρισμός αν είναι απαραίτητο.	Κάθε μήνα (ή 200-250 ώρες λειτουργίας)	
Φίλτρο καυστήρα	2.10.4	Έλεγχος για ακαθαρσίες, καθαρισμός αν είναι απαραίτητο.	Κάθε μήνα (ή 200-250 ώρες λειτουργίας)	
Φωτοκύτταρο (UV sensor photocell)	2.10.5	Έλεγχος για ακαθαρσίες, καθαρισμός αν είναι απαραίτητο.	Κάθε μήνα (ή 200-250 ώρες λειτουργίας)	
Ρυθμιστής αέρα	2.10.6	Έλεγχος για ακαθαρσίες, καθαρισμός αν είναι απαραίτητο.	Κάθε μήνα (ή 200-250 ώρες λειτουργίας)	
Αγωγός καυσίμου	2.10.7	Έλεγχος για διαρροές, αντικατάσταση αν είναι απαραίτητο.	Κάθε εβδομάδα (ή 50-60 ώρες λειτουργίας)	
Διακόπτες ελέγχου	2.10.8	Έλεγχος για καλή λειτουργία και για ακαθαρσίες.	Κάθε μήνα (ή 200-250 ώρες λειτουργίας)	

**Πίνακας 3.2:** Συντήρηση και λίπανση κλιβάνου.

### 3.1.3 Σύστημα Συλλογής Σκόνης

Η συντήρηση του συστήματος συλλογής σκόνης εστιάζεται στα σιλό αποθήκευσης σκόνης (σακούλες), στον ανεμιστήρα-φουσητήρα καθώς και στους μειωτήρες. Το σύστημα συλλογής σκόνης δεν χρήζει συστηματικής συντήρησης και οι περισσότεροι έλεγχοι εκτελούνται ως συνήθως ανά τρεις μήνες. Πιο συγκεκριμένα η συντήρηση που ακολουθείται φαίνεται στον Πίνακα 3.3.

<u>Τμήμα εργοστασίου</u>	<u>Μέρη</u>	<u>Συντήρηση/Λίπανση</u>	<u>Συχνότητα</u>	<u>Λιπαντικό</u>
Σύστημα συλλογής σκόνης	3.0	Επιδιόρθωση οποιασδήποτε παρατυπίας στη λειτουργία του συστήματος.		
Φίλτρα-σακούλες	3.1	Έλεγχος για διαρροές, αντικατάσταση εάν χρειάζεται.	Κάθε 3 μήνες	
Ανεμιστήρας-φυσητήρας	3.2	Έλεγχος για έντονους κραδασμούς. Έλεγχος σωληνών για διαρροές, αντικατάσταση εάν χρειάζεται.	Κάθε 3 μήνες	
Διάφραγμα	3.3	Έλεγχος για ευκολία στην κίνηση κατά τη λειτουργία.	Κάθε 3 μήνες	
Μειωτήρες	3.4	Έλεγχος στάθμης λαδιού, συμπλήρωση εάν χρειάζεται/αλλαγή λαδιού.	Κάθε μήνα (ή 200-250 ώρες λειτουργίας)/κάθε 2 χρόνια	ARAL DEGOL BG 220
Καδένα	3.5	Έλεγχος για τριβές και για φθορά. Έλεγχος τεντώματος.	Κάθε 3 μήνες	Chain spray Revolta SKD 16
Σημεία σύζευξης	3.6	Έλεγχος ενθέτου εισόδου και φλαντζών σύζευξης για βλάβη. Έλεγχος για διαρροές και καλή επαφή.	Κάθε 3 μήνες	
Έδρανα	3.7	Έλεγχος και γρασάρισμα.	Κάθε χρόνο	XP 222
Διπλή βαλβίδα πτερυγίου	3.8	Έλεγχος για καλή λειτουργία.	Κάθε εβδομάδα (ή 50-60 ώρες λειτουργίας)	
Κύριος ακτινικός ανεμιστήρας	3.9	Έλεγχος ρουλεμάν σε αθόρυβη λειτουργία και για αύξηση της θερμοκρασίας. Λίπανση ή αντικατάσταση των ελαττωματικών ρουλεμάν.	Κάθε εβδομάδα (ή 50-60 ώρες λειτουργίας)	OKS 420
Βαλβίδα ασφαλείας	3.10	Έλεγχος σφραγισμάτων, ρουλεμάν και τερματικών διακοπών.	Κάθε 3 μήνες	

**Πίνακας 3.3:** Συντήρηση και λίπανση συστήματος συλλογής σκόνης.

### 3.1.4 Αναβατήριο Ζεστών Αδρανών

Το αναβατήριο ζεστών αδρανών αποτελείται στην ουσία από μία καδένα στην οποία στηρίζονται ειδικοί κάδοι για να μεταφέρουν τα αδρανή από τον κλίβανο

στον πύργο ανάμιξης. Ως εκ τούτου λόγω της απλότητας του συστήματος αυτού οι μόνοι έλεγχοι που εκτελούνται είναι οι εξής:

- Έλεγχος για τριβές και φθορές (κάθε μήνα):
  - Καδένα (έλεγχος τάνυσης)
  - οδοντωτές τροχαλίες
  - μειωτήρας (έλεγχος στάθμης λαδιού)
- Διαρροές (καθημερινά):
  - κάδους

### 3.1.5 Πύργος Ανάμιξης

Όπως προαναφέραμε και στο Κεφάλαιο 2 ο πύργος ανάμιξης αποτελείται από τρία διαφορετικά τμήματα, τα δονούμενα κόσκινα, το ζυγιστήριο ακριβείας και το σύστημα ανάμιξης υλικών. Η συντήρηση του είναι εξίσου σημαντική με αυτή του κλιβάνου αφού εκεί διεκπεραιώνονται οι τελικές διεργασίες για την εξαγωγή του τελικού προϊόντος. Η στρατηγική συντήρησης που ακολουθείται είναι η προληπτική συντήρηση. Τα μέτρα συντήρησης που προτείνει ο κατασκευαστής ASTEC INDUSTRIES φαίνονται στον πίνακα 3.4

<u>Τμήμα εργοστασίου</u>	<u>Μέρη</u>	<u>Συντήρηση/Λίπανση</u>	<u>Συχνότητα</u>	<u>Λιπαντικό</u>
<b>Πύργος Ανάμιξης</b>	<b>4.0</b>			
Δονούμενα κόσκινα	4.1	Έλεγχος για φθορά και διαρροές. Έλεγχος τάνυσης. Αντικατάσταση εάν χρειάζεται.	Κάθε εβδομάδα (ή 50-60 ώρες λειτουργίας)	
Μοτέρ δόνησης	4.1.1	Έλεγχος για καλή λειτουργία. Έλεγχος στις βίδες στερέωσης με δυναμόκλειδο/ γρασάρισμα.	Κάθε εβδομάδα (ή 50-60 ώρες λειτουργίας)/ κάθε μήνα	KLUBER STABURAGS NBU 8 EP
Ανεμιστήρας εξαγωγής	4.2	Έλεγχος επένδυσης του δακτυλίου του στροφέα/έλεγχος λιπαντικού. Αντικατάσταση εάν είναι απαραίτητο.	Κάθε χρόνο/ Κάθε εβδομάδα (ή 50-60 ώρες λειτουργίας)	ARAL VITAM D 32
Εξαρτήματα	4.2.1	Έλεγχος μηχανικών μερών για καλή λειτουργία.	Κάθε εβδομάδα (ή 50-60 ώρες λειτουργίας)	
Διαχωριστής νερού	4.2.2	Έλεγχος για καλή λειτουργία, απομάκρυνση νερού εάν χρειάζεται.	Κάθε εβδομάδα (ή 50-60 ώρες λειτουργίας)	



Αποθήκη ζεστών αδρανών	4.3	Έλεγχος αισθητήρα στάθμης υλικών.	Κάθε μήνα	
Έμβολο αέρα	4.3.1	Έλεγχος εάν είναι σφραγισμένο, έλεγχος βαλβίδας και έλεγχος για διαρροές.	Κάθε μήνα	
Τερματικός διακόπτης	4.3.2	Έλεγχος καλής λειτουργίας.	Κάθε μήνα	
Θύρα εκκένωσης	4.3.3	Γρασάρισμα ρουλεμάν/ έλεγχος επένδυσης κουζινέτου.	Κάθε εβδομάδα (ή 50-60 ώρες λειτουργίας)/ κάθε χρόνο	OKS 420
Χοάνη ζύγισης αδρανών	4.4	Έλεγχος για ακαθαρσίες.	Κάθε 2 μέρες (ή 8 με 10 ώρες λειτουργίας)	
Load cells (συνδετικής ύλης)	4.4.1	Έλεγχος για καθαρότητα και καλή λειτουργία.	Κάθε 2 μέρες (ή 8 με 10 ώρες λειτουργίας)	
Θύρα εκκένωσης	4.4.2	Γρασάρισμα ρουλεμάν	Κάθε εβδομάδα (ή 50-60 ώρες λειτουργίας)/ κάθε χρόνο	OKS 420
Χοάνη ζύγισης πίσσας	4.5	Έλεγχος για ακαθαρσίες.	Κάθε 2 μέρες (ή 8 με 10 ώρες λειτουργίας)	
Load cells (παιπάλης)	4.5.1	Έλεγχος για καθαρότητα και καλή λειτουργία.	Κάθε 2 μέρες (ή 8 με 10 ώρες λειτουργίας)	
Ασφάλεια υπερχειλίσης	4.5.2	Έλεγχος για καλή λειτουργία. Επιδιόρθωση αν είναι απαραίτητο.	Κάθε μήνα	
Θερμαντικό στοιχείο	4.5.3	Έλεγχος για καλή λειτουργία. Αντικατάσταση εάν είναι απαραίτητο.	Κάθε μήνα	
Περιστροφική πόρτα	4.5.4	Έλεγχος για διαρροή.	Κάθε μήνα	
Μειωτήρας	4.5.5	Έλεγχος στάθμης λαδιού, συμπλήρωση εάν χρειάζεται/ αλλαγή λαδιού.	Κάθε μήνα (ή 200-250 ώρες λειτουργίας)/κάθε 2 χρόνια	ARAL DEGOL BG 220
Σφράγισμα	4.5.6	Έλεγχος για διαρροή.	Κάθε εβδομάδα (ή 50-60 ώρες λειτουργίας)	
Έδρανα	4.6	Έλεγχος και γρασάρισμα.	Κάθε εβδομάδα (ή 50-60 ώρες λειτουργίας)	OKS 1140

Αναμικτήριο	4.7	Έλεγχος εξαρτημάτων για τριβή και φθορά. Αντικατάσταση εάν χρειάζεται.	Κάθε 2 μέρες (ή 8 με 10 ώρες λειτουργίας)	
Σφράγισμα	4.7.1	Γρασάρισμα λαστίχου.	Κάθε 2 μέρες (ή 8 με 10 ώρες λειτουργίας)	OKS 420
Μειωτήρας	4.7.2	Έλεγχος στάθμης λαδιού, συμπλήρωση εάν χρειάζεται.	Κάθε 2 χρόνια.	ARAL DEGOL BG 220
Σημεία σύζευξης	4.7.3	Έλεγχος για διαρροές και καλή επαφή.	Κάθε μήνα (ή 200-250 ώρες λειτουργίας)/κάθε 2 χρόνια	
Περιστροφική βαλβίδα	4.7.4	Γρασάρισμα ρουλεμάν και κεφαλής κυλίνδρου.	Κάθε μήνα (ή 200-250 ώρες λειτουργίας)/κάθε 2 χρόνια	OKS 420
Περόνη	4.7.5	Γρασάρισμα.	Κάθε μήνα (ή 200-250 ώρες λειτουργίας)/κάθε 2 χρόνια	OKS 420
Έμβολο αέρα	4.7.6	Έλεγχος για διαρροές.	Κάθε μήνα (ή 200-250 ώρες λειτουργίας)/κάθε 2 χρόνια	

**Πίνακας 3.4:** Συντήρηση και λίπανση πύργου ανάμιξης.

### 3.1.6 Σύστημα Τροφοδοσίας Παιπάλης

Η συντήρηση και λίπανση του συστήματος τροφοδοσίας παιπάλης εμπεριέχει τους πιο κάτω ελέγχους οι οποίοι εκτελούνται ως επί το πλείστον σε εβδομαδιαία βάση:

- Έλεγχος των σιλό για διαρροές
- Έλεγχος αισθητήρα στάθμης
- Έλεγχος για φθορά των ταινιών μεταφοράς της παιπάλης
- Έλεγχος των φίλτρων σκόνης
- Έλεγχος των μοτέρ κίνησης
- Έλεγχος λίπανσης των κινουμένων μερών
- Έλεγχος στάθμης λαδιού και αλλαγή εάν χρειάζεται
- Έλεγχος στάθμης γράσου στους κοχλίες

- Γρασάρισμα καδένας άξονα

### 3.1.7 Σύστημα Προμήθειας Συνδετικής Ύλης

Τα κύρια μέρη του συστήματος προμήθειας της συνδετικής ύλης είναι οι δεξαμενές, οι αντλίες τροφοδοσίας και η μονάδα θέρμανσης. Οι έλεγχοι γίνονται σε καθημερινή βάση από τους χειριστές και τον επιβλέπων μηχανικό συντήρησης. Στον πίνακα 3.5 που ακολουθεί φαίνονται οι προτάσεις συντήρησης και λίπανσης που προτείνει ο κατασκευαστής για το σύστημα προμήθειας συνδετικής ύλης.

Τμήμα εργοστασίου	Μέρη	Συντήρηση/Λίπανση	Συχνότητα	Λιπαντικό
Σύστημα προμήθειας συνδετικής ύλης	5.0			
Δεξαμενές πίσσας	5.1	Έλεγχος για διαρροές, αντικατάσταση εάν χρειάζεται.	Κάθε μήνα (ή 200-250 ώρες λειτουργίας)/κάθε 2 χρόνια	
Στρόφιγγες	5.2	Έλεγχος για διαρροές και σωστό σφίξιμο.	Κάθε μήνα (ή 200-250 ώρες λειτουργίας)/κάθε 2 χρόνια	
Βαλβίδα ρύθμισης	5.3	Έλεγχος για καλή λειτουργία. Αντικατάσταση εάν χρειάζεται.	Κάθε μήνα (ή 200-250 ώρες λειτουργίας)/κάθε 2 χρόνια	
Μονάδα θέρμανσης	5.4	Έλεγχος για ακαθαρσίες και καλή λειτουργία.	Κάθε 2 μέρες (ή 8 με 10 ώρες λειτουργίας)	
Δείκτης στάθμης	5.5	Έλεγχος καλής λειτουργίας. Καθαρισμός εάν χρειάζεται.	Κάθε 2 μέρες (ή 8 με 10 ώρες λειτουργίας)	
Αντλίες τροφοδοσίας	5.6	Έλεγχος για διαρροές και ακαθαρσίες. Επιδιόρθωση εάν χρειάζεται.	Κάθε εβδομάδα (ή 50-60 ώρες λειτουργίας)	
Σημεία σύζευξης	5.7	Έλεγχος για διαρροές και καλή επαφή.	Κάθε μήνα (ή 200-250 ώρες λειτουργίας)/κάθε 2 χρόνια	

**Πίνακας 3.5:** Συντήρηση και λίπανση συστήματος προμήθειας συνδετικής ύλης.

### 3.1.8 Σύστημα Προσωρινής Αποθήκευσης Ασφαλομίγματος

Το σύστημα προσωρινής αποθήκευσης του ασφαλομίγματος αποτελείται στην ουσία από ένα μεταλλικό κάδο ο οποίος κινείται πάνω σε ράγες για να μεταφέρει το τελικό προϊόν στις αποθήκες.

Οι προτάσεις συντήρησης και λίπανσης που προτείνονται από τον κατασκευαστή είναι οι ακόλουθες:

- Έλεγχος της διαδρομής (ράγες)
- Έλεγχος αισθητήρα υπερύθρων
- Έλεγχος κάδου για διαρροές ή ακαθαρσίες
- Έλεγχος τροχών κάδου (Γρασάρισμα)
- Έλεγχος των ρουλεμάν της πόρτας εκκένωσης (Γρασάρισμα)
- Έλεγχος σφραγισμάτων πόρτας
- Έλεγχος στάθμης λαδιού στους μειωτήρες
- Έλεγχος καλής λειτουργίας του δείκτη στάθμης
- Έλεγχος στάθμης λαδιού στους μειωτήρες

## **Κεφάλαιο 4: Υπολογιστικά συστήματα οργάνωσης και διοίκησης της συντήρησης (Computerized Maintenance Management System- CMMS)**

### **4.1 Εισαγωγή**

Είναι γνωστό ότι ζούμε μια θεαματική διείσδυση των υπολογιστών σε κάθε πλευρά της ανθρώπινης δραστηριότητας. Οι υπολογιστές είναι παντού κινούν τα νήματα της ζωής, τα πάντα εξαρτώνται από αυτούς. Με τους υπολογιστές η ποιότητα ζωής έχει αναβαθμιστεί, έχει περάσει σε άλλο, πιο προηγμένο επίπεδο. Ιατρική, πολεμικός εξοπλισμός, συγκοινωνίες, επικοινωνίες κ.α. έχουν εξελιχθεί σε πολύ μεγάλο βαθμό και χωρίς τους υπολογιστές οι ανέσεις που έχουμε σήμερα δεν θα μπορούσαμε καν να τις φανταστούμε. Γενικά σε κάθε επιστημονική περιοχή σοβαρή έρευνα είναι αδύνατη να γίνει χωρίς την χρήση υπολογιστών. Είναι λοιπόν προφανές και ο ρόλος τους στο πλαίσιο της παραγωγικής λειτουργίας και ειδικότερα στη διαδικασία της συντήρησης. Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιασθεί ένα ηλεκτρονικό πρόγραμμα συντήρησης, το οποίο πραγματεύεται τα εξής :

- Ο συστηματικός τρόπος καταγραφής των στοιχείων που αφορούν τη συντήρηση
- Ο προγραμματισμός εργασιών προληπτικής συντήρησης
- Η διαχείριση της αποθήκης των ανταλλακτικών
- Ο υπολογισμός του κόστους συντήρησης
- Η χρήση μοντέλων βελτιστοποίησης και η παρακολούθηση δεικτών αναφοράς

### **4.2 Οι προϋποθέσεις για επένδυση σε λογισμικό συντήρησης**

Μια βιομηχανική επιχείρηση, που σκοπεύει να επενδύσει στην εγκατάσταση ειδικού λογισμικού για την διαχείριση των εργασιών της συντήρησης ή με άλλα λόγια να επενδύσει στη **Διαχείριση Συντήρησης με Υπολογιστικά Συστήματα (Computerized Maintenance Management Systems- CMMS)** πρέπει να πληροί πρώτα ορισμένες προϋποθέσεις. Βασική προϋπόθεση είναι η ύπαρξη σημαντικού μεγέθους πάγιου βιομηχανικού εξοπλισμού, είτε πρόκειται για μηχανολογικό είτε για ηλεκτρολογικό ή ηλεκτρονικό, έτσι ώστε να μπορεί να αιτιολογηθεί μια απόσβεση της επένδυσης στο μέλλον. Δεύτερη προϋπόθεση είναι η συνειδητοποίηση από πλευράς διοίκησης της χρησιμότητας και των οφελών μιας τέτοιας εγκατάστασης στη βιομηχανία. Για να υλοποιηθεί η εφαρμογή αυτού του συστήματος καλό θα ήταν να υπάρχει οργανωμένο τμήμα συντήρησης. Ακόμα πολύ σημαντικό είναι η σπουδαιότητα της θέσης του προϊστάμενου συντήρησης και η σχέση του με τις νέες τεχνολογίες. Ο χειρισμός ενός τέτοιου προγράμματος πρέπει να ανταποκρίνεται σε ένα χρήστη μέσης ευφυΐας και οι πληροφορίες που παρέχει να είναι κατανοητές. Τέλος το λογισμικό συντήρησης πρέπει να είναι

παραμετροποιήσιμο ώστε να προσαρμόζεται στις ανάγκες τις εκάστοτε επιχείρησης.

### **4.3 Εγκατάσταση λογισμικού συντήρησης**

Μετά από μια συστηματική αξιολόγηση και έρευνα αγοράς η επιχείρηση μπορεί να κρίνει πιο λογισμικό ανταποκρίνεται στις ανάγκες τις.

Αρχικά η εγκατάσταση του προγράμματος απαιτεί την εργασία της ανάλυσης. Η εργασία αυτή καθορίζει τα απαιτούμενα μηχανογραφικά αρχεία με τις επιμέρους πληροφορίες που θα περιέχουν, υπολογίζει τους όγκους τους και προτείνει τον απαιτούμενο μηχανογραφικό εξοπλισμό. Στη συνέχεια συγκροτείται μια ομάδα ανθρώπων για τη διαμόρφωση του λογισμικού η οποία θα πρέπει να καθορίσει τις διαδικασίες χειρισμού, ενημέρωσης των αρχείων και τις διαδικασίες λήψης των αναφορών, τόσο σε σχέση με τη συχνότητα ανταλλαγής πληροφοριών, όσο και σε σχέση με το ποιοι είναι οι αρμόδιοι να παίρνουν και να δίνουν πληροφορίες στο μηχανογραφικό σύστημα. Η εγκατάσταση του συστήματος λαμβάνει υπόψη της όλη την επιχείρηση έτσι ώστε να μην υπάρχει διπλή καταχώρηση των ίδιων πληροφοριών και να επιτευχθεί αξιοπιστία του συστήματος. Επικεφαλής της διαχείρισης του λογισμικού θα πρέπει να είναι ένα υψηλά ιστάμενο πρόσωπο με τις απαραίτητες γνώσεις στον τομέα της συντήρησης, όπου θα είναι κα υπεύθυνο για όλες τις εργασίες του προγράμματος. Το αρχικό στοιχείο πληροφοριών είναι το προϋπολογιστικό πλάνο παραγωγής για το οποίο είναι υπεύθυνο το τμήμα παραγωγής και το οποίο γνωστοποιείται στο τμήμα συντήρησης.

Από το προϋπολογιστικό πλάνο παραγωγής υπολογίζεται, μέσω του Η/Υ, ο φόρτος του εξοπλισμού και από αυτόν υπολογίζονται οι ανάγκες συντήρησης, όπως η συχνότητα των επιθεωρήσεων, προγραμματισμένες αντικαταστάσεις, επισκευές λιπάνσεις κλπ, καθώς και οι ανάγκες για ανταλλακτικά. Έτσι αφού ληφθούν υπόψη τα υπάρχοντα και τα ελάχιστα αποθέματα, καθορίζονται οι ποσότητες των προμηθειών των υλικών. Από τις καταχωρημένες διαθέσιμες ώρες των συνεργείων βγαίνει το πλάνο της προληπτικής συντήρησης και σε συνδυασμό με το αρχείο τεχνικών γίνεται η προκοστολόγηση και η ταμειακή απαίτηση πραγματοποίησης του πλάνου.

Από τις εντολές εργασίας, οι οποίες καταχωρούνται από το τμήμα συντήρησης, καθώς και από τις εργατοκάρτες, οι οποίες καταχωρούνται στα προγράμματα μισθοδοσίας βγαίνει η απολογιστική κοστολόγηση των εργασιών συντήρησης και οι απολογιστικές χρονικές απαιτήσεις των εργασιών. Ακόμα το σύστημα μπορεί να παρέχει τις αναφορές ιστορικών στοιχείων εξοπλισμού, το ιστορικό βλαβών, τα έντυπα εκπαίδευσης του εξοπλισμού και τα εγχειρίδια.

Ένα ολοκληρωμένο λογισμικό συντήρησης θα πρέπει να περιέχει τις εξής λειτουργίες:

- Καταγραφή βλαβών
- Πλήρη αρχεία συντήρησης
- Δημιουργία-ύπαρξη βιβλιοθήκης τεχνικής τεκμηρίωσης (εγχειρίδια, σχέδια, λίστες ανταλλακτικών κτλ.)
- Διαδικασίες προγραμματισμού, εφαρμογής, ελέγχου και αξιολόγησης δραστηριοτήτων προληπτικής και κατασταλτικής συντήρησης
- Προγράμματα προληπτικής συντήρησης
- Διαχείριση αποθήκης ανταλλακτικών
- Προδιαγραφές εργασίας και ανάλωσης ανθρωποωρών και ανταλλακτικών για βασικές ενέργειες προληπτικής συντήρησης
- Στατιστικές βλαβών
- Κοστολόγηση συντήρησης
- Αρχείο αξιολογημένων προμηθευτών ανταλλακτικών, εξωτερικών συνεργείων και υπερβολάβων συντήρησης
- Προγράμματα εκπαίδευσης

#### **4.4 Πλεονεκτήματα διαχείρισης συντήρησης με Η/Υ**

Η μείωση του κόστους συντήρησης είναι από τα σημαντικότερα οφέλη από την εφαρμογή του λογισμικού σε μια επιχείρηση. Στις περισσότερες περιπτώσεις, αυτή είναι της τάξης του 15-20% και επιτυγχάνεται μέσα από:

- Τη συστηματική παρακολούθηση των εργασιών της συντήρησης και την αναγνώριση των αιτιών που αυξάνουν αδικαιολόγητα το κόστος
- Χρήση μοντέλων βελτιστοποίησης και δεικτών συντήρησης
- Τη μείωση του διαχειριστικού κόστους για τον προγραμματισμό και παρακολούθηση της συντήρησης
- Τη βελτιστοποίηση των αποθεμάτων των ανταλλακτικών στην αποθήκη
- Τον καλύτερο έλεγχο των εργασιών και την καλύτερη χρήση των ανθρώπινων πόρων
- Αποδοτικότερη χρήση της προληπτικής συντήρησης

#### 4.5 Μειονεκτήματα λόγω λάθους χειρισμού του λογισμικού

Η σωστή εφαρμογή ενός τέτοιου συστήματος απαιτεί υπεύθυνα άτομα και με συνέπεια έτσι ώστε να καταγράφονται συνεχώς οποιοσδήποτε ενέργειες που αφορούν το τμήμα συντήρησης. Ο λάθος χειρισμός του προγράμματος μπορεί να επιφέρει μειονεκτήματα όπως:

- Αλλοίωση των έγκυρων πληροφοριών της βάσης δεδομένων από την μη καταγραφή ή την λάθος καταγραφή δεδομένων κάποιας ενέργειας
- Έλλειψη κάποιου απαραίτητου ανταλλακτικού για μια εργασία, με οικονομικές συνέπειες τόσο στον χρόνο επισκευής όσο και στον ρυθμό παραγωγής, εάν ο κατάλογος του προγράμματος δεν είναι ίδιος με τον πραγματικό κατάλογο. Η ύπαρξη δε πλεονάσματος πέραν της επιθυμητής ποσότητας ανταλλακτικών επιφέρει επίσης επιπρόσθετο κόστος διατήρησης του αποθέματος.



## **Κεφάλαιο 5: Ανάλυση κινδύνου, υγιεινής και ασφάλειας στις εργασίες συντήρησης στη μονάδα παραγωγής ασφαλικού σκυροδέματος**

### **5.1 Εισαγωγή**

Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό για την Ασφάλεια και την Υγεία στην Εργασία κάθε πέντε δευτερόλεπτα ένας εργαζόμενος στην ΕΕ παθαίνει εργατικό ατύχημα. Κάθε δύο ώρες ένας από αυτούς χάνει τη ζωή του, ενώ κάθε χρόνο περίπου 5 εκατομμύρια πολίτες πέφτουν θύματα ατυχημάτων στο χώρο της εργασίας τους. Ο αριθμός των χαμένων ημερών εργασίας ανέρχεται περίπου στα 146 εκατομμύρια. Αυτό συνεπάγεται μεγάλο οικονομικό κόστος τόσο για τους ίδιους τους εργαζόμενους και τις επιχειρήσεις, όσο και για τα ασφαλιστικά ταμεία και κατ' επέκταση το κοινωνικό σύνολο. Εκτός όμως από το οικονομικό κόστος, πολύ σημαντικό είναι και το προσωπικό, τόσο του ατόμου που το υπέστηκε, όσο και του περιβάλλοντος του: σωματικός πόνος, κακή ψυχολογία κ.α. και σε περίπτωση μόνιμης ανικανότητας για εργασία δύσκολη ή και αδύνατη κοινωνική επανένταξη.

Τριάντα πέντε χιλιάδες εργατικά ατυχήματα σημειώνονται, κατά μέσο όρο, κάθε χρόνο στην Ελλάδα, από τα οποία αποκαλύπτονται και καταγγέλλονται στις αρμόδιες αρχές και υπηρεσίες περίπου τα μισά. Τα υπόλοιπα (ποσοστό 50% περίπου) αποσιωπούνται και συγκαλύπτονται, με ευθύνη των εργοδοτών, αλλά και των εργαζομένων που τραυματίζονται. Τα παραπάνω επίσημα στοιχεία της Eurostat, έγιναν γνωστά στη διάρκεια ημερίδας, με θέμα: «Επιχειρηματικότητα και Ευθύνη», που συνδιοργάνωσαν στη Θεσσαλονίκη ο Σύνδεσμος Εξαγωγέων Βορείου Ελλάδος (ΣΕΒΕ) με την Ένωση Ασφαλιστικών Εταιρειών Ελλάδος. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με την ετήσια έκθεση πεπραγμένων του Σώματος Επιθεώρησης Εργασίας (Σ.Ε.Π.Ε.), το 2013 σημειώθηκαν 5.126 ατυχήματα εκ των οποίων τα 42 θανατηφόρα, ενώ, συμπληρωματικά, σύμφωνα με την έκθεση του ΙΚΑ το 2009 (την τελευταία χρονιά για την οποία έχει δημοσιοποιήσει στατιστικά στοιχεία), έγιναν 9.436 ατυχήματα εκ των οποίων τα 55 θανατηφόρα. Συνεπώς, αν προστεθούν οι παραπάνω αριθμοί, συνολικά συμβαίνουν περίπου 16.000-17.000 εργατικά ατυχήματα ετησίως, εκ των οποίων 120-190 είναι θανατηφόρα, δηλαδή περισσότερα από 45 ατυχήματα ημερησίως. Όμως, όπως είπαν οι ομιλητές στη διάρκεια της εκδήλωσης, με δεδομένο ότι περίπου το ποσοστό των ατυχημάτων που δηλώνονται δεν ξεπερνάει το 50% (κάτι στο οποίο συμβάλουν και τα αυξημένα ποσοστά αδήλωτης εργασίας), τα επίσημα στοιχεία της ευρωπαϊκής Eurostat ανεβάζουν τον αριθμό των εργατικών ατυχημάτων σε 35.000 ετησίως περίπου.

Στην Κύπρο τα ατυχήματα είναι σαφώς πιο λίγα (λόγω του πληθυσμού και των ελάχιστων βιομηχανιών) όμως σύμφωνα με τα στοιχεία του Τμήματος Επιθεώρησης Εργασίας, κατά την περίοδο 2003-2014 καταγράφηκαν 24.330 εργατικά ατυχήματα, εκ των οποίων 136 ή ποσοστό 0,56% ήταν θανατηφόρα. Τα περισσότερα εργατικά ατυχήματα καταγράφηκαν το 2008, όταν δηλώθηκαν 2.367 ατυχήματα, ενώ τα

περισσότερα θανατηφόρα ατυχήματα το 2010, χρονιά κατά την οποία έχασαν τη ζωή τους εν ώρα εργασίας 19 άτομα. Σε σχέση με τη χρονιά που μας πέρασε, γνωστοποιήθηκαν στο ΤΕΕ 1.618 εργατικά ατυχήματα, αριθμός που είναι ελαφρώς αυξημένος σε σχέση με το 2013.

## **5.2 Νομοθετικό πλαίσιο για την πρόληψη και αντιμετώπιση βιομηχανικών ατυχημάτων**

Η ραγδαία αύξηση των τεχνολογικών καταστροφών από τη δεκαετία του 1970 και έπειτα (με αποκορύφωμα το ατύχημα στον πυρηνικό σταθμό παραγωγής ενέργειας του Τσερνόμπιλ της πρώην Σοβιετικής Ένωσης το 1986) σε συνδυασμό με τη διαρκώς αυξανόμενη βιομηχανική δραστηριότητα και τη συνακόλουθη χρήση επικίνδυνων ουσιών στα πλαίσια ενός ταχύτατα εξελισσόμενου από άποψη τεχνολογίας διεθνούς περιβάλλοντος ανέδειξαν την ανάγκη νομοθετικών και κανονιστικών πρωτοβουλιών σε διεθνές, ευρωπαϊκό και πρωτίστως εθνικό επίπεδο προκειμένου να υπάρξει δυνατότητα αποτελεσματικής διαχείρισης των συνεπαγόμενων κινδύνων. Η αναγκαιότητα για καθιέρωση κοινών κανόνων και προδιαγραφών σε διεθνές επίπεδο έγινε ακόμα περισσότερο επιτακτική τις τελευταίες δεκαετίες όταν άρχισε να κυριαρχεί το φαινόμενο της παγκοσμιοποίησης των αγορών. Η διαδικασία της παγκοσμιοποίησης και τα επακόλουθα αυτής (άνοιγμα των συνόρων, ελεύθερη διακίνηση πολιτών, αγαθών, υπηρεσιών, κεφαλαίων κλπ) είχαν ως συνέπεια την αύξηση του βαθμού αλληλεξάρτησης ανάμεσα στα κράτη. Ουσιαστικά άρχισε πλέον να γίνεται αντιληπτό πως οι συνέπειες ενός σοβαρού γεγονότος σε μια χώρα είναι πιθανό να μην μπορούν να ελεγχθούν εσωτερικά με αποτέλεσμα τη διάχυση των επιπτώσεων στο εξωτερικό. Υπό το πρίσμα αυτό, οι πρωτοβουλίες που αναλήφθηκαν σε διεθνές και ευρωπαϊκό επίπεδο είχαν ως στόχο την προστασία των εργαζομένων, των πολιτών και του περιβάλλοντος από τους βιομηχανικούς κινδύνους και αφορούσαν διάφορα ζητήματα όπως τη μεταφορά επικίνδυνων ουσιών, την πρόληψη και αντιμετώπιση βιομηχανικών ατυχημάτων μεγάλης έκτασης, καθώς και τον περιορισμό των επιπτώσεων τέτοιων τεχνολογικών καταστροφών.

### **5.2.1 Ευρωπαϊκή νομοθεσία για την αντιμετώπιση μεγάλων βιομηχανικών ατυχημάτων**

Η ενεργοποίηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης (πρώην Ε.Ο.Κ.) στα θέματα που σχετίζονται με την πρόληψη και αντιμετώπιση μεγάλων βιομηχανικών κινδύνων σε εγκαταστάσεις οι οποίες διαχειρίζονται επικίνδυνες ουσίες υπήρξε απόρροια δυο μεγάλων ατυχημάτων που συνέβησαν τη δεκαετία του 1970 στην Ευρώπη (Flixborough – Ηνωμένο Βασίλειο 1974 και Seveso – Ιταλία 1976). Η ενδελεχής ανάλυση των ατυχημάτων που ακολούθησε, ανέδειξε την ανεπαρκή προετοιμασία των κρατών να αντιμετωπίσουν τέτοια περιστατικά και εντόπισε τρεις βασικές

παραμέτρους που έχρηζαν περαιτέρω επεξεργασίας. Οι παράμετροι αυτοί αφορούσαν τα εξής ζητήματα:

- Οι τοπικές Αρχές δεν είχαν γνώση του τύπου και της ποσότητας των επικίνδυνων χημικών ουσιών που εμπλέκονταν στο ατύχημα
- Δεν υπήρχαν επαρκή δεδομένα για τις διεργασίες που διεξάγονταν στις εγκαταστάσεις αυτές με αποτέλεσμα να μην είναι κατανοητό ποιες ουσίες μπορούσαν να παραχθούν καθώς και ποια ποσότητα ενέργειας ήταν πιθανό να εκχυθεί σε περίπτωση ατυχήματος
- Εμφανής απουσία σχεδιασμού για την αντιμετώπιση τέτοιων εκτάκτων αναγκών

Υπό αυτές τις συνθήκες και έπειτα από μεγάλη επεξεργασία στα πλαίσια των αρμοδίων κοινοτικών οργάνων, τα κράτη μέλη κατέληξαν στην υιοθέτηση της οδηγίας 82/501/ΕΟΚ (**οδηγία SEVESO I**) σχετικά με «τον κίνδυνο ατυχημάτων μεγάλης έκτασης τον οποίο περικλείουν ορισμένες βιομηχανικές δραστηριότητες». Στα πλαίσια των διατάξεων της εν λόγω οδηγίας είχε συμπεριληφθεί πρόβλεψη για τη ριζική αναθεώρηση της εν λόγω κοινοτικής πράξης έπειτα από ένα ικανό για την εξαγωγή συμπερασμάτων χρονικό διάστημα εφαρμογής της. Με δεδομένο αυτό, και αφού μεσολάβησαν ορισμένα πολύ σοβαρά βιομηχανικά ατυχήματα και δυο τροποποιήσεις της οδηγίας, τα κράτη μέλη προχώρησαν στην υιοθέτηση της οδηγίας 96/82/ΕΚ του Συμβουλίου και του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου (γνωστή ως **«οδηγία SEVESO II»**). Μολονότι οι διατάξεις της SEVESO II κάλυπταν όλους σχεδόν τους άξονες μιας ολοκληρωμένης πολιτικής για τη διαχείριση βιομηχανικών ατυχημάτων μεγάλης έκτασης, μια σειρά σοβαρών βιομηχανικών ατυχημάτων που συνέβησαν στις αρχές του 21ου αιώνα σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα μελετών της Ευρωπαϊκή Επιτροπής αναφορικά με την εξακρίβωση της επικινδυνότητας ορισμένων ουσιών (πρόκληση καρκίνου στον άνθρωπο) οδήγησαν στην τροποποίηση της υπό εξέταση Οδηγίας (τροποποιητική Οδηγία 2003/105/ΕΚ).

### **5.2.2 Σκοπός και βασικά σημεία της Οδηγίας 82/501/ΕΟΚ (SEVESO I)**

Βασικός σκοπός της Οδηγίας SEVESO I ήταν η διαμόρφωση ενός αποδοτικού μηχανισμού ροής πληροφοριών μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων στη διαχείριση των συγκεκριμένων βιομηχανικών κινδύνων. Στο πεδίο εφαρμογής της οδηγίας εντάχθηκαν οι βιομηχανικές δραστηριότητες που αφορούσαν την επεξεργασία και αποθήκευση επικίνδυνων ουσιών, οι οποίες σε περίπτωση ατυχήματος θα μπορούσαν να προκαλέσουν διαρροή τοξικών στον αέρα, μεγάλη πυρκαγιά ή έκρηξη. Εν προκειμένω, προσδιορίστηκαν ονομαστικά σε έναν κατάλογο συγκεκριμένες επικίνδυνες ουσίες ενώ υπήρξε και μια μικρότερη κατηγοριοποίηση ουσιών βάσει των ιδιοτήτων τους. Τα βασικά σημεία του νομοθετικού πλαισίου που θεσπίστηκε με την υιοθέτηση της οδηγίας SEVESO I ήταν τα ακόλουθα (Seveso 2000 European Conference):

- Ο καθορισμός αρμόδιας Αρχής σε κάθε κράτος μέλος για τα σχετικά με την οδηγία ζητήματα
- Οι ιδιοκτήτες της βιομηχανικής εγκατάστασης πρέπει να είναι σε θέση να αποδεικνύουν οποτεδήποτε στην αρμόδια Αρχή ότι έχουν εντοπίσει τους σοβαρούς κινδύνους που ενδέχεται να εκδηλωθούν στη μονάδα τους και ότι έχουν λάβει επαρκή μέτρα ασφαλείας για να αποτρέψουν τυχόν ατυχήματα
- Σε περίπτωση που η ποσότητα των καταγεγραμμένων επικίνδυνων ουσιών υπερβαίνει τα προσδιορισμένα όρια, οι ιδιοκτήτες της βιομηχανικής εγκατάστασης πρέπει να ενημερώνουν την αρμόδια αρχή με έγγραφη ειδοποίηση ή έκθεση ασφαλείας, να ετοιμάσουν εσωτερικό σχέδιο έκτακτης ανάγκης και να παρέχουν κάθε ειδοποίηση στην εν λόγω Αρχή προκειμένου να ετοιμάσει αυτή τα εξωτερικά σχέδια έκτακτης ανάγκης
- Η αρμόδια Αρχή πρέπει να ειδοποιείται για τις σημαντικές τροποποιήσεις που λαμβάνουν χώρα στην εγκατάσταση
- Τα κράτη μέλη δεσμεύονται να ενημερώσουν τους πολίτες που κατοικούν κοντά σε αυτές τις εγκαταστάσεις για τα μέτρα ασφαλείας που πρέπει να τηρούν και για τον τρόπο αντίδρασης σε περίπτωση ατυχήματος
- Σε περίπτωση σοβαρού ατυχήματος, οι διαχειριστές της εγκατάστασης πρέπει να το αναφέρουν στην αρμόδια αρχή και αυτή με τη σειρά της στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

### **5.2.3 Σκοπός και σημεία της Οδηγίας 96/82/ΕΚ (SEVESO II)**

Σύμφωνα με τα όσα προβλέπονται, η οδηγία SEVESO II εφαρμόζεται στις εγκαταστάσεις που διαθέτουν επικίνδυνες ουσίες σε ποσότητες ίσες ή ανώτερες από αυτές που επιτρέπεται. Το πεδίο εφαρμογής της εν λόγω οδηγίας επεκτάθηκε με μεταγενέστερη τροποποιητική πράξη (οδηγία 2003/105/ΕΚ) προκειμένου να συμπεριληφθούν στις επικίνδυνες ουσίες οι εκρηκτικές ύλες, πετρελαιοειδή και καρκινογόνα προϊόντα, καθώς και άλλες ουσίες που κρίθηκαν επικίνδυνες για το περιβάλλον.

Με την υιοθέτηση της οδηγίας SEVESO II, τα κράτη μέλη επιχείρησαν να ενισχύσουν την αποτελεσματικότητα του νομοθετικού πλαισίου αναφορικά με την πρόληψη και αντιμετώπιση βιομηχανικών ατυχημάτων μεγάλης έκτασης αποσκοπώντας στη διασφάλιση ενός υψηλού επιπέδου προστασίας για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Για την πραγματοποίηση του σκοπού αυτού, τα κοινοτικά όργανα με την οδηγία SEVESO II διαμόρφωσαν μια συνολική πολιτική διαχείρισης του

κινδύνου εκδήλωσης βιομηχανικού ατυχήματος μεγάλης έκτασης επικεντρώνοντας την προσοχή τους στους ακόλουθους κλιμακωτούς στόχους:

- Σαφή προσδιορισμό βιομηχανικών δραστηριοτήτων και επικίνδυνων ουσιών που εντάσσονται στο πεδίο εφαρμογής
- Σαφή καθορισμό των εμπλεκόμενων Φορέων στη διαδικασία διαχείρισης του κινδύνου
- Εκτίμηση υφιστάμενων κινδύνων πρόκλησης βιομηχανικού ατυχήματος μεγάλης έκτασης
- Λήψη αποτελεσματικών μέτρων πρόληψης για την ασφαλή διαχείριση των επικίνδυνων ουσιών
- Αποτελεσματική απόκριση σε περίπτωση ατυχήματος και μετριασμός των συνεπειών του

Το πλαίσιο της οδηγίας SEVESO II προσδιόρισε συγκεκριμένα καθήκοντα, αρμοδιότητες και υποχρεώσεις σε όλους όσους εμπλέκονται στην ιδιαίτερα σύνθετη διαδικασία πρόληψης και αντιμετώπισης ενός μεγάλου βιομηχανικού ατυχήματος.

Ο σαφής καθορισμός των βιομηχανικών εγκαταστάσεων και των επικίνδυνων ουσιών που εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής της οδηγίας αποτέλεσε τη βάση πάνω στην οποία διαμορφώθηκε το εν λόγω κανονιστικό πλαίσιο προκειμένου να προσδιοριστούν στη συνέχεια οι ευθύνες των ασκούντων την εκμετάλλευση.

Οι βασικοί άξονες της υπό εξέταση οδηγίας, όπως αυτοί προέκυψαν έπειτα από την ενδελεχή ανάλυση των διατάξεων της, είναι οι ακόλουθοι:

- Γενικές υποχρεώσεις του ασκούντος την εκμετάλλευση
- Υποβολή κοινοποίησης
- Έκθεση πολιτικής πρόληψης μεγάλων ατυχημάτων
- Μελέτη ασφαλείας και συστήματα διαχείρισης ασφάλειας
- Πολλαπλασιαστικό φαινόμενο (domino effect)
- Σχεδιασμός αντιμετώπισης καταστάσεων έκτακτης ανάγκης
- Χωροταξικός σχεδιασμός χρήσεων γης
- Διενέργεια επιθεωρήσεων και ελέγχων στις εγκαταστάσεις
- Παροχή πληροφόρησης για κινδύνους και ατυχήματα

### 5.3 Μεθοδολογία εκτίμησης και πρόληψης του κινδύνου

Η έννοια του **κινδύνου** εκφράζει το “επικείμενο κακό” ή και την πιθανή δυσάρεστη έκβαση ενός συμβάντος. Όταν αναφερόμαστε σε κίνδυνο στους χώρους εργασίας εννοούμε τον κίνδυνο για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων, ο οποίος

προέρχεται από την έκθεση σε βλαπτικούς παράγοντες του εργασιακού περιβάλλοντος.

Ως **πηγή κινδύνου** χαρακτηρίζεται η εγγενής ιδιότητα ή ικανότητα κάποιου στοιχείου να προκαλέσει βλάβη.

Ο κίνδυνος σχετίζεται με την πιθανότητα ή τη συχνότητα έκθεσης των εργαζομένων σε κάποια πηγή κινδύνου στον εργασιακό χώρο (π.χ. θόρυβος, χημικές ουσίες, μονότονη ή επαναληπτική εργασία κλπ.) καθώς επίσης και με τη σοβαρότητα των συνεπειών, δηλαδή τη βιολογική βλάβη που προκλήθηκε από την έκθεση αυτή. Η συνθετική προσέγγιση της πιθανότητας έκθεσης και της σοβαρότητας των συνεπειών, εκφράζεται από την έννοια της **επικινδυνότητας** που προσδιορίζει το βαθμό του κινδύνου. Η εκτίμηση του κινδύνου είναι μια σύνθετη, διαχρονική και δυναμική διαδικασία αξιολόγησης των κινδύνων του εργασιακού περιβάλλοντος, με σκοπό την προστασία της υγείας και ασφάλειας των εργαζομένων

#### **5.4 Ταξινόμηση και ορισμός των κινδύνων**

Οι κίνδυνοι που πηγάζουν από κάθε επαγγελματική δραστηριότητα, αν και συνήθως δρουν σε συνεργεία (π.χ. η εντατικοποίηση της εργασίας σε ένα εργασιακό περιβάλλον με υψηλά επίπεδα θορύβου δημιουργεί τις προϋποθέσεις ώστε να εκδηλωθεί τόσο μια επαγγελματική ασθένεια όσο και ένα εργατικό ατύχημα), για λόγους τακτοποίησης και καταγραφής, ταξινομούνται σε τρεις μεγάλες ομάδες:

##### **1η Ομάδα:**

Κίνδυνοι για την ασφάλεια ή κίνδυνοι εργατικού ατυχήματος που περικλείουν την πιθανότητα να προκληθεί τραυματισμός ή βιολογική βλάβη στους εργαζόμενους, ως συνέπεια της έκθεσης στην πηγή κινδύνου. Η φύση της πηγής κινδύνου καθορίζει την αιτία και το είδος του τραυματισμού ή της βιολογικής βλάβης, που μπορεί να είναι μηχανική, ηλεκτρική, χημική, θερμική κ.λπ.

Οι κίνδυνοι αυτοί μπορεί να οφείλονται (ενδεικτικά):

- στις κτιριακές δομές (π.χ. μη τήρηση των πολεοδομικών και υγειονομικών κανονισμών, ανεπάρκεια εξόδων κινδύνου, ολισθηρά δάπεδα, ελλιπής συντήρηση κατασκευών, απουσία προστατευτικών έναντι πτώσης κλπ)
- στον εξοπλισμό εργασίας (π.χ. απουσία προστατευτικών διατάξεων επικίνδυνων ζωνών στις μηχανές, ελλιπής συντήρηση, χρήση από μη εκπαιδευμένο προσωπικό κλπ)
- στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις (π.χ. μη τήρηση κανονισμού ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, ελλιπής συντήρηση κλπ)
- σε χρήση εύφλεκτων ή/και εκρηκτικών ουσιών (π.χ. μη τήρηση προδιαγραφών ασφαλούς χρήσης και αποθήκευσης των ουσιών, έλλειψη

μέτρων ελέγχου πηγών έναυσης, ελλιπής εξαερισμός, ανεπαρκής εξοπλισμός πυρανίχνευσης-συναγερμού κατάσβεσης, απουσία διατάξεων ασφαλείας του εξοπλισμού υπό πίεση κλπ)

- σε χρήση άλλων επικίνδυνων ουσιών όπως τοξικές, διαβρωτικές κλπ (π.χ. μη τήρηση προδιαγραφών ασφαλούς χρήσης και αποθήκευσης των ουσιών με βάση το δελτίο δεδομένων ασφάλειας προϊόντων) 9 σε φυσικούς παράγοντες (π.χ. απόσπαση προσοχής εργαζόμενου λόγω υψηλού θορύβου)

## **2η Ομάδα:**

Κίνδυνοι για την υγεία που περιλαμβάνουν την πιθανότητα να προκληθεί αλλοίωση στη βιολογική ισορροπία των εργαζομένων (ασθένεια), συνέπεια της επαγγελματικής έκθεσης σε φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς βλαπτικούς παράγοντες του εργασιακού περιβάλλοντος.

Οι κίνδυνοι αυτοί μπορεί να οφείλονται σε:

- χημικούς παράγοντες (π.χ. υπέρβαση Οριακών Τιμών Έκθεσης)
- φυσικούς παράγοντες (π.χ. υπέρβαση Οριακών Τιμών Έκθεσης)
- βιολογικούς παράγοντες (π.χ. παρουσία βιολογικών ρύπων)

## **3η Ομάδα:**

Κίνδυνοι εργονομικοί ή εγκάρσιοι (για την υγεία και την ασφάλεια) οι οποίοι χαρακτηρίζονται από την αλληλεπίδραση της σχέσης, εργαζόμενου και οργάνωσης εργασίας στην οποία είναι ενταγμένος. Οι αιτίες αυτών των κινδύνων εντοπίζονται στην ίδια τη δομή της παραγωγικής διαδικασίας, που οδηγεί στην αναγκαστική προσαρμογή του ανθρώπου στις απαιτήσεις της εργασίας. Ο σχεδιασμός των επεμβάσεων για την πρόληψη ή/και την προστασία των εργαζομένων από αυτούς τους κινδύνους πρέπει να στοχεύει σε μία δυναμική ισορροπία μεταξύ του ανθρώπου και του εργασιακού περιβάλλοντος, με βασική συντεταγμένη την προσαρμογή της εργασίας στον άνθρωπο, προσαρμογή που προϋποθέτει τη γνώση των φυσιολογικών αλλά και παθολογικών μηχανισμών του ανθρώπινου οργανισμού.

Οι κίνδυνοι αυτοί μπορεί να οφείλονται :

- στην οργάνωση εργασίας (π.χ. εντατικοποίηση, μονοτονία, βάρδιες κλπ)
- σε ψυχολογικούς παράγοντες (π.χ. άτυπες μορφές εργασίας, ηθική παρενόχληση κλπ)

- σε εργονομικούς παράγοντες (π.χ. μη εργονομικός σχεδιασμός της θέσης εργασίας κλπ)
- σε αντίξοες συνθήκες εργασίας (π.χ. εργασίες με ακατάλληλο εξοπλισμό, εργασίες σε αντίξοες κλιματολογικές συνθήκες κλπ)

### **5.5 Διαδικαστικές φάσεις εκτίμησης του κινδύνου**

Η διαδικασία εκτίμησης του επαγγελματικού κινδύνου ακολουθεί βασικές ενέργειες που οδηγούν στον εντοπισμό των πηγών κινδύνου, την εξακρίβωση, καθώς και τον ποσοτικό και ποιοτικό προσδιορισμό των βλαπτικών παραγόντων του εργασιακού περιβάλλοντος.

#### **1. Εντοπισμός των πηγών κινδύνου (πρώτη φάση)**

Αυτή η φάση περιλαμβάνει μια επιμελημένη και πλήρη καταγραφή της παραγωγικής διαδικασίας των υπό εξέταση χώρων ή θέσεων εργασίας. Η καταγραφή αφορά:

- Την καταγραφή της παραγωγικής διαδικασίας και ροής, την περιγραφή της παραγωγικής τεχνολογίας, των μηχανών, των εγκαταστάσεων, των χρησιμοποιούμενων υλών και ουσιών, των διαδικασιών συντήρησης των μηχανών και των εγκαταστάσεων, την επεξεργασία και διάθεση των αποβλήτων καθώς και την εσωτερική και εξωτερική διακίνηση των φορτίων και των προϊόντων.
- Τον προορισμό χρήσης των χώρων εργασίας (π.χ. εργαστήρια, γραφεία, αποθήκες κ.λπ.).
- Τα κτιριακά χαρακτηριστικά του εργασιακού χώρου (αντισεισμική προστασία, επιφάνεια, χωρητικότητα, ανοίγματα κ.λπ.).
- Τα χαρακτηριστικά των εργαζομένων στα υπό εξέταση τμήματα της παραγωγικής διαδικασίας (αριθμός εργαζομένων, φύλο, βάρδιες εργασίας, εργασιακή ηλικία κ.λπ.).
- Τις πληροφορίες που προέρχονται από την ιατρική παρακολούθηση, εάν και εφόσον παρέχεται, καθώς και αυτές που σχετίζονται με τα εργατικά ατυχήματα και τις επαγγελματικές ασθένειες.

Αυτή η καταγραφή της παραγωγικής διαδικασίας και του τεχνολογικού κύκλου παρέχοντας μια ολοκληρωμένη γνώση των παραγωγικών δραστηριοτήτων, επιτρέπει τον εντοπισμό των πηγών κινδύνου για την υγεία και ασφάλεια των εργαζομένων. Για να επιτευχθεί μια ουσιαστική και όχι τυπική καταγραφή των παραγωγικών διαδικασιών είναι απαραίτητη η άντληση πληροφοριών από τους εργαζόμενους σχετικά με τις πραγματικές συνθήκες που επικρατούν στον εργασιακό χώρο.



## **2. Εξακρίβωση των κινδύνων έκθεσης (δεύτερη φάση)**

Η εξακρίβωση των κινδύνων έκθεσης αποτελεί εκείνη τη διαδικασία η οποία μας επιτρέπει να προσδιορίσουμε ποιοτικά τους βλαπτικούς παράγοντες στους οποίους εκτίθενται οι εργαζόμενοι. Ως εκ τούτου εξετάζουμε και καταγράφουμε:

- Τον τρόπο λειτουργίας (π.χ. χειροκίνητη, αυτοματοποιημένη, μηχανική, μικτή κ.λπ.), καθώς και τη μορφή της παραγωγικής δραστηριότητας.
- Την οργάνωση της παραγωγικής δραστηριότητας στο υπό εξέταση εργασιακό περιβάλλον (π.χ. χρόνος παραμονής στον εργασιακό χώρο, ταυτόχρονη ύπαρξη άλλων δραστηριοτήτων κ.λπ.).
- Τη λήψη ή μη μέτρων προστασίας και πρόληψης για την υγεία και ασφάλεια των εργαζομένων.
- Την άποψη των εργαζομένων για τις συνθήκες που επικρατούν στον εργασιακό χώρο στον οποίο εργάζονται καθώς και τις αναφορές τους για τις επιπτώσεις των βλαπτικών παραγόντων στην κατάσταση της υγείας τους (μέσω της εργατικής υποκειμενικότητας).

Στην υλοποίηση της συγκεκριμένης κατεύθυνσης ο ρόλος της ΕΥΑΕ είναι αναντικατάστατος. Η ΕΥΑΕ μπορεί αντικειμενικά να εξελιχθεί σε πόλο συγκέντρωσης της εμπειρίας των εργαζομένων. Ταυτόχρονα μπορεί να αναδείξει επικίνδυνες πρακτικές που υπάρχουν στη ζωή της επιχείρησης και τις οποίες αποκρύπτει ο εργοδότης για ευνόητους λόγους.

## **3. Εκτίμηση των κινδύνων έκθεσης (τρίτη φάση)**

Η εκτίμηση των κινδύνων έκθεσης που καταγράφηκαν και εξακριβώθηκαν στις δύο προηγούμενες φάσεις ανάλυσης του εργασιακού περιβάλλοντος (φάση 1η και φάση 2η), υλοποιείται δια μέσου:

- Του ελέγχου της εφαρμογής των κανόνων ασφάλειας (π.χ. των μηχανών).
- Του ελέγχου των «αποδεκτών» για την υγεία και ασφάλεια συνθηκών εργασίας (σχετικά με τη φύση των κινδύνων, τη χρονική διάρκεια, τον τρόπο υλοποίησης και τη μορφή των παραγωγικών δραστηριοτήτων), αναφορικά με την κείμενη νομοθεσία.
- Του ποσοτικού προσδιορισμού των βλαπτικών παραγόντων του εργασιακού περιβάλλοντος και των επιπτώσεών του στην υγεία και ασφάλεια των εργαζομένων, με τη διεξαγωγή τόσο στοχευμένων μετρήσεων όσο και στοχευμένων ιατρικών εξετάσεων.

Ο ποσοτικός προσδιορισμός αποτελεί το πιο κρίσιμο στάδιο κάθε διαδικασίας εκτίμησης του κινδύνου. Συνιστάται στον προσδιορισμό της πιθανότητας να υπάρξει έκθεση του εργαζόμενου σε μια επικίνδυνη κατάσταση ή ένα βλαπτικό παράγοντα του εργασιακού περιβάλλοντος καθώς και στην εκτίμηση της

σοβαρότητας των συνεπειών που θα έχει η έκθεση αυτή όπως δείχνουν οι Πίνακες 5.1,5.2,5.3

ΣΟΒΑΡΟΤΗΤΑ	ΕΚΤΙΜΗΣΗ	ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ
Αμελητέες συνέπειες. Χρήση πρώτων βοηθειών. Συνέχιση εργασίας	Πολύ μικρή	1
Μικροτραυματισμοί που χρειάστηκαν τις πρώτες βοήθειες. Βραχυπρόθεσμοι και πλήρως αναστρέψιμοι τραυματισμοί	Μικρή	2
Οι συνέπειες απαιτούν μεταφορά σε νοσοκομείο ή / και νοσηλεία. Απουσία από την εργασία για χρονικό διάστημα από τρεις ημέρες έως 2 μήνες.	Μεσαία	3
Οι συνέπειες είναι σοβαρές και απαιτούν νοσηλεία. Απουσία από την εργασία για χρονικό διάστημα άνω των δύο μηνών.	Σημαντική	4
Οι συνέπειες θα μπορούσαν να είναι ο θάνατος ή τραυματισμοί που οδηγούν σε μόνιμη αναπηρία.	Ακραία	5

**Πίνακας 5.1:** Πίνακας Σοβαρότητας Κινδύνου

ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ	ΕΚΤΙΜΗΣΗ	ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ
Πολύ απίθανο να συμβεί	Πολύ μικρή	1
Σπάνιο γεγονός, όμως μπορεί να συμβεί στην εργασία.	Μικρή	2
Είναι ένα γεγονός που μπορεί να συμβεί κατά τη διάρκεια της εργασίας. Παρόμοια έχουν συμβεί και στο παρελθόν.	Μεσαία	3
Ένα γεγονός που είναι πιθανό να συμβεί αρκετές φορές κατά τη διάρκεια της εργασίας. Παρόμοια έχουν συμβεί στο παρελθόν κατά τα τελευταία 5 χρόνια	Υψηλή	4
Ένα γεγονός το οποίο είναι πολύ πιθανό να συμβεί αρκετές φορές κατά τη διάρκεια της εργασίας. Γεγονός που έχει συμβεί πολλές φορές κατά τα τελευταία πέντε χρόνια	Πολύ υψηλή	5

Risk Rating		ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ				
1 - 2	Negligible	Πολύ μικρή	Μικρή	Μεσαία	Υψηλή	Πολύ υψηλή
3 - 5	Small					
6 - 9	Moderate					
10 - 14	High					
15 - 25	Very High					
Σ Ο Β Α Ρ Ο Τ Η Τ Α	Πολύ μικρή	1	2	3	4	5
	Μικρή	2	4	6	8	10
	Μεσαία	3	6	9	12	16
	Υψηλή	4	8	12	16	20
	Πολύ υψηλή	5	10	15	20	25

**Πίνακας 5.3:** Πίνακας σοβαρότητας/ πιθανότητας (Αξιολόγηση Ρίσκου)

Η αξιολόγηση ρίσκου προκύπτει από τον πολ/σμό πυκνότητας πιθανότητας και όπως φαίνεται και από τον πιο πάνω πίνακα με μπλε και σε αριθμούς 1-2 έχουμε πολύ μικρό ρίσκο, με πράσινο και σε αριθμούς 3-5 μικρό ρίσκο, με κίτρινο και σε αριθμούς 6-9 μεσαίο ρίσκο, με πορτοκαλί και σε αριθμούς 10-12 υψηλό ρίσκο, με κόκκινο και σε αριθμούς 15-25 πολύ υψηλό ρίσκο.

### **5.6 Σήματα ασφαλείας, απαγόρευσης και προειδοποίησης στους χώρους εργασίας της μονάδας παραγωγής ασφαλικού σκυροδέματος**

Η πρόληψη των εργατικών ατυχημάτων και επαγγελματικών ασθενειών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη συμπεριφορά των εργαζομένων σε όλες τις θέσεις και τους χώρους εργασίας. Τα σήματα ασφαλείας και υγείας παίζουν σπουδαίο ρόλο για την επίτευξη αυτού του στόχου, αφού με την κατάλληλη χρήση τους προσελκύουν την προσοχή των εργαζομένων προειδοποιώντας τους έτσι για τους υπάρχοντες κινδύνους ή υπενθυμίζοντας τους συγκεκριμένες οδηγίες. Με την κατάλληλη σήμανση μπορούν να μειωθούν δραστικά τα εργατικά ατυχήματα και οι ασθένειες, με όλες τις συνέπειες που θα έχει αυτό, όχι μόνο για τους εργαζόμενους, αλλά και για την ομαλή λειτουργία και παραγωγικότητα της επιχείρησης.

Υπάρχουν τρία είδη μόνιμης σήμανσης στην μονάδα τα οποία είναι τα εξής:

- ✓ Ασφαλείας (υποχρέωση)
- ✓ Απαγόρευσης
- ✓ προειδοποίησης

Τα **σήματα ασφαλείας** υποδεικνύουν μια συγκεκριμένη συμπεριφορά. Έχουν κυκλικό σχήμα η ενέργεια που μας υποχρεώνουν να κάνουμε παριστάνεται με άσπρο σύμβολο σε μπλε φόντο.

Τα **σήματα απαγόρευσης** μας απαγορεύουν να προβούμε σε οποιαδήποτε ενέργεια. Έχουν σχήμα κυκλικό και η ενέργεια η οποία απαγορεύουν παριστάνεται με ένα μαύρο σύμβολο σε λευκό φόντο που περιβάλλεται από κόκκινη γραμμή. Επίσης μια κόκκινη γραμμή από τα αριστερά προς τα δεξιά διασχίζει το σήμα.

Τα **σήματα προειδοποίησης** κινδύνου προειδοποιούν για πιθανό κίνδυνο. Έχουν σχήμα τριγώνου (ισόπλευρου) με την μια κορυφή προς τα πάνω. Ο κίνδυνος που προειδοποιούν παριστάνεται με μαύρο σύμβολο σε κίτρινο φόντο που περιβάλλεται από μαύρη γραμμή

Στην *Εικόνα 5.2* βλέπουμε φωτογραφίες από κάποια σήματα ασφαλείας που υπάρχουν στη μονάδα. Στην πρώτη πάνω αριστερά βλέπουμε το σήμα με το κράνος

όπου μας προειδοποιεί ότι πρέπει να φοράμε κράνος γιατί υπάρχει πιθανή πτώση υλικών. Στην πάνω δεξιά βλέπουμε το σήμα με τα ακουστικά όπου μας προειδοποιούν ότι πρέπει να φοράμε ακουστικά λόγω υψηλών θορύβων. Η κάτω αριστερά μας δείχνει ότι πρέπει να φοράμε τις κατάλληλες μπότες ασφαλείας αφού το ασφαλτομίγμα αναπτύσσει υψηλές θερμοκρασίες και υπάρχει κίνδυνος επαφής στα πόδια. Στην κάτω δεξιά βλέπουμε κάποια άλλα σήματα όπου μας προειδοποιούν να φοράμε μάσκες λόγω αναθυμιάσεων, γάντια λόγω υψηλών θερμοκρασιών για αποφυγή εγκαυμάτων. Στη μεσαία βλέπουμε ένα σήμα όπου πρέπει να φοράμε μάσκα προστασίας ματιών λόγω σκόνης καθώς και λόγω χημικών ουσιών όπως άσφαλτος, πετρέλαιο και λιπαντικά.



**Εικόνα 5.2:** Σήματα Ασφαλείας

Στην *Εικόνα 5.3* βλέπουμε φωτογραφίες με κάποια σήματα απαγόρευσης. Στην πάνω αριστερά βλέπουμε ένα σήμα όπου μας απαγορεύει να αγγίζουμε γιατί υπάρχουν κινητά μέρη, στην πάνω δεξιά βλέπουμε ένα όπου μας απαγορεύει να στεκόμαστε κάτω από αυτά τα μέρη γιατί υπάρχει πιθανή πτώση υλικών. Στην κάτω αριστερά ένα άλλο όπου μας λέει να μην καπνίζουμε γιατί υπάρχουν διάφορα εύφλεκτα καύσιμα και υπάρχει κίνδυνος φωτιάς και κάτω δεξιά ένα άλλο όπου μας απαγορεύει να αγγίζουμε γιατί υπάρχει κίνδυνος ηλεκτροπληξίας.



**Εικόνα 5.3:** Σήματα Απαγόρευσης

Στην *Εικόνα 5.4* βλέπουμε φωτογραφίες από κάποια από τα σήματα προειδοποίησης που υπάρχουν στη μονάδα. Η αριστερά μας προειδοποιεί ότι υπάρχει κίνδυνος πυρκαγιάς η μεσαία κίνδυνος πτώσης και η δεξιά ότι υπάρχουν άλλοι διάφοροι κίνδυνοι.



**Εικόνα 5.4** Σήματα προειδοποίησης

## 5.7 Χαρακτηριστικά εργοστασίου και εγκατάσταση καταπολέμησης φωτιάς

### Χαρακτηριστικά Εργοστασίου:

- **Περιγραφή τοποθεσίας και εργοστασίου** : Το εργοστάσιο έχει έκταση περίπου 70.000 τ.μ. και βρίσκεται στο χωριό Μοσφιλωτή. Το εργοστάσιο (μηχανήματα) τοποθετείται και στερεώνεται πάνω σε βάση από τσιμεντένιο σκυρόδεμα. Οι υπόλοιποι χώροι όπου κυκλοφορούν τα οχήματα είναι επιστρωμένοι με άσφαλτο.
- **Εξαερισμός και κλιματισμός**: Δεν υπάρχουν καθώς το εργοστάσιο είναι σε ανοικτό χώρο. Στους 3 κλειστούς χώρους της μονάδας όπου υπάρχουν οι συμπιεστές νερού και αέρα καθώς και οι δεξαμενές των καυσίμων υπάρχει εξαερισμός.
- **Χημικές συνθήκες**: Πιθανή επαφή με: πετρέλαιο, εύφλεκτα υγρά και άσφαλτο.
- **Βιολογικές συνθήκες**: Δεν υπάρχουν.
- **Φυσικές συνθήκες**: Υψηλές θερμοκρασίες, θόρυβος και σκόνη. Υπάρχουν σοβαροί κίνδυνοι εγκαυμάτων και πυρκαγιάς, κίνδυνος πρόκλησης βλάβης στην ακοή καθώς και κίνδυνος αναπνευστικών προβλημάτων.
- **Εξοπλισμός πρώτων βοηθειών**: Διαθέσιμος. Υπάρχει πάντα εξοπλισμός πρώτων βοηθειών αφού η πιθανότητα ατυχήματος είναι πολύ μεγάλη.

Η εγκατάσταση καταπολέμησης φωτιάς στην μονάδα δεν είναι σταθερή. Υπάρχουν κινητά σημεία πυρόσβεσης σε διάφορα μέρη της. Στη μονάδα υπάρχουν 3 είδη πυροσβεστήρων:

- Πυροσβεστήρες πεπιεσμένου νερού
- Πυροσβεστήρες αφρού
- Πυροσβεστήρες ξηρής σκόνης

**Οι πυροσβεστήρες πεπιεσμένου νερού** είναι ιδανικοί για πυρκαγιές χαρτιού, ξύλου, πλαστικού, σκουπιδιών ή υφασμάτων. Η αποτελεσματικότητα του νερού ως πυροσβεστικού μέσου οφείλεται στη μεγάλη δυνατότητα που έχει να απορροφά τη θερμότητα. Όταν διοχετεύεται σε επαρκή ποσότητα, το νερό εξαλείφει απλώς τη θερμότητα γρηγορότερα από ότι την αναπαράγει η φωτιά, και έτσι η φωτιά σβήνει. Αλλά μη χρησιμοποιείτε νερό σε εύφλεκτα υγρά. Επίσης, επειδή το νερό είναι καλός αγωγός του ηλεκτρισμού, δεν πρέπει να χρησιμοποιείται όπου υπάρχουν

ηλεκτροφόρα καλώδια. Το ίδιο ισχύει για οποιονδήποτε πυροσβεστήρα περιέχει νερό. Ως επί το πλείστο η χρησιμοποίησή τους περιορίζεται στα γραφεία.

**Οι πυροσβεστήρες αφρού** είναι δραστικοί, όχι μόνο στις κοινές πυρκαγιές, αλλά και σε πυρκαγιές που περιλαμβάνουν εύφλεκτα υγρά (βιομηχανικά λιπαντικά, καύσιμα, χρώματα). Όταν χρησιμοποιείται για να σβήσει φλεγόμενο υγρό, ο αφρός το καλύπτει με μια αδιαπέραστη μεμβράνη η οποία δεσμεύει τους εύφλεκτους ατμούς και κρατάει μακριά το οξυγόνο. Γι' αυτόν το λόγο, ο αφρός πρέπει να διοχετεύεται πιο απαλά ώστε να μη διαπερνάει το υγρό αλλά, αντιθέτως, να απλώνεται εύκολα πάνω του. Τέτοιου τύπου πυροσβεστήρες χρησιμοποιούνται κοντά στις δεξαμενές αποθήκευσης καυσίμου και αποθήκευσης συνδετικής ύλης.

**Οι πυροσβεστήρες ξηρής σκόνης είναι γενικής χρήσης**, αποτρέπουν με χημικό τρόπο την ανάφλεξη και λειτουργούν ως επιβραδυντικά πυρκαγιάς. Η ξηρή σκόνη δεν είναι αποτελεσματική μόνο στις κοινές πυρκαγιές αλλά επίσης και στην αντιμετώπιση πυρκαγιών λόγω ηλεκτρικού εξοπλισμού. Οι συγκεκριμένοι τύπου πυροσβεστήρες είναι πολλαπλών εφαρμογών και αποτελούν εξαιρετική προστασία. Χρησιμοποιούνται κατευθείαν στα μηχανήματα αφού δεν υπάρχει κίνδυνος ηλεκτροπληξίας.



*Εικόνα 5.5: Εγκατάσταση καταπολέμησης πυρκαγιάς*

## 5.8 Παραδείγματα κινδύνων στη μονάδα παραγωγής ασφαλτικού σκυροδέματος.

Πιο κάτω θα αναλύσουμε κάποια παραδείγματα κινδύνων που παρατηρούνται στη μονάδα. Οι πιο κάτω φωτογραφίες της *Εικόνας 5.6* μας δείχνουν κάποιους κινδύνους όπου μπορούν να επηρεάσουν την ορθή λειτουργία της μονάδας, την υγεία των εργαζομένων καθώς και του περιβάλλοντος. Πρόκειται για κινδύνους οι

οποίοι φαίνονται αμελητέοι όμως στην πραγματικότητα μπορούν να προκαλέσουν σοβαρότατες ζημιές.



**Εικόνα 5.6:** Παραδείγματα κινδύνων

Στην πάνω αριστερά βλέπουμε το λάδι που φεύγει από τις σωλήνες να καταλήγει σε κουβά. Με την υπερχειλίση του κουβά το λάδι θα χύνεται έξω με κίνδυνο μόλυνσης του περιβάλλοντος καθώς και κίνδυνος κάποιος από τους εργαζόμενους να γλιστρήσει με αποτέλεσμα να τραυματιστεί. Στην πάνω δεξιά βλέπουμε καλώδια να είναι εκτεθειμένα σε ήλιο, βροχή και χημικά υλικά με αποτέλεσμα να καταστραφούν και να υπάρχει κίνδυνος ηλεκτροπληξίας. Η κάτω μας δείχνει μια κυλινδρική κατασκευή και με πολλά βαθουλώματα όπου στα δεξιά όπως βλέπουμε να υπάρχουν λιπαντικά και υπάρχει σοβαρός κίνδυνος πυρκαγιάς αφού είναι ακριβώς δίπλα από τον φούρνο όπου λειτουργεί σε υψηλές θερμοκρασίες. Όπως γίνεται αντιληπτό πρόκειται για κινδύνους οι οποίοι εύκολα μπορούν να αποφευχθούν.

### **5.9 Αξιολόγηση ρίσκου στις εργασίες συντήρησης και προτάσεις μείωσης του**

Η συντήρηση είναι σημαντική για τη διασφάλιση βιώσιμης παραγωγικότητας, για την παραγωγή προϊόντων υψηλής ποιότητας και για τη διατήρηση της ανταγωνιστικότητας των επιχειρήσεων. Έχει, όμως, επιπτώσεις στην επαγγελματική ασφάλεια και υγεία.

Πρώτον, η καλή συντήρηση είναι κρίσιμης σημασίας για τη διατήρηση της ασφάλειας και της αξιοπιστίας των μηχανημάτων και του χώρου εργασίας.



Δεύτερον, η ίδια η συντήρηση είναι **δραστηριότητα υψηλού κινδύνου** και **πρέπει να εκτελείται με ασφάλεια**, με κατάλληλη προστασία τόσο των εργαζομένων που εκτελούν εργασίες συντήρησης όσο και των λοιπών ατόμων που είναι παρόντες στον χώρο εργασίας. Σε αυτούς τους κινδύνους περιλαμβάνονται η εργασία κατά τη διάρκεια λειτουργίας των μηχανημάτων και η εργασία σε μικρή απόσταση από τα μηχανήματα. Υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας, η αυτοματοποίηση των διαδικασιών περιορίζει συνήθως την πιθανότητα ανθρώπινου σφάλματος που μπορεί να οδηγήσει σε ατυχήματα. Στις εργασίες συντήρησης, σε αντίθεση με τις κανονικές συνθήκες λειτουργίας, η άμεση επαφή του εργαζομένου με το μηχάνημα δεν μπορεί να περιοριστεί σημαντικά. Η συντήρηση είναι μια δραστηριότητα κατά την οποία οι εργαζόμενοι βρίσκονται αναγκαστικά πολύ κοντά στα μηχανήματα. Η συντήρηση περιλαμβάνει συχνά μη συνήθεις εργασίες, έκτακτα καθήκοντα και συχνά πραγματοποιείται υπό ειδικές συνθήκες, όπως σε κλειστούς χώρους.

Οι εργασίες συντήρησης περιλαμβάνουν συνήθως αποσυναρμολόγηση και εκ νέου συναρμολόγηση πολύπλοκων μηχανημάτων. Οι διαδικασίες αυτές ενέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο ανθρώπινου σφάλματος, αυξάνοντας έτσι τον κίνδυνο ατυχήματος.

Η συντήρηση ενέχει αλλαγή καθηκόντων και περιβάλλοντος εργασίας. Αυτό ισχύει ιδίως στην περίπτωση των εργαζομένων με συμβάσεις εργασίας. Η υπερβολαβία είναι επιβαρυντικός παράγοντας σε ότι αφορά την ασφάλεια και την υγεία αφού πολυάριθμα ατυχήματα και περιστατικά σχετίζονται με την εξωτερική ανάθεση εργασιών συντήρησης.

Η εργασία υπό πίεση χρόνου είναι επίσης άλλο ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα των εργασιών συντήρησης, ιδίως δε σε περιπτώσεις διακοπής της παραγωγής ή ιδιαίτερα επείγουσών επισκευών.

Καθώς η συντήρηση διενεργείται σε όλους τους τομείς και τους χώρους εργασίας και αφορά ποικίλες εργασίες, σχετίζεται με ένα ευρύ φάσμα κινδύνων. Στους πίνακες των επόμενων σελίδων θα αναλύσουμε εκτενέστερα τους κινδύνους και θα αξιολογήσουμε το ρίσκο τους.

Κίνδυνος	Πηγή κινδύνου	Μετρά προστασίας	Σοβαρότητα	Πιθανότητα	Αξιολόγηση ρίσκου	Προτεινόμενα μέτρα	Σύνολο ρίσκου
Πτώση ατόμων από σκάλα	Μη σταθερό και συμπαγές πάτωμα για τη χρήση σκάλας	Οι σκάλες θα είναι ασφαλισμένες από γλίστρημα με χρήση συνδέσμων στην κορυφή ή την βάση. Σωστή γωνία τοποθέτησης της σκάλας είναι 75 μοίρες ή αναλογία βάσης προς ύψος 24	3	2	6	Αντικατάσταση παλιών σκαλών. Εκπαίδευση προσωπικού στην ασφαλή χρήση των σκαλών και στους κινδύνους που θα πρέπει να αποφεύγονται	3
Ηλεκτροπληξία	Ελαττωματικός εξοπλισμός, φθαρμένα καλώδια, εκτεθειμένα καλώδια.	Ο εξοπλισμός θα φέρει σήμανση CE. Δεν θα γίνονται εργασίες με εργαλεία κοντά σε πετρέλαια ή λάδια ή άλλα εύφλεκτα υλικά. Ιδιαίτερα δεν θα γίνονται εργασίες με εργαλεία που προκαλούν σπινθήρες.	5	1	5	Αντικατάσταση ή επισκευή επικινδύνου εξοπλισμού. Παρακολούθηση εξοπλισμού. Διασφάλιση ασφαλής χρήση. Χρήση MONO από εκπαιδευμένο και ικανό προσωπικό. Όλα τα κυκλώματα θα αντιμετωπίζονται ως "ζωντανά" έως ότου διαπιστωθεί ότι είναι "νεκρά". Η εμπειρία του εργοδοτούμενου δεν έχει καμία σημασία. ΚΑΜΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΝ ΘΑ ΓΙΝΕΤΑΙ ΣΕ ΖΩΝΤΑΝΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ.	2

Πίνακας 5.4: Αξιολόγηση ρίσκου σε εργασίες συντήρησης

Κίνδυνος	Πηγή κινδύνου	Μετρά προστασίας	Σοβαρότητα	Πιθανότητα	Αξιολόγηση ρίσκου	Προτεινόμενα μέτρα	Σύνολο ρίσκου
Χτύπημα από πτώση αντικειμένων	Πιθανή πτώση υλικών ή αντικειμένων λόγω μετακίνησης ανυψωμένων βαριών φορτίων	Κανείς δεν επιτρέπεται να στέκεται ή να εργάζεται εντός της ακτίνας εργασίας της ανυψωτικής μηχανής χωρίς την άδεια του χειριστή. Τα φορτία δεν θα αωρούνται πάνω από προσωπικό, οχήματα, καμπίνες ή καταλύματα εργοταξίου ή κοντά σε υπέργεια καλώδια. Χρήση ατομικού εξοπλισμού ασφαλείας (κράνη, γάντια και παπούτσια ασφαλείας)	3	3	9	Για μεγάλα φορτία θα χρησιμοποιούνται σχοινιά για σταθεροποίηση και καθοδήγηση. Θα υπάρχουν προειδοποιητικές πινακίδες για τις εργασίες ανύψωσης και η περιοχή θα είναι απομονωμένη με κώνους και κορδέλες.	3
Φωτιά- έκρηξη	Χρήση ή αποθήκευση Ιδιαίτερα Εύφλεκτων υλικών(ΙΕΥ)	Δοχεία που χρησιμοποιούνται για αποθήκευση ΙΕΥ φέρουν ετικέτα σύμφωνα με το περιεχόμενο ώστε να καταδεικνύουν ότι υπάρχει ΙΕΥ με σημείο ανάφλεξης μικρότερο των 32 Cc. Διασφάλιση ότι οι εγκαταστάσεις είναι επαρκείς και ασφαλείς σύμφωνα με τα πρότυπα. Τοποθέτηση πυροσβεστικών σημείων.	4	1	4	Εκπαίδευση προσωπικού για τη χρήση ΙΕΥ. Δεν θα χρησιμοποιούνται για σκοπούς για τους οποίους δεν υπάρχει σχετική εξουσιοδότηση.	2

Πίνακας 5.5: Αξιολόγηση ρίσκου σε εργασίες συντήρησης

Κίνδυνος	Πηγή κινδύνου	Μετρά προστασίας	Σοβαρότητα	Πιθανότητα	Αξιολόγηση ρίσκου	Προτεινόμενα μέτρα	Σύνολο ρίσκου
Φωτιά/ εγκαύματα.	Χρήση εφθελισμού κοπής και αξυγονοκόλλησης	Καμία εργασία δεν γίνεται σε εύφλεκτα υλικά. Όλος ο απαραίτητος εξοπλισμός πρόληψης πυρκαγιάς και πυροσβεστήρες θα είναι στη θέση τους πριν από την έναρξη εργασιών. Παρέχεται ο απαραίτητος ατομικός προστατευτικός εξοπλισμός (ΑΠΕ).	4	2	8	Με το τέλος κάθε βάρδιας ή το τέλος της εργασίας η διεύθυνση να διεξάγει έλεγχο του χώρου εργασίας τουλάχιστον μισή ώρα πριν την εγκατάλειψη του χώρου ώστε να ελαχιστοποιείται η πιθανότητα εμφάνισης άλλων κινδύνων φωτιάς.	4
Τραυματισμός (ματιών, ποδιών, χεριών) από εργαλεία χειρός	Χρήση εργαλείων χειρός	Παροχή προστατευτικών ματιών. Η διεύθυνση παρακολουθεί τα εργαλεία χειρός που είναι δυνατόν να φθαρούν από τη χρήση.	3	2	6	Σε εύφλεκες ατμόσφαιρες θα χρησιμοποιούνται μόνο μη μεταλλικά (που δεν δημιουργούν σπίθες) εργαλεία. Χρήση αποκλειστικά από έμπειρο και εκπαιδευμένο προσωπικό.	2
Έκθεση σε επικίνδυνα επίπεδα θορύβου.	Χρήση κομπρεσσόρων και εργαλείων πεπιεσμένου αέρα.	Η ασφαλής πίεση εργασίας αναγράφεται σε όλα τα μηχανήματα που δέχονται αέρα και δεν υπερβαίνεται. Χρήση ωτοασπίδων από το προσωπικό.	2	1	4	Δεν θα γίνεται χρήση κομπρεσσόρων σε κλειστούς χώρους	2

Πίνακας 5.6: Αξιολόγηση ρίσκου σε εργασίες συντήρησης

Κίνδυνος	Πηγή κινδύνου	Μετρά προστασίας	Σοβαρότητα	Πιθανότητα	Αξιολόγηση ρίσκου	Προτεινόμενα μέτρα	Σύνολο ρίσκου
Έκθεση σε επικίνδυνες ουσίες –άσφαλτος . Κίνδυνος εγκαύματος	Μονάδα εργοστασίου-επεξεργασίας υλικών.	Το προσωπικό πρέπει πάντα να φέρει τον απαραίτητο εξοπλισμό (γάντια, αντιασφυξιγόνες μάσκες, παπούτσια ασφαλείας)	5	2	10	Εκπαίδευση προσωπικού στη χρήση χημικών και εύφλεκτων ουσιών. Κατανομή εργασίας ανά γνώση και εμπειρία.	5
Κίνδυνος εμπλοκής με κινητά μέρη.	Μονάδα εργοστασίου-επεξεργασίας υλικών.	Όλοι οι μηχανισμοί/ιμάντες φέρουν τα κατάλληλα προστατευτικά κυκλιδώματα για αποτροπή πτώσης και προφυλακτήρες γύρω από μηχανισμούς για αποφυγή παγίδευσης σε κινητά μέρη.	3	1	3		3
Κίνδυνος πτώσης κατά τη φόρτωση υλικών.	Μονάδα εργοστασίου-επεξεργασίας υλικών.	Στο χώρο φόρτωσης τυχόν ράμπες εξομαλύνονται, δίνεται ασφαλής κλίση και όπου υπάρχει ύψος σηματοδοτούνται τα όρια με περίφραξη για αποτροπή πιθανής πτώσης υλικού.	4	2	8		8

Πίνακας 5.7: Αξιολόγηση ρίσκου σε εργασίες συντήρησης

Κίνδυνος	Πηγή κινδύνου	Μετρά προστασίας	Σοβαρότητα	Πιθανότητα	Αξιολόγηση ρίσκου	Προτεινόμενα μέτρα	Σύνολο ρίσκου
Κατάρρευση μέρους της κατασκευής	Μονάδα εργοστασίου-επεξεργασίας υλικών	Η κατασκευή συντηρείται τόσο ηλεκτρολογικά όσο και μηχανολογικά και οι βεβαιώσεις συντήρησης κρατούνται και στο εργοστάσιο. ΚΑΜΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΔΕΝ ΓΙΝΕΤΑΙ ΕΝ ΩΡΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.	5	1	5		5
Έκθεση σε χημικές ουσίες/χημικό έγκαυμα από ουσίες	Εργασίες εργαστηρίου	Στο χημείο δεν εισέρχεται κάποιος άλλος εκτός από το χημικό και τους βοηθούς του. Υπάρχει σχετική σήμανση απαγόρευσης εισόδου. Είναι άκρως επικίνδυνα ακόμα και για να αναπνεύσει κάποιος πάνω από τα υλικά. Ως εκ τούτου υπάρχουν ειδικές μάσκες, ειδικά γάντια και γυαλιά. Επίσης υπάρχει κουτί πρώτων βοηθειών.	5	2	10	Προτείνεται να υπάρχει πρώτος βοηθός επιτόπου καθώς και δημιουργία διαδρομών επείγουσας εξόδου οι οποίες θα είναι επαρκώς σημασμένες και θα διατηρούνται ελεύθερες από εμπόδια.	8
Κίνδυνος πυρκαγιάς	Εργασίες εργαστηρίου	Απαγορεύεται το κάπνισμα εντός του χημείου. Υπάρχει πυροσβεστικό σημείο το οποίο περιλαμβάνει πυροσβεστήρες σκόνης και νερού. Υπάρχουν οι απαραίτητες σημάνσεις απαγόρευσης καπνίσματος, εξόδων κινδύνου και πυροσβεστικών σημείων.	4	1	4	Καμία συντήρηση εξοπλισμού εν ώρα λειτουργίας. Το προσωπικό πρέπει να είναι βέβαιο ότι τα μηχανήματα είναι εκτός λειτουργίας και όχι σε υψηλές θερμοκρασίες (π.χ. φούρνος)	4
Πτώση από ολισθηρό δάπεδο/ακαταστασία	Εργασίες εργαστηρίου	Ο χώρος τόσο σε πάγκους εργασίας όσο και στο πάτωμα πρέπει να διατηρείται καθαρός και συγυρισμένος. Οι διάδρομοι να μην έχουν εμπόδια.	3	1	3	Στη συντήρηση του εξοπλισμού απαγορεύεται η είσοδος σε μη εξουσιοδοτημένο προσωπικό	3

Πίνακας 5.8: Αξιολόγηση ρίσκου σε εργασίες συντήρησης

### 5.10 Πέντε βασικοί πυλώνες ασφαλούς συντήρησης

Για να επιτευχθούν οι πιο πάνω προτάσεις/ μέτρα πρέπει η επιχείρηση να δώσει έμφαση σε κάποιους βασικούς πυλώνες ασφαλούς συντήρησης. Με τη σωστή εφαρμογή τους η συντήρηση θα γίνει ακόμα πιο ασφαλής, αποδοτική και κερδοφόρα αφού θα υπάρξει μείωση των νεκρών χρόνων, αύξηση της αποδοτικότητας των μηχανημάτων και μείωση των εργατικών ατυχημάτων που φέρει στην επιχείρηση πολλά κόστη.

Οι βασικοί πυλώνες ασφαλούς συντήρησης είναι:

1) Προγραμματισμός των εργασιών συντήρησης

Οι εργοδότες πρέπει να **μεριμνούν ώστε οι εργαζόμενοι να διαθέτουν τις δεξιότητες που απαιτούνται** για την επιτέλεση των αναγκαίων εργασιών, να είναι **ενημερωμένοι** για τις ασφαλείς διαδικασίες εκτέλεσης των εργασιών, και να γνωρίζουν τι να κάνουν όταν η κατάσταση υπερβαίνει τις αρμοδιότητές τους. Οι εργοδότες οφείλουν να καθορίζουν με προσοχή την **«ιεραρχία»** των συμμετεχόντων στις εργασίες συντήρησης καθώς και τις διαδικασίες που πρέπει ενδεχομένως να εφαρμόζονται καθ' όλη τη διάρκεια της συντήρησης, συμπεριλαμβανομένων των διαδικασιών υποβολής εκθέσεων σε περίπτωση προβλήματος. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε περίπτωση που η συντήρηση γίνεται από **υπεργολάβους**. **Η διαβούλευση με τους εργαζομένους και η τακτική ενημέρωσή τους είναι ζωτικής σημασίας** καθ' όλη τη διάρκεια της φάσης προγραμματισμού. Οι εργαζόμενοι που εκτελούν εργασίες συντήρησης όχι μόνο πρέπει να ενημερώνονται για τα αποτελέσματα της αρχικής **εκτίμησης κινδύνου**, αλλά πρέπει και να συμμετέχουν στην εκπόνησή της. Λόγω της εξοικείωσής τους με τον χώρο εργασίας, είναι συνήθως οι πλέον κατάλληλοι για να εντοπίζουν πιθανούς κινδύνους και για να προτείνουν αποτελεσματικούς τρόπους αντιμετώπισής τους. **Η συμμετοχή των εργαζομένων στο στάδιο του προγραμματισμού** ενισχύει όχι μόνο την ασφάλεια των εργασιών συντήρησης, αλλά και την ποιότητά τους.

2) Ασφάλεια του χώρου εργασίας

Πρέπει να **απαγορεύεται η πρόσβαση στον χώρο εργασίας όσων δεν συμμετέχουν στις εργασίες**, π.χ., με τη χρήση **εμποδίων** και προειδοποιητικών **πινακίδων**. Ο χώρος πρέπει επίσης να διατηρείται **καθαρός και ασφαλής**. Αυτό σημαίνει διακοπή της τροφοδοσίας ισχύος, ασφάλιση των κινούμενων εξαρτημάτων των μηχανημάτων, εγκατάσταση προσωρινού συστήματος εξαερισμού, και **ασφαλή σημεία** εισόδου των εργαζομένων στον χώρο εργασίας και εξόδου από αυτόν. Τα μηχανήματα πρέπει να φέρουν **προειδοποιητικές σημάνσεις** στις οποίες να αναγράφεται η ημερομηνία και η ώρα διακοπής της τροφοδοσίας, καθώς και το όνομα του ατόμου που είναι εξουσιοδοτημένο να αποκαθιστά την ηλεκτρική τροφοδοσία του μηχανήματος– με τον τρόπο αυτόν η ασφάλεια του εργαζομένου που εκτελεί τη συντήρηση ενός μηχανήματος **δεν τίθεται σε κίνδυνο** εάν κάποιος άλλος εργαζόμενος το θέσει κατά λάθος σε λειτουργία. Όπου είναι δυνατό, πρέπει να σχεδιάζονται **προστατευτικά**, ώστε η εκτέλεση απλών εργασιών συντήρησης στα μηχανήματα χωρίς την αφαίρεσή τους να είναι εφικτή. Εάν πρέπει οπωσδήποτε να αφαιρεθεί ή να απενεργοποιηθεί το προστατευτικό, τότε πρέπει να εφαρμόζονται συγκεκριμένες **διαδικασίες διακοπής της τροφοδοσίας**. Οι υπεύθυνοι και οι

εργαζόμενοι στον τομέα της συντήρησης πρέπει να είναι κατάλληλα εκπαιδευμένοι και να γνωρίζουν πώς και υπό ποιες συνθήκες να αφαιρούν τα προστατευτικά.

### 3) Χρήση κατάλληλου εξοπλισμού

Οι εργαζόμενοι που εκτελούν εργασίες συντήρησης πρέπει να διαθέτουν τα κατάλληλα εργαλεία και τον κατάλληλο εξοπλισμό, που μπορεί να διαφέρουν από τα εργαλεία και τον εξοπλισμό που χρησιμοποιούν συνήθως. Καθώς είναι πολύ πιθανό να δουλεύουν σε χώρους που δεν έχουν σχεδιαστεί για να εργάζονται άνθρωποι μέσα σε αυτούς και να εκτίθενται σε διάφορους κινδύνους, πρέπει επίσης να έχουν τα κατάλληλα μέσα ατομικής προστασίας. Όσον αφορά τον εξοπλισμό και τα εργαλεία που πρέπει να χρησιμοποιούνται, οι εργοδότες οφείλουν να μεριμνούν ώστε:

- να υπάρχει το κατάλληλο εργαλείο και ο κατάλληλος εξοπλισμός για κάθε συγκεκριμένη εργασία (και να συνοδεύονται από οδηγίες χρήσης, εάν απαιτείται)
- να είναι σε καλή κατάσταση
- να είναι κατάλληλα για το συγκεκριμένο εργασιακό περιβάλλον (π.χ. όχι εργαλεία που βγάζουν σπίθες σε εύφλεκτα περιβάλλοντα)
- να είναι εργονομικά σχεδιασμένα

Όλα τα μέσα ατομικής προστασίας πρέπει:

- να είναι κατάλληλα για την αντιμετώπιση των κινδύνων για τους οποίους προορίζονται και να μην δημιουργούν πρόσθετους κινδύνους
- να είναι κατάλληλα για τις συνθήκες που επικρατούν στον χώρο εργασίας
- να ικανοποιούν τις εργονομικές απαιτήσεις και την κατάσταση της υγείας του εργαζομένου
- να εφαρμόζουν σωστά στον εργαζόμενο μετά τις τυχόν απαραίτητες προσαρμογές.

### 4) Τήρηση του προγράμματος

Οι εργαζόμενοι και οι επιβλέποντες πρέπει να ενημερώνονται για τις ασφαλείς διαδικασίες εργασίας, να τις κατανοούν και να τις εφαρμόζουν σωστά. Οι εργασίες πρέπει να παρακολουθούνται ώστε να τηρούνται τα προκαθορισμένα ασφαλή συστήματα εργασίας και οι κανόνες που ισχύουν στον εκάστοτε χώρο εργασίας. Οι εργασίες συντήρησης γίνονται συχνά υπό πίεση – π.χ. όταν διακόπτεται η

παραγωγή λόγω βλάβης κάποιου μηχανήματος. Οι ασφαλείς διαδικασίες εργασίας πρέπει να τηρούνται πιστά, ακόμη και υπό πίεση χρόνου: η παράκαμψη της καθορισμένης διαδικασίας μπορεί να στοιχίσει πολύ ακριβά καθώς μπορεί να ευθύνεται για την πρόκληση ατυχημάτων, τραυματισμών ή ζημιών στα μηχανήματα. Πρέπει να προβλέπονται επίσης διαδικασίες για την αντιμετώπιση απρόοπτων συμβάντων. Το ασφαλές σύστημα εργασίας πρέπει να προβλέπει το ενδεχόμενο διακοπής των εργασιών σε περίπτωση απρόβλεπτου προβλήματος ή προβλήματος που υπερβαίνει τις αρμοδιότητες των εργαζομένων. Επισημαίνεται ότι η υπέρβαση των δυνατοτήτων και των αρμοδιοτήτων των εργαζομένων μπορεί να οδηγήσει σε ατυχήματα.

#### 5) Τελικός έλεγχος

Η διαδικασία της συντήρησης πρέπει να ολοκληρώνεται με τη διενέργεια ελέγχων ώστε να πιστοποιείται ότι οι εργασίες έχουν όντως ολοκληρωθεί, ότι το μηχάνημα ή το εξάρτημα που χρειαζόταν συντήρηση λειτουργεί πλέον κανονικά και ότι έχει καθαριστεί πλήρως ο χώρος από τα απορρίμματα της συντήρησης. Αφού ελεγχθούν τα πάντα και πιστοποιηθεί η ασφάλεια του χώρου, τότε η εργασία της συντήρησης ολοκληρώνεται επισήμως και ενημερώνονται σχετικά οι επιβλέποντες και οι λοιποί εργαζόμενοι. Το τελικό στάδιο είναι η σύνταξη έκθεσης, όπου περιγράφονται οι εργασίες που εκτελέστηκαν και διατυπώνονται παρατηρήσεις για τυχόν δυσκολίες που προέκυψαν, καθώς και συστάσεις για μελλοντικές βελτιώσεις. Ιδανικά, η έκθεση πρέπει επίσης να συζητείται κατά τη διάρκεια συνάντησης με το προσωπικό, έτσι ώστε οι εργαζόμενοι που συμμετείχαν στη συντήρηση, καθώς και όσοι εργάζονταν παράλληλα στον ίδιο χώρο, να μπορούν να διατυπώνουν παρατηρήσεις για τις εργασίες συντήρησης και προτάσεις για τη βελτίωσή τους.

## **Κεφάλαιο 6: Προτάσεις και Συμπεράσματα**

Όπως έχει αναφερθεί από την αρχή αυτής της διπλωματικής η συντήρηση αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα τμήματα του συνολικού κόστους λειτουργίας μιας επιχείρησης. Για να επιβιώσει μια επιχείρηση, να γίνει πιο ανταγωνιστική, να παράγει προϊόντα υψηλής ποιότητας και να αυξήσει το κέρδος της πρέπει να δώσει τη μέγιστη σημασία στον τομέα της συντήρησης, ο οποίος είναι απαραίτητος για την διασφάλιση των πιο πάνω.

Εκπαίδευση των χειριστών και του προσωπικού στη συντήρηση των μηχανημάτων και μείωση έως και εξάλειψη των εξωτερικών αναθέσεων συντήρησης. Η εμπειρία του προσωπικού παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη συντήρηση αφού πολλές φορές σε κρίσιμες στιγμές μπορούν να δώσουν τη λύση.

Η εταιρεία ΑΦΟΙ ΙΑΚΩΒΟΥ είναι η μεγαλύτερη στην Κύπρο στον τομέα της απασχολώντας περισσότερο από 1000 υπαλλήλους και έχει τις δύο μεγαλύτερες μονάδες παραγωγής ασφαλτικού σκυροδέματος. Τα μηχανήματα που κατέχει, όχι μόνο στην μονάδα αλλά και σε όλους τους τομείς με τους οποίους ασχολείται, είναι εκατοντάδες και τα ανταλλακτικά τους χιλιάδες. Έτσι κρίνεται απαραίτητη η εφαρμογή ενός σύγχρονου πληροφοριακού συστήματος διαχείρισης συντήρησης το οποίο θα ελαχιστοποιήσει το νεκρό χρόνο βλαβών και θα αυξήσει τη διαθεσιμότητα του εξοπλισμού. Οι εργασίες συντήρησης θα πρέπει να παραδίδονται καθημερινά στο προσωπικό οργανωμένες, θα εκτελούνται υπό την επίβλεψη ενός υπεύθυνου ατόμου και τα αποτελέσματα θα συγκεντρώνονται σε μια βάση δεδομένων την οποία θα μπορεί να διαχειρίζεται κάποιο άτομο με τις απαραίτητες γνώσεις.

Η εφαρμογή των πυλώνων ασφαλούς συντήρησης είναι σημαντική, όχι μόνο για την υγεία και ασφάλεια των εργαζομένων αλλά και για την κερδοφορία της επιχείρησης. Με την εφαρμογή των κατάλληλων μέτρων και της οργάνωσης των εργασιών συντήρησης θα έχουμε μείωση των ατυχημάτων, που αυτό σημαίνει μείωση των χαμένων ημερών εργασίας άρα και μείωση του κόστους της επιχείρησης.

Η συνεχής εκπαίδευση του προσωπικού στην πρόληψη κινδύνου και η σωστή εφαρμογή στις εργασίες συντήρησης θα συμβάλει στην αποφυγή ατυχημάτων και τραυματισμών με αποτέλεσμα την εύρυθμη λειτουργία της επιχείρησης, πράγμα το οποίο σημαίνει αύξηση της παραγωγικότητας και αποδοτικότητας του προσωπικού και των μηχανημάτων και μείωση των νεκρών χρόνων και απρόσμενων διακοπών κατά την εργασία.

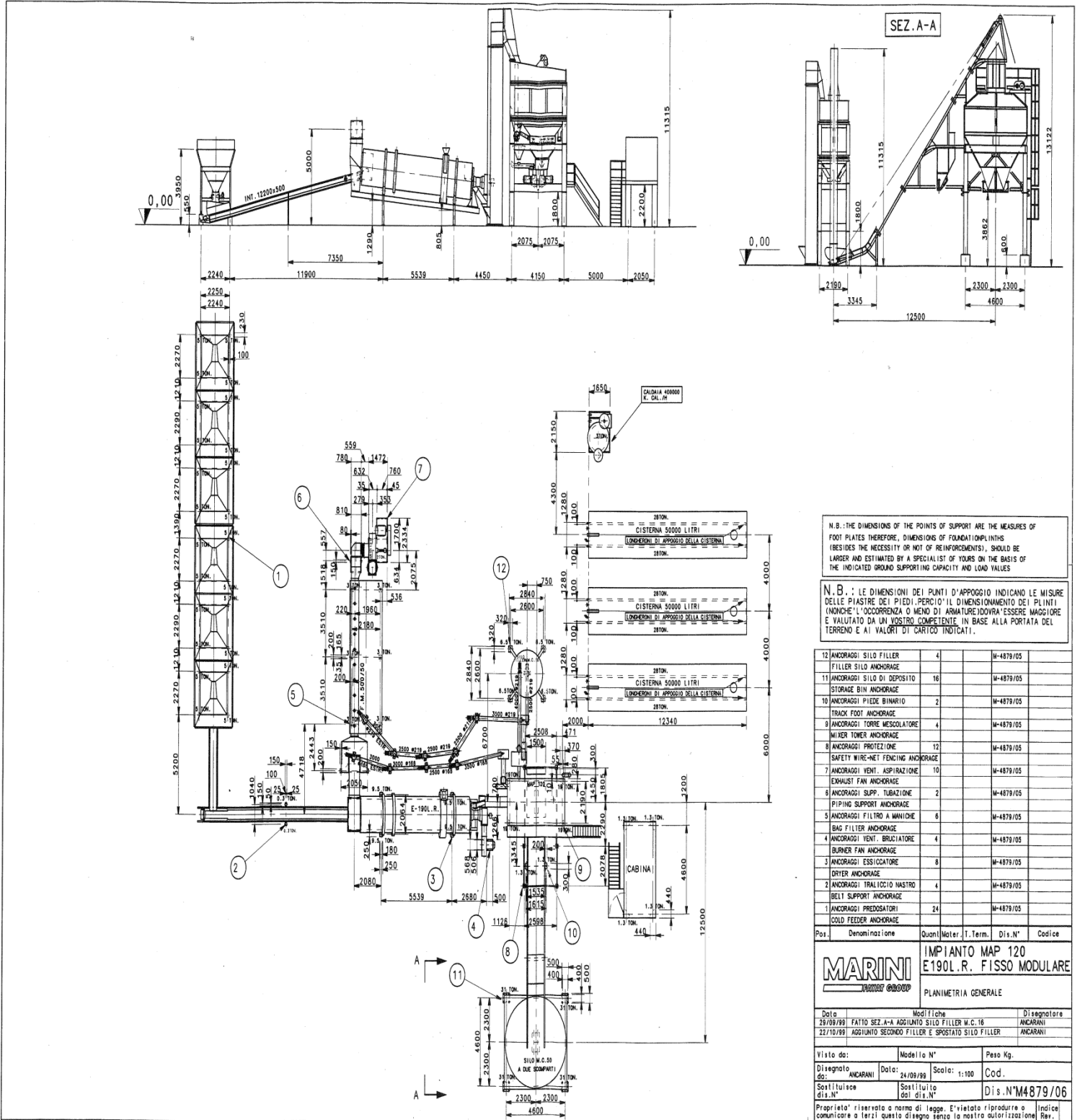


## Βιβλιογραφία

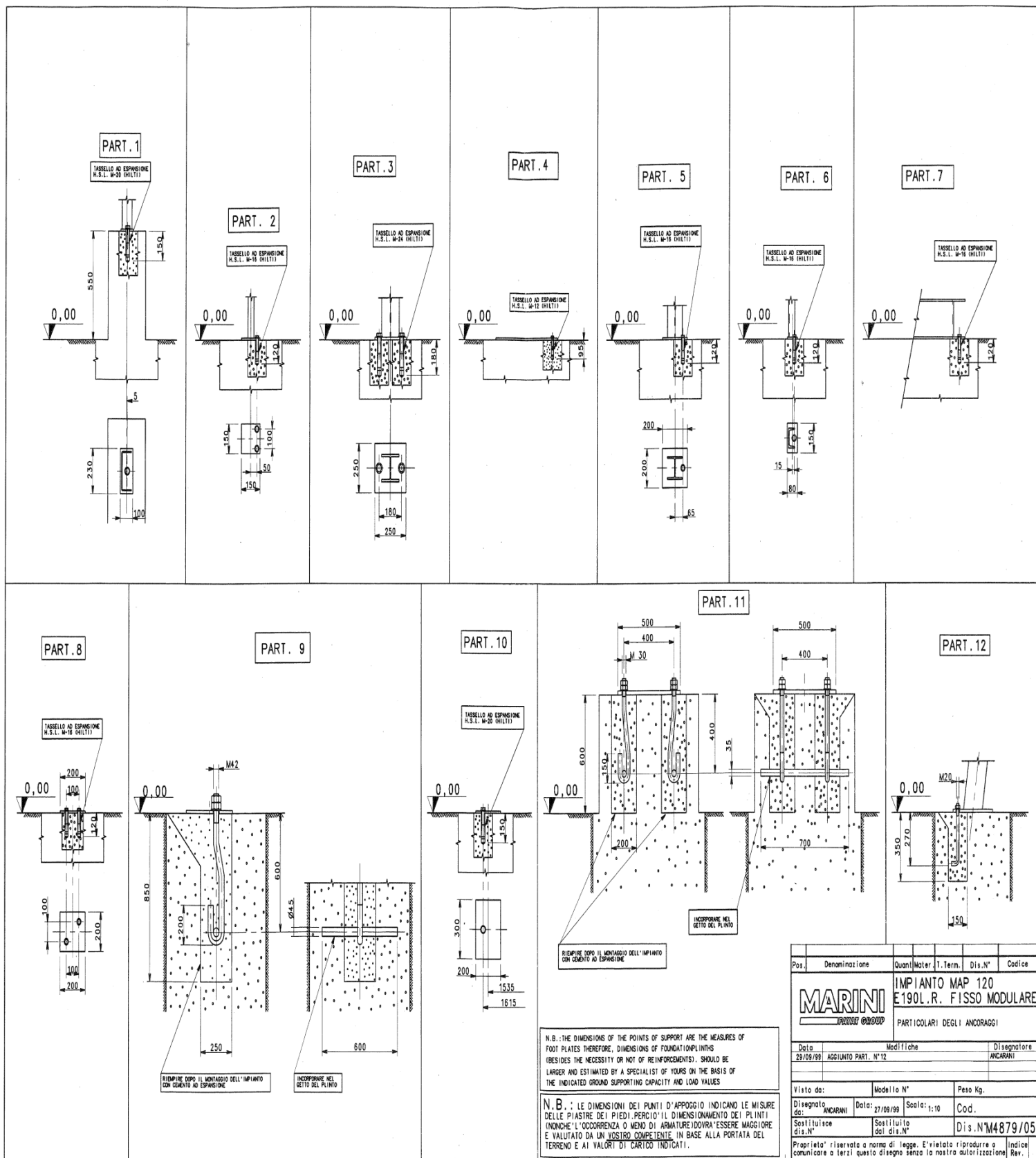
1. Ιωάννης Λ. Μπακούρος, «Αξιοπιστία και Συντήρηση Τεχνολογικών Συστημάτων», Εκδόσεις Σοφία (2009)
2. Τσώλη Ασημίνα, Διπλωματική Εργασία, «Μεθοδολογίες Συντήρησης Μηχανών και Σύγχρονες Τάσεις», Ε.Μ.Π., Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Αθήνα (2007)
3. Γεωργόπουλος Ευστράτιος, Διπλωματική Εργασία, «Συντήρηση και Πολιτική Συντήρησης σε Εργοστάσιο Υαλουργίας. Η περίπτωση της Γιούλας (Drujba AD) στη Βουλγαρία», Κοζάνη (2014)
4. Ξαγοράρης Χριστόφορος, Πτυχιακή Εργασία, «Η Οργάνωση της Συντήρησης σε Χαρτοβιομηχανία» Πειραιάς (2007)
5. Δρίβας Σπύρος, «Εκτίμηση και πρόληψη των Επαγγελματικών Κινδύνων στις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Υγρών Λυμάτων» Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας, Αθήνα (2007)
6. William C. Worsham, «Is Preventive Maintenance Necessary? », Reliability Center, Inc (2005)
7. EU-OSHA- European Agency for Safety and Health at Work, «*Safe Maintenance in practice*», (2010)
8. Ray, P.S et al., «Impact of maintenance function on plant safety, Professional Safety», August (2000)
9. Ιωάννης Λ. Μπακούρος, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις του μαθήματος «Ανάλυση κινδύνου και ασφάλεια μεγάλων βιομηχανικών συστημάτων», Κοζάνη (2014)
10. Astec inc, «Hot Mix Asphalt Quality Management System», North Carolina Dep. (2012)
11. Terry Taylor, «CMMS», America (2010)
12. G. P. Sullivan, R. Pugh, W. D. Hunt «Operations and Maintenance Best Practices», America (2010)
13. www.astecinc.com

**Παράρτημα**

**A. Χωροταξικό διάγραμμα μηχανήματος παραγωγής ασφαλτικού σκυροδέματος**



## B. Βάση μηχανήματος παραγωγής ασφαλτικού σκυροδέματος



Pos.	Denominazione	Quant.	Mat.	I. Term.	Dis. N°	Codice
	<b>MARINI</b> PRODOTTO @ 2000					
	IMPIANTO MAP 120					
	E190L.R. FISSO MODULARE					
	PARTICOLARI DEGLI ANCORAGGI					
Data	Modifiche	Disegnatore				
29/09/99	AGGIUNTO PART. N°12	ANCARANI				
Visto da:	Modello N°	Peso Kg.				
Disegnato da:	ANCARANI	Data:	27/09/99	Scala:	1:10	Cod.
Sostituito da:		Sostituito da:		Dis. N° M4879/05		
Proprietà riservata a norma di legge. È vietata la riproduzione o l'indice comunicare a terzi questo disegno senza la nostra autorizzazione. Rev.						

