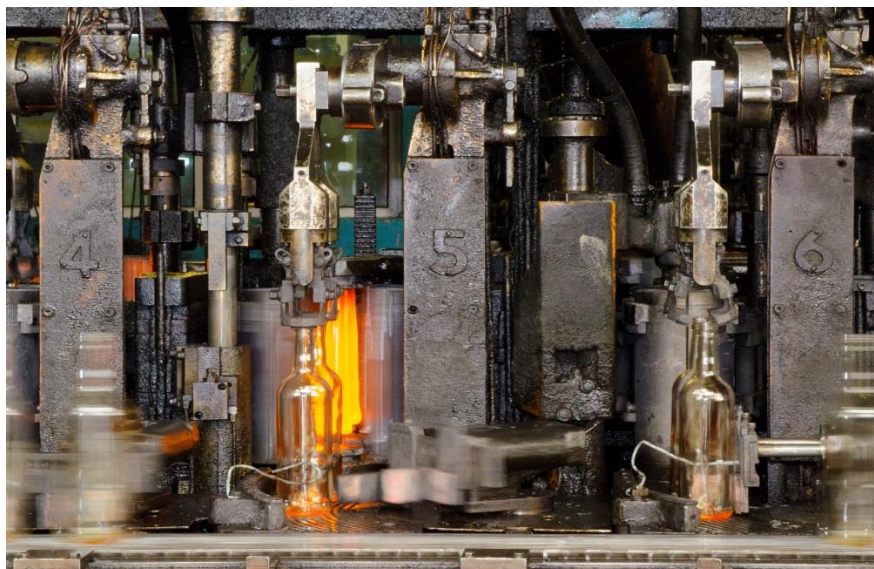




ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΣΕ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ
ΥΑΛΟΥΡΓΙΑΣ. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΓΙΟΥΛΑΣ Α.Ε (DRUJBA AD) ΣΤΗ
ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ**



ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΣ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Ι.Λ. ΜΠΑΚΟΥΡΟΣ
ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΝΕΝΕΣ
ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΣΚΟΔΡΑΣ

ΚΟΖΑΝΗ (ΜΑΡΤΙΟΣ, 2014)

Περίληψη

Στη παρούσα διπλωματική εξετάζεται η συντήρηση σε ένα εργοστάσιο υαλοργιάς και συγκεκριμένα αυτό της Drujba A.D στη Φιλιππούπολη της Βουλγαρίας, μέλος του ομίλου Γιούλα Α.Ε.

Αρχικά αναφέρονται οι γενικές αρχές της συντήρησης και δίνεται έμφαση στη προληπτική και προβλεπτική συντήρηση που είναι αυτή η οποία εφαρμόζεται κατεξοχήν στο συγκεκριμένο εργοστάσιο. Έπειτα περιγράφεται η λειτουργία ενός τέτοιου εργοστασίου ξεκινώντας από το αναμικτήριο των πρώτων υλών, τον κλίβανο έως και τη παλετοποίηση του τελικού προϊόντος (υάλινοι περιέκτες).

Στη συνέχεια περιγράφεται η συντήρηση που προτείνει ο εκάστοτε κατασκευαστής για το κάθε μηχάνημα που συμμετέχει στη παραγωγική διαδικασία, αλλά και η συντήρηση που ακολουθεί το ίδιο το εργοστάσιο.

Στόχος αυτής της διπλωματικής είναι η εφαρμογή ενός πληροφοριακού συστήματος διαχείρισης συντήρησης (AIMMS) σε μία γραμμή παραγωγής, ο τρόπος εισαγωγής των οδηγιών συντήρησης και η βελτίωση στο πρόγραμμα συντήρησης που θα επιτευχθεί μέσω της μείωσης των νεκρών χρόνων λόγω βλαβών. Υπολογίζονται και ορισμένοι δείκτες συντήρησης οι οποίοι βελτιώνονται αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα της συνολικής συντήρησης στο εργοστάσιο.

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, κατ' αρχήν επιθυμώ να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν με οποιονδήποτε τρόπο στην επιτυχή ολοκλήρωση της. Πρώτα απ' όλα θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της διπλωματικής εργασίας **Καθηγητή κ. Ιωάννη Μπακούρο** για την πολύτιμη βοήθεια και την διαρκή επιστημονική καθοδήγησή του – μέσω ουσιαστικών υποδείξεων, σχολίων, επισημάνσεων, υποκίνησης προς την κατεύθυνση της επιτυχούς διεκπεραίωσης του σκοπού της έρευνας- και την κατανόηση που μου παρείχε σε όλα τα στάδια της εκπόνησης της παρούσας εργασίας . Ήταν πάντα διαθέσιμος να μου προσφέρει τις γνώσεις και την εμπειρία του για την βαθύτερη κατανόηση των πεδίων της εργασίας.

Επίσης, είμαι ευγνώμων στα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής της διπλωματικής μου εργασίας, **καθηγητές κ. Γεώργιο Νενέ** και **κ. Γεώργιο Σκόδρα** για την προσεκτική ανάγνωση της εργασίας μου και για τις πολύτιμες υποδείξεις τους.

Οφείλω ευχαριστίες στην Εταιρία «**Σύμβουλοι Επιχειρήσεων Atlantis Engineering**» για την εξαιρετική συνεργασία που είχαμε και ελπίζω πραγματικά να συνεχίσουμε να έχουμε στο μέλλον.

Στη συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους από το επαγγελματικό περιβάλλον της εταιρείας **ΓΙΟΥΛΑ Α.Ε** που με καθοδήγησαν στο πολύ ενδιαφέρον και ευρύ αντικείμενο του μηχανολόγου μηχανικού της εταιρίας. Ιδιαίτερη μνεία πρέπει να γίνει στον **Group Logistics Manager κ. Παναγιώτη Καρτάση** ο οποίος με εισήγαγε στο ευρύ πεδίο της βαριάς βιομηχανίας παραγωγής γυαλιού. Το **διευθυντή Μηχανολογικής Συντήρησης κ. Παναγιώτη Λύκο** για το πραγματικό υλικό που μου διέθεσε από τον τομέα της παραγωγής και της μηχ/κης συντήρησης του εργοστασίου.. Το **Γενικό Διευθυντή & Plant Manager κ. Χρίστο Τσιλόπουλο** για την αμέριστη βοήθεια και συμπαράσταση στον τομέα των μηχανολογικών στοιχείων. Ευχαριστώ ιδιαίτερα τον **Πατέρα μου** για τα οικονομικά στοιχεία της εταιρίας που μου παρείχε.

Ευχαριστώ τους **συναδέλφους(σες) - φίλους & φίλές** μου για την πολύτιμη βοήθειά τους και την ηθική υποστήριξή τους. Επίσης ευχαριστώ την **οικογένειά μου** για την κατανόησή τους ιδιαίτερα κατά την διάρκεια των τελευταίων μηνών της προσπάθειάς μου. Πάνω απ' όλα, είμαι ευγνώμων στους **γονείς μου, Νικόλαο και Φραγκίσκα Γεωργόπουλου** για την ολόψυχη αγάπη και υποστήριξη τους όλα αυτά τα χρόνια.

Αφιερώνω αυτή την εργασία στον **πατέρα μου Νικόλαο Γεωργόπουλο**.

Κοζάνη, Μάρτιος 2014

Ευστράτιος Γεωργόπουλος

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ & ΕΝΝΟΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΗΝ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗ – ΠΡΟΒΛΕΠΤΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ.....	7
1.1 ΓΕΝΙΚΑ	7
1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ.....	8
1.3 ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ.....	9
1.4 Η ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ.....	10
1.5 ΟΙ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	11
1.5.1 Η διαχρονική εξέλιξη των προσεγγίσεων της συντήρησης.....	13
1.6 ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ (MAINTENANCE MANAGEMENT)	18
1.6.1 Υπολογιστικά συστήματα οργάνωσης και διοίκησης της συντήρησης (<i>Computerized Maintenance Management System – CMMS</i>)	19
1.7 ΣΧΕΣΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	21
1.8 ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ.....	22
1.9 ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	23
1.9.1 Πολιτικές συντήρησης και αξιοπιστίας	26
1.10 ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ (PREVENTIVE MAINTENANCE).....	29
1.10.1 Γενικά	29
1.10.2 Έλεγχος, προγραμματισμός, σχεδιασμός.....	31
1.10.3 Προληπτική συντήρηση	32
1.10.4 Κόστος προληπτικής συντήρησης.....	35
1.10.5 Προγραμματισμός της προληπτικής συντήρησης	37
1.10.6 Λίστες Δραστηριοτήτων (<i>Task Lists</i>)	39
1.11 ΠΡΟΒΛΕΠΤΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ (PREDICTIVE MAINTENANCE)	40
1.11.1 Γενικά	40
1.11.2 Προβλεπτική συντήρηση.....	42
1.11.3 Κατηγορίες βλαβών	44
1.11.4 Δυναμική παρακολούθηση (<i>Condition Monitoring</i>).....	45
1.11.5 Απαιτήσεις εφαρμογής της προβλεπτικής συντήρησης	46

1.11.6 Η μέθοδος της προβλεπτικής συντήρησης	47
--	----

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ ΥΑΛΟΥΡΓΙΑΣ ΓΙΟΥΛΑ Α.Ε.
(DRUJBA A.D.) ΣΤΗ ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ. 49**

2.1 ΣΥΝΟΠΤΙΚΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΤΗΣ ΥΑΛΟΥΡΓΙΑΣ ΓΙΟΥΛΑ Α.Ε.....	49
2.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΤΜΗΜΑΤΩΝ.....	49
2.2.1 Αναμικτήριο	50
2.2.2 Κλίβανος, ανάλυση μερών και λειτουργία του.....	51
2.2.2.1 Γενικά για τον κλίβανο	51
2.2.2.2 Λεκάνη τήξης	53
2.2.2.3 Πλευρικά τοιχώματα.....	54
2.2.2.4 Πυθμένας κλιβάνου	55
2.2.2.5 Διώρυγα Κλιβάνου – Λεκάνη Εργασίας.....	57
2.2.2.6 Τροφοδότης Κλιβάνου.....	58
2.2.2.7 Θόλος Κλιβάνου.....	59
2.2.2.8 Ανακομιστήρες	59
2.2.3 Μηχανές Σχηματοδότησης	61
2.2.4 Γαλαρίες Ανόπτωσης.....	65
2.2.5 Μηχανήματα αυτόματης διαλογής και ποιοτικού ελέγχου	66
2.2.6 Παλεταριστικά μηχανήματα και Θερμοσυρρίκνωση παλετών έτοιμου προϊόντος	67
2.2.7 Αποθήκευση και Φόρτωση.....	69
2.2.8 Κοινά συμπληρωματικά συστήματα: Δίκτυα αέρα (ανεμιστήρες, αεροσυμπιεστές), δίκτυα λαδιού, πύργοι ψύξεως.	69

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΥΡΙΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ
ΥΑΛΟΥΡΓΙΑ ΓΙΟΥΛΑ Α.Ε..... 71**

3.1 ΑΝΑΜΙΚΤΗΡΙΟ	73
3.2 ΚΛΙΒΑΝΟΣ.....	75
3.3 ΜΗΧΑΝΕΣ ΣΧΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ	83
3.3.1 Προληπτική συντήρηση βάσει οδηγιών κατασκευαστή	84
3.3.2 Προληπτική συντήρηση που εφαρμόζει η Γιούλα Α.Ε.	89
3.4 ΓΑΛΑΡΙΕΣ ΑΝΟΠΤΗΣΗΣ (ANNEALING)	91
3.4.1 Προληπτική συντήρηση βάσει οδηγιών κατασκευαστή	91
3.4.2 Προληπτική συντήρηση που εφαρμόζει η Γιούλα Α.Ε.	91

3.5	ΠΑΛΕΤΑΡΙΣΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΣΥΡΡΙΚΝΩΣΗ ΠΑΛΕΤΩΝ ΕΤΟΙΜΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ (PACKING).....	93
3.6	ΚΟΙΝΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ: ΔΙΚΤΥΑ ΑΕΡΑ (ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ, ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΨΥΞΕΩΣ), ΔΙΚΤΥΑ ΛΑΔΙΟΥ, ΠΥΡΓΟΙ ΨΥΞΕΩΣ.	95
3.7	ΕΞ΄ ΑΝΑΒΟΛΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΠΡΟΑΝΑΦΕΡΘΕΝΤΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	97
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ (AIMMS).....		99
4.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	99
4.1.1	<i>Λειτουργία πλήκτρων</i>	99
4.2	ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ.....	100
4.2.1	<i>Απολογιστική καταγραφή βλαβών</i>	101
4.2.2	<i>Δήλωση – λήξη</i>	103
4.2.3	<i>Δήλωση – έναρξη – λήξη</i>	105
4.2.4	<i>Εργασίες</i>	107
4.2.5	<i>Προγραμματισμός εργασιών</i>	108
4.2.6	<i>Αναφορές</i>	109
4.2.7	<i>Αριθμός Βλαβών</i>	110
4.2.7.1	<i>Αριθμός Βλαβών – 10 πρώτες μηχανές</i>	111
4.2.8	<i>Χρόνος βλαβών</i>	111
4.2.8.1	<i>Χρόνος Βλαβών – 10 πρώτες μηχανές</i>	112
4.3	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ AIMMS ΣΤΗ ΠΡΑΞΗ	113
4.3.1	<i>Κλίβανος</i>	113
4.3.2	<i>Μηχανή σχηματοδότησης ISS</i>	115
4.3.3	<i>Γαλαρία Ανόπτωσης</i>	119
4.4	ΔΕΙΚΤΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΒΛΑΒΕΣ	120
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ		123
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		124
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....		125
A.	ΕΞΑΜΗΝΙΑΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΠΑΛΕΤΑΡΙΣΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ.....	125
B.	ΒΑΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΛΙΒΑΝΩΝ.....	126
Γ.	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΥΑΛΟΜΑΖΑΣ ΚΛΙΒΑΝΟΥ ΚΑΙ ΑΝΑΜΙΚΤΗΡΙΟΥ	127
Δ.	ΓΡΑΜΜΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΟΥ ΦΟΥΡΝΟΥ 2	128

Κεφάλαιο 1: Γενικές αρχές & έννοιες συντήρησης με έμφαση στην προληπτική – προβλεπτική συντήρηση.

1.1 Γενικά

Η επιβίωση πολλών επιχειρήσεων είναι άμεσα εξαρτώμενη από την ικανότητα τους να βελτιώνονται, να καινοτομούν και να χρησιμοποιούν τη τεχνολογία και τα επιτεύγματα της. Η χρήση όμως του τεχνολογικού εξοπλισμού για να εξασφαλίσει την επιθυμητή ποιότητα και ποσότητα των παραγόμενων προϊόντων προϋποθέτει την εύρυθμη, σταθερή και αποδοτική λειτουργία του. Θεωρείται αναγκαίο επομένως να δημιουργηθεί ένα σύστημα το οποίο θα μπορεί να διατηρεί τον εξοπλισμό ικανό να παράγει με την ελάχιστη δυνατή επιβάρυνση του κόστους λειτουργίας του. Το σύστημα αυτό στηρίζεται σε μια καλά οργανωμένη συντήρηση του τεχνολογικού εξοπλισμού. Η συντήρηση είναι μια σύνθετη δραστηριότητα και αποτελεί ένα σημαντικό τμήμα του συνολικού κόστους λειτουργίας μιας επιχείρησης. Ανάλογα με τον κλάδο στον οποίο ανήκει μια επιχείρηση το κόστος συντήρησης σαν ποσοστό του συνολικού κόστους του παραγόμενου προϊόντος κυμαίνεται από 15% στις ελαφρές βιομηχανικές μονάδες (όπως οι βιομηχανίες τροφίμων) έως και 40% στις βαριές βιομηχανικές μονάδες (όπως οι χαλυβουργίες, οι χαρτοβιομηχανίες, οι χημικές βιομηχανίες και οι βιομηχανίες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος).

Τα νέα δεδομένα στο κλάδο της βιομηχανίας είναι οι νέες απαιτήσεις των πελατών, ο αυξανόμενος ανταγωνισμός, η ολοένα και μεγαλύτερη μηχανοποίηση και αυτοματοποίηση των λειτουργιών μιας παραγωγικής μονάδας και η απαίτηση προστασίας του περιβάλλοντος. Για να επιβιώσει μια επιχείρηση πρέπει να ακολουθήσει τα παραπάνω νέα δεδομένα με αποτελεσματικότητα, επάρκεια και υψηλή ποιότητα προϊόντος καθώς και να ευαισθητοποιηθεί σε θέματα περιβάλλοντος και ασφάλειας.

Η συντήρηση επιδρά θετικά σε τομείς της επιχείρησης όπως η παραγωγικότητα και η κερδοφορία. Η σημασία της λειτουργίας της συντήρησης έχει αυξηθεί χάρη στο ρόλο της στη διατήρηση και βελτίωση της διαθεσιμότητας και της απόδοσης του εξοπλισμού, της ποιότητας των προϊόντων, της επίτευξης συνεπών παραδόσεων των παραγγελιών, της ικανοποίησης των περιβαλλοντικών απαιτήσεων και των απαιτήσεων ασφάλειας και διατήρησης της συνολικής οικονομικής απόδοσης της επιχείρησης σε υψηλά επίπεδα.

Παραδοσιακά η συντήρηση αντιμετωπιζόταν ως αναγκαίο κακό, στη πραγματικότητα όμως αποτελεί κέντρο κέρδους παρά απρόβλεπτο και αναπόφευκτο κόστος. Με την εφαρμογή

αποδοτικής συντήρησης οι αστοχίες είναι δυνατό να περιοριστούν στο ελάχιστο, οδηγώντας έτσι την επιχείρηση σε σημαντική αποφυγή δαπανών. Οι πολιτικές, οι στόχοι και οι στρατηγικές τόσο της συντήρησης όσο και της αξιοπιστίας είναι κρίσιμοι παράγοντες για κάθε επιτυχημένη επιχείρηση. Η συντήρηση είναι μια ιδιαίτερη επιχειρησιακή διαδικασία και για την επιτυχή διαχείρισή της απαιτείται διαφορετική προσέγγιση από τις υπόλοιπες επιχειρησιακές διαδικασίες. Η συντήρηση κερδίζει όλο και μεγαλύτερο ενδιαφέρον χάρη στο ρόλο που διαδραματίζει στη μακρόχρονη κερδοφορία μιας επιχείρησης, επιδρώντας στη παραγωγή και σε λειτουργικά στοιχεία αυτής, όπως η απόδοση, η ποιότητα, τα κόστη, το περιβάλλον και η ασφάλεια.

Η αποτελεσματικότητα και η αποδοτικότητα μιας επιχείρησης που στο φάσμα των δραστηριοτήτων της απασχολεί μηχανολογικό εξοπλισμό εξαρτάται κατά ένα σημαντικό βαθμό από τον τρόπο οργάνωσης της στη κατεύθυνση της μέγιστης δυνατής αξιοποίησης αυτού του μηχανολογικού εξοπλισμού. Πέρα από άλλους παράγοντες που σχετίζονται με τη παρακολούθηση όλων των σύγχρονων εξελίξεων και επιτευγμάτων στον κλάδο δραστηριότητας της εταιρίας, η μέγιστη αξιοποίηση του μηχανολογικού εξοπλισμού σημαίνει πρωτίστως καλά οργανωμένη και σωστά μελετημένη διαδικασία συντήρησης.

1.2 Ορισμός και σημασία της λειτουργίας της συντήρησης

Συντήρηση ορίζεται το σύνολο των ενεργειών εκείνων που έχουν ως σκοπό τη διατήρηση του εξοπλισμού των βιομηχανικών εγκαταστάσεων σε ικανοποιητική κατάσταση λειτουργίας.

Ωστόσο τα τελευταία χρόνια στον όρο συντήρηση συμπεριλαμβάνεται το σύνολο των ενεργειών και των προγραμμάτων που μπορούν να ανακαλύπτουν την έναρξη βλαβών στον εξοπλισμό και που βοηθούν στη διατήρηση της καλής λειτουργίας του εξοπλισμού, στην ελαχιστοποίηση της εκτός λειτουργίας παραμονής του εξοπλισμού και στην αύξηση της αξιοπιστίας της διαθεσιμότητας του εξοπλισμού. Τέλος, με τον όρο συντήρηση αναφερόμαστε πέρα από το προσωπικό και στις υπηρεσίες γενικά της βιομηχανίας που έχουν ως σκοπό τη συντήρηση και αποκατάσταση βλαβών στον εξοπλισμό με στόχο τη σωστή λειτουργία του.

Όσο τεχνολογικά εξελιγμένα και να είναι τα μηχανήματα παραγωγής, είναι αδύνατο να λειτουργούν και να αποδίδουν, τουλάχιστον στο επίπεδο που είναι σχεδιασμένα να το κάνουν, χωρίς την απαραίτητη επίβλεψη και συντήρηση. Η συντήρηση σε μία βιομηχανική επιχείρηση έχει στόχο να υποστηρίξει την παραγωγή έτσι ώστε να παράγονται προϊόντα συνεχώς, με το μικρότερο δυνατό κόστος και την καλύτερη ποιότητα σύμφωνα με τα πρότυπα της εταιρίας.

Έτσι λοιπόν επιγραμματικά η συντήρηση πρέπει να εξασφαλίζει:

- Απρόσκοπτη λειτουργία – Μείωση χαμένου χρόνου
- Οικονομική λειτουργία – Μέγιστη παραγωγικότητα
- Βέλτιστο αποτέλεσμα από πλευράς ποιότητας
- Πληροφορίες για παραπέρα βελτίωση του εξοπλισμού και της οργάνωσης.

1.3 Αναγκαιότητα της συντήρησης

Το κόστος συντήρησης σήμερα μπορεί να αντιπροσωπεύει μέχρι και το 40% των εξόδων λειτουργίας μιας επιχείρησης. Με τον όρο συντήρηση εννοούμε:

- 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.

Από τα παραπάνω είναι σαφές ότι η συντήρηση δεν έχει στόχο μόνο τις επισκευές, όπως γενικά θεωρείται από πολλούς, αλλά αποτελεί έναν κρίσιμη σημασίας παράγοντα στη ζωή της επιχείρησης που σχετίζεται με το σύνολο της απόδοσής της.

Η διατήρηση του εξοπλισμού και των στοιχείων του σε ικανοποιητική κατάσταση λειτουργίας μέσω της συντήρησης (συστηματικές επιθεωρήσεις, εντοπισμοί και διορθώσεις επικείμενων αστοχιών πριν εμφανιστούν ή προτού εξελιχθούν σε μεγάλες καταστροφές) αποδεικνύεται ότι:

- Μειώνει το επενδυόμενο κεφάλαιο
- Μειώνει την ποιοτική υποβάθμιση του εξοπλισμού
- Μειώνει τις βλάβες του εξοπλισμού
- Αυξάνει τη διάρκεια ζωής των μηχανών
- Αυξάνει την παραγωγικότητα του προσωπικού της συντήρησης
- Ελαττώνει την απώλεια πελατείας Βελτιώνει τη συμμόρφωση σε νόμους και κανονισμούς
- Μειώνει περιττές επισκευές μηχανών

- Μειώνει την επανάληψη δραστηριοτήτων συντήρησης
- Μειώνει την απόρριψη (ελαττωματικών) προϊόντων
- Αυξάνει την αξιοπιστία
- Μειώνει τις υπερωρίες
- Αυξάνει την ασφάλεια
- Μειώνει τους τραυματισμούς
- Μειώνει την κατανάλωση ενέργειας
- Μειώνει την ποσότητα των απαραίτητων διαθέσιμων ανταλλακτικών
- Μειώνει τα ελαττώματα σε καινούριες μηχανές
- Μειώνει τις λανθασμένες ενέργειες συντήρησης
- Μειώνει τα ασφάλιστρα.

1.4 Η θεώρηση της συντήρησης

Πολύ συχνά η συντήρηση αποτελεί το πρώτο θύμα των προσπαθειών εξοικονόμησης πόρων σε μια επιχείρηση κάτω από την εσφαλμένη θεώρηση ότι η μείωση των εξόδων συντήρησης θα βελτιώσει την κέρδο -ικανότητα της επιχείρησης. Ο χειρισμός αυτός είναι πιθανό να αποφέρει κάποια εξοικονόμηση σε βραχυπρόθεσμη βάση, αλλά είναι σίγουρο ότι οι επιπτώσεις που θα έχει στη μέσο-μακροπρόθεσμη λειτουργία της επιχείρησης θα είναι καταστροφικές. Και μόνο αν αναλογιστεί κανείς τις επιπτώσεις από ένα απρόβλεπτο σταμάτημα της παραγωγής σε μια επιχείρηση συνεχούς λειτουργίας μπορεί να αντιληφθεί τη σημασία μιας τέτοιας προσέγγισης.

Σε αντίθεση με την παραπάνω αντίληψη, για τις σωστά οργανωμένες επιχειρήσεις η συντήρηση αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του παραγωγικού δυναμικού, μια επένδυση που αποδίδει τόσο στη βελτίωση της παραγωγικότητας αυτής καθ' εαυτής όσο και στην ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων. Για τις επιχειρήσεις αυτές η συντήρηση είναι μία προσεκτικά οργανωμένη λειτουργία η οποία, έχοντας λάβει υπόψη όλους τους παράγοντες κόστους, οικονομίας ποιότητας και πάνω από όλα τους σκοπούς της επιχείρησης, 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.

1.5 Οι προσεγγίσεις της συντήρησης

Γενικά στη βιβλιογραφία αναφέρονται και προτείνονται πολλές προσεγγίσεις, στρατηγικές και φιλοσοφίες, συντήρησης.

Μια 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.

Μια στρατηγική συντήρησης περιγράφει 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.). Η φιλοσοφία συντήρησης 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. Στη βιβλιογραφία μπορεί να βρει κανείς αρκετές φιλοσοφίες συντήρησης. Οι σημαντικότερες και πιο διαδεδομένες από αυτές είναι η

- Συντήρηση με γνώμονα την Αξιοπιστία (Reliability Centered Maintenance – RCM) και
- Η Ολική Παραγωγική Συντήρηση (Total Productive Maintenance – TPM).

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 (Maintainability 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.

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.

1.5.1 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 δεν θεωρούνταν 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.

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.

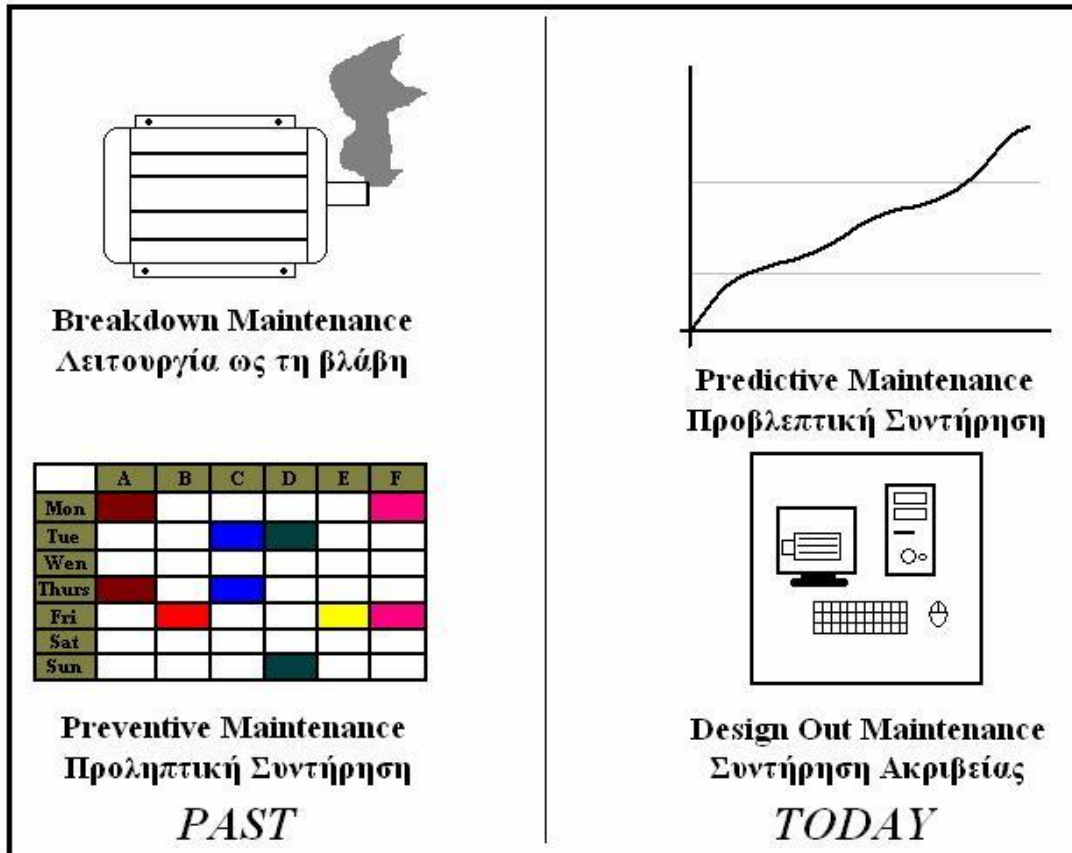
Η Συντήρηση με βάση την Κατάσταση ορίζεται ως «συντήρηση που διενεργείται σύμφωνα με τις ανάγκες όπως αυτές υποδεικνύονται από την παρακολούθηση της κατάστασης» (British

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 και 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.

Στο *Σχήμα 1.1* απεικονίζονται οι σημαντικότερες προσεγγίσεις συντήρησης που είναι και οι συνηθέστερες.



Σχήμα 1.1: Οι συνηθέστερες προσεγγίσεις συντήρησης.

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.

Στον ακόλουθο Πίνακα 1.1 παρουσιάζεται συνοπτικά η διαχρονική εξέλιξη της συντήρησης.

Πίνακας 1.1: Η διαχρονική εξέλιξη της συντήρησης.

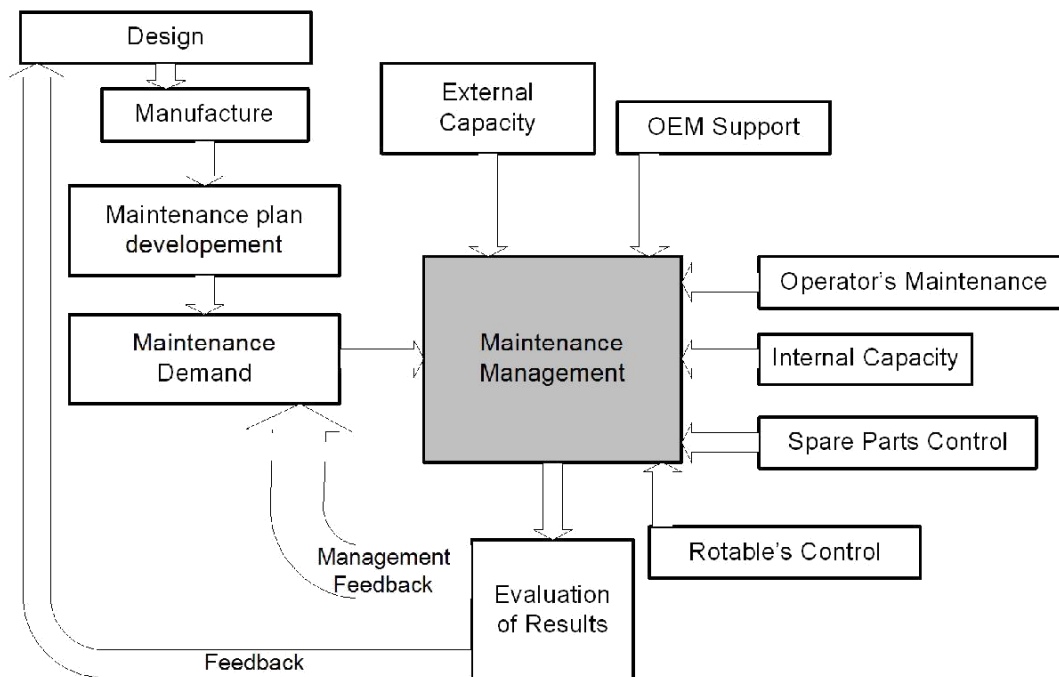
Στρατηγική / Φιλοσοφία	Εμφάνιση	Εφαρμογή
Λειτουργία ως τη Βλάβη (Breakdown Maintenance)	<ul style="list-style-type: none"> • Με την εμφάνιση των πρώτων μηχανών 	
Προληπτική Συντήρηση (Preventive Maintenance)	<ul style="list-style-type: none"> • Με την υψηλή μηχανοποίηση αμέσως μετά τον 2^ο Παγκόσμιο Πόλεμο – Η.Π.Α. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Ολική Παραγωγική Συντήρηση (Total Productive Maintenance – TPM) 	<ul style="list-style-type: none"> • Η ιδέα υπάρχει από το 1951. • Δεκαετία '60: Η ιαπωνική εταιρία Nippondenso εξελίσσει την Προληπτική Συντήρηση στην Παραγωγική Συντήρηση. • Δεκαετία '70: Το Ιαπωνικό Ινστιτούτο Συντήρησης θέτει τις αρχές της TPM, την εξελίσσουν σταδιακά ιαπωνικές επιχειρήσεις μικρού μεγέθους. 	<ul style="list-style-type: none"> • Αρχές με μέσα δεκαετίας '80: Η TPM είναι συνήθης στην Ιαπωνία και γίνεται δημοφιλής στις δυτικές χώρες.
<p>Συντήρηση με γνώμονα την Αξιοπιστία (Reliability Centered Maintenance – RCM)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Δεκαετίες '60-'70: Οι εμπορικές αερογραμμές και η Αεροπορία των Η.Π.Α. προσπαθούν να βελτιώσουν την αξιοπιστία αεροσκαφών τους. • Δημοσιεύσεις στελεχών των United Airlines χρησιμοποιούν για πρώτη φορά τον όρο RCM (Η.Π.Α.). • 1978: Δημοσιεύσεις των United Airlines και Rand Corp. βιβλίου και αναφοράς εκτίμησης για την RCM αντίστοιχα με χρηματοδότηση του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας των Η.Π.Α. 	<ul style="list-style-type: none"> • Αρχές δεκαετίας '80 και εφεξής ευρεία εφαρμογή.
<p>Προβλεπτική Συντήρηση (Predictive Maintenance)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Δεκαετία του '50: Στατιστικοί του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας των Η.Π.Α. αναπτύσσουν τις αρχές της αξιοπιστίας στη Στατιστική. 	<ul style="list-style-type: none"> • Δεκαετία του '60: Στη βιομηχανία αεροπορίας και συστημάτων ασφάλειας. • Δεκαετία '70: Στη πολιτική αεροπορία και πυρηνική βιομηχανία. • Τέλη δεκαετίας '80 με αρχές δεκαετίας '90: Με το τέλος του Ψυχρού Πολέμου στην παραγωγική βιομηχανία με τη συμμετοχή σε αυτή στελεχών των παραπάνω βιομηχανιών.
<p>Συντήρηση Ακριβείας (Design Out of Maintenance)</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Δεν είναι διαδεδομένη ακόμη • Αποτελεί το μέλλον της συντήρησης.

1.6 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 τον 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, όπως φαίνεται στο *Σχήμα 1.2*. 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 1.2: Την Οργάνωση και Διοίκηση της Συντήρησης υποστηρίζουν διάφοροι εξωτερικοί και εσωτερικοί πόροι με τους οποίους πρέπει να εκπληρωθούν οι απαιτήσεις συντήρησης.

1.6.1 Υπολογιστικά συστήματα οργάνωσης και διοίκησης της συντήρησης (Computerized Maintenance Management System – CMMS)

Οι κύριοι στόχοι της λειτουργίας της συντήρησης είναι:

- Η μείωση των αποθεμάτων των ανταλλακτικών
- Η μείωση των σταματημάτων του εξοπλισμού
- Η παροχή πληροφοριών για αποφάσεις με βάση δεδομένα (κόστη, απαιτούμενες εργατώρες) του παρελθόντος
- Η αύξηση της ποιότητας της παραγωγής.

Οι ίδιοι οι στόχοι της συντήρησης είναι ακριβώς το πρόβλημα των διευθυντών της συντήρησης σήμερα. Και αυτό γιατί η εκπλήρωση ενός στόχου οδηγεί σε μη εκπλήρωση ενός άλλου. Αυτό καθιστά αναγκαίο να γίνουν οι διευθυντές της συντήρησης πολύ αποδοτικοί και αποτελεσματικοί. Χωρίς αμφιβολία πολλές τεχνικές εξελίξεις έχουν κάνει τη δουλειά τους ευκολότερη. Από την προπολεμική «εξ αντιδράσεως» πρακτική της Λειτουργίας ως τη Βλάβη έχουμε φτάσει στις πολύ προ-δραστικές πρακτικές της Προληπτικής Συντήρησης, της Προβλεπτικής Συντήρησης και της

Συντήρησης Ακριβείας. Αυτό που λείπει είναι η χρήση των νέων εργαλείων διοίκησης στη συντήρηση, όπως είναι τα *Πληροφοριακά Συστήματα (Information Systems)*, τα *Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων (Decision Support Systems)* κ.ά.

Έχει γίνει κατανοητό πλέον ότι η αποδοτικότητα και η αποτελεσματικότητα των διευθυντών συντήρησης εξαρτάται από την ποιότητα των πληροφοριών που τους διατίθενται. Οι πληροφορίες δεν είναι τίποτα άλλο από επεξεργασμένα δεδομένα τα οποία παρέχονται από οποιοδήποτε τμήμα και με συνεχή τρόπο, για να είναι όμως χρήσιμα στη λήψη αποφάσεων πρέπει να οργανωθούν σε κατάλληλη μορφή. Όταν γίνεται η επεξεργασία των δεδομένων από τον ανθρώπινο παράγοντα απαιτείται πολύς χρόνος, γεγονός που τα καθιστά λιγότερο χρήσιμα στη λήψη αποφάσεων. Επίσης είναι μια δουλειά μονότονη και βαρετή, αφού είναι επαναλαμβανόμενη. Επομένως καθίσταται απαραίτητη η χρήση των υπολογιστών.

Οι μηχανικοί συντήρησης χειρίζονται μεγάλες ποσότητες δεδομένων κατά το σχεδιασμό των διαφόρων δραστηριοτήτων συντήρησης για ένα σύνολο μηχανών και κατά τον προγραμματισμό των διαθέσιμων ανταλλακτικών για όλες τις διαφορετικές καταστάσεις και για όλες τις χρονικές περιόδους.

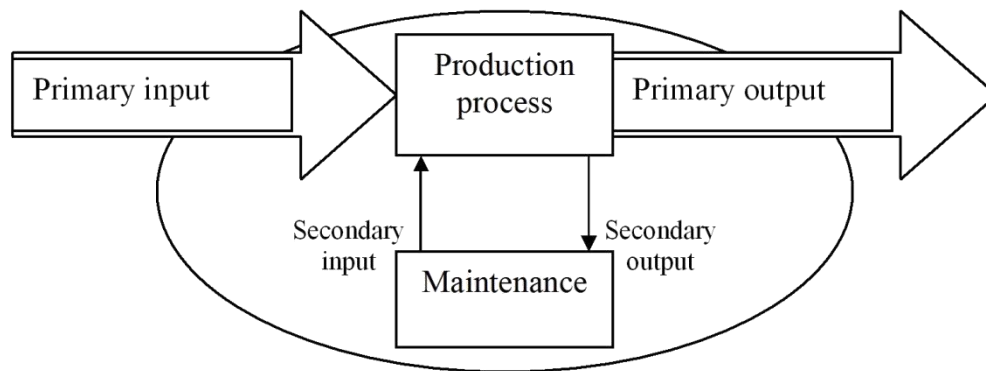
Ακόμη η επιτυχία της συντήρησης, στις περισσότερες περιπτώσεις, εξαρτάται κυρίως από την εμπειρία (*ιστορικά δεδομένα – past history data*) και λιγότερο από τη θεωρητική γνώση, ενώ η αποτελεσματική χρήση της εμπειρίας εξαρτάται από την επεξεργασία των ιστορικών δεδομένων. Γίνεται φανερό ότι η επιτυχία της οργάνωσης της συντήρησης εξαρτάται από την ποιότητα και την ταχύτητα παροχής των πληροφοριών στο διευθυντή ή το σχεδιαστή. Σε συνδυασμό και με την επαναληπτική φύση πολλών δραστηριοτήτων καταλήγουμε στην αναγκαιότητα των υπολογιστών στην Οργάνωση και Διοίκηση της Συντήρησης. Για το λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί τα λεγόμενα Υπολογιστικά Συστήματα Οργάνωσης και Διοίκησης της Συντήρησης (*Computerized Maintenance Management Systems - CMMS*).

Τα *Υπολογιστικά Συστήματα Οργάνωσης και Διοίκησης της Συντήρησης (CMMS)* αποτελούν μια βάση δεδομένων όπου συγκεντρώνονται πληροφορίες για τη συντήρηση σε μια εταιρία. Σκοπός τους είναι να καταστήσουν τα στελέχη της συντήρησης πιο αποδοτικά και τη λήψη των αποφάσεων από τους διευθυντές ευκολότερη. Στην αγορά υπάρχουν πολλά διαφορετικά πακέτα τα οποία προσφέρουν μια μεγάλη ποικιλία χαρακτηριστικών. Τα περισσότερα από αυτά περιέχουν τα εξής:

- Έκδοση εντολών εργασίας Παρακολούθηση των δραστηριοτήτων της Προληπτικής Συντήρησης
- Έλεγχος των αποθεμάτων για τη συντήρηση (ανταλλακτικά και αναλώσιμα)
- Αποθήκευση πληροφοριών για τον εξοπλισμό, ιστορικών αρχείων των μηχανών, προδιαγραφών των μηχανών, εγγυήσεων.

1.7 Σχέση συντήρησης και παραγωγής

Η Συντήρηση κατέχει μια σημαντική θέση σε οποιοδήποτε οργανισμό και πρέπει να θεωρείται ως μια υπό-διαδικασία ή ως ένα ολοκληρωμένο κομμάτι της όλης παραγωγικής διαδικασίας. Η σχέση μεταξύ Συντήρησης και Παραγωγής φαίνεται στο *Σχήμα 1.3* 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.

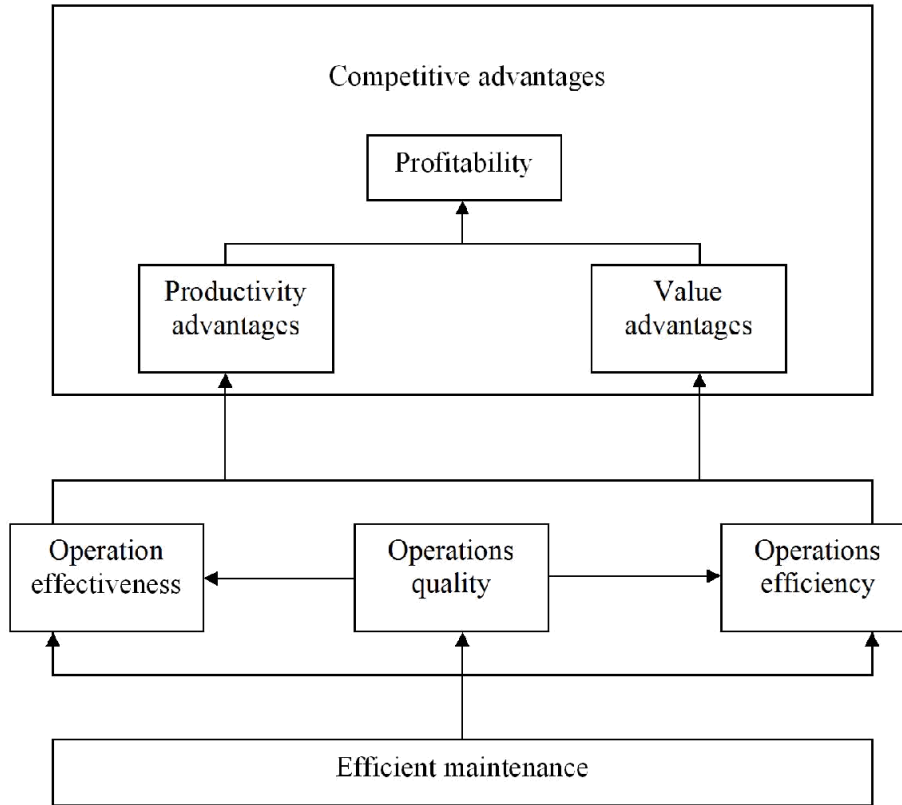


Σχήμα 1.3: Διαδικασίες Παραγωγής - Συντήρησης.

1.8 Ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα μέσω της εφαρμογής αποδοτικής συντήρησης

Η αποδοτική συντήρηση επηρεάζει την παραγωγικότητα, ανταγωνιστικότητα και κερδοφορία μιας εταιρίας 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 εταιρίας. 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 εταιρίας 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 εταιρίας στην αγορά (καλύτερη εικόνα και φήμη). Αυτό οδηγεί την εταιρία σε ανταγωνιστικό πλεονέκτημα όπως απεικονίζεται στο *Σχήμα 1.4*.



Σχήμα 1.4: Πώς επηρεάζει η συντήρηση τα ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα μιας εταιρίας.

1.9 Ορισμοί και κατηγοριοποίηση διαφόρων πολιτικών συντήρησης

Στην Ευρώπη έχει αναπτυχθεί ένα πρότυπο για την ορολογία της συντήρησης, που ονομάζεται “CEN EN 13306:2001, Ορολογία Συντήρησης”. Το ευρωπαϊκό αυτό πρότυπο πρόκειται να αποκτήσει υπόσταση εθνικού προτύπου είτε μέσω της δημοσίευσης ενός πανομοιότυπου κειμένου είτε μέσω της επικύρωσης του πρωτοτύπου. Υιοθετήθηκε το 2001 και προδιαγράφει γενικούς όρους και ορισμούς που αφορούν τεχνικούς, διοικητικούς και διευθυντικούς τομείς της συντήρησης.

Στόχος του προτύπου είναι να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για όλα τα είδη συντήρησης και διαχείρισης συντήρησης ανεξαρτήτως αντικείμενου 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

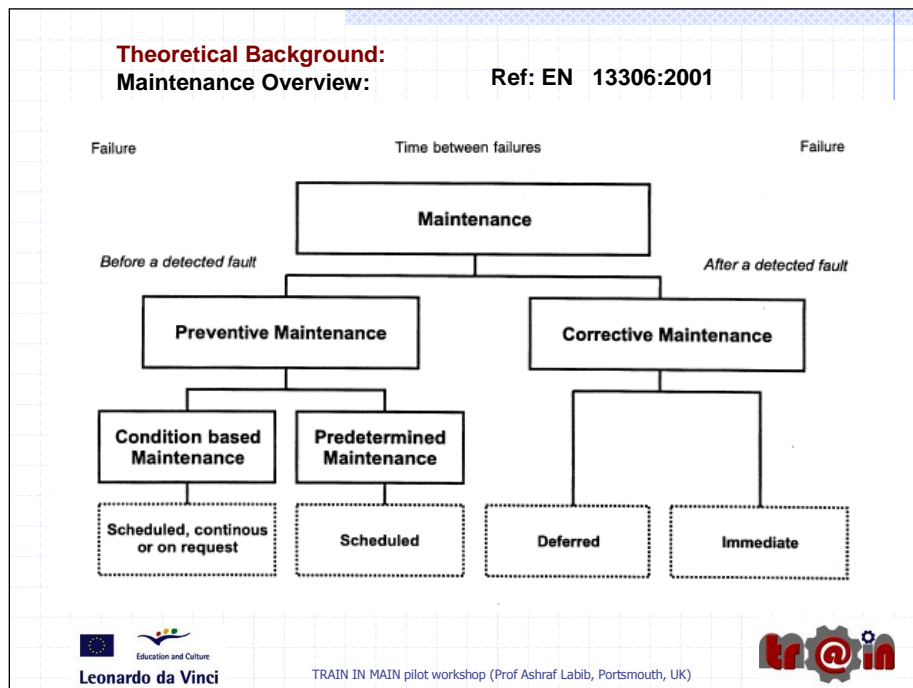
- Βλάβες και γεγονότα
- Ελαττώματα και καταστάσεις δυσλειτουργίας
- Είδη και στρατηγικές συντήρησης
- Ενέργειες συντήρησης
- Όρους που σχετίζονται με τον χρόνο
- Υποστήριξη και εργαλεία συντήρησης
- Μετρήσεις και τεχνικούς δείκτες.

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

1. **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.
2. **Προγραμματισμένη συντήρηση (Scheduled maintenance):** Η προληπτική συντήρηση που διενεργείται σε προκαθορισμένα διαστήματα χρόνου ή αριθμού μονάδων χρήσης.
3. **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.
4. **Συντήρηση βάσει κατάστασης (Condition based maintenance):** Η προληπτική συντήρηση η οποία βασίζεται στην παρακολούθηση της απόδοσης ή/και συγκεκριμένων παραμέτρων και στις επακόλουθες ενέργειες.
5. **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.
6. **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.

7. **Απομακρυσμένη συντήρηση (Remote maintenance):** Συντήρηση ενός αντικειμένου που εκτελείται χωρίς φυσική πρόσβαση του προσωπικού στο αντικείμενο.
8. **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.
9. **Άμεση συντήρηση (Immediate maintenance):** Η συντήρηση που εκτελείται χωρίς καθυστέρηση αμέσως μετά την ανίχνευση κάποιου ελαττώματος προς αποφυγή ανεπιθύμητων συνεπειών.
10. **Συντήρηση πραγματικού χρόνου (On line maintenance):** Συντήρηση που εκτελείται κατά τη διάρκεια λειτουργίας του αντικειμένου.
11. **Επιτόπια συντήρηση (On sight maintenance):** Συντήρηση που εκτελείται στον τόπο χρήσης του αντικειμένου.
12. **Συντήρηση χειριστή (Operator maintenance):** Συντήρηση που εκτελείται από τον χρήστη ή χειριστή.

Στο Σχήμα 1.5 απεικονίζονται τα κυριότερα είδη πολιτικών συντήρησης.



Σχήμα 1.5: Είδη και πολιτικές συντήρησης.

1.9.1 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 κλπ.) 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 and Heap (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 τη γνώση και την αυτοπεποίθηση να χειριστούν τα μηχανήματά 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.

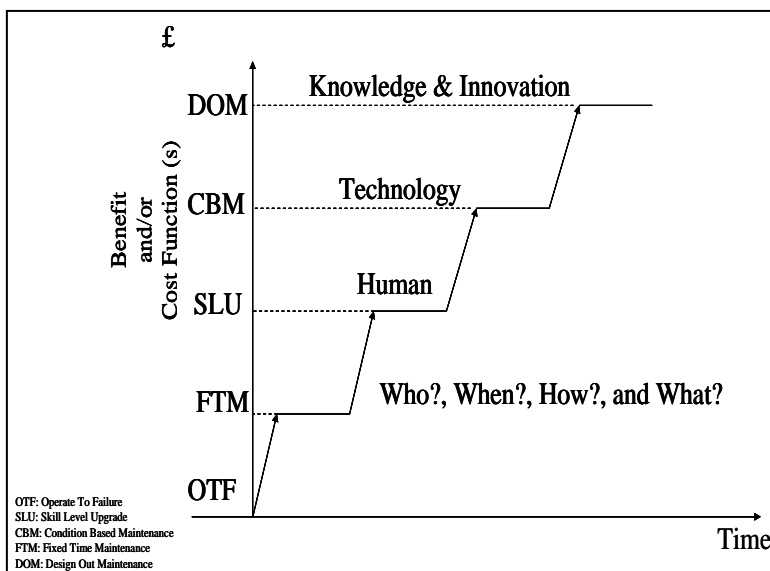
Συντήρηση βάσει κατάστασης (Condition Based Maintenance –CBM)

- 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 παρακολούθησή 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 τη 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.

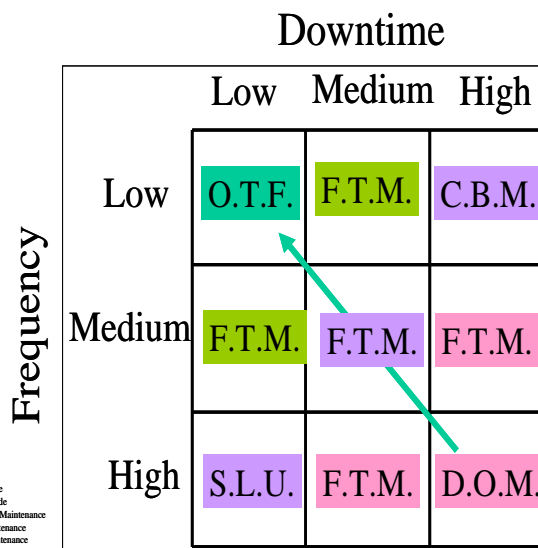
Προτεινόμενο μοντέλο

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 1.6: 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 1.7: Πλέγμα σχεδιασμού συντήρησης (DSM).

1.10 Προληπτική συντήρηση (Preventive Maintenance)

1.10.1 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 εξάρτηματα 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 περύγια, 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 διακίνησης 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:

- 1 Οι αστοχίες που δεν εξαρτώνται από το χρόνο, δηλαδή εμφανίζονται τυχαία και όχι μετά από ίσα χρονικά διαστήματα.
- 2 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.
- 3 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.

1.10.2 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.

1.10.3 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.

1.10.4 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 κυρίαρχουσα 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 περιγράφηκε 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 επιλεγθεί ο μικρότερος δυνατός αριθμός δραστηριοτήτων που εξυπηρετεί τους εκάστοτε στόχους.

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

1. 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
2. Και 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.

1.10.5 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, έγγραφες 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. 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.

1.10.6 Λίστες Δραστηριοτήτων (Task Lists)

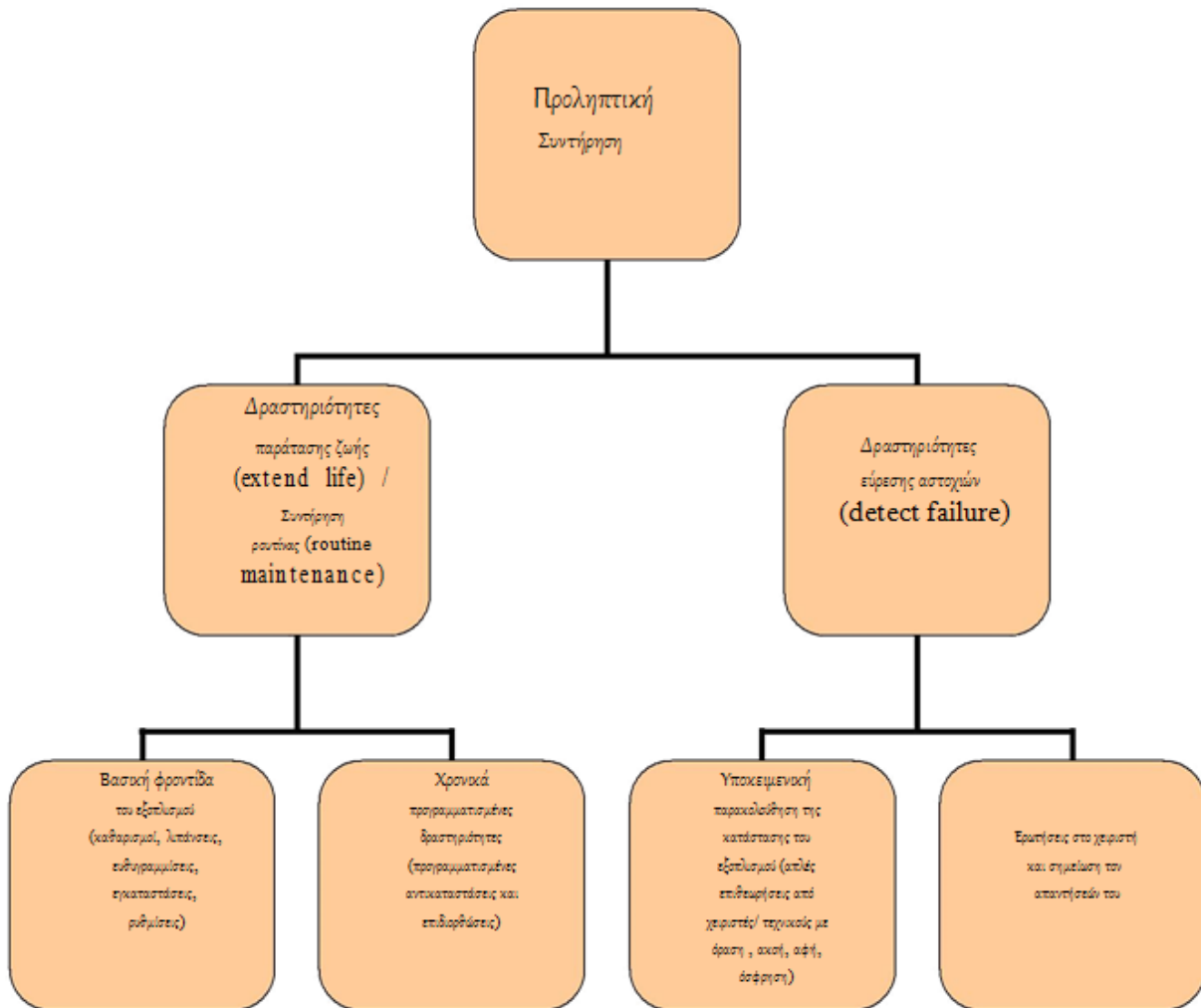
Όλες οι δραστηριότητες και ενέργειες που θα πραγματοποιηθούν κάθε συγκεκριμένη χρονική στιγμή οργανώνονται στις λεγόμενες λίστες δραστηριοτήτων (task lists), όπου οι δραστηριότητες είναι δύο ειδών: παράτασης ζωής (extend life) και εύρεσης αστοχιών (detect failure).

Στις δραστηριότητες *εύρεσης αστοχιών (detect failure)* ανήκουν:

1. 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
2. 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:

1. 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
2. Ρυθμίσεις που κάνουν τον εξοπλισμό να λειτουργεί βέλτιστα, όπως αλλαγές ή τροποποιήσεις στην εκκίνηση (set-up) ή τη λειτουργία της μηχανής
3. Οι Προγραμματισμένες Αντικαταστάσεις Εξαρτημάτων (Planned Component Replacement - PCR), μια τεχνική που βελτιώνει την αξιοπιστία σε πολλές περιπτώσεις



Σχήμα 1.8: Οι δραστηριότητες της Προληπτικής Συντήρησης.

1.11 Προβλεπτική συντήρηση (Predictive Maintenance)

1.11.1 Γενικά

Όπως ήδη αναφέρθηκε, 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.

1.11.2 Προβλεπτική συντήρηση

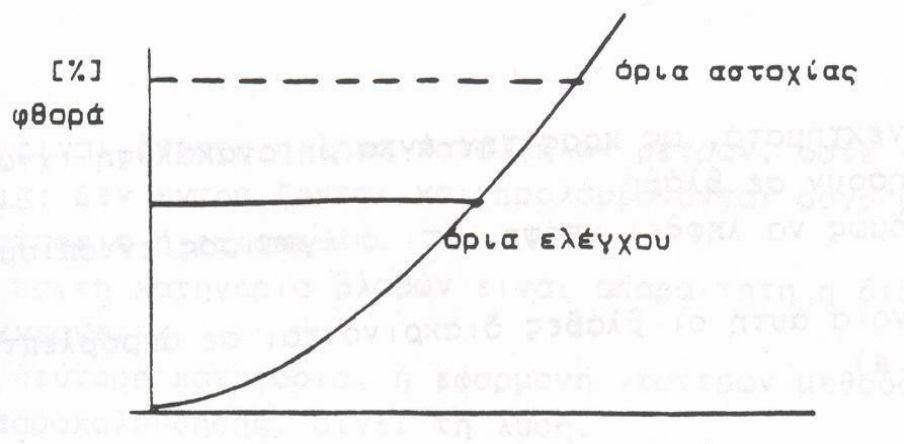
Με βάση τα παραπάνω η πρόβλεψη ή πρόγνωση της αστοχίας με τη λειτουργική παρακολούθηση (*real time monitoring*) είναι μία πρακτική που αναπτύχθηκε από την ανάγκη βελτιστοποίησης της χρήσης των μέσων παραγωγής σε συνδυασμό με το οικονομικό αποτέλεσμα. Είναι ιδιαίτερα σημαντικός ο έλεγχος κρίσιμων σημείων 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 πρόοδος τους εξετάζονται σε συνάρτηση με το χρόνο. Με την έννοια αυτή καθορίζονται χρονικά όρια επεμβάσεων ή αντικαταστάσεων (Σχήμα 1.9) πριν το γεγονός συγκεκριμένης αστοχίας δημιουργήσει ευρύτερες ανωμαλίες.

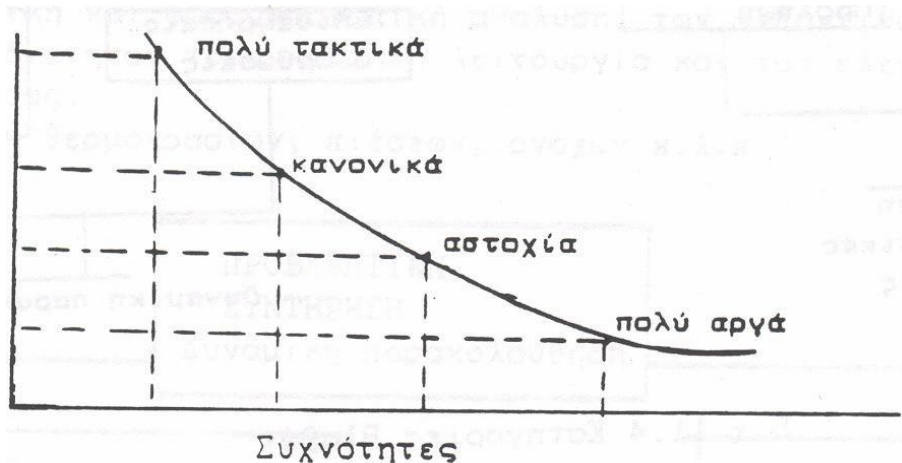


Σχήμα 1.9: Χρονικά όρια ελέγχου.

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 (Σχήμα 1.10). 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.



Σχήμα 1.10: Συχνότητα ελέγχων.

1.11.3 Κατηγορίες βλαβών

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.

1.11.4 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 μόλυνσής 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:

1. Η επιλογή των μηχανημάτων που θα υπαχθούν στο πρόγραμμα παρακολούθησης,
2. 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,
3. 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,
4. 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.

1.11.5 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.

1.11.6 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 αιτίων 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 του εργοστασίου Υαλουργίας Γιούλα Α.Ε. (Drujba A.D.) στη Βουλγαρία.

2.1 Συνοπτικό ιστορικό της υαλουργίας Γιούλα Α.Ε.

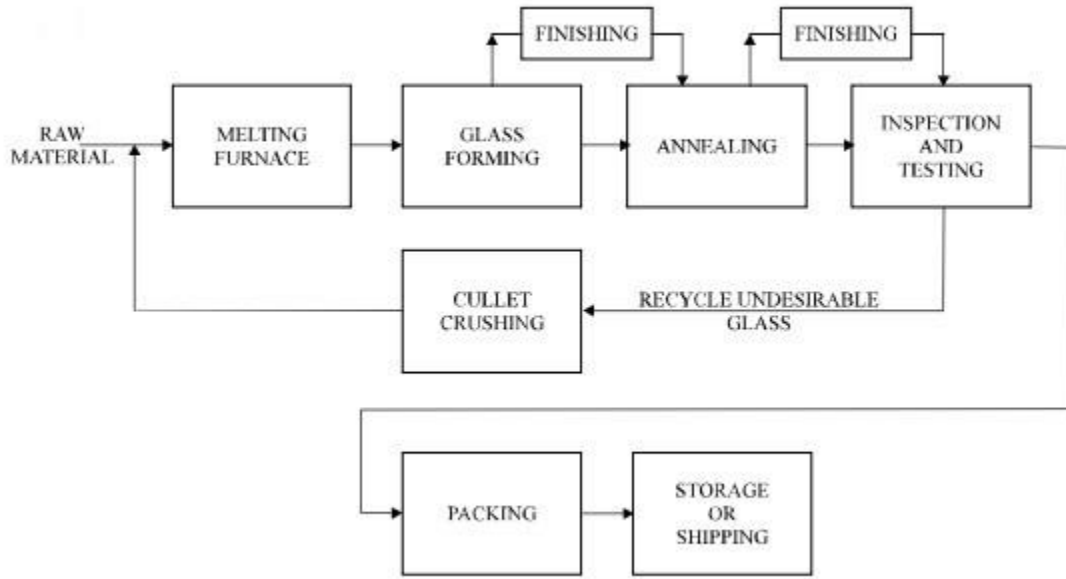
Η ιστορία της Γιούλα αρχίζει το 1947 έχοντας ως κύρια δραστηριότητα τη παραγωγή γυάλινων χειροποίητων επιτραπέζιων ειδών. Με τη πάροδο του χρόνου πραγματοποιούνται σημαντικές επενδύσεις στον τεχνολογικό και μηχανολογικό τομέα με έμφαση στην αυτοματοποιημένη παραγωγή γυάλινων φιαλών, βάζων και επιτραπέζιου εξοπλισμού που προορίζονται για τη συσκευασία τροφίμων και ποτών. Από το 1997 η εταιρία Γιούλα επεκτείνεται και στα Βαλκάνια με την εξαγορά των εργοστασίων παραγωγής υάλινων περιεκτών Drujba στη Σόφια και Φιλιππούπολη της Βουλγαρίας, Stigom στη Ρουμανία. Επίσης εξαγόρασε το εργοστάσιο παραγωγής επιτραπέζιων ειδών New Glass στη Βουλγαρία και 2 ακόμη εργοστάσια παραγωγής υάλινων περιεκτών στην Ουκρανία.

Η παρούσα διπλωματική έχει εστιάσει στο εργοστάσιο Drujba στη Φιλιππούπολη. Βρίσκεται σε έκταση 160.000 m² και απασχολεί 550 εργαζόμενους. Ξεκίνησε τη λειτουργία του το 1961 με 5 φούρνους και συνολική ετήσια παραγωγή 180.000 τόνους και τώρα έχει 3 φούρνους με μεγαλύτερη όμως παραγωγή 225.000 τόνους/έτος.

Οι πρώτες ύλες του εργοστασίου είναι η άμμος (60% περιεκτικότητα), σόδα (20% περιεκτικότητα) και το υπόλοιπο είναι μάρμαρο, υαλόθραυσμα, limestone και χρωμίτες για την επίτευξη του κατάλληλου χρώματος στο τελικό προϊόν.

2.2 Διάγραμμα παραγωγικής διαδικασίας και περιγραφή των επιμέρους τμημάτων.

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



Σχήμα 2.1: Τυπικό Διάγραμμα Ροής Υαλουργίας.

Τα βασικά τμήματα ενός εργοστασίου υαλουργίας όπως φαίνεται και στο διάγραμμα είναι τα ακόλουθα:

1. Αναμικτήριο πρώτων υλών (Raw Materials)
2. Κλίβανος (Melting Furnace)
3. Μηχανές Σχηματοδότησης (Glass Forming)
4. Γαλαρίες Ανόπτησης (Annealing)
5. Μηχανήματα αυτόματης διαλογής και ποιοτικού ελέγχου (Inspection and Testing),
6. Παλεταριστικά μηχανήματα και Θερμοσυρρίκνωση παλετών έτοιμου προϊόντος (Packing)
7. Αποθήκευση και Φόρτωση (Storage or Shipping)
8. Κοινά συμπληρωματικά συστήματα: Δίκτυα αέρα (ανεμιστήρες, αεροσυμπιεστές), δίκτυα λαδιού, δίκτυα νερού

2.2.1 Αναμικτήριο

Πολύ σημαντικό ρόλο στην παραγωγή του γυαλιού παίζει η σωστή προετοιμασία του μίγματος των πρώτων υλών. Αρχικά οι πρώτες ύλες εισάγονται είτε με μηχανική είτε με πνευματική μεταφορά στα σιλό αποθήκευσης. Για να επιτευχθεί η ακριβής ζύγιση των πρώτων υλών, είναι απαραίτητη η ύπαρξη κατάλληλων δοσομετρικών μηχανισμών ανάλογα με τα χαρακτηριστικά και τις φυσικές ιδιότητες των πρώτων υλών. Τα υλικά ζυγίζονται με την βοήθεια πλήρως

αυτοματοποιημένων ζυγών οι οποίοι εγγυώνται την ακρίβεια μέτρησης. Το μίγμα των πρώτων υλών πρέπει ακολούθως να αναμιχθεί, με την προσθήκη και της απαραίτητης υγρασίας, σε υψηλής ποιότητας και απόδοσης mixer. Όλες αυτές οι διαδικασίες (ζύγιση και δοσομέτρηση) παρακολουθούνται από ένα σύστημα SCADA για την οπτικοποίηση τους και την παρακολούθηση της προετοιμασίας του μίγματος πρώτων υλών.

2.2.2 Κλίβανος, ανάλυση μερών και λειτουργία του

2.2.2.1 Γενικά για τον κλίβανο

Οι κλίβανοι υαλουργίας κατασκευάζονται ανάλογα με την ποιότητα του γυαλιού, την σύσταση του γυαλιού και το είδος των παραγόμενων προϊόντων. Υπάρχουν διάφοροι κλίβανοι υαλουργίας οι οποίοι διαφοροποιούνται κυρίως στο σχεδιασμό και σε τεχνικές λεπτομέρειες.

Τα κύρια σημεία διαφοροποίησης τους είναι

- στην μέθοδο που επεξεργάζονται το γυαλί (είτε συνεχόμενα είτε διαλείποντα)
- στην κατεύθυνση των φλογών καύσης
- στην οριοθέτηση της λεκάνης τήξεως και της λεκάνης εργασίας και τέλος
- στον τρόπο ανάκτησης της θερμότητας

Στους περισσότερους κλιβάνους, η λειτουργία τους είναι συνεχόμενη και οι φλόγες καύσης αλλάζουν περιοδικά κατεύθυνση. Υπάρχουν, συνήθως, δύο ειδών κλίβανοι για την παραγωγή υάλινων περιεκτών. Οι cross fired και οι end – fired (πεταλωτής φλόγας), ανάλογα με το μέγεθός τους.

Στη Γιούλα Α.Ε. χρησιμοποιούνται οι end – fired κλίβανοι.

Οι διαστάσεις του κλιβάνου εξαρτώνται κύρια από τους τόνους του γυαλιού που θέλουμε να παράγουμε. Συνήθως το γυαλί που προορίζεται για τζάμι έχει αυστηρότερες προδιαγραφές απ' ό,τι το γυαλί που προορίζεται για παραγωγή υάλινων περιεκτών.

Ένας κλίβανος υαλουργίας τύπου end - fired αποτελείται από 3 μέρη :

- α) από τους ανακομιστήρες (regenerators)
- β) από την περιοχή τήξεως του γυαλιού (melting area)
- γ) από τη λεκάνη εργασίας (working end ή refiner)

Το μίγμα αφού εισέλθει στην λεκάνη τήξεως αρχίζει να τήκεται. Η θερμοκρασία τήξεως, που είναι συνήθως 1530 – 1580 °C, εξαρτάται :

- α) από το ποσοστό υαλοθραύσματος
- β) από την σύνθεση του μίγματος (παραπάνω αλκάλια - λιγότερη θερμοκρασία τήξεως)
- γ) από το χρώμα του γυαλιού (το λευκό γυαλί τήκεται πιο εύκολα απ' ότι το έγχρωμο)
- δ) από την ποιότητα του γυαλιού, που ορίζει και την δυνατότητα του κλιβάνου (max pull – tons per day), δηλαδή πόσους τόνους maximum μπορούμε να πάρουμε από τον κλίβανο.

Καύση Κλιβάνου

Το καύσιμο που χρησιμοποιείται συνήθως για να πετύχουμε τη θερμοκρασία αυτή είναι φυσικό αέριο. Η καύση του φυσικού αερίου γίνεται συνήθως από μπεκ - καυστήρες που βρίσκονται στο πίσω μέρος του κλιβάνου. Ο αέρας καύσης αφού προθερμανθεί περνώντας διαμέσου της γομώσεως των ανακομιστήρων (§2.2.2.7) αναμιγνύεται και καίγεται μαζί με το φυσικό αέριο που εκτοξεύουν οι καυστήρες.

Η φλόγα που δημιουργείται θα πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- να είναι όσο το δυνατόν πιο φωτεινή,
- να μην χτυπάει τον τοίχο που βρίσκεται στο τέλος της λεκάνης τήξεως (§2.2.2.1),
- να μην χτυπάει το μίγμα που εισέρχεται στον κλίβανο.

Για τον σκοπό αυτό θα πρέπει :

- α) να προσαρμόζουμε την γωνία των καυστήρων
- β) να χρησιμοποιούμε καυστήρα με ανάλογη διάμετρο (30-40mm για φυσικό αέριο).
- γ) να γίνεται τακτικός καθαρισμός των καυστήρων με αέρα και με σύρμα για να απομακρύνονται άκαυστα υλικά (1 μπεκ ανά βάρδια).

Στην έξοδο του κλιβάνου θα πρέπει η περίσσεια αέρα να είναι 2 έως 5% O₂ που μετρείται με αισθητήρα οδηγό. Η καταγραφή γίνεται στο καταγραφικό του κλιβάνου.

Σημαντικό ρόλο στην ποιότητα του γυαλιού παίζει και η θερμοκρασία του πυθμένα, η οποία κυμαίνεται στους 1290 - 1375 °C. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες υπάρχει διάβρωση των πυρίμαχων του πυθμένα.

Πυρίμαχα Κλιβάνου και Ανακομιστήρων

Η λεκάνη τήξεως (§2.2.2.1) είναι φτιαγμένη από πυρίμαχα τα οποία :

α) αντέχουν στην χημική και φυσική διάβρωση από το ζεστό τήγμα γυαλιού.

β) έχουν θερμική αντοχή.

γ) έχουν μηχανική αντοχή.

Η επιλογή των πυρίμαχων εξαρτάται από :

α) το είδος του γυαλιού που πρόκειται να παρασκευαστεί (π.χ. soda - line glass, E glass κλπ).

β) από την θέση του πυρίμαχου μέσα στον κλίβανο. Αναλυτικότερα:

1. Στα σημεία που πυρίμαχα έρχονται σε επαφή με το γυαλί, όπως κάθετοι και πλάγιοι τοίχοι, πίσω τοίχος, τροφοδότης, μπροστά τοίχος, κλειδί είναι η αντοχή στην διάβρωση του γυαλιού. Στα σημεία αυτά χρησιμοποιούνται AZS (Alumina - Zircon - Silica) μπλοκ.
2. Στον πυθμένα του κλιβάνου, κλειδί για την σωστή λειτουργία του είναι να μην υπάρχουν αρμοί ώστε το γυαλί να μπορεί να διαρρεύσει από τον πυθμένα, καθώς και η αντοχή σε διαβρώσεις από τα μέταλλα. Στον πυθμένα χρησιμοποιούνται κύρια τούβλα AZS και τούβλα ζirkονίου TZB.
3. Στην οροφή του κλιβάνου χρησιμοποιούνται Silica μπλοκ, που αντέχουν σε υψηλές θερμοκρασίες και μονώνουν τον κλίβανο. Γύρω - γύρω ο κλίβανος μονώνεται με Silica για λόγους οικονομίας στην κατανάλωση ενέργειας.

Το τούβλα γομώσεως των ανακομιστήρων είναι συνήθως μαγνησιακά ή χρωμομαγνησιακά ή AZS (Alumina - Zircon - Silica) που αντέχουν μέχρι 1670 °C και είναι κατασκευασμένα ώστε να έχουν μεγάλη επιφάνεια θερμικής αγωγιμότητας.

2.2.2.2 Λεκάνη τήξης

Το βασικότερο σημείο ενός κλιβάνου είναι η λεκάνη τήξης. Σε αυτή περιέχεται το τετηγμένο γυαλί και οι προς τήξη πρώτες ύλες. Σε αυτήν ξεχωρίζουν δύο ζώνες: Η ζώνη τήξης και η ζώνη εξευγενισμού του γυαλιού.

Σημαντικός παράγοντας στην κατασκευή ενός κλιβάνου έχει να κάνει και με το χρώμα παραγωγής του γυαλιού. Οι κλίβανοι που παράγουν κυρίως χρωματιστό γυαλί είναι συνήθως πιο ρηχοί από αυτούς που παραγάγουν λευκό γυαλί. Αυτό οφείλεται κυρίως στην μειωμένη μετάδοση της υπεριώδους ακτινοβολίας στο χρωματιστό γυαλί.

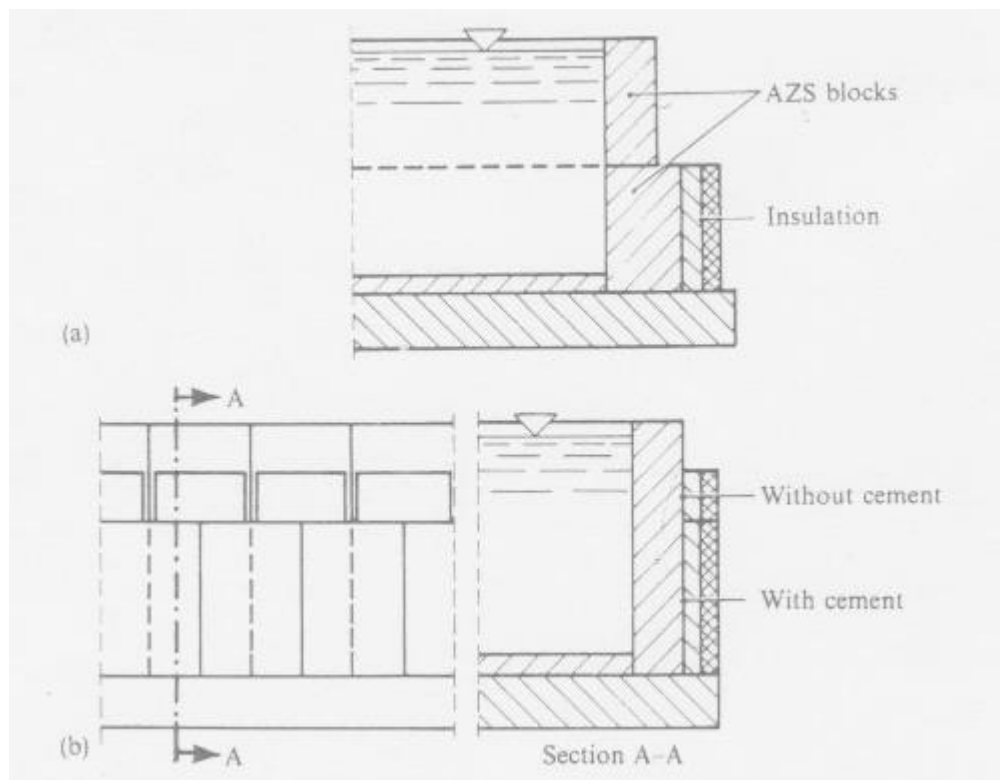
Συνηθισμένο βάθος ενός κλιβάνου είναι τα 1200 mm.

2.2.2.3 Πλευρικά τοιχώματα

Η μεγαλύτερη φθορά που προκαλεί το γυαλί είναι κυρίως στις οριζόντιες ενώσεις των πλευρικών τοιχωμάτων της λεκάνης τήξης. Βέβαια το ίδιο ισχύει και για τις κάθετες ενώσεις τους.

Έτσι η σφιχτή ένωση των διαφόρων τεμαχίων των τοιχωμάτων του κλιβάνου είναι απαραίτητη όχι μόνο για την μη διαρροή γυαλιού από αυτές αλλά γιατί διασφαλίζει και την ελάχιστη φθορά που προκαλεί το ρευστό γυαλί στα τοιχώματα του κλιβάνου. Μεγάλα πυρίμαχα τούβλα από AZS (Aluminium Zirconium Silicic) χρησιμοποιούνται συνήθως για την κατασκευή των πλευρικών τοιχωμάτων. Το πάχος ποικίλει από 300 έως 200 mm. Για να μειωθούν οι θερμικές απώλειες, μονώνονται συνήθως τα πυρίμαχα στα κάτω 2/3 του ύψους των τοιχωμάτων.

Μια τυπική διάταξη κατασκευή πλευρικών τοιχωμάτων φαίνεται στο *Σχήμα 2.2*:



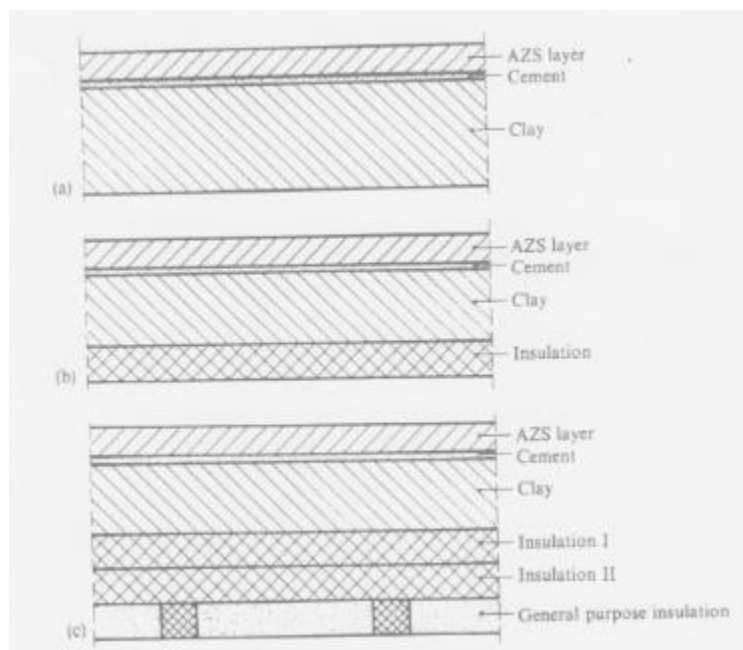
Σχήμα 2.2: Πλευρικά Τοιχώματα.

Καλή επαφή μεταξύ των πυρίμαχων τούβλων και της μόνωσης στη μεσαία και στην κάτω ζώνη των τοιχωμάτων επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας μία λεπτή στρώση τσιμέντου ή πλέγμα ειδικής κεραμικής ίνας.

Η γραμμή ροής του γυαλιού ψύχεται συνήθως με αέρα (ροή 0,8-1 m³/s στα 9,8 bar). Η ταχύτητα ροής είναι περίπου 30 m/s με στόμιο πάχους 10-25 mm. Τα στόμια ψύξης τοποθετούνται το ένα δίπλα στο άλλο κατά μήκος της γραμμής ροής του γυαλιού και σε απόσταση 30-55 mm το ένα από το άλλο.

2.2.2.4 Πυθμένας κλιβάνου

Παλιότερα ο πυθμένας του κλιβάνου ήταν κατασκευασμένος από πυρίμαχα τούβλα αργίλου τοποθετημένα σε μία μεταλλική σχάρα. Η αύξηση όμως των θερμοκρασιών λειτουργίας και η ανάγκη να εξοικονομηθεί ενέργεια οδήγησε στην κατασκευή πολυστρωματικών πυθμένων όπως φαίνεται και στο Σχήμα 2.3.



Σχήμα 2.3: Πολυστρωματικός Πυθμένας.

Το πρώτο στρώμα είναι πάχους 75-120 mm (AZS πυρίμαχα), το δεύτερο 200-300 mm και ακολουθούν αρκετές στρώσεις μόνωσης.

Πυθμένες οι οποίες είναι καλά μονωμένοι έχουν όλες τους τις ενώσεις σφραγισμένες με τσιμέντο ειδικού τύπου (με βάση AZS). Ενώ αυτό το τσιμέντο είναι ρευστό σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, πάνω από 1200° C αποκτά πλαστικές ιδιότητες και ακολουθεί τις διαστολές του πυθμένα προσδίδοντας έτσι καλή προσκόλληση.

Οι θερμικές απώλειες χωρίς μόνωση είναι της τάξης των 4600-6000 W/m² ενώ η μόνωση μειώνει αυτές τις απώλειες στα 1300 W/m².

Συχνά όπως φαίνεται και στο *Σχήμα 2.4* στον πυθμένα του κλιβάνου χρησιμοποιούνται και Bubblers (για καλύτερη ανάμιξη του γυαλιού) καθώς και ηλεκτρόδια (για καλύτερη και γρηγορότερη τήξη του γυαλιού).

Bubblers

Για καλύτερη ομογενοποίηση του μίγματος - τήγματος γυαλιού, από τον πυθμένα του κλιβάνου εισέρχονται σωλήνες μέσα στο γυαλί και ελευθερώνουν φυσαλίδες αέρα, που αναμιγνύουν και ομογενοποιούν το γυαλί.

Η τροφοδοσία του αέρα είναι σημαντική και θα πρέπει να ελέγχεται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Θα πρέπει να εμφανίζονται 30 – 40 φυσαλίδες / min στο λευκό γυαλί, 40 – 50 φυσαλίδες / min στο πράσινο – καραμελέ γυαλί. Θα πρέπει να γίνεται περιοδικός έλεγχος για την κατάσταση των σωλήνων του αέρα. Η ανάγκη λειτουργίας των bubbler μειώνεται σημαντικά με τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας.

Ηλεκτρόδια

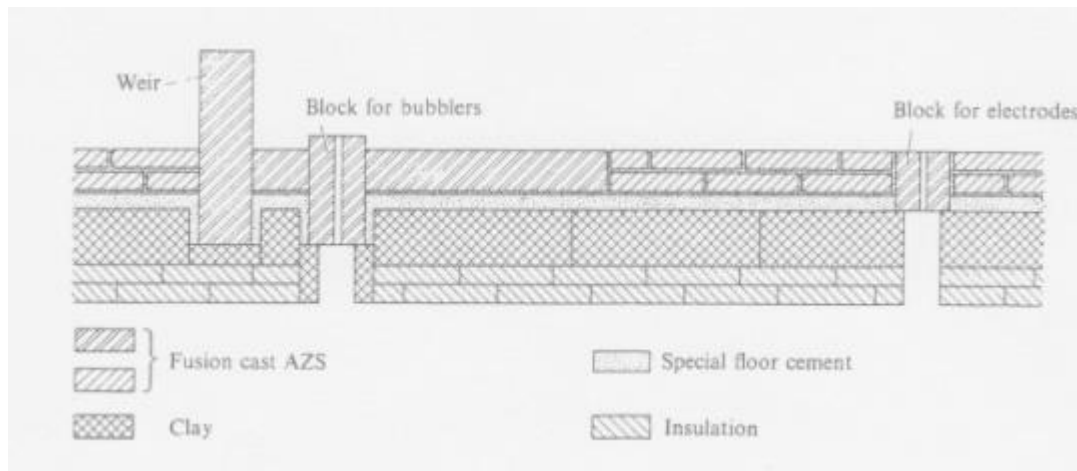
Εκτός από την καύση αέρα και φυσικού αερίου, για την παραγωγή θερμικής ενέργειας, που χρησιμοποιείται στην τήξη του μίγματος μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και ηλεκτρική ενέργεια για την τήξη του γυαλιού. Ο κύριος λόγος που χρησιμοποιείται το ηλεκτρικό ρεύμα είναι να αυξήσει τη δυναμικότητα του κλιβάνου χωρίς να αυξηθούν οι διαστάσεις του κλιβάνου.

Συνήθως 25 – 30 KW δίνουν 1 τόνο επιπλέον γυαλιού.

Η θερμότητα που προσδίδεται διαμέσου της ηλεκτρικής ενέργειας ελαττώνει τις ψείρες (μικρά εγκλείσματα αέρα στο τήγμα) καθώς και τις πέτρες στο γυαλί, ενώ αυξάνει και την ομοιογένεια του. Η χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας είναι φυσικό να ελαττώνει την πιθανότητα εμφάνισης εγκλεισμάτων αέρα και σε συνεργασία με την καύση του φυσικού αερίου δίνει καλά αποτελέσματα στον τομέα αυτό.

Η ηλεκτρική ενέργεια προσδίδεται στο γυαλί διαμέσου των ηλεκτροδίων. Η θέση των ηλεκτροδίων εξαρτάται από τις διαστάσεις του κλιβάνου και τοποθετούνται στον πυθμένα του κλιβάνου ή στα πλάγια του κλιβάνου.

Τα ηλεκτρόδια είναι κατά 99% από μολυβδαίνιο και συνδέονται διαμέσου ηλεκτρικών καλωδίων με μετασχηματιστή. Ο μετασχηματιστής δίνει 1200 KWatt MAX ενέργεια που μεταφέρονται στα ηλεκτρόδια και από εκεί στο τήγμα του γυαλιού.



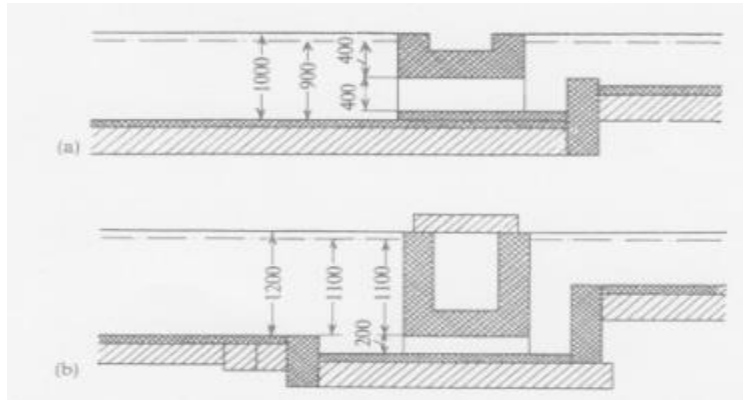
Σχήμα 2.4: Θέση *Bubblers* και *Ηλεκτροδίων* στον πυθμένα του κλιβάνου.

2.2.2.5 Διώρυγα Κλιβάνου – Λεκάνη Εργασίας

Μετά την λεκάνη τήξεως το γυαλί εισέρχεται στην λεκάνη εργασίας διαμέσου διώρυγας. Επειδή όλο το γυαλί περνά μέσα από τη διώρυγα είναι πολύ σημαντική η επιλογή των υλικών για την κατασκευή της καθώς και η κατασκευή της. Η διώρυγα θα πρέπει να είναι φτιαγμένη από τούβλα AZS, που αντέχουν στην φθορά από το γυαλί. Ο ρόλος της διώρυγας είναι να κατεβάσει την θερμοκρασία στο γυαλί και να το παραδώσει στην λεκάνη εργασίας. Στην λεκάνη εργασίας το γυαλί ηρεμεί θερμοκρασιακά σε θερμοκρασία 1200 – 1280 °C, περίπου, και από εκεί διαμέσου καναλιών οδηγείται στις μηχανές σχηματοδότησης.

Η λεκάνη εργασίας αποτελείται συνήθως από 4 ζώνες. Η λειτουργία της διώρυγας είναι να διαχωρίσει την λεκάνη τήξεως από την λεκάνη εργασίας φυσικά αλλά κυρίως να υποδεχτεί την μεγάλη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ αυτών των δύο τμημάτων σε μια σχετικά μικρή απόσταση. Η θερμοκρασία του γυαλιού που εισέρχεται στην λεκάνη εργασίας επηρεάζεται από το βάθος και την θέση της διώρυγας.

Για ενεργειακούς σκοπούς και για να διατηρηθεί η μικρότερη δυνατή ροή (για δεδομένη δυναμικότητα τήξης) στην διώρυγα, ο σχεδιασμός της είναι τέτοιος που ελαχιστοποιεί την δυνατότητα επιστροφής γυαλιού από την λεκάνη εργασίας στην λεκάνη τήξης.

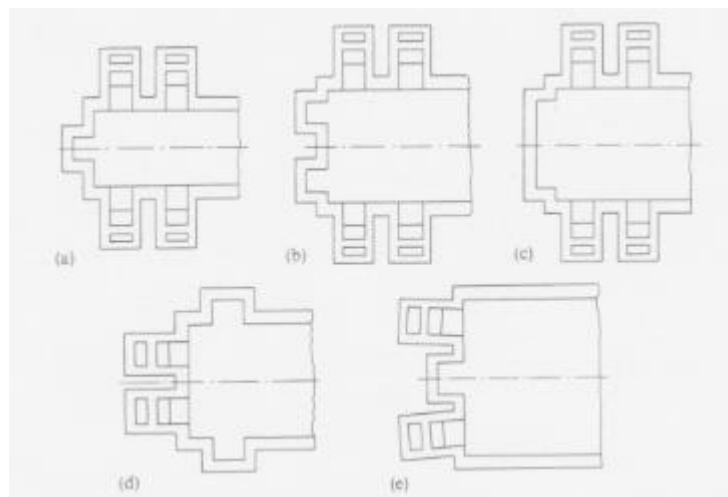


Σχήμα 2.5: Απεικόνιση της Διώρυγα του Κλιβάνου.

Η διώρυγα είναι ένα από τα πιο κρίσιμα μέρη του κλιβάνου. Εάν λειτουργεί σωστά, καθορίζει της παραγωγικότητα και μακροζωία του κλιβάνου καθώς και την ποιότητα του γυαλιού. Εξαιρετικής σημασίας είναι η προσεκτική ψύξη της διώρυγας η οποία πραγματοποιείται συνήθως με ροή αέρα.

2.2.2.6 Τροφοδότης Κλιβάνου

Σε αυτό το τμήμα, ο κλιβανος τροφοδοτείται με το μίγμα των πρώτων υλών το οποίο είναι προς τήξη. Υπάρχουν διάφορες διατάξεις τροφοδοσίας ανάλογα με τον κλιβανό



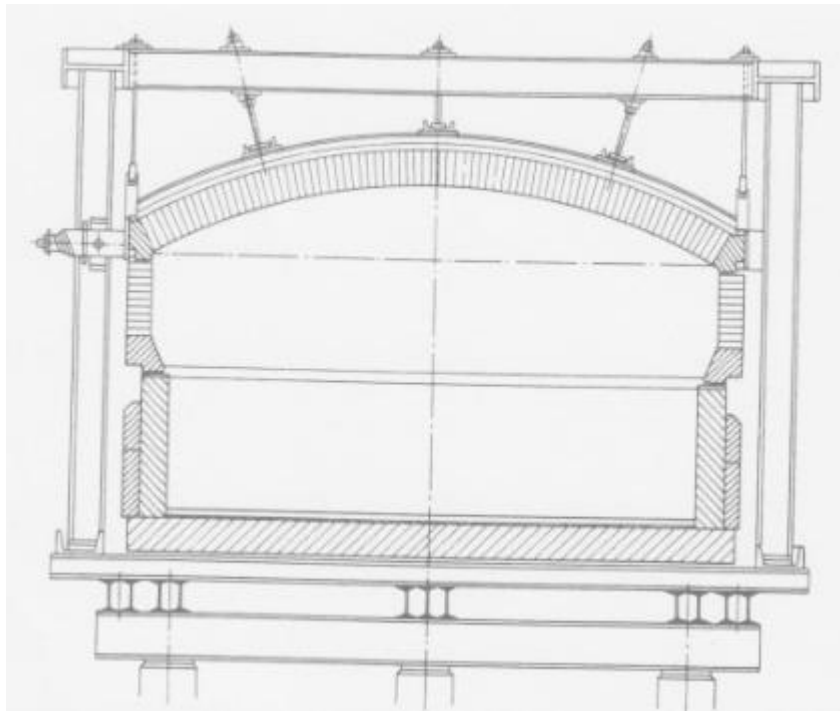
Σχήμα 2.6: Διαφορετικές διατάξεις τροφοδοτών κλιβάνου.

Τα πυρίμαχα στις γωνίες του τροφοδότη υπόκεινται σε μεγάλες θερμοκρασίες και για αυτό χρησιμοποιούνται πυρίμαχα μεγάλης αντοχής.

2.2.2.7 Θόλος Κλιβάνου

Η λειτουργία του θόλου του κλιβάνου είναι να καλύψει την λεκάνη τήξης. Αντίστοιχα υπάρχουν και οι θόλοι των ανακομιστήρων. Το ύψος του θόλου καθορίζει και το μέγεθος του θαλάμου καύσης του κλιβάνου.

Ο θόλος στηρίζεται μόνος του και πρέπει να σχεδιαστεί έτσι ώστε να δημιουργούνται μόνο δυνάμεις θλίψης και οποιοσδήποτε υπερβολικές πιέσεις στις τομές να αποφεύγονται. Πολύ σημαντικό ρόλο παίζει η θερμοκρασία του θόλου από την οποία εξαρτάται η σταθερότητα της κατασκευής.



Σχήμα 2.7: Θόλος Κλιβάνου.

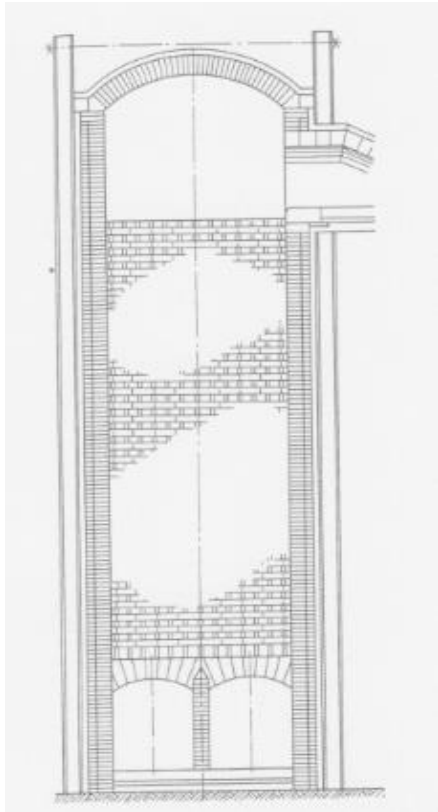
2.2.2.8 Ανακομιστήρες

Οι ανακομιστήρες χρησιμοποιούνται για την ανάκτηση της θερμότητας των καυσαερίων. Χρησιμοποιούν δηλαδή την θερμική ενέργεια των αερίων καύσης για να προθερμάνουν τον εισερχόμενο αέρα καύσης και έτσι να προσδώσουν καλύτερη μεταφορά θερμότητας μέσω υψηλότερης θερμοκρασίας φλόγας καύσης. Πολύ σημαντικός παράγοντας στην λειτουργία των ανακομιστήρων είναι το υλικό καθώς και η διάταξη του πληρωτικού υλικού που χρησιμοποιείται. Επίσης η ροή του αέρα καθορίζεται και από πλάτος του ανακομιστήρα όπως και από το ύψος του κενού χώρου πάνω από το πληρωτικό υλικό.

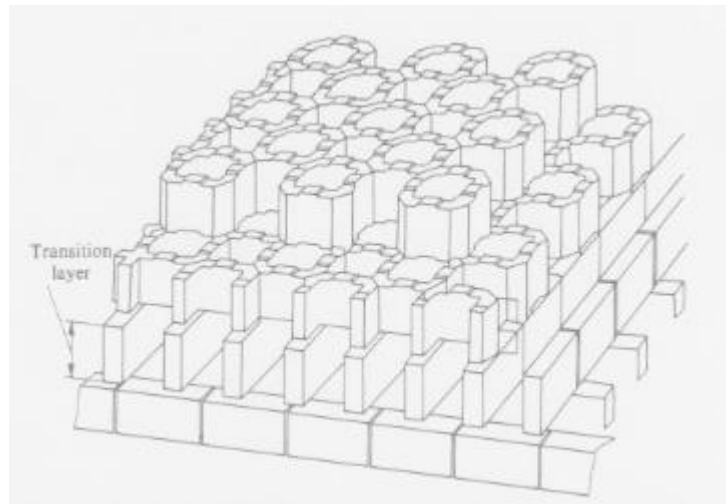
Στο πίσω μέρος του κλιβάνου (λεκάνης τήξεως) υπάρχουν δύο σειρές από καυστήρες, αριστερά και δεξιά. Όταν λειτουργούν οι δεξιοί καυστήρες, ο αέρας καύσεως εισέρχεται από τα δεξιά ενώ τα καυσαέρια φεύγουν από τα αριστερά. Όταν λειτουργούν οι αριστεροί καυστήρες, ο αέρας καύσεως εισέρχεται από τα αριστερά ενώ τα καυσαέρια φεύγουν από τα δεξιά. Η καύση από δεξιά κρατάει περίπου 20 λεπτά. Ομοίως και η καύση από αριστερά.

Η θερμοκρασία στην οροφή των ανακομιστήρων θα πρέπει για λόγους ασφαλείας να μην ξεπεράσει τους 1450 °C, ενώ μια μέση τιμή λειτουργίας είναι 1370 °C. Η καταγραφή γίνεται με πυρόμετρο στην οροφή του ανακομιστήρα και αναγράφεται στο καταγραφικό του κλιβάνου.

Τα καυσαέρια αφού εισέλθουν στον ανακομιστήρα θερμαίνουν το πληρωτικό υλικό για 20 λεπτά, ενώ όταν αλλάζει η καύση τα αυτό αποδίδει την θερμότητα στον αέρα καύσεως. Έτσι, επειδή προθερμαίνεται ο αέρας καύσεως, εξοικονομούμε ενέργεια.



Σχήμα 2.8: Ανακομιστήρας.



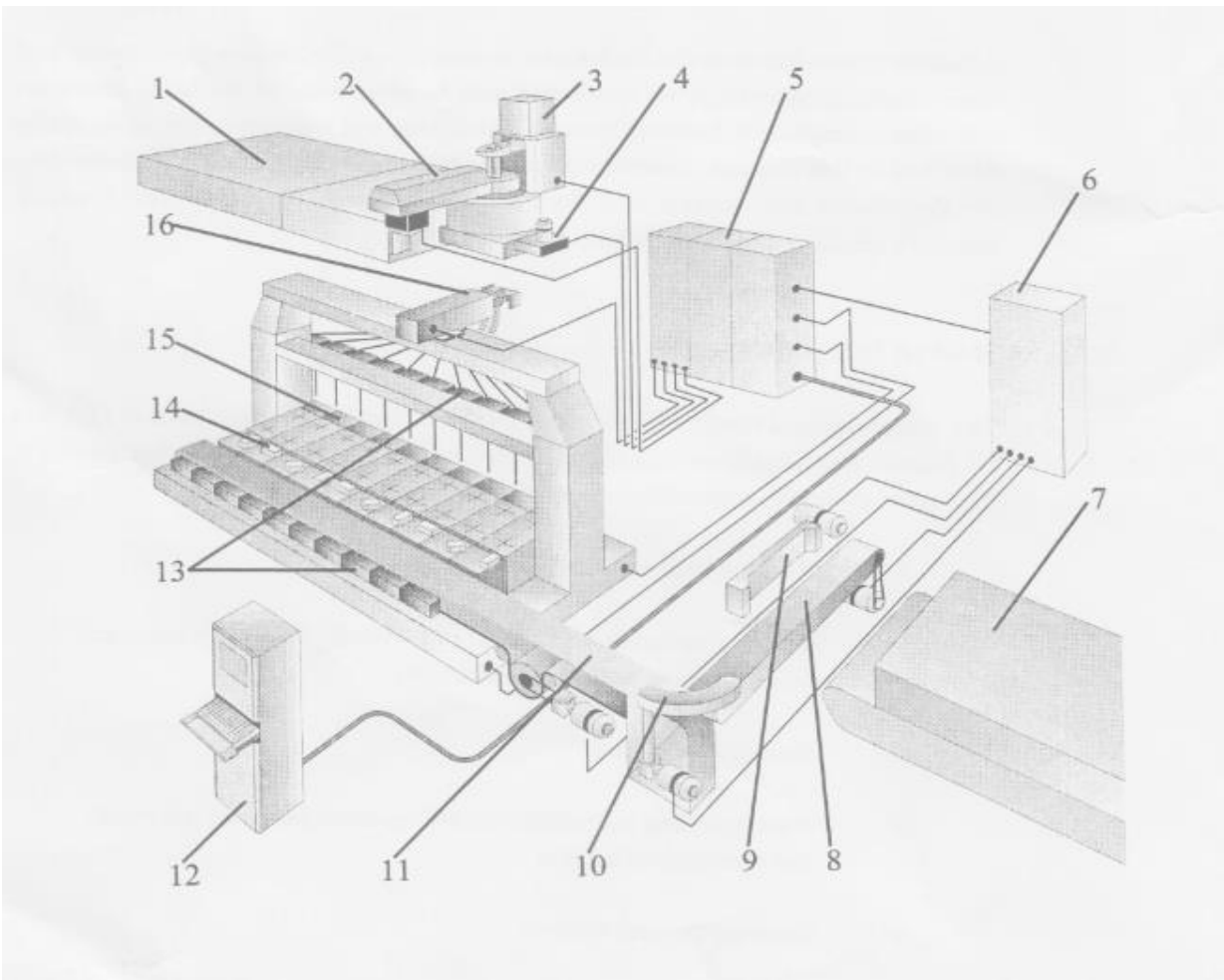
Σχήμα 2.9: Πληρωτικό Υλικό.

2.2.3 Μηχανές Σχηματοδότησης

Οι μηχανές σχηματοδότησης είναι το δεύτερο πιο σημαντικό κομμάτι σε μία υαλουργία.

Αποτελείται από τα εξής βασικά τμήματα:

1. Κανάλια μεταφοράς γυαλιού στην μηχανή σχηματοδότησης
2. Κυρίως μηχανή που αποτελείται από:
 - Βάση μηχανής
 - Διανομέα γυαλιού στην μηχανή
 - Στοιχεία μηχανής
 - Ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου σχηματοδότησης
 - Τροφοδοτές ετοιμών προϊόντων στην μεταφορική ταινία
3. Μεταφορά ετοιμών προϊόντων στην γαλαρία ανόπτησης.



Σχήμα 2.10: Ολοκληρωμένο σχήμα μηχανής σχηματοδότησης.

Πίνακας 2.1: Περιγραφή μηχανισμών μηχανής σχηματοδότησης.

A/A	Περιγραφή Μηχανισμού	A/A	Περιγραφή Μηχανισμού
1.	Κανάλι Διανομής	9.	Τροφοδότης
2.	Περιστρεφόμενο Τύμπανο	10.	Μηχανισμός Μεταφοράς
3.	Σερβομηχανισμός Μαστών	11.	Μεταφορική Ταινία
4.	Ψαλίδια	12.	Πίνακας Παραγωγικής Γραμμής
5.	Καμπίνα Ελέγχου	13.	Πίνακας Ελέγχου
6.	Οδηγός Flex-Vector	14.	Σερβομηχανισμός Προώθησης
7.	Γαλαρία	15.	Ηλεκτροπνευματικό Βαλβιδοκιβώτιο
8.	Μεταφορική Ταινία	16.	Σερβομηχανισμός Διανομής Σταγόνας Υάλου

Ο σκοπός της μηχανής σχηματοδότησης είναι να παράγει προϊόντα (μπουκάλια, βάζα κλπ) από τετηγμένες σταγόνες γυαλιού. Αποτελούνται από 6, 8, 10, 12 ή 16 ανεξάρτητα στοιχεία (Independent Sections – IS). Ο σκοπός τους είναι το κάθε στοιχείο να δουλεύει ανεξάρτητα ώστε σε περίπτωση βλάβης ενός στοιχείου τα υπόλοιπα να συνεχίσουν να δουλεύουν έως ότου γίνει επιδιόρθωση χωρίς να διακοπεί η παραγωγή.

Η παραγωγή προϊόντων γυαλιού γίνεται με χρήση καλουπιών και χωρίζεται σε δύο στάδια:

- Στο πρώτο στάδιο δημιουργείται ένα προϊόν «αρχικό μόρφωμα» – parison (χρήση καλουπιού «προφόρμα»)
- Στο δεύτερο στάδιο αυτό το «αρχικό μόρφωμα» παίρνει την τελική του μορφή (χρήση καλουπιού «φόρμα»)

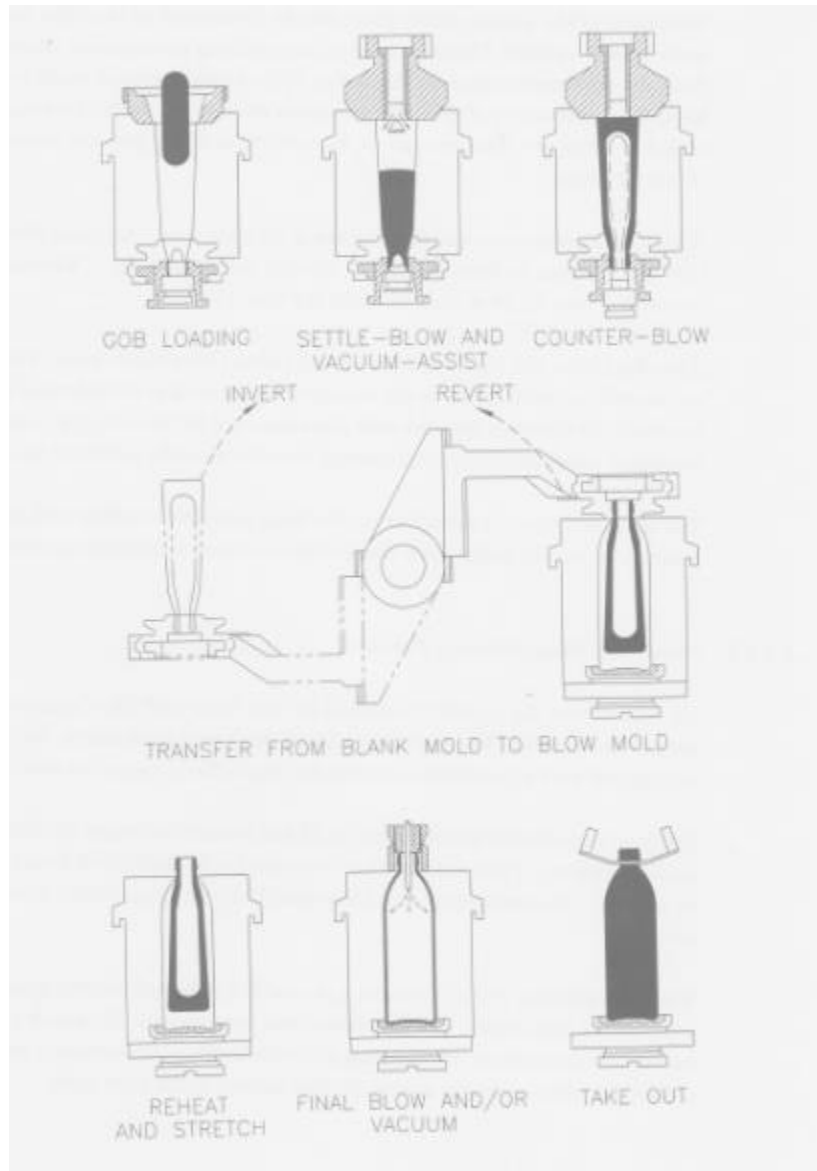
Υπάρχουν τρεις κυρίως διαδικασίες παραγωγής υάλινων προϊόντων:

- Blow and Blow
- Press and Blow
- Narrow neck Press and Blow

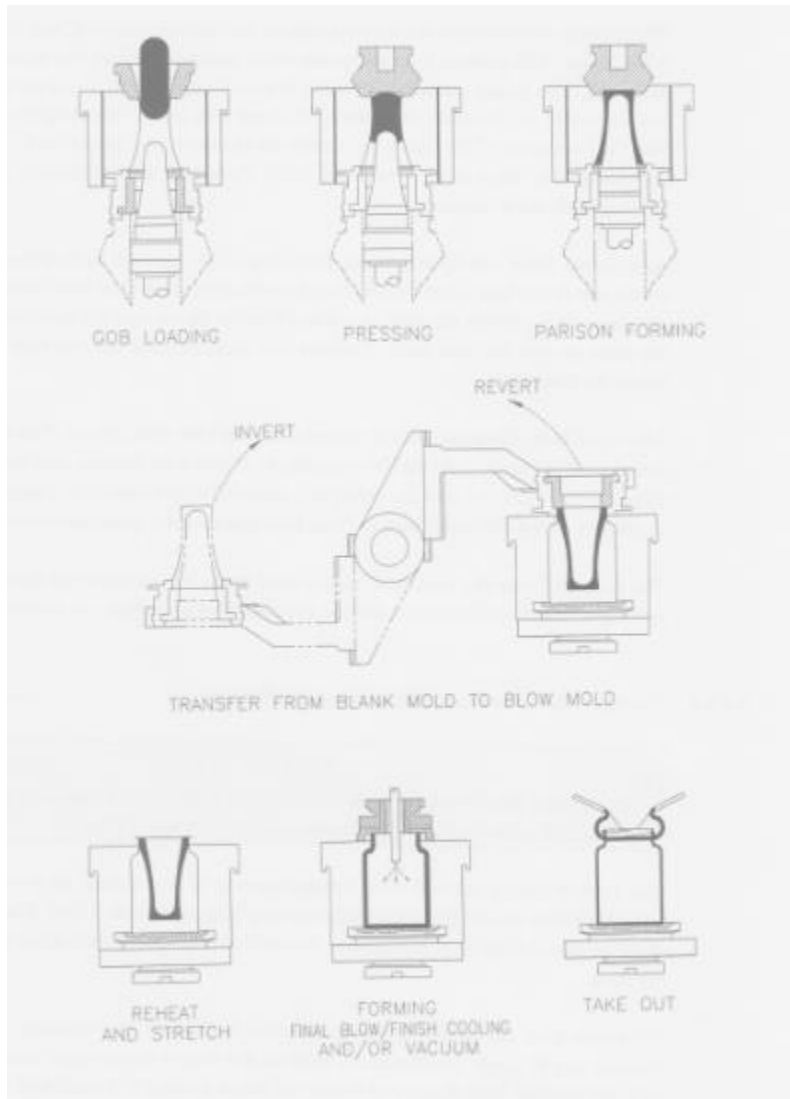
Αυτές οι μέθοδοι διαφέρουν στον τρόπο δημιουργίας του πρώτου σταδίου (του «αρχικού μορφώματος»). Αυτό μπορεί να κατασκευαστεί είτε με φύσημα αέρα είτε με πρεσάρισμα.

Το δεύτερο στάδιο χρησιμοποιεί πάντα φύσημα αέρα.

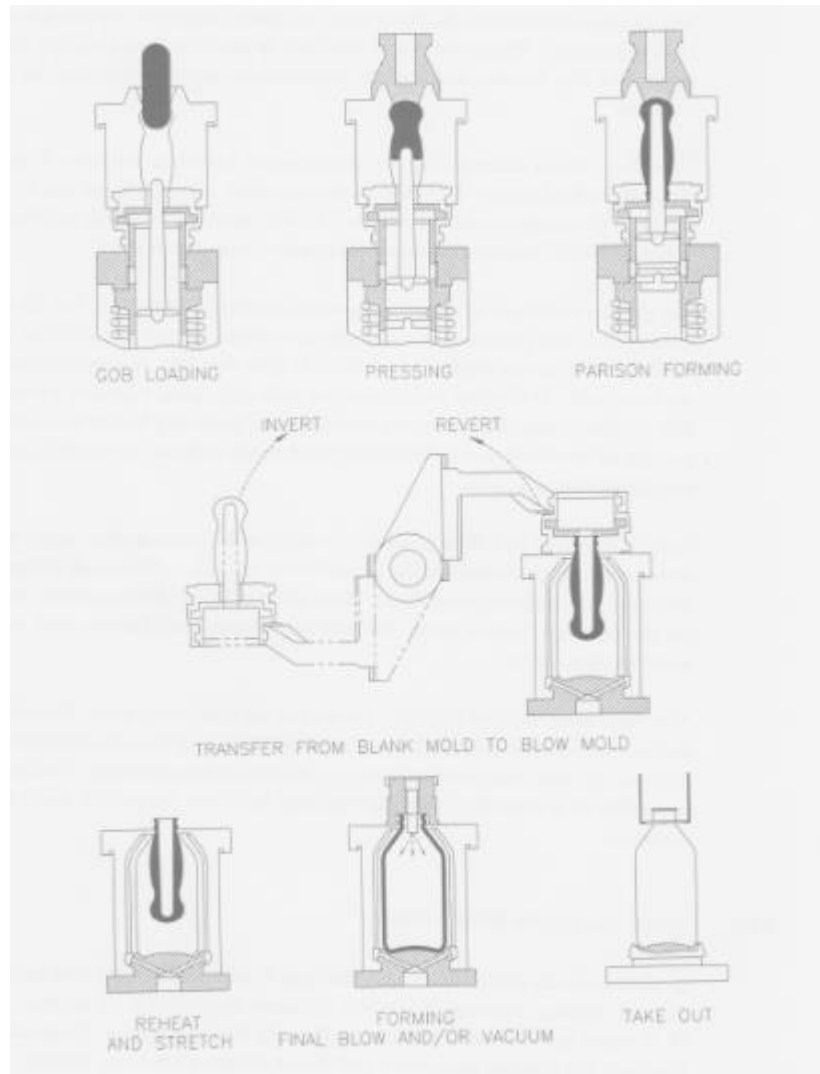
Στα Σχήματα 2.11-2.13 φαίνονται τα στάδια ανάλογα με τη διαδικασία παραγωγής:



Σχήμα 2.11: Διαδικασία Παραγωγής *Blow and Blow*.



Σχήμα 2.12: Διαδικασία Παραγωγής *Press and Blow*.



Σχήμα 2.13: Διαδικασία Παραγωγής Narrow Neck Press and Blow.

Όπως προαναφέρθηκε μια μηχανή σχηματοδότησης αποτελείται από 6 έως 12 στοιχεία μηχανής και κάθε στοιχείο από μόνο του αποτελεί μια ανεξάρτητη μηχανή. Για την παραγωγή των τελικών προϊόντων απαιτείται μια συγκεκριμένη σειρά γεγονότων και σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές (συγκεκριμένος χρονισμός όλων των παραμέτρων και στοιχείων της μηχανής).

2.2.4 Γαλαρίες Ανόπτωσης

Η ανόπτωση είναι μια διαδικασία αργής ψύξης του γυαλιού ώστε το παραγόμενο προϊόν να μην έχει εσωτερικές τάσεις. Η διαδικασία εκτελείται σε μία ελεγχόμενης θερμοκρασίας μηχανή την ονομαζόμενη γαλαρία ανόπτωσης. Αυτό το στάδιο είναι απαραίτητο γιατί γυαλί που δεν έχει περάσει τη διαδικασία ανόπτωσης είναι ικανό να ραγίσει ή να θρυμματιστεί όταν υποβάλλεται σε

μεταβολή θερμοκρασίας ή μηχανικούς κραδασμούς. Κατά τη διάρκεια της ανόπτησης το γυαλί θερμαίνεται μέχρι η θερμοκρασία να φτάσει σε ένα συγκεκριμένο σημείο κατά το οποίο το γυαλί δύσκολα παραμορφώνεται αλλά είναι μαλακό ώστε οι τάσεις να μειωθούν. Κατόπιν η θερμοκρασία του γυαλιού μειώνεται σταδιακά μέχρι τους 30 – 40 °C περίπου. Ο χρόνος που απαιτείται για τη διαδικασία αυτή ποικίλει ανάλογα με το είδος του γυαλιού και το μέγιστο πάχος του.



Σχήμα 2.14: Απεικόνιση Γαλαρίας Ανόπτησης.

2.2.5 Μηχανήματα αυτόματης διαλογής και ποιοτικού ελέγχου

Μετά το στάδιο της ανόπτησης τα τελικά προϊόντα υπόκεινται σε μία σειρά ποιοτικών ελέγχων οι οποίοι πραγματοποιούνται με τη βοήθεια των μηχανημάτων αυτόματης διαλογής. Τα σημαντικότερα σφάλματα περιεκτών που ελέγχουν τα μηχανήματα αυτά είναι τα ακόλουθα:

- Φυσαλίδες διαφόρων μεγεθών
- Λερωμένο γυαλί
- Κακώς διαμορφωμένοι πυθμένες περιεκτών
- Κολλημένο γυαλί στα εσωτερικά τοιχώματα του περιέκτη σε σχήμα τρίχας
- Διαφορά στο ύψος
- Μη σωστά διαμορφωμένος περιέκτης
- Πέτρες στο γυαλί
- Διάφορα διαμαντώματα στο γυαλί (κάθετα στο επιλαίμιο, στη περιοχή του λαιμού του πυθμένα και σώματος)
- Απόκλιση από την κάθετο

- Οβάλ

Οι έλεγχοι γίνονται με τη βοήθεια τουλάχιστον 6 καμερών. Κάθε παραγόμενο μπουκάλι έχει κωδικοποιημένο με τη μορφή τελειών το καλούπι από το οποίο προήλθε. Σε περίπτωση που διαπιστωθεί κάποιο από τα προαναφερθέντα ποιοτικά σφάλματα να προέρχεται από συγκεκριμένο καλούπι, τα μηχανήματα αυτά έχουν τη δυνατότητα να απομονώνουν και να απορρίπτουν απ' όλα τα παραγόμενα προϊόντα τα συγκεκριμένα ελαττωματικά.



Σχήμα 2.15: Απεικόνιση μηχανήματος αυτόματης διαλογής και ποιοτικού ελέγχου.

2.2.6 Παλεταριστικά μηχανήματα και Θερμοσυρρίκνωση παλετών έτοιμου προϊόντος

Μετά από το στάδιο των ελέγχων οι γυάλινοι περιέκτες οδηγούνται στα παλεταριστικά μηχανήματα στα οποία «χτίζεται» η τελική μορφή της παλέτας. Το μηχάνημα τροφοδοτείται αυτόματα με τις ξύλινες παλέτες βάσης και τα αντίστοιχα υλικά συσκευασίας μεταξύ των περιεκτών. Το ύψος της παλέτας εξαρτάται από το είδος και το βάρος των περιεκτών που θα περιέχει. Αυτό γίνεται με τη βοήθεια αυτοματοποιημένων μηχανημάτων όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.16.



Σχήμα 2.16: Απεικόνιση αυτόματου μηχανήματος παλετοποίησης.

Μετά από αυτό το στάδιο οι παλέτες οδηγούνται στο αυτόματο μηχάνημα θερμοσυρρίκνωσης στο οποίο μπαίνει το τελικό φιλμ για προστασία και αποθήκευση των παλετών των τελικών προϊόντων, Σχήμα 2.17.



Σχήμα 2.17: Απεικόνιση αυτόματης θερμοσυρρίκνωσης παλετών.

2.2.7 Αποθήκευση και Φόρτωση

Οι τελικές παλέτες των έτοιμων προϊόντων οδηγούνται με τη βοήθεια περονοφόρων οχημάτων στις αντίστοιχες αποθήκες και θέσεις για φύλαξη μέχρι τη φόρτωση τους, κατόπιν σχετικών παραγγελιών, στον πελάτη.

2.2.8 Κοινά συμπληρωματικά συστήματα: Δίκτυα αέρα (ανεμιστήρες, αεροσυμπιεστές), δίκτυα λαδιού, πύργοι ψύξεως.

Αεροσυμπιεστές

Οι αεροσυμπιεστές που χρησιμοποιούνται στην υαλουργία είναι συνήθως φυγόκεντροι πολλών βαθμίδων οι οποίοι είναι σχεδιασμένοι για να παρέχουν πεπιεσμένο αέρα με απουσία λαδιού. Αυτό επιτυγχάνεται με τη προσθήκη κινητικής ενέργειας σε μία συνεχόμενη ροή αέρα με τη βοήθεια μίας φτερωτής. Ο πεπιεσμένος αυτός αέρας διανέμεται κυρίως στις μηχανές σχηματοδότησης αλλά και στον όποιο λοιπό εξοπλισμό χρειάζεται αέρα υψηλής πίεσης για να λειτουργήσει.

Δίκτυα Λαδιού

Τα δίκτυα λαδιού υπάρχουν σε κάθε μηχανήμα. Υπάρχει αυτοματοποιημένο σύστημα λίπανσης στις μηχανές σχηματοδότησης (*Lincoln Automatic Lubrication System*) ενώ υπάρχουν και ξεχωριστά (αυτοματοποιημένα ή μη) για τα υπόλοιπα μηχανήματα παραγωγής. Όπου υπάρχουν περιγράφονται στο Κεφάλαιο 3 ανά μηχανή.

Πύργοι Ψύξεως

Στην υαλουργία Γιούλα Α.Ε. υπάρχουν δύο ειδών πύργοι ψύξεως

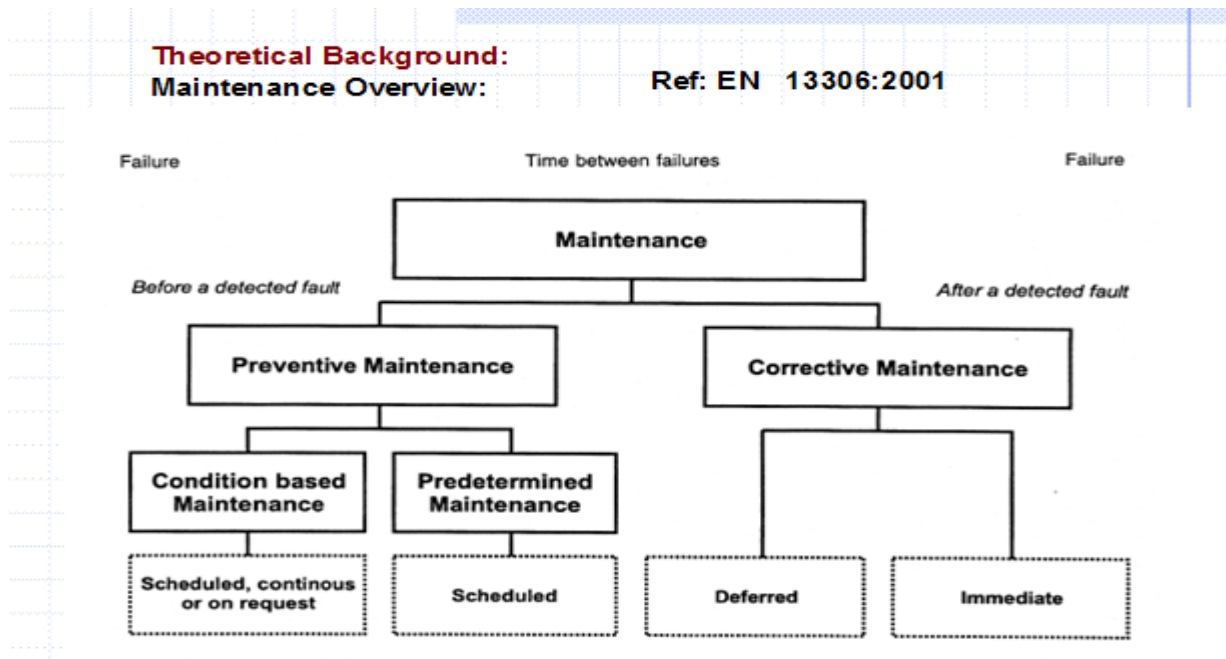
- «ανοικτού» τύπου,
- «κλειστού» τύπου.

«Ανοικτού» τύπου είναι εκείνοι στους οποίους το νερό κατιονίζεται από ειδικά μπεκ που βρίσκονται στο επάνω μέρος του πύργου και ψύχεται από ρεύμα αέρος «κατ' αντιρροή» που δημιουργείται από ανεμιστήρες. Σ' αυτή την περίπτωση το νερό «μολύνεται» σχετικά γρήγορα γιατί παρασύρει αιωρούμενα σωματίδια του αέρα.

«Κλειστού» τύπου είναι εκείνοι στους οποίους το ψυχόμενο υλικό (νερό) δεν έρχεται σε επαφή με τον αέρα που είναι το ψυκτικό μέσο. Έτσι επιτυγχάνεται το νερό να παραμένει «καθαρό» εφόσον κινείται σε ένα κλειστό κύκλωμα.

Κεφάλαιο 3: Πολιτικές συντήρησης κυρίων παραγωγικών τμημάτων στην Υαλουργία Γιούλα Α.Ε.

Σύμφωνα με την ανάλυση που προηγήθηκε στο *Κεφάλαιο 1* και το *Σχήμα 3.1* η υαλουργία Γιούλα Α.Ε. ακολουθεί την παρακάτω κατηγοριοποίηση συντήρησης των μηχανημάτων. Στη παρούσα διπλωματική θα δοθεί έμφαση στα δύο πιο κρίσιμα τμήματα του εργοστασίου: τον κλίβανο και τις μηχανές σχηματοδότησης που βρίσκονται στον Φούρνο 2, που αποτελείται από 1 γραμμή παραγωγής (κωδική ονομασία: 2-1) υάλινων περιεκτών μπίρας και αναψυκτικών χρώματος πράσινου και καφέ. Η ημερήσια παραγωγή είναι 120 τόνοι, ενώ η ετήσια 36.000 τόνοι (ή 180.000.000 τεμάχια/έτος).



Σχήμα 3.1: Κατηγοριοποίηση πολιτικών συντήρησης.

Προληπτική Συντήρηση

Στην αρχή κάθε έτους γίνεται με ευθύνη του Διευθυντή Συντήρησης και σε συνεννόηση με τους Προϊσταμένους των Τμημάτων Συντήρησης, προγραμματισμός των απαιτούμενων εντός του έτους συντηρήσεων του εξοπλισμού. Στόχος του προγραμματισμού είναι :

1. ο προσδιορισμός των απαιτούμενων εργασιών συντήρησης για το κάθε τμήμα του εργοστασίου
2. ο προσδιορισμός των απαιτούμενων εξαρτημάτων και ανταλλακτικών με σκοπό την έγκυρη προμήθειά τους

3. η μείωση της κατασταλτικής συντήρησης

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

1. τις οδηγίες συντήρησης από τα εγχειρίδια των κατασκευαστών,
2. τα διαθέσιμα ανταλλακτικά,
3. τη διαθεσιμότητα του εξοπλισμού (π.χ. κατά την αλλαγή είδους περιέκτη, κατά το σταμάτημα λόγω βλάβης, κατά το προγραμματισμένο σταμάτημα),
4. την ομαλή λειτουργία των μηχανισμών βάσει ιστορικών στοιχείων.

Με την πραγματοποίηση της σχεδιασμένης συντήρησης συμπληρώνεται το αντίστοιχο έντυπο συντήρησης.

Επιδιορθωτική Συντήρηση

Σε περίπτωση Βλάβης εξοπλισμού, συμπληρώνεται το Δελτίο Βλαβών. Τα Δελτία βλαβών στην έναρξη της βάρδιας της επόμενης ημέρας παραδίδονται στον διευθυντή συντήρησης. Ακολουθεί επιτόπια διάγνωση από τον Υπεύθυνο του αρμόδιου Τμήματος Συντήρησης με σκοπό τον προσδιορισμό:

- α) των απαιτούμενων εργασιών
- β) των απαιτούμενων ανταλλακτικών
- γ) των απαιτούμενων τεχνικών συντήρησης

Πραγματοποιείται επέμβαση των τεχνικών συντήρησης υπό την καθοδήγηση του υπεύθυνου του αρμόδιου τμήματος συντήρησης για την επισκευή της βλάβης. Για την επισκευή γίνεται χρήση των εγχειριδίων του κατασκευαστή (όπου είναι δυνατό). Γίνεται έλεγχος της επισκευής από τον υπεύθυνο του τμήματος συντήρησης και σε συνεννόηση με τον υπεύθυνο του τμήματος που ανήκει ο εξοπλισμός. Ο έλεγχος περιλαμβάνει :

- α) οπτικό έλεγχο για επιβεβαίωση της επισκευής
- β) έλεγχο καλής λειτουργίας του εξοπλισμού

Καθημερινά, μετά την εκτέλεση των εργασιών συντήρησης, συμπληρώνεται στο Δελτίο Βλαβών, από τους προϊσταμένους ή τον δ/ντή συντήρησης, η επιβεβαίωση εκτέλεσης της εργασίας.

Άμεση Επιδιορθωτική Συντήρηση

Άμεση χαρακτηρίζεται η επιδιορθωτική συντήρηση όταν στο εργοστάσιο δεν υπάρχουν τα συνεργεία συντήρησης και είναι αναπόφευκτη. Το εργοστάσιο λειτουργεί 24 ώρες το 24ωρο, 7 ημέρες την εβδομάδα έτσι λοιπόν κατά την διάρκεια της νύχτας, σαββατοκύριακου, αργιών κτλ, η οποιαδήποτε αστοχία αντιμετωπίζεται με την μέθοδο της άμεσης συντήρησης. Υπάρχει ενδο-εργοστασιακό σύστημα εφημερευόντων συντηρητών οι οποίοι καλούνται στο εργοστάσιο προς αποκατάσταση της οποιαδήποτε βλάβης η οποία έχει άμεση επίδραση στην παραγωγή, στην ζωτικότητα των μηχανημάτων ή και συνόλου μηχανημάτων. Ποτέ δεν θα κληθεί ο εφημερεύον συντηρητής για μια καμένη λάμπα φωτισμού αλλά πάντοτε θα κληθεί για να αποκαταστήσει σταματημένο στοιχείο μηχανής, ή για τον έλεγχο-καλιμπράρισμα πυρομέτρου κλιβάνου. Άμεση αναπόφευκτη συντήρηση είναι εκτός των παραπάνω όλες οι επιζήμιες προς την παραγωγή ή τα συστήματα του εργοστασίου βλάβες κατά την διάρκεια της ημέρας όπως έχει ήδη αναφερθεί στην επιδιορθωτική συντήρηση. Έτσι ένα σπασμένο χωνί αντικαθίσταται άμεσα, όπως και ένα άεργο πυρόμετρο.

Στις επόμενες παραγράφους θα γίνει ανάλυση της προβλεπτικής συντήρησης των επιμέρους τμημάτων της υαλοργιάς Γιούλα Α.Ε.

3.1 Αναμικτήριο

Η συντήρηση του αναμικτηρίου περιλαμβάνει τη συντήρηση των δύο βασικών τμημάτων του: τα σιλό αποθήκευσης και του αναδευτήρα (mixer). Ο έλεγχος των σιλό και των μεταφορικών ταινιών γίνεται ανά βάρδια, από τους αντίστοιχους μηχανικούς βάρδιας και περιλαμβάνουν:

- Έλεγχος των σιλό για διαρροές
- Έλεγχος καλής κατάστασης στα κουβαδάκια
- Έλεγχος των μοτέρ κίνησης των ταινιών και
- Έλεγχο για φθορά των ταινιών μεταφοράς υλικών

Για τον αναδευτήρα πραγματοποιούνται ανά βάρδια, από τους αντίστοιχους μηχανικούς βάρδιας οι ακόλουθοι έλεγχοι:

- Έλεγχος λίπανσης κινουμένων μερών,
- Έλεγχος μαχαιριών για τη σωστή ανάμειξη του υλικού,
- Έλεγχος οπών τροφοδοσίας νερού και
- Έλεγχος λειτουργίας μοτέρ.

Αναλυτικότερα η συχνότητα λίπανσης των κινουμένων μερών του αναδευτήρα φαίνεται στον Πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1: Συχνότητα λίπανσης κινουμένων μερών του αναδευτήρα.

ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ	DESIGNATION DIN 51502 ISO 3498 ISO VG ISO viscosity classification acc.to DIN 51519	ΠΟΣΟΤΗΤΑ
ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΘΥΡΑΣ ΥΛΙΚΩΝ (DISCHARGE GATE)	GREASE K -20°C UP TO 120°C DIN 51825 NLGI 2	KP2K -20 SOAP BASE :Na DROPPING POINT :180 °C	ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΓΡΑΣΣΑΔΟΡΟΣ
ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΣ ΜΥΛΟΣ (MIXING PAN)	GREASE K -20°C UP TO 120°C DIN 51825 NLGI 2	KP2K -20 SOAP BASE :Na DROPPING POINT :180 °C	ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΓΡΑΣΣΑΔΟΡΟΣ
ΓΡΑΝΑΖΟΚΙΒΩΤΙΟ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΥ ΜΥΛΟΥ (PAN DRIVE)	GEAR OIL DIN 51517/3	CLP 680 CC 680 ISO VG 680	8,5 LT ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΘΕ 1,5 ΧΡΟΝΟ
ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΕΤΑΞΥ ΜΥΛΟΥ ΚΑΙ ΓΡΑΝΑΖΟΚΙΒΩΤΙΟΥ (MIXING PAN DRIVE)	ADHESIVE LUBRICANT DIN 51509	OGPF .. G20 SPRAYABLE	ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΓΡΑΣΣΑΔΟΡΟΣ
ΓΡΑΝΑΖΟΚΙΒΩΤΙΟ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΑ ΜΑΧΑΙΡΙΑ (MIXING STAR GEARBOX)	GREASE G DIN 51826 NLGI 00	G00G-20 SOAP BASE :Na DROPPING POINT :150 °C	35 Kg ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΘΕ 2 ΧΡΟΝΙΑ
ΡΟΥΛΕΜΑΝ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΜΑΧΑΙΡΙΩΝ (MIXING STAR BEARING)	GREASE K -20°C UP TO 120°C DIN 51825 NLGI 2	KP2K -20 SOAP BASE :Na DROPPING POINT :180 °C	ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΓΡΑΣΣΑΔΟΡΟΣ

ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΕΜΒΟΛΟΥ ΓΙΑ ΤΟ ΑΝΟΙΓΜΑΤΗΣ ΘΥΡΑΣ ΥΛΙΚΩΝ (HYDRAULIC POWER UNIT)	HYDRAULIC OIL DIN 51524/2	HLP 46 HM 46 ISO VG 46	38 LT ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΘΕ ΧΡΟΝΟ
ΜΕΙΩΤΗΡΕΣ ΜΟΤΕΡ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΑ ΜΑΧΑΙΡΙΑ	ΟΜΑΛΑ 220		11 LT ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΘΕ ΧΡΟΝΟ

3.2 Κλίβανος

Ο κλίβανος χαρακτηρίζεται ως το πιο ευαίσθητο σύνολο του εργοστασίου και φέρει πολλά συστήματα υποστήριξης, όπως ανεμιστήρες ψύξης με σύστημα αεραγωγών και καυσαερίων, ανεμιστήρες καύσης με σύστημα αεραγωγών και αλλαγών, ανεμιστήρες καμινάδας με σύστημα αλλαγών, φίλτρα καυσαερίων, σύστημα καύσης φυσικού αερίου με διακόπτες, ασφαλιστικά, διαγνωστικά, μετρητές ροής. Επιπλέον υπάρχει σύστημα για αύξηση της παραγωγικότητας του κλιβάνου μέσω χρήσης ηλεκτροδίων (electro boost) με ρύθμιση και υδρόψυξη, καθώς και συστήματα παρακολούθησης θερμοκρασιών, πιέσεων, οξυγόνου, στάθμης και τηλεοπτική λήψη στο εσωτερικό του.

Επειδή πρόκειται για το πιο ευαίσθητο τμήμα του εργοστασίου τα περισσότερα συστήματα υποστήριξής του είναι διπλά για να βρίσκονται σε εφεδρεία. Τέτοια εφεδρικά συστήματα είναι οι ανεμιστήρες, οι πύργοι ψύξης, οι εναλλάκτες νερού. Επίσης είναι απαραίτητη η ύπαρξη αναλώσιμων προϊόντων για τη λειτουργία τους.

Η στρατηγική συντήρησης που εφαρμόζεται στην περίπτωση του κλιβάνου είναι η προληπτική και πιο εξειδικευμένα η συντήρηση βάσει κατάστασης. Όταν απαιτείται γίνεται και επιδιορθωτική συντήρηση (συνήθως άμεση, είτε εξ' αναβολής κατά περίπτωση).

Συντήρηση Βάσει Κατάστασης (Προληπτική)

Η συντήρηση του κλιβάνου ξεκινά με τη συνεχή παρακολούθηση των θερμοκρασιών του σε πολλά ειδικά σημεία όπως ο θόλος, ο πυθμένας, η έξοδος καυσαερίων, η είσοδος του αέρα προς καύση, η πίεση, η περίσσεια οξυγόνου στα καυσαέρια, η ποσότητα του αέρα καύσης, η κατανάλωση φυσικού αερίου και ηλεκτρικής ενέργειας. Όλες αυτές οι παράμετροι καταγράφονται και απεικονίζονται σε καμπύλες με σκοπό τη συνεχή παρακολούθησή τους.

Προτάσεις Συντήρησης Κατασκευαστή

Πίνακας 3.2: Περιγραφή συχνότητας ελέγχων για συντήρηση του κλιβάνου που προτείνει ο κατασκευαστής Nikolaus Sorg GmbH & Co KG.

Συχνότητα Ελέγχων για Συντήρηση	Είδη Ελέγχου για Συντήρηση
Καθημερινά	Έλεγχος αισθητήρων οξυγόνου
	Έλεγχος ηλεκτροδίων
	Έλεγχος στάθμης κλιβάνου
	Έλεγχος καύσης κλιβάνου
	Έλεγχος σε μηχανισμό αλλαγής καύσης
	Έλεγχος ανεμιστήρων (ψύξη - αέρα καύσης - καμινάδας)
	Έλεγχος τροφοδοσίας υλικού
	Έλεγχος για καλή λειτουργία καυστήρων
	Καθαρισμοί σε κλίβανο
	Έλεγχος σε πυρίμαχα
	Γρασαρίσματα σε τροφοδότες κλιβάνου
	Έλεγχος συστήματος ψύξης ηλεκτροδίων
Εβδομαδιαία	Καθαρισμός καυστήρων κλιβάνου
	Έλεγχος θερμοστοιχείων
	Έλεγχος μετρητή πίεσης
	Καθαρισμοί σε θόλο κλιβάνου
	Καθαρισμός σε δονητικούς τροφοδότες
	Καθαρισμοί σε πύργους ψύξης ηλεκτροδίων
Εξαμηνιαία	Έλεγχος εύκαμπτων σωλήνων ατμού
	Έλεγχος στεγανοποιητικών ηλεκτροδίων
	Έλεγχος μηχανισμών περιστροφής
Ετήσια	Έλεγχος θερμοπλαστικών και ελαστομερών εύκαμπτων σωλήνων
	Έλεγχος βανών – στροφιγγών
	Αλλαγή φίλτρων φυσικού αερίου
	Έλεγχος ανεπίστροφων βαλβίδων

Συντήρηση που ακολουθεί η Γιούλα Α.Ε.

Το εργοστάσιο υαλοργιάς Γιούλα Α.Ε. χρησιμοποιεί το πρόγραμμα ελέγχων που φαίνεται στον Πίνακα 3.3. Σκοπός των ελέγχων αυτών είναι η έγκαιρη διάγνωση πιθανών βλαβών του κλιβάνου.

Πίνακας 3.3: Περιγραφή συχνότητας ελέγχων για συντήρηση του κλιβάνου που ακολουθεί η Γιούλα Α.Ε..

Συχνότητα Ελέγχων για Συντήρηση	Είδη Ελέγχου για Συντήρηση
Καθημερινά	Έλεγχος θερμοκρασιών (θόλου-πυθμένα)
	Έλεγχος μετρητή πίεσεως
	Έλεγχος στάθμης κλιβάνου
	Έλεγχος καύσης κλιβάνου
	Έλεγχος ηλεκτρόδιων
	Έλεγχος συστήματος ψύξης ηλεκτρόδιων
	Έλεγχος σε μηχανισμό αλλαγής καύσης
	Έλεγχος ανεμιστήρων (ψύξη - αέρα καύσης - καμινάδας)
	Έλεγχος τροφοδοσίας υλικού
	Έλεγχος για καλή λειτουργία καυστήρων
	Καθαρισμοί σε κλίβανο
	Έλεγχος σε πυρίμαχα
	Γρασαρίσματα σε τροφοδότες κλιβάνου
Εβδομαδιαία	Καθαρισμός καυστήρων κλιβάνου
	Καθαρισμοί σε θόλο κλιβάνου
	Καθαρισμοί σε πύργους ψύξης ηλεκτροδίων
	Λάδι σε βαλβίδες αλλαγής καύσης κλιβάνου
	Γρασαρίσματα σε αλυσίδα αλλαγών καύσης κλιβάνου
	Καθαρισμός σε δονητικούς τροφοδότες
	Έλεγχος φίλτρων, βαλβίδων, ρυθμιστών και μετρητών φυσικού αερίου και αέρα

Δύο φορές τη βάρδια ο Μηχανικός Βάρδιας υποχρεούται να ελέγχει τον κλίβανο για τυχόν φθαρμένα μέρη του, όπου υπάρχουν κόκκινα σημεία (σημεία υψηλής θερμοκρασίας πέραν του φυσιολογικού). Σε περίπτωση όπου βρεθούν κόκκινα λόγω υπερθέρμανσης σημεία, θα πρέπει

να τοποθετείται αέρας ψύξης και να ειδοποιείται ο υπεύθυνος κλιβάνου. Ακόμη υποχρεούται να ελέγχει τον κλιβάνο εσωτερικά (μέσω των τηλεοράσεων και οπτικά μέσω των θυρίδων κλιβάνων με τα ειδικά γυαλιά), και να εντοπίζει τυχόν πεσμένα τούβλα, βουλωμένα μπεκ καθώς και την πορεία του μίγματος μέσα στον κλιβάνο. Σε περίπτωση που εντοπιστούν πεσμένα τούβλα ειδοποιείται ο υπεύθυνος κλιβάνου. Σε περίπτωση όπου υπάρχουν βουλωμένα μπεκ διενεργείται καθαρισμός αυτών, ενώ μέσω της τροφοδοσίας ελέγχεται η πορεία του μίγματος.

Ενδεικτικά περιγράφονται ορισμένοι από τους παραπάνω ελέγχους καθώς και ενέργειες αντιμετώπισης τυχόν προβλημάτων:

Έλεγχος Στάθμης Κλιβάνου

Τα όρια στάθμης του κλιβάνου, σε κανονικές συνθήκες, κυμαίνονται ± 3 mm από τη στάθμη λειτουργίας του κλιβάνου. Η παρακολούθηση γίνεται μέσω του οργάνου στάθμης. Σε περίπτωση υπέρβασης των ορίων γίνεται αρχικά έλεγχος:

- α) της κατάστασης του συστήματος τροφοδότησης
- β) της κατάστασης του ελεγκτικού οργάνου της στάθμης

Επιπλέον γίνεται έλεγχος για:

- α) βλάβη του δονητικού τροφοδότη
- β) βλάβη του ηλεκτρολογικού μέρους του δονητικού τροφοδότη
- γ) μηχανική βλάβη στο ηλεκτρόδιο ελέγχου στάθμης
- δ) ηλεκτρολογική βλάβη στο σύστημα ελέγχου στάθμης

Έλεγχος Καύσης Κλιβάνου

Η καύση του κλιβάνου είναι σωστή όταν η περίσσεια οξυγόνου στα καυσαέρια είναι 2-5 %, πράγμα το οποίο γίνεται με έλεγχο της παροχής φυσικού αερίου και αέρα σε αναλογία 1 / (9-11). Η παρακολούθηση της καύσης γίνεται μέσω των οργάνων ροής φυσικού αερίου και αέρα. Σε περίπτωση υπέρβασης του ορίου περισσειας οξυγόνου γίνονται οι ακόλουθοι έλεγχοι :

- α) έλεγχος των ροόμετρων, φίλτρων, βαλβίδων, ρυθμιστών φυσικού αερίου
- β) έλεγχος των ροόμετρων, φίλτρων, βαλβίδες, ρυθμιστές αέρος
- γ) έλεγχος για βουλωμένους καυστήρες
- δ) έλεγχος για βουλωμένα πυρίμαχα όπου 'πατούν' οι καυστήρες
- ε) έλεγχος ευθυγράμμισης των καυστήρων

ζ) ρύθμιση της παροχής φυσικού αερίου και αέρα

Έλεγχος Θερμοκρασίας Θόλου

Η θερμοκρασία λειτουργίας του κλιβάνου σε μόνιμες συνθήκες είναι 1530 – 1580 °C και εξαρτάται από τις βασικές παραμέτρους λειτουργίας του κλιβάνου. Η μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας του κλιβάνου είναι : 1590 – 1595 °C (alarm). Η θερμοκρασία αυτή ορίζεται με βάση το πυρόμετρο που χρησιμοποιούμε ως σημείο αναφοράς (set point) και το οποίο καταγράφει τη μεγαλύτερη θερμοκρασία στο θόλο του κλιβάνου.

Το παραπάνω βασικό πυρόμετρο βρίσκεται στον θόλο του κλιβάνου. Σε περίπτωση βλάβης του πυρομέτρου αυτού η ρύθμιση της θερμοκρασίας γίνεται με βάση άλλα δύο πυρόμετρα που βρίσκονται στην ίδια περιοχή. Συνήθως οι μετρήσεις των θερμοκρασιών μέσω αυτών των πυρομέτρων είναι 20 – 40 °C χαμηλότερα από το βασικό πυρόμετρο .

Κατά τη διάρκεια αλλαγής καύσεως στον κλίβανο από τη μία φάση στην άλλη δεν ισχύουν τα όρια θερμοκρασίας, όπως αυτά αναφέρονται παραπάνω λόγω μεταβατικής καταστάσεως του.

Έλεγχος Πίεσης

Η πίεση λειτουργίας του κλιβάνου είναι ± 1 mm H₂O. Η παρακολούθηση της πίεσης γίνεται με ενσωματωμένο στον κλίβανο όργανο. Σε περίπτωση υπέρβασης των ορίων γίνονται οι ακόλουθοι οπτικοί έλεγχοι:

- α) έλεγχος για βουλωμένους ανεμιστήρες, καμινάδες, κλπ.
- β) έλεγχος για απώλεια από ανοίγματα
- γ) έλεγχος του ανεμιστήρα της καμινάδας
- δ) έλεγχος ηλεκτρολογικών προβλημάτων
- ε) έλεγχος του τάμπερ της καμινάδας

Έλεγχος των φίλτρων, των βαλβίδων, των ρυθμιστών και μετρητών φυσικού αερίου και αέρα.

Ο έλεγχος γίνεται ως εξής:

- α) *Φίλτρα Αέρα – Φυσικού Αερίου:*

Καθαρισμός μια φορά την εβδομάδα από τον Μηχανικό Βάρδιας, με αέρα ή διαλύτη και αντικατάσταση αυτών εφόσον υπάρχουν φθαρμένα μέρη.

- β) *Βαλβίδες Αέρα – Φυσικού Αερίου:*

Έλεγχο για σωστή λειτουργία μια φορά την εβδομάδα από τον Μηχανικό Βάρδιας, καθαρισμό με αέρα ή διαλύτη και αντικατάσταση των φθαρμένων τσιμουχών.

γ) *Ρυθμιστής Αέρα:*

Καθαρισμός μια φορά την εβδομάδα από τον Μηχανικό Βάρδιας, και αλλαγή ελατηρίων, τσιμούχας.

δ) Για το φυσικό αέριο ελέγχουμε τα εξής:

- Φίλτρο φυσικού αερίου ($\Delta P_{\max} = 0.5 \text{ bar}$)
- Σωστή λειτουργία μαγνητικών ροομετρητών (οπτικός έλεγχος)
- Έλεγχος λειτουργίας αέρα ψύξης καυστήρων

Έλεγχος πυρίμαχων

Ο σκοπός του ελέγχου του κλιβάνου είναι να κρατηθεί ο κλιβανός σε λειτουργία και με καλές αποδόσεις για 8 - 10 χρόνια. Ο έλεγχος αυτός περιλαμβάνει έλεγχο, αρχικά, των θερμών σημείων (Hot spot) στα εξής μέρη :

- *Πλάγιοι τοίχοι*

Το μεγαλύτερο πρόβλημα υπάρχει στο ύψος της στάθμης του γυαλιού. Όσο πιο ζεστό είναι το γυαλί τόσο πιο μεγάλη φθορά προκαλεί. Στα σημεία εκείνα τοποθετούνται σωλήνες με αέρα καθ' όλο το μήκος και πλάτος του κλιβάνου. Στα σημεία όπου έχει προχωρήσει σε μεγάλο βαθμό η φθορά πρέπει να τοποθετούνται πλάκες AZS, οι οποίες αντέχουν στην διάβρωση από το γυαλί.

- *Θόλος κλιβάνου*

Οι φλόγες από τον κλιβανό καθώς και τα αλκάλια δημιουργούν τρύπες στον θόλο του κλιβάνου. Οι τρύπες αυτές κλείνονται με τσιμέντο 150 patch καθώς και με κομμάτια Silica. Ο συχνός καθαρισμός του θόλου από την σκόνη είναι αναγκαίος γιατί αλλιώς διαβρώνεται από την σκόνη.

- *Περιοχή τροφοδότη*

Επειδή το μίγμα στην περιοχή του τροφοδότη δεν έχει μετατραπεί σε τήγμα γυαλιού έχει μεγάλη διαβρωτική ικανότητα. Γι' αυτό η περιοχή αυτή χρήζει μεγάλης προσοχής. Χρειάζεται αέρας κατακόρυφα και οριζόντια στις ακμές και στις γωνίες του τροφοδότη και συνεχής επιτήρηση. Εάν παρ' όλη την ψύξη υπάρχουν ζεστά σημεία θα πρέπει τότε να τοποθετηθούν πλάκες.

- *Διώρυγα*

Η διώρυγα είναι η άλλη μεγάλη περιοχή με μεγάλη φθορά και διάβρωση από το γυαλί. Από εκεί περνάει όλο το γυαλί προς την λεκάνη εργασίας. Από την αρχή λειτουργίας του κλιβάνου τοποθετείται ψύξη στο σημείο εκείνο. Κατά τη διάρκεια της ζωής του κλιβάνου αυξάνονται οι ψύξεις ενώ, εάν χρειαστεί, τοποθετούνται πλάκες AZS.

Προκαθορισμένη Συντήρηση

Πέρα από τη συντήρηση βάσης κατάστασης υπάρχει και η προκαθορισμένη συντήρηση του κλιβάνου και των συστημάτων του η οποία περιλαμβάνεται την αλλαγή των πυριμάχων των καυστήρων, των φίλτρων καυσαερίων και το καλιμπράρισμα των πυρομέτρων.

Όσον αφορά τα εφεδρικά συστήματα, αυτά τίθενται σε λειτουργία σε εξαμηνιαία βάση με σκοπό τον έλεγχο του βαθμού ετοιμότητάς τους. Οι λειτουργία των κλιβάνων είναι ζωτική, οι κλιβανοί εκτός από τον καθημερινό έλεγχο και καταγραφή ρουτίνας των διαφόρων παραμέτρων τους, υπόκεινται σε τακτικές ενδοσκοπήσεις από εγκεκριμένες από τον κατασκευαστή τους ομάδες.

Ενδοσκοπία κλιβάνου χαρακτηρίζεται η εισαγωγή ειδικής κάμερας-(ων) μέσα στον χώρο του κλιβάνου η οποία μας δίνει μια on-line εικόνα της κατάστασης του. Τα αποτελέσματα της ενδοσκοπίας οδηγούν στην μερική επισκευή ή αλλαγή πυριμάχων. Οι τακτικές ενδοσκοπίες μας δίνουν ξεκάθαρη εικόνα της κατάστασης και του χρονισμού της προβλεπτικής συντήρησης του κλιβάνου. Η παραγωγή διακόπτεται, η στάθμη της υαλόμαζας στον κλίβανο μειώνεται μέσω αναγκαστικής ροής σε επιλεγμένη θέση, και συντηρείται το ανάλογο σημείο του κλιβάνου μέσω τοποθέτησης επιπλέον πυριμάχων σωμάτων ή/και ειδικού επιχρίσματος (thermal welding) μέσω συσκευής η οποία ψεκάζει το επίχρισμα στα τοιχώματα.

Έτσι σημαντική προκαθορισμένη συντήρηση αποτελεί ο έλεγχος της δομής των πυριμάχων του κλιβάνου με οπτικά και θερμογραφικά μέσα που πραγματοποιεί η κατασκευάστρια εταιρία του κλιβάνου. Το χρονικό διάστημα των ελέγχων εξαρτάται από τη τρέχουσα ηλικία του κλιβάνου: ένας μέσος κλίβανος έχει διάρκεια ζωής τα 11 χρόνια. Στα πρώτα 6 χρόνια ο έλεγχος γίνεται ανά 2 έτη ενώ προς το τέλος της ζωής του μπορεί να γίνεται και δύο φορές τον χρόνο.

Ενδεικτικά στον *Πίνακα 3.4* παρουσιάζονται αποτελέσματα επιθεώρησης του κλιβάνου από την κατασκευάστρια εταιρία και στο *Σχήμα 3.2* παρουσιάζεται μία θερμογραφική απεικόνιση μέρους τοιχώματος του κλιβάνου..

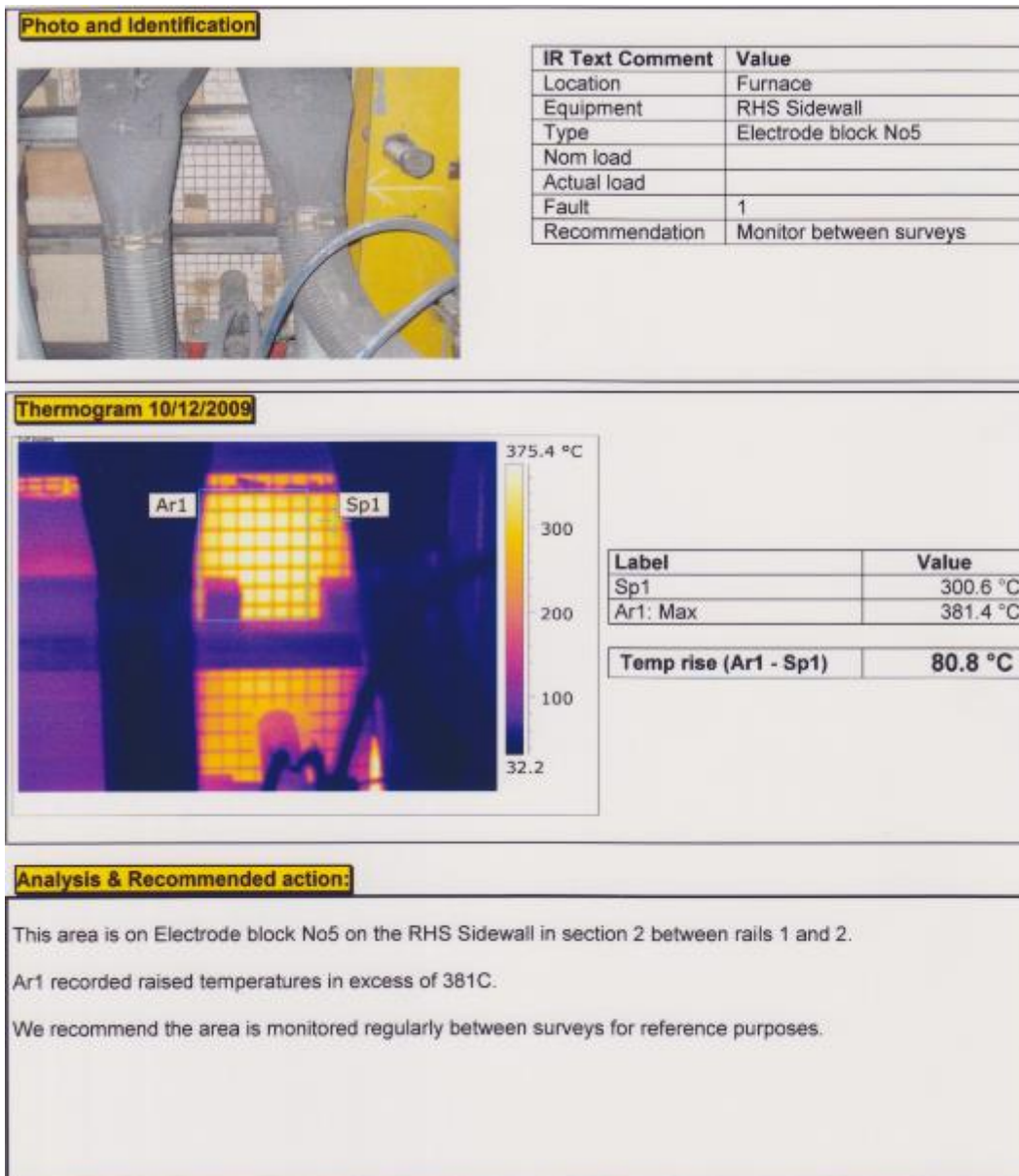
Πίνακας 3.4: Αποτελέσματα επιθεώρησης του κλιβάνου από την κατασκευάστρια εταιρία.

FURNACE REFRACTORY STRUCTURE AUDIT - OBSERVATION RECORD

Furnace Reference: YIOULA Glassworks

Prepared by: M. Horsfield
DISMATEC Limited

FURNACE AREA		CONDITION			OBSERVATION / COMMENTS	RECOMMENDED ACTION																	
Area Description	Poor	Satisfactory	OK																				
MELTER Bottom			X	Generally in good condition throughout with no concerning high temperatures of the outside face of the first refractory material. Average temperature readings recorded: RHS : 140°C / Centre-line: 156°C / LHS: 147°C Electrode blocks in satisfactory condition with block temperatures ranging from 118 - 204°C. Some electrode blocks are cracked with the cracks tight and of dull appearance.	General observations to be carried out by the furnace operators on a regular basis.																		
24						PORT Crown Left side			X	Generally in good condition throughout with no significant changes since the last audit of Jan. 2009. A small amount of batch dust deposit resting on top.	General observations to be carried out by the furnace operators on a regular basis. If the batch dust deposit becomes significant, remove.	25				PORT Crown Right side		X		Generally in good condition throughout with no significant changes since the last audit of Jan. 2009. A small amount of batch dust deposit resting on top.	General observations to be carried out by the furnace operators on a regular basis. If the batch dust deposit becomes significant, remove.	26	
PORT Crown Left side			X	Generally in good condition throughout with no significant changes since the last audit of Jan. 2009. A small amount of batch dust deposit resting on top.	General observations to be carried out by the furnace operators on a regular basis. If the batch dust deposit becomes significant, remove.																		
25						PORT Crown Right side		X		Generally in good condition throughout with no significant changes since the last audit of Jan. 2009. A small amount of batch dust deposit resting on top.	General observations to be carried out by the furnace operators on a regular basis. If the batch dust deposit becomes significant, remove.	26											
PORT Crown Right side		X		Generally in good condition throughout with no significant changes since the last audit of Jan. 2009. A small amount of batch dust deposit resting on top.	General observations to be carried out by the furnace operators on a regular basis. If the batch dust deposit becomes significant, remove.																		
26																							



Σχήμα 3.2: Θερμογραφική απεικόνιση μέρους τοιχώματος του κλίβανου.

3.3 Μηχανές Σχηματοδότησης

Οι μεγαλύτερες δυσκολίες που αντιμετωπίζουμε όταν σχεδιάζουμε ένα πρόγραμμα συντήρησης για τις μηχανές σχηματοδότησης γυάλινων περιεκτών προέρχονται από τις δύσκολες συνθήκες και τον πολύπλοκο τρόπο λειτουργίας μίας τέτοιας μηχανής. Γι' αυτό τον λόγο ένα επιτυχές πλάνο συντήρησης απαιτεί ομαδοποίηση των μηχανισμών που θα συντηρηθούν. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να επιτευχθεί ταυτόχρονα συντήρηση μιας ομάδας μηχανισμών.

Επειδή αυτές οι μηχανές λειτουργούν κυρίως πνευματικά (με πεπιεσμένο αέρα) απαιτούν ήπια συντήρηση. Ανεξάρτητα από τους καθημερινούς ελέγχους και συντηρήσεις που απαιτούνται, συνίσταται και ένα κανονικό πρόγραμμα συντήρησης των μηχανισμών ανά 4, 24 ή 48 μήνες λειτουργίας.

Προτείνεται από τον κατασκευαστή ένα εξειδικευμένο πρόγραμμα προκαθορισμένης συντήρησης και η παρουσία εξειδικευμένου προσωπικού για την εφαρμογή των απαιτούμενων συντηρήσεων του προγράμματος. Οι βασικές αρχές του προγράμματος αυτού είναι οι εξής:

- Το τμήμα πρέπει να έχει προϊστάμενο έναν κατάλληλα εκπαιδευμένο μηχανικό
- Οι υπόλοιποι εργαζόμενοι στο τμήμα να είναι και αυτοί εξειδικευμένοι και να υπάρχει απόθεμα ανταλλακτικών για να εκτελεστεί το πρόγραμμα συντήρησης
- Όλοι οι μηχανισμοί πρέπει να είναι αριθμημένοι και να καταγράφονται στοιχεία αναφορικά με τη ζωή του μηχανισμού, πότε εγκαταστάθηκε, ημερομηνίες και ώρες εγκατάστασης και απομάκρυνσης, λόγοι απομάκρυνσης, αιτίες σφαλμάτων και άλλες σχετικές πληροφορίες
- Λίστες ελέγχου που αφορούν κάθε μηχανισμό πρέπει να συμπληρώνονται σε τακτά διαστήματα

3.3.1 Προληπτική συντήρηση βάσει οδηγιών κατασκευαστή

Ο κατασκευαστής προτείνει τρεις κλάσεις επισκευών στις οποίες εκτελούνται μεγαλύτερου εύρους συντηρήσεις και είναι οι ακόλουθες:

Κλάση A (ανά 4 μήνες):

Οι συγκεκριμένες επισκευές πρέπει να εκτελούνται ανά 4 μήνες και πρέπει να συμπίπτει με μία μεγάλη αλλαγή παραγωγής προϊόντος στη μηχανή. Αποτελούνται κυρίως από οπτικούς ελέγχους μηχανικών και ηλεκτρικών εξοπλισμών και περιλαμβάνουν τα κανάλια διανομής υάλου, τον τροφοδότη της μηχανής, τη μηχανή IS, τον τροφοδότη περιεκτών στη γαλαρία ανόπτησης και τη γαλαρία ανόπτησης.

Η παύση λειτουργίας ολόκληρης της μηχανής δεν πρέπει να ξεπερνά τις 8 ώρες.

Κλάση B (ανά 24 μήνες):

Οι συγκεκριμένες επισκευές πρέπει να εκτελούνται ανά 24 μήνες και περιλαμβάνουν συμπληρωματικά με τη κλάση A, έλεγχο του κάθε μηχανισμού. Εάν συγκεκριμένοι μηχανισμοί

πρέπει να αντικατασταθούν αυτό πρέπει να γίνει σε βάθος χρόνου. Για παράδειγμα εάν 8 μηχανισμοί πύρου πρέπει να αντικατασταθούν, αντικαθίστανται ένας μηχανισμός ανά εβδομάδα για περίοδο 8 εβδομάδων. Αυτό επιτρέπει να υπάρχει χρόνος ώστε κάθε εβδομάδα να επισκευάζεται και από ένας πύρος, να επανατοποθετείται στη μηχανή και στη συνέχεια να επισκευάζεται ο επόμενος. Αυτό το χρονοδιάγραμμα απαιτεί ωστόσο να υπάρχει εφεδρικός μηχανισμός. Εάν η επισκευή του εν λόγω μηχανισμού μπορεί να ολοκληρωθεί σε μικρότερο διάστημα από μια εβδομάδα το χρονοδιάγραμμα συντήρησης μπορεί να μειωθεί.

Η παύση λειτουργίας ολόκληρης της μηχανής δεν πρέπει να ξεπερνά τις 12 ώρες.

Κλάση Γ (ανά 48 μήνες):

Οι συγκεκριμένες επισκευές πρέπει να εκτελούνται ανά 48 μήνες και περιλαμβάνουν πλήρη επισκευή του τροφοδότη της μηχανής και της ίδιας της μηχανής και είναι επιθυμητό οι εργασίες αυτές να συμπίπτουν με επισκευή κλιβάνου. Ο τροφοδότης της μηχανής και η ίδια μηχανή αποσυναρμολογούνται πλήρως και όλα τα μέρη της επιθεωρούνται και ελέγχονται διεξοδικά για φθορές.

Λοιπά στοιχεία που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σε ένα πρόγραμμα συντήρησης

Κατ' ελάχιστον το πρόγραμμα συντήρησης πρέπει να περιλαμβάνει λίπανση, καθαρισμό και έλεγχο του εξοπλισμού, σύμφωνα με τη συχνότητα που προτείνει ο κατασκευαστής. Όταν ορίζεις ένα πρόγραμμα προκαθορισμένης συντήρησης η συχνότητα που προτείνει ο κατασκευαστής είναι το ελάχιστο. Υπό τις δύσκολες συνθήκες που δουλεύει ένα εργοστάσιο υαλοφυγίας η πρακτική εμπειρία υποδεικνύει ότι πολλές φορές πρέπει να δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στη συντήρηση συγκεκριμένων μηχανισμών. Τέτοιες συντηρήσεις είναι οι ακόλουθες:

- Λίπανση όλων των ειδικών σημείων (πρέπει να αποφεύγεται ωστόσο η υπερβολική λίπανση)
- Περιοδική αντικατάσταση του λαδιού σε όλα τα κιβώτια ταχυτήτων
- Περιοδικός έλεγχος των γραμμών και των ακροφυσίων λίπανσης για εξασφάλιση της σωστής λειτουργίας τους (σε συνθήκες υπό- και υπέρ-τροφοδοσίας λιπαντικού υπάρχει αρνητική επίδραση στη λειτουργία των πνευματικών μηχανισμών). Επιπρόσθετα υπέρ-τροφοδοσία λαδιού υποθάλλει κίνδυνο μόλυνσης και φωτιάς
- Αλλαγή φίλτρων σύμφωνα με τη προτεινόμενη συχνότητα (ύπαρξη καλών φίλτρων δεν σημαίνει και σωστή λειτουργία τους εάν δεν στραγγίζονται και δεν αλλάζονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα)

- Περιοδικός έλεγχος ότι η μηχανή σχηματοδότησης IS είναι ευθυγραμμισμένη με τον τροφοδότη της μηχανής (λόγω μηχανικών δονήσεων – οι οποίες είναι μέρος της φυσιολογικής λειτουργίας της μηχανής – η μηχανή μπορεί ελάχιστα να μετακινηθεί)
- Περιοδικός έλεγχος όλου του εξοπλισμού για σημάδια φθοράς (χρειάζεται μεγαλύτερη προσοχή στους μηχανισμούς που αφορούν καλούπια και άλλα τμήματα τα οποία φθείρονται συχνότερα)
- Περιοδικός έλεγχος μηχανισμών τα οποία έχουν σημεία εφαρμογής
- Περιοδικός έλεγχος καλής λειτουργίας όλων των συστημάτων ασφαλείας
- Έλεγχος όλων των περιοχών για καθαριότητα και συσσώρευση ξένων υλικών (όπως κομματάκια γυαλιού μεταξύ των μηχανισμών)

Λίστα Ελέγχου Εξοπλισμού

Ο κατασκευαστής προτείνει επίσης την ύπαρξη λίστας ελέγχου για τα μέρη του εξοπλισμού της μηχανής που υπόκεινται σε συντήρηση και ελέγχονται καθημερινά για τη καλή λειτουργία τους. Αυτοί οι έλεγχοι πρέπει να γίνονται από εκπαιδευμένο προσωπικό και οικείο με την σωστή λειτουργία κάθε μέρους του εξοπλισμού και με τη χρήση λίστας ελέγχου για να εξασφαλιστεί ότι δεν υπάρχουν παραλείψεις. Εάν σημειωθεί οποιοδήποτε πρόβλημα πρέπει να λύνεται το συντομότερο δυνατόν. Οι λίστες αυτές πρέπει να διατηρούνται από τρεις μέχρι έξι μήνες ενώ τα καταγεγραμμένα προβλήματα πρέπει να διατηρούνται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Κατόπιν μελέτης αυτών των εγγραφών μπορούν να αποφευχθούν μελλοντικές βλάβες και επαναλαμβανόμενα προβλήματα. Κάθε εργοστάσιο μπορεί να προσαρμόσει τις παρακάτω λίστες σύμφωνα με τις δικές του ανάγκες. Ακολουθούν παραδείγματα τέτοιων λιστών:

Τροφοδότης Μηχανής

- Λίπανση
- Ελατήρια μηχανικά και αέρος
- Υποβοηθητικός λειτουργικός αέρας
- Σύστημα πεπιεσμένου αέρα
- Ομαλότητα κίνησης μηχανισμού χωνιού
- Διαθεσιμότητα ανταλλακτικών
- Σπρέι ψαλιδιών (αποφυγή μεγάλης ποσότητας νερού)
- Αντίδραση βραχίονα ψαλιδιών

Σύστημα Διανομέα

- Κατάσταση
- Ευθυγράμμιση
- Σταθερότητα και συνέπεια φόρτωσης
- Επαρκώς επεξεργασμένος εξοπλισμός αντικατάστασης

Μηχανή IS

- Συστήματα λίπανσης
- Λειτουργία μηχανής (όλων των μηχανισμών και ειδικότερα του μηχανισμού αντιστροφής και του μηχανισμού take out των περιεκτών
- Βραχίονες προφόρμας και φόρμα
- Βραχίονες επιλαιμίου
- Ρυθμιστή θέσης μαστών
- Προσαρμογέας και διαχωριστικά δαχτυλίδια μαστών
- Σύστημα ψύξης (έλεγχος για μπλόκα)
- Κεφαλές take out
- Σύστημα παροχής κενού (επαρκής όγκος)
- Καθαρισμός συστήματος φίλτρων κενού
- Σύστημα πεπιεσμένου αέρα (έλεγχος για διαρροές)
- Έλεγχος ακρίβειας μετρητών πίεσης αέρα
- Αναφορά για γενική κατάσταση και καθαριότητα της μηχανής

Γενικός Χειρισμός

- Κατάσταση μεταφορικής ταινίας μηχανής
- Κίνησης αλυσίδας και χρονισμός
- Κατάσταση της ταινίας
- Κατάσταση πλακών τοποθέτησης περιεκτών
- Κατάσταση κεφαλών και δακτύλων προωθητή περιεκτών μηχανής
- Κίνηση και χρονισμός των προωθητών περιεκτών μηχανής
- Απόσταση μεταξύ των περιεκτών
- Κατάσταση ανιχνευτή περιεκτών
- Έλεγχος μηχανισμού απόρριψης

- Σωστή τροφοδοσία γαλαρίας ανόπτησης

Οπτικοί Έλεγχοι

Συμπληρωματικά της λίστας ελέγχου εξοπλισμού κάθε χειριστής πρέπει να είναι υπεύθυνος για οπτικό έλεγχο του εξοπλισμού και αναφοράς οποιονδήποτε προβλημάτων.

Ανά βάρδια

- Έλεγχος για διαρροή λιπαντικού
- Έλεγχος σωστής λειτουργίας κάθε στοιχείου της μηχανής και των αντίστοιχων μηχανισμών του.

Ανά αλλαγή παραγόμενου προϊόντος

- Έλεγχος όλων των μηχανισμών για φθορές και κακή ευθυγράμμιση

Λίπανση

Αυτόματη

Η βέλτιστη λίπανση των κινούμενων μερών της μηχανής εξασφαλίζει ομαλή και απροβλημάτιστη λειτουργία για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα. Σχεδόν όλα τα ρουλεμάν, οι πνευματικοί κύλινδροι και τα εξαρτήματα κίνησης είναι συνδεδεμένα σε μια κεντρική μονάδα αυτόματης λίπανσης. Αυτή αποτελείται από μία αντλία η οποία λειτουργεί διακοπτόμενα σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα. Σε κάθε κύκλο λειτουργίας η αντλία τροφοδοτεί λιπαντικό σε υψηλή πίεση σε έναν αριθμό από εγχυτήρες εγκατεστημένους τόσο στη μηχανή όσο και στην μεταφορική ταινία. Κάθε εγχυτής είναι ανεξάρτητα συνδεδεμένος σε ένα σημείο λίπανσης. Ο προτεινόμενος χρόνος μεταξύ κύκλων λίπανσης είναι 15-20 λεπτά. Ένα τέτοιο σύστημα είναι το *Lincoln Automatic Lubrication System*.

Κάποιοι μηχανισμοί οι οποίοι λειτουργούν μέσα σε ελαιολεκάνες είναι ταυτόχρονα συνδεδεμένοι και με το αυτόματο σύστημα λίπανσης. Σε αυτή τη περίπτωση οι δεξαμενές λαδιού πρέπει να είναι γεμάτες με λάδι πριν την εκκίνηση και μετά την επισκευή.

Μη αυτόματη

Σημεία με δύσκολη πρόσβαση στο σύστημα αυτόματης λίπανσης χρησιμοποιούν συνήθως ειδικά ακροφύσια για λίπανση μέσω μηχανήματος λίπανσης χειρός.

3.3.2 Προληπτική συντήρηση που εφαρμόζει η Γιούλα Α.Ε.

Το εργοστάσιο υαλοργιάς Γιούλα Α.Ε. χρησιμοποιεί το πρόγραμμα ελέγχων για τις μηχανές σχηματοδότησης που φαίνεται στον Πίνακα 3.5. Σκοπός των ελέγχων αυτών είναι η έγκαιρη διάγνωση πιθανών βλαβών στις μηχανές αυτές.

Πίνακας 3.5: Είδος και συχνότητα ελέγχων για συντήρηση της μηχανής σχηματοδότησης που ακολουθεί η Γιούλα Α.Ε..

A/A	Είδος Ελέγχου	Συχνότητα Ελέγχου
1	Έλεγχος πυρίμαχων τροφοδότη μηχανής	Ανά αλλαγή προϊόντος
2	Έλεγχος μπεκ, φίλτρων αέρα και νερού ψαλιδιών	Ανά αλλαγή προϊόντος
3	Έλεγχος λαμών και οδηγών ψαλιδιών	Ανά αλλαγή προϊόντος
4	Έλεγχος σωλήνων νερών ψύξης διανομέα για διαρροή	7 ημέρες
5	Έλεγχος καλής λειτουργίας του εμποδιστή (μέσα/ έξω)	7 ημέρες
6	Έλεγχος λίπανσης διανομέα	7 ημέρες
7	Έλεγχος λειτουργίας αντλίας λιπάνσεως	7 ημέρες
8	Έλεγχος σωλήνων φυσητήρα - πυθμένα	7 ημέρες
9	Έλεγχος καθαρότητας του θερμού σπρέι (εσωτερικά και εξωτερικά)	7 ημέρες
10	Έλεγχος της αλυσίδας του γύρου (ποδαράκια)	7 ημέρες
11	Έλεγχος λίπανσης τροφοδότη μηχανής	7 ημέρες
12	Έλεγχος ψύξης τροφοδότη μηχανής και ψαλιδιών	7 ημέρες
13	Έλεγχος καλής λειτουργίας τροφοδότη μηχανής και ψαλιδιών	7 ημέρες
14	Έλεγχος καλής λειτουργίας μηχανισμού χωνιού	7 ημέρες
15	Έλεγχος κατάστασης γραναζιών μηχανισμού χωνιού	7 ημέρες
16	Έλεγχος ψύξης κουζινέτου γραναζιού τροφοδότη μηχανής	7 ημέρες
17	Έλεγχος κόμπλερ – άξονα – σφηνών για μπόσικα	7 ημέρες
18	Έλεγχος στάθμης λιπαντικού μειωτή τροφοδότη μηχανής	7 ημέρες
19	Έλεγχος στάθμης ελαιολεκάνης ψαλιδιών	7 ημέρες
20	Έλεγχος πίεσης δικτύου σαπουνόλαδου	7 ημέρες

21	Έλεγχος μανομέτρων τροφοδότη μηχανής	7 ημέρες
22	Έλεγχος πίεσης αέρα πιστονίων μηχανισμού μαστών τροφοδότη μηχανής	15 ημέρες
23	Έλεγχος βαλβίδας και κίνησης διανομέα μέσα-έξω	15 ημέρες
24	Έλεγχος των μπεκ του παραφινόλαδου για διαρροή	15 ημέρες
25	Έλεγχος σύσφιξης της πλάκας του εμποδιστή	15 ημέρες
26	Έλεγχος Κόμπλερ άξονα για φθορά	15 ημέρες
27	Έλεγχος έκκεντρου - στάθμη λαδιού	15 ημέρες
28	Έλεγχος στα σωληνάκια λίπανσης τσιμπίδας	15 ημέρες
29	Έλεγχος των ρουλεμάν τυμπάνων της ταινίας της μηχανής	15 ημέρες
30	Έλεγχος της ταινίας τροφοδότη (καλή κίνηση και φθορά)	15 ημέρες
31	Έλεγχος κατάστασης των ράουλων κύλισης ταινίας τροφοδότη	15 ημέρες
32	Έλεγχος του μειωτή του τραπεζιού του τροφοδότη	15 ημέρες
33	Έλεγχος μπάρας τροφοδότη	15 ημέρες
34	Φύσημα τροφοδότη	15 ημέρες
35	Έλεγχος της κίνησης του γύρου	20 ημέρες
36	Έλεγχος διανομέα για μπόσικα μεταξύ γραναζιών-κρεμαργιέρας	30 ημέρες
37	Έλεγχος ιμάντα μετάδοσης - καδένα	30 ημέρες
38	Έλεγχος γραναζιών	30 ημέρες
39	Έλεγχος μειωτή και λιπαντικό μειωτή	30 ημέρες
40	Έλεγχος για μπόσικα μεταξύ άξονα μετάδοσης και έκκεντρου	30 ημέρες
41	Έλεγχος μηχανισμών Invert για απώλεια υδραυλικών	30 ημέρες
42	Έλεγχος στάθμης ελαιολεκάνων (1 με 2 στοιχεία από τους άξονες)	30 ημέρες
43	Έλεγχος φίλτρων χουφτών	30 ημέρες
44	Έλεγχος στάθμης λιπαντικού μειωτήρα κίνησης ταινίας μηχανής	30 ημέρες
45	Έλεγχος τροχαλιών κίνησης ταινίας μηχανής και ιμάντα	30 ημέρες
46	Συμπλήρωση λιπαντήρα τροφοδότη	30 ημέρες
47	Έλεγχος των πλακών κάτω από την ταινία του τροφοδότη	40 ημέρες
48	Έλεγχος γραναζιών και καδένας της ταινίας του τροφοδότη	40 ημέρες
49	Έλεγχος τροφοδότη - έλεγχος για μπόσικα - γρασάρισμα	40 ημέρες
50	Έλεγχος γραφιών σε τσιμπίδες εξαγωγής των προϊόντων, σε χούφτες και τροφοδότη	180 ημέρες

3.4 Γαλαρίες Ανόπτωσης (Annealing)

3.4.1 Προληπτική συντήρηση βάσει οδηγιών κατασκευαστή

Σύμφωνα με τον κατασκευαστή προτείνεται συντήρηση στα μηχανικά και ηλεκτρικά εξαρτήματα της γαλαρίας ανόπτωσης όπως φαίνεται στους Πίνακες 3.6 και 3.7:

Πίνακας 3.6: Συχνότητες συντήρησης των μηχανικών μερών της γαλαρίας ανόπτωσης.

A/A	Συντήρηση Μηχανικών Μερών	Συχνότητα Συντήρησης σε μέρες λειτουργίας
1	Λίπανση κινούμενων μερών	7
2	Έλεγχος λαδιού στους μειωτήρες	20
3	Καθαρισμός φίλτρου πεπιεσμένου αέρα	20
4	Έλεγχος τάνυσης της ταινίας γαλαρίας	20
5	Ενώσεις μεταξύ των οδηγών ολίσθησης	7

Πίνακας 3.7: Συχνότητες συντήρησης των ηλεκτρικών μερών της γαλαρίας ανόπτωσης.

A/A	Συντήρηση Ηλεκτρικών Μερών	Συχνότητα Συντήρησης σε μέρες λειτουργίας
1	Καθάρισμα φίλτρων ανεμιστήρων και εναλλακτών	20
2	Έλεγχος φωτοκυττάρων	20
3	Έλεγχος λειτουργίας διαφορικού	5
4	Έλεγχος φθοράς ρελέ	42
5	Έλεγχος κατάστασης κινούμενων καλωδίων	42
6	Έλεγχος μπαταρίας PLC	42
7	Έλεγχος των συνδέσεων γείωσης	42

3.4.2 Προληπτική συντήρηση που εφαρμόζει η Γιούλα Α.Ε.

Ωστόσο η υαλοφυγία Γιούλα Α.Ε. εκτελεί το ακόλουθο πρόγραμμα συντήρησης της γαλαρίας ανόπτωσης. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.8 η συντήρηση εκτελείται πιο αναλυτικά.

Πίνακας 3.8: Είδος και συχνότητα ελέγχων για συντήρηση της γαλαρίας ανόπτησης που ακολουθεί η Γιούλα Α.Ε..

A/A	Είδος Ελέγχου	Συχνότητα Ελέγχου
1	Έλεγχος για την σωστή κίνηση της ταινίας της γαλαρίας	Κάθε ημέρα
2	Έλεγχος για το κεντράρισμα της κίνησης της γαλαρίας	Κάθε ημέρα
3	Κεντράρισμα της ταινίας της γαλαρίας	Κάθε ημέρα
4	Έλεγχος κινήσεως μειωτή, στροφών της κίνησης της γαλαρίας για θερμοκρασία, διαρροή λαδιού, θόρυβο	2 ημέρες
5	Έλεγχος για τάνυση ταινίας γαλαρίας (εντατήρας)	7 ημέρες
6	Γρασάρισμα των εδράνων ράουλου εισόδου της γαλαρίας	7 ημέρες
7	Γρασάρισμα στα ρουλεμάν του μειωτή	7 ημέρες
8	Έλεγχος ηλεκρομειωτήρα κίνησης γαλαρίας για θερμοκρασία, διαρροή λαδιού/γράσων, θόρυβο	7 ημέρες
9	Λίπανση αλυσίδας	7 ημέρες
10	Έλεγχος κίνησης ψυχρού σπρέι	7 ημέρες
11	Έλεγχος ιμάντα - τροχαλιών	7 ημέρες
12	Έλεγχος μπεκ - σωλήνων αέρα και υγρού	7 ημέρες
13	Ρουλεμάν - ράγες ρουλεμάν και πιστόνι	7 ημέρες
14	Γρασάρισμα των εδράνων ράουλου εξόδου της γαλαρίας	20 ημέρες
15	Γρασάρισμα των εδράνων ράουλων επιστροφής	20 ημέρες
16	Έλεγχος στάθμης λαδιού μειωτή	20 ημέρες
17	Κατάσταση γραναζιών κίνησης ηλεκτρομειωτήρα	20 ημέρες
18	Κατάσταση γραναζιών τυμπάνου	20 ημέρες
19	Έλεγχος λαδιού του μειωτήρα για 1η βαθμίδα	20 ημέρες
20	Έλεγχος λαδιού του μειωτήρα για 2η βαθμίδα	20 ημέρες
21	Έλεγχος μειωτή κίνησης	20 ημέρες
22	Γρασάρισμα των ανεμιστήρων ανάδευσης στις ζώνες	30 ημέρες
23	Γρασάρισμα ανεμιστήρα καυσαερίων	30 ημέρες
24	Έλεγχος ανεμιστήρων για υπερβολική δόνηση, θόρυβο, κατάσταση τσιμουχών, υπερβολική θερμοκρασία	30 ημέρες
25	Έλεγχος κατάστασης ιμάντων ανεμιστήρα	30 ημέρες
26	Τέντωμα ιμάντα	30 ημέρες
27	Αλλαγή ιμάντα	60 ημέρες

28	Έλεγχος κατάστασης τροχαλιών	60 ημέρες
29	Δείγμα προς εργαστήριο	60 ημέρες

3.5 Παλεταριστικά μηχανήματα και Θερμοσυρρίκνωση παλετών έτοιμου προϊόντος (Packing).

Σύμφωνα με τον κατασκευαστή προτείνεται συντήρηση στα μηχανικά και ηλεκτρικά εξαρτήματα των παλεταριστικών μηχανημάτων (Palletizer) όπως φαίνεται στους Πίνακες 3.9 και 3.10:

Πίνακας 3.9: Συχνότητες συντήρησης των μηχανικών μερών των παλεταριστικών μηχανημάτων.

Α/Α	Είδος Ελέγχου	Συχνότητα Ελέγχου
1	<i>Κύλινδροι</i> <ul style="list-style-type: none"> Έλεγχος κατάστασης κυλίνδρων, αλυσίδων και γραναζιών 	1 φορά ανά έτος
2	<i>Αλυσίδες</i> <ul style="list-style-type: none"> Έλεγχος τάνυσης Έλεγχος φθοράς Λίπανση Έλεγχος κατάστασης οδηγών αλυσίδων 	1 φορά ανά μήνα
3	<i>Γρανάζια</i> <ul style="list-style-type: none"> Έλεγχος λίπανσης και λίπανση εάν απαιτείται Έλεγχος φθοράς 	1 φορά ανά μήνα
4	<i>Κιβώτιο ταχυτήτων</i> <ul style="list-style-type: none"> Έλεγχος φθοράς Λίπανση 	1 φορά ανά μήνα
5	<i>Επιφάνεια ολίσθησης τροχών</i> <ul style="list-style-type: none"> Καθαρισμός και γρασάρισμα των επιφανειών ολίσθησης Έλεγχος καλής λειτουργίας των ρουλεμάν 	1 φορά ανά μήνα
6	<i>Στηρίξεις</i> <ul style="list-style-type: none"> Έλεγχος φθοράς 	1 φορά ανά έτος
7	<i>Περίβλημα σφαιρικών συνδέσμων</i> <ul style="list-style-type: none"> Γρασάρισμα περιβλήματος 	1 φορά ανά εξάμηνο
8	<i>Κωνικά στοιχεία συναρμολόγησης</i>	1 φορά ανά

	<ul style="list-style-type: none"> Επαναφορά ροπής στρέψης των βιδών στερέωσης 	εξάμηνο
9	<i>Ζώνες και τροχαλίες</i> <ul style="list-style-type: none"> Έλεγχος φθοράς και τάνυσης ζωνών Έλεγχος φθοράς τροχαλιών Έλεγχος ρουλεμάν τροχαλιών 	1 φορά ανά εξάμηνο
10	<i>Μπλοκ αντίβαρων ολίσθησης</i> <ul style="list-style-type: none"> Έλεγχος φθοράς 	1 φορά ανά εξάμηνο
11	<i>Φρένο κινητήρα</i> <ul style="list-style-type: none"> Έλεγχος πάχους του δισκόφρενου Έλεγχος απόστασης μεταξύ ηλεκτρομαγνήτη και δίσκου πίεσης (διάκενο αέρα) 	1 φορά ανά εξάμηνο
12	<i>Γρανάζια μειωτήρα</i> <ul style="list-style-type: none"> Αντικατάσταση λαδιών 	1 φορά ανά έτος
13	<i>Πνευματικοί κύλινδροι</i> <ul style="list-style-type: none"> Έλεγχος φθοράς Έλεγχος ορθής κίνησης 	1 φορά ανά εξάμηνο
14	<i>Μονάδα εισαγωγής αέρα</i> <ul style="list-style-type: none"> Έλεγχος στάθμης λαδιού Αποστράγγιση συμπυκνώματος υδρατμών Συχνότητα ροής στάγδην 	1 φορά ανά εβδομάδα

Πίνακας 3.10: Συχνότητες συντήρησης των ηλεκτρικών μερών των παλεταριστικών μηχανημάτων.

A/A	Είδος Ελέγχου	Συχνότητα Ελέγχου
1	<i>Μικροδιακόπτες</i> <ul style="list-style-type: none"> Έλεγχος σωστής λειτουργίας και θέσης 	1 φορά ανά εβδομάδα
2	<i>Φωτοκύτταρα</i> <ul style="list-style-type: none"> Ευθυγράμμιση πομπού και δέκτη Καθαρισμός πομπού και δέκτη 	1 φορά ανά εβδομάδα
3	<i>Αλυσιδωτό κανάλι συγκράτησης καλωδίων</i> <ul style="list-style-type: none"> Έλεγχος καλής κατάστασης των καλωδίων Έλεγχος καλής κατάστασης του καναλιού συγκράτησης 	1 φορά ανά εβδομάδα

3.6 Κοινά συμπληρωματικά συστήματα: Δίκτυα αέρα (αεροσυμπιεστές, ανεμιστήρες ψύξεως), δίκτυα λαδιού, πύργοι ψύξεως.

Αεροσυμπιεστές και Ανεμιστήρες Ψύξεως

Οι αεροσυμπιεστές φέρουν όργανα μέτρησης δονήσεων, πίεσεως και θερμοκρασιών. Βάση των τιμών τους οι αεροσυμπιεστές περνούν σε alarm κατάσταση με ανάλογο ηχητικό σήμα, σειρήνα και ένδειξη στην οθόνη τους και εάν δεν αποκατασταθεί το alarm, περνούν σε trip κατάσταση, διακόπτουν την λειτουργία τους. Ένα γεγονός που αξίζει να αναφερθεί είναι τα προφίλτρα των μικροφίλτρων του αέρα εισαγωγής των αεροσυμπιεστών στα οποία η συντήρησή τους ανάγεται στην δίμηνη προληπτική καθαριότητα και στην εξάμηνη προληπτική αλλαγή τους. με γνώμονα την διαφορά πίεσης προ και μετά των στοιχείων αυτών και στη αύξηση της εντάσεως του ρεύματος του αεροσυμπιεστή ο οποίος καλείται βάση ρύθμισής του να αποδίδει συγκεκριμένη ροή συμπιεσμένου αέρα σε συγκεκριμένη πίεση. Οι αισθητήρες διαφοράς πίεσης των στοιχείων διηθήσεως του και αύξησης της εντάσεως του ρεύματός του, είναι οι συσκευές της προβλεπτικής διάγνωσης με σκοπό τη συντήρηση. Με ανάλογο τρόπο, βάση συσκευών προβλεπτικής διάγνωσης, όπως αισθητήρες πίεσης, γίνεται η αλλαγή του στοιχείου του φίλτρου του λιπαντικού. Η καταγραφή της θερμοκρασίας του νερού ψύξεως των αεροσυμπιεστών μέσω ηλεκτρονικού θερμομέτρου, σε συνδυασμό με επιμέρους όργανα μετρήσεως πίεσεως-θερμοκρασιών που δεν ανήκουν στον αεροσυμπιεστή αλλά στο σύστημα ψύξεως (αντλίες, πύργοι ψύξεως, εναλλάκτες θερμότητας), οδηγεί στον έλεγχο και στις τυχόν ενέργειες προληπτικής συντήρησης του συστήματος ψύξεως, είτε αντλίας είτε πύργου ψύξεως είτε εναλλάκτη θερμότητας.

Στον Πίνακα 3.11 περιγράφονται οι εργασίες ελέγχου συντήρησης που απαιτούνται για τους αεροσυμπιεστές και η συχνότητα τους:

Πίνακας 3.11: Εργασίες ελέγχου συντήρησης των αεροσυμπιεστών στην υαλοργία Γιούλα Α.Ε.

A/A	Είδος Ελέγχου	Συχνότητα Ελέγχου
1	a) Εξαέρωση στο σύστημα ψύξης νερού – αέρα από τα ψυγεία . b) Έλεγχος καλής λειτουργίας στο σύστημα αποστράγγισης του	1 φορά ανά ημέρα

	<p>συμπιεσμένου αέρα. Αυτός γίνεται ανοίγοντας τις βάνες αποστράγγισης. Σε περίπτωση όπου βγει νερό από τις βάνες, αυτό σημαίνει ότι ο αυτοματισμός του φλοτέρ δεν λειτουργεί.</p> <p>c) Έλεγχος της στάθμης λαδιού. Αυτός γίνεται από την ένδειξη του δείκτη φλοτέρ ή από την τάπα λαδιού αφού βγει έξω.</p> <p>d) Έλεγχος στα φίλτρα αέρος της υψηλής πίεσης αέρα όπου χρησιμοποιείται για τους μηχανισμούς και αυτοματισμούς του αεροσυμπιεστή.</p> <p>e) Έλεγχος των αντλιών νερού ψύξης για θορύβους και υψηλή θερμοκρασία.</p> <p>f) Έλεγχος διαρροών αέρα – νερού ψύξης – λαδιού.</p> <p>g) Έλεγχος των θερμοκρασιών: α) Λαδιού – β) Αέρα συμπίεσης – γ) Νερού ψύξης</p> <p>h) Έλεγχος των πιέσεων: α) Λαδιού – β) Αέρα συμπίεσης – γ) Νερού ψύξης</p> <p>i) Έλεγχος φίλτρου αέρα αναρρόφησης.</p>	
2	<p>a) Έλεγχος των αυτοματισμών λειτουργίας του αεροσυμπιεστή.</p> <p>b) Βαθμονόμηση του αυτοματισμού βαλβίδων για τις βάνες εισαγωγής αέρα και by – pass.</p> <p>c) Καθαριότητα σε πρόφιλτρα των μικροφίλτρων του αέρα εισαγωγής των αεροσυμπιεστών</p>	1 φορά ανά δίμηνο
3	<p>a) Έλεγχος της φωλιάς του φίλτρου αέρος για πιθανή διάβρωση.</p> <p>b) Έλεγχος του ανεπίστροφου μηχανισμού αέρα συμπίεσης.</p> <p>c) Αποσυναρμολόγηση των φλοτέρ αποστράγγισης στα ψυγεία εναλλαγής θερμότητας και έλεγχος καλής λειτουργίας.</p> <p>d) Λίπανση των ρουλεμάν των μοτέρ.</p> <p>e) Αλλαγή σε πρόφιλτρα των μικροφίλτρων του αέρα εισαγωγής των αεροσυμπιεστών.</p>	1 φορά ανά εξάμηνο
4	<p>a) Έλεγχος λαδιών</p>	1 φορά ανά τετράμηνο
5	<p>a) Έλεγχος μοτέρ από ηλεκτρολόγο.</p> <p>b) Έλεγχος του ψυγείου εναλλαγής λαδιού – αέρα.</p> <p>c) Έλεγχος των αυτοματισμών λειτουργίας του αεροσυμπιεστή.</p> <p>d) Βαθμονόμηση του αυτοματισμού βαλβίδων για τις βάνες</p>	1 φορά ανά έτος

	<p>εισαγωγής αέρα και by – pass.</p> <p>e) Οπτικός έλεγχος των βανών εισαγωγής αέρα και by – pass.</p> <p>f) Αλλαγή λαδιού – φίλτρων λαδιού.</p> <p>g) Αλλαγή φίλτρου ατμών λαδιού.</p>	
--	---	--

Για τους ανεμιστήρες ψύξεως αλλάζονται οι ιμάντες κίνησης τους ασχέτως με τη κατάσταση τους ή τη διάρκεια λειτουργίας τους.

Πύργοι Ψύξης

Η συντήρηση των πύργων ψύξης περιλαμβάνει τον έλεγχο καλής λειτουργίας τους:

- «Ανοικτού τύπου»: Έλεγχος των μπεκ κατιονισμού που φράζουν από επικολλήσεις αλάτων (μία φορά ανά εβδομάδα).
- «Κλειστού τύπου»: Έλεγχος μοτέρ ανεμιστήρων, ιμάντων, τροχαλιών (μία φορά ανά εβδομάδα).

Και οι δύο τύποι πύργων ψύξεως πρέπει κάθε χρόνο να αδειάζουν και να καθαρίζονται από άλατα του νερού και από τις λάσπες που συσσωρεύονται.

3.7 Εξ' αναβολή συντήρηση προαναφερθέντος εξοπλισμού

Η εξ αναβολής συντήρηση καθορίζεται από την διάγνωση και την κρίση του χειριστή του εκάστοτε μηχανήματος ή συνόλου μηχανημάτων και από την εμπειρία των συντηρητών.

Έτσι ένα ζεστό, πέρα του επιτρεπτού, έδρανο υπόκειται σε συντήρηση εξ αναβολής εφόσον χαρακτηριστεί ότι μπορεί να λειτουργεί, έστω και κατ' αυτόν τον τρόπο, μέχρι να έρθει η στιγμή κατά την οποία, για παραγωγικό λόγο, θα σταματήσει τοπικά η παραγωγή και το έδρανο θα αντικατασταθεί. Συντήρηση εξ αναβολής για το συγκεκριμένο έδρανο είναι η τοποθέτηση δέσμης αέρα ψύξεώς του. Μία διαρροή λιπαντικού από ένα κιβώτιο κίνησης υπόκειται σε εξ αναβολής συντήρηση, συμπληρώνοντας συνεχώς λιπαντικό, μέχρι για παραγωγικούς ή άλλους λόγους το κιβώτιο αυτό να τεθεί εκτός λειτουργίας και να αποκατασταθεί η κατάστασή του μέσω βάσει κατάστασης συντήρησής του. Η συμπλήρωση λιπαντικού στο συγκεκριμένο κιβώτιο μπορεί να είναι χειρονακτική εβδομαδιαία συμπλήρωση λιπαντικού, έως και να μελετηθεί και κατασκευαστεί σύστημα συλλογής του διαρρέοντος λιπαντικού και την εξ αναγκασμένης του μέσω αντλίας επιστροφή στο κιβώτιο, και οι δυο μέθοδοι χαρακτηρίζονται σαν εξ αναβολής συντήρηση.

Εξ αναβολής συντήρηση χαρακτηρίζεται η συντήρηση των συστημάτων με εφεδρικά συστήματα η οποία για διάφορους λόγους δεν υπόκειται στην άμεση συντήρηση, έτσι λοιπόν η αστοχία-αλλαγή των ιμάντων κίνησης των ανεμιστήρων ενός πύργου ψύξεως υπόκειται σε εξ αναβολής συντήρηση εφόσον εκκινεί ο εφεδρικός πύργος ψύξεως και δεν υπάρχουν οι ιμάντες ή δεν υπάρχει το προσωπικό, απασχολείται αλλού, για την αντικατάστασή τους.

Η εξ αναβολής συντήρηση εφαρμόζεται κυρίως στα ανοιχτά συστήματα μετάδοσης κίνησης όπου και τα μέρη τους, αλυσίδες, οδοντωτοί τροχοί, τροχαλίες, ιμάντες κτλ, είναι ορατά, προσπελάσιμα, και απλά για την οποιαδήποτε στιγμή αντικατάστασή τους.

Μια διαρροή αέρα από ρωγμή σε αεραγωγό υπόκειται σε εξ αναβολής συντήρηση μέσω οπής στο τέλος της ρωγμής για να μην επεκταθεί και εφαρμόζεται τοπικά πρόχειρο επίθεμα εφόσον δεν δημιουργεί προβλήματα στην παραγωγή. Όταν σταματήσει για αλλαγή παραγωγής η μηχανή με τον ελαττωματικό αεραγωγό, ο ίδιος μέσω επιδιορθωτικής συντήρησης ηλεκτροσυγκολλάται.

Κεφάλαιο 4: Εφαρμογή Πληροφοριακού Συστήματος Διαχείρισης Συντήρησης (AIMMS)

4.1 Εισαγωγή

Το AIMMS Maintenance Training Tool είναι ένα λογισμικό διαχείρισης και οργάνωσης της συντήρησης. Αποτελεί ένα πρακτικό και εύχρηστο εργαλείο στην διοίκηση των επιχειρήσεων για την οργάνωση και αποτελεσματική λειτουργία του τμήματος συντήρησης. Οι βασικές εργασίες που μπορούμε να εκτελέσουμε χρησιμοποιώντας το AIMMS είναι οι εξής:

Καταγραφή προβλημάτων: καταγράφονται τα προβλήματα που παρουσιάζονται και κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το είδος τους.

Προληπτική συντήρηση: γίνεται η διαχείριση των εργασιών της προληπτικής συντήρησης.

Αποθήκη ανταλλακτικών: οργανώνεται η αποθήκη ανταλλακτικών και καταγράφονται οι ενέργειες προμήθειας και χρήσης των ανταλλακτικών.

Δείκτες συντήρησης: γίνεται η αξιολόγηση γενικότερης ή επιμέρους κατάστασης της επιχείρησης, θέτονται στόχοι και παρακολουθείται η πορεία για την επίτευξη τους.

Όλες οι εργασίες πραγματοποιούνται από το κεντρικό μενού, το οποίο περιλαμβάνει τις εξής ενότητες:

- Συντήρηση
- Αποθήκη
- Προληπτική
- Σταθερά Στοιχεία
- Διαχείριση Βοήθεια
- Παράθυρο

4.1.1 Λειτουργία πλήκτρων

Στις οθόνες που εμφανίζονται, επιλέγοντας κάποια ενότητα ή υποενότητα από το κεντρικό μενού, υπάρχουν τα εξής πλήκτρα:

Πίνακας 4.1: Λειτουργία πλήκτρων.

	Αποθήκευση: Ενημερώνεται η βάση δεδομένων με τις όποιες αλλαγές έχουν γίνει από το χρήστη.
	Εκτύπωση: Εκτυπώνονται στοιχεία σχετικά με αυτά της οθόνης.
	Αναζήτηση: Γίνεται αναζήτηση των καταχωρημένων δεδομένων.
	Βελάκι 1: Οδηγεί στην πρώτη εγγραφή.
	Βελάκι 2: Οδηγεί στην προηγούμενη εγγραφή.
	Βελάκι 3: Οδηγεί στην επόμενη εγγραφή.
	Βελάκι 4: Οδηγεί στην τελευταία εγγραφή.
	Εισαγωγή: Γίνεται εισαγωγή νέας εγγραφής στοιχείων στην αντίστοιχη οθόνη.
	Διαγραφή: Διαγράφεται η τρέχουσα εγγραφή.
	Έξοδος: Έξοδος από την οθόνη.
	Επανάληψη: Δημιουργία μιας νέας εγγραφής, με δεδομένα παραπλήσια με την τρέχουσα εγγραφή.
	Προσθήκη: Προσθήκη επιμέρους στοιχείων.
	Αφαίρεση: Αφαίρεση επιμέρους στοιχείων.
	Ανανέωση / Εκτέλεση: Ανανέωση των εγγραφών σε μια οθόνη ή εκτέλεση εντολής/ ερωτήματος.

4.2 Καταγραφή εργασιών συντήρησης

Η καταγραφή των στοιχείων, που αφορούν στο τμήμα συντήρησης, είναι απαραίτητη σε ένα μηχανογραφημένο σύστημα συντήρησης τόσο για την οργάνωση του αλλά και για την καλύτερη

διαχείριση και προγραμματισμό του τμήματος. Υπάρχουν τρεις τρόποι καταγραφής των προβλημάτων, που εμφανίζονται στον παραγωγικό εξοπλισμό:

- Απολογιστική καταγραφή βλαβών
- Δήλωση εργασίας – Λήξη εργασίας
- Δήλωση εργασίας – Έναρξη εργασίας – Λήξη εργασίας


4.2.1 Απολογιστική καταγραφή βλαβών

Η απολογιστική καταγραφή βλαβών είναι η διαδικασία που χρησιμοποιείται όταν δεν απαιτείται η on-line παρακολούθηση των εργασιών συντήρησης και οι εργασίες καταγράφονται απολογιστικά.

Η καταγραφή γίνεται σε ένα μόνο στάδιο και αποτελεί την πιο απλή από τις τρεις διαδικασίες. Χρησιμοποιείται το μενού Διαχείριση → Καταγραφή Βλαβών (Σχήμα 4.1).

Όνομα	Ώρες	Υπερωρίες


Σχήμα 4.1: Οθόνη απολογιστικής καταγραφής βλαβών.

Στο κάτω μέρος της οθόνης υπάρχουν δύο κουμπιά. Με το αριστερό κουμπί, , ανοίγει η οθόνη 4.2, όπου υπάρχει δυνατότητα εισαγωγής (μέσω επιλογής από λίστα) εξωτερικών συνεργατών, εφόσον αποκαταστήσανε τη συγκεκριμένη βλάβη/εκκρεμότητα. Η καρτέλα ενός

εξωτερικού συνεργάτη καταχωρείται στην οθόνη των προμηθευτών (Μενού: Αποθήκη → Προμήθειες → Προμηθευτές).

Προμηθευτής	Εργατικά	Ανταλλακτικά	Αρ. Παραστατικού
↓	↓		
⋮	⋮		
⋮	⋮		
⋮	⋮		
⋮	⋮		
⋮	⋮		
⋮	⋮		
⋮	⋮		

Σχήμα 4.2: Οθόνη Εξωτερικών Συνεργατών.

Με το δεξί κουμπί, , εμφανίζεται η οθόνη της εξαγωγής ανταλλακτικών (Σχήμα 4.3) για τη δήλωση των ανταλλακτικών που χρησιμοποιήθηκαν στην αποκατάσταση της συγκεκριμένης βλάβης. Ταυτόχρονα, τα ανταλλακτικά χρεώνονται στη συγκεκριμένη μηχανή.

Κωδικός	Περιγραφή	Ποσότητα	Μονάδα	Απόθεμα	Τιμή
↓				↓	
⋮				⋮	
⋮				⋮	
⋮				⋮	
⋮				⋮	
⋮				⋮	
⋮				⋮	
⋮				⋮	

Σχήμα 4.3: Οθόνη Εξαγωγής Ανταλλακτικών

4.2.2 Δήλωση – λήξη

Σε αυτήν την περίπτωση απαιτούνται δύο στάδια για τη δήλωση εργασίας. Το πρώτο στάδιο είναι η δήλωση του προβλήματος και το δεύτερο είναι η απ' ευθείας λήξη του, μετά την αποκατάσταση του. Τα στάδια επιλέγονται από το μενού «Συντήρηση» και αναλύονται στις επόμενες παραγράφους.

Δήλωση

Για την δήλωση των προβλημάτων κατασταλακτικής (σε αντίθεση με την προληπτική) συντήρησης, επιλέγεται από το μενού Συντήρηση → Δήλωση (Σχήμα 4.4).

Σχήμα 4.4: Οθόνη δήλωσης προβλήματος.

Τα στοιχεία που καταχωρούνται είναι τα παρακάτω:

- «Α/Α εργασίας»: Επιλέγεται από οθόνη αναζήτησης.
- «Κωδικός»: Συμπληρώνεται αυτόματα ο κωδικός της μηχανής.
- «Ονομασία»: Συμπληρώνεται αυτόματα η ονομασία της μηχανής.
- «Τοπολογία»: Συμπληρώνεται αυτόματα η θέση της μηχανής.
- «Αιτώ»: Συμπληρώνεται αυτόματα το όνομα του ατόμου που δήλωσε τη βλάβη εκκρεμότητα.

- «Περιγραφή»: Συμπληρώνεται αυτόματα η περιγραφή της βλάβης ή της εκκρεμότητας.
- «Ημερομηνία»: Η ημερομηνία έναρξης της επισκευής.
- «Ωρα»: Η ώρα έναρξης της επισκευής.
- «Τεχνίτες»: Επιλέγονται από πίνακα οι τεχνίτες που θα εργασθούν στην επισκευή.

Εφόσον συμπληρωθούν τα παραπάνω στοιχεία επιλέγεται το είδος του προβλήματος, το οποίο μπορεί να είναι:

- Βλάβη: Κάθε πρόβλημα που παρουσιάζεται σε μια μηχανή και οδηγεί σε αναγκαστικό σταμάτημα της. Επιλέγεται όταν η μηχανή είναι εκτός λειτουργίας.
- Εκκρεμότητα: Κάθε πρόβλημα που παρουσιάζεται σε μια μηχανή και οδηγεί σε προβληματική λειτουργία της, αλλά όχι σε αναγκαστικό σταμάτημα της. Επιλέγεται όταν η μηχανή λειτουργεί, αλλά χρειάζεται κάποια βελτίωση.
- Ασφάλεια: Εργασίες που αφορούν τον τεχνικό ασφαλείας του εργοστασίου.

Λήξη

Μετά την αποκατάσταση των εργασιών κατασταλτικής συντήρησης, ακολουθεί η διαδικασία εισαγωγής των στοιχείων επισκευής στο σύστημα. Για τη δήλωση της Λήξης της επισκευής μιας Βλάβης ή Εκκρεμότητας επιλέγεται Συντήρηση → Λήξη → Βλάβες → Εκκρεμότητες (Σχήμα 4.5).

Όνομα	Ώρες	Υπερωρίες

Σχήμα 4.5: Οθόνη καταγραφής στοιχείων επισκευής.

Στη οθόνη που εμφανίζεται συμπληρώνουμε τον A/A της εργασίας (ή τον επιλέγουμε από τη λίστα, πατώντας το βελάκι) για την οποία θέλουμε να δηλώσουμε λήξη. Τα στοιχεία της μηχανής (κωδικός, ονομασία) συμπληρώνονται αυτόματα. Στο πεδίο «Τμήμα» επιλέγεται το τμήμα της μηχανής που παρουσιάζει το πρόβλημα, στην περίπτωση που έχουν ήδη καταχωρηθεί τα τμήματα από τα οποία αποτελείται η μηχανή. Επιλέγουμε ΝΑΙ ή ΟΧΙ εάν «Η μηχανή λειτουργεί» και αν «Η επισκευή ολοκληρώθηκε».

Αν κατά την επισκευή μιας βλάβης η μηχανή λειτουργεί («ΝΑΙ»), αλλά η επισκευή δεν ολοκληρώθηκε («ΟΧΙ»), τότε από τη συγκεκριμένη βλάβη δημιουργείται μια νέα εκκρεμότητα.

Επίσης συμπληρώνονται:

- «Δένδρο βλαβών»: Επιλέγεται η κατηγορία της βλάβης που περιγράφει σε γενικές γραμμές το πρόβλημα.
- «Περιγραφή»: Αν δε συμπληρωθεί αυτόματα η περιγραφή της εργασίας, γιατί δεν είχε δηλωθεί αρχικά, συμπληρώνεται τώρα.
- «Επεξήγηση Επισκευής»: Περιγράφονται οι εργασίες που έγιναν στη μηχανή.
- «Τεχνίτες»: Εμφανίζονται οι τεχνίτες που είχαν επιλεγεί κατά την έναρξη. Αν πρόκειται για απ' ευθείας λήξη επιλέγονται τεχνίτες με τη γνωστή διαδικασία.
- «Ώρες»: Οι ώρες που εργάστηκε κάθε τεχνίτης για την επισκευή της συγκεκριμένης εργασίας.
- «Υπερωρίες»: Οι υπερωρίες που εργάστηκε κάθε τεχνίτης για την επισκευή της συγκεκριμένης εργασίας.
- «Λήξη» & «Ωρα»: Η ημερομηνία και η ώρα της λήξης επισκευής της βλάβης ή της εκκρεμότητας.
- «Νεκρός Χρόνος»: Υπολογίζεται αυτόματα ο χρόνος που η μηχανή έμεινε εκτός λειτουργίας.

Ο χρόνος αυτός ισούται με:

Βλάβες = Λήξη - Δήλωση

Εκκρεμότητες = Λήξη – Έναρξη

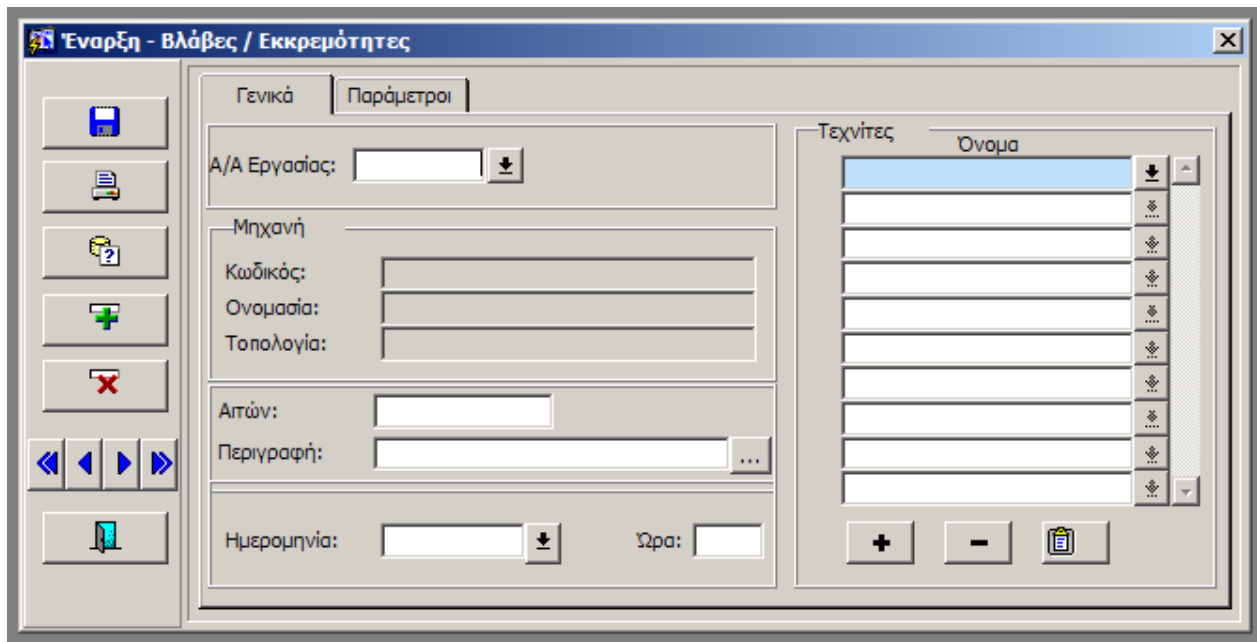
4.2.3 Δήλωση – έναρξη – λήξη

Είναι η πιο σύνθετη από τις υπόλοιπες διαδικασίες, οπότε απαιτεί πρόσθετη διαχείριση, από τα άτομα της παραγωγής και τους τεχνίτες, για τη δήλωση του προβλήματος. Αποτελείται από τρία

στάδια: το πρώτο είναι η δήλωση του προβλήματος, στο δεύτερο στάδιο, το οποίο και τη διαφοροποιεί από την προηγούμενη διαδικασία, γίνεται Έναρξη όταν ξεκινάει η επισκευή του προβλήματος και στο τρίτο στάδιο, όταν αποκατασταθεί, γίνεται Λήξη.

Έναρξη

Η εντολή εργασίας για την έναρξη επισκευής μιας βλάβης ή εκκρεμότητας δίνεται από το μενού Συντήρηση → Έναρξη → Βλάβες / Εκκρεμότητες (Σχήμα 4.6).



Σχήμα 4.6: Οθόνη εντολής έναρξης της επισκευής.

Τα στοιχεία που καταχωρούνται είναι τα παρακάτω:

- «Α/Α εργασίας»: Επιλέγεται από οθόνη αναζήτησης.
- «Κωδικός»: Συμπληρώνεται αυτόματα ο κωδικός της μηχανής.
- «Όνομασία»: Συμπληρώνεται αυτόματα η ονομασία της μηχανής.
- «Τοπολογία»: Συμπληρώνεται αυτόματα η θέση της μηχανής.
- «Αιτώ»: Συμπληρώνεται αυτόματα το όνομα του ατόμου που δήλωσε τη βλάβη εκκρεμότητα.
- «Περιγραφή»: Συμπληρώνεται αυτόματα η περιγραφή της βλάβης ή της εκκρεμότητας.
- «Ημερομηνία»: Η ημερομηνία έναρξης της επισκευής.
- «Ωρα»: Η ώρα έναρξης της επισκευής.
- «Τεχνίτες»: Επιλέγονται από πίνακα οι τεχνίτες που θα εργασθούν στην επισκευή.

Τα πλεονεκτήματα της σε σχέση με τις άλλες δύο μεθόδους είναι ότι:

- Υπάρχει real time πληροφορία.
- Η πληροφορία είναι πιο αξιόπιστη.
- Γνωρίζουμε πού και πόσο χρόνο εργάστηκε ο κάθε τεχνίτης.
- Υπάρχει καλύτερη επικοινωνία μεταξύ των βαρδιών.

4.2.4 Εργασίες

Οι εργασίες, που δηλώνονται στην οθόνη "Δήλωση", εμφανίζονται στην οθόνη των εργασιών κατηγοριοποιημένες ανά είδος εργασίας. Στην οθόνη των εργασιών γίνεται η διαχείριση και ο προγραμματισμός των ενεργειών συντήρησης. Επιλέγεται Συντήρηση → Εργασίες (Σχήμα 4.7).

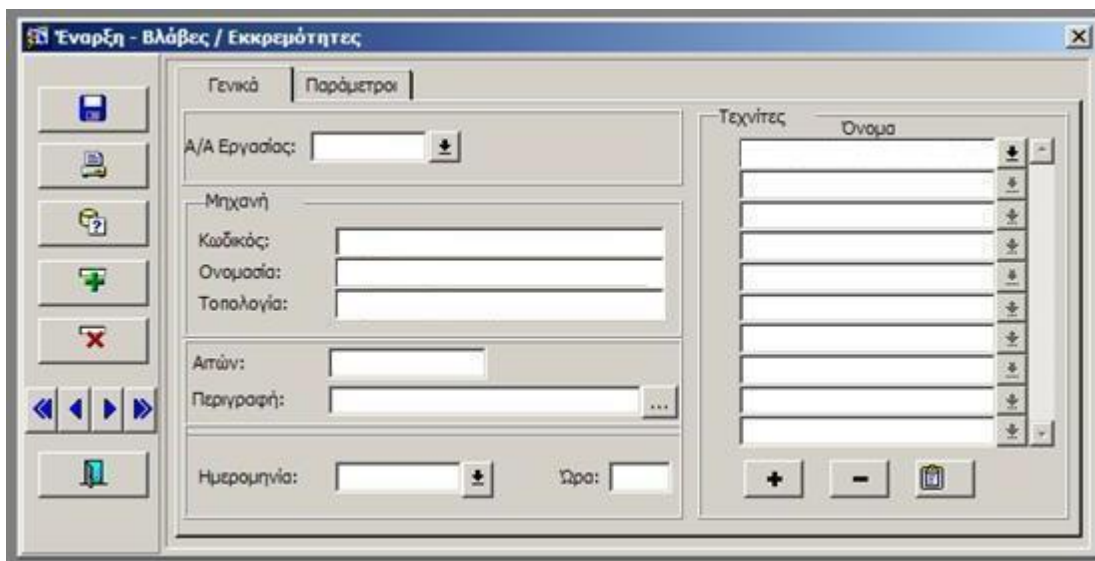
Σχήμα 4.7: Οθόνη Εργασιών.

Η οθόνη "Εργασίες" περιλαμβάνει πληροφορίες για τις Βλάβες, τις Εκκρεμότητες και την Προληπτική Συντήρηση. Οι πληροφορίες αυτές, εμφανίζονται στον κατάλογο της κάθε

κατηγορίας και ομαδοποιούνται ανάλογα με το χρώμα, με το οποίο είναι μαρκαρισμένη κάθε σειρά, στα εξής:

- Λευκό: Εργασίες για τις οποίες δεν έχει γίνει έναρξη
- Ροζ: Εργασίες για τις οποίες έχει γίνει έναρξη
- Πορτοκαλί: Εργασίες για τις οποίες έχει γίνει μερική λήξη
- Πράσινο: Εργασίες για μηχανές, των οποίων η εγγύηση δεν έχει λήξη (βάσει ημερομηνίας εγγύησης στην καρτέλα της μηχανής και τρέχουσας ημερομηνίας).

Για την ενεργή βλάβη μπορούμε να δώσουμε εντολή εργασίας πατώντας το κουμπί «ΕΝΑΡΞΗ» (Σχήμα 4.8).

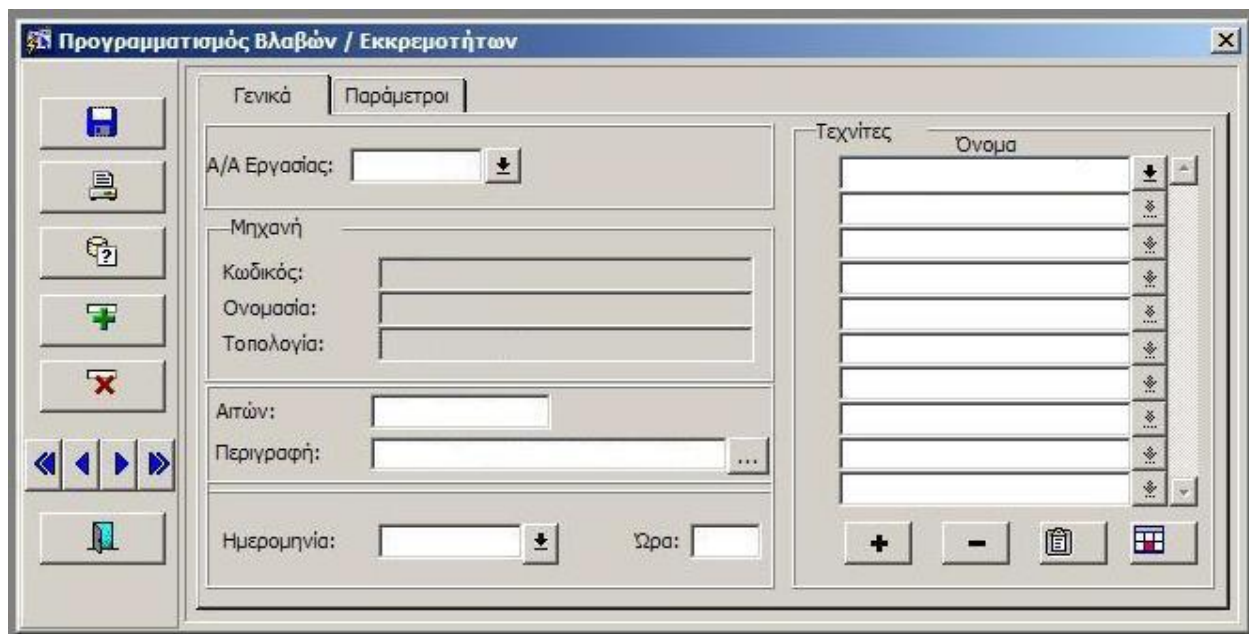


Σχήμα 4.8: Οθόνη εντολής εργασίας

Με τον ίδιο τρόπο μπορεί να δοθεί εντολή εργασίας και για τις άλλες ενέργειες συντήρησης (εκκρεμότητες, προληπτική, ασφάλεια κτλ.).

4.2.5 Προγραμματισμός εργασιών

Για να γίνει ο προγραμματισμός των εργασιών επιλέγεται Συντήρηση → Εργασίες. Επιλέγεται κάθε μία εργασία του πρώτου μηχανικού και προγραμματίζεται ξεχωριστά, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.9.



Σχήμα 4.9: Οθόνη προγραμματισμού βλαβών/εκκρεμοτήτων

Στην οθόνη που ανοίγει συμπληρώνονται τα απαραίτητα στοιχεία, δηλαδή ο τεχνίτης, η ημερομηνία και η ώρα. Αντίστοιχα, γίνεται για τις υπόλοιπες εργασίες.

Αφού δηλώσουμε όλες τις εργασίες μπορούμε να προγραμματίσουμε και τις ώρες των εργαζομένων. Με εκτύπωση παίρνουμε αναφορά των συνολικών εντολών εργασίας.

4.2.6 Αναφορές

Το πλεονέκτημα ενός μηχανογραφημένου συστήματος συντήρησης είναι η εύκολη και γρήγορη εξαγωγή στατιστικών και εν συνεχεία συμπερασμάτων πάνω σε καίρια θέματα της συντήρησης, τα οποία θα βοηθήσουν στην καλύτερη οργάνωση του τμήματος συντήρησης. Για αυτό το λόγο, είναι σημαντικό να μην παραλείπεται η καταγραφή των στοιχείων με ακρίβεια, από τον υπεύθυνο χρήσης του προγράμματος. Για την αξιολόγηση των μηχανών, υπάρχει δυνατότητα παρακολούθησης κάποιων μεγεθών, μέσω αναφορών του συστήματος. Επιλέγοντας Συντήρηση → Αναφορές εμφανίζονται οι εξής επιλογές:

- Κατάλογος ενεργειών
- Ιστορικό Μηχανής
- Κωδικοί Βλαβών
- Βλάβες ανά Τοπολογία
- Μη ολοκληρωμένες Βλάβες/ Εκκρεμότητες

- Απασχόληση Εργαζομένου
- Αναλυτικά Στοιχεία Εργασιών
- Ολική Αποτελεσματικότητα Μηχανής
- Αριθμός Βλαβών
- Αριθμός Βλαβών – 10 Πρώτες Μηχανές
- Χρόνος Βλαβών
- Χρόνος Βλαβών – 10 Πρώτες Μηχανές
- Κόστος Συντήρησης Μηχανών

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η εύρεση των πιο προβληματικών μηχανών βάσει του Αριθμού Βλαβών, του Χρόνου Βλαβών και του Κόστους Συντήρησης αλλά και η παρακολούθηση του δείκτη της Ολικής Αποτελεσματικότητας της Μηχανής (ΟΕΕ).

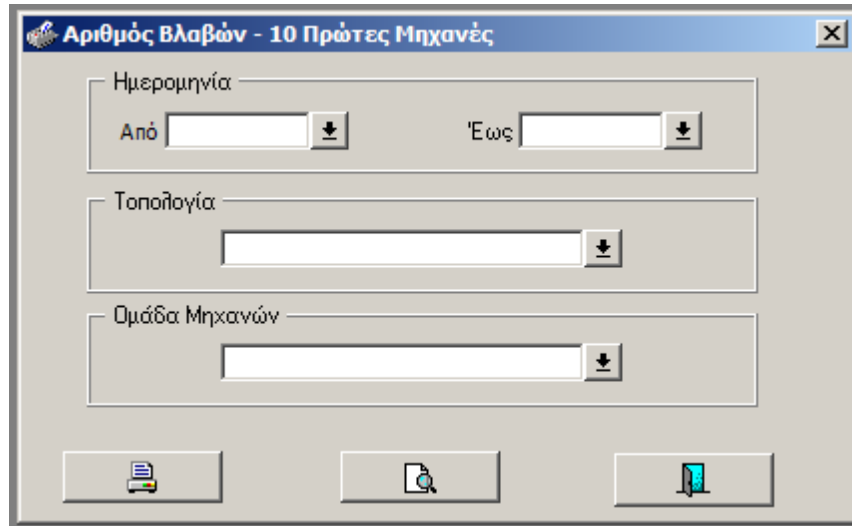
4.2.7 Αριθμός Βλαβών

Εμφανίζονται οι μηχανές που παρουσίασαν βλάβες, καθώς και το πλήθος των βλαβών που αντιστοιχεί στην καθεμία, για επιλεγμένο χρονικό διάστημα, τοπολογία (θέση) και ομάδα μηχανών. Η συγκεκριμένη αναφορά μπορεί να εκτυπωθεί μέσω της παρακάτω οθόνης (Σχήμα 4.10).

Σχήμα 4.10: Οθόνη εκτύπωσης αναφοράς "Αριθμός Βλαβών"

4.2.7.1 Αριθμός Βλαβών – 10 πρώτες μηχανές

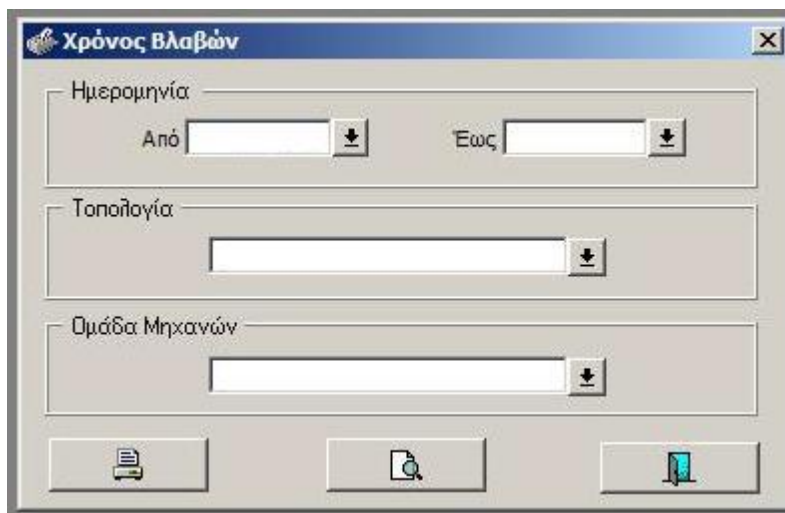
Στην οθόνη “Αριθμός Βλαβών – 10 Πρώτες Μηχανές” επιλέγουμε το χρονικό διάστημα, την τοπολογία και την ομάδα μηχανών, ακριβώς όπως και στην οθόνη “Αριθμός βλαβών”, μόνο που σε αυτήν την περίπτωση προβάλλονται οι 10 μηχανές με τις περισσότερες βλάβες, καθώς και ο αντίστοιχος αριθμός βλαβών για τις συγκεκριμένες επιλογές.



Σχήμα 4.11: Οθόνη εκτύπωσης αναφοράς «Αριθμός Βλαβών – 10 πρώτες μηχανές».

4.2.8 Χρόνος βλαβών

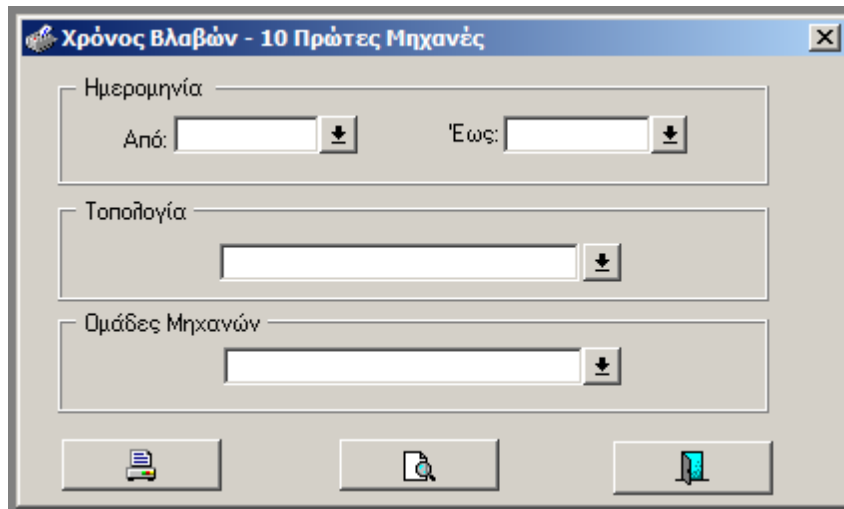
Η οθόνη εκτύπωσης της επιλογής “Χρόνος Βλαβών” είναι αντίστοιχη με την οθόνη της επιλογής “Αριθμός βλαβών”, όπου επιλέγονται το χρονικό διάστημα, η τοπολογία και η ομάδα μηχανών. Εκτυπώνεται το σύνολο των μηχανών και ο αντίστοιχος νεκρός χρόνος (ο χρόνος που δε λειτουργεί η μηχανή), για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, τοπολογία και ομάδα μηχανών.



Σχήμα 4.12: Οθόνη εκτύπωσης αναφοράς «Χρόνος Βλαβών».

4.2.8.1 Χρόνος Βλαβών – 10 πρώτες μηχανές

Με την αντίστοιχη επιλογή παρουσιάζονται οι 10 μηχανές με το μεγαλύτερο νεκρό χρόνο, για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, τοπολογία και ομάδα μηχανών.



Σχήμα 4.13: Οθόνη εκτύπωσης αναφοράς «Χρόνος Βλαβών – 10 πρώτες μηχανές».

4.3 Εφαρμογή προγράμματος AIMMS στη πράξη

Το πρόγραμμα AIMMS εφαρμόστηκε για τις ανάγκες της παρούσας διπλωματικής σε μία γραμμή παραγωγής την 2-1, όπως έχει αναλυθεί προηγουμένως.

Εισήχθησαν ως δεδομένα οι οδηγίες συντήρησης για τον *Κλίβανο* (από *Πίνακα 3.3*), για τη *Μηχανή Σχηματοδότησης* (από *Πίνακα 3.5*) και για τη *Γαλαρία Ανόπτωσης* (από *Πίνακα 3.8*). Οι οδηγίες που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι πραγματικές που ακολουθούνται στην Υαλουργία Γιούλα Α.Ε.

Σε κάθε περίπτωση εκτυπώνεται η λίστα «Εντολή Εργασίας» με τις οδηγίες συντήρησης, μοιράζεται στους εργαζόμενους, εκτελούν τις εργασίες και μαρκάρουν την κάθε εργασία ως ολοκληρωμένη στα κουτάκια «Υλοποίηση».

4.3.1 Κλίβανος

Για τον Κλίβανο το πρόγραμμα συγκεντρώνοντας τις οδηγίες του *Πίνακα 3.3* εμφάνισε την ακόλουθη λίστα εργασιών που πρέπει να εκτελούνται κάθε εβδομάδα για τη συντήρηση του Κλιβάνου:

Πίνακας 4.1: Εβδομαδιαία συντήρηση κλιβάνου.

Α/Α: 23		Ανοικτή			
Μηχανή:	Κ-1 - Κλιβάνος				
Τοπολογία:	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
Δήλωση:					
Εναρξη:	Λήξη:				
ΠΡΟΒΛΗΜΑ/ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ					
Περιγραφή:	Εβδομαδιαία Συντήρηση Κλιβάνου 01				
Ειδικότητα:					
Αιτών:					
Είδος:					
ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΙ					
Όνομα	Ημερομηνία	Εναρξη	Λήξη	Σύνολο	Τύπος Απ.
ΟΔΗΓΙΕΣ					
Υπομηχανή	Οδηγία				Υλοποίηση
	Γρασάρισμα σε τροφοδότες κλιβάνου				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος σε μηχανισμό αλλαγής καύσης				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος ανεμιστήρων (ψύξη - αέρα καύσης - καμινάδας)				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος για καλή λειτουργία καυστήρων				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος ηλεκτροδίων				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος θερμοκρασιών θόλου-πυθμένα				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος καύσης κλιβάνου				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος μετρητή πίεσης				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος σε πυρίμαχα				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος στάθμης κλιβάνου				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος συστήματος ψύξης ηλεκτροδίων				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος τροφοδοσίας υλικού				<input type="checkbox"/>
	Καθαρισμοί σε κλιβάνο				<input type="checkbox"/>
	Γρασάρισμα σε αλυσίδα αλλαγών καύσης κλιβάνου				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος φίτρων, βαλβίδων, ρυθμιστών και μετρητών φυσικού αερίου και αέρα				<input type="checkbox"/>
	Καθαρισμοί σε θόλο κλιβάνου				<input type="checkbox"/>
	Καθαρισμοί σε πύργους ψύξης ηλεκτροδίων				<input type="checkbox"/>
	Καθαρισμός καυστήρων κλιβάνου				<input type="checkbox"/>
	Καθαρισμός σε δονητικούς τροφοδότες				<input type="checkbox"/>
	Λάδι σε βαλβίδες αλλαγής καύσης κλιβάνου				<input type="checkbox"/>
ΑΝΤΑΛΛΑΚΤΙΚΑ					
Κωδικός	Περιγραφή	Ποσότητα	Χρήση	Μ/Μ	
ΕΠΙΣΚΕΥΗ - ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ					

Ολοκληρώθηκε

Ο ΒΕΒΑΙΩΝ

Ο ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ
ΤΕΧΝΙΤΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΤΑ
ΥΛΙΚΑ

Ο ΕΠΙΚΕΦΑΛΗΣ

Ο ΕΛΕΓΧΑΣ ΤΟ ΔΕΛΤΙΟ
ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ

4.3.2 Μηχανή σχηματοδότησης IS

Για τη Μηχανή Σχηματοδότησης το πρόγραμμα, συγκεντρώνοντας τις οδηγίες του Πίνακα 3.5 εμφάνισε την ακόλουθη λίστα εργασιών που πρέπει να εκτελούνται κάθε μήνα και κάθε εξάμηνο αντίστοιχα για τη συντήρηση της συγκεκριμένης μηχανής:

Πίνακας 4.2: Μηνιαία συντήρηση μηχανής σχηματοδότησης IS.

ΕΝΤΟΛΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ					
A/A:	7				Ανοικτή
Μηχανή:	ISS-1 - Μηχανή Σχηματοδότησης ISS				
Τοπολογία:	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
Δήλωση:					
Εναρξη:	Λήξη:				
ΠΡΟΒΛΗΜΑ/ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ					
Περιγραφή:	Μηνιαία Συντήρηση Μηχανής Σχηματοδότησης ISS 01				
Ειδικότητα:					
Αιτών:					
Είδος:					
ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΙ					
Όνομα	Ημερομηνία	Εναρξη	Λήξη	Σύνολο	Τύπος Απ.
ΟΔΗΓΙΕΣ					
Υπομηχανή	Οδηγία				Υλοποίηση
	Έλεγχος καθαρότητας του θερμού σπρέι (εσωτερικά και εξωτερικά)				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος καλής λειτουργίας μηχανισμού χωνιού				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος καλής λειτουργίας του εμποδιστή (μέσα / έξω)				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος καλής λειτουργίας τροφοδότη μηχανής και ψαλιδιών				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος κατάστασης γραναζιών μηχανισμού χωνιού				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος κόμπλερ – άξονα – σφηνών για μπόσκα				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος λειτουργίας αντλίας λιπάνσεως				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος λίπανσης διανομέα				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος λίπανσης τροφοδότη μηχανής				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος μανομέτρων τροφοδότη μηχανής				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος πίεσης δικτύου σαπουνόλαδου				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος στάθμης ελαστολεκάνης ψαλιδιών				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος στάθμης λιπαντικού μειωτή τροφοδότη μηχανής				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος σωλήνων νερών ψύξης διανομέα για διαρροή				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος σωλήνων φυσικήρα - πυθμένα				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος της αλυσίδας του γύρου (ποδαράκια)				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος ψύξης κουζινέτου γραναζιού τροφοδότη μηχανής				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος ψύξης τροφοδότη μηχανής και ψαλιδιών				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος βαλβίδας και κίνησης διανομέα μέσα-έξω				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος έκκεντρον - στάθμη λαδιού				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος κατάστασης των ράουλων κύλισης ταινίας τροφοδότη				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος Κόμπλερ άξονα για φθορά				<input type="checkbox"/>

	Έλεγχος μπάρας τροφοδότη	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος πίεσης αέρα πιστονιών μηχανισμού μαστών τροφοδότη μηχανής	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος στα σωληνάκια λίπανσης τοιμπίδας	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος σύσφιξης της πλάκας του εμποδιστή	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος της ταινίας τροφοδότη (καλή κίνηση και φθορά)	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος του μειωτή του τραπέζιου του τροφοδότη	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος των μπεκ του παραφινόλαδου για διαρροή	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος των ρουλεμάν τομπάνων της ταινίας της μηχανής	<input type="checkbox"/>
	Φύσημα τροφοδότη	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος της κίνησης του γύρου	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος για μπόσικα μεταξύ άξονα μετάδοσης και έκκεντρου	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος γραναζιών	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος διανομέα για μπόσικα μεταξύ γραναζιών-κρεμαγιέρας	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος μάντα μετάδοσης - καδένα	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος μειωτή και λιπαντικό μειωτή	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος μηχανισμών Invert για απώλεια υδραυλικών	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος στάθμης ελαιολεκάνων (1 με 2 στοιχεία από τους άξονες)	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος στάθμης λιπαντικού μειωτήρα κίνησης ταινίας μηχανής	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος τροχαλιών κίνησης ταινίας μηχανής και μάντα	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος φίλτρων χουφτών	<input type="checkbox"/>
	Συμπλήρωση λιπαντήρα τροφοδότη	<input type="checkbox"/>

ΑΝΤΑΛΛΑΚΤΙΚΑ

Κωδικός	Περιγραφή	Ποσότητα	Χρήση	Μ/Μ

ΕΠΙΣΚΕΥΗ - ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Ολοκληρώθηκε

Ο ΒΕΒΑΙΩΝ

Ο ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ
ΤΕΧΝΙΤΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΤΑ
ΥΛΙΚΑ

Ο ΕΠΙΚΕΦΑΛΗΣ

Ο ΕΛΕΓΞΑΣ ΤΟ ΔΕΛΤΙΟ
ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ

Πίνακας 4.3: Εξαμηνιαία συντήρηση μηχανής σχηματοδότησης IS.

ΕΝΤΟΛΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ						
A/A:	22				Ανοικτή	
Μηχανή:	ISS-1 - Μηχανή Σχηματοδότησης ISS					
Τοπολογία:	ΠΑΡΑΓΩΓΗ					
Δήλωση:						
Εναρξη:	Λήξη:					
ΠΡΟΒΛΗΜΑ/ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ						
Περιγραφή:	Εξαμηνιαία Συντήρηση Μηχανής Σχηματοδότησης ISS 01					
Ειδικότητα:						
Αιτών:						
Είδος:						
ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΙ						
Όνομα	Ημερομηνία	Έναρξη	Λήξη	Σύνολο	Τύπος Απ.	
ΟΔΗΓΙΕΣ						
Υπομηχανή	Οδηγία				Υλοποίηση	
	Έλεγχος καθαρότητας του θερμού σπρέι (εσωτερικά και εξωτερικά)				<input type="checkbox"/>	
	Έλεγχος καλής λειτουργίας μηχανισμού χωνιού				<input type="checkbox"/>	
	Έλεγχος καλής λειτουργίας του εμποδιστή (μέσα / έξω)				<input type="checkbox"/>	
	Έλεγχος καλής λειτουργίας τροφοδότη μηχανής και ψαλιδιών				<input type="checkbox"/>	
	Έλεγχος κατάστασης γραναζιών μηχανισμού χωνιού				<input type="checkbox"/>	
	Έλεγχος κόμπλερ – άξονα – σφηνών για μπόσκα				<input type="checkbox"/>	
	Έλεγχος λειτουργίας αντλίας λιπάνσεως				<input type="checkbox"/>	
	Έλεγχος λίπανσης διανομέα				<input type="checkbox"/>	
	Έλεγχος λίπανσης τροφοδότη μηχανής				<input type="checkbox"/>	
	Έλεγχος μανομέτρων τροφοδότη μηχανής				<input type="checkbox"/>	
	Έλεγχος πίεσης δικτύου σαπουνόλαδου				<input type="checkbox"/>	
	Έλεγχος στάθμης ελαιολεκάνης ψαλιδιών				<input type="checkbox"/>	
	Έλεγχος στάθμης λιπαντικού μειωτή τροφοδότη μηχανής				<input type="checkbox"/>	
	Έλεγχος σωλήνων νερών ψύξης διανομέα για διαρροή				<input type="checkbox"/>	
	Έλεγχος σωλήνων φυσητήρα - πυθμένα				<input type="checkbox"/>	
	Έλεγχος της αλυσίδας του γύρου (ποδαράκια)				<input type="checkbox"/>	
	Έλεγχος νύξης κουζινέτου γραναζιού τροφοδότη μηχανής				<input type="checkbox"/>	
	Έλεγχος νύξης τροφοδότη μηχανής και ψαλιδιών				<input type="checkbox"/>	
	Έλεγχος βαλβίδας και κίνησης διανομέα μέσα-έξω				<input type="checkbox"/>	
	Έλεγχος έκκεντρου - στάθμη λαδιού				<input type="checkbox"/>	
	Έλεγχος κατάστασης των ράουλων κύλισης ταινίας τροφοδότη				<input type="checkbox"/>	
	Έλεγχος Κόμπλερ άξονα για φθορά				<input type="checkbox"/>	
	Έλεγχος μπάρας τροφοδότη				<input type="checkbox"/>	
	Έλεγχος πίεσης αέρα πιστονιών μηχανισμού μαστών τροφοδότη μηχανής				<input type="checkbox"/>	
	Έλεγχος στα σωληνάκια λίπανσης τοιμπίδας				<input type="checkbox"/>	
	Έλεγχος σύσφιξης της πλάκας του εμποδιστή				<input type="checkbox"/>	
	Έλεγχος της ταινίας τροφοδότη (καλή κίνηση και φθορά)				<input type="checkbox"/>	

	Έλεγχος του μειωτή του τραπεζιού του τροφοδότη	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος των μπεκ του παραφινόλαδου για διαρροή	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος των ρουλεμάν τυμπάνων της ταινίας της μηχανής	<input type="checkbox"/>
	Φύσημα τροφοδότη	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος της κίνησης του γύρου	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος για μπόσικα μεταξύ άξονα μετάδοσης και έκκεντρου	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος γραναζιών	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος διανομέα για μπόσικα μεταξύ γραναζιών-κρεμαγιέρας	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος ιμάντα μετάδοσης - καδένα	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος μειωτή και λιπαντικό μειωτή	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος μηχανισμών Invert για απώλεια υδραυλικών	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος στάθμης ελαστολεκάνων (1 με 2 στοιχεία από τους άξονες)	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος στάθμης λιπαντικού μειωτήρα κίνησης ταινίας μηχανής	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος τροχαλιών κίνησης ταινίας μηχανής και ιμάντα	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος φίλτρων χουφτών	<input type="checkbox"/>
	Συμπλήρωση λιπαντήρα τροφοδότη	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος των πλακών κάτω από την ταινία του τροφοδότη	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος γραναζιών και καδένας της ταινίας του τροφοδότη	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος τροφοδότη - έλεγχος για μπόσικα - γρασάρισμα	<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος γραφιών σε τοιμπίδες εξαγωγής των προϊόντων, σε χούφτες και τροφοδότη	<input type="checkbox"/>

ΑΝΤΑΛΛΑΚΤΙΚΑ

Κωδικός	Περιγραφή	Ποσότητα	Χρήση	Μ/Μ

ΕΠΙΣΚΕΥΗ - ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Ολοκληρώθηκε

Ο ΒΕΒΑΙΩΝ

Ο ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ
ΤΕΧΝΙΤΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΤΑ
ΥΛΙΚΑ

Ο ΕΠΙΚΕΦΑΛΗΣ

Ο ΕΛΕΓΞΑΣ ΤΟ ΔΕΛΤΙΟ
ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ

4.3.3 Γαλαρία Ανόπτωσης

Για τη Γαλαρία Ανόπτωσης το πρόγραμμα, συγκεντρώνοντας τις οδηγίες του Πίνακα 3.8 εμφάνισε την ακόλουθη λίστα εργασιών που πρέπει να εκτελούνται κάθε δίμηνο για τη συντήρηση της συγκεκριμένης μηχανής:

Πίνακας 4.4: Διμηνιαία συντήρηση γαλαρίας ανόπτωσης.

ΕΝΤΟΛΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ					
A/A:	15				Ανοικτή
Μηχανή:	ANNEALING-1 - Γαλαρία ανόπτωσης				
Τοπολογία:	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
Δήλωση:					
Εναρξη:					Λήξη:
ΠΡΟΒΛΗΜΑ/ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ					
Περιγραφή:	Διμηνιαία Συντήρηση Γαλαρίας Ανόπτωσης 01				
Ειδικότητα:					
Αιτών:					
Είδος:					
ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΙ					
Όνομα	Ημερομηνία	Έναρξη	Λήξη	Σύνολο	Τύπος Απ.
ΟΔΗΓΙΕΣ					
Υπομηχανή	Οδηγία				Υλοποίηση
	Έλεγχος για την σωστή κίνηση της ταινίας της γαλαρίας				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος για το κεντράρισμα της κίνησης της γαλαρίας				<input type="checkbox"/>
	Κεντράρισμα της ταινίας της γαλαρίας				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος κινήσεως μειωτή, στροφών της κίνησης της γαλαρίας για θερμοκρασία, διαρροή λαδιού, θόρυβο				<input type="checkbox"/>
	Γρασάρισμα στα ρουλεμάν του μειωτή				<input type="checkbox"/>
	Γρασάρισμα των εδράνων ράουλου εισόδου της γαλαρίας				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος για τάνυση ταινίας γαλαρίας (εντατήρας)				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος ηλεκρομειωτήρα κίνησης γαλαρίας για θερμοκρασία, διαρροή λαδιού/γρ.άσων, θόρυβο				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος μάντα - τροχαλιών				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος κίνησης ψυχρού σπρέι				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος μπεκ - σωλήνων αέρα και υγρού				<input type="checkbox"/>
	Λίπανση αλυσίδας				<input type="checkbox"/>
	Ρουλεμάν - ράγες ρουλεμάν και πιστόνι				<input type="checkbox"/>
	Γρασάρισμα των εδράνων ράουλου εξόδου της γαλαρίας				<input type="checkbox"/>
	Γρασάρισμα των εδράνων ράουλων επιστροφής				<input type="checkbox"/>

- Όλες οι βλάβες επισκευάζονται άμεσα

Οι δείκτες αποτελούν ένα τρόπο αξιολόγησης κάποιων στόχων που θέτονται από την επιχείρηση. Πρόκειται για κάποιες σχέσεις, οι οποίες αποδίδουν την αποτελεσματικότητα κάποιων ενεργειών σε σχέση με κάποιους στόχους που έχουν τεθεί από τη διοίκηση. Οι δείκτες συντήρησης πρέπει να υπολογίζονται και να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη από το τμήμα συντήρησης του εργοστασίου ώστε να επιτευχθεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο ο στόχος των δεικτών που προτείνουμε παρακάτω:

Δείκτης 1:

$$A = \frac{\text{Προγράμματα Προληπτικής}}{\text{Αριθμός Μηχανικών}}$$

- «Αρ. Μηχανικών»: Συμπληρώνεται, αυτόματα, ο αριθμός των τεχνιτών που εργάστηκαν στο έτος που δηλώθηκε, ή δίνεται από το χρήστη στην περίπτωση που δεν είχαν καταχωρηθεί όλα τα δεδομένα.
- «Α»: Υπολογίζεται αυτόματα ο λόγος του αριθμού των Προγραμμάτων προληπτικής συντήρησης προς τον αριθμό των μηχανικών που εργάστηκαν.

Η τιμή αυτού του δείκτη για την επιχείρηση είναι $A=1/5$. Στόχος είναι η προσέγγιση του δείκτη σε κάποια τιμή επιθυμητή από την επιχείρηση.

Δείκτης 2:

$$B = \frac{\text{Χρόνος Προγραμμάτων Προληπτικής}}{\text{Χρόνος Επιδιόρθωσης Βλαβών}}$$

- «B»: Υπολογίζεται αυτόματα ο Χρόνος υλοποίησης των προγραμμάτων προληπτικής συντήρησης προς το Χρόνο επιδιόρθωσης βλαβών. Ο δείκτης αυτός αξιολογεί την αποδοτικότητα του προγράμματος της προληπτικής συντήρησης.

Η τιμή αυτού του δείκτη για την επιχείρηση είναι $B = \frac{15 \text{ ημέρες}}{20 \text{ λεπτά} \times \text{ημέρα}}$. Στόχος είναι ο δείκτης να κυμαίνεται εντός μιας ορισμένης περιοχής που ορίζεται από το τμήμα συντήρησης.

Δείκτης 3:

- «C»: Υπολογίζεται αυτόματα η Πιστότητα Εκτέλεσης των Προγραμμάτων σε ημέρες.

Η τιμή αυτού του δείκτη για την επιχείρηση είναι $C=70/5$. Στόχος είναι η όσο το δυνατόν ακριβέστερη προσέγγιση του δείκτη στην προβλεπόμενη από την επιχείρηση τιμή.

Δείκτης 4:

$$D = \frac{\text{Αριθμός Βλαβών}}{\text{Αριθμός Μηχανών}}$$

- «D»: Υπολογίζεται αυτόματα ο Αριθμός Βλαβών προς τον Αριθμό Μηχανών. Ο δείκτης αυτός παρέχει το μέσο αριθμό βλαβών ανά μηχανή.

Η τιμή αυτού του δείκτη για την επιχείρηση είναι $D=70/1$, όπου ως αριθμός μηχανών θεωρείται ολόκληρη η γραμμή παραγωγής. Στόχος είναι η μείωση του δείκτη.

Δείκτης 5:

$$E = \frac{\text{Νεκρός Χρόνος}}{\text{Αριθμός Μηχανών}}$$

- «E»: Υπολογίζεται αυτόματα ο Νεκρός Χρόνος προς τον Αριθμό των Μηχανών. Ο δείκτης αυτός αποδίδει το μέσο χρόνο ακινησίας ανά μηχανή.

Η τιμή αυτού του δείκτη για ολόκληρη τη γραμμή παραγωγής ανά 24ώρο είναι $E=26$ λεπτά. Στόχος είναι η μείωση του δείκτη.

Συμπεράσματα

Όπως έχει αναφερθεί από την αρχή αυτής της διπλωματικής η συντήρηση αποτελεί ένα σημαντικό τμήμα του συνολικού κόστους λειτουργίας μιας επιχείρησης. Είναι απαραίτητη για να επιβιώσει μια επιχείρηση, να παράγει υψηλής ποιότητας προϊόντα, να αυξήσει το κέρδος της και να γίνει περισσότερο ανταγωνιστική

Το συγκεκριμένο εργοστάσιο είναι το μεγαλύτερο στα Βαλκάνια και απασχολεί 550 άτομα. Αποτελείται από 3 φούρνους με 10 γραμμές παραγωγής. Τα μηχανήματα είναι δεκάδες και τα ανταλλακτικά για αυτά τα μηχανήματα είναι χιλιάδες. Για αυτό τον λόγο η εφαρμογή ενός σύγχρονου πληροφοριακού συστήματος διαχείρισης συντήρησης (πρόγραμμα AIMMS) θα ελαχιστοποιήσει το νεκρό χρόνο λόγω βλαβών και θα αυξήσει τη διαθεσιμότητα του εξοπλισμού. Οι εργασίες συντήρησης θα παραδίδονται καθημερινά στο προσωπικό οργανωμένες, θα εκτελούνται και τα αποτελέσματα θα συγκεντρώνονται σε μία βάση δεδομένων.

Οι δείκτες συντήρησης που παρουσιάστηκαν στη παρούσα διπλωματική έχουν υπολογιστεί χωρίς να έχει εφαρμοστεί στην πράξη κάποιο πληροφοριακό πρόγραμμα συντήρησης στο εργοστάσιο. Αναμένεται πως μετά την εφαρμογή ενός τέτοιου προγράμματος οι δείκτες θα βελτιωθούν και θα μπορούν να υπολογιστούν μοντέλα βελτιστοποίησης για τη συντήρηση, για την αντικατάσταση μηχανήματος και για τον βέλτιστο αριθμό επιθεωρήσεων και ελέγχων. Επιπλέον, θα μειωθεί το κόστος συντήρησης, θα αυξηθεί η αποδοτικότητα και η διάρκεια ζωής των μηχανημάτων και θα συντονιστούν οι εργασίες συντήρησης από το προσωπικό συντήρησης.

Βιβλιογραφία

1. Training Material in Maintenance Management, Εγχειρίδιο – Εκπαιδευτικό Υλικό στη Διαχείριση Συντήρησης.
2. Ιωάννης Λ. Μπακούρος, «Αξιοπιστία και Συντήρηση Τεχνολογικών Συστημάτων», Εκδόσεις Σοφία (2009).
3. Τσώλη Ασημίνα, Διπλωματική Εργασία, «Μεθοδολογίες Συντήρησης Μηχανών και Σύγχρονες Τάσεις», Ε.Μ.Π., Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Αθήνα (2007).
4. Joel Levitt, «Complete Guide to Preventive and Predictive Maintenance», Industrial Press, USA (2003).
5. Imad Alsyouf, «The Role of Maintenance in Improving Companies' Productivity and Profitability», Department of Mechanical Engineering, School of Technology and Design, Linnaeus University, Sweden (2006).
6. G. Waeyenbergh, L. Pintelon, «Maintenance Concept Development: A Case Study», Centre for Industrial Management, Catholic University of Leuven (2002).
7. William C. Worsham, «Is Preventive Maintenance Necessary?», Reliability Center, Inc (2005).
8. Dean A. Lofall, Tom A. Mereckis, «Integrating CMMS with Predictive Maintenance Software», DLI Engineering Corporation (2001).
9. Christer Idhammar, «Preventive maintenance», IDCON, INC
10. «Maintenance Program Requirements/Elements», Brookhaven National Laboratory, USA (2003).
11. Terry Wireman, «Maintenance Feature – Getting the Most from Predictive Maintenance», Engineer's Digest (1997).
12. Χαράλαμπος Αποστολίδης, «Οργάνωση Προληπτικής και Αναγκαστικής Συντήρησης», Διεύθυνση Εκπαίδευσης, Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού, Αθήνα (1998).
13. Ιωάννης Λ. Μπακούρος, Καθηγητής Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών, Προσωπική επικοινωνία, 2013.
14. Emhart Glass Service Manual, Servo Plunger Mechanism.
15. Sorg, Glass Melting Technology.

Παραρτήματα

A. Εξαμηνιαία συντήρηση παλεταριστικού μηχανήματος

WORK ORDER

No.:	18	Open			
Asset:	P-1 - Παλεταριστικό Μηχάνημα (paletizer)				
Topology:	ΠΑΡΑΓΩΓΗ				
Application:					
Start:	End:				
PROBLEM / PREVIOUS ACTIONS					
Description:	Εξαμηνιαία Συντήρηση Παλεταριστικού Μηχανήματος 01				
Trade:					
Applicant:					
Kind:					
TECHNICIANS					
Name	Date	Start	End	Total Time	Employment Type
INSTRUCTIONS					
Sub-asset	Action				Implemented
	Έλεγχος καλής κατάστασης των καλωδίων και του καναλιού συγκράτησης				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος στάθμης λαδιού, αποσφράγιση συμπυκνώματος υδρατμών στη μονάδα εισαγωγής αέρα				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος σωστής λειτουργίας και θέσης των μικροδιακοπών				<input type="checkbox"/>
	Ενθγράμμιση και καθαρισμός πομπού και δέκτη στα φωτωκύτταρα				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος λίπανσης (και λίπανση αν απαιτείται) και φθοράς των γραναζιών				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος τάνσης, φυοράς, λίπανσης και κατάστασης των οδηγών αλυσίδων				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος φθοράς και λίπανση του κιβωτίου ταχυτήτων				<input type="checkbox"/>
	Καθαρισμός και γρασάρισμα των επιφανειών ολίσθησης των τροχών και έλεγχος καλής λειτουργίας των ρουλεμάν				<input type="checkbox"/>
	Γρασάρισμα περιβλήματος σφαιρικών συνδέσμων				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος πάχους του δισκόφρενου και έλεγχος απόστασης μεταξύ ηλεκτρομαγνήτη και άσκου πίεσης (βιάκενο αέρα) για το φρένο του κινητήρα				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος φθοράς και ορθής κίνησης των πνευματικών κυλίνδρων				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος φθοράς και τάνσης ζωνών, τροχαλιών και ρουλεμάν τροχαλιών				<input type="checkbox"/>
	Έλεγχος φθοράς μπλοκ αντιβαρών ολίσθησης				<input type="checkbox"/>
	Επαναφορά ροπής στρέψης των βιδών στερέωσης στα κωνικά στοιχεία συναρμολόγησης				<input type="checkbox"/>
SPARE PARTS					
Code	Description	Quantity	Used	Unit	
REPAIR - REMARKS					

Completed

Certified By

Responsible Worker

Head of Group

Department Manager

B. Βασικοί παράμετροι λειτουργίας κλιβάνων

ΒΑΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΛΙΒΑΝΩΝ

YQF 221.2

ΚΛΙΒΑΝΟΣ :

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ :							
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΗΞΕΩΣ (ΘΟΛΟΣ) (C°)							
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΛΙΒΑΝΟΥ (C°)							
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΥΘΜΕΝΑ ΚΛΙΒΑΝΟΥ (C°)							
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΔΙΩΡΥΓΑΣ (C°)							
ΙΣΧΥΣ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ (KW)							

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ :							
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΗΞΕΩΣ (ΘΟΛΟΣ) (C°)							
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΛΙΒΑΝΟΥ (C°)							
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΥΘΜΕΝΑ ΚΛΙΒΑΝΟΥ (C°)							
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΔΙΩΡΥΓΑΣ (C°)							
ΙΣΧΥΣ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ (KW)							

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ :							
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΗΞΕΩΣ (ΘΟΛΟΣ) (C°)							
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΛΙΒΑΝΟΥ (C°)							
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΥΘΜΕΝΑ ΚΛΙΒΑΝΟΥ (C°)							
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΔΙΩΡΥΓΑΣ (C°)							
ΙΣΧΥΣ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ (KW)							

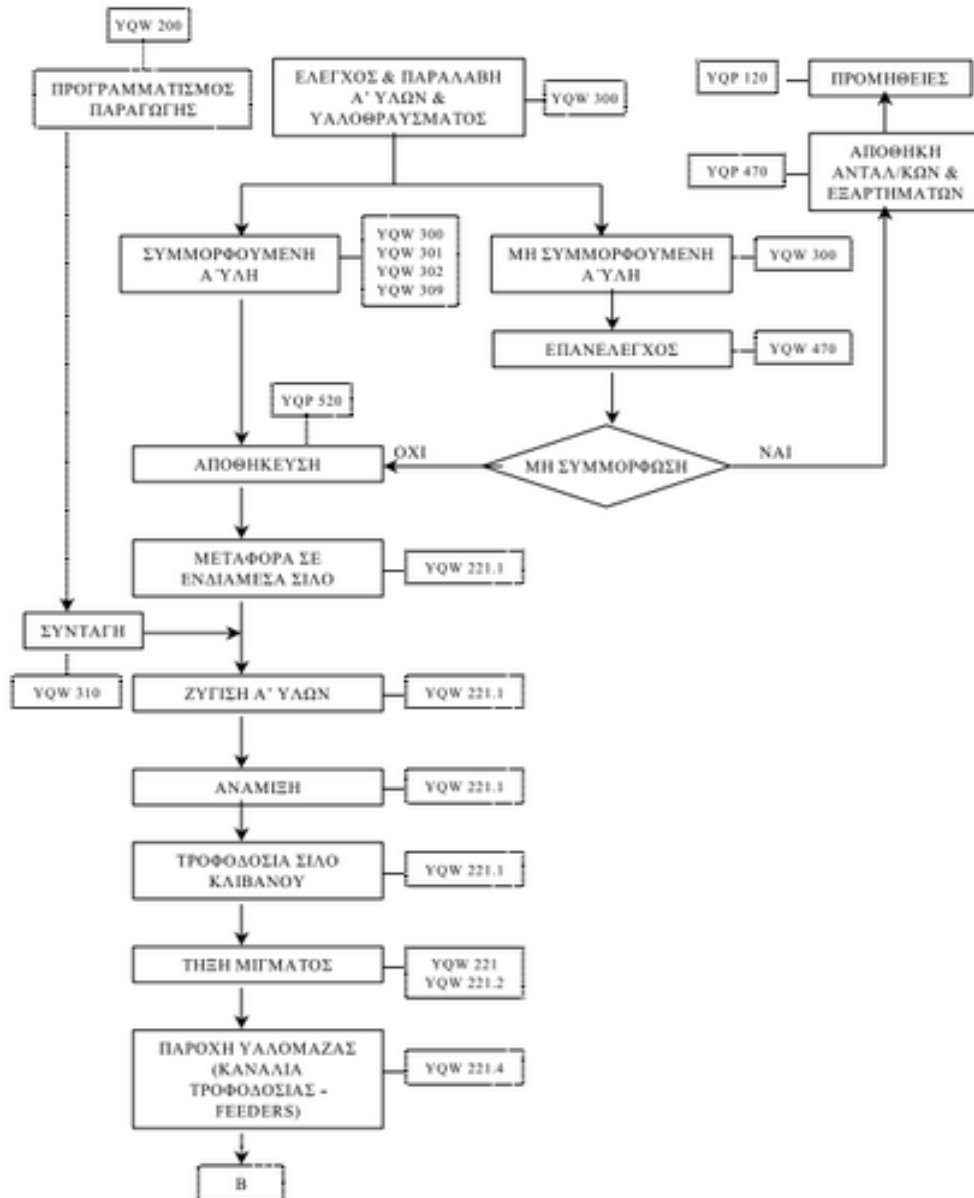
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ :							
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΗΞΕΩΣ (ΘΟΛΟΣ) (C°)							
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΛΙΒΑΝΟΥ (C°)							
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΥΘΜΕΝΑ ΚΛΙΒΑΝΟΥ (C°)							
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΔΙΩΡΥΓΑΣ (C°)							
ΙΣΧΥΣ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ (KW)							

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ :				
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΗΞΕΩΣ (ΘΟΛΟΣ) (C°)				
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΛΙΒΑΝΟΥ (C°)				
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΥΘΜΕΝΑ ΚΛΙΒΑΝΟΥ (C°)				
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΔΙΩΡΥΓΑΣ (C°)				
ΙΣΧΥΣ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ (KW)				

(BA. YQW 221)

YIOULA QUALITY MANAGEMENT

Γ. Πρόγραμμα ποιότητας παραγωγής υαλόμαζας κλιβάνου και αναμικτηρίου



Δ. Γραμμή παραγωγής του Φούρνου 2

