

Πανεπιστήμιο Πειραιώς
Τμήμα Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων
Ευρωπαϊκό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα στη Διοίκηση Επιχειρήσεων
– Ολική Ποιότητα

Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα
(Total Productive Maintenance, TPM)
μέσω της εφαρμογής της στην αυτοκινητοβιομηχανία VOLVO

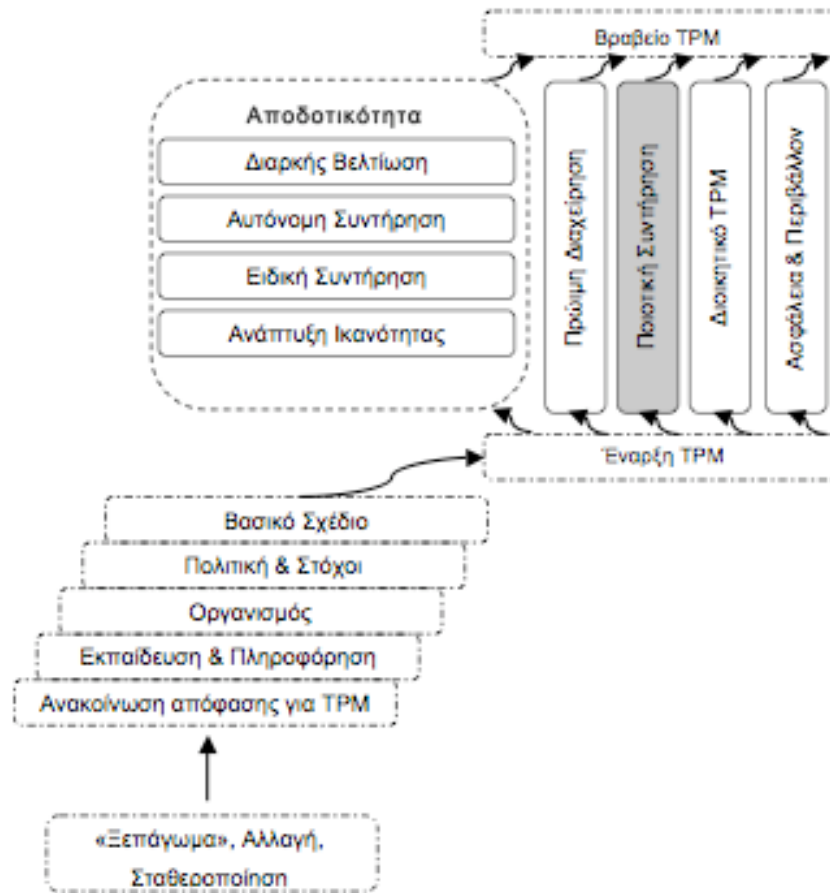
Κεφάλαιο 11

Ποιοτική Συντήρηση

Βασιλική Κωνσταντίνου Λαρίσση
Διπλ. Μηχανολόγος Μηχανικός Ε.Μ.Π.

2006

Κεφάλαιο 11 Ποιοτική Συντήρηση



Το κεφάλαιο αυτό πραγματεύεται μία από τις λιγότερο γνωστές, αλλά εξίσου σημαντικές δραστηριότητες της Ολικής Συντήρησης για την Παραγωγικότητα, την Ποιοτική Συντήρηση. Σαφώς, η ποιότητα είναι αντικείμενο και στόχος σε όλους τους πυλώνες του TPM, αλλά οι δραστηριότητες της Ποιοτικής Συντήρησης διασφαλίζουν την απαραίτητη αλλαγή νοοτροπίας ως προς τα ζητήματα ποιότητας και καθορίζουν τις προδιαγραφές της ποιότητας στη διαχείριση της συντήρησης εξοπλισμών.

Το κεφάλαιο εισάγεται με τον ορισμό της έννοιας της Ποιοτικής Συντήρησης, καθώς και με μια παρουσίαση της θέσης της στην εργασία του TPM. Κατόπιν, ακολουθεί, μεταξύ άλλων, μια περιγραφή για το πως η εισαγωγή της μπορεί να διαμορφωθεί. Τελικά, γίνεται μια μελέτη του βασικού εργαλείου βελτίωσης του συγκεκριμένου πυλών, της ανάλυσης μηχανισμών φαινομένων (PM analysis).

11.1 Ορισμός Ποιοτικής Συντήρησης

Στην τρέχουσα εποχή, είναι γεγονός ότι οι μηχανές καταλαμβάνουν όλο και περισσότερο από την εργασία μέσω του αυτοματισμού και της παραγωγής με περιορισμένη επάνδρωση. Κάτω από τέτοιες προϋποθέσεις είναι, φυσικό, η ποιότητα παραγωγής, σε ολόένα και μεγαλύτερο βαθμό, εξαρτάται από την κατάσταση του παραγωγικού εξοπλισμού. Σε ένα περιβάλλον, όπου η συμμετοχή των ανθρώπων μειώνεται διαρκώς, διαφυλάσσεται και βελτιώνεται η ποιότητα μέσω μιας αποδοτικής συντήρησης των μηχανών. Μέσα στα πλαίσια του TPM, η εργασία αυτή καλείται ποιοτική συντήρηση (Suzuki, 1994).

Η ποιοτική συντήρηση μπορεί να ορισθεί ως η δραστηριότητα για να επιτευχθούν προϊόντα 100% ελεύθερα ελαττωμάτων μέσω της λειτουργίας 100% ελεύθερης προβλημάτων (Nord, 1997).

Μεταξύ άλλων, οι ακόλουθες δραστηριότητες συμπεριλαμβάνονται στην ποιοτική συντήρηση:

- Καθιέρωση ενός επιπέδου ή μιας κατάστασης στις μηχανές, ώστε να μην προκύπτουν λάθη (κατάσταση – στόχος «0 – λάθη»).
- Τακτική μέτρηση και έλεγχος αυτής της κατάστασης.
- Πρόληψη λαθών ποιότητας μέσω του ελέγχου ότι οι μετρούμενες τιμές βρίσκονται εντός ορίων.
- Πρόβλεψη πιθανών προβλημάτων ποιότητας καθώς και λήψη κατάλληλων μέτρων.

Παραδοσιακές τεχνικές της ποιότητας (Έλεγχος Ποιότητας – Quality Control) στοχεύουν στο να εκτιμήσουν πόσο ικανή είναι μια διεργασία να παράγει προϊόντα εντός των προδιαγραφών. Συνήθης μέθοδος για τη μέτρηση της ικανότητας μια διεργασίας (Στατιστικός Έλεγχος Διεργασιών - Statistical Process Control) είναι ο υπολογισμός του Δείκτη Ικανότητας (Capability Index, Cp), ο οποίος προκύπτει από τον ακόλουθο τύπο:

$$Cp = \frac{UCL - LCL}{6\sigma},$$

όπου

UCL: Upper Control Limit - άνω όριο ελέγχου

LCL: Lower Control Limit – κάτω όριο ελέγχου

σ : τυπική απόκλιση.

Η τιμή του δείκτη ικανότητας θα πρέπει να κείται πάνω από το 1,33.

Ο δείκτης χρησιμοποιείται, όταν μετράται μια παράμετρος του προϊόντος μιας διεργασίας, για να υπολογιστεί το κατά πόσο οι τιμές της παραμέτρου (παρονομαστής), βρίσκονται εντός των προδιαγραφών (αριθμητής). Αν η τιμή είναι μικρότερη, σημαίνει ότι η διεργασία παράγει, ως προς τη συγκεκριμένη παράμετρο, εκτός προδιαγραφών σε σημαντικό, μη αποδεκτό, ποσοστό. Για να βελτιωθεί το αποτέλεσμα της διεργασίας, μπορεί η ικανότητα να αυξηθεί μειώνοντας το εύρος των τιμών της παραμέτρου (παρονομαστής) μέσω της αναγνώρισης και της εξάλειψης των οφειλομένων στην ποιότητα ελαττωμάτων. Ενδεχομένως, η ικανότητα μπορεί να βελτιωθεί με την αύξηση του αριθμητή του δείκτη, ήτοι με την τροποποίηση των ορίων ελέγχου. Αυτό συνεπάγεται, όμως, την αλλαγή των προδιαγραφών και κάτι τέτοιο απαιτεί αναθεώρηση των στόχων για την διεργασία (Evans & Lindsay, 2001).

Η βελτίωση του δείκτη ικανότητας μέσω της εξάλειψης ελαττωμάτων, εκφράζει την παραδοσιακή αντιμετώπιση προβλημάτων ποιότητας, η οποία περιλαμβάνει μετρήσεις και επέμβαση στα ελαττώματα, μετά από την επεξεργασία του προϊόντος. Αυτό συνεπάγεται ότι τα μέτρα λαμβάνονται με βάση το *αποτέλεσμα*, ήτοι με βάση τα ήδη ελαττωματικά κατασκευασμένα προϊόντα. Οι αρνητικές επιπτώσεις του ελέγχου των αποτελεσμάτων είναι, μεταξύ άλλων:

- Πολλά ελαττωματικά προϊόντα μπορεί να έχουν κατασκευαστεί πριν από την πραγματοποίηση του ελέγχου.
- Η ρύθμιση γίνεται χειρότερη και πιο αβέβαιη, εφόσον η άμεση σύνδεση μεταξύ της ακρίβεια της μηχανής και της ποιότητας του προϊόντος δεν αποσαφηνίζεται.

Εστιάζοντας στην νοοτροπία που αφορά την Ποιοτική Συντήρηση μέσα στο TPM, λαμβάνεται μια θεμελιωδώς διαφορετική θέση. Με την βοήθεια της Ποιοτικής Συντήρησης, η αντιμετώπιση των προβλημάτων ποιότητας

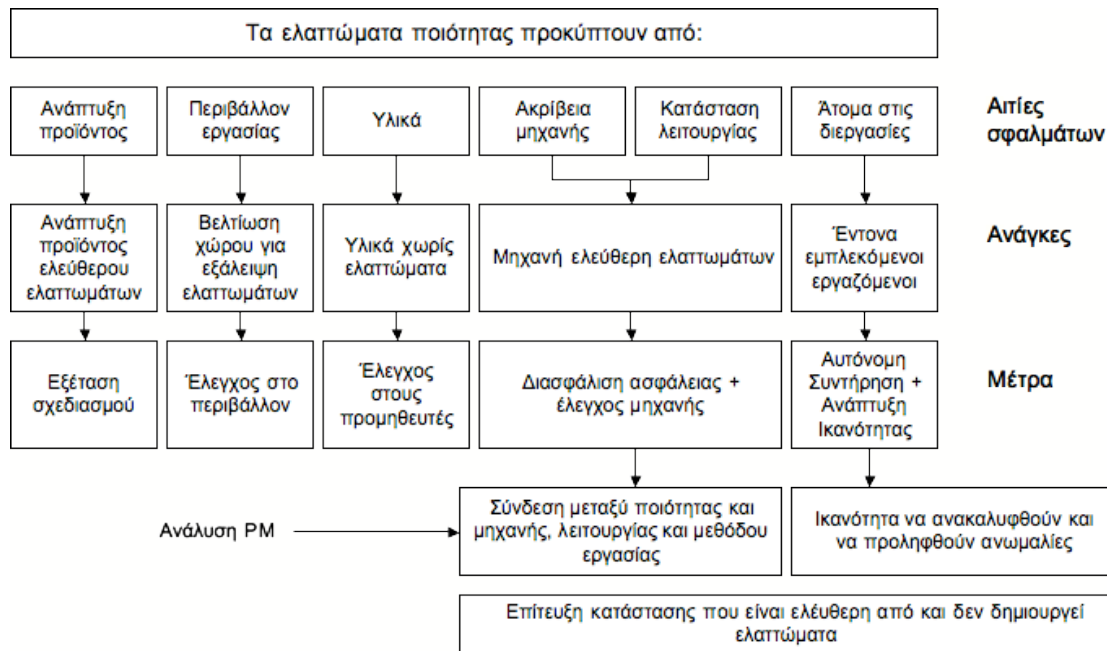
μεταφέρεται από τα προϊόντα στις μηχανές, ήτοι η συμπεριφορά των μηχανών είναι αυτή που μετράται και ελέγχεται. Μόνο, μια τέτοια τακτική μπορεί να διασφαλίσει την διαρκή βελτίωση της ικανότητας, κάτι που είναι βασικό στόχος της Ποιοτικής Συντήρησης.

Μέσω του ότι τα εξαρτήματα που έχουν την μεγαλύτερη επίδραση στο αποτέλεσμα της ποιότητας αναγνωρίζονται και καθορίζεται η ιδανική τους λειτουργία, μπορεί μια μετρηθείσα τιμή να συγκριθεί με την ιδανική κατάσταση. Όταν οι μετρηθείσες αξίες εγγίζουν το όριο που συνεπάγεται ότι πρόκειται να παραχθούν ελαττωματικά προϊόντα, λαμβάνονται διορθωτικά μέτρα. Το αποτέλεσμα είναι ότι οι μηχανές ρυθμίζονται, πριν να παραχθεί κάποιο ελαττωματικό προϊόν. Το πρόβλημα της ποιότητας αντιμετωπίζεται από την πλευρά της μηχανής. Ο στόχος είναι να κατασκευαστεί η ποιότητα μέσα στην μηχανή (Built – in quality).

Η σύνδεση μεταξύ της ασφάλειας της ποιότητας και της Ποιοτικής Συντήρησης μπορεί να περιγραφεί ως η περαιτέρω βελτίωση του συστήματος ασφάλειας ποιότητας μέσω της ποιοτικής συντήρησης. Η ασφάλεια συντήρησης επηρεάζεται, συνεπώς, θετικά μέσω μιας αποδοτικής συντήρησης.

Η Ποιοτική Συντήρηση συνεπάγεται έλεγχο και μέτρα στην πηγή του προβλήματος. Ένας σημαντικός παράγοντας είναι, φυσικά, η μηχανή που βρίσκεται σε διάθεση για να ανακαλυφθεί πρώιμα το πρόβλημα. Πρέπει να υπάρχει η γνώση σχετικά με τις διαθέσιμες τεχνικές για την διάγνωση, τον έλεγχο κατάστασης κ.ο.κ. Εκτός αυτού πολλές από αυτές τις τεχνικές για να είναι επιτύχεις απαιτούν, οι χρήστες να έχουν σχετικές γνώσεις και ικανότητες.

Το διάγραμμα 11.1 δείχνει τις θεμελιώδεις αρχές πίσω από μια εισαγωγή της ποιοτικής συντήρησης, από ένα μη αναγνωρισμένο λάθος μέχρι την γνώση σχετικά με το ποια κατάσταση απαιτείται για τα «0 – λάθη». Η ροή που φαίνεται στο διάγραμμα περιγράφει τα στάδια 1 έως 12 σε μια μέθοδο για την εφαρμογή της ποιοτικής συντήρησης που παρουσιάζεται στην παράγραφο 11.3. Συνοπτικά, εποπτεύεται η κατάσταση της μηχανής αντί του, όπως παραδοσιακά ήταν συνηθισμένο, να εποπτεύεται μόνο το αποτέλεσμα (ήτοι το παραχθέν ελάττωμα).



Διάγραμμα 11.1 Θεμελιώδεις αρχές της εισαγωγής της Ποιοτικής Συντήρησης

Ο προσδιορισμός της ιδανικής κατάστασης της μηχανής μπορεί να είναι δύσκολος. Αυτός απαιτεί μεγάλη γνώση σχετικά με το πως η μηχανή, το σύστημα της και τα εξαρτήματα της λειτουργούν. Εκτός αυτού χρειάζεται καλή γνώση σχετικά με τον τρέχοντα κλάδο επιστήμης. Με τον όρο κλάδο επιστήμης, ή τεχνολογία, εννοείται η υδραυλική, η πνευματική, η ηλεκτρονική κ.α. Είναι με άλλα λόγια σημαντικό να κατέχει κανείς την κατάλληλη τεχνική ικανότητα.

Για να διευκολυνθεί η εισαγωγή της ποιοτικής συντήρησης υπάρχει μια τεχνική που έχει αναπτυχθεί από το Ιαπωνικό Ινστιτούτο Συντήρησης Εργοστασίων που περιλαμβάνει 17 στάδια. Ακολουθώντας αυτήν την δομημένη μέθοδο είναι δυνατό να επιτευχθούν καλά αποτελέσματα. Η μέθοδος δίνει την σιγουριά που απαιτείται για να μπορούν οι εργαζόμενοι να εστιάσουν στο να δουλέψουν με τα καθήκοντα. Καμία δύναμη δεν χρειάζεται να αφιερωθεί στο να συζητηθεί το ποιο στάδιο πρέπει να πραγματοποιηθεί και γιατί (Nord, 1997).

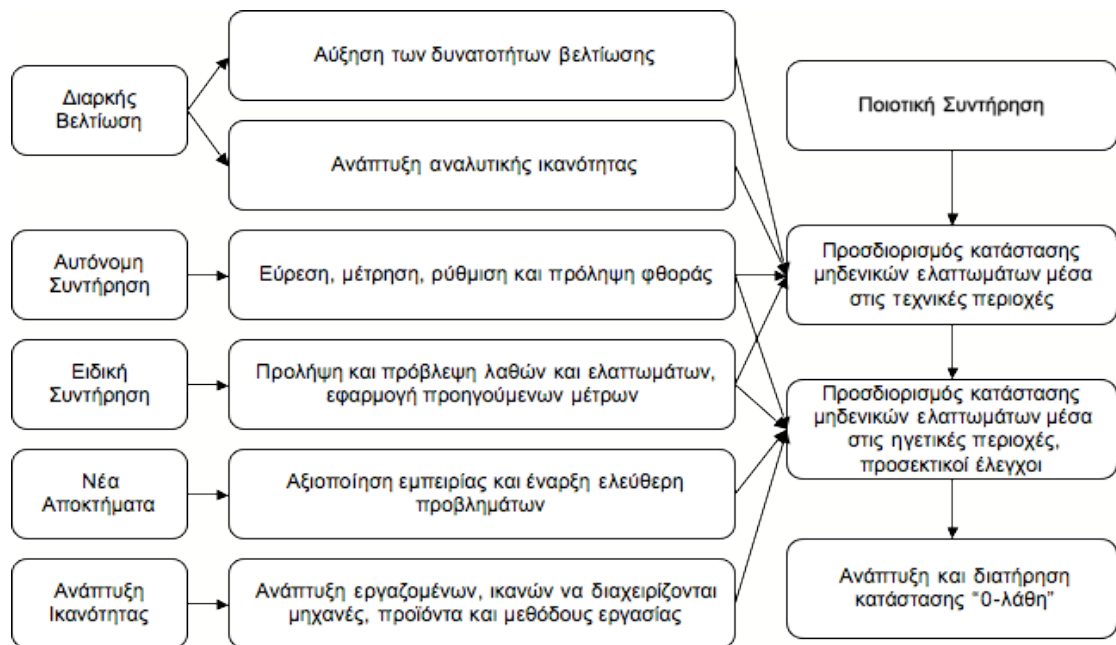
11.2 Ποιοτική Συντήρηση, σύνδεση και εναρκτήριο χρονικό σημείο

Σε αυτήν την παράγραφο μελετάται η ποιοτική συντήρηση και η θέση της σε σύνδεση με το TPM. Εκτός αυτού, δίνονται κάποιες κατευθυντήριες γραμμές για

να ξεκινήσει η εργασία της πολύπλοκης δραστηριότητας της ποιοτικής συντήρησης, αν αυτό είναι κατάλληλο.

11.2.1 Ποιοτική συντήρηση και υπόλοιπες δραστηριότητες του TPM

Στο διάγραμμα 11.2 περιγράφεται η σύνδεση των υπόλοιπων δραστηριοτήτων του TPM και της ποιοτικής συντήρησης. Ο μοναδικός τρόπος για να δημιουργηθεί ένα σύστημα που θα εκπληρώνει την απαίτηση για «0 – λάθη» είναι η καθιέρωση μιας κατάστασης ελεύθερης ελαττωμάτων από την πλευρά των μηχανών, βασισμένης στην εφαρμογή της αυτόνομης συντήρησης, της διαρκούς βελτίωσης, της ειδικής συντήρησης, των νέων αποκτημάτων και της ανάπτυξης ικανότητας.



Διάγραμμα 11.2 Η σχέση της Ποιοτικής Συντήρησης με τις υπόλοιπες δραστηριότητες του TPM.

Κατά την δραστηριότητα της διαρκούς βελτίωσης είναι σημαντικό να αναπτύσσεται, περαιτέρω, η επιδεξιότητα για πραγματοποίηση αναλύσεων. Ο σκοπός είναι να γίνεται η ανάλυση, ως ένα φυσικό μέρος της εργασίας. Μέσω μιας καλώς ανεπτυγμένης ικανότητας ανάλυσης, μπορεί οι αμφιβολίες να γίνουν πιο αποδοτικές και τα ενδεχόμενα προβλήματα μπορούν να εξαλειφθούν, πριν

να οδηγήσουν σε ελαττωματικά προϊόντα. Η ικανότητα ανάλυσης είναι εκτός αυτού μια ιδιότητα που βλέποντας γενικά ταιριάζει καλά με όλες τις εργασίες βελτίωσης.

Το να γίνει κάτι σωστά από την αρχή είναι όμοια σημαντικό στην ποιοτική συντήρηση όπως σε όλες τις άλλες δραστηριότητες. Έτσι η απόκτηση εμπειρίας και η ανάπτυξη νέων μηχανών, ήτοι οι δραστηριότητες νέων αποκτημάτων, σημαντικές στην επιδίωξη για παραγωγή με «0 – λάθη».

11.2.2 Εναρκτήριο χρονικό σημείο της Ποιοτικής Συντήρησης

Για να φτάσουμε τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα, θα πρέπει η ποιοτική συντήρηση να εισαχθεί όταν η αυτόνομη συντήρηση έχει αναπτυχθεί τόσο, ώστε υπάρχει μια σχετικά προηγμένη λίστα ελέγχου που χρησιμοποιείται για την αυτόνομη επιθεώρηση. Ο λόγος είναι ότι η ποιοτική συντήρηση απαιτεί σχετικά μεγάλη ικανότητα και το να έχει αποτραπεί η προχωρημένη φθορά.

Για να έχει νόημα να εφαρμοσθεί η ποιοτική συντήρηση, πρέπει οι χειριστές να έχουν γίνει επαρκώς ικανοί μέσω της ολοκλήρωσης της αυτόνομης συντήρησης, της διαρκούς βελτίωσης και της ανάπτυξης ικανότητας. Είναι αδύνατο το να «χτιστεί» η ποιότητα προϊόντων μέσα στις μηχανές και έτσι, να διατηρηθεί η ιδανική κατάσταση των μηχανών, αν οι χειριστές δεν είναι επαρκώς ικανοί και αν η προχωρημένη φθορά δεν έχει εξαλειφθεί.

Όσο επιταχύνεται η φθορά, μειώνεται η διάρκεια ζωής των εξαρτημάτων και των μερών μιας μηχανής. Το να επιτευχθεί το επίπεδο «0 – λάθη» είναι πολύ δύσκολο, αν οι μηχανές σταματούν διαρκώς. Ο αριθμός των μη προγραμματισμένων διακοπών πρέπει να μειωθεί μέσω της διαρκούς βελτίωσης, της αυτόνομης συντήρησης, της ειδικής συντήρησης και της ανάπτυξης ικανότητας, πριν να είναι σε θέση οι δραστηριότητες της ποιοτικής συντήρησης να δώσουν αποτελέσματα.

Για να επιτύχει η ποιοτική συντήρηση, ήτοι «0 – λάθη», απαιτείται τόσο οι τεχνικοί, όσο και οι χειριστές να έχουν κατανοήσει καλά το πως οι μηχανές

λειτουργούν. Χρησιμοποιώντας την ικανότητα αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί η επιθεώρηση. Συνεπώς, η ποιοτική συντήρησης μπορεί να ξεκινήσει μετά την πραγματοποίηση του σημαντικότερου σταδίου για την εκπαίδευση, του σταδίου 4, στην αυτόνομη συντήρηση.

11.3 Εισαγωγή της Ποιοτικής Συντήρησης σε 17 στάδια

Η εισαγωγή της Ποιοτικής Συντήρησης μπορεί να γίνει σύμφωνα με μια δομημένη μέθοδο σε δεκαεπτά στάδια. Τα πρώτα 12 στάδια, βλ. διάγραμμα 11.1, περιέχουν δραστηριότητες βελτίωσης, αλλά τα επόμενα, βλ. διάγραμμα 11.3, ασχολούνται με το πως η επιθεώρηση μπορεί να διευκολυνθεί.

- *Στάδιο 1: Έλεγχος των προτύπων και των παραμέτρων ποιότητας.* Στο στάδιο αυτό αποσαφηνίζεται το ποια δεδομένα της ποιότητας πρέπει να διατηρηθούν.
- *Στάδιο 2: Έλεγχος των φαινομένων πίσω από τα ελαττώματα ποιότητας.* Προσδιορίζεται η κατάσταση της διεργασίας κατά την οποία προκύπτουν ελαττώματα ποιότητας και μελετώνται τα φαινόμενα που οδηγούν σε αυτά τα ελαττώματα, βάσει συχνότητας και επιδράσεων. Κατόπιν, αυτά ιεραρχούνται σύμφωνα με τη σοβαρότητα τους.
- *Στάδιο 3: Επιλογή πιλοτικής μηχανής για την εισαγωγή της Ποιοτικής Συντήρησης.* Τα φαινόμενα των ελαττωμάτων κατηγοριοποιούνται κατά αριθμό και μορφή. Κατόπιν, επιλέγεται μια πιλοτική μηχανή με βάση την γνώση που υπάρχει και την ικανότητα διαχείρισης για αυτήν.
- *Στάδιο 4: Έλεγχος των λειτουργιών και της δομής της μηχανής, της κατάστασης λειτουργίας και της μεθόδου εναλλαγής παραγωγής.* Πραγματοποιείται μια ανάλυση μηχανισμών φαινομένων για να προσδιορισθούν και να αναλυθούν τα υποσυστήματα της μηχανής.
- *Στάδιο 5: Διερεύνηση και αποκατάσταση της κατάστασης της μηχανής.* Μελετώνται τα αποτελέσματα της αυτόνομης συντήρησης, διερευνάται η κατάσταση της λειτουργίας και της μεθόδου εναλλαγής παραγωγής, και ρυθμίζονται τα ενδεχόμενα προβλήματα.
- *Στάδιο 6: Εισαγωγή ανάλυσης μηχανισμών φαινομένων.* Στο στάδιο αυτό επανέρχεται η εργασία στις θεμελιώδεις αρχές και τους κανόνες για την

κατασκευή και διερευνάται η σύνδεση μεταξύ των παραμέτρων ποιότητας και της κατάστασης λειτουργίας της μηχανής. Μια δυσκολία της εισαγωγής της Ποιοτικής Συντήρησης έγκειται στο ότι είναι αρκετά πολύπλοκο το να αποσαφηνιστεί το ποιοι παράγοντες δημιουργούν ένα συγκεκριμένο ελάττωμα και κατόπιν, να προσδιοριστεί η περιοχή ανοχής για κάθε μεμονωμένο παράγοντα. Είναι σημαντικό, ως εκ τούτου να πραγματοποιείται η εργασία με ένα συστηματικό και επιστημονικό τρόπο. Το στάδιο λαμβάνει ανατροφοδότηση πληροφοριών από το στάδιο 11 και ενδεχομένως, ενημερώνεται.

- *Στάδιο 7: Εξάλειψη όλων των παραγόντων που προκαλούν ελαττώματα*
- *Στάδιο 8: Προσδιορισμός επιθυμητής κατάστασης και βελτιστοποίηση συντήξεων λειτουργίας και μεθόδου εναλλαγής παραγωγής.* Προσδιορίζονται αρχικά όρια ανοχής για την ακρίβεια και την κατάσταση της μηχανής για να διατηρούνται οι παράμετροι ποιότητας εντός των αντίστοιχων ορίων. Το στάδιο λαμβάνει ανατροφοδότηση πληροφοριών από το στάδιο 11 και ενδεχομένως, ενημερώνεται.
- *Στάδιο 9: Αποκάλυψη ελαττωμάτων.* Πραγματοποιείται έλεγχος στη μηχανή σύμφωνα με τα σημεία της ανάλυσης PM.
- *Στάδιο 10: Αποκατάσταση ή βελτίωση.* Το στάδιο εστιάζει στο πρόβλημα και επιχειρεί να το αποκαταστήσει ή να το βελτιώσει.
- *Στάδιο 11: Αξιολόγηση προδιαγραφών και των τεμαχίων/ εξαρτημάτων που ελέγχονται.* Ελέγχεται το ότι όλες οι παράμετροι είναι εντός ορίων ανοχής, όταν όλα τα σημεία ελέγχου βρίσκονται εντός των δικών τους ορίων ανοχής.
- *Στάδιο 12: Προσδιορισμός της κατάστασης που πρέπει να ισχύει για παραγωγή ελεύθερη ελαττωμάτων.*
- *Στάδιο 13: Μείωση του αριθμού σημείων ελέγχου.* Αναλύεται στην παράγραφο 11.4. Το στάδιο λαμβάνει ανατροφοδότηση πληροφοριών από το στάδιο 17 και ενδεχομένως, ενημερώνεται.
- *Στάδιο 14: Προσδιορισμός των προδιαγραφών για τα σημεία ελέγχου.* Προσδιορίζονται οι οριστικές τιμές των προδιαγραφών για την ακρίβεια της μηχανής. Το στάδιο λαμβάνει ανατροφοδότηση πληροφοριών από το στάδιο 17 και ενδεχομένως, ενημερώνεται.
- *Στάδιο 15: Δημιουργία προσχεδίου για τον πίνακα ποιότητας.* Προσδιορίζεται η σύνδεση μεταξύ των αποτελεσμάτων της ποιότητας και των σημείων ελέγχου.

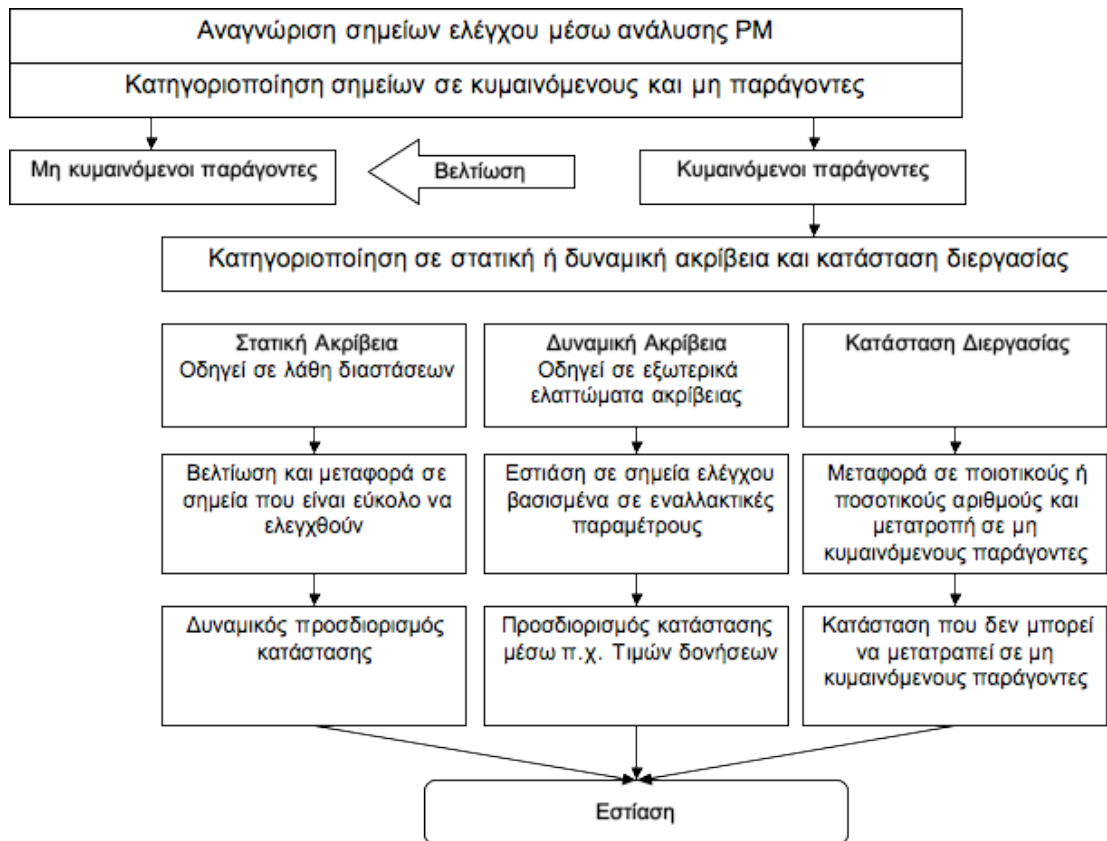
- *Στάδιο 16: Εκπαίδευση του προσωπικού για τον έλεγχο*
- *Στάδιο 17: Αξιολόγηση και αναθεώρηση των προδιαγραφών και των σημείων ελέγχου.*

11.4 Μείωση των σημείων ελέγχου

Σε μια πρώτη εξέταση του ποια σημεία ελέγχου επηρεάζουν το αποτέλεσμα της ποιότητας αποκαλύπτεται, συχνά, ότι είναι πάρα πολλά σε αριθμό. Ως εκ τούτου, παίρνει πολύ χρόνο για να ελεγχθούν όλα. Αυτό ισχύει, ειδικότερα, αν η βάση αποτελείται από μια καλώς πραγματοποιηθείσα ανάλυση μηχανισμών φαινομένων, εφόσον η μορφή της ανάλυσης δεν ιεραρχεί, αλλά λαμβάνει όλα τα σημεία. Έτσι, προκύπτει μεγάλη ανάγκη για μείωση του αριθμού των σημείων επιθεώρησης, αύξηση των διαστημάτων μεταξύ επιθεωρήσεων και συντόμευση του χρόνου επιθεώρησης.

Όταν όλος ο χρόνος που τίθενται στην προληπτική εργασία είναι στην πραγματικότητα χαμένος χρόνος (σε μορφή χαμένου χρόνου παραγωγής και ανθρωποχρόνου), είναι σημαντικό να επιχειρείται η μείωση του χρόνου που αφιερώνεται στον έλεγχο. Αυτή η εργασία αντιστοιχεί στα στάδια 13 -17 στην μέθοδο εισαγωγής.

Το διάγραμμα 11.3 δείχνει πως αναγνωρισμένα σημεία ελέγχου μπορούν κατά κύριο λόγο να μετασχηματιστούν σε μη κυμαινόμενους παράγοντες, ήτοι σε ένα σημείο ελέγχου που δεν αλλάζει. Τα σημεία που δεν μπορούν να μετασχηματιστούν σε μη κυμαινόμενους παράγοντες, θα πρέπει, κατόπιν, να μειωθούν στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό.



Διάγραμμα 11.3 Διευκόλυνση ελέγχου μέσω της μείωσης των σημείων ελέγχου

Ένας σημαντικός παράγοντας είναι πόσο καλά οι διαφορετικές μορφές της τεχνικής διάγνωσης μπορούν να αξιοποιηθούν και να εφαρμοσθούν. Το εναρκτήριο σημείο είναι το να γίνουν τόσοι πολλοί όσο δυνατόν παράγοντες μη κυμαινόμενοι, ήτοι το να μπορέσουν να σταθεροποιηθούν μέσω εργασιών βελτίωσης. Ο επόμενος καταμερισμός γίνεται με στατική ή δυναμική ακρίβεια και σύμφωνα με τους όρους της διεργασίας. Με τον όρο *στατική ακρίβεια*, εννοείται η ακρίβεια στα εξαρτήματα ή τα τεμάχια στην μηχανή που δεν κινούνται και με τον όρο *δυναμική ακρίβεια* εννοείται η ακρίβεια στα εξαρτήματα και τα τεμάχια που κινούνται.

Μια αλλαγή της στατικής ακρίβειας οδηγεί συχνά σε μια αλλαγή διαστάσεων του προϊόντος. Μια τέτοια αλλαγή διαστάσεων είναι σχετικά απλή στο να αποκαλυφθεί. Μπορεί, για παράδειγμα, να οφείλεται σε αλλαγή της θέσης του κοπτικού εργαλείου και έτσι, έγινε το κομμάτι πιο μακρύ ή πιο κοντό.

Αλλαγές στην δυναμική ακρίβεια οδηγούν συχνά σε ελαττώματα που απαιτούν

μετρήσεις εξωτερικής ακρίβειας και προσοχής για να αποκαλυφθούν. Παράδειγμα δυναμικής ακρίβειας μπορεί να είναι ένας ελαττωματικός ιμάντας που δίνει δονήσεις σε μια άτρακτο, γεγονός το οποίο προκαλεί απόκλιση στην παραγωγή. Η εμπειρία δείχνει ότι υπάρχει συχνά μια ισχυρή σύνδεση μεταξύ των αλλαγών στην δυναμική ακρίβεια και τις δονήσεις. Έτσι, οι μετρήσεις δονήσεων είναι μια καλή μέθοδος για την αναγνώριση προβλήματος με τη δυναμική ακρίβεια. Μετρώντας και αναλύοντας τις δονήσεις σε μια μηχανή, μπορούν να αναγνωρισθούν και να λυθούν πολλά προβλήματα.

Επιπλέον, μπορούν να πραγματοποιηθούν μετρήσεις των διάκενων μεταξύ εξαρτημάτων, μετρήσεις θερμοκρασίας και τραχύτητας επιφανειών, παράμετροι που, επίσης, επηρεάζουν την λειτουργία κινητών εξαρτημάτων μιας μηχανής.

11.5 Πίνακας ποιότητας και τυποποίηση

Οι πίνακες ποιότητας είναι ένα αποφασιστικής σημασίας αποτέλεσμα της εργασίας με την ποιοτική συντήρηση. Οι πίνακες ποιότητας δείχνουν την σύνδεση μεταξύ των παραμέτρων της ποιότητας και των πρότυπων τιμών για τα συμπεριλαμβανόμενα σε μια μηχανή τμήματα. Με την βοήθεια ενός πίνακα ποιότητας περιγράφεται το πως αντίστοιχα σημεία επιθεώρησης επιδρούν στις παραμέτρους της ποιότητας και τον αριθμό των τμημάτων που πρέπει διατηρούνται και να ελέγχονται για την διαφύλαξη της ποιότητας παραγωγής. Εκτός αυτού, οι πίνακες ποιότητας δείχνουν συγκεκριμένα σημεία ελέγχου κατάστασης, το ποιος είναι υπεύθυνος, πραγματική συχνότητα ελέγχου καθώς και την ανοχή που πρέπει να διατηρηθεί. Η ανοχή τόσο των σημείων επιθεώρησης όσο και των προϊόντων αναφέρονται στον πίνακα. Ο πίνακας 11.1 δείχνει τμήμα ενός πίνακα ποιότητας για ένα προϊόν σε μια κατασκευαστική διεργασία (Nord, 1997).

Για να λάβουμε τα μέγιστα από τον έλεγχο κατάστασης χρειάζεται ενδεχομένως ένα ολόκληρο κομμάτι εκπαίδευσης. Δεν είναι μόνο οι χειριστές που χρειάζονται εκπαίδευση, αλλά και οι ειδικοί της συντήρησης. Ο απλούστερος τρόπος, να συμπεριληφθούν τα σημεία επιθεώρησης από τον πίνακα ποιότητας στην τρέχουσα εργασία είναι να ενημερωθούν τα πρότυπα που βρίσκονται στην

αυτόνομη συντήρηση αντίστοιχα ειδικής συντήρησης, ήτοι οδηγίες Προληπτικής Συντήρησης.

Πίνακας 11.1 Πίνακας Ποιότητας

Εξάρτηματης μηχανής		Διάταξηκαθοδήγησης εναλλαγής παραγωγής	Άτρακτος
Μέθοδος ελέγχου	Σημείο ελέγχου	Μετατόπιση	Δονήσεις
	Όργανο μέτρησης	Διερμηνευτικό πρόγραμμα	Απλή συσκευή μέτρησης δονήσεων
	Ανοχή	A+/- 1,02mm	<1,5mm/s
	Διάστημαμέτρησης	Σε κάθε εναλλαγή	2 εβδομάδες
	Υπεύθυνος	Χειριστής	Χειριστής
Χαρακτηριστικό ποιότητας	Τραχύτητα	Ναι	Ναι
	Κυκλική απόκλιση	Ναι	Ναι
	Εσωτερική διάμετρος	Ναι	
	Κυλινδρικότητα	Ναι	

Μια περιοχή που, συχνά, παραλείπεται, αλλά που έχει μεγάλη επιρροή στην ποιότητα παραγωγής, είναι οι απώλειες έναρξης, συμπεριλαμβανομένων και των απωλειών σε σχέση με τις εναλλαγές παραγωγής. Πολλά προβλήματα ποιότητας προκύπτουν ως αποτέλεσμα μιας λανθασμένα πραγματοποιηθείσας εναλλαγής ή λόγω ελαττωμάτων ποιότητας στα εργαλεία που θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν. Όπου τα σημεία επιθεώρησης δεν περιλαμβάνουν απώλειες έναρξης πρέπει αυτά να εξαλειφθούν ή να συμπεριληφθούν στον μέγιστο δυνατό βαθμό στις οδηγίες για τις εναλλαγές παραγωγής και τις αλλαγές εργαλείων.

Αυτό ισχύει, μόνο όταν ένας έλεγχος κατάστασης, που οδηγεί σε μηδενικά ελαττώματα κατά την λειτουργία, συνδυάζεται με μια διαδικασία εναλλαγής, η οποία ενεργοποιείται άμεσα μετά την εναλλαγή, ώστε μια κατάσταση μηδενικών ελαττωμάτων διεργασίας να μπορεί να επιτευχθεί.

11.6 Ποιοτική Συντήρηση και Ανάλυση Μηχανισμών Φαινομένων

Για να φτάσουμε μέσω της επίτευξης μιας υψηλής ακρίβειας μηχανής μια υψηλή συμφωνία με τα όρια που αφορούν την ποιότητα παραγωγής απαιτείται

ακρίβεια. Υψηλή ακρίβεια στην μηχανή χτίζεται πάνω στο ότι υπάρχει βαθιά γνώση σχετικά με το πως λειτουργεί η μηχανή καθώς και σχετικά με το πως ενδεχόμενες αιτίες σφαλμάτων συνεπιδρούν. Οι πληροφορίες που χρειάζονται για να διασφαλιστεί αυτό είναι πολύ δύσκολο να συγκεντρωθούν, αν κανείς δεν χρησιμοποιεί μια συστηματική διαδικασία. Υπάρχει έτσι μια μεγάλη ανάγκη για μια μέθοδο, η οποία καλύπτεται στην Ποιοτική Συντήρηση από την ανάλυση μηχανισμών φαινομένων.

Τα βασικά πλεονεκτήματα με την εφαρμογή της ανάλυσης μηχανισμών φαινομένων, μπορούν να συνοψίσουν στα ακόλουθα τρία σημεία:

- Όπου η ανάλυση ξεκινά γενικές αρχές και κανόνες μπορούν να αναγνωρίσουν και να αναθεωρηθούν χωρίς κάποιο σημείο κινδυνεύει να παραλειφθεί.
- Όπου υπάρχει ένα δυνατό κομμάτι διερεύνησης και μελέτης είναι συχνά απλό το να καθοριστούν το ποιες πρότυπες αξίες θα πρέπει να ισχύουν.
- Τόσο η διοίκηση όσο και οι χειριστές αναπτύσσουν μια σημαντική γνώση γύρω από τις μηχανές.

11.6.1 Ανάλυση Μηχανισμών Φαινομένων

Μέσα στην μέθοδο TPM, η ανάλυση μηχανισμών φαινομένων είναι ένα κεντρικό εργαλείο βελτίωσης. Το εργαλείο προέκυψε από την συμπλήρωση των παραδοσιακών εργαλείων βελτίωσης (FMEA, 7 εργαλεία QC/QM), με στόχο τη μείωση πολύπλοκων λαθών σε μηχανές. Η ανάλυση διαμορφώθηκε σύμφωνα με το στόχο να μειωθούν όλες οι χρόνιες απώλειες στο μηδέν και κατόπιν, να διατηρηθεί αυτή η ιδανική κατάσταση. Βάσει εξαιρετικά υψηλών φιλοδοξιών τίθενται απαιτήσεις για ικανότητα, τεκμηρίωση, εκπαίδευση και χρόνο.

Στο διεθνώς χρησιμοποιούμενο όρο της εν λόγω ανάλυσης, «PM analysis», το «P» προέρχεται από την λέξη «phenomena», ήτοι φαινόμενο, και χρησιμοποιείται για να αποδώσει ένα φαινόμενο ή μια αποκλίνουσα που θα πρέπει να τεθεί υπό έλεγχο ή μπορεί σημαίνει και «physical», το φυσικό περιεχόμενο του φαινομένου, το οποίο δίνει μια φυσική προοπτική στο πρόβλημα όταν αυτό εξετάζεται. Το «M» συνδέεται με το «Mekanism» - μηχανισμός - , αλλά επίσης και με τις 4 παραμέτρους της παραγωγής, Man –

άνθρωποι, Machine – μηχανές, Material – υλικά, Method – μέθοδος, οι οποίες εξετάζονται για να αναγνωρισθούν οι αιτιόντες παράγοντες. Ο όρος μηχανισμός έχει δυο διαφορετικές σημασίες. Η μια στοχεύει στον μηχανισμό της μηχανής, ήτοι την λειτουργία της μηχανής και των διαφορετικών συμπεριλαμβανομένων εξαρτημάτων καθώς και τις σχετιζόμενες λειτουργίες. Η άλλη είναι η σημασία των προκαλούντων παραγόντων ή *μηχανισμών* μιας αποκλίνουσας συμπεριφοράς (Nakajima, 1988).

Η ανάλυση μηχανισμών φαινομένων μπορεί να ορισθεί ως ακολούθως: « Η ανάλυση μηχανισμών φαινομένων αναλύει τις ενυπάρχουσες ιδιότητες και τα φυσικά μεγέθη που ελέγχουν την προέλευση των χρόνιων απωλειών» (Nord, 1997). Η ανάλυση θα πρέπει να αποσαφηνίζει την εικόνα των προκαλούντων μηχανισμών στις αποκλίσεις και τους όρους που πρέπει να επικρατούν ώστε αυτές να αποφευχθούν. Για να είναι δυνατόν να αναγνωρισθούν και να τεθούν υπό διαχείριση οι παράγοντες που προκαλούν χρόνιες απώλειες, είναι οι βασικές αρχές πίσω από την ανάλυση μηχανισμών φαινομένων που πρέπει να γίνουν πρώτα κατανοητές, στους ακριβείς φυσικούς όρους, τι συμβαίνει όταν η μηχανή χειροτερεύει ή παράγει αποκλίνοντα προϊόντα καθώς και το πως αυτά συμβαίνουν.

Ο στόχος της ανάλυσης μηχανισμών φαινομένων για μείωση όλων των χρόνιων απωλειών στο μηδέν και ταυτόχρονα, για διατήρηση αυτής της ιδανικής κατάστασης επιτυγχάνεται μέσω:

- ενός αναλυτικού και συστηματικού τρόπου σκέψης για κάθε φαινόμενο,
- του περιορισμού όλων των πιθανών αιτιόντων παραγόντων ενός φαινομένου,
- της αναγνώρισης όλων των αποκλίσεων και την μείωση αυτών στο μηδέν.

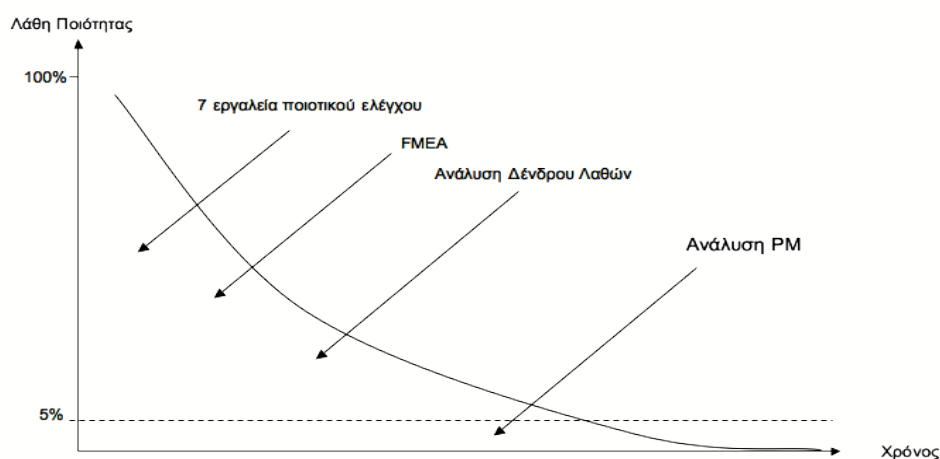
Ειδικότερα, η μέθοδος είναι δομημένη σύμφωνα με οχτώ καλώς ορισμένα και εκτεταμένα στάδια, όπου τα τέσσερα πρώτα συλλαμβάνουν και απομονώνουν τις βασικές αιτίες του προβλήματος. Τα 4 τελευταία στάδια στοχεύουν στην εξάλειψη των αιτιών των προβλημάτων με ένα συστηματικό και αποδοτικό τρόπο.

Η ανάλυση μηχανισμών φαινομένων είναι περισσότερο από μόνο μια μέθοδο

βελτίωσης. Είναι ένας διαφορετικός τρόπος σκέψης για το πως προκύπτει το πρόβλημα. Ο νέος τρόπος σκέψης συνεπάγεται ότι όμοια πολύς χρόνος καταναλώνεται για να μάθουμε ακριβώς πως το πρόβλημα προέκυψε, όπως για το να εφαρμόσουμε μέτρα βελτίωσης

11.6.1.1 Πότε θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί η Ανάλυση Μηχανισμών Φαινομένων

Η ανάλυση μηχανισμών φαινομένων θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί όταν έχει απομείνει μόνο ένα μικρό μέρος απωλειών (περίπου 5%) και όπου τα παραδοσιακά εργαλεία επίλυσης προβλημάτων δεν μπορούν πια να χρησιμοποιηθούν με καλά αποτελέσματα, βλ. διάγραμμα 11.4. Ωστόσο, η ανάλυση χρησιμοποιείται σε ένα μεγάλο κομμάτι απωλειών, αλλά κι όταν μπορεί να προκύψει πρόβλημα και η εργασία μπορεί εύκολα να παρεκκλίνει, αν το πρόβλημα δεν είναι καλά καθορισμένο. Υπάρχει ένας κίνδυνος η ποσότητα των δεδομένων που θα πρέπει να αναλυθούν να γίνει υπερβολικά μεγάλη.



Διάγραμμα 11.4 Η περιοχή εφαρμογής της ανάλυσης μηχανισμών φαινομένων σε σχέση με άλλα εργαλεία βελτίωσης/ ποιότητας

Ο συστηματικός, αλλά πολύπλοκος τρόπος εργασίας της ανάλυσης, δημιουργεί δυσκολίες στις εργασίες βελτίωσης, αν εφαρμοστεί υπερβολικά πρώιμα.

11.6.1.2 Διαφορές και ομοιότητες μεταξύ της Ανάλυσης Μηχανισμών Φαινομένων και των παραδοσιακών εργαλείων ποιότητας

Πίνακας 11.2 Σύγκριση ανάλυσης μηχανισμών φαινομένων με τα παραδοσιακά εργαλεία βελτίωσης/ ποιότητας.

	Ανάλυση Μεθόδου Αστοχίας & Επιδράσεων (FMEA)	Ανάλυση Δένδρου Λαθών (Fault Tree Analysis)	7 εργαλεία Ελέγχου Ποιότητας (7 QC Tools)	Ανάλυση PM
Στόχος	Αναγνώριση και εκτίμηση πιθανών λαθών και ελλείψεων στα προϊόντα ή τις διεργασίες	Αναγνώριση μιας αιτίας λάθους και των λογικών συσχετίσεων της	Αναγνώριση, ιεράρχηση και ανάλυση όλων των τύπων λαθών	Μείωση όλων των χρόνιων απωλειών στο μηδέν
Περιοχή εφαρμογής	Βελτιώσεις σχεδιασμού και διεργασιών	Όταν αναζητώνται αιτίες πολύπλοκων προβλημάτων	Σε όλους τους τύπους προβλημάτων	Όπου υπολείπεται μικρός αριθμός απωλειών
Τρόπος εργασίας	Μια ομάδα βελτίωσης πραγματοποιεί καταιγισμό ιδεών για να αναγνωρίσει πιθανά λάθη	Μια ομάδα αναλύει το πρόβλημα σε κλάδους μέσω καταιγισμού ιδεών	Μια ομάδα εργάζεται με καταιγισμό ιδεών και δόμηση δεδομένων για να επιτύχει το στόχο	Μια ομάδα ειδικών εργάζεται συστηματικά σύμφωνα με τα οκτώ βήματα της ανάλυσης
Πόροι	Υψηλές απαιτήσεις	Υψηλές απαιτήσεις	Χαμηλές απαιτήσεις	Πολύ υψηλές απαιτήσεις

Τα παραδοσιακά εργαλεία συγκρίνονται, στον παρακάτω πίνακα, με την PM ανάλυση. Αυτά διαφέρουν σε ό,τι αφορά τον σκοπό, τις περιοχές εφαρμογής, τον τρόπο εργασίας και την απαίτηση για πόρους.

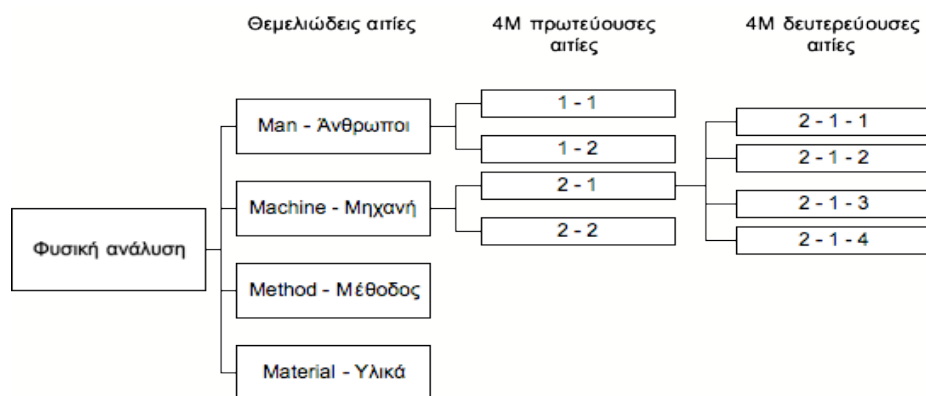
Ειδικότερα, ο στόχος της ανάλυσης μηχανισμών φαινομένων, «0-λάθη», διαφέρει ουσιαστικά από τα παραδοσιακά εργαλεία βελτίωσης.

Η περιοχή χρησιμοποίησης της ανάλυσης μηχανισμών φαινομένων είναι, κυρίως, μόνο όπου υπάρχει ένα μικρό κομμάτι απωλειών. Η ανάλυση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα και για ένα μεγάλο κομμάτι απωλειών. Τα παραδοσιακά εργαλεία βελτίωσης μπορούν έτσι να είναι πιο αποδοτικά οικονομικά, μέσω της ιεράρχησης των σημαντικότερων προβλημάτων.

Η ανάλυση μηχανισμών φαινομένων είναι ένας πιο συστηματικός τρόπος εργασίας από ότι τα παραδοσιακά εργαλεία βελτίωσης μέσα από τα οκτώ καλώς διαμορφωμένα και λεπτομερή στάδια, καθώς και μέσα από τους κανόνες και την απαίτηση που υπάρχει για να αποφασιστεί αν το στάδιο είναι σωστό ολοκληρωμένο. Αν κάποια αστοχία υπάρξει, αυτή ανακαλύπτεται άμεσα, λόγω του ότι οι χρήστες δεν μπορούν να συνεχίσουν στο επόμενο στάδιο.

Η ανάλυση μηχανισμών φαινομένων θέτει, ακόμα, υψηλές απαιτήσεις σε πόρους από ότι οι συμβατικές μέθοδοι, γεγονός το οποίο εξαρτάται από τον στόχο να επιτευχθούν 0 - λάθη. Οι πόροι που απαιτούνται είναι, πρωτίστως, μεγάλη γνώση σχετικά με τις μηχανές, τεκμηριωμένες διαδικασίες και πρότυπα, τεχνικώς ικανό προσωπικό με αναλυτική ικανότητα καθώς και πολύς χρόνος.

Στην ανάλυση μηχανισμών φαινομένων περιλαμβάνεται ένα δένδρο λαθών που χρησιμοποιείται για να αναπαρασταθούν οι σχέσεις μεταξύ των τεσσάρων παραγόντων παραγωγής και των ενδεχόμενων αιτιών λαθών, βλ. διάγραμμα 11.5. Το δένδρο ξεκινά από το δεύτερο στάδιο της ανάλυσης και εκτείνεται μέχρι το τέταρτο. Μέσω του δένδρου, λαμβάνονται όλες οι πιθανές αιτίες λαθών, οι οποίες επηρεάζουν το βασικό πρόβλημα, και αναλύονται. Οι τέσσερις παράγοντες της παραγωγής θα πρέπει να αντιπροσωπεύονται στο δένδρο στο επίπεδο των θεμελιωδών αιτιών, βλ. παράγραφο 11.6.4.3.



Διάγραμμα 11.5 Δένδρο Λαθών στην ανάλυση μηχανισμών φαινομένων

Στο πρώτο στάδιο της ανάλυσης μηχανισμών φαινομένων, αποσαφηνίζεται το φαινόμενο και χρησιμοποιούνται τα επτά εργαλεία ελέγχου ποιότητας και διοίκησης ποιότητας για να δομηθούν οι πληροφορίες και να αναπαρασταθούν

γραφικά. Είναι οι συμμετέχοντες που αποφασίζουν το ποια εργαλεία είναι τα καταλληλότερα να χρησιμοποιηθούν για αυτή την επιδίωξη. Συνήθως, συναντώνται τα διαγράμματα ψαροκόκκαλου, Παρέτο και συσχέτισης.

11.6.2. Οφέλη ανάλυσης μηχανισμών φαινομένων

Η επιχειρήσεις που έχουν απώλειες κάτω από 5% εστιάζουν συχνά στην μείωση των χρόνιων λαθών. Είτε τα χρόνια λάθη αποκαλύπτονται ως απώλειες ποιότητας, είτε ως απώλειες παραγωγής, φαίνεται ότι ποτέ δεν εξαφανίζονται ποτέ. Υπάρχουν κυρίως δύο λόγοι αποτυχίας όταν κανείς επιχειρεί να μειώσει τα χρόνια λάθη:

- Στερείται κατανόησης για τον χαρακτήρα των χρόνιων λαθών.
- Χρησιμοποιεί αναποτελεσματικό τρόπο εργασίας για την αντιμετώπιση των χρόνιων λαθών.

Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά εργαλεία επίλυσης προβλημάτων είναι η ανάλυση μηχανισμών φαινομένων κατάλληλη για να χρησιμοποιηθεί κατά την μείωση των χρόνιων λαθών. Άλλα πλεονεκτήματα της ανάλυση μηχανισμών φαινομένων είναι:

- Η *αυτόνομη συντήρηση* αναπτύσσεται περαιτέρω λόγω του ότι η ανάλυση οξύνει την παρατηρητικότητα των χειριστών και την επίγνωση σχετικά με τις μηχανές.
- Η *ποιοτική συντήρηση* μεταφέρεται ένα βήμα μπροστά σε ό,τι αφορά το να δει κανείς και να κατανοήσει την σύνδεση μεταξύ της ποιότητας προϊόντων και της ακρίβειας και απόδοσης της μηχανής.
- Σημαντικές πληροφορίες επαναφέρονται σε στάδιο της κατασκευής, κάτι που βοηθά τα *νέα αποκτήματα* της επόμενης γενιάς μηχανών.
- Μια καλώς πραγματοποιηθείσα ανάλυση μηχανισμών φαινομένων χρησιμοποιείται στην *εκπαίδευση* για να μεταφερθεί σημαντική γνώση στους χειριστές.
- Η παρότρυνση και η δέσμευση στις *ομαδικές δραστηριότητες* μέσα στο TPM μπορούν να αυξηθούν όπου οι τα μέλη διδάσκονται κάτι νέο.

11.6.2.1 Πόροι για την Ανάλυση Μηχανισμών Φαινομένων

Η ανάλυση μηχανισμών φαινομένων είναι μια μέθοδος που απαιτεί *πολύ χρόνο*, εφόσον θα πρέπει να εξαλειφθούν όλα τα προβλήματα της επιλεγμένης μηχανής. Η κατανάλωση χρόνου εξαρτάται πολύ από την πολυπλοκότητα της μηχανής και την εμπειρία της ομάδας πάνω στην ανάλυση. Η κατανάλωση χρόνου αποφασίζεται ακόμα από το ποιες πληροφορίες είναι διαθέσιμες σε μορφή «follow up» και υπόλοιπων εγγράφων.

Η ανάλυση μηχανισμών φαινομένων διεισδύει πολύ βαθιά μέσα στην κατασκευή της μηχανής και απαιτεί το να μπορούν να πραγματοποιηθούν μετρήσεις των ενδεχόμενων αιτιόντων παραγόντων. Παράδειγμα μεθόδου μέτρησης και δοκιμής που μπορεί να απαντηθεί είναι η μέτρηση λέιζερ και δονήσεων καθώς και δοκιμή υπερήχων.

11.6.3 Κατευθυντήριες γραμμές στην εφαρμογή της ανάλυσης μηχανισμών φαινομένων

Υπάρχουν κάποιοι σημαντικοί παράγοντες, οι οποίοι πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την εφαρμογή της ανάλυσης μηχανισμών φαινομένων:

Ευθύνη. Η ευθύνη για την εισαγωγή μιας ανάλυσης μηχανισμών φαινομένων πρέπει να κείται μεταξύ ατών που είναι υπεύθυνοι για τις αντίστοιχες περιοχές εργασίας, όπου αυτοί επίσης θα είναι υπεύθυνοι για μια ενδεχόμενη εισαγωγή μέτρων επίλυσης.

Ανάπτυξη και εφαρμογή προτύπων. Για να μπορέσει να πραγματοποιηθεί η ανάλυση μηχανισμών φαινομένων, πρέπει όλα τα πρότυπα για τις μηχανές να είναι προσδιορισμένα. Για να μην προκύψει καμία αμφιβολία όταν προσδιορισθούν οι αποκλίσεις από την ιδανική κατάσταση πρέπει να υπάρχουν πρότυπα για όλα τα συμπεριλαμβανόμενα τμήματα της μηχανής καθώς και για τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται.

Τεκμηριωμένες διαδικασίες. Η ανάλυση μηχανισμών φαινομένων θέτει υψηλές

αξιώσεις για το να υπάρχουν τεκμηρίωση σωστού τύπου, ήτοι περιγραφές λειτουργίας, εγχειρίδια εργασίας και περιγραφές διεργασιών. Οι τεκμηριωμένες διαδικασίες θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν για να καθορισθεί το πως οι λειτουργίες πραγματοποιούνται στον καθημερινό χώρο, το οποίο κατόπιν αξιολογείται έτσι ώστε να ανακαλυφθούν ενδεχόμενες δυσκολίες. Η τεκμηρίωση χρησιμοποιείται ακόμα για να ορισθεί η ιδανική κατάσταση την οποία πρέπει να επιτύχουν οι μηχανές.

Εκπαίδευση. Η γνώση σχετικά με και η εμπειρία πάνω στην ανάλυση μηχανισμών φαινομένων ως τρόπος εργασίας. Μπορεί να είναι δύσκολο να προσαρμοστεί κανείς στο νέο τρόπο σκέψης του να αναλώνεται χρόνος για να αποσαφηνιστούν τα προβλήματα όμοια πολύς με αυτόν που αναλώνεται για την επίλυση τους.

Δημιουργία ομάδων εργασίας. Απαιτείται από τους συμμετέχοντες σε μια ανάλυση μηχανισμών φαινομένων εκτός της εξοικείωσης με την μέθοδο, ακόμα υψηλή μηχανική γνώση γύρω από τις μηχανές, υψηλή τεχνική γνώση, καλή αναλυτική ικανότητα καθώς και εξοικείωση με τα παραδοσιακά εργαλεία βελτίωσης.

Οι συνηθέστεροι λόγοι πίσω από ένα ανεπαρκές αποτέλεσμα μιας ανάλυσης μηχανισμών φαινομένων είναι:

- Υπερβολικά χαμηλή γνώση γύρω από τις μηχανές.
- Ανεπαρκής αξιολόγηση του φαινομένου.
- Αποτυχημένη κατάτμηση του προβλήματος
- Αιτιόντες λόγοι που αγνοούνται ή παραλείπονται.

11.6.4 Τα στάδια της Ανάλυσης Μηχανισμών Φαινομένων

Στάδιο 1 : Αποσαφήνιση φαινομένου.

Ένα φαινόμενο συναντάται όταν ένα λάθος συμβαίνει και ορίζεται ως «η διαφορά μεταξύ της κανονικής και της μη κανονικής κατάστασης». Στο πρώτο στάδιο, πρέπει να γίνει αντιληπτή η διαφορά μεταξύ της κανονικής και της μη

κανονικής κατάστασης και να διευκρινιστεί με την βοήθεια της ίδιας ικανότητας παρατήρησης. Συνηθίζεται να λέγεται ότι το μισό πρόβλημα έχει λυθεί όταν έχει διασαφηνιστεί το φαινόμενο με ένα σωστό τρόπο. Το πρώτο στάδιο μπορεί να συνοψιστεί σε 4 υπόσταδια: εξάλειψη προκαταλήψεων, μελέτη μηχανής, κατηγοριοποίηση φαινομένου και εξέταση και αναγνώριση αποκλίσεων.

Στάδιο 2: Φυσική ανάλυση.

Μια φυσική ανάλυση σημαίνει ότι, με έναν πρακτικό τρόπο, τίθενται το αντικείμενο σε μια φυσική προοπτική. Αυτό συνεπάγεται ότι με την βοήθεια μιας αρχής λειτουργίας ή ενός προτύπου μπορούμε να κατανοήσουμε πως διαφορετικοί ενυπάρχοντες παράγοντες συνεπιδρούν για να προκληθεί ένα φαινόμενο. Προσδιορίζεται, επίσης, πως αυτή η σύνδεση μπορεί να μετρηθεί σε φυσικές μονάδες, π.χ. θερμοκρασίας και ταχύτητας. Όταν, για παράδειγμα, δυο υλικά βρίσκονται σε επαφή κινδυνεύει το πιο ήπιο υλικό να φθαρεί. Αν αυτό γίνεται επανειλημμένα προκύπτει ένα φαινόμενο σε μορφή τριβής μεταξύ δυο πλακών.

Τέσσερα σημαντικά στάδια πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την εφαρμογή των φυσικών αναλύσεων:

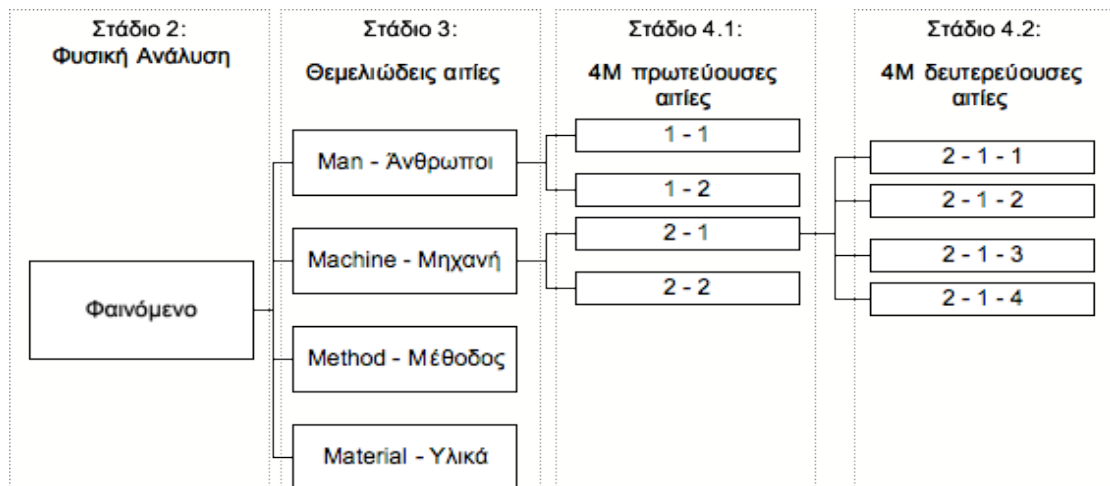
- Αναγνώριση αξιώσεων για την λειτουργία.
- Αναγνώριση προτύπων λειτουργίας.
- Αναγνώριση αμοιβαίων σχέσεων μεταξύ μηχανής και προϊόντος.
- Ποσοτικοποίηση των φυσικών περιστατικών.

Μόνο μια σωστή φυσική ανάλυση μπορεί να υπάρχει για κάθε φαινόμενο. Αν περισσότερες από μια φυσικές αναλύσεις μπορούν να ληφθούν, σημαίνει πως δεν έχει κατηγοριοποιηθεί ικανοποιητικά το φαινόμενο στο πρώτο στάδιο της ανάλυσης.

Στάδιο 3: Αναγνώριση πιθανών θεμελιωδών αιτιών

Σε αυτό το στάδιο, θα πρέπει όλες οι θεμελιώδεις αιτίες του προβλήματος να αναγνωρισθούν. Με τις θεμελιώδεις αιτίες εννοούνται αυτές που μπορούν, άμεσα, να εντοπιστούν, όταν προκύψει πρόβλημα. Φυσικά, είναι σημαντικό να

επιχειρείται να ευρεθούν όλες οι πιθανές αιτίες προβλημάτων. Οι θεμελιώδεις αιτίες πρέπει να τοποθετηθούν σε τέσσερις κατηγορίες, χωρισμένες σύμφωνα με τις τέσσερις παραμέτρους της παραγωγής που περιλαμβάνονται σε όλες τις διεργασίες. Οι τέσσερις παράμετροι της παραγωγής θα αντιπροσωπεύονται στις θεμελιώδεις αιτίες, βλ. σχήμα 11.6.



Διάγραμμα 11.6 Σύνδεση μεταξύ Δένδρου Λαθών και σταδίων της ανάλυσης μηχανισμών φαινομένων

Στάδιο 4: Ανάλυση αιτιών

Σε αυτό το στάδιο θα πρέπει να μελετηθεί η σύνδεση μεταξύ των θεμελιωδών αιτιών και των 4M, ήτοι μια θα πρέπει να γίνει μια σύνδεση αιτίου – ενέργειας. Αυτό θα οδηγήσει στο να αναγνωρισθούν όλες οι πιθανές αιτίες του προβλήματος. Στο στάδιο 4, θα πρέπει να ληφθούν πρωτεύουσες και δευτερεύουσες αιτίες. Οι πρωτεύουσες αιτίες προέρχονται από την αλληλεπίδραση των αιτιών μέσα στο συμπεριλαμβανόμενο module της μηχανής. Οι δευτερεύουσες αιτίες διαπραγματεύονται την αλληλεπίδραση μεταξύ του module και των εξαρτημάτων του.

Στάδιο 5: Διευκρίνιση ιδανικής κατάστασης

Η ιδανική κατάσταση δεν είναι αυτή που υπάρχει πριν να προκύψει το λάθος, αλλά η κατάσταση του «δουλεύει σαν καινούργιο» ή του «αυτό που είναι αναγκαίο για να λειτουργεί η μηχανή, συν αυτό που είναι επιθυμητό να

επιτευχθεί», (Nord, 1997).

Στάδιο 6 : Αξιολόγηση αποκλίσεων

Σε αυτό το στάδιο, θα πρέπει οι πραγματικοί λόγοι του προβλήματος να ληφθούν με την βοήθεια της κατάλληλης μεθόδου μέτρησης και αξιολόγησης. Η μέτρηση γίνεται για να ληφθούν οι διαφορές μεταξύ των πιθανών αιτιώντων παραγόντων, που λήφθηκαν στα στάδια 3 και 4, και της ιδανικής κατάστασης.

Στάδιο 7 : Επιλογή αποκλίσεων για ρύθμιση

Όταν όλοι οι πιθανοί αιτιόντες παράγοντες αναγνωρισθούν και ποσοτικοποιηθούν, μέσω μιας καλής και αξιόπιστης μεθόδου μέτρησης, ορίζονται οι πραγματικοί αιτιόντες παράγοντες. Αυτοί γίνονται, κατόπιν, αντικείμενο για τα μέτρα βελτίωσης. Όπου μια απόκλιση συναντάται, συνηθίζει να επηρεάζει την διεργασία αρνητικά. Υπάρχουν, αντιθέτως, αποκλίσεις που δεν έχουν κάποια επίδραση στο βασικό πρόβλημα και ως εκ τούτου, δεν χρειάζεται να ρυθμιστούν.

Στάδιο 8: Προτάσεις και βελτιώσεις

Σε αυτό το στάδιο θα πρέπει οι ομάδες να δώσουν προτάσεις για βελτιώσεις για την διόρθωση των αποκλίσεων που αναγνωρίστηκαν. Αυτοί, επίσης, πραγματοποιούν και εγκαθιστούν ρουτίνες που αποτρέπουν την επανάληψη των αποκλίσεων. Το στάδιο 8 μπορεί να χωριστεί σε τρία υποστάδια: αποκατάσταση, αναγνώριση και τυποποίηση.