

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

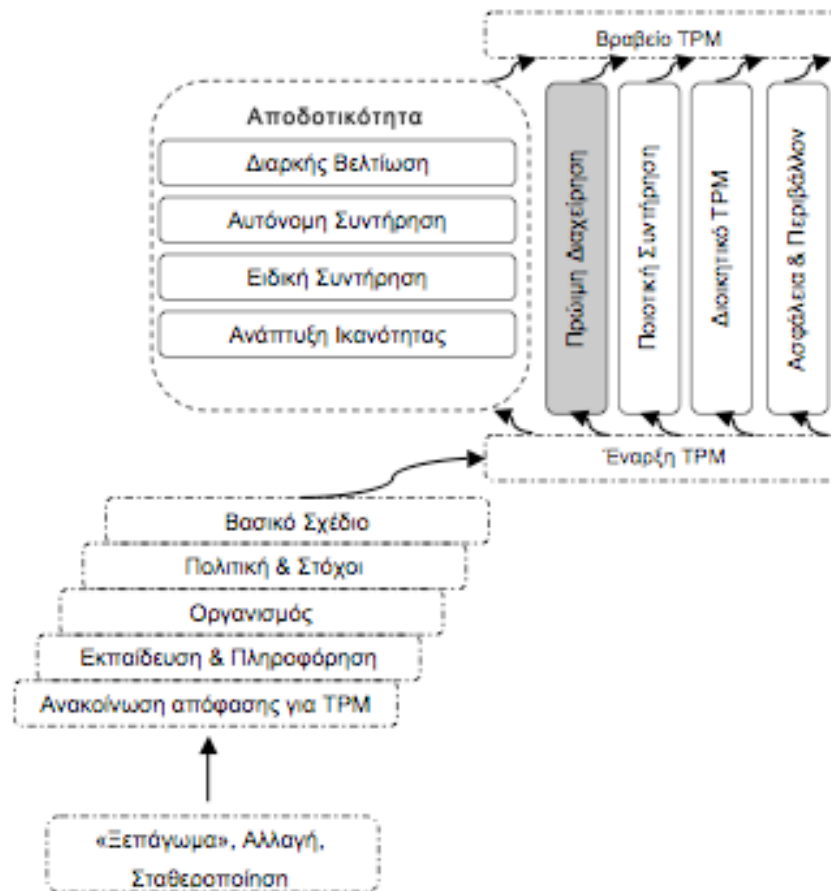
Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα  
(Total Productive Maintenance, TPM)  
*μέσω της εφαρμογής της στην αυτοκινητοβιομηχανία VOLVO*

## Κεφάλαιο 10

### Πρώιμη Διαχείριση

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

## Κεφάλαιο 10 Πρώιμη Διαχείριση



Καθώς τα προϊόντα αποκτούν ποικίλλουν ολοένα και περισσότερο και η διάρκεια ζωής τους γίνεται συντομότερη, η εύρεση αποδοτικών μεθόδων για ανάπτυξη προϊόντων και επενδύσεις σε εξοπλισμό καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την ανταγωνιστικότητα και την βιωσιμότητα των επιχειρήσεων. Η δραστηριότητα της Πρώιμης Διαχείρισης, ως πυλώνας της Ολικής Συντήρησης για την Παραγωγικότητα, στοχεύει στην δραματική μείωση του χρονικού διαστήματος από τα πρώτα στάδια ανάπτυξης ενός νέου μηχανήματος μέχρι το στάδιο της πλήρους λειτουργίας του, καθώς και στο να επιτύχει μια *κάθετη έναρξη (vertical startup)*, ήτοι μια έναρξη που είναι γρήγορη, ελεύθερη διαταραχών και σφαλμάτων και είναι ικανή να δώσει το σωστό αποτέλεσμα από την πρώτη φορά (Suzuki, 1994).

Στα πλαίσια του παρόντος κεφαλαίου, θα αναλυθούν ζητήματα και δραστηριότητες σχετικές με την πρώιμη διαχείριση, όπως αυτά

αντιμετωπίστηκαν από τη VOLVO. Αξίζει να σημειωθεί, πως η εταιρεία στο δικό της σχέδιο ανάπτυξης του TPM, αποκαλεί το στάδιο αυτό «Νέα Αποκτήματα – Nyanskaffning», για να καταστήσει σαφές ότι ο πυρήνας της εν λόγω δραστηριότητας είναι ο νέος εξοπλισμός και τα νέα προϊόντα (Nord, 1997). Ο τίτλος «Νέα Αποκτήματα» χρησιμοποιείται, ενίοτε, εναλλακτικά του τίτλου «Πρώιμη Διαχείριση» στις ακόλουθες παραγράφους.

### **10.1 Η ανάγκη για Πρώιμη Διαχείριση**

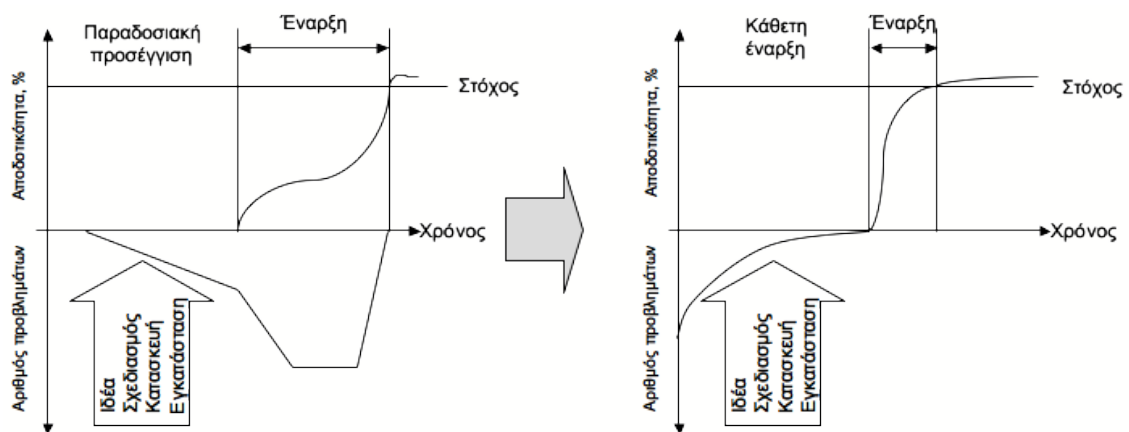
Το να αναπτύσσει, και το να αναπτύσσει αποδοτικά, μια εταιρεία προϊόντα διασφαλισμένης ποιότητας, τα οποία ικανοποιούν τις προσδοκίες των πελατών, είναι ανταγωνιστικά, παράγονται και πωλούνται εύκολα, είναι ζωτικής σημασίας για αυτήν. Εντούτοις, μόνο αυτό, δεν είναι αρκετό. Πρέπει, ταυτόχρονα, να εξασφαλίζει ότι η διάρκεια του όλου εγχειρήματος, από την σύλληψη της ιδέας ενός νέου προϊόντος μέχρι την πλήρη παραγωγή, είναι σύντομη και χωρίς προβλήματα. Για να επιτευχθεί αυτό, απαιτείται (1) η αναγνώριση όλων των εισερχόμενων στην παραγωγή πόρων – εξοπλισμός, υλικά, μέθοδοι και ανθρώπινοι πόροι - που απαιτούνται για να φτάσει ένα νέο προϊόν στην αγορά, (2) η εξάλειψη των απωλειών εξοπλισμού και (3) η μεγιστοποίηση της απόδοσης της σχετικής επένδυσης (Suzuki, 1994).

Οι παραπάνω προϋποθέσεις, όσον αφορά τον παραγωγικό εξοπλισμό, συνεπάγονται ότι χρησιμοποιούνται μηχανές, οι οποίες χρησιμοποιούνται και συντηρούνται απλά και γρήγορα, είναι αξιόπιστες και καλώς κατασκευασμένες. Μόνο, ένας εξοπλισμός με τα εν λόγω χαρακτηριστικά, εξασφαλίζει προϊόντα υψηλής ποιότητας, τα οποία μπορούν να κατασκευαστούν σε επιθυμητά χρονικά όρια.

Συχνά, ο παραγωγικός εξοπλισμός είναι προσαρμοσμένος στις εξειδικευμένες προδιαγραφές και ανάγκες της εταιρείας, η οποία τον χρησιμοποιεί. Ως εκ τούτου, πολλές φορές, σχεδιάζεται, κατασκευάζεται και εγκαθίσταται βιαστικά. Χωρίς αυστηρή πρώιμη διαχείριση, ο εξοπλισμός αυτός εισάγεται στη φάση της δοκιμαστικής λειτουργίας με πολλά υποβόσκοντα ελαττώματα. Πράγματι, η εμπειρία αποδεικνύει πως το προσωπικό παραγωγής και συντήρησης,

πραγματοποιώντας έναρξη της παραγωγής και διορθωτική συντήρηση, αντίστοιχα, ανακαλύπτει ελαττώματα, τα οποία έχουν δημιουργηθεί κατά τις φάσεις του σχεδιασμού, της κατασκευής και της εγκατάστασης.

Τα προβλήματα στην έναρξη της λειτουργίας νέου παραγωγικού εξοπλισμού συνεπάγονται καθυστέρηση στη πλήρη χρήση του εξοπλισμού, μεγαλύτερο από τον αναμενόμενο χρόνο παράδοσης και ενδεχομένως χαμηλότερες πωλήσεις ή υψηλές απαιτήσεις για αποζημιώσεις, υψηλότερα κόστη από τα προϋπολογισθέντα για την κατασκευή του εξοπλισμού και χαμηλότερα επιτεύγματα από τα προσδοκώμενα, ήτοι μικρότερο όγκο παραγωγής και χαμηλότερη παραγωγικότητα, το οποίο μπορεί να σημαίνει ότι ο εξοπλισμός δεν θα γίνει ποτέ κερδοφόρος.



Διάγραμμα 10.1 Η σύνδεση του χρόνου έναρξης με την αποδοτικότητα (Nord, 1997)

Υπάρχει, συχνά, μία λανθασμένη πεποίθηση ότι πάντα σε μια έναρξη παραγωγής θα υπάρχει πρόβλημα και αυτό είναι, ενίοτε, θεμιτό, καθώς έτσι αποκαλύπτονται σφάλματα σε πρώιμο στάδιο. Εντούτοις, στην πραγματικότητα είναι, ήδη, αργά για να αποκαλυφθεί ένα σφάλμα. Τα προβλήματα στην έναρξη δεν πρέπει να είναι αποδεκτά κι αν προκύπτουν πρέπει να θεωρούνται ως αποτυχία του εγχειρήματος ενσωμάτωσης νέου παραγωγικού εξοπλισμού (Nord, 1997).

Η συνηθέστερη αιτία των προβλημάτων έναρξης είναι η αδυναμία των τμημάτων της επιχείρησης να συνεργαστούν αποδοτικά για την ανάπτυξη, εγκατάσταση και έναρξη νέου παραγωγικού εξοπλισμού. Η νοοτροπία, η οποία

επικρατεί σε πληθώρα επιχειρήσεων, διαχωρίζει τη διαδικασία ενσωμάτωσης νέου εξοπλισμού σε διακριτά και απομονωμένα στάδια που αφορούν τα τμήματα σχεδιασμού και ανάπτυξης, κατασκευής και συντήρησης, αφήνοντας έξω τα τμήματα προγραμματισμού παραγωγής, μάρκετινγκ, οικονομικών και ποιότητας. Κατά αυτόν τον τρόπο, η ροή πληροφοριών είναι μονόδρομη και περιορισμένη μεταξύ συγκεκριμένων τμημάτων, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη ότι η λειτουργία και η απόδοση ενός νέου τμήματος εξοπλισμού επηρεάζει συνολικά τη λειτουργία και την απόδοση της επιχείρησης.

Το TPM μέσω της Πρώιμης Διαχείρισης δημιουργεί μια νοοτροπία σύμφωνα με την οποία όλες οι διεργασίες από την σύλληψη της ιδέας για ένα νέο κομμάτι εξοπλισμού μέχρι την πλήρη χρήση του αποτελούν ένα σύνολο μέσα στο οποίο όλα τα εμπλεκόμενα μέρη συνεργάζονται στενά, ανταλλάσσουν και αξιοποιούν πληροφορίες και εμπειρία, αναζητούν και τροφοδοτούνται με περαιτέρω πληροφορίες από τα υπόλοιπα μέρη της επιχείρησης, καθώς και από παλαιότερα παρόμοια εγχειρήματα.

Σαφώς, η νοοτροπία αυτή αφορά, εξίσου, την ανάπτυξη νέων προϊόντων, όπως γίνεται εμφανές και σε ακόλουθη παράγραφο.

## **10.2 Στόχοι της Πρώιμης Διαχείρισης**

Η Πρώιμη Διαχείριση έχει δυο συνολικούς στόχους:

- να επιτευχθεί σταθερή παραγωγή σε πλήρη ρυθμό κατά την έναρξη (ή επανέναρξη μετά από επισκευή και διορθωτική συντήρηση),
- να επιτευχθούν, στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό, οι λεπτομερείς απαιτούμενες προδιαγραφές για την εργασία κατασκευής

Οι στόχοι αυτοί μεταφράζονται, σε όρους μηχανών, στην ανάπτυξη, κατασκευή και δοκιμή εξοπλισμού που μπορεί:

- να παράγει προϊόντα χωρίς ελαττώματα,
- να ρυθμίζεται εύκολα, να πραγματοποιείται γρήγορα σε αυτόν εναλλαγή εργαλείων και παραγωγής, καθώς και να παράγει προϊόντα χωρίς ελαττώματα σε πλήρη ρυθμό ακόμα και αμέσως μετά από μια αλλαγή

- εργαλείου ή εναλλαγή παραγωγής,
- να συντηρείται εύκολα και αν προκύψει σε αυτόν βλάβη ή σφάλμα, να εντοπίζεται γρήγορα από τους χειριστές. Τα ελαττωματικά εξαρτήματα του πρέπει, επίσης, να μπορούν να αντικαθίστανται γρήγορα και απλά,
  - να καθαρίζεται, να λιπαίνεται και να ελέγχεται εύκολα,
  - να μην είναι απαιτητικός σε πόρους,
  - να είναι ασφαλής για το προσωπικό.

Βασικά εργαλεία της Πρώιμης Διαχείρισης για την επίτευξη των παραπάνω στόχων είναι η αξιολόγηση της οικονομικής απόδοσης, μέσω της διαχείρισης του Κόστους Κύκλου Ζωής και ο σχεδιασμός για Πρόληψη Συντήρησης. Τα εργαλεία αυτά αναπτύσσονται στις επόμενες παραγράφους.

### **10.3 Μέθοδοι της Πρώιμης Διαχείρισης**

#### **10.3.1 Κόστος Κύκλου Ζωής**

Το Κόστος Κύκλου Ζωής, ΚΚΖ (Life Cycle Cost, LCC), ορίζεται ως: «Το άθροισμα των άμεσων, έμμεσων, περιοδικών, μη περιοδικών, και όλων των σχετιζόμενων δαπανών ενός συστήματος κατά τη διάρκεια της αποδοτικής λειτουργίας του. Είναι το σύνολο όλων των δαπανών που δημιουργούνται ή προβλέπεται να δημιουργηθούν κατά το σχεδιασμό, την παραγωγή, τη λειτουργία, τη συντήρηση και άλλες υποστηρικτικές λειτουργίες.» (Suzuki, 1994)

Η αξιολόγηση της οικονομικής επίδοσης ενός νέου εξοπλισμού (ή προϊόντος) με βάση το Κόστος Κύκλου Ζωής – Life Cycle Costing – αποτελεί «μια συστηματική τεχνική λήψης αποφάσεων, η οποία ενσωματώνει το Κόστος Κύκλου Ζωής ως μια παράμετρο στο στάδιο του σχεδιασμού, εξετάζοντας όλες τις πιθανές εναλλακτικές για να διασφαλίσει ένα οικονομικό Κόστος Κύκλου Ζωής για το σύστημα του χρήστη ή το σχεδιασμό.» (Suzuki, 1994)

Το TPM υιοθετεί την τεχνική αυτή στην Πρώιμη Διαχείριση για να διασφαλίσει ότι οι επενδύσεις της επιχείρησης αξιοποιούνται σωστά, σε νέο εξοπλισμό

μηχανή, ο οποίος κοστίζει το λιγότερο δυνατό, με βάση τη χρήση του για όλη την διάρκεια ζωής του. Ειδικότερα, το TPM στοχεύει, μέσω του υπολογισμού του ΚΚΖ κατά την ανάπτυξη ενός νέου αποκτήματος, να στρέψει την προσοχή από τα αρχικά κόστη επένδυσης ή απόκτησης, τα οποία είναι παραδοσιακά στο κέντρο του ενδιαφέροντος, σε όλα τα κόστη που συνδέονται με την απόκτηση, την λειτουργία και την κατάργηση μιας μηχανής, ήτοι σε όλα τα κόστη που δημιουργούνται στη διάρκεια της ζωής μιας μηχανής (ή ενός προϊόντος) και βαρύνουν το χρήστη. Μόνο, κατά αυτόν τον τρόπο, μπορεί να εξασφαλισθεί η επιθυμητή οικονομική επίδοση για ένα νέο απόκτημα.

Πράγματι, η εμπειρία δείχνει πως η απόκτηση ή η κατασκευή μιας μηχανής αντιστοιχεί σε ένα αρχικό κόστος, του οποίου έπεται μία σειρά από «κρυφά» ή ελλιπώς αναλυθέντα κόστη, τα οποία εμφανίζονται, αργότερα, στη ζωή της μηχανής. Αυτά, τα μη αρχικά εμφανή κόστη αφορούν, κυρίως, τα εξής:

- *Συντήρηση*, ήτοι πόροι για προληπτική εργασία τόσο των χειριστών όσο και του προσωπικού συντήρησης και εξωτερικής ικανότητας.
- *Αποθήκευση*, ήτοι κόστη για ανταλλακτικά καθώς και αποθήκευση για εργαλεία και αναλώσιμα υλικά.
- *Εκπαίδευση*, ήτοι πόροι για εκπαίδευση των χειριστών, των τεχνικών κ.ο.κ.
- *Χώροι*, ήτοι κόστη για την προσαρμογή χώρων για τις νέες μηχανές (ενίσχυση δαπέδων ή ηχομόνωση)
- *Τεκμηρίωση*, ήτοι οδηγίες για λειτουργία, εναλλαγές και συντήρηση.
- *Εργαλεία και μηχανές για δοκιμή και έλεγχο*, ήτοι εξοπλισμός για μέτρηση δονήσεων ή έλεγχο ποιότητας.
- *Λειτουργία*, ήτοι πόροι για προσωπικό, αναλώσιμα υλικά, ενέργεια και διαχείριση αποβλήτων.
- *Μεταφορά και διαχείριση*, ήτοι κόστη για γερανούς και φορτηγά, αποθήκευση και συσκευασία κ.α.
- *Κατάργηση*, ήτοι κόστη που προκύπτουν όταν μια μηχανή τίθεται οριστικά εκτός λειτουργίας.

Είναι προφανές, ότι οποιαδήποτε επένδυση, η οποία δεν συνυπολογίζει τις παραπάνω δαπάνες, δεν μπορεί να είναι αποδοτική.

Όταν μελετά κανείς το πως δημιουργείται το ΚΚΖ σε ένα έργο, ανακαλύπτει ότι

οι μεγαλύτερες δαπάνες που θα προκύψουν μελλοντικά, προσδιορίζονται, ήδη, στις πρώιμες φάσεις. Ένας εμπειρικός κανόνας στη VOLVO λέει ότι μια αλλαγή που κοστίζει 1 κορόνα να πραγματοποιηθεί στην φάση σύλληψης της ιδέας, κοστίζει 10 κορόνες στην φάση σχεδιασμού, 100 κορόνες στην φάση κατασκευής και 1000 κορόνες αφού η μηχανή μπει σε λειτουργία (Nord, 1997). Έτσι, ένα σφάλμα στην σύλληψη της ιδέας ή τον σχεδιασμό, το οποίο δεν αντιμετωπίζεται, καταδικάζει τη μηχανή σε μεγάλα κόστη στην εξέλιξη του κύκλου ζωής της. Η εμπειρία δείχνει ότι περίπου 65-75% των μελλοντικών δαπανών έχει καθορισθεί, ήδη, από τις εισαγωγικές φάσεις της ιδέας και του προγραμματισμού (Nord, 1997).

Μια εξέλιξη του ΚΚΖ, είναι το Κέρδος Κύκλου Ζωής (Life Cycle Profit, LCP) που λαμβάνει υπόψη τα έσοδα που μπορούν να προκύψουν σε σχέση με την επένδυση σε νέο εξοπλισμό για όλη τη διάρκεια ζωής του. Έτσι, μπορεί να ειπωθεί ότι πριν από την απόφαση για μια επένδυση, εξετάζεται το ελάχιστο δυνατό Κόστος Κύκλου Ζωής και το μέγιστο δυνατό Κέρδος Κύκλου Ζωής, σε συνδυασμό.

#### 10.3.1.1 Αξιολόγηση οικονομικής επίδοσης νέου αποκτήματος με βάση το Κόστος Κύκλου Ζωής

Μία γενική διαδικασία για την αξιολόγηση της οικονομικής επίδοσης ενός νέου αποκτήματος με βάση το ΚΚΖ περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα:

- Αποσαφήνιση του στόχου για το νέο απόκτημα.
- Διαμόρφωση εναλλακτικών προτάσεων, ικανών να εκπληρώσουν το στόχο.
- Καθορισμός κριτηρίων για την αξιολόγηση του αποκτήματος και τεχνικών για την ποσοτικοποίησή τους.
- Αξιολόγηση των προτάσεων.
- Τεκμηρίωση των αναλυτικών αποτελεσμάτων και διεργασιών. (Suzuki, 1994)



### 10.3.1.2 Υπολογισμός Κόστους Κύκλου Ζωής

Η αξιολόγηση των εναλλακτικών προτάσεων και η τελική επιλογή περιλαμβάνει τον υπολογισμό του ΚΚΖ, ο οποίος πραγματοποιείται σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο:

$$\text{Κόστος Κύκλου Ζωής} = \text{Αρχικό Κόστος (ΑΚ)} + \text{Τρέχον Κόστος (ΤΚ)}$$

Το Αρχικό Κόστος ΚΚΖ αποτελείται από το αρχικό σταθερό κόστος επένδυσης ή απόκτησης, καθώς και από τα κόστη εγκατάστασης και εκπαίδευσης για εγκατάσταση και χρήση. Το Τρέχον Κόστος αποτελείται από όλα τα κόστη που εμφανίζονται κατά τη λειτουργία και αναφέρθηκαν ως μη εμφανή κόστη στην παράγραφο 10.3.1. Ως εκ τούτου, για τον υπολογισμό του ΤΚ απαιτούνται πληροφορίες, μεταξύ άλλων, γύρω από τα ακόλουθα:

- Ενδιάμεσος χρόνος μεταξύ λαθών, ανά στοιχείο μηχανής ή μονάδα.
- Κόστος επισκευής και χρόνος διακοπής ανά στοιχείο μηχανής ή μονάδα.
- Κόστη για προληπτική συντήρηση, ήτοι για την προληπτική συντήρηση που πραγματοποιείται τόσο από τους χειριστές, όσο και από τους τεχνικούς.
- Κόστη για απώλειες έναρξης.
- Κόστη αμοιβών κατά την λειτουργία
- Κόστη για υλικά, φθαρμένα κομμάτια, ενέργεια κ.α.
- Κόστη για απόβλητα.

Για την απόκτηση των εν λόγω πληροφοριών, απαιτείται η αξιοποίηση όλης της διαθέσιμης εμπειρίας, είτε της εσωτερικής από ένα δομημένο έλεγχο μιας υπάρχουσας όμοιας μηχανής, είτε της εξωτερικής από προμηθευτές, άλλους χρήστες και ειδικούς.

### 10.3.2 Πρόληψη Συντήρησης

Ακόμα κι αν ο σχεδιασμός, η κατασκευή και η εγκατάσταση νέου εξοπλισμού εμφανίζονται επιτυχής, προκύπτουν πάντα προβλήματα κατά τη δοκιμαστική λειτουργία και την έναρξη της κανονικής λειτουργίας. Οι μηχανικοί της παραγωγής και της συντήρησης καταβάλλουν μεγάλες προσπάθειες για να λειτουργεί η παραγωγή ομαλά, αλλά αυτό επιτυγχάνεται, μόνο, από

επανειλημμένες μετατροπές και ρυθμίσεις.

Αφού η παραγωγή ξεκινά να λειτουργεί κανονικά, ο έλεγχος, η λίπανση και ο καθαρισμός για την αποτροπή φθορών και βλαβών μπορεί να είναι δύσκολο να πραγματοποιηθούν, όπως επίσης και οι εναλλαγές παραγωγής, οι αλλαγές ή αντικαταστάσεις εργαλείων, και οι επισκευές. Όταν ο εξοπλισμός δεν είναι σχεδιασμένος για εύκολη χρήση και συντήρηση, οι χειριστές και οι συντηρητές αποφεύγουν τις τακτικές διαδικασίες τακτοποίησης και καθαρισμού, οι ρυθμίσεις είναι εξαιρετικά χρονοβόρες και ακόμα και οι πιο απλές επισκευές απαιτούν την αδρανοποίηση του εξοπλισμού για μεγάλες περιόδους. Τα παραπάνω έχουν ως αποτέλεσμα τον πληθωρισμό των λειτουργικών δαπανών και τη μείωση της αποδοτικότητας του εξοπλισμού.

Το TPM επιδιώκει να εξαλείψει τα παραπάνω προβλήματα μέσω της εισαγωγής στις διεργασίες της Πρώιμης Διαχείρισης του σχεδιασμού Πρόληψης Συντήρησης. Ο σχεδιασμός Πρόληψης Συντήρησης, σχεδιασμός ΠΣ, (Maintenance Prevention design, MP design) είναι μια δραστηριότητα που ελαχιστοποιεί τα μελλοντικά κόστη συντήρησης και τις απώλειες λόγω φθοράς του νέου εξοπλισμού, λαμβάνοντας υπόψη – κατά τον προγραμματισμό και την κατασκευή – δεδομένα από τη συντήρηση του υπάρχοντος εξοπλισμού και από νέες τεχνολογίες και σχεδιάζοντας με στόχο υψηλή αξιοπιστία, συντηρησιμότητα, οικονομία, λειτουργικότητα και ασφάλεια. Ιδανικά, ο σχεδιασμός ΠΣ οδηγεί στην ανάπτυξη μηχανών, οι οποίες δεν υφίστανται βλάβες, δεν παράγουν ελαττωματικά προϊόντα, χρησιμοποιούνται και συντηρούνται εύκολα. Η διεργασία του σχεδιασμού ΠΣ βελτιώνει την αξιοπιστία του εξοπλισμού, εξερευνώντας αδυναμίες στον υπάρχοντα εξοπλισμό και τροφοδοτώντας τις σχετικές πληροφορίες στους σχεδιαστές (Suzuki, 1994).

#### 10.3.2.1 Η εφαρμογή του σχεδιασμού Πρόληψης Συντήρησης

Η διαχείριση εξοπλισμού αποτελείται από τη διαχείριση της απόκτησης ή της κατασκευή νέου εξοπλισμού και τη διαχείριση της συντήρησης του. Σύμφωνα με το TPM, η διαχείριση εξοπλισμού περιλαμβάνει τον σχεδιασμό Πρόληψης Συντήρησης ως ένα σημαντικό κομμάτι της διαχείρισης της επένδυσης σε νέο εξοπλισμό που λειτουργεί ως διεπιφάνεια μεταξύ της εν λόγω διαχείρισης και

της διαχείρισης συντήρησης.

Πράγματι, ένα σύστημα για τη διαχείριση του παραγωγικού εξοπλισμού ενός εργοστασίου περιλαμβάνει τα ακόλουθα υποσυστήματα:

- Προγραμματισμός της επένδυσης σε εξοπλισμό (τεχνικές για την αξιολόγηση της επένδυσης).
- Πρώιμη Διαχείριση εξοπλισμού (σχεδιασμός ΠΣ).
- Λειτουργία και Συντήρηση (τεχνικές και τεχνολογία για τη συντήρηση και βελτίωση του υπάρχοντος εξοπλισμού).
- Αναδιοργάνωση μέτρων (τεχνικές για την ανάπτυξη και μετατροπή εξοπλισμού).

Σε ένα τέτοιο σύστημα, οι δραστηριότητες του σχεδιασμού ΠΣ είναι εγγενείς στην Πρώιμη Διαχείριση (από τον σχεδιασμό μέχρι την πλήρη λειτουργία). Αναλυτικότερα, ομάδες με μέλη από όλα τα εμπλεκόμενα τμήματα, πραγματοποιούν τις δραστηριότητες του σχεδιασμού ΠΣ κατά τα ακόλουθα στάδια και ασχολούνται με ανακάλυψη και εξάλειψη λαθών και ανωμαλιών:

- Σχεδιασμός
- Κατασκευή
- Εγκατάσταση και δοκιμαστική λειτουργία
- Πλήρης έναρξη λειτουργίας και παραγωγή προϊόντων.

Οι δραστηριότητες του σχεδιασμού ΠΣ πραγματοποιούνται με βάση τους ακόλουθους περιορισμούς, οι οποίοι προέρχονται από την φάση προγραμματισμού της επένδυσης σε εξοπλισμό:

- Διατιθέμενη τεχνολογία παραγωγής και εξοπλισμού.
- Ποσοτική και ποιοτική δυναμικότητα του εξοπλισμού.
- Βασικές προδιαγραφές εξοπλισμού.
- Τρέχοντα κόστη.

Οι δραστηριότητες επιδιώκουν να επιτύχουν τους ακόλουθους στόχους εντός των παραπάνω ορίων:

- Μείωση του χρόνου μεταξύ σχεδιασμού και πλήρους λειτουργίας.
- Ενσωμάτωση του νέου εξοπλισμού με ελάχιστα κόστη εργασίας και ισορροπημένο εργασιακό φόρτο.

- Δημιουργία νέου εξοπλισμού με υψηλή αξιοπιστία, συντηρησιμότητα, οικονομία, λειτουργικότητα και ασφάλεια.

Για να επιτευχθούν οι στόχοι αυτοί, οι ομάδες που πραγματοποιούν τις δραστηριότητες του σχεδιασμού ΠΣ πρέπει να είναι ιδιαίτερα ικανοί, να αξιοποιούν πλήρως την διαθέσιμη εμπειρία και να ενσωματώνουν τις σχετικές πληροφορίες στα σχέδια του νέου εξοπλισμού.

### 10.3.2.2 Αξιοποίηση εμπειρίας και πληροφοριών στο σχεδιασμό Πρόληψης Συντήρησης

Οι δραστηριότητες της Πρόληψης Συντήρησης είναι δραστηριότητες που υποστηρίζουν την εισαγωγή ενός σχεδιασμού μηχανής που χαρακτηρίζεται από αξιοπιστία, συντηρησιμότητα, ασφάλεια και οικονομία. Ως στήριγμα για αυτές τις δραστηριότητες χρειάζονται πληροφορίες σχετικά με τις τρέχουσες αδυναμίες της μηχανής, καθώς και γνώση νέων τεχνολογιών. Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός πηγών για συγκέντρωση πληροφοριών, βλ. σχήμα 10.2. Οι επιχειρήσεις πρέπει να εξετάσουν την κατάσταση πληροφόρησής τους και να δομήσουν μια εικόνα που ταιριάζει ακριβώς σε αυτές.



Διάγραμμα 10.2 Πηγές πληροφόρησης για την Πρόληψη Συντήρησης

*Εξωτερικές πηγές πληροφόρησης* είναι σημαντικό να χαρτογραφηθούν και να χρησιμοποιηθούν. Αυτές μπορεί να είναι προμηθευτές, άλλοι χρήστες καθώς και ανταγωνιστές. Ακόμα κι αν αυτές οι πηγές δεν φαίνονται τόσο σημαντικές στην αρχή, μπορεί να είναι μεγάλης σημασίας μελλοντικά, ειδικά, για να

αποκτηθούν πληροφορίες για νέες τεχνολογίες και δυνατότητες για να εφαρμοσθούν. Λίγες επιχειρήσεις έχουν την δυνατότητα να αναπτύξουν μόνες τους όλες τις τεχνολογίες που έχουν σημασία σήμερα.

*Στις εσωτερικές πηγές ανήκουν τα μαθήματα ενός σημείου, τα οποία μπορούν να είναι μια άλλη σημαντική πηγή πληροφοριών. Το ότι δημιουργήθηκε ένα μάθημα ενός σημείου για ένα εξάρτημα ή μία λειτουργία μίας υπάρχουσας μηχανής σημαίνει πως αποτελεί ένα σημαντικό, αλλά πολύπλοκο κομμάτι της μηχανής, το οποίο απαιτεί προσπάθεια και ιδιαίτερη προσοχή. Εσωτερική πηγή πληροφόρησης αποτελούν και οι αναφορές συντήρησης από βλάβες και προληπτική εργασία καθώς και αναφορές ενοχλήσεων από μετρήσεις αποδοτικότητας είναι σημαντικές πηγές για πληροφορίες. Εκτός αυτού, μπορούν τα πρωτόκολλα από ομάδες βελτίωσης να δώσουν προτάσεις για λύσεις που ένας σχεδιαστής μπορεί να χρησιμοποιήσει για να εξελίξει περαιτέρω για ένα νέο σχέδιο. Επιπλέον, από τις αναφορές ατυχημάτων λαμβάνονται σημαντικές πληροφορίες για βελτιώσεις απόψεων σχετικών με την ασφάλεια. Τέλος, ένας τρόπος να συγκεντρωθούν γενικές ελλείψεις είναι μέσω αναφορών απωλειών, στις οποίες σημειώνονται και αιτιολογούνται προβλήματα και ελλείψεις τρέχουσες στον χρόνο (Nord, 1997).*

Για να επιτευχθεί ο σχεδιασμός ΠΣ είναι σημαντικό οι πληροφορίες που συγκεντρώνονται να είναι απλές να ερμηνευθούν και χρησιμοποιηθούν κατά την ανάπτυξη ενός σχεδίου για νέα μηχανή. Απαιτείται, περαιτέρω, να είναι οι πληροφορίες υψηλής ποιότητας και επαρκώς ποσοτικοποιημένες. Πρωτίστως, οι αναφορές συντήρησης ή βλαβών μπορεί, πολλές φορές, να είναι ελλιπείς. Η διαφορά μεταξύ πληροφοριών υψηλής και χαμηλής ποιότητας έγκειται στο αν οι βασικοί λόγοι για την βλάβη έχουν αναφερθεί. Πληροφορίες χαμηλής ποιότητας είναι, συχνά, επικεντρωμένες σε ότι επισκευάστηκε, και όχι στις αιτίες πίσω από την βλάβη ή σε κάτι που απαιτείται για να μην προκύψει ξανά.

Απαιτείται ένα σύστημα για διαρκή συγκέντρωση και ανάλυση προβλημάτων και δυνατοτήτων. Οι πληροφορίες μπορούν, κατόπιν, να μεταφερθούν σε απλές λίστες ελέγχου. Η ανατροφοδότηση πληροφοριών μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους, αλλά πρέπει να σκεφτεί κανείς ότι η απλούστερη λύση πρέπει να προτιμηθεί. Δεν πρέπει να είναι υπερβολικά πολύπλοκο να σημειώνονται οι

πληροφορίες.

### **10.3.3 Υπόλοιπες μέθοδοι και τεχνικές της Πρώιμης Διαχείρισης**

Εκτός από τον σχεδιασμό Πρόληψης Συντήρησης, στις διεργασίες Πρώιμης Διαχείρισης εντάσσονται υποστηρικτικά μέθοδοι και τεχνικές για να εξασφαλιστεί η ανάπτυξη και εγκατάσταση αξιόπιστου εξοπλισμού εντός των προκαθορισμένων χρονικών ορίων. Οι συνηθέστερες από αυτές τις μεθόδους είναι ανάλυση τρόπου αποτυχίας και επιδράσεων (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA), η ανάλυση μηχανισμών φαινομένων (PM analysis), η προσομοίωση και η δοκιμή πλήρους λειτουργίας. Ακολουθώς, αναλύονται οι μέθοδοι της προσομοίωσης και της δοκιμής πλήρους λειτουργίας. Η ανάλυση τρόπου αποτυχίας και επιδράσεων, έχει αναλυθεί στην παράγραφο 6.4.7 και η ανάλυση μηχανισμών φαινομένων αναλύεται στην παράγραφο 11.6.

#### *Προσομοίωση*

Πρωτίστως, στα νέα αποκτήματα μεγάλων και πολύπλοκων συστημάτων παραγωγής, υπάρχει, συχνά, μια μεγάλη ανάγκη του να ελεγχθεί εκ των προτέρων, ότι το σύστημα θα λειτουργήσει όπως σχεδιάστηκε. Όταν το σύστημα μεγαλώνει σε έκταση και αναπτύσσεται πολύ, σε σύγκριση με το υπάρχον σύστημα παραγωγής, είναι δύσκολο να φανταστεί κανείς πως θα λειτουργήσει, πως θα αναπτυχθούν οι απώλειες στο σύστημα παραγωγής, ποιοι πόροι θα είναι απαραίτητοι στο σύστημα σε μορφή ενδιάμεσων αποθηκεύσεων, χειριστών, προσωπικού συντήρησης, φορτηγών κ.α., χωρίς κάποιο βοηθητικό μέσο.

Τα παραπάνω ερωτήματα μπορούν να απαντηθούν με την βοήθεια της προσομοίωσης της παραγωγής. Η προσομοίωση αφορά τη δημιουργία μοντέλων με χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών, τα οποία προβλέπουν τη μελλοντική συμπεριφορά του εξοπλισμού ό,τι αφορά, τόσο τα κόστη, ήτοι τους καταναλισκόμενους πόρους, όσο και τη τεχνική κατάσταση, ήτοι φθορές και βλάβες. Τα μοντέλα δημιουργούνται βάσει πληροφοριών από τον υπάρχοντα εξοπλισμό, καθώς και από τις προδιαγραφές για το νέο εξοπλισμό. Η δυσκολία

του να εφαρμοσθεί η προσομοίωση έγκειται στο ότι τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στα μοντέλα πρέπει να είναι υψηλής ποιότητας, για να μπορεί να αποτελεί το αποτέλεσμα μια καλή βάση για απόφαση.

Η VOLVO χρησιμοποιεί προσομοίωση παραγωγής, για ένα τμήμα, της παραγωγής. Η δυνατότητα του να προσομοιωθεί μια ολόκληρη, πιο πολύπλοκη γραμμή είναι περιορισμένη (Nord, 1997).

### *Δοκιμή πλήρους λειτουργίας*

Ένας τρόπος για συστηματική εργασία για να επιτευχθεί συντομότερος χρόνος έναρξης είναι μέσω δοκιμής πλήρους λειτουργίας, η οποία χαρακτηρίζεται από βηματικές βελτιώσεις της ΟΑΕ και του όγκου παραγωγής κατά την περίοδο έναρξης. Συνοπτικά αποτελεί μια μέθοδο του να λειτουργεί διαρκώς η παραγωγή με το μέγιστο φορτίο για ένα σύντομο χρονικό διάστημα. Κατά την δοκιμή επιδιώκονται ιδανικές προϋποθέσεις στον μέγιστο δυνατό βαθμό, όπου όλες οι συμπεριφορές σημειώνονται.

Κατά την δοκιμή πλήρους λειτουργίας, υπάρχει ένας οργανισμός υποστήριξης που στηρίζει τον κανονικό οργανισμό παραγωγής. Ο οργανισμός υποστήριξης βοηθά ώστε να αντιμετωπίζονται τεχνικά προβλήματα κατά την έναρξη και έτσι μειώνεται η διάρκεια της. Εκτός αυτού, ο οργανισμός υποστηρίζει τους χειριστές με την εκπαίδευση. Ένας στόχος είναι να δημιουργηθεί θετική πνευματική εικόνα της ιδανικής κατάστασης της μηχανής στα άτομα που συμμετέχουν.

## **10.4 Συστήματα Πρώιμης Διαχείρισης**

### **10.4.1 Ανάπτυξη συστημάτων Πρώιμης Διαχείρισης**

Η ακόλουθη διαδικασία τεσσάρων σταδίων διασφαλίζει την ανάπτυξη αποδοτικών συστημάτων Πρώιμης Διαχείρισης προϊόντων και εξοπλισμού.

*Στάδιο 1: Μελέτη και ανάλυση του υπάρχοντος τρόπου εργασίας.*

Για να επισημανθούν τα προβλήματα, πρέπει να διερευνηθεί και να αναλυθεί η προσέγγιση της Πρώιμης Διαχείρισης, τα τελευταία ένα ή δύο έτη, σύμφωνα με τα ακόλουθα βήματα:

1. Προσδιορισμός του υπάρχοντα τρόπου εργασίας.
2. Αναγνώριση προβλημάτων στον υπάρχοντα τρόπο εργασίας.
3. Προσδιορισμός μηχανισμών για την αποτροπή προβλέψιμων προβλημάτων.
4. Ενημέρωση για το ποια είναι προβλήματα που αναδύθηκαν και ποια μέτρα πάρθηκαν στις διάφορες φάσεις δοκιμών και έναρξης της μηχανής.
5. Αναγνώριση καθυστερήσεων του χρόνου παράδοσης στις διάφορες φάσεις δοκιμών και έναρξης της μηχανής.
6. Αναγνώριση του ποιες είναι οι πληροφορίες που συγκεντρώθηκαν με στόχο να αναπτυχθούν προϊόντα και μηχανές που είναι εύκολο να χρησιμοποιηθούν και να κατασκευαστούν, που δεν δημιουργούν προβλήματα ποιότητας, είναι εύκολο να συντηρηθούν, έχουν υψηλή αξιοπιστία, είναι ασφαλής και δίνουν αυξημένη ανταγωνιστική δύναμη.

*Στάδιο 2: Εγκατάσταση ενός νέου συστήματος για νέα αποκτήματα βασισμένο σε προβλήματα που αναγνωρίστηκαν στο στάδιο 1*

Οι πληροφορίες, οι οποίες συγκεντρώθηκαν στο στάδιο 1, χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία ενός νέου, βελτιωμένου συστήματος Πρώιμης Διαχείρισης. Αυτό πραγματοποιείται μέσα από τα εξής:

1. Εγκατάσταση ενός νέου συστήματος για νέα αποκτήματα και αναγνώριση των περιορισμών.
2. Εγκατάσταση ενός συστήματος για συγκέντρωση πληροφοριών για τα νέα αποκτήματα.
3. Εγκατάσταση προτύπων και προσδιορισμός εγγράφων που πρέπει να υποστηρίζουν το νέο σύστημα.



*Στάδιο 3: Εξάσκηση και εκπαίδευση στο να γίνεται η εργασία σύμφωνα με το νέο σύστημα.*

Αρχικά δοκιμάζονται οι συμπεριλαμβανόμενες υποδιεργασίες ή οι δραστηριότητες σε μεμονωμένες πιλοτικές μηχανές.

1. Έναρξη των δραστηριοτήτων γύρω από τις αντίστοιχες υποδιεργασίες
2. Εκπαίδευση στα τεχνικά που αποφασίστηκαν ως πρότυπα για να καταστεί δυνατή η παράλληλη εργασία.
3. Αξιολόγηση κατανόησης για τις νέες διεργασίες.
4. Αναθεώρηση διεργασιών, προτύπων, και εγγράφων από τα αποτελέσματα που προέκυψαν στις εισαγωγικές δοκιμές.
5. Τεκμηρίωση των πλεονεκτημάτων που προέκυψαν με την εργασία σύμφωνα με τις νέες διεργασίες.

*Στάδιο 4: Πλήρης χρήση και καθιέρωση του νέου συστήματος*

1. Πλήρης εφαρμογή του νέου συστήματος.
2. Περαιτέρω ανάπτυξη της βελτιστοποίησης ΚΚΖ. Αξιοποίηση της προηγούμενης εμπειρίας στο σχεδιασμό ΠΣ.
3. Μέτρηση και ανάλυση των προβλημάτων στις νέες διεργασίες τακτικά. Ενημέρωση π.χ. κάθε έξι μήνες. Λήψη υπόψη ρυθμιστικών μέτρων προσανατολισμένων προς τα πρότυπα που στοχεύουν να συντομεύσουν τον χρόνο έναρξης. Ο στόχος είναι κάθετη έναρξη.

Με βάση αυτή τη δομή απαιτούνται τρία με τέσσερα χρόνια για να ολοκληρωθούν τα στάδια της ανάπτυξης ενός συστήματος Πρώιμης Διαχείρισης.

#### **10.4.2 Αξιολόγηση συστημάτων Πρώιμης Διαχείρισης**

Η βάση για την επιτυχή περαιτέρω ανάπτυξη ενός συστήματος Πρώιμης Διαχείρισης είναι η εκπόνηση τακτικών ελέγχων και αξιολογήσεων. Μια διεργασία νέου αποκτήματος πρέπει να υφίσταται περαιτέρω έλεγχο σε σχέση με τον χρόνο, το κόστος και την ποιότητα για να δίνει μια ισορροπημένη εικόνα

της κατάστασης της. Μπορεί, για παράδειγμα, να χρησιμοποιηθεί ένα κριτήριο για τις διεργασίες νέων αποκτημάτων σύμφωνα με τον πίνακα 10.1.

Πίνακας 10.1 Κριτήρια αξιολόγησης των διεργασιών νέων αποκτημάτων (Nord, 1997)

Χρόνος	Χρόνος παράδοσης, συνολικός και ανά διεργασία ή φάση.
	Χρόνος έναρξης,
Κόστος	Κόστος έργου, σε κεφάλαιο και ανθρωποχρόνο.
	Κόστος Κύκλου Ζωής, Κέρδος Κύκλου Ζωής
	Αμοιβές
Ποιότητα	Ασφάλεια παράδοσης, ήτοι πραγματοποίηση του έργου εντός χρονικών ορίων
	Αριθμός προβλημάτων που αποκαλύφθηκαν στις πρώτες στιγμές της πλήρους παραγωγής.
	Αριθμός επιστροφών και απαιτήσεων αποζημίωσης.

Εκτός αυτού, φυσικά, ένα σύστημα παραγωγής μετράται σε σχέση με το πόσο καλά αυτό κατορθώνει να φτάσει τις προκαθορισμένες απαιτούμενες προδιαγραφές.

Ενίστε, δεν αρκεί ένας ποσοτικός έλεγχος, αλλά απαιτείται, επίσης, κάποια μορφή ποιοτικής εκτίμησης ως συμπλήρωμα. Η VOLVO έχει αναπτύξει μια τέτοια εκτίμηση για τις διεργασίες νέων αποκτημάτων. Ο πίνακας 10.2 δείχνει έναν πίνακα για την αυτοαξιολόγηση της ικανότητας της εταιρείας να σχεδιάζει και να θέτει σε λειτουργία νέα συστήματα παραγωγής (Nord, 1997).

Πίνακας 10.2 Αξιολόγηση της ικανότητας για σχεδιασμό και εφαρμογή νέων συστημάτων παραγωγής.

Παράμετρος / Κριτήριο	1	2	3	4	Στόχος
<i>Στρατηγική της εταιρείας</i>					
Πόροι					
Συνεργασία με προμηθευτές					
Σαφήνεια στρατηγικής και πολιτικής					
Οργανισμός					
Εστίαση στο στόχο					
<i>Ωριμότητα Διεργασιών</i>					
Διεργασία τεκμηρίωση					
Διεργασία τήρηση					
Εστίαση σε προηγούμενες φάσεις					
Μέτρηση και ενημέρωση διεργασιών					
Σύγκριση/ Benchmarking					
<i>Ωριμότητα Έργου</i>					
Καταγραφή χρόνου, % ανθρωποχρόνου					
Ανάλυση ρίσκου					
Επιθεώρηση					
Ρόλος ηγετών					
Ιεράρχηση, πόροι					
Εστίαση στο στόχο					
<i>Σύνθεση ομάδων</i>					
Κατανομή καθηκόντων					
Ενσωμάτωση στον οργανισμό					
Σύνθεση βάσει ικανότητας και ηλικίας					
Ειδικές γνώσεις για ειδικές ομάδες					
<i>Χρήση μεθόδων</i>					
Πλήθος μεθόδων που οι ομάδες έργου γνωρίζουν καλά					
Χρήση μεθόδων, ισορροπία					
Χρήση μεθόδων, συχνότητα					
<i>Εμπειρία</i>					
Δημιουργία εμπειρίας					
Αξιοποίηση εμπειρίας					
Στρατηγική για την απόκτηση εμπειρίας					

Γίνεται μια εκτίμηση σύμφωνα με τις έξι παραμέτρους που χωρίζονται σε έναν αριθμό υποκριτηρίων. Τα αντίστοιχα υποκριτήρια περιγράφονται σε τέσσερα επίπεδα, όπου το επίπεδο 1 είναι το χαμηλότερο και το επίπεδο 4 το υψηλότερο. Τα ίδια τα επίπεδα εκτιμώνται κατόπιν για τα αντίστοιχα υποκριτήρια. Ο σκοπός είναι να βρεθούν δυνατότητες βελτίωσης, γιατί δεν υπάρχει λόγος να δοθεί υψηλότερος βαθμός, από ότι πραγματικά αξίζει. Ένα παράδειγμα για το πως τα κριτήρια και τα επίπεδα περιγράφηκαν για μια από τις παραμέτρους, την εμπειρία, φαίνεται στον πίνακα 10.3.

Πίνακας 10.3 Εκτίμηση της ικανότητας διαχείρισης της εμπειρίας (Nord, 1997)

Επίπεδο	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2	Επίπεδο 3	Επίπεδο 4
Κριτήριο				
Δημιουργία εμπειρίας	Προσωπική	Σποραδική	Δομημένη και τεκμηριωμένη	Δομημένη και τεκμηριωμένη, προσανατολισμένη προς τις διεργασίες και το έργο.
Αξιοποίηση εμπειρίας	Χαμηλή	Σποραδική	Συχνή, αλλά χωρίς δομή	Διαρκής και δομημένη
Στρατηγική για την απόκτηση εμπειρίας	Ελλιπής	Σποραδική, για συγκεκριμένα μέρη	Εφαρμόζεται	Αξιολογείται, συγκρίνεται και αναβαθμίζεται

Αυτός που θέλει να εργασθεί έχοντας επίγνωση του στόχου με το εργαλείο της εκτίμησης μπορεί να αναπτύξει περαιτέρω τις παραμέτρους και τα κριτήρια για να τα προσαρμόσει στην δική του εταιρεία.

Επιπλέον, ένα σημαντικός παράγοντας είναι το να διασφαλιστεί ότι χρησιμοποιείται η σωστή μέθοδος για τον υπολογισμό επενδύσεων. Ο χρόνος που αφιερώνεται για να ληφθούν λύσεις είναι χαμένος, αν δεν υπάρχουν αξιόπιστες μέθοδοι για να αξιολογηθεί το ποιες λύσεις είναι οι καλύτερες. Πρέπει κανείς να θυμάται ότι όλη η εργασία στις διεργασίες νέων αποκτημάτων έχει ως στόχο να κάνει την επιχείρηση πιο κερδοφόρα. Εκτός αυτού είναι σημαντικό για όλη την εργασία βελτίωσης να γίνονται εκτιμήσεις κερδοφορίας σύμφωνα με τις καταλληλότερες μεθόδους υπολογισμού. Αν οι κανόνες της επιχείρησης για την εκτίμηση επενδύσεων είναι τέτοιοι που αδικούν τις μακροπρόθεσμες επενδύσεις, αυτοί πρέπει να αλλάξουν. Ο σεβασμός προς τα κόστη και τα κέρδη κατά την συνολική διάρκεια ζωής του αντικειμένου της επένδυσης, πρέπει να υπερτερήσει.

Πραγματοποιώντας ένα οικονομικό έλεγχο των επενδύσεων μπορούν να αποτραπούν κακοί υπολογισμοί, να ληφθούν διορθωτικά μέτρα σε τρέχοντα έργα, οι ρουτίνες για την οδήγηση των έργων να βελτιωθούν, καθώς και

δημιουργηθεί η βάση για έναν ακόλουθο υπολογισμό.

## 10.5 Πρώιμη Διαχείριση Προϊόντων

Η Πρώιμη Διαχείριση προϊόντων αφορά, γενικά, τη δημιουργία ενός προϊόντος, το οποίο κατασκευάζεται εύκολα, γεγονός που συνεπάγεται, μεταξύ άλλων, σύντομους χρόνους παράδοσης και χαμηλές ή απλές απαιτήσεις από τον παραγωγικό εξοπλισμό. Αναλυτικότερα, ένα φιλικό στην κατασκευή προϊόν έχει χαμηλό κόστος, μπορεί να κατασκευαστεί σε μη πολύπλοκες γραμμές παραγωγής, καθώς και να παραχθεί σε μια ασφαλή κατάσταση. Ως εκ τούτου, η Πρώιμη Διαχείριση προϊόντων συνδράμει, επίσης, στη μείωση των προβλημάτων έναρξης νέου εξοπλισμού και στην επίτευξη παραγωγής εντός των προκαθορισμένων προδιαγραφών που είναι οι συνολικοί στόχοι του συγκεκριμένου πυλώνα του TPM.

Ένα προϊόν, το οποίο κατασκευάζεται εύκολα, πληροί μεταξύ άλλων τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- Τοποθετείται εύκολα στη θέση κατεργασίας
- Στερεώνεται εύκολα και σταθερά.
- Διατηρείται στην ίδια θέση και δεν χάνει το κεντράρισμα του.
- Είναι απλό στην επεξεργασία με δεδομένο εξοπλισμό.
- Μετράται εύκολα.
- Είναι εύκολο να συναρμολογηθεί και να αποσυναρμολογηθεί.
- Είναι εύκολο να ενταχθεί σε αυτοματοποιημένο σύστημα.

Η ανάπτυξη ενός προϊόντος, απλού να κατασκευαστεί, ξεκινά από την ανάλυση των υπάρχοντων προϊόντων, ως προς την φιλικότητα κατασκευής. Τα αναγνωρισμένα προβλήματα θα πρέπει, αν είναι δυνατόν, να ρυθμιστούν στην ερχόμενη ανάπτυξη προϊόντος. Υπάρχουν, μεταξύ άλλων, οι ακόλουθες πέντε στρατηγικές για να επιτύχει κανείς υψηλή κατασκευασσιμότητα (manufacturability), ήτοι αυξημένη φιλικότητα στην κατασκευή (Suzuki, 1994):

- Συγκέντρωση πληροφοριών γύρω από την φιλικότητα κατασκευής των υπάρχοντων προϊόντων, πριν να ξεκινήσει η ανάπτυξη νέων προϊόντων.
- Ανάλυση των διεργασιών που κατασκευάζουν τα υπάρχοντα προϊόντα,

αναγνώριση και προγραμματισμός για απαιτήσεις σύμφωνα με την φιλικότητα κατασκευής.

- Ανάλυση, ήδη, από το στάδιο σύλληψης της ιδέας των διεργασιών για νέα προϊόντα με βάση την φιλικότητα κατασκευής.
- Ανάλυση πιθανών προβλημάτων ποιότητας κατά την μελέτη της κατασκευής για το νέο προϊόν με βάση την στιβαρότητα.
- Διερεύνηση και πρόβλεψη προβλημάτων παραγωγής στην φάση δοκιμών για να αναγνωρισθούν και να προγραμματίσουν οι απαιτήσεις με βάση την φιλικότητα κατασκευής.

Μια σημαντική προϋπόθεση για να μπορεί να εφαρμοσθεί αυτή στρατηγική είναι ότι υπάρχει επαρκής ικανότητα, εμπειρία και κατάλληλες μέθοδοι ανάλυσης.

Οι αυξημένες απαιτήσεις για αποδοτική ανάπτυξη προϊόντων έχουν οδηγήσει σε ένα πλήθος μεθόδων, οι οποίες λαμβάνονται ως βοηθητικές. Κάποιες από αυτές είναι η σχεδίαση για συναρμολόγηση (Design For Assembly – DFA) και η σχεδίαση για κατασκευή (Design For Manufacturing – DFM).

Η σχεδίαση για συναρμολόγηση είναι μία μέθοδος για την εκτίμηση του πόσο συναρμολογίσιμη είναι μια κατασκευή. Η εκτίμηση γίνεται σύμφωνα με συγκεκριμένα κριτήρια και είναι ένα βοηθητικό μέσο για να συγκριθούν διαφορετικές λύσεις κατασκευών. Σε ότι αφορά την κατασκευή προϊόντων φιλικών στη συναρμολόγηση υπάρχουν γενικές αρχές: απλή κατασκευή και κατασκευή, έτσι ώστε η εγκατάσταση και η συναρμολόγηση να είναι σαφείς, ήτοι ενδεχόμενες ρυθμίσεις να μην επηρεάζουν η μια την άλλη.

Η σχεδίαση για κατασκευή είναι μια νοοτροπία που προσπαθεί να προσαρμόσει, στον μεγαλύτερο δυνατό βαθμό, τα προϊόντα για να είναι φιλικά τόσο προς την κατασκευή όσο και προς την συναρμολόγηση. Ένας τρόπος να θεωρήσει κανείς τις διεργασίες σχεδίασης για κατασκευή είναι να είναι να ξεκινήσει κανείς από μια πρόταση για ιδέα προϊόντος, ιδέα κατασκευή καθώς και έναν αριθμό στόχων προϊόντων και κατασκευών. Το τελικό αποτέλεσμα είναι ομοιομορφία και μια σαφής περιγραφή του προϊόντος και των διεργασιών παραγωγής (Nord, 1997).

## **10.6 Πρώιμη Διαχείριση Εξοπλισμού**

### **10.6.1 Χαρακτηριστικά γνωρίσματα της Πρώιμης Διαχείρισης Εξοπλισμού σύμφωνα με το TPM**

Υπάρχουν μεγάλες διαφορές μεταξύ του πως η εργασία του να προγραμματίζεται και να μπαίνει σε λειτουργία μια νέα μηχανή παραγωγής λειτουργεί παραδοσιακά και του πως προδιαγράφεται από το TPM. Σε αυτήν την παράγραφο θα περιγραφούν πρώτα κάποιες από τις σημαντικότερες διαφορές. Κατόπιν, παρουσιάζονται κάποια από τα κυριότερα συστατικά στα νέα αποκτήματα σύμφωνα με το TPM.

#### 10.6.1.1 Νοοτροπία ανάπτυξης νέου εξοπλισμού

Το TPM, ως ιαπωνικό δημιούργημα, διαποτίζεται από την ιαπωνική νοοτροπία σε όλες τις προσεγγίσεις της και σε θέματα διαχείρισης νέων εξοπλισμών. Όπως προαναφέρθηκε στην εισαγωγική παράγραφο της παρούσας εργασίας, η Ιαπωνία υπήρξε πρωτοπόρος σε καινοτόμες μεθόδους σχετικά με την διαχείριση της συντήρησης και αντιτάχθηκε στις παραδοσιακές προσεγγίσεις, οι οποίες εκπροσωπούντο, ως επί το πλείστον, από τις Η.Π.Α., τον επονομαζόμενο «δυτικό κόσμο». Και στην περίπτωση της Πρώιμης Διαχείρισης, το TPM εκφράζει την ιαπωνική νοοτροπία, σύμφωνα με την οποία το σύνολο ενός δημιουργήματος – νέου αποκτήματος - δημιουργείται από λεπτομέρειες. Πράγματι, στην Ιαπωνία αφιερώνεται χρόνος στο να μελετηθεί, ενδελεχώς, το πως κάτι λειτουργεί και πως μπορεί να βελτιωθεί. Αντιθέτως, η παραδοσιακή προσέγγιση του δυτικού κόσμου αφορά το ότι από την ολότητα μπορεί να φτάσει κανείς στις λεπτομέρειες.

Αξιολογώντας τις δυο προσεγγίσεις, μπορεί να ειπωθεί ότι τα μειονεκτήματα του δυτικού τρόπου σκέψης είναι, ότι, τελικά, ο χρόνος – και η υπομονή – δεν αρκεί για να φτάσει κανείς στις λεπτομέρειες. Από την άλλη πλευρά, το πρωταρχικό μειονέκτημα του ιαπωνικού τρόπου σκέψης έγκειται στην ελλιπή ταχύτητα

εισαγωγής νέων τεχνικών και τη μεγάλη κατανάλωση πόρων, καθώς υπάρχουν πολλές λεπτομερείς λίστες ελέγχου, έντυπα ανάλυσης και εκτεταμένοι πίνακες, όπου οι νέες διεργασίες παραγωγής διαιρούνται και αναλύονται από διάφορες πλευρές.

Εντούτοις, ο ιαπωνικός τρόπος σκέψης είναι αυτός που οδηγεί σε μια πιο δομημένη προσπάθεια για νέα αποκτήματα. Ο χρόνος που δαπανάται στην φάση της προετοιμασίας και θεωρείται πως καθυστερεί την εισαγωγή ενός αποκτήματος, αντισταθμίζεται από την εξοικονόμηση χρόνου στη φάση της έναρξης, η οποία πραγματοποιείται χωρίς προβλήματα, ενώ, τελικά, η χρονική διάρκεια του όλου εγχειρήματος, από τη σύλληψη της ιδέας μέχρι την πλήρη λειτουργία, είναι μικρότερη σε σχέση με αυτήν της παραδοσιακής δυτικής προσέγγισης, όπου καταναλώνεται πολύς χρόνος για ρυθμίσεις και ανασχεδιασμό, εξαιτίας της πληθώρας των προβλημάτων στην έναρξη, τα οποία δεν προβλέφθηκαν και αναλύθηκαν στη φάση της προετοιμασίας.

Η ενδεδειγμένη ανάλυση της νοοτροπίας του TPM συνοψίζεται στα ακόλουθα τρία σημεία:

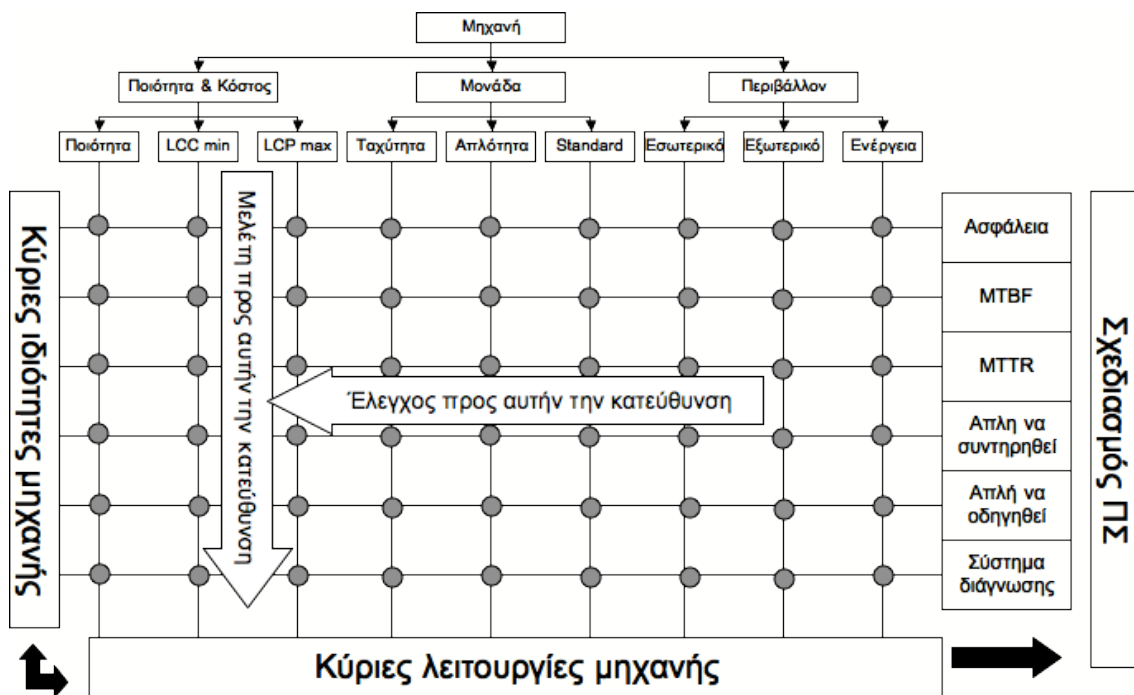
#### *Σχέση λειτουργιών και ιδιοτήτων μιας μηχανής*

Όταν μια νέα μηχανή πρόκειται να κατασκευαστεί, αυτό πραγματοποιείται με έναν συστηματικό τρόπο, ο οποίος περιλαμβάνει την εξέταση της σύνδεσης των επιθυμητών ιδιοτήτων και των λειτουργιών της μηχανής.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 10.3, η εργασία της ανάπτυξης ξεκινά από τις κύριες λειτουργίες της μηχανής. Η κατασκευή θα έχει μια υψηλή ποιότητα, χαμηλό κόστος κύκλου ζωής, καθώς και ένα υψηλό κέρδος κύκλου ζωής. Οι διαφορετικές μονάδες στην μηχανή που θα πρέπει να πραγματοποιήσουν την εργασία, θα πρέπει να λειτουργούν με υψηλή ταχύτητα, να είναι απλές καθώς και κατά κανόνα να χρησιμοποιούν αποδεδειγμένες λύσεις. Εκτός αυτού, οι επιβαρύνσεις των μηχανών, τόσο στο εσωτερικό, όσο και στο εξωτερικό περιβάλλον, πρέπει να είναι οι ελάχιστες. Οι μηχανές θα πρέπει, επίσης, να είναι όσο το δυνατόν λιγότερο ενεργειακά βόρες.



Όταν, κατόπιν, η κατασκευή εκπληρώνει αυτές τις κύριες λειτουργίες, πρέπει να ελεγχθεί η εργασία σύμφωνα με τις κύριες ιδιότητες της μηχανής. Η μηχανή θα πρέπει να είναι ασφαλής να χρησιμοποιηθεί και να είναι κατασκευασμένη για υψηλή ασφάλεια λειτουργίας. Η κατασκευή θα πρέπει, εκτός αυτού, να είναι τέτοια που η μηχανή να είναι απλή να συντηρηθεί, για προληπτικό ή για ρυθμιστικό σκοπό, τόσο από τους χειριστές, όσο και από τους συντηρητές. Επίσης, ο χειρισμός της θα πρέπει να γίνεται χωρίς δυσκολία. Τέλος, ενδεχόμενα λάθη θα πρέπει να αποκαλύπτονται μέσω διαγνωστικού συστήματος.



Διάγραμμα 10.3 Σχέση μεταξύ ιδιοτήτων και λειτουργιών μιας μηχανής

*Η σημασία ενός επιπλέον κινητού μέρους ή ενός εξαρτήματος*

Η Πρώιμη Διαχείριση στο TPM δίνει μεγάλη σημασία στο τι μπορεί να προκαλέσει ένα επιπλέον κινητό μέρος ή ένα εξάρτημα σε μια μηχανή. Υπάρχουν μελέτες που δείχνουν ότι η ασφάλεια λειτουργίας σε μια μηχανή εξαρτάται από τον αριθμό των εξαρτημάτων, από τα οποία αποτελείται (Nord, 1997). Ένα άχρηστο κινητό μέρος ή ένα άχρηστο εξάρτημα σε μια μηχανή μπορεί να προκαλέσει μεταξύ άλλων:

- Αυξημένα κόστη για λειτουργία και συντήρηση λόγω περισσότερων

διαταραχών κατά την λειτουργία.

- Αυξημένη επιφάνεια ή όγκο.
- Περισσότερο συμπαγείς μηχανές, γεγονός το οποίο επηρεάζει τον χρόνο επισκευής και την γενική φιλικότητα συντήρησης αρνητικά.
- Φθορές, οι οποίες μακροπρόθεσμα προκαλούν προβλήματα ποιότητας και βλάβες.
- Αυξημένα κόστη για την παραγωγή και την συντήρηση, μεταξύ άλλων, λόγω αυξημένης ανάγκης για ανταλλακτικά καθώς και μακρύτερο χρόνο αναζήτησης λαθών, ως αποτέλεσμα της αυξημένης πολυπλοκότητας.
- Επιμηκυμένο κύκλο παραγωγής που επηρεάζει τη διαθεσιμότητα και τη δυνατότητα για μειωμένη δέσμευση κεφαλαίου αρνητικά, λόγω του ότι οι σύντομες σειρές γίνονται μη κερδοφόρες.
- Η ανάγκη ικανότητας όπου περισσότερα μεταξύ τους διαφορετικά εξάρτημα εισάγονται στην επιχείρηση.

Υπάρχει ανάγκη να πραγματοποιείται, διαρκώς, μια κριτική ανάλυση των εξαρτημάτων και των κινητών μερών που θα πρέπει να συμπεριληφθούν σε μια μηχανή. Η δομημένη και λεπτομερής τεκμηρίωση γύρω από ζητήματα αυτά είναι μια προϋπόθεση. Αλλά, είναι ωφέλιμο να γίνεται μια συζήτηση και να σκέφτεται κανείς τις επιπτώσεις των ανούσια πολύπλοκων μηχανών. Ένα ζήτημα αποφασιστικής σημασίας είναι αν τα κινητά μέρη ή τα εξαρτήματα αποτελούν προστιθέμενη αξία για το προϊόν που πρόκειται να παραχθεί.

Εδώ, υπάρχει, επίσης, μια σύνδεση με τη σκέψη του κύκλου ζωής. Μια περισσότερο γενική και τυποποιημένη μηχανή είναι, ίσως, φθηνότερη στην αγορά, αλλά περιλαμβάνει, ίσως, ταυτόχρονα, λειτουργίες που δεν πρόκειται ποτέ να χρησιμοποιηθούν. Σε σχέση με αυτό, είναι σημαντικό το να υπολογίζονται οι συνολικές ανάγκες της επιχείρησης. Ένας μακροπρόθεσμος προγραμματισμός, του ποιος τύπος μηχανών χρειάζεται, διευκολύνει την εργασία.

### *Ποιότητα*

Το TPM επιδιώκει να «κτιστεί» η ποιότητα μέσα στα νέα αποκτήματα (built – in quality). Μια μηχανή φιλική στην ποιότητα είναι μια μηχανή που πληροί τους

ακόλουθους όρους: (Nord, 1997)

- Η μηχανή πρέπει να αποτελείται από εξαρτήματα τα οποία είναι τέτοια που δεν συνεργούν στο να παράγει ελαττωματικά προϊόντα.
- Η μηχανή πρέπει να είναι απλή να συντηρηθεί, έτσι ώστε μια κατάσταση ελεύθερη ελαττωμάτων να μπορεί να διατηρηθεί για όλη την διάρκεια ζωής της μηχανής.

Κατά τον χρόνο ζωής της μηχανής προκύπτουν τρεις τύποι ελαττωμάτων:

- *Πρώιμα ελαττώματα*, ήτοι ελαττώματα που προκύπτουν σε φάσεις δοκιμής ή έναρξης, «παιδικές αρρώστιες».
- *Σποραδικά ελαττώματα*, ήτοι ελαττώματα που προκύπτουν λόγω ανθρωπίνων επιδράσεων.
- *Φθορές*, ήτοι ελαττώματα που προκύπτουν καθώς η μηχανή φθείρεται με τον χρόνο και ως εκ τούτου, συχνά, γίνονται εμφανής στο τέλος της διάρκεια ζωής της μηχανής.

Μια φιλική στην ποιότητα μηχανή πρέπει να είναι κατασκευασμένη για να αποτρέψει όλους τους τύπους ελαττωμάτων. Οι προοπτικές της ποιότητα περιγράφονται περισσότερο στο κεφάλαιο σχετικά με την ποιοτική συντήρηση.

#### 10.6.1.2 Καθορισμός προδιαγραφών νέου εξοπλισμού

Στα πλαίσια του συνολικού στόχου του TPM, η Πρώιμη Διαχείριση επιδιώκει να εξασφαλίσει νέα αποκτήματα με επιθυμητές αποδοτικότητας. Εντούτοις, δεν είναι απλό το να προδιαγραφεί ένα νέο απόκτημα, αν, για παράδειγμα, η επιχείρηση έχει ως στόχο να επιτύχει 85% αποδοτικότητα μηχανών.

Δεν είναι ασύνηθες το να λαμβάνουν οι κατασκευαστές μηχανών μια λίστα με προβλήματα που πρέπει να λυθούν στην επόμενη κατασκευή. Η κατασκευή πρέπει να πληροί μια πληθώρα προϋποθέσεων, εκ των οποίων, κάποιες βρίσκονται σε άμεση αντίθεση μεταξύ τους, όπως το κόστος και η ποιότητα. Ως εκ τούτου είναι σημαντικό να επιχειρηθεί να ληφθούν υπόψη τα ακόλουθα ερωτήματα:

- Ποιος τύπος μηχανής είναι αυτός που χρειάζεται;

- Ποιες τιμές - στόχοι (προδιαγραφές) πρέπει να πληρούνται;
- Ποια μέτρα θα πρέπει να ληφθούν για να πληρούνται αυτές οι προδιαγραφές;

Οι επιδιώξεις για μια μηχανή αποτελούνται, γενικά, από τρεις επιμέρους στόχους, οι οποίοι, κατόπιν, συνδυάζονται σε έναν συνολικό λεπτομερή στόχο. Αυτοί είναι :

- Το να εγκατασταθεί μια *ποιότητα διεργασίας* που οδηγεί σε μια αποδεκτή ποιότητα στο προϊόν που θα κατασκευαστεί στην μηχανή.
- Το να επιτευχθεί ένα *κόστος επένδυσης* και κόστος κατασκευής που διασφαλίζουν ότι τα αποφασισμένα περιθώρια για τα προϊόντα επιτυγχάνονται.
- Το να επιτευχθεί μια επαρκής *δυναμικότητα/ αποδοτικότητα* στην μηχανή.

Ένας κατασκευαστής που επιχειρεί να επιτύχει αυτούς τους στόχους, χωρίς να έχει επαρκή κατανόηση για τις λεπτομερείς προδιαγραφές που είναι αποφασισμένες για την κατασκευή, οδηγείται σε ένα σχετικά κακό αποτέλεσμα. Τα κόστη κινδυνεύουν να γίνουν μεγαλύτερα από ότι υπολογίστηκε. Περισσότερα προβλήματα από τα αναμενόμενα έρχονται στην επιφάνεια, σε επόμενες φάσεις του έργου νέων αποκτημάτων.

Με εναρκτήριο σημείο τα κόστη που αθροίζονται κατά τους υπολογισμούς του ΚΚΖ, μπορεί μια λίστα με παραμέτρους, που όλες απαιτούν μια αξία – στόχο, να δημιουργηθεί. Τα κόστη που περιλαμβάνονται είναι αρχικά κόστη και τρέχοντα κόστη, ήτοι κόστη για την λειτουργία, τη συντήρηση, την ασφάλεια κ.ο.κ. Στον πίνακα 10.4 φαίνεται μια ανάλυση του ΚΚΖ.

Οι πληροφορίες για τον πίνακα μπορούν να ληφθούν από προηγούμενες διεργασίες κατασκευής, καθώς και άλλες σχετικές πηγές. Για κάθε παράμετρο κόστους πρέπει να τεθεί μια αξία – στόχος και να προσδιοριστούν ρυθμιστικά μέτρα στη μηχανή για την επίτευξη των στόχων αυτών. Οι αξίες – στόχοι επηρεάζονται, μεταξύ άλλων, από την ανάπτυξη νέων τεχνικών, τις τάσεις της αγοράς ή τις προγνώσεις πωλήσεων, προδιαγραφές χρήστη καθώς και από το ποιος τύπος μηχανή είναι ο ιδανικός.

Πίνακας 10.4 Πίνακας ανάλυσης του Κόστους Κύκλου Ζωής (Nord, 1997).

Ροή κατασκευής, Διεργασίες		Δ1	.....	Δn	
Ποιότητα					
Αρχικό κόστος	Μηχανή				
	Εργαλεία				
Τρέχον κόστος	Υλικά				
	Αναλώσιμα				
	Παραγωγή				
	Συντήρηση				
	Ενέργεια				
	Περιβάλλον				
	Απώλειες ΟΑΕ				
	Υπόλοιπα				
	Απώλειες	Βλάβες			
		Αδράνειες			
Μικροδιακοπές					
Ταχύτητα					
Σκάρτα					
Απώλειες έναρξης					
Ρυθμιστικά μέτρα στη μηχανή					

### 10.6.1.3. Βασικές ιδιότητες νέου εξοπλισμού

Στο διάγραμμα 10.2, έγινε μια πρώτη παρουσίαση των κύριων ιδιοτήτων που πρέπει να έχει μία μηχανή, για να πληροί τις υψηλές απαιτήσεις που τίθενται για την ασφάλεια, την αποδοτικότητα και τον όγκο παραγωγής. Ακολουθώντας, περιγράφονται αναλυτικά οι εν λόγω ιδιότητες.

#### *Ασφάλεια*

Η πιο σημαντική ιδιότητα σε μια μηχανή είναι, φυσικά, το να μην είναι επικίνδυνη από την άποψη της ασφάλειας του προσωπικού, είτε μηχανικά είτε γιατί εκπέμπει κάτι, για παράδειγμα, θερμότητα. Συχνά, η ασφάλεια λειτουργίας, σε σύνδεση με την κατανόηση για την λειτουργία της μηχανής, είναι ο μεγαλύτερος επιδρών παράγοντας πίσω από την ασφάλεια. Μια μηχανή που δεν είναι ασφαλής στην λειτουργία έχει την τάση να προκαλεί ατυχήματα.

### *Φιλικότητα προς τη συντήρηση*

Μια μηχανή με υψηλή φιλικότητα προς την συντήρηση χαρακτηρίζεται από σύντομο μέσω χρόνο επισκευής (MTTR , Mean Time To Repair), και μια φειδωλή σε πόρους συντήρηση. Για να επιτευχθεί υψηλή φιλικότητα συντήρησης πρέπει η αλυσίδα των περιστατικών, από το να αποκαλυφθεί το λάθος μέχρι το να λειτουργήσει ξανά η μηχανή, να είναι όσο το δυνατόν συντομότερη και φειδωλή σε πόρους. Ταυτόχρονα, θα πρέπει τα λάθη που προκύπτουν συχνά, να είναι αυτά που είναι, επίσης, τα ευκολότερα να αποκαλυφθούν.

### *Ασφάλεια λειτουργίας*

Σε μια μηχανή ασφαλούς λειτουργίας επιβραδύνεται ο μέσος χρόνος μεταξύ διακοπών (Mean Time Between Failure, MTBF) είναι υψηλός. Σε μεγάλο βαθμό, αυτό αφορά το ότι η μηχανή έχει κατασκευαστεί για να αποτρέψει την φθορά, όπου αυτό είναι μια μεγάλη αιτία για προβλήματα ασφαλούς λειτουργίας και ποιότητας. Η παρακάτω λίστα ελέγχου δίνει παραδείγματα ερωτημάτων που πρέπει να τεθούν, για να πληροί η κατασκευή τις απαιτήσεις που η εταιρεία μπορεί να θέσει, σε σχέση με την ασφάλεια λειτουργίας: (Nord, 1997)

### *Εύκολη αυτόνομη συντήρηση*

Το να είναι μια μηχανή απλή να συντηρηθεί από τους χειριστές συνεπάγεται ότι τα καθήκοντα που περιλαμβάνονται στην αυτόνομη συντήρηση, ήτοι καθαρισμός, λίπανση και έλεγχος, μπορούν να πραγματοποιηθούν αποδοτικά.

### *Φιλικότητα προς το χρήστη*

Ο καλύτερος τρόπος να προσδιορισθεί η φιλικότητα προς τον χρήστη είναι το ότι θα πρέπει να είναι απλό το να λειτουργεί σωστά και δύσκολο το να λειτουργεί λάθος. Η επιδίωξη πρέπει να είναι να κατασκευαστεί με έναν τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι αδύνατο να γίνει λάθος. Το να είναι απλή να οδηγηθεί κατά την λειτουργία, συνεπάγεται ιδιότητες που αφορούν τρέχοντα εργασιακά καθήκοντα, όπως για παράδειγμα αλλαγή λειαντικών πλακών ή εργαλείων κοπής.

### *Χαμηλή απαίτηση σε πόρους*

Η ελαχιστοποίηση της σπατάλης είναι ένα υφιστάμενο θέμα για τις δραστηριότητες που πραγματοποιεί του TPM. Αν κανείς μελετά τους πόρους που απαιτούνται για να κατασκευαστούν τα προϊόντα της εταιρείας, θα ανακαλύψει ότι υπάρχουν πολλές δυνατότητες να μειωθούν οι σπατάλες. Όλη η κατανάλωση για παράδειγμα υλικών και ενέργειας θα πρέπει να ελαχιστοποιηθεί. Παραδείγματα ερωτήσεων για να τεθούν κατά την εργασία κατασκευής είναι τα ακόλουθα:

- Είναι οι μηχανές αποδοτικές σε σχέση με την κατανάλωση πόρων;
- Χρησιμοποιείται ανούσια μεγάλη ποσότητα ηλεκτρικού, λαδιού, νερού κ.ο.κ.;
- Σταματούν οι πηγές ισχύος αυτόματα όταν δεν χρειάζονται;
- Είναι οι αντλίες, οι κινητήρες και τα συναφή σωστά διαστασιολογημένα;

### *Διαγνωστικό σύστημα*

Τα κεντρικά κομμάτια μια μηχανής αποτελούνται σε μεγάλο μέρος από ηλεκτρονικά και όλο λιγότερα μηχανικά εξαρτήματα. Οι επιπτώσεις είναι, μεταξύ άλλων, ότι γίνεται πιο πολύπλοκο να αναζητηθεί ένα λάθος. Αυτό αυξάνει την ανάγκη ενσωματωμένων συστημάτων για σωστή διάγνωση και εκτίμηση της κατάστασης. Όταν οι μηχανές αποκλίνουν από την αναμενόμενη συμπεριφορά, θα πρέπει οι βασικές αιτίες να δείχνονται με ένα σαφή τρόπο στους χειριστές, από ένα σύστημα αυτοδιάγνωσης της μηχανής.

### *Ευελιξία*

Με την ευελιξία εννοούνται ιδιότητες που διευκολύνουν την αλλαγή προϊόντων. Μια αλλαγή προϊόντος μπορεί να γίνει, είτε μεταξύ δύο γνωστών προϊόντων, ήτοι μια εναλλαγή παραγωγής, αλλά μπορεί να συνεπάγεται ότι ένα νέο προϊόν θα τοποθετηθεί. Μια εναλλαγή παραγωγής εξαρτάται, τόσο από τεχνικά θέματα, όσο και από την οργάνωση. Πολλές φορές είναι η τάξη και η τακτοποίηση που είναι αποφασιστικής σημασίας, για το αν μια μηχανή μπορεί να αλλάξει την παραγωγή της γρήγορα και αποδοτικά.

Γρήγορες εναλλαγές παραγωγής εξασφαλίζονται καλύτερα μέσω κάποιας

μορφής κατασκευής δομοστοιχείου (module) που καθιστούν δυνατή την ελαχιστοποίηση του εσωτερικού χρόνου εναλλαγής και ρύθμισης. Το εργαλείο μπορεί, έτσι, να προετοιμάζεται εκτός της μηχανής.

### **10.6.2 Πρώιμη Διαχείριση εξοπλισμού σε επτά γενικές φάσεις**

Οι διεργασίες πρώιμης διαχείρισης αποτελούνται από έναν αριθμό υποδιεργασιών και δραστηριοτήτων που γενικά μπορούν να χωριστούν σε επτά φάσεις, με αρχή την αξιολόγηση της ιδέας και τέλος την έναρξη της παραγωγής, σε πλήρη ρυθμό. Οι δραστηριότητες πραγματοποιούνται από μια ομάδα έργου που μελετά τις ενδεχόμενες ελλείψεις που προκύπτουν, αφού η μηχανή παραδοθεί στον οργανισμό παραγωγής. Η μέθοδος που περιγράφεται εδώ, αφορά, πρωτίστως, επιχειρήσεις που πραγματοποιούν πολλές από τις διεργασίες νέων αποκτημάτων. Οι φάσεις που περιλαμβάνονται σε μια γενική διεργασία νέου αποκτήματος είναι:

1. Ανάλυση των διαθέσιμων σεναρίων – ιδεών.
2. Προγραμματισμός της υλοποίησης.
3. Ανάπτυξη και σχεδιασμός
4. Κατασκευή
5. Δοκιμή στους προμηθευτές
6. Εγκατάσταση
7. Έναρξη

Μετά από την φάση έναρξης, λαμβάνεται παραγωγή σε πλήρη ρυθμό και οι διεργασίες νέων αποκτημάτων ολοκληρώνονται. Το ότι η διεργασία ολοκληρώνεται δεν συνεπάγεται, φυσικά, ότι τα άτομα που είχαν εμπλακεί παύουν να αισθάνονται ευθύνη, ούτε συνεπάγεται ότι η εμπειρία δεν αξιοποιείται με έναν καλό τρόπο.

Η VOLVO ανέπτυξε ένα μοντέλο για να διαχειριστεί την δραστηριότητα νέων αποκτημάτων. Ο στόχος του μοντέλου είναι να περιγραφούν οι επιμέρους φάσεις που αφορούν το τεχνικό έργο της παραγωγής, καθώς και οι δραστηριότητες που θα πραγματοποιηθούν, σε κάθε αντίστοιχη φάση. Το μοντέλο εφαρμόζεται για έργα άνω των 5.000.000 κορόνων, αλλά μπορεί ακόμα



να χρησιμοποιηθεί και σε μικρότερα έργα (Nord, 1997). Κάποια κεντρικά τμήματα του μοντέλου είναι:

- Μετρήσεις ασφάλειας ποιότητας που είναι για να διασφαλίσουν ότι το έργο πραγματοποιείται σύμφωνα με το πλάνο. Στον πίνακα αναφέρονται οι απαιτήσεις που πρέπει να εκπληρώνονται σε κάθε αντίστοιχο πυλώνα στόχο.
- Ο υπολογισμός διεργασίας είναι ένα έγγραφο που προσδιορίζει την συνολική επίδραση στα κόστη τελικής επεξεργασίας και περιγράφει ορισμένες τεχνικές επιπτώσεις που προκύπτουν σε σχέση με την αλλαγή του προϊόντος.
- Τεχνικές Προδιαγραφές που περιγράφουν τις θεμελιώδεις απαιτήσεις, οι οποίες τίθενται στις μηχανές παραγωγής στις οποίες γίνεται η επένδυση.
- Βάση για ασφάλεια λειτουργίας είναι μια σειρά λεπτομερών ερωτηματολογίων που συζητιούνται και υπογράφονται από τους προμηθευτές και τον εκπρόσωπο της Volvo σε τρεις περιπτώσεις, πριν την αγορά, μετά το τέλος του σχεδιασμού καθώς και μετά από την εγκεκριμένη δοκιμαστική λειτουργία. Πίσω από κάθε ερώτηση υπάρχουν σχόλια βασισμένα σε προηγούμενη εμπειρία. Ο στόχος είναι να υπάρξει όφελος από την κοινή εμπειρία και γνώση στους προμηθευτές και την Volvo.
- Περιγραφές λειτουργιών (Funktionskransbeskrivning, FKB) που διασφαλίζουν ότι μια γραμμή ή μια μηχανή δομείται σύμφωνα με την εμπειρία, την ανάγκη και το όραμα. Κατά την εκπόνηση του έργου, την κατασκευή και την λειτουργία, το FKB είναι μια βάση για τον σχεδιασμό, τον προγραμματισμό, την δοκιμή και την έγκριση.

Το έργο ολοκληρώνεται με μία «Λευκή Βίβλο» (σύνολο επίσημων εγγράφων) σχετικά με ερωτήσεις όπως, το πως προέκυψε ο συγκεκριμένος χρόνος παράδοσης, το τι ήταν το πιο θετικό στο έργο, το τι μπορεί να βελτιωθεί την επόμενη φορά και το αν εκπληρώθηκαν οι απαιτήσεις και οι οικονομικές προβλέψεις του έργου.

Ο παραπάνω τρόπος εργασίας της VOLVO, ακολουθεί το μοντέλο της Βηματικής Διαχείρισης (Step-by-step management), η οποία δίνει μεγάλη προσοχή στο να εντοπιστούν ενδεχόμενα προβλήματα σε ένα όσο το δυνατό πιο πρώιμο στάδιο. Ουσιαστικά ο τρόπος εργασίας βασίζεται σε:

- Πρώιμη αποκάλυψη ενδεχόμενων προβλημάτων
- Έλεγχο του ότι ενδεχόμενα προβλήματα ρυθμίζονται στο ακόλουθο στάδιο

- Τεκμηρίωση όλων των ρυθμιστικών μέτρων. (Nord, 1997)

Οι υπόλοιπες παράγραφοι αυτού εδώ του κεφαλαίου αφιερώνονται στις γενικές φάσεις στις διεργασίες νέων αποκτημάτων. Πριν, όμως, από την ανάλυση των φάσεων, είναι σημαντικό να αναλυθούν οι απαιτήσεις για την ομάδα εργασίας που θα οδηγήσει το έργο.

#### 10.6.2.1 Ομάδες εργασίας

Η σύνθεση της ομάδας εργασίας που θα πρέπει να διεκπεραιώσει το έργο των νέων αποκτημάτων, είναι σημαντική. Απαιτούνται μέλη με δεξιότητες, γνώσεις και ικανότητα να λειτουργούν από κοινού. Οι θεμελιώδεις αρχές, για το πως θα πρέπει να επανδρωθεί ένα έργο, πρέπει να τεκμηριωθούν και φυσικά, να εφαρμοστούν.

Τα μέλη των ομάδων εργασίας είναι εργαζόμενοι της επιχείρησης, οι οποίοι έχουν και άλλα εργασιακά καθήκοντα. Εντούτοις, θα πρέπει να τους δίνεται η ευκαιρία να εργάζονται αποκλειστικά με το έργο, ώστε να αυξηθεί η σχετική τους ικανότητα.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί, επίσης, στον ηγέτη της ομάδας. Αν το έργο είναι αρκετά μεγάλο, δεν πρέπει ο ηγέτης να συμμετέχει στην αμιγή εργασία του έργου αλλά να επικεντρώνει στο να είναι ηγέτης. Ένας ηγέτης έργου, που έχει ένα καθήκον στο έργο, γίνεται συχνά ο ίδιος αιτία για καθυστερήσεις.

Ως μέλη μιας ομάδας εργασίας σε δραστηριότητες νέων αποκτημάτων, πρέπει να θεωρούνται τόσο οι προμηθευτές, όσο και οι πελάτες, χωρίς αυτό να σημαίνει τη διαρκή φυσική τους παρουσία. Οι πληροφορίες, αλλά και οι γνώσεις που μπορούν να αντληθούν από αυτά τα δύο μέρη, είναι αποφασιστικής σημασίας για την επιτυχία των εργασιών της ομάδας.

Πέρα από τις γνώσεις και τις ικανότητες των μελών της ομάδας, η πρακτική εμπειρία είναι, επίσης, πολύ σημαντική. Αυτοί που οδηγούν τις διεργασίες της Πρώιμης Διαχείρισης, πρέπει να εμπλέκονται ενεργά στις διεργασίες και τους χώρους που πρόκειται να επηρεάσουν τα νέα αποκτήματα. Ως εκ τούτου, τα μέλη μιας ομάδας Πρώιμης Διαχείρισης πρέπει:

- να περνούν χρόνο στο εργοστάσιο, να ακούν τους χειριστές και το προσωπικό συντήρησης,
- να μελετούν τις βελτιώσεις που λαμβάνονται ως επακόλουθο των δραστηριοτήτων της αυτόνομης συντήρησης,
- να ακούν τα αποτελέσματα που προκύπτουν μετά την εργασία στις ομάδες βελτίωσης,
- να αποκτούν οι ίδιοι πρακτική εμπειρία στο να πραγματοποιούν δραστηριότητες αυτόνομης συντήρησης, όπως ο καθαρισμός, η λίπανση και η επιθεώρηση,
- να πραγματοποιούν αναλύσεις των πληροφοριών από εσωτερική και εξωτερική εμπειρία.

Η εμπειρία της επιχείρησης στο να διευθύνει το έργο, ήτοι η κουλτούρα του έργου, είναι ένας άλλος σημαντικός παράγοντας. Το έργο πρέπει να χαίρει σεβασμού και να μπαίνει σε προτεραιότητα μέσα στον οργανισμό. Είναι δύσκολο να εκπληρωθεί ο επιδιωκόμενος στόχος, αν δεν υπάρχουν οι σωστές προϋποθέσεις. Οι σχέσεις μεταξύ του οργανισμού του έργου και του γραμμικού οργανισμού είναι, συχνά, αποφασιστικής σημασίας.

Αν επιτρέπεται να διακοπεί ή να διαταράσσεται σημαντικά ένα έργο νέου αποκτήματος, λόγω του ότι, για παράδειγμα, μπαίνει σε προτεραιότητα η εργασία του γραμμικού οργανισμού, η κουλτούρα του έργου είναι ανεπαρκής. Η πιθανότητα να είναι επιτυχές είναι, τότε, εξαιρετικά περιορισμένη.

Αν είναι δυνατόν θα πρέπει οι άνθρωποι που συμπεριλαμβάνονται στο έργο να έχουν τις δικές τους θέσεις εργασίας δίπλα ο ένας στον άλλον. Αν μπορούν εκτός αυτού να κάθονται κοντά στην περιοχή όπου η νέα μηχανή θα τοποθετηθεί, είναι κάτι επιπλέον θετικό.

#### 10.6.2.2 Φάση 1: Προγραμματισμός ιδεών

Η ιδέα για ένα νέο απόκτημα προκύπτει από μια σειρά προτάσεων, οι οποίες προκύπτουν ως λύσεις σε ανάγκες ή προβλήματα της παραγωγικής δραστηριότητας μίας επιχείρησης. Τα αρχικά κίνητρα για ένα νέο εξοπλισμό

είναι, σαφώς, υποκειμενικά και εσωτερικά, αλλά η τελική απόφαση υπόκειται σε εξωτερικούς περιορισμούς, στους οποίους υπόκειται, στην πραγματικότητα, η επιχείρηση. Αναλυτικότερα, η αγορά, οι νέες τεχνολογίες, οι ανταγωνιστές και σίγουρα, οι ανάγκες των πελατών, είναι το τελικό κριτήριο για την απόφαση για επένδυση σε νέο εξοπλισμό. Η κατάσταση αυτή είναι αυτονόητη, καθώς ο συνολικός προγραμματισμός ενός παραγωγικού οργανισμού, του οποίου τμήμα είναι η ανάπτυξη και χρήση νέων αποκτημάτων, βασίζεται στα εν λόγω κριτήρια.

Ακολούθως, δίνονται χαρακτηριστικά ερωτήματα, τα οποία αφορούν εξωτερικούς παράγοντες και τα οποία πρέπει να απαντηθούν πριν να ληφθεί η τελική απόφαση για ένα νέο απόκτημα:

- Ποια προϊόντα θα έρθουν στο μέλλον;
- Τι απαιτήσεις έχουν τα νέα προϊόντα;
- Μπορούν τα υλικά για τα νέα προϊόντα να βρεθούν εύκολα;
- Υπάρχουν νέες σχετικές κρατικές απαιτήσεις;
- Ποιες απαιτήσεις περιβάλλοντος είναι επίκαιρες;

Μέσω του να σκεφτεί κανείς a priori τις παραπάνω ερωτήσεις, διασφαλίζεται ότι οι αποφάσεις που λαμβάνονται στο πρώιμο στάδιο του προγραμματισμού των ιδεών, είναι βασισμένες στην καλύτερη δυνατή βάση. Η πραγματοποίηση του επικείμενου έργου μπορεί να προγραμματισθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια αν βασίζεται σε αξιόπιστη βάση.

Μετά από την επιλογή της καλύτερης ιδέας για ένα νέο απόκτημα, πραγματοποιείται ένα χονδρικό προσχέδιο του πιθανού εξοπλισμού, με τη συμμετοχή του τμήματος σχεδιασμού και ανάπτυξης, αλλά και των παραγωγικών τμημάτων και με σκοπό να σχεδιαστεί μια μηχανή για ορθολογική κατασκευή. Πιθανές λύσεις συζητούνται και αξιολογούνται σύμφωνα μεταξύ άλλων με τις αναγνωρισμένες ανάγκες μηχανής, το στόχο της επένδυσης, το ΚΚΖ, την τεχνική καταλληλότητα, την προτεραιότητα και τον χρόνο παράδοσης.

### 10.6.2.3 Φάση 2: Προγραμματισμός της υλοποίησης

Σε αυτή την φάση υφίσταται επεξεργασία το σχέδιο της μηχανής και οι συνολικές προδιαγραφές κατασκευής, βασισμένες πάνω στην ιδέα που συζητήθηκε στην προηγούμενη φάση. Ο προϋπολογισμός και το χρονοδιάγραμμα βασίζεται σε μια ανάλυση από τις προδιαγραφές, την οποία πραγματοποίησε η επιχείρηση. Μια απόφαση που περιορίζει έντονα τις υπόλοιπες πιθανότητες επιλογής, είναι η κατάλληλη επιλογή για τη μέθοδο κατασκευής. Αν υπάρχουν, λοιπόν, ακόμα εναλλακτικές μέθοδοι κατασκευής, πρέπει αυτές να μελετηθούν πριν να ληφθεί μια τελική απόφαση.

Οι παράγοντες που προσδιορίζονται είναι η δυναμικότητα της παραγωγής, η αξιοπιστία, η ευελιξία, η φιλικότητα συντήρησης, η φιλικότητα λειτουργίας και η ασφάλεια. Εκτός αυτού, εξετάζεται το ΚΚΖ, χωρισμένο σε ΑΚ και ΤΚ. Οι εκτιμήσεις γίνονται, επίσης, γύρω από τον αναμενόμενο χρόνο παράδοσης, όπου αυτό είναι αποφασιστικής σημασίας για το χρονοδιάγραμμα.

Οι προδιαγραφές που γίνονται αναλύονται με την βοήθεια των ακόλουθων εργαλείων:

- Διαγράμματα ροής για τις διεργασίες κατασκευής
- Πίνακας Διασφάλισης Ποιότητας (Quality Assurance matrix), ήτοι μια ανάλυση της σύνδεσης μεταξύ της ποιότητας προϊόντων και αυτής στα συμπεριλαμβανόμενα τμήματα των διεργασιών κατασκευής
- Ανάλυση 4Μ, ήτοι μια ανάλυση της σύνδεσης μεταξύ των επιλεγμένων διεργασιών κατασκευής και των 4 παραμέτρων της παραγωγής. Αρχικά αναλύονται τα ενδεχόμενα προβλήματα που προέκυψαν στον πίνακα διασφάλισης ποιότητας της διεργασίας και των απαιτήσεων, που αποτρέπουν να προκύψει το πρόβλημα αυτό, αποσαφηνίζεται.
- Ανάλυση τρόπου αποτυχίας και επιδράσεων (FMEA), όπου κανείς εκτιμά πόσο σοβαρά είναι τα προβλήματα που αναγνωρίστηκαν στην προηγούμενη ανάλυση και επεξεργάζονται τα ρυθμιστικά μέτρα.

Η φάση ολοκληρώνεται με μια εξέταση του σχεδιασμού όπου οι προδιαγραφές αξιολογούνται και αναθεωρούνται, κατ' ανάγκη.

#### 10.6.2.4 Φάση 3: Ανάπτυξη, σχεδίαση

Κατά την φάση της ανάπτυξης, γίνεται, πρώτα, ένας λεπτομερέστερος σχεδιασμός βασισμένος στις προδιαγραφές, οι οποίες καθορίστηκαν στην προηγούμενη φάση. Αν αποκαλυφθούν προβλήματα, γίνονται ρυθμιστικές ενέργειες του σχεδιασμού αυτού. Κατόπιν, εκπονείται ένας τελικός σχεδιασμός με επιλογή εξαρτημάτων, ανοχών της διεργασίας, εξομάλυνση επιφάνειας, λεπτομερείς μορφές, υλικά και βασική μέθοδο.

Εδώ, χρησιμοποιούνται τα διαθέσιμα πρότυπα, προηγούμενη εμπειρία και άλλες γνώσεις για να αναπτυχθεί και να τελειοποιηθεί η κατασκευή.

Οι προμηθευτές και οι συνεργάτες συμμετέχουν σε αυτή την φάση. Μέσω του να συμμετέχουν σε μια κοινή εξέταση της κατασκευής που πραγματοποιείται υπό συνθήκες αμοιβαίας εμπιστοσύνης, μπορούν να ληφθούν οφέλη από την εμπειρία και την γνώση όλων των μερών.

Φυσικά, συμμετέχουν άτομα από όλες τις εξαρτώμενες λειτουργίες κατά την εργασίας στον βαθμό που κρίνεται αναγκαίο για να εγγυηθούν τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα στις διεργασίες νέων αποκτημάτων.

Αν αναγνωρισθούν προβλήματα σε κάποιο από τα στάδια, σε αυτή την φάση πραγματοποιείται μια ανάλυση FMEA για να ληφθούν ρυθμιστικά μέτρα.

Ήδη, στην φάση της ανάπτυξης – σχεδίασης μελετώνται και προγραμματίζονται εγκαταστάσεις, οι οποίες θα υποδεχθούν το νέο εξοπλισμό, όσον αφορά, για παράδειγμα, στην απαιτούμενη επιφάνεια, στην τροφοδοσία με ηλεκτρικό ρεύμα κ.α.

#### 10.6.2.5 Φάση 4: Κατασκευή

Η μηχανή κατασκευάζεται, όπως αποφασίστηκε κατά την εργασία του τελικού σχεδιασμού. Η κατασκευή υφίσταται περαιτέρω έλεγχο και αναλύεται για να

βελτιωθεί περαιτέρω, αν είναι δυνατό, την επόμενη φορά.

#### 10.6.2.6 Φάση 5: Δοκιμή παράδοσης

Οι δοκιμές πραγματοποιούνται για να αποκαλυφθούν προβλήματα που δεν είχαν αναγνωρισθεί προηγούμενα, πριν από την εγκατάσταση και την έναρξη. Περαιτέρω έλεγχος, σύμφωνα με τις λίστες ελέγχου, γίνεται για να φανεί αν αξιοποιήθηκε στο έργο προηγούμενη εμπειρία από τις υπάρχουσες μηχανές.

Όταν μια μηχανή εγκρίνεται και παραλαμβάνεται από την εταιρεία, γίνεται δυσκολότερο να διορθωθούν τα προβλήματα που προκύπτουν. Αν η μηχανή κατασκευάζεται εξωτερικά, είναι, ως εκ τούτου, επιπλέον σημαντικό να διασφαλιστεί ότι όμοιες πιθανές δοκιμές έχουν πραγματοποιηθεί. Πρέπει να θυμάται κανείς ότι πάντα ζημιώνονται οι αγοραστές, αν μια μηχανή δεν λειτουργεί. Είναι πολύ δύσκολο να λάβει κανείς πλήρη αποζημίωση για μια καθυστερημένη παράδοση ή μια προδιαγραφή που δεν τηρήθηκε.

#### 10.6.2.7 Φάση 6: Εγκατάσταση

Όλα τα εμπλεκόμενα στην εγκατάσταση μέρη, για παράδειγμα ηλεκτρολόγοι, μεταφορείς κ.α. συντονίζουν τις ενέργειες τους. Ο έλεγχος γίνεται για να διασφαλιστεί ότι όλοι εμπλεκόμενοι τηρούν το χρονοδιάγραμμα. Η εγκατάσταση και η ακόλουθη έναρξη θα πρέπει να επιφέρουν ελάχιστες ενοχλήσεις σε άλλες εν εξελίξει δραστηριότητες.

#### 10.6.2.8 Φάση 7: Έναρξη

Μετά από την πραγματοποίηση της εγκατάστασης γίνεται δοκιμαστική λειτουργία της μηχανής ως μονάδα και ως συμπλήρωμα του συστήματος. Αν έγιναν βασικές αξιολογήσεις και δοκιμαστικές λειτουργίες σε προηγούμενες φάσεις μπορεί να πραγματοποιηθεί η έναρξη στον συντομότερο δυνατό χρόνο. Ο στόχος είναι κάθετη έναρξη, ήτοι πλήρους ρυθμός από το πρώτο προϊόν, καθώς και επιθυμητά επιτεύγματα σε μορφή αποδοτικότητας, ποιότητας και

όγκου παραγωγής.

Υπάρχουν τρεις τύποι προβλημάτων που μπορούν να επιφέρουν αργοπορία στη φάση έναρξης:

- Προβλήματα που σχετίζονται με τον σχεδιασμό της μηχανής
- Προβλήματα που συνδέονται με την κατασκευή της μηχανής
- Προβλήματα που σχετίζονται με την εγκατάσταση της μηχανής

Ενδείκνυται να υπάρχει ένα σύστημα πρώιμης προειδοποίησης (Early Warning System), που εφαρμόζεται για όλα τα ενδεχόμενα προβλήματα.

Τα προβλήματα που πρέπει να εστιάσει κανείς στην φάση έναρξης είναι τέτοια που συνδέονται με όλο το σύστημα και που δεν ήταν δυνατόν να δοκιμαστούν πλήρως στις προηγούμενες φάσεις. Αυτό μπορεί να αφορά προβλήματα σχετικά με την ροή υλικών και την δυναμικότητα των διεργασιών. Όλες οι εξαρτώμενες λειτουργία, ήτοι παραγωγή, συντήρηση και εφοδιαστική αλυσίδα, πραγματοποιούν μαζί απαραίτητες δοκιμές και λαμβάνουν, ενδεχομένως, διορθωτικά μέτρα.

Μετά από την ολοκλήρωση των παραπάνω φάσεων, είναι σημαντικό ότι το προσωπικό που θα έχει την ευθύνη για τις μηχανές στην κατάσταση λειτουργίας, λαμβάνει την απαραίτητη εκπαίδευση για να μπορεί να εκτελέσει τα καθήκοντα. Πρέπει, επίσης, να υπάρχουν επεξεργασμένες οδηγίες χρήσης, εναλλαγής παραγωγής και συντήρησης. Η τεκμηρίωση θα πρέπει να είναι, είτε σε έγγραφη είτε σε ηλεκτρονική μορφή, φιλική προς τον χρήστη, ήτοι απλή να κατανοηθεί και προσαρμοσμένη στο χρήστη.