

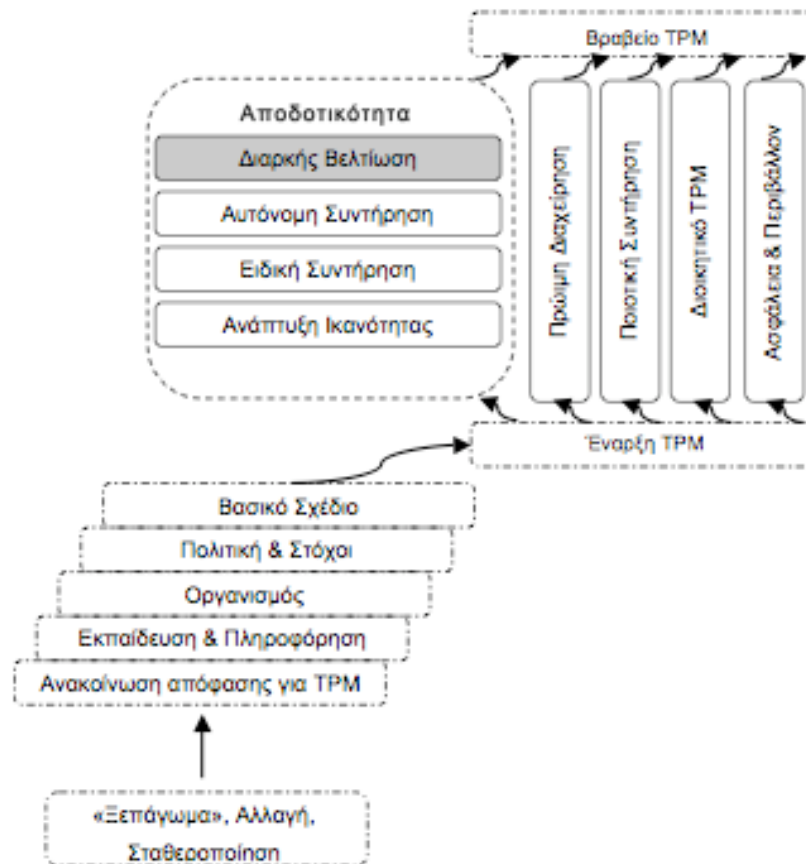
Πανεπιστήμιο Πειραιώς
Τμήμα Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων
Ευρωπαϊκό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα στη Διοίκηση Επιχειρήσεων
– Ολική Ποιότητα

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

Κεφάλαιο 6 Διαρκής Βελτίωση

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

Κεφάλαιο 6 Διαρκής Βελτίωση



6.1 Εισαγωγή

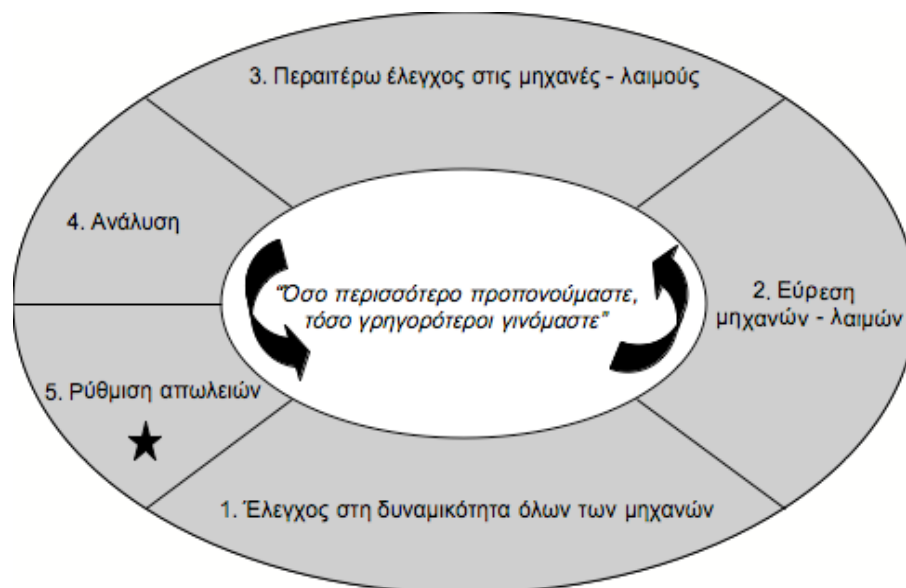
Η Διαρκής Βελτίωση είναι μία προτεραιότητα σε οποιοδήποτε πρόγραμμα ανάπτυξης της Ολικής Συντήρησης για την Παραγωγικότητα και αποτελεί τον πρώτο από τους οχτώ πυλώνες. Είναι μια από τις σημαντικότερες δραστηριότητες στο βασικό σχέδιο του TPM και η πραγματοποίησή της ξεκινά παράλληλα με την έναρξη του TPM (Suzuki, 1994).

Η βασική σκέψη στη διαρκή βελτίωση είναι ότι όλα οδεύουν πάντα προς τη βελτίωση σε μικρά βήματα. Οι μικρές βελτιώσεις συμπληρώνονται, φυσικά, με μεγάλες καινοτομίες. Όλοι οι εργαζόμενοι συμμετέχουν σε τμήματα των δραστηριοτήτων και αποκτούν μεγάλη δεξιότητα και ταχύτητα επίλυσης προβλημάτων, σα να είχε διεκπεραιωθεί η εργασία μόνο από ειδικούς. Λόγω των διαρκών βελτιώσεων κατορθώνει η εταιρεία να ενισχύσει την ανταγωνιστική

της δύναμη.

6.2 Η πορεία της εργασίας προς τη βελτίωση στη VOLVO

Στο διάγραμμα 6.1, φαίνεται το πως η VOLVO οργάνωσε την εργασία βελτίωσης της στην παραγωγή. Το μοντέλο είναι διαμορφωμένο ως ένας ατέρμονας δρόμος. Η εργασία συντελείται διαρκώς και δεν αρκεί να διατρέξει κανείς μια φορά την διαδρομή. Η εταιρεία που διανύει το δρόμο αυτό, μπορεί να παρομοιαστεί με ένα δρομέα, ο οποίος όσο περισσότερες φορές διατρέξει τον κύκλο, τόσο καλύτερος γίνεται και κάθε φορά διανύει τη διαδρομή γρηγορότερα (Nord, 1997).



Διάγραμμα 6.1 Ο δρόμος της διαρκούς βελτίωσης στη VOLVO (Nord, 1997)

Ο τρόπος εργασίας της VOLVO μπορεί να συνοψιστεί στα ακόλουθα πέντε στάδια:

1. Εκτέλεση παρατηρήσεων μέτρησης.
2. Εύρεση και ιεράρχηση πέντε μηχανών – λαιμών σε κάθε τμήμα του εργοστασίου. Επιλογή των πέντε μεγαλύτερων προβλημάτων στις μηχανές – λαιμούς. Εξέταση όλων των πιθανών αιτιών των προβλημάτων. Χρήση διαφορετικών μεθόδων επίλυσης προβλημάτων. Δημιουργία πλάνων βελτίωσης για κάθε αντίστοιχη απόκλιση.
3. Περαιτέρω έλεγχο στις μηχανές – λαιμούς.

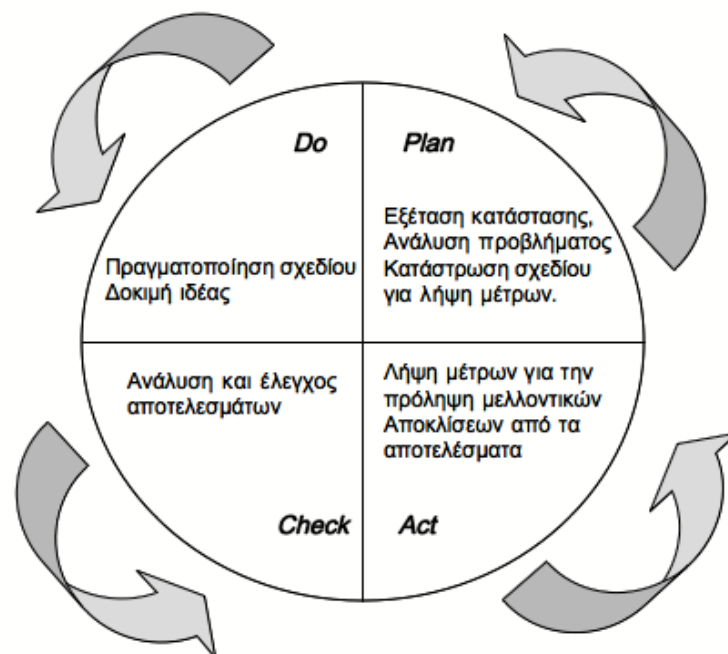
4. Ανάλυση προβλημάτων.

5. Λήψη μέτρων για τις αποκλίσεις και περαιτέρω έλεγχος για τα μέτρα.

Εκτός από το πρώτο στάδιο των μετρήσεων, τα υπόλοιπα στάδια αποτελούν τον πυρήνα των εργασιών βελτίωσης. Είναι εμφανής η εστίαση των εργασιών αυτών στις μηχανές – λαιμούς, στις οποίες βασικά αντικείμενα μελέτης είναι ο κύκλος παραγωγής, η διαθεσιμότητα και το πλήθος των διακοπών.

Οι εργασίες βελτίωσης διεκπεραιώνονται από ομάδες βελτίωσης, βλ. σχετικά Κεφ. 3. Οι ομάδες βελτίωσης στη VOLVO πραγματοποιούσαν συναντήσεις βελτίωσης μια φορά την εβδομάδα.

Η δραστηριότητα της βελτίωσης διεξάγεται σύμφωνα με το υπόδειγμα του κύκλου PDCA του Deming: Εξέταση και ανάλυση (Plan), ενέργεια (Do), έλεγχος (Check), σταθεροποίηση/ τυποποίηση μεθόδου (Act)



Διάγραμμα 6.2 Ο κύκλος PDCA του Deming στην εργασία της Διαρκούς Βελτίωσης του TPM

Οι λύσεις που προκύπτουν από τις μελέτες των ομάδων βελτίωσης, πρέπει να ελέγχονται, πριν να εφαρμοσθούν. Κατά την αξιολόγηση μιας λύσης είναι απαραίτητο να γίνει αναγνώριση πιθανών εμποδίων για την εφαρμογή της.

Η νέα λύση μπορεί, για παράδειγμα, να αναλυθεί από τις ακόλουθες ερωτήσεις:

- Υπάρχουν σοβαρές ενδείξεις ότι θα πετύχει;
- Υπάρχουν άλλα προβλήματα με την ποιότητα;
- Υπάρχουν άλλα προβλήματα με την ασφάλεια;
- Μπορεί να γίνει πιο πολύπλοκη η λειτουργία από πριν;
- Δέχονται οι χειριστές την αλλαγή;

Είναι πιθανό να υπάρξουν εναντιώσεις από τους εργαζόμενους στις θέσεις εργασίας των οποίων θα εφαρμοσθούν οι λύσεις. Είναι ευθύνη των ομάδων βελτίωσης, αλλά και της διοίκησης, να εξηγήσουν με στοιχεία και γεγονότα την ανάγκη για βελτίωση, χωρίς να απαξιώνουν τον προηγούμενο τρόπο εργασίας των εργαζομένων.

Στη VOLVO, οι ομάδες βελτίωσης χρησιμοποίησαν τρεις λίστες εργασίας κατά την ενασχόληση τους με τις μηχανές – λαιμούς, για την οπτικοποίηση και την τεκμηρίωση της πορείας της εργασίας. Οι λίστες αυτές συμπεριλάμβαναν, αντίστοιχα, στοιχεία για: (1) εργασίες σε εξέλιξη, (2) εργασίες σε αναμονή, και (3) ολοκληρωμένες εργασίες. Οι λίστες συμπληρώνονται με σχετικά διαγράμματα, βλ. εικόνα 6.1.

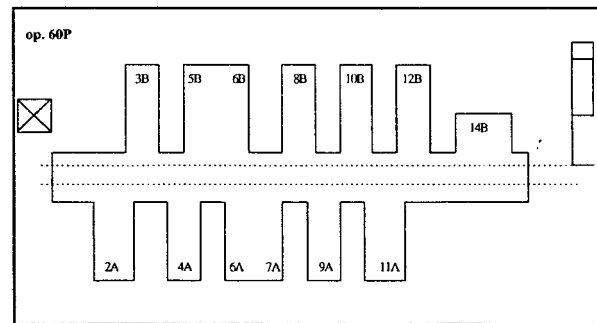
Είναι πολύ δύσκολο να εντοπιστούν οι επιπτώσεις μιας μεμονωμένης βελτίωσης, αν δεν παρακολουθηθεί η πρόοδος της βελτίωσης. Μέσω της κατάλληλης παρακολούθησης αυξάνεται, επίσης, η γνώση γύρω από τις μηχανές. Ένα σχέδιο βελτίωσης μπορεί να αποσαφηνίσει την διαδικασία, βλ. πίνακα 6.1. Στο σχέδιο της βελτίωσης βρίσκονται τα κυριότερα προβλήματα χωρισμένα σε υποπροβλήματα και από την άλλη σε δραστηριότητες, όπου κάποιος είναι υπεύθυνος για να διεκπεραιώσει τα βελτιωτικά μέτρα στην σωστή χρονική στιγμή.

Arbetslista / Kölista / Förbättringar TPU AVD. 9182	Datum: 97-05-28	Vecka: 722
	Mötestid: 1445- 1545	
	Fabrik: O-fabriken	Plats: Ormvråken

sid 1/3

Samarbetskallat av:	Knezo
Selektörar:	Ralf
Mötesdeltagare:	Knezo, Ralf, Harry, Kent, Calle, Jorma, Andreas, David, Magnus.
Dator, till:	Mårwende + Alvenson, U Broström, Jesa, Peter, Dan

Åtgärder Arbetslista:		Ansvarig person	Start dag	Klart dag	Prior.
OPERATION: 60 P					
1	Avrapportering av ny visualiseringsstavla. Tillgänglighet och cykeltid inbana tom, utbana full.	Jorma/Harry	V716	V724	1
2	Stn 9A, Kast på spindel 4, i takttriåkning.	Harry	V720	V724	2
3	Stn 4 A, Renovering av HTS- ventil..	Andreas	V722	V724	3
4	Stn 15. Urfötare kryper vid stopp.	Andreas	V720	V724	4



Εικόνα 6.1 Λίστα εργασίας για μηχανή – λαιμό από τη VOLVO

Πίνακας 6.1 Παράδειγμα σχεδίου βελτίωσης

Διεργασία μηχανή	Πρωτεύον θέμα		Δευτερεύον θέμα		Επιμέρους θέματα		Χρονοδιάγραμμα (Μήνες)												Υπεύθ. (όνομα)	
	Τώρα	Στόχος	Τώρα	Στόχος	Τώρα	Στόχος	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		
O	Αποδοτικότητα		Διαθεσιμότητα		Αλλαγή εργαλείου															
					20min	10min														
					70%	80%	Τώρα	Στόχος	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
							Εναλλαγή παραγωγής													
							8 /εβδ.	2 /εβδ.												
							Τώρα	Στόχος	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
							Λάθη κατανομής													
							10%	1%												
							Τώρα	Στόχος	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
							Διακοπές													
						80 /εβδ.	30 /εβδ.													
						Τώρα	Στόχος	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
						Κύκλος παραγωγής														
						36sec	32sec	36sec	32sec											
L							Τώρα	Στόχος	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
							Καλύτερη ποιότητα													
							Ανοχή λαθών													
							Τώρα	Στόχος	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
						10 /εβδ.	5 /εβδ.													
						Τώρα	Στόχος	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
						Τινάγματα ατράκτου														
						50 /εβδ.	15 /εβδ.													

Οι εργασίες της βελτίωσης δεν πρέπει να ξεπερνούν σε διάρκεια τους έξι μήνες. Αν τα προβλήματα αποδεικνύονται πιο πολύπλοκα, τότε η επίλυση τους ανατίθεται σε ομάδες ειδικών, ώστε να μην κωλυσιεργούν οι ομάδες βελτίωσης και να μην απογοητεύονται από τις επιδόσεις τους.

6.2.1 Αποτελέσματα της εργασίας βελτίωσης

Η διαρκής βελτίωση προσέφερε στη VOLVO ένα πλήθος αποτελεσμάτων, τα οποία αφορούσαν απώλειες στον παραγωγικό εξοπλισμό, εξαιτίας προβληματικών μεθόδων παραγωγής, καθώς και απώλειες σε άλλα συστήματα, όπως στο σύστημα διαχείρισης και μεταφοράς υλικών.

Μετά από την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων βελτίωσης, η υπεύθυνη για αυτές ομάδα, πραγματοποιούσε αξιολόγηση των αποτελεσμάτων για τη μέτρηση της επίδρασης των δραστηριοτήτων. Ακολουθώντας, λαμβάνονταν μέτρα για να προληφθεί το ότι δε θα να προκύψουν ξανά τα ίδια ή άλλα προβλήματα και με αυτή την ενέργεια θεωρούνταν ότι διεκπεραιώθηκε πλήρως και επιτυχώς η προσπάθεια της βελτίωσης.

Πράγματι, η επίτευξη θετικών αποτελεσμάτων δεν μπορεί να θεωρηθεί ως βελτίωση, αν δεν εξασφαλισθεί η διατήρηση αυτών των αποτελεσμάτων. Η εξάλειψη προβλημάτων με διορθωτικά μέτρα πρέπει να ακολουθείται από προληπτικά μέτρα, τα οποία διασφαλίζουν ότι τα προβλήματα αυτά, καθώς και άλλα προβλήματα δεν θα εμφανιστούν ξανά. Αν αυτό δεν γίνεται, τότε είναι πολύ πιθανό οι βελτιώσεις να μη διαρκέσουν και η μηχανή, παραδείγματος χάριν, η οποία βελτιώθηκε, να επανέλθει στην αρχική προβληματική κατάσταση.

6.2.2 Μετάδοση των αποτελεσμάτων

Για να προχωρήσει περαιτέρω η εργασία της βελτίωσης και για να μην χρειάζεται να ανακαλύπτονται διαρκώς χρησιμοποιημένες λύσεις εκ νέου, απαιτείται η μετάδοση των λύσεων σε όλους όσους, ενδεχομένως, τις

χρειάζονται και μπορούν να επωφεληθούν από αυτές. Ένα απλό διάγραμμα ή ένα μοντέλο πάνω σε έναν πίνακα οπτικοποίησης μπορεί, για παράδειγμα, να χρησιμοποιηθεί για την ενημέρωση όλων των τμημάτων σχετικά με τα προβλήματα που ασχολήθηκαν διάφορες ομάδες βελτίωσης και σχετικά με τις επιτυχίες λύσεις με τις οποίες διόρθωσαν τα προβλήματα. Τα προβλήματα μπορούν, κατόπιν, να κατηγοριοποιηθούν σε διαφορετικές ομάδες προβλημάτων σε μια «δεξαμενή» λύσεων προβλημάτων. Τα πλεονεκτήματα της τακτικής αυτής είναι ότι τα τμήματα μπορούν να δανείσουν λύσεις το ένα στο άλλο. Η «δεξαμενή» των λύσεων έχει διαφορετικούς κατηγορίες, βλ. πίνακα 6.2, όπου είναι δυνατό να αναζητήσει κανείς μια λύση ανα τύπο μηχανής ή τύπο προβλήματος. Πρώτο καθήκον μιας ομάδας βελτίωσης που ξεκινά να μελετά ένα πρόβλημα, είναι να ψάξει για λύση μεταξύ των ήδη γνωστών λύσεων.

Πίνακας 6.2 Πίνακας αιτιών σφαλμάτων

Παράγοντας Μηχανή	Παραμελημένη ιδανική κατάσταση	Λανθασμένοι χειρισμοί	Κρυφά λάθη κατασκευής	Φθορές μη ενδιαφέρουσες	Ελλιπής ικανότητας	Άγνωστες αιτίες
No 10	2			6		
No 25	5		2	1		3
No 20		4				
No 25			13	3		
No 30					2	
No 35						

6.3 Μέτρηση

6.3.1 Γενικά περί μετρήσεων

Η διαρκής βελτίωση απαιτεί εστίαση στις περισσότερο σημαντικές απώλειες. Για να επιτευχθεί αυτό, απαιτείται μια συστηματική μέθοδος, βασισμένη σε μετρήσεις. Η μέτρηση είναι ένα εργαλείο για την παρακολούθηση της εξέλιξης και της προόδου μιας κατάστασης ή ενέργειας. Βασίζεται σε γεγονότα και ως εκ τούτου, δίνει ποιοτικά ανώτερα αποτελέσματα σε σχέση με μια μέθοδο βασισμένη σε υποθέσεις και εικασίες.

Βασικό αντικείμενο μέτρησης στη διαρκή βελτίωση είναι η αποδοτικότητα, η

οποία μετράται, μεταξύ άλλων, για τους ακόλουθους τρεις λόγους:

- για να δοθεί βαθμός προτεραιότητας στο σχέδιο βελτίωσης στις διάφορες προβληματικές περιοχές,
- για να απεικονιστούν ορθά και με ακρίβεια τα αποτελέσματα του έργου της βελτίωσης,
- για την πληροφόρηση, πριν από τον σχεδιασμό, σχετικά με την δυναμικότητα, τις απώλειες, ενδεχόμενες ανάγκες επενδύσεων κ.λ.π.

Αν δεν πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις υπάρχει κίνδυνος να αποτυπωθεί η εικόνα του προβλήματος μέσα από προσωπικά πρίσματα, με λανθασμένη ιεράρχηση.

Φυσικά, το αποτέλεσμα μιας μέτρησης απαξιώνεται αν δεν ακολουθείται από ανάλυση και ενδεχομένως, από διορθωτικά μέτρα. Συνεπώς, είναι σημαντικό ήδη πριν αρχίσει η μέτρηση να προσδιοριστούν ο σκοπός της μέτρησης και η μεθοδολογία. Η παρακάτω λίστα ελέγχου χρησιμοποιήθηκε στη VOLVO για να διασφαλιστεί ότι τίποτα δεν παραλείπεται:

- Προσδιορισμός του σκοπού της αντίστοιχης μέτρησης.
- Αποσαφήνιση του τι πρέπει να μετρηθεί, ποιος θα έχει την ευθύνη για την μέτρηση, καθώς και του πότε και πώς θα διεκπεραιωθεί η μέτρηση.
- Τοποθέτηση προκλητικών, αλλά ταυτόχρονα ρεαλιστικών, βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων στόχων.
- Εκπαίδευση για την κατανόηση των μετρήσεων, όπως ασκήσεις υπολογισμών από τους χειριστές και όχι από υπολογιστές.
- Περιγραφή του πως τα αποτελέσματα πρέπει να παρουσιαστούν.
- Δημιουργία μιας ομάδας για ανάλυση των μετρήσεων, όπως μια ομάδα βελτίωσης ή μια ομάδα βάρδιας.
- Σχεδιασμός των ρυθμιστικών μέτρων και διασφάλιση του ότι είναι διαθέσιμοι οι αναγκαίοι πόροι.

Αν οι ενέργειες στην παραπάνω λίστα πραγματοποιηθούν, αυξάνονται οι πιθανότητες να δημιουργήσουν οι μετρήσεις μια γερή βάση για την εργασία βελτίωσης.

6.3.2 Διαφορετικοί τύποι μεθόδων μέτρησης

Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τρόποι με τους οποίους μπορεί να διεκπεραιωθεί πρακτική μέτρηση. Εδώ, θα συζητηθούν τρεις βασικοί τρόποι:

- Χειρωνακτική μέτρηση από το προσωπικό της βάρδιας, ήτοι τους χειριστές που εργάζονται στα μηχανήματα.
- Χειρωνακτική μέτρηση από έκτακτο προσωπικό, το οποίο, υπό κανονικές συνθήκες, δεν εργάζεται στα μηχανήματα.
- Αυτόματη μέτρηση.

Πριν από την αυτοματοποίηση μιας μέτρησης, θα πρέπει αυτή να διεκπεραιωθεί χειρωνακτικά. Μέσω της χειρωνακτικής μέτρησης αυξάνεται η κατανόηση για αυτό που θα μετρηθεί. Κάθε φορά που ένας χειριστής ή επισκευαστής δουλεύει με τις μετρήσεις και άγει αποτελέσματα εξ αυτών, αυξάνεται η κατανόηση και η γνώση του σχετικά με το αντικείμενο της μέτρησης.

Υπενθυμίζεται, εδώ, ότι αντικείμενο μέτρησης είναι η αποδοτικότητα του εξοπλισμού, μέσω των μετρήσεων των χρόνων διακοπής και των κύκλων παραγωγής.

Χειρωνακτική μέτρηση από το προσωπικό της βάρδιας

Είναι πολύ πιθανό, το προσωπικό να μην έχει ασχοληθεί ξανά με κάποιο είδος μέτρησης. Στην περίπτωση αυτή μπορεί η μέτρηση να θεωρηθεί εύκολα ως επιπλέον εργασιακός φόρτος. Είναι, επομένως, πολύ σημαντικό να εξηγείται γιατί πραγματοποιείται η μέτρηση. Αυτοί που κατανοούν και ταυτόχρονα βλέπουν οφέλη από τις μετρήσεις, δέχονται πιο εύκολα την επιπλέον εργασία.

Η χειρωνακτική μέτρηση αφορά, κυρίως, τη σημείωση κάποιων περιστατικών πάνω σε συγκεκριμένα και κατάλληλα διαμορφωμένα έντυπα. Είναι πολύ σημαντικό να είναι εύκολο τα έντυπα αυτά να συμπληρώνονται γρήγορα και να είναι απλό να αναλυθούν. Σε ένα τέτοιο έντυπο, σημειώνονται οι μικροδιακοπές και το έντυπο είναι διαιρεμένο σε κατηγορίες αιτιών διακοπών και διαστήματα διακοπής. Με αυτήν την διαμόρφωση, ο χρόνος διακοπής δεν χρειάζεται να

μετρηθεί ακριβώς για κάθε περίπτωση και τα περιθώρια σφάλματος αντισταθμίζονται κατά μήκος. Μία διακοπή σημειώνεται με μια γραμμή στη σωστή στήλη. Για να διευκολυνθεί η ερμηνεία και η ανάλυση των αποτελεσμάτων μπορεί, κατόπιν, να κατασκευαστεί ένα διάγραμμα.

Ένας άλλος τρόπος για να σημειώνονται οι διαταραχές στην παραγωγή είναι το να χρησιμοποιηθούν ημερολόγια, όπου τα δεδομένα μπαίνουν απευθείας σε χρονολογική σειρά. Τα πλεονεκτήματα με τις χρονολογικά καταγεγραμμένες πληροφορίες είναι ότι δίνουν μεγαλύτερη δυνατότητα για ανάλυση και κάνουν πιο εύκολο τον εντοπισμό αλληλεπιδράσεων μεταξύ περιστατικών.

Αν είναι πολύ επίπονο για το προσωπικό να μετρά συνεχώς πολλές μηχανές, μια εναλλακτική είναι το να επιλεγούν κάποιες μηχανές – κλειδιά.

Το πλεονέκτημα των μετρήσεων από το προσωπικό, είναι ότι κατά αυτόν τον τρόπο δημιουργείται κατανόηση για την εικόνα του προβλήματος. Εκτός αυτού, το προσωπικό αισθάνεται ικανό και αυτόνομο. Εντούτοις, οι χειρωνακτικές μετρήσεις έχουν το μειονέκτημα ότι ο ανθρώπινος παράγοντας επηρεάζει τα αποτελέσματα. Ένας μέρος των εργαζόμενων σκέφτεται, ίσως, ότι είναι κουραστικό να σημειώνονται μικρές διακοπές και αδιαφορεί τελείως για αυτές. Επίσης, στο τέλος της βάρδιας, όταν η κόυραση είναι μεγάλη, εύκολα μπορεί να παραληφθεί μια σημείωση. Ακόμα, στην χειρωνακτική μέτρηση είναι ένα γενικό πρόβλημα το ότι η μέτρηση δεν ξεκινά πριν αντιληφθεί ο χειριστής ότι η μηχανή σταμάτησε και ενδεχομένως, μεσολαβεί ένα διάστημα αναμονής που καταλογίζεται στη διάρκεια της διακοπής της μηχανής, αλλά στην ουσία οφείλεται στο χειριστή.

Χειρωνακτική μέτρηση από έκτακτο προσωπικό

Όταν οι μετρήσεις ενταχθούν κανονικά στη μέθοδο εργασίας και η κατανόηση για αυτές γίνει λίγο μεγαλύτερη, μπορεί αυτές να απλουστευτούν και να ανατεθούν σε έκτακτο προσωπικό, όπως προσωπικό από άλλες βάρδιες ή ακόμα και από φοιτητές που κάνουν πρακτική εξάσκηση στην εταιρεία. Το έκτακτο προσωπικό πρέπει να εκπαιδευτεί στο να κάνει τις μετρήσεις και να έχει μια βασική κατανόηση για την παραγωγή που πραγματοποιείται. Εφόσον το

προσωπικό που εκτελεί τις μετρήσεις, κανονικά δεν εργάζεται στη μηχανή, μπορεί να αντιληφθεί ανωμαλίες, οι οποίες μετά από μεγάλο διάστημα δεν είναι τόσο εμφανείς στο κανονικό προσωπικό, εξαιτίας κούρασης ή μονοτονίας.

Ένα πλεονέκτημα αυτού του τύπου μετρήσεως είναι ότι μπορεί να εφαρμοστεί στο τμήμα παραγωγής με χαμηλή επάνδρωση, όπου, για παράδειγμα, ο βαθμός αυτοματοποίησης είναι υψηλός. Στα τμήματα αυτά, τα εργασιακά καθήκοντα των λίγων χειριστών είναι ήδη βεβαρημένα και είναι δύσκολο να ενταχθεί σε αυτά και η διεξαγωγή μετρήσεων και αναλύσεων. Το μειονέκτημα είναι το ότι οι χειριστές δεν εμπλέκονται στην εργασία βελτίωσης με τον ίδιο τρόπο, εφόσον υπάρχει κάποιος άλλος που κάνει τις μετρήσεις. Ένας τρόπος για να διασφαλιστεί η συμμετοχή των χειριστών είναι το να επιτραπεί στους τους να προγραμματίζουν την διεκπεραίωση της μέτρησης. Επίσης, αυτός εδώ ο τύπος μέτρησης είναι μια από τις πιο δαπανηρές μεθόδους.

Αυτόματη μέτρηση

Οι περισσότερες σύγχρονες μηχανές προσφέρουν δυνατότητα για αυτόματη καταγραφή διαταραχών, πολλές φορές σε ένα πολύ λεπτομερές επίπεδο. Σε τέτοιες μηχανές δεν χρειάζεται ο χειριστής να κάνει κάτι για να διεξαχθεί η μέτρηση. Πιθανώς, χρειάζονται πληροφορίες από την μηχανή να αντιγραφούν σε έναν υπολογιστή για να μπορέσουν να αναλυθούν. Πολλές φορές είναι ακόμα κι η λειτουργία αυτή ενσωματωμένη σε ένα σύστημα ελέγχου. Επίσης είναι δυνατό να επικοινωνούν τα συστήματα ελέγχου των μηχανών με ένα κεντρικό σύστημα ελέγχου του τμήματος, και λαμβάνεται, έτσι, μια εξαιρετική βάση για βελτίωση. Για παλαιότερες μηχανές μπορούν να αγοραστούν και να ενσωματωθούν συστήματα επόπτευσης, τα οποία καθιστούν δυνατή την αυτόματη μέτρηση. Εντούτοις, συχνά πρέπει οι χειριστές να καταγράφουν και να κωδικοποιούν αιτίες διαταραχών στην παραγωγή, το οποίο συνεπάγεται το ότι η μέτρηση δεν είναι εντελώς αυτόματη.

Ένα μεγάλο πλεονέκτημα της αυτόματης μέτρησης είναι ότι καμία διακοπή δεν παραλείπεται. Ακόμα κι αν ο χειριστής δεν κωδικοποιήσει μια διακοπή αυτή καταγράφεται, το οποίο σημαίνει ότι καταγράφεται και ο βαθμός πειθαρχίας στην κωδικοποίησης. Για μεγαλύτερη ακρίβεια, μπορεί να ρυθμιστεί η μέτρηση

έτσι ώστε να απαιτείται η κωδικοποίηση των αιτιών των διακοπών για να μπορεί να ξεκινήσει ξανά η μηχανή μετά από μια διακοπή. Ένα μειονέκτημα είναι ότι όλες οι μικροδιακοπές κινδυνεύουν να καταλήξουν σε μια γενική κατηγορία, διότι δεν μπορούν να καταγραφούν σε κάθε περιστατικό. Εκτός αυτού, οι χειριστές δεν αποκτούν αίσθηση για το πως είναι η εικόνα της διαταραχής. Επίσης, πολλές φορές μπορεί να είναι δύσκολο να ελεγχθεί και να γίνει αντιληπτή μια λανθασμένη ένδειξη της αυτόματης μέτρησης. Για την αποτελεσματική χρήση ενός αυτόματου συστήματος μέτρησης, απαιτείται εκπαίδευση για τον προγραμματισμό, το χειρισμό και την αναζήτηση δεδομένων.

6.3.3 Αντικείμενα μέτρησης

Όπου υπάρχουν πολλές αυτοτελείς μηχανές, που δεν είναι αλληλοεξαρτώμενες, η μέτρηση της ΟΑΕ είναι, σε συνδυασμό με το πλήθος των παραχθέντων τεμαχίων, το ιδανικό αντικείμενο μέτρησης για την εύρεση των μηχανών – λαιμών.

Σε μια γραμμή, η μέτρηση της ΟΑΕ χρησιμοποιείται επίσης, αλλά υπό ορισμένες προϋποθέσεις. Η ΟΑΕ είναι κατά προσέγγιση ίδια για όμοιες μηχανές, αν όλες έχουν ίδιο πρότυπο κύκλο παραγωγής, αν δε μεσολαβεί κανένα ενδιάμεσο απόθεμα και αν υπάρχει σχεδόν ίδιο αποτέλεσμα ποιότητας (ποσοστό σκάρτων) ανά μηχανή. Σε μια γραμμή παραγωγής, οι απώλειες μεταδίδονται αμφίδρομα στις μηχανές και ανάλογα ο βαθμός επίδρασης από μία μηχανή – λαιμό στις υπόλοιπες μηχανές εξαρτάται από το αν βρίσκονται πριν ή μετά από αυτή. Τίθεται, λοιπόν, το ερώτημα αν η μέτρηση της ΟΑΕ είναι πραγματικά η σωστή μέθοδος για να μετρηθεί κάθε μεμονωμένη μηχανή στην γραμμή, μιας και η αποδοτικότητα της επηρεάζεται από τη μηχανή – λαιμό και συνεπώς από απώλειες συστήματος. Στην περίπτωση αυτή είναι καταλληλότερο να χρησιμοποιηθεί ως αντικείμενο μέτρησης η δυναμικότητα. Αυτό σημαίνει ότι κανείς μετρά την ικανότητα της μηχανής να παράγει με τον δικό της ρυθμό, χωρίς να ενοχλείται από τις γύρω μηχανές, ήτοι οι απώλειες του συστήματος δεν αποκτούν αξία. Το πως υπολογίζεται η δυναμικότητα χωρίς απώλειες συστήματος, περιγράφεται στην παράγραφο 6.3.4, ενότητα «Ασφάλεια παράδοσης». Η VOLVO χρησιμοποίησε σε μεγάλο βαθμό τη

μέτρηση της δυναμικότητας.

6.3.4 Ιεράρχηση μετρήσεων

Η ιεράρχηση των μετρήσεων ακολουθεί την ιεράρχηση, η οποία είναι αναγκαίο να γίνεται στις αντίστοιχες εργασίες βελτίωσης. Πράγματι, η ιεράρχηση των μέτρων βελτίωσης που θα ληφθούν απαιτείται για την επίτευξη των καλύτερων δυνατών αποτελεσμάτων μέσω των μεθόδων της διαρκούς βελτίωσης. Συχνά, μια εταιρεία δεν έχει τόσο μεγάλη οργάνωση ή τόσο πολλούς διαθέσιμους πόρους, ώστε να μπορεί να δουλεύει ταυτόχρονα με όλες τις δυνατότητες βελτίωσης. Ανάλογα με τις εσωτερικές και εξωτερικές ανάγκες, μια εταιρεία πρέπει να ιεραρχήσει τους τομείς με τους οποίους θα ασχοληθεί. Στις περισσότερες περιπτώσεις, στην ιεράρχηση συμπεριλαμβάνονται οι ακόλουθοι τομείς:

- Ασφάλεια και περιβάλλον: μία επιχείρηση που διαχειρίζεται επικίνδυνα υλικά και της οποίας οι διεργασίες εγκυμονούν κινδύνους για το περιβάλλον ή την υγεία των εργαζομένων, πρέπει να θέσει σε προτεραιότητα τις εργασίες βελτίωσης για τον τομέα αυτό.
- Ποιότητα: το να διασφαλιστεί η ποιότητα είναι, πάντα, μεταξύ των τομέων που πρέπει να ιεραρχήσει πρώτα η εταιρεία. Οι επιπτώσεις για τις μελλοντικές πωλήσεις μπορεί να γίνουν σημαντικές, αν ένα ελαττωματικό εμπόρευμα φτάσει σε έναν πελάτη. Το κόστος ποιότητας γίνεται πιο σημαντικό από το κόστος μια χαμένης ώρας παραγωγής.
- Ασφάλεια παράδοσης: κάτι το οποίο διαρκώς απαιτεί βελτίωση στην παραγωγική επιχείρηση είναι η αξιοποίηση του συνόλου των μηχανημάτων. Η βελτίωση της ΟΑΕ ή της δυναμικότητας δίνει αποτέλεσμα σε μορφή καλύτερης ασφάλειας παράδοσης και μικρότερου χρόνου παράδοσης. Για να γίνει η ιεράρχηση πρέπει η εταιρεία να βρει τον πιο αδύναμο κρίκο στην ροή. Ως αφετηρία για την κάλυψη της δυναμικότητας χρησιμοποιείται ο τύπος της μηχανής - λαιμού, ως εξής:

$$\text{Δυναμικότητα χωρίς απώλειες συστήματος} = \text{Διαθεσιμότητα} \times \text{Αποτέλεσμα ποιότητας} \times \frac{60 \text{ min}}{\text{Χρονομετρημενος κυκλος παραγωγης (min)}}$$

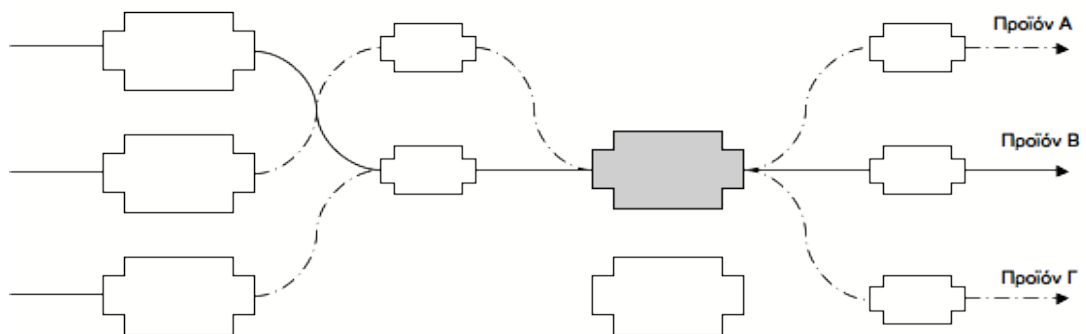
Παράδειγμα : = 0,87 x 0,98 x 60 \ 0,6 = 85,3 τεμάχια ανά ώρα

Ένας τρόπος εύρεσης της μηχανής – λαιμού, είτε η μηχανή είναι σε γραμμή, είτε παράλληλη, χρησιμοποιεί τον ακόλουθο δείκτη:

$$\text{Δείκτης μηχανής – λαιμού} = \frac{\text{Χρονομετρημενος κυκλος παραγωγης}}{\text{OAE}}$$

Η μηχανή που έχει τον μεγαλύτερο δείκτη αποτελεί την μηχανή – λαιμό.

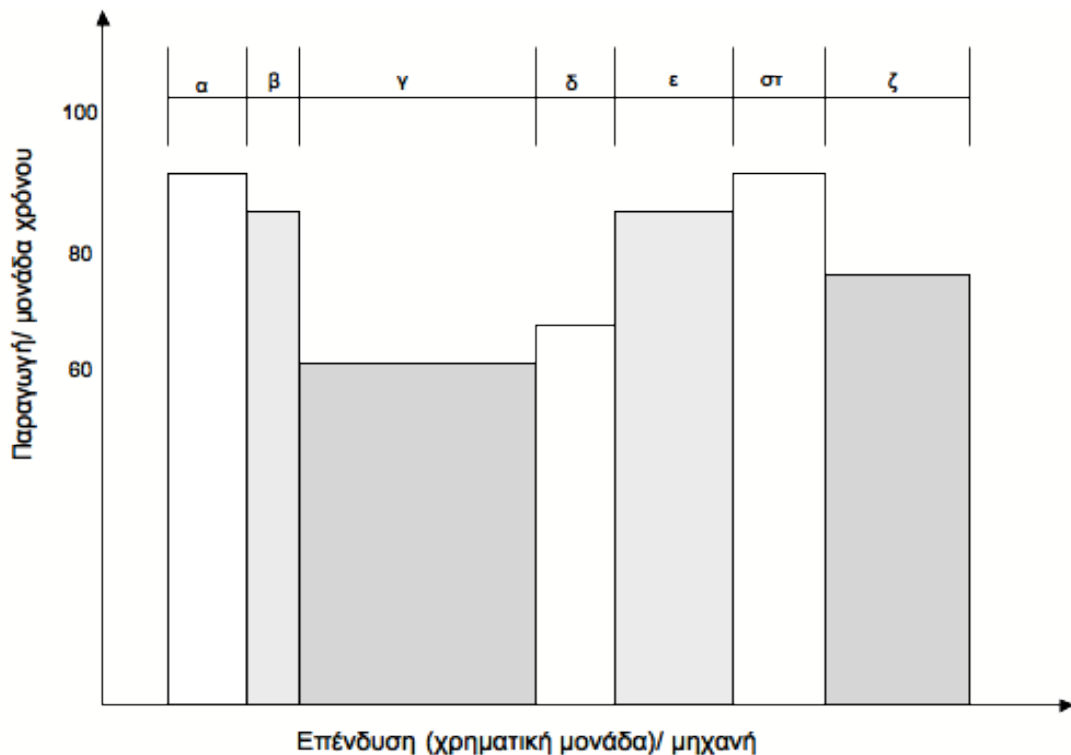
- Η ανάγκη της ροής: Η επιχείρηση που έχει πολλά είδη μηχανών για να έχει υψηλή ευελιξία μεταξύ διαφορετικών τύπων προϊόντων, έχει συχνά μια πολύ χαμηλή αξιοποίηση. Στο λειτουργικά διαμορφωμένο εργοστάσιο αποφασίζει συχνά η ροή, τη μηχανή – λαιμό της επιχείρησης. Αυτό σημαίνει ότι μια μηχανή, σε εξάρτηση με την τεχνική της απόδοση, έχει τόσο υψηλή πληρότητα, ώστε γίνεται μηχανή – λαιμός, βλ. διάγραμμα 6.3. Ορισμένες άλλες μηχανές, ίσως, χρησιμοποιούνται, μόνο, στο 5% του χρόνου παραγωγής.



Διάγραμμα 6.3 Μηχανή - λαιμός σε μια λειτουργικά δομημένη ροή

- Κόστος μέτρων βελτίωσης: Αν οι βελτιώσεις πρέπει να γίνουν γρήγορα μπορεί η επένδυση να είναι μια εναλλακτική. Ίδιο αφορά το ότι η μέγιστη αποδοτικότητα κατόπιν επιτυγχάνεται για μια μηχανή.

Ένας τρόπος ανάλυσης του κόστους είναι η μελέτη των σχέσεων μεταξύ της δυναμικότητας παραγωγής και του κόστους επένδυσης για την μηχανή που συμπεριλαμβάνεται σε μια ροή. Ο στόχος μπορεί τότε να είναι ότι η μηχανή που είναι η πιο δαπανηρή, θα είναι επίσης και η μηχανή – λαιμός. Στο διάγραμμα 6.4, φαίνεται αυτό σε μορφή ενός διαγράμματος. Το σχήμα δείχνει ένα πλήθος μηχανών σε μορφή παραλληλόγραμμου με διαφορετικό σχήμα. Το ύψος του παραλληλόγραμμου περιγράφει την θεωρητική δυναμικότητα της μηχανής ανά μονάδα χρόνου, ενώ το πλάτος δείχνει το κόστος για την επένδυση στην μηχανή.



Διάγραμμα 6.4 Μηχανή – λαιμός με το κριτήριο του κόστους.

Η μηχανή – λαιμός είναι η μηχανή με τη χαμηλότερη δυναμικότητα, αλλά πρέπει να είναι επίσης και η πιο δαπανηρή. Συνεπώς, όπως φαίνεται στο διάγραμμα, η μηχανή γ είναι η μηχανή – λαιμός. Αν η μηχανή – λαιμός δεν είναι η πιο δαπανηρή μηχανή, οι υπολογισμοί θα πρέπει να γίνουν περί του

αν αξίζει τον κόπο να γίνει επένδυση σε επιπλέον δυναμικότητα, σε μορφή είτε υπερωριών, είτε αγορών επιπλέον μηχανών. Αν, για παράδειγμα, η μηχανή δ στο σχήμα ήταν η μηχανή – λαιμός, θα ήταν πιο πιθανό να αξίζει να γίνει επένδυση περαιτέρω σε μια τέτοια μηχανή. Αυτή η ανάλυση μπορεί να διασφαλίσει ότι απλές μηχανές, όπως, για παράδειγμα, μηχανές μέτρησης ή πλυντήρια δεν θεωρούνται ως μηχανές – λαιμοί.

6.4 Μέθοδοι επίλυσης προβλημάτων

Πίνακας 6.3 Οι 16 απώλειες και προτάσεις για μεθόδους επίλυσης προβλημάτων.

Απώλεια	Φαινόμενο	Μέθοδος επίλυσης προβλημάτων
1. Βλάβες	Διακοπές λειτουργίας	Ανάλυση λάθους, FMEA, PM ανάλυση και ενδεχομένως τα 7 εργαλεία Ελέγχου Ποιότητας
5. Μικροδιακοπές	Πρόβλημα λειτουργίας	Ανάλυση λάθους, FMEA, PM ανάλυση και ενδεχομένως τα 7 εργαλεία Ελέγχου Ποιότητας
6. Απώλειες ταχύτητας		
7. Σκάρτα και επανεπεξεργασία		
2. Εναλλαγές παραγωγής	Χρονοβόρες και συχνές απώλειες	Ανάλυση αξίας, 7 εργαλεία Ελέγχου Ποιότητας, ανάλυση «5 Γιατί;» κ.α.
3. Αλλαγές εργαλείων		
8. Προγραμματισμένες διακοπές		
10. Απώλειες μεθόδου		
12 Απώλειες συστήματος		
13. Επιπλέον έλεγχος & ρυθμίσεις		
4. Απώλειες έναρξης	Σπατάλες	Ανάλυση αξίας, 7 εργαλεία Ελέγχου Ποιότητας, ανάλυση «5 Γιατί;» κ.α.
9. Απώλειες ηγεσίας		
11. Απώλειες εξισορρόπησης		
14. Απώλειες υλικών		
15. Απώλειες ενέργειας		
16. Απώλειες στα εργαλεία συναρμολόγησης		

Μετά από την διεκπεραίωση μια μέτρησης είναι σημαντικό να τίθεται γρήγορα σε λειτουργία η εργασία της βελτίωσης. Τίποτα δεν είναι πιο απογοητευτικό από το να επισημαίνεται, διαρκώς, η προσοχή στο ότι κάτι δεν είναι καλό, χωρίς να λαμβάνονται μέτρα για να γίνει αυτό καλύτερο. Για να ιεραρχηθεί η σωστή λύση

του προβλήματος απαιτούνται εργαλεία και μέθοδοι. Στον πίνακα 6.3 φαίνονται οι 16 απώλειες και προτάσεις για μεθόδους βελτίωσης για αντίστοιχες απώλειες.

Ακολουθως, δίνεται μια σύντομη παρουσίαση κάποιων εργαλείων και μεθόδων που χρησιμοποιούνται στην επίλυση προβλημάτων:

6.4.1 Τα επτά εργαλεία του Ελέγχου ποιότητας (7 Quality Control tools)

Συγκέντρωση δεδομένων με πίνακες συχνότητας και λίστες ελέγχου.

Η συγκέντρωση δεδομένων σε πίνακες συχνότητας και λίστες ελέγχου χρησιμοποιείται για την αναγνώριση και την ανάλυση ενός προβλήματος, καθώς και για την παρακολούθηση της εξέλιξης των εργασιών βελτίωσης. Μια λίστα ελέγχου μπορεί να αποτελεί βάση για εκτιμήσεις. Το αποτέλεσμα είναι μια επισκοπική συγκέντρωση πληροφοριών, χωρισμένων σε διαφορετικές κατηγορίες, βλ. σχήμα 6.5.

Η σειρά των εργασιών για την συγκέντρωση δεδομένων και την μελέτη συχνότητας είναι: (1) καταγραφή ισχύουσας κατάστασης, (2) συγκέντρωση νέων δεδομένων, (3) συγκέντρωση πληροφοριών από άλλες πηγές, (4) επιβεβαίωση «ιδίους όμμασι», και (5) αναζήτηση συνδεόμενων προβλημάτων.

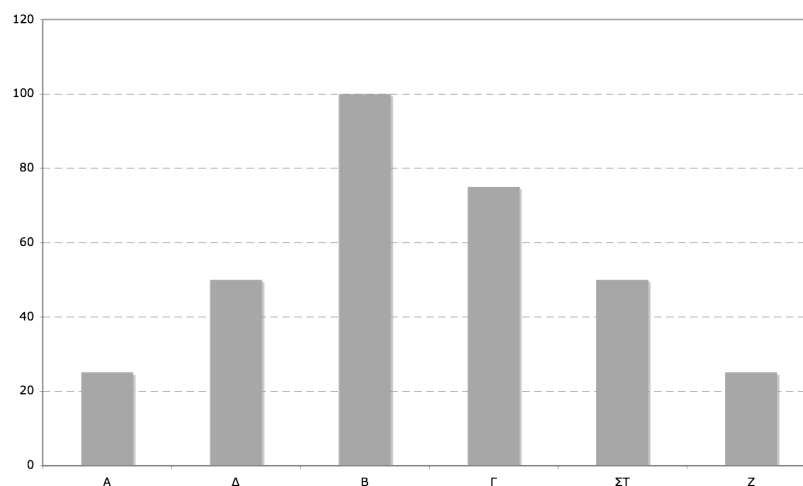
Αιτίες	Δευτέρα	Τρίτη	Παρασκευή	Σύνολο
A				89
B				28
Γ				10
Δ				49
E				7
ΣΤ				6
Z				4

Διάγραμμα 6.5 Λίστα ελέγχου

Ιστόγραμμα

Το ιστόγραμμα είναι μια γραφική παρουσίαση ενός πίνακα συχνότητας, που δείχνει έναν καταμερισμό του πλήθους των δεδομένων, σε κατηγορίες, βλ. διάγραμμα 6.6. Η μεγαλύτερη και η μικρότερη αξία κρίνουν τον χωρισμό των κατηγοριών.

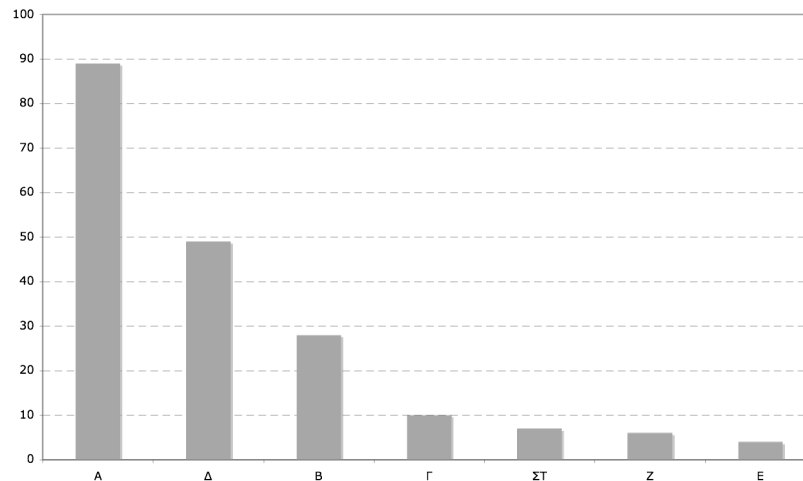
Η μέθοδος χρησιμοποιείται όπου υπάρχει η υποψία ότι μια μηχανή έχει εκτεταμένη φθορά ή μια διεργασία είναι λανθασμένη και ως εκ τούτου, δεν ικανοποιεί τις απαιτήσεις.



Διάγραμμα 6.6 Ιστόγραμμα

Διάγραμμα Παρέτο (Pareto diagram)

Το διάγραμμα Παρέτο χρησιμοποιείται για να μπει σε προτεραιότητα η αντιμετώπιση προβλημάτων με την μεγαλύτερη επιρροή σε ένα αποτέλεσμα. Το διάγραμμα Παρέτο αναπαριστά τον κανόνα «80-20», ήτοι ότι 20% των αιτιών ευθύνεται για το 80% των αποτελεσμάτων, βλ. διάγραμμα 6.7. Οι αιτίες διακοπών αναπαριστώνται, συχνά, με ένα διάγραμμα Παρέτο. Η μέθοδος χρησιμοποιείται για να βρεθούν οι μεγαλύτερες δυνατότητες βελτίωσης σε μια διεργασία ή ένα προϊόν μέσω της ταξινόμησης των απωλειών.



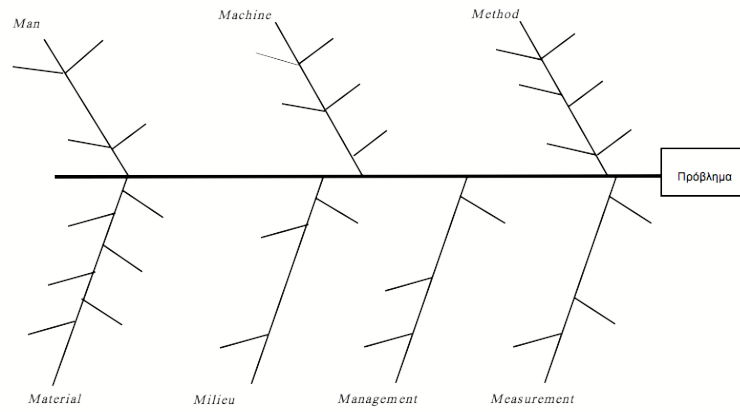
Διάγραμμα 6.7 Διάγραμμα Pareto

Διάγραμμα αιτίας – αποτελέσματος (διάγραμμα ψαροκόκκαλο ή διάγραμμα Ishikawa)

Σε ένα διάγραμμα ψαροκόκκαλο υπάρχει μια σαφής δομή που διευκρινίζει ποιες είναι αιτίες, οι οποίες επηρεάζουν ένα πρόβλημα, βλ. διάγραμμα 6.8. Εκτός αυτού, φαίνεται το πως οι διαφορετικές αιτίες αλληλοεπιδρούν. Δυστυχώς ένα διάγραμμα αιτίας – αποτελέσματος δεν υποδεικνύει, πάντα, τις πραγματικές αιτίες του προβλήματος, αλλά δείχνει μόνο ένα μεγάλο αριθμό πιθανών αιτιών.

Το διάγραμμα βοηθά στο να προσδιορίζεται το πρόβλημα, να αναγνωρίζεται η απαίτηση για νέα δεδομένα και επιπλέον μετρήσεις, να αναγνωρίζονται πιθανές αιτίες και να αποκαλύπτεται η σύνδεση και να γεννώνται ιδέες και να αναπτύσσονται λύσεις.

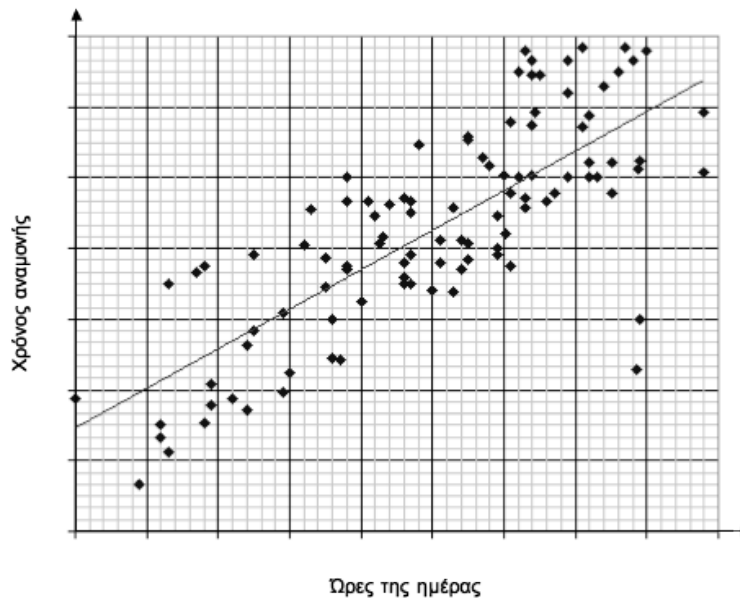
Σημεία αφετηρίας είναι τα επονομαζόμενα «7M»: (1) Machine – μηχανές, (2) Man - άνθρωποι, (3) Method – μέθοδος, (4) Material – υλικά, (5) Management – διοίκηση, (6) Measurement – μέτρηση, (7) Milieu – περιβάλλον.



Διάγραμμα 6.8 Διάγραμμα αιτίας - αποτελέσματος

Διάγραμμα συσχέτισης

Το διάγραμμα συσχέτισης χρησιμοποιείται για την ανάλυση του αν υπάρχει σχέση μεταξύ 2 μεταβλητών, βλ. διάγραμμα 6.9. Επίσης, χρησιμοποιείται για την επιβεβαίωση της σχέσης μεταξύ αιτίας και αποτελέσματος που αναγνωρίζεται σε ένα διάγραμμα ψαροκόκκαλο. Ένα διάγραμμα συσχέτισης προκύπτει ως αποτέλεσμα στατιστικών αναλύσεων.



Διάγραμμα 6.9 Διάγραμμα συσχέτισης

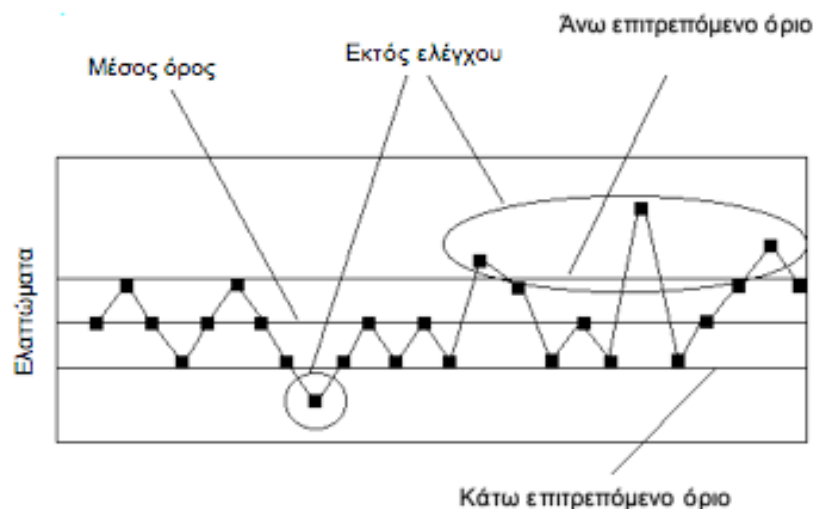
Στρωματοποίηση

Η στρωματοποίηση χρησιμοποιείται για την ομαδοποίηση και την ανάλυση

δεδομένων κατά κοινό παρονομαστή ή ιδιότητα. Είναι κατάλληλη για εφαρμογή όταν τα πρωτογενή δεδομένα δεν αποκαλύπτουν αιτίες εξάπλωσης ή σύνδεση. Η στρωματοποίηση μπορεί, για παράδειγμα, να αποκαλύψει σε ποιους από τους πολλούς προμηθευτές οφείλονται προβλήματα ροής υλικών. Στη στρωματοποίηση ο αριθμός των γεγονότων χωρίζεται και κάθε τμήμα αναλύεται ξεχωριστά.

Διάγραμμα Ελέγχου

Ένα διάγραμμα ελέγχου χρησιμοποιείται για να παρουσιάσει το πως μια παραγωγική διαδικασία μεταβάλλεται, για να μπορεί γρήγορα να προβλεφθεί αν μια διεργασία εξακολουθεί να κατασκευάζει ελαττωματικά προϊόντα, βλ. διάγραμμα 6.10. Το διάγραμμα ελέγχου δείχνει την τάση και το ότι η ρύθμιση πρέπει να γίνει, πριν τα όρια ανοχής ξεπεραστούν.



Διάγραμμα 6.10 Διάγραμμα ελέγχου

6.4.2 Καταιγισμός ιδεών

Στον καταιγισμό ιδεών δημιουργούνται ιδέες. Η μέθοδος πραγματοποιείται μέσω συζητήσεων σε ομάδες εργασίας, όπου όλοι καταθέτουν την γνώμη τους. Οι ιδέες συγκεντρώνονται αρχικά χωρίς κριτική και όταν η ομάδα κρίνει ότι έχει μια ικανοποιητική δεξαμενή ιδεών, συζητούνται τα λάθη των ιδεών, ενδεχόμενες

αλλαγές ή προσθήκες καθώς και ενδεχόμενοι συνδυασμοί ιδεών.

6.4.3 Ανάλυση Βασικών Αιτίων

Η Ανάλυση Βασικών Αιτίων (Root Cause Analysis) χρησιμοποιείται για την δημιουργία ιδεών και την λήψη από αυτές λύσεων. Η μέθοδος χρησιμοποιείται συχνά σε συνδυασμό με κάποια άλλη, όπως για παράδειγμα τον καταϊγισμό ιδεών. Μέσω του καταϊγισμού ιδεών, συμπληρώνεται ένας πίνακας με ιδέες και πιθανές λύσεις. Κάθε πρόταση αναλύεται ξεχωριστά και ακολούθως ταξινομούνται οι προτάσεις σε κατηγορίες σύμφωνα με ένα κοινό χαρακτηριστικό ή μια κοινή ιδέα. Η διαδικασία ολοκληρώνεται με την επιλογή των καλύτερων ιδεών μέσω ψηφοφορίας.

6.4.4 Ανάλυση των «5 Γιατί;»

Με την ανάλυση των «5 Γιατί;» (5Why's analysis) βρίσκονται, συχνά, αιτίες για ευκολότερους τύπους προβλημάτων, μέσω της επανάληψης, το πολύ 5 φορές, του ερωτηματικού μορίου «Γιατί», για να αναγνωριστούν οι βασικές αιτίες. Αν οι αιτίες δεν βρεθούν αφού κανείς έχει ρωτήσει 5 φορές, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί κάποια εναλλακτική μέθοδος.

6.4.5 Ανάλυση Αξίας

Η ανάλυση αξίας (Value analysis) επικεντρώνει στα κόστη και επιχειρεί να βελτιώσει τις λειτουργίες για να επιτευχθούν οι στόχοι στο χαμηλότερο δυνατό κόστος. Το σημαντικότερο με την μέθοδο αυτή είναι ότι οι βελτιώσεις βασίζονται στο να αμφισβητείται διαρκώς ο σκοπός και οι λειτουργίες μιας ορισμένης φάσης εργασίας:

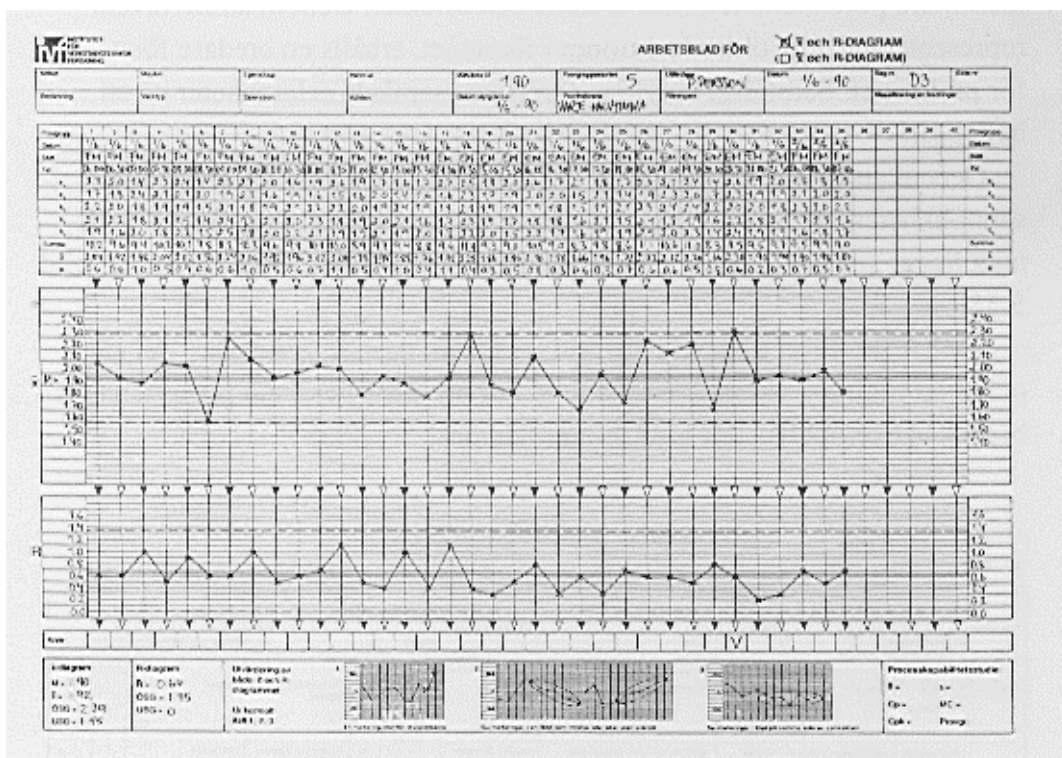
- Τι είναι αυτό εδώ;
- Γιατί βρίσκεται αυτό εδώ;
- Υπάρχει κάποιος άλλος τρόπος;
- Μπορούμε να κάνουμε κάτι απλούστερο;

- Ποια μέθοδος είναι η λιγότερο δαπανηρή;

6.4.6 Στατιστικός έλεγχος διεργασιών και μελέτη ικανότητας

Η μέθοδος αυτή είναι ένα βοηθητικό μέσο για να εκτιμηθεί το αν η διεργασία δουλεύει με ένα ελεγχόμενο τρόπο, ήτοι οι διακυμάνσεις γύρω από τον μέσο όρο είναι μόνο τυχαίες. Η μέθοδος δίνει, επίσης, καλή γνώση γύρω από την χρησιμότητα και την ικανότητα της διεργασίας και μπορεί, ως εκ τούτου, να είναι μια καλή βάση για αποφάσεις περί βελτιώσεων.

Η μελέτη της ικανότητας χρησιμοποιείται για να πληροφορηθούμε, πόσο καλά μια μηχανή ή μια διεργασία δύναται να παράγει εντός των δεδομένων ορίων ανοχής. Ο στατιστικός έλεγχος διεργασιών μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις μορφές παραγωγής σε σειρά, αλλά είναι πιο αποτελεσματική σε μεγάλες γραμμές. Με τη γνώση της διασποράς της διεργασίας, μπορεί η ποσότητα των προϊόντων να κατευθυνθεί προς την τιμή – στόχο.



Εικόνα 6.2 Παράδειγμα εντύπου στατιστικού ελέγχου από τη VOLVO

Η παράμετρος που πρέπει να ελεγχθεί μετρίεται σε τακτικά χρονικά διαστήματα.

Η μέση τιμή και η διασπορά σημειώνονται σε ένα διάγραμμα ελέγχου, βλ. εικόνα 6.2. Το διάγραμμα αναλύεται σύμφωνα με ορισμένους κανόνες και η μηχανή ρυθμίζεται, αν χρειάζεται. Μέσω του διαγράμματος ελέγχου, διασφαλίζεται ότι πολύ λίγα προϊόντα κατασκευάζονται εκτός προδιαγραφών. Εκτός αυτού, είναι δυνατό να αποφευχθούν οι ρυθμίσεις της μηχανής λόγω τυχαίων μεταβολών.

6.4.7 Ανάλυση Τρόπου Αποτυχίας και Επιπτώσεων

Η Ανάλυση Τρόπου Αποτυχίας και Επιπτώσεων (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA) είναι μια συστηματική μέθοδος, η οποία αναγνωρίζει κινδύνους σφαλμάτων. Σύμφωνα με αυτή, μια ομάδα βελτίωσης διατρέχει όλες τις διεργασίες κατασκευής και παραγωγής, με σκοπό να αναγνωρίσει πιθανά λάθη, τις αιτίες τους και τις επιδράσεις τους.

Για ένα χρονικό διάστημα, η ομάδα μελετά μια μηχανή ή μια σειρά μηχανών και σημειώνει για κάθε πρόβλημα που προέκυψε πόσες φορές αυτό συνέβη. Κατόπιν, εκτιμά το πόσο σοβαρό ήταν το πρόβλημα αυτό και το βαθμολογεί, ενώ τέλος υπολογίζει την πιθανότητα του να μην γίνει αντιληπτό. Οι τρεις αυτοί αριθμοί πολλαπλασιάζονται και προκύπτει ένας βαθμός κινδύνου για κάθε πρόβλημα. Ο αριθμός αυτός τίθεται κατόπιν ως βάση για μια ιεράρχηση σε αποφάσεις περί μέτρων ρύθμισης.

Η μέθοδος χρησιμοποιείται, κατά προτίμηση, για πρόληψη, αλλά εφαρμόζεται επίσης και στην επίλυση προβλημάτων. Για να αναγνωρισθούν όλα τα πιθανά προβλήματα μπορεί να εφαρμοστεί, για παράδειγμα, καταιγισμός ιδεών.

6.4.8 Ανάλυση Μηχανισμών Φαινομένων

Ως φαινόμενα, θεωρούνται οι χρόνιες απώλειες, τις οποίες η ανάλυση μηχανισμών φαινομένων επιδιώκει να εξαλείψει, μελετώντας τους μηχανισμούς τους. Με βάση αυτόν τον στόχο, η ανάλυση θέτει πολύ ψηλές αξιώσεις σε πόρους σε μορφή ικανότητας, τεκμηρίωσης, εκπαίδευσης και χρόνου. Η

ανάλυση περιγράφεται, περαιτέρω, στο κεφάλαιο της Ποιοτικής Συντήρησης, στην παράγραφο 11.6.

6.5 Μέτρα ρύθμισης για απώλειες εξοπλισμού

Συνήθως, ο πρώτος στόχος των εργασιών βελτίωσης είναι οι απώλειες που συνδέονται με τον εξοπλισμό, καθώς αυτές είναι η βασικότερη αιτία της χαμηλής αποδοτικότητας ενός εργοστασίου. Επίσης, οι δραστηριότητες βελτίωσης στον εξοπλισμό εμπλέκουν άμεσα το προσωπικό και δημιουργείται, έτσι, από την αρχή η απαιτούμενη δέσμευση. Ακολούθως, παρουσιάζονται προτάσεις ρυθμιστικών μέτρων για κάθε είδος απώλειας που σχετίζεται με τον παραγωγικό εξοπλισμό.

6.5.1 Ρύθμιση βλαβών

Μέσω των διαφορετικών τύπων μέτρων, μπορούν οι βλάβες να προβλεφθούν και να αποτραπούν. Ως βλάβη θεωρείται κάθε πρόβλημα που προκύπτει σε μια μηχανή και διαρκεί για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα. Στην περίπτωση της VOLVO το διάστημα αυτό είναι 5 λεπτά. Στο κεφάλαιο της ειδικής συντήρησης περιγράφονται διαφορετικοί τύποι μεθόδων συντήρησης για να μειωθεί ο αριθμός των βλαβών.

6.5.2 Ρύθμιση εναλλαγών παραγωγής και εργαλείων.

Το μέλλον οδηγεί προς όλο και περισσότερο σε μια καθοδηγούμενη από τον πελάτη παραγωγή. Αυτό σημαίνει αξίωση για μια ευέλικτη παραγωγή και εξαιτίας αυτού, μικρότερες γραμμές μηχανών. Έτσι, απαιτούνται εξαιρετικά σύντομοι χρόνοι εναλλαγής παραγωγής και εργαλείων, για να μην είναι δεσμευμένος ο παραγωγικός εξοπλισμός στην εναλλαγή για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ο χαμένος χρόνος αυξάνει τα κόστη παραγωγής. Η καθοδήγηση από τις παραγγελίες των πελατών είναι ένα μεγάλο εμπόδιο για το κέρδος που προσφέρει η μαζική παραγωγή.

Ο ολικός χρόνος εναλλαγής παραγωγής προκύπτει από τον αριθμό εναλλαγών πολλαπλασιαζόμενο με τον χρόνο εναλλαγής για κάθε αντίστοιχη εναλλαγή.

6.5.2.1 Μείωση του αριθμού εναλλαγών

Ο αριθμός των εναλλαγών πρέπει να μειωθεί, καθώς κατά τη διάρκεια κάθε εναλλαγής παραγωγής μπορεί να προκύψει μια σειρά απωλειών. Οι απώλειες που μπορεί να προκύψουν είναι:

- Έλεγχος του πρώτου κομματιού
- Χρόνος θέρμανσης της μηχανής
- Προβλήματα κατά την έναρξη της παραγωγής.
- Λάθη στόχου και μέτρησης
- Αλλαγή προγράμματος αυτόματης μέτρησης

Ακόλουθα, περιγράφονται διαφορετικά μέτρα που μπορούν να ληφθούν για να μειωθεί ο αριθμός των εναλλαγών.

Μεγάλα αποθέματα τελικών προϊόντων

Η δημιουργία μεγάλων αποθεμάτων τελικών προϊόντων μειώνει την ανάγκη για συχνές εναλλαγές παραγωγής. Φυσικά, αυτό απαιτεί δημιουργίας μεγαλύτερων φυσικών χώρων για αποθήκευση και οδηγεί σε αύξηση του δεσμευμένου κεφαλαίου. Η εταιρεία θα πρέπει να πραγματοποιήσει μια γενική οικονομική μελέτη πριν αποφασίσει για το αν θα υλοποιήσει αυτήν την πρόταση.

Παράλληλες ροές

Μια εναλλακτική λύση μπορεί να είναι οι παράλληλες ροές με διαφορετικές παραλλαγές μοντέλων, έτσι ώστε ο αριθμός των εναλλαγών να μειώνεται. Η επιχείρηση πρέπει να είναι προετοιμασμένη να κατασκευάσει τόσα πολλά μοντέλα όσα η αγορά ζητά.

6.5.2.2 Μείωση του χρόνου εναλλαγής

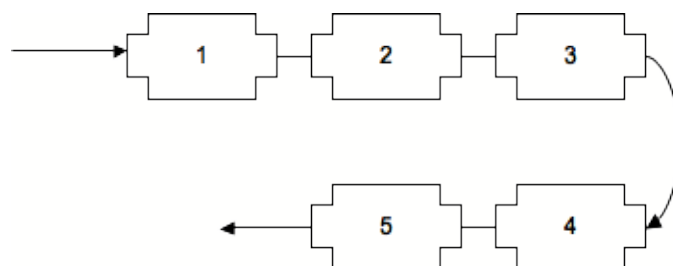
Η μείωση του χρόνου εναλλαγής είναι η άλλη εναλλακτική για την μείωση του συνολικού χρόνου εναλλαγών. Ο χρόνος εναλλαγής είναι ένας χρόνος κατά τον οποίο η μηχανή δεν παράγει, κάτι το οποίο είναι εξαιρετικά δαπανηρό, και ως εκ τούτου πρέπει να μειωθεί.

Πριν από την ανάλυση των προτάσεων για την μείωση του χρόνου εναλλαγής, αναφέρεται ότι η ρύθμιση της μηχανής, η οποία απαιτείται για μια εναλλαγή, διακρίνεται σε 2 φάσεις εργασίας:

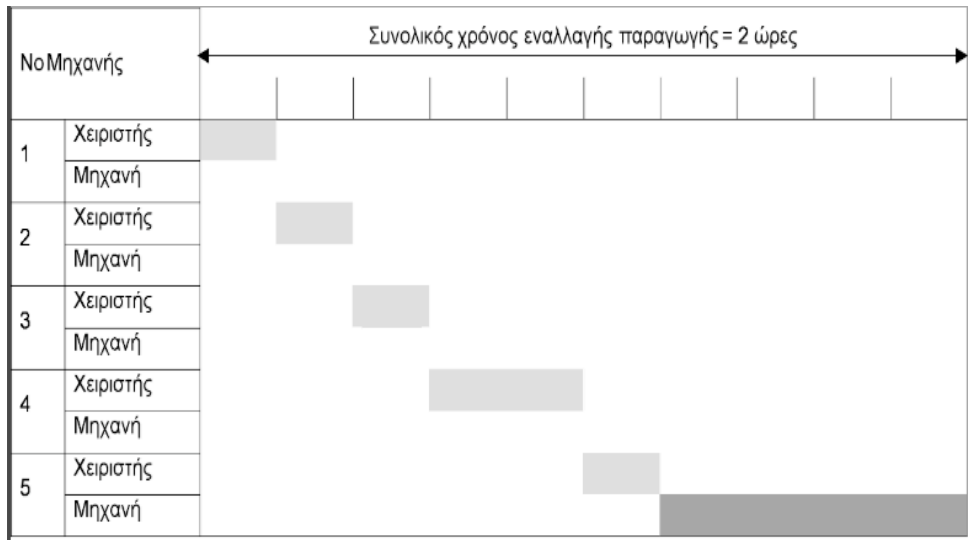
- Εξωτερική εργασία: εργασία που μπορεί να πραγματοποιηθεί όταν η μηχανή κάνει την προηγούμενη παραγωγή. Ο χρόνος που δαπανάται για αυτήν την εργασία δημιουργεί κόστη μόνο υπό την μορφή ανθρωποχρόνου.
- Εσωτερική εργασία: εργασία που πρέπει να διεκπεραιωθεί, ενώ η μηχανή παραμένει στάσιμη. Ο χρόνος που δαπανάται για αυτήν την εργασία δημιουργεί κόστη και υπό τη μορφή χαμένης παραγωγής.

Προγραμματισμός μιας εναλλαγής

Το να πραγματοποιηθεί μια εναλλαγή σύμφωνα με τη σειρά προτεραιότητας που είναι τοποθετημένες οι μηχανές στη γραμμή, δεν δίνει πάντα το συντομότερο χρόνο εναλλαγής.



Διάγραμμα 6.11 Ροή σύμφωνα με τα προϊόντα που παράγονται



Διάγραμμα 6.12 Εναλλαγή σύμφωνα με τη ροή

Στο διάγραμμα 6.12, η μηχανή 5 απαιτεί χρόνο για ζέσταμα μεταξύ της εναλλαγής και της κατασκευής ενός νέου τεμάχιου. Ο κύκλος εργασίας είναι 5 λεπτά ανα μηχανή και οι μηχανές 1 και 2 έχουν η καθεμία ένα χρόνο εναλλαγής 12 λεπτών. Αυτό σημαίνει ότι έπρεπε κανείς να τοποθετήσει την μηχανή 5 μετά την μηχανή 1 και 2, καθώς αυτή είχε καθυστερήσει 24 λεπτά, βλ. διάγραμμα 6.13.



Διάγραμμα 6.13 Βελτιωμένη εναλλαγή παραγωγής

Το αποτέλεσμα είναι ότι παράλληλα με μεγάλο τμήμα του χρόνου για ζέσταμα της μηχανής 5, πραγματοποιείται η ρύθμιση για την εναλλαγή των μηχανών 3

και 4. Έτσι, ο συνολικός χρόνος εναλλαγής μπορεί να μειωθεί κατά 30%.

Εξάλειψη άχρηστης εργασίας

Μια εναλλαγή μπορεί να χωριστεί σε απαραίτητες και αντίστοιχα μη απαραίτητες στιγμές. Η εμπειρία δείχνει ότι περίπου το 60% των δραστηριοτήτων μπορεί συχνά να παραλειφθεί. Το να βιντεοσκοπηθούν οι διεργασίες εναλλαγής είναι ένας τρόπος για να βρεθούν σύντομα δυνατότητες βελτίωσης. Όλες οι κινήσεις βιντεοσκοπούνται για να δημιουργηθεί η καλύτερη δυνατή βάση. Κάθε ακολουθία χρόνου εκτιμάται. Όπου μια εναλλαγή βιντεοσκοπείται μπορεί κανείς, για παράδειγμα να αντιληφθεί, ότι η εναλλαγή συντελείται μόνο στο 3% του χρόνου. Ο υπολειπόμενος χρόνος χρησιμοποιείται για να βγουν και να αναζητηθούν αντικείμενα, γεγονός που δίνει μεγάλα περιθώρια εξοικονόμησης χρόνου, μέσω, για παράδειγμα, της τακτοποίησης των αντικειμένων.

Αύξηση αποδοτικότητας απαιτούμενης εργασίας

Περίπου το 40% των ενεργειών σε μια εναλλαγή δεν μπορούν να αποκλειστούν. Από αυτές τις ενέργειες μπορούν κάποιες να ρυθμιστούν καλύτερα με την βοήθεια προτύπων και εγχειριδίων. Για να βελτιωθούν οι λειτουργίες που δεν μπορούν να αποκλειστούν, μπορεί η γνώση μεταξύ των εργαζομένων να αυξηθεί μέσω της θεωρητικής και της πρακτικής εκπαίδευσης και μέσω της επανάληψης.

Δύο συνηθισμένες μέθοδοι για να γίνουν πιο αποδοτικές οι εναλλαγές παραγωγής είναι:

- SMED, Single Minute Die Exchange – «Αλλαγή μήτρας σε μια στιγμή»
- OTED One Touch Die Exchange – «Αλλαγή μήτρας με μια κίνηση»

Η μέθοδος εναλλαγής παραγωγής SMED αναπτύχθηκε από τον Shingeo Shingo, στα μέσα της δεκαετίας του 1980, στα πλαίσια της προσπάθειας για μείωση του χρόνου εναλλαγών (McIntosh & Culley, et al. 2000). Η OTED είναι μια εξελιγμένη παραλλαγή της SMED, σύμφωνα με την οποία αρκεί μια κίνηση (το πάτημα ενός κουμπιού) για να ξεκινήσει η εναλλαγή.

Σύμφωνα με τη μέθοδο SMED, υπάρχουν τέσσερις διαδοχικές φάσεις στην βελτίωση μιας εναλλαγής παραγωγής:

- Φάση 0: Η εξωτερική εργασία («Εξωτερική εναλλαγή μήτρας» - External Exchange of Die, IED) και η εσωτερική εργασία («Εσωτερική εναλλαγή μήτρας» Inside Exchange of Die – IED) δεν είναι διαχωρισμένες.
- Φάση 1: Η εξωτερική και η εσωτερική εργασία αναλύονται και διαχωρίζονται.
- Φάση 2: Η εσωτερική εργασία μετατρέπεται σε εξωτερική εργασία, όσο το δυνατόν περισσότερο.
- Φάση 3: Ρύθμιση υπόλοιπων επιδρόνων παραγόντων (για παράδειγμα, αλλαγή εξαρτημάτων σύνδεσης με άλλα ευκολότερο στην αποσυναρμολόγηση και συναρμολόγηση, τακτοποίηση εργαλείων σε συγκεκριμένες θέσεις κ.λ.π.) και τυποποίηση των ενεργειών για την μείωση αναπάντεχων περιστατικών, μείωση του πλεονάσματος και απλούστευση της εργασίας.

Όπως είναι προφανές στις παραπάνω φάσεις, η βελτίωση στην εναλλαγή παραγωγής επέρχεται, αρχικά, λόγω της μείωσης του χρόνου εσωτερικής εργασίας και ως εκ τούτου, λόγω της μείωσης του χρόνου που απαιτείται να είναι αδρανής η μηχανή. Κατόπιν, προκαλείται, επιπλέον μείωση στο χρόνο εναλλαγής, λόγω της διευκόλυνσης της εργασίας μέσω πιο εύχρηστων εργαλείων ή της τακτοποιημένης θέσης εργασίας. Τέλος, η τυποποίηση των ενεργειών επιφέρει περαιτέρω μείωση, καθώς αποφεύγονται χαμένοι χρόνοι σε άσκοπες κινήσεις και αναπάντεχα περιστατικά.

Ένα μέρος της SMED μεθόδου μπορεί να χρησιμοποιηθεί με καλά αποτελέσματα και για την μείωση του χρόνου που χρειάζεται για την αλλαγή εργαλείων.

6.5.3 Ρύθμιση απωλειών διακοπών και έναρξης.

Οι απώλειες έναρξης και διακοπών είναι συνηθισμένες. Οι απώλειες έναρξης συμβαίνουν συνήθως στην αρχή της ημέρας, μετά από μια εναλλαγή, στο τέλος της ημέρας, μετά από διαλείμματα του προσωπικού, καθώς και μετά από την ρύθμιση μιας διαταραχής της μηχανής. Πολλές από αυτές τις απώλειες είναι

ήπιες και εξαρτώνται από ανθρώπινους παράγοντες. Είναι, για παράδειγμα, συνηθισμένο ένας χειριστής να είναι υπεύθυνος για πολλές μηχανές και ως εκ τούτου, δεν μπορεί να αρχίσει όμοιες λειτουργίες ταυτόχρονα. Ακόμα, τέτοιες απώλειες οφείλονται και στον εξοπλισμό, λόγω του ότι, για παράδειγμα, η μηχανή δεν έχει θερμομανθεί ικανοποιητικά. Το να γίνει η έναρξη της μηχανής από ένα άλλο άτομο που έρχεται νωρίτερα ή της προηγούμενης βάρδιας, είναι μια καλή εναλλακτική για να μειωθεί ο χρόνος αυτών των ενεργειών.

6.5.4 Ρύθμιση μικροδιακοπών

Οι μικροδιακοπές ρυθμίζονται με άμεσο τρόπο μέσω της τοποθέτησης ή της σύνδεσης ενός εξαρτήματος που έχει παραλειφθεί ή μέσω άλλων μεμονωμένων δράσεων, οι οποίες συχνά απαιτούν μόνο μια μόνη κίνηση ή ένα απλό χειρισμό. Οι μικροδιακοπές είναι συχνά συνήθεις απώλειες, ήτοι είναι απώλειες, οι οποίες συναντώνται τόσο συχνά που γίνονται κομμάτι της καθημερινής εργασίας, και ως εκ τούτου δεν θεωρούνται απώλειες.

Το υπόβαθρο μιας μικροδιακοπής περιλαμβάνει συνήθως αυξημένη αυτοματοποίηση, πολυπλοκότητα μηχανών, μεγάλη ταχύτητα λειτουργίας και αλλαγές στη συμπεριφορά των υπό κατεργασία τεμαχίων. Αυτό το υπόβαθρο μπορεί να οδηγήσει σε ένα ή σε περισσότερα από τα ακόλουθα συμπτώματα:

- Χαμηλή ποιότητα
- Χαμηλή ολική αποδοτικότητα
- Χαμηλή απόδοση επενδύσεων σε γραμμές παραγωγής ή εγκαταστάσεις.
- Απώλειες ενέργειας
- Καμία εργασία δεν μπορεί να διεκπεραιωθεί χωρίς τη φυσική παρουσία του προσωπικού, για παράδειγμα, κατά την ώρα του μεσημεριανού διαλείμματος.

Οι μικροδιακοπές είναι συχνά χρόνιες διαταραχές με πολύ πολύπλοκες συσχετίσεις αιτιών. Η αντιμετώπιση τους απαιτεί, αρχικά, την χαρτογράφηση των αιτιών – παραγόντων, οι οποίοι μπορούν να οδηγήσουν σε μικροδιακοπές.

Οι παράγοντες αυτοί διακρίνονται σε:

1. Μεταβλητούς παράγοντες: παράγοντες που αλλάζουν καθημερινά και μπορεί να οφείλονται σε τυχαίες αιτίες ή σε αλλαγή της εργασίας.
2. Μερικώς αμετάβλητους παράγοντες: παράγοντες που αλλάζουν μετά από έναν ορισμένο χρόνο λόγω φθοράς, επιδείνωσης της κατάστασης του εξοπλισμού κ.α.
3. Αμετάβλητους παράγοντες: παράγοντες που δεν αλλάζουν ή δεν αναμένεται να αλλάξουν αν διορθωθούν μια φορά.

Ενδεχομένως, κάποιοι από τους παράγοντες δεν επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό αρνητικά την εργασία και τελικά, ίσως να μην οδηγήσουν σε μικροδιακοπή. Η εξέλιξη τους, όμως, θα πρέπει να παρακολουθείται και να τεθούν κριτήρια, τα οποία θα επισημαίνουν τον κίνδυνο ότι οδηγούμαστε σε μικροδιακοπή. Συνεπώς, μετά από τη χαρτογράφηση των παραγόντων, θα πρέπει αυτοί να αναλυθούν, να αναγνωρισθούν οι πιθανές αλληλεπιδράσεις τους και να τεθούν για αυτούς όρια ελέγχου.

Ένας καλός τρόπος εκτίμησης της πορείας των βελτιώσεων στις μικροδιακοπές, είναι ο υπολογισμός του μέσου χρόνου μεταξύ σφαλμάτων, MTBF. Ακολούθως, δίνεται ένα παράδειγμα υπολογισμού του πόσο γρήγορα λύνεται ένα πρόβλημα μικροδιακοπών.

$$\left(\frac{15}{40}\right)_A \times \left(\frac{10}{15}\right)_B \times \left(\frac{7}{10}\right)_\Gamma \times \left(\frac{3}{7}\right)_\Delta = 7,5\%$$

A: αποκαλύφθηκαν σφάλματα σε 40 τεμάχια υπό επεξεργασία και 15 από αυτά διερευνήθηκαν.

B: 10 κομμάτια από τα 15 διερευνηθέντα πρόκειται να ρυθμιστούν

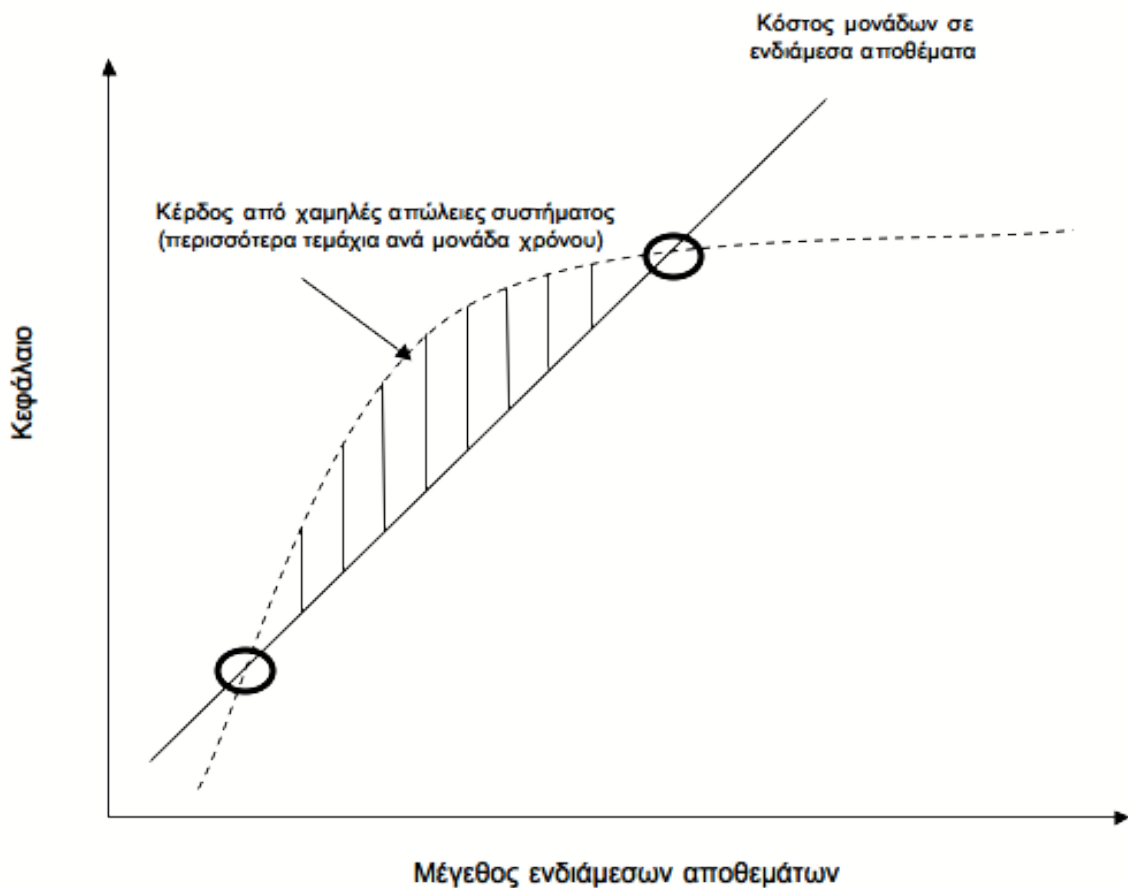
Γ: 7 κομμάτια από τα 10 έχουν ήδη ξεκινήσει

Δ: 3 από τα 7 έχουν ήδη συμπεριληφθεί στην εντολή προληπτικής συντήρησης (βλ. παράγραφο 7.7.1)

Ένα αποτέλεσμα του υπολογισμού αυτού της τάξεως του 60% - 70% θεωρείται ιδανικό.

6.5.5 Ρύθμιση απωλειών συστήματος και μεγάλων χρόνων παράδοσης

Οι απώλειες συστήματος δεσμεύουν τεμάχια, προϊόντα υπό κατεργασία, σε μια ροή και ως εκ τούτου αυξάνουν το χρόνο παράδοσης. Η χρήση ενδιάμεσων αποθεμάτων ωφελεί πολύπλοκα συστήματα μέχρι ένα ορισμένο όριο. Αν η επιχείρηση έχει πολύ σύντομες διαταραχές, θα ήταν δυνατή μια βελτιστοποίηση όπως φαίνεται στο διάγραμμα 6.14. Η διακεκομμένη καμπύλη ποικίλει ανάλογα με την μορφή των διαταραχών.



Διάγραμμα 6.14 Οφέλη χαμηλών απωλειών συστήματος

Ο χρόνος παράδοσης είναι δαπανηρός, κοστίζει σε δεσμευμένο κεφάλαιο και κόστος αποθήκευσης και συνεπάγεται κακή εξυπηρέτηση πελατών. Τα ενδιάμεσα αποθέματα μπορούν να συντομεύσουν τον χρόνο παράδοσης σε ένα πολύπλοκο σύστημα, αλλά είναι επίσης δαπανηρά. Μια εναλλακτική για να

μειωθούν οι απώλειες συστήματος και ο χρόνος παράδοσης είναι η «Σχεδίαση για Κατασκευή» (Design for manufacturing, DFM). Η μέθοδος ασχολείται με το πως γίνεται η κατασκευή. Σχεδιάζοντας με διαφορετικό τρόπο την κατασκευή ενός προϊόντος, μπορεί να μειωθεί ο αριθμός των κύκλων παραγωγής και έτσι να μειωθεί ο ολικός κύκλος εργασίας. Για παράδειγμα, αντί του να τοποθετηθούν πολλά εξαρτήματα που πρόκειται να δημιουργήσουν ένα συναρμολόγημα κατόπιν, σε ένα κύκλο, σχεδιάζεται και τοποθετείται ένα εξάρτημα, το οποίο έχει την ίδια λειτουργικότητα με το συναρμολόγημα των πολλών εξαρτημάτων. Έτσι, απαιτείται μόνο ένας κύκλος, και ακόμα κι αν αυτός είναι λίγο μεγαλύτερος, λόγω του ότι θα κατασκευαστεί ένα πιο πολύπλοκο εξάρτημα, είναι σίγουρα συντομότερος από τον συνολικό κύκλο παραγωγής των πολλών εξαρτημάτων. Επίσης, κατά αυτόν τον τρόπο μειώνονται οι χρόνοι παράδοσης, ενώ οι απώλειες συστήματος ελαττώνονται ραγδαία. Φυσικά, αυτός είναι ένας έμμεσος τρόπος μείωσης των απωλειών συστήματος και δεν παύει να υπάρχει η ανάγκη για άμεση αντιμετώπιση τους.

6.5.6 Ρύθμιση απωλειών ταχύτητας

Για να ελεγχθεί η κατάσταση της παραγωγής που προκαλεί μεγάλο χρόνο παράδοσης πρέπει να αναλυθεί το πως ο κύκλος παραγωγής σχεδιάζεται, με τη χρήση πραγματικών στοιχείων. Κατά την ανάλυση συγκρίνεται η πραγματική ταχύτητα που λαμβάνεται με διαπίστωση ή χρονομέτρηση, με την θεωρητική για έναν αριθμό προϊόντων. Αναλύονται, ενδελεχώς, ενδεχόμενες διαφορές. Μέσω της εξέτασης της αύξησης της πραγματικής ταχύτητας μπορεί κανείς σε πολλές περιπτώσεις να αποκτήσει ένα καλύτερο αποτέλεσμα.

Συχνά, δεν υπάρχει κάποια προηγούμενη απόπειρα να βελτιωθεί ο κύκλος εργασίας, εξαιτίας του φόβου ότι οι μηχανές θα διαταραχθούν ή θα δημιουργηθούν περισσότερα προβλήματα ποιότητας. Η εξέταση θα πρέπει να γίνει με προσοχή, καθώς αυξημένη ταχύτητα μπορεί να σημαίνει αυξημένες διαταραχές λειτουργίας και αυξημένα σκάρτα.

Κάποιες ερωτήσεις που μπορεί να τεθούν για την ανάλυση και βελτίωση του κύκλου είναι:

- Μπορούν μη απαραίτητες κινήσεις να απομακρυνθούν;
- Μπορεί να συντομευτεί ο χρόνος κινήσεων, για παράδειγμα μέσω της συντόμευσης των διαδρομών μεταφορών;
- Μπορούν μη απαραίτητα τμήματα που οδηγούν σε μεγαλύτερες σειρές μεταφορών στις μηχανές, να εξαλειφθούν;
- Μπορούν τα στάδια της εργασίας να μπουν σε μια άλλη ακολουθία ταξινόμησης, η οποία θα έδινε πιο σύντομο υπόδειγμα κινήσεων;

6.5.7 Ρύθμιση απωλειών ποιότητας

Κάθε ελαττωματικό προϊόν προκαλεί κάποιο είδος κόστους ανάλογα με το πως η εταιρεία τα διαχειρίζεται. Παραδείγματα αυτού του κόστους για όσο τα προϊόντα βρίσκονται υπό επεξεργασία είναι:

- Κόστος ρυθμίσεων
- Κόστος υλικών
- Κόστος επεξεργασίας
- Ολικό κόστος παραγωγής
- Κόστος για ενδελεχή έλεγχο

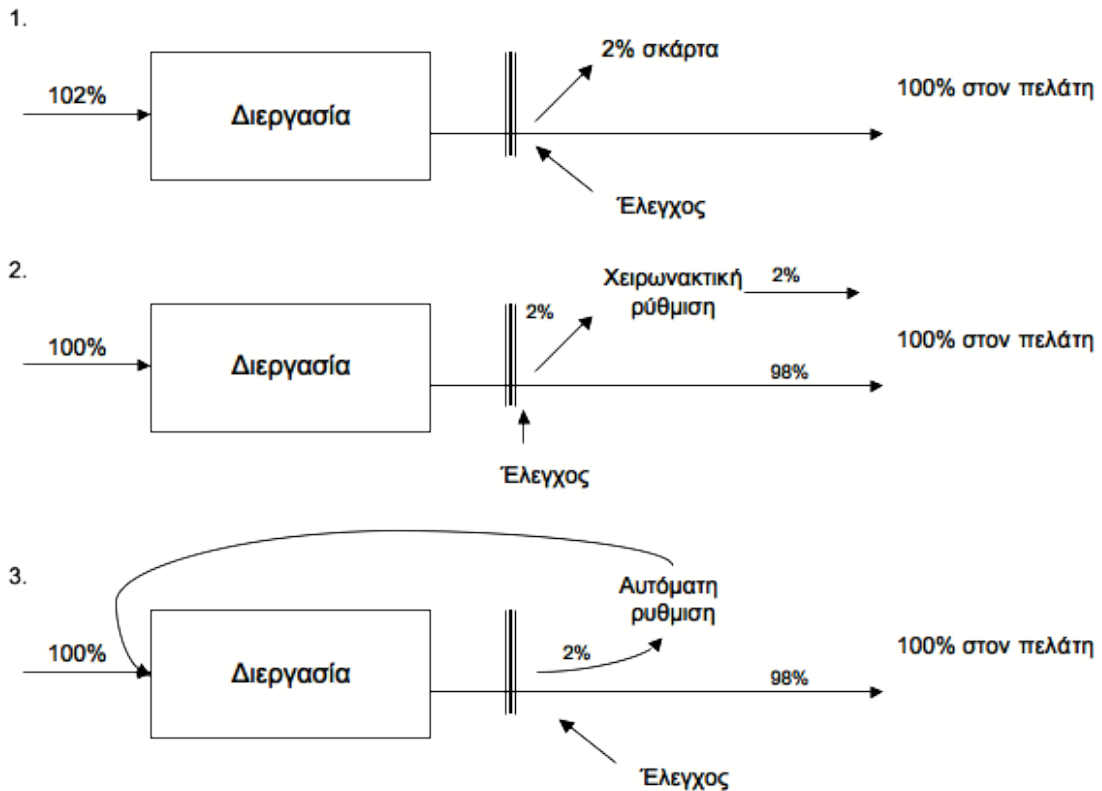
Οι περισσότερες εταιρείες έχουν ως στόχο να παραδώσουν 100% ποιότητα στους πελάτες τους. Για να το επιτύχουν αυτό χρησιμοποιούν οι εταιρείες διάφορες μεθόδους, όπως στατιστικό έλεγχο και συνηθισμένο χειρωνακτικό ή αυτόματο έλεγχο. Ο στόχος είναι να διασφαλιστεί ότι δεν κατασκευάζονται κάποια ελαττωματικά προϊόντα.

Υπάρχουν διάφορες στρατηγικές διαχείρισης των σκάρτων, ανάλογα με τον τύπο του σφάλματος. Στο διάγραμμα 6.14 φαίνονται οι ακόλουθες τρεις διαφορετικές στρατηγικές:

1. Απόρριψη σκάρτων: Έχουν κατασκευαστεί προϊόντα με σοβαρούς τύπους σφαλμάτων που προέρχονται από ελαττώματα υλικών, σφάλματα μεθόδου εργασίας ή από το ότι οι μηχανές κατασκευάζουν προϊόντα με ένα εσφαλμένο τρόπο, ο οποίος δεν ρυθμίζεται. Τα σκάρτα τεμάχια δεν μπορούν ή είναι πολύ δαπανηρό να διορθωθούν και έτσι, για να καλυφθεί αυτή η

απώλεια είναι κανείς υποχρεωμένος να κατασκευάσει νέα τεμάχια και καταναλώσει επιπλέον πρώτες ύλες.

2. Χειρωνακτική ρύθμιση. Προϊόντα έχουν κατασκευαστεί με έναν λανθασμένο τρόπο, αλλά μπορούν και είναι οικονομικότερο να διορθωθούν χειρωνακτικά.
3. Αυτόματη ρύθμιση. Τα ελαττωματικά προϊόντα οδηγούνται αυτόματα και μπαίνουν ξανά σε κάποιο στάδιο της παραγωγής.



Διάγραμμα 6.15 Στρατηγικές διαχείρισης ελαττωματικών τεμαχίων

Οι απώλειες ποιότητας μελετώνται περαιτέρω στο Κεφάλαιο 11 «Ποιοτική Συντήρηση».