

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

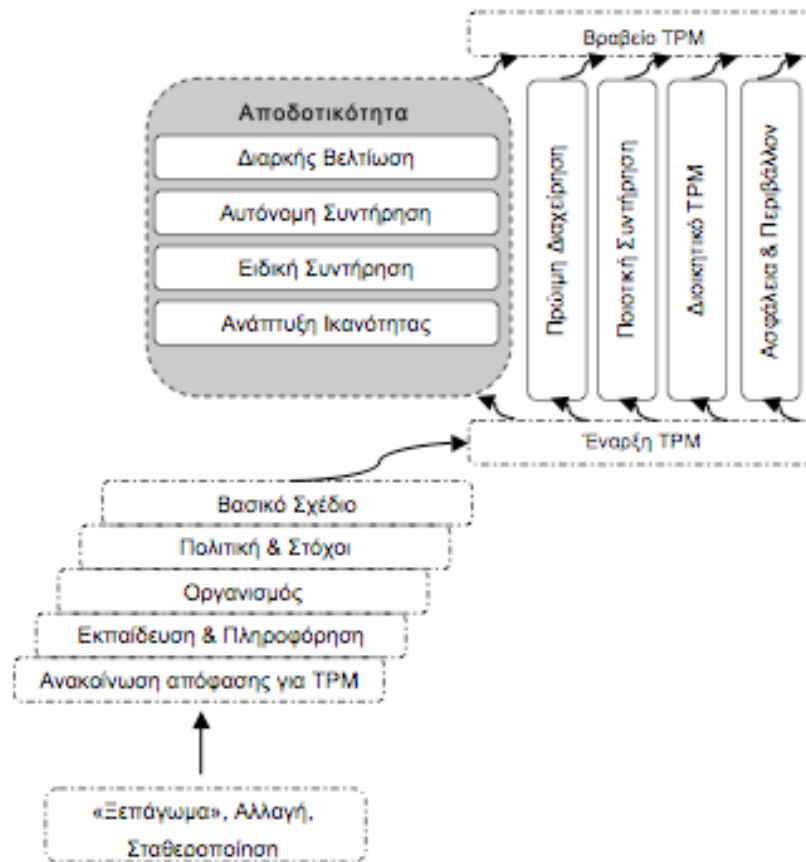
Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα  
(Total Productive Maintenance, TPM)  
*μέσω της εφαρμογής της στην αυτοκινητοβιομηχανία VOLVO*

## Κεφάλαιο 5

### Αποδοτικότητα

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

## Κεφάλαιο 5 Αποδοτικότητα



Ένα από τα σημαντικότερα στάδια στην Ολική Συντήρηση για την Παραγωγικότητα είναι η εργασία για την βελτίωση της ολικής αποδοτικότητας του εξοπλισμού της επιχείρησης. Πράγματι, το TPM έχει ως βασική επιδίωξη να μεγιστοποιήσει την αποδοτικότητα του παραγωγικού εξοπλισμού μέσω της δημιουργίας ιδανικών συνθηκών λειτουργίας του παραγωγικού εξοπλισμού και της ελαχιστοποίησης των καταναλισκόμενων πόρων στην παραγωγική διαδικασία. Η βασική μέθοδος που χρησιμοποιεί το TPM, για την επίτευξη του στόχου αυτού, είναι εξάλειψη της άσκοπης σπατάλης πόρων και των διαταραχών κατά τη λειτουργία του παραγωγικού εξοπλισμού.

Ο Nakajima (1988) και οι Tajiri και Gotoh (1992) αναγνωρίζουν έξι είδη σπατάλης και διαταραχών, τις επονομαζόμενες «έξι μεγάλες απώλειες», τις οποίες κατανέμουν σε τρεις κατηγορίες (βλ. σχετικά παρ. 1.3), ενώ ο Suzuki (1994) διακρίνει τις απώλειες που εμποδίζουν ένα εργοστάσιο να επιτύχει

μέγιστη αποδοτικότητα, σε οχτώ βασικά είδη: 1) ολική διακοπή παραγωγής, 2) ρυθμίσεις του παραγωγικού εξοπλισμού, 3) δυσλειτουργία του εξοπλισμού, 4) δυσλειτουργία της διεργασίας, 5) κανονική φύρα παραγωγής, 6) μη κανονική φύρα παραγωγής, 7) ελαττώματα ποιότητας, 8) επανεπεξεργασία ελαττωματικών προϊόντων.

Οι παραπάνω διαχωρισμοί είναι οι πιο διαδεδομένοι στη σχετική βιβλιογραφία. Εντούτοις, στα πλαίσια της μελέτης του παραδείγματος εφαρμογής του TPM στη VOLVO, οι απώλειες της παραγωγής θα αναλυθούν, ακολούθως, με βάση την κατηγοριοποίηση που έκανε η εταιρεία και η οποία περιλαμβάνει τρεις βασικές κατηγορίες και δεκαέξι είδη απωλειών (Nord, 1997). Φυσικά, οι διαχωρισμοί κατά Nakajima, Tajiri & Gotoh και Suzuki είναι απολύτως ισοδύναμοι με τον διαχωρισμό της VOLVO. Η διαφορά τους έγκειται στο ότι η αναγνώριση των απωλειών στην VOLVO είναι αποτέλεσμα πρακτικής και εξειδικευμένης μελέτης τους στην παραγωγική διαδικασία της εταιρείας. Ως εκ τούτου, έγινε ένας πιο λεπτομερής και σαφής διαχωρισμός που διευκόλυσε περισσότερο την ίδια την εταιρεία στην προσπάθεια της εξάλειψής τους.

Η εξάλειψη των απωλειών επιτυγχάνεται μέσω των τεσσάρων δραστηριοτήτων – πυλώνων του TPM, οι οποίοι συμπεριλαμβάνονται στην βελτίωση της αποδοτικότητας, το έβδομο στάδιο του συνολικού σχεδίου της ανάπτυξης του TPM. Οι δραστηριότητες αυτές είναι η διαρκής βελτίωση, η αυτόνομη συντήρηση, η προληπτική συντήρηση και η ανάπτυξη της ικανότητας. Για να γίνει κατανοητό, όμως, το πως μπορούν οι δραστηριότητες αυτές να βελτιώσουν την αποδοτικότητα, πρέπει να αναλυθούν οι απώλειες που επηρεάζουν την αποδοτικότητα, καθώς επίσης και να αναλυθεί το πως μετράται η αποδοτικότητα.

## **5.1 Περιγραφή των απωλειών σύμφωνα με τη VOLVO**

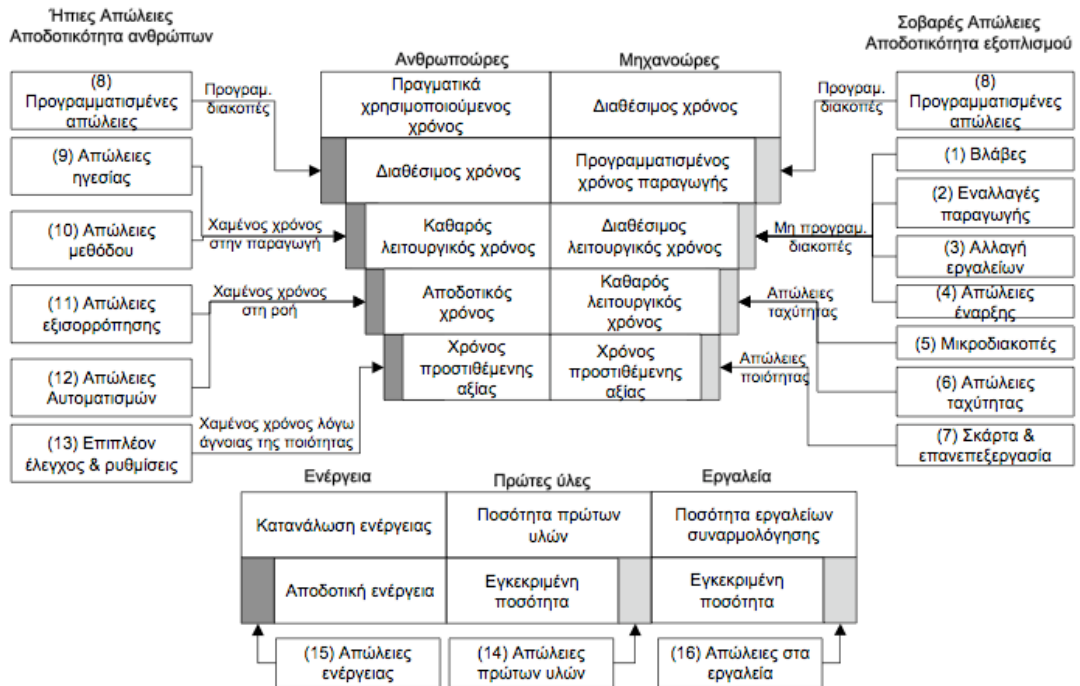
Όπως προαναφέρθηκε, οι απώλειες στην παραγωγική δραστηριότητα μπορούν να διαιρεθούν σε 16 διαφορετικούς τύπους. Οι τύποι αυτοί μπορούν να καταταχθούν σε 3 κύριες κατηγορίες:

- Σοβαρές απώλειες, ήτοι απώλειες σχετικές με την αποδοτικότητα του

εξοπλισμού

- Ήπιες απώλειες, ήτοι απώλειες σχετικές με τους ανθρώπους και την αποδοτικότητα του συστήματος.
- Απώλειες πόρων, ήτοι απώλειες σχετικές με τη χρήση πρώτων υλών και ενέργειας.

Υπάρχει μια ισχυρή σχέση μεταξύ αυτών των κατηγοριών. Ειδικότερα, για να γίνει μια αλλαγή σε μια απώλεια, υπάρχει η πιθανότητα να πρέπει να γίνει αλλαγή σε μια άλλη απώλεια της ίδιας ή διαφορετικής κατηγορίας. Ως εκ τούτου, οι εργασίες για την βελτίωση της αποδοτικότητας πρέπει να είναι εντατικές στο σύνολο για την αποφυγή υποβελτιστοποιήσεων, ήτοι βελτιώσεων διαφορετικών «ταχυτήτων».

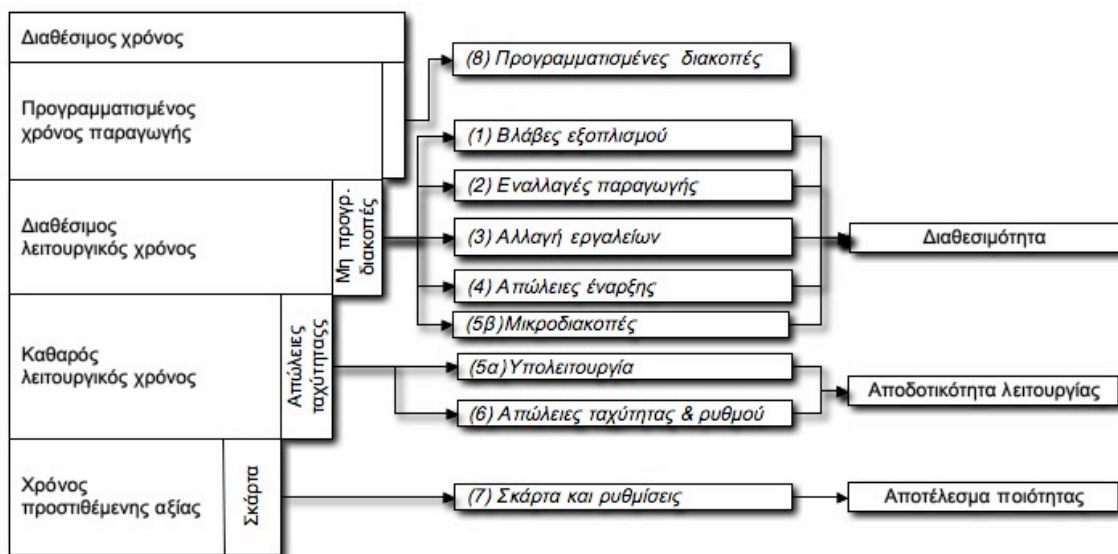


Διάγραμμα 5.1 Οι 16 μεγάλες απώλειες σε μια παραγωγική δραστηριότητα σύμφωνα με τη VOLVO (Nord, 1997)

**5.2 Σοβαρές απώλειες συνδεδεμένες με τον εξοπλισμό**

Στο ακόλουθο διάγραμμα, το οποίο αποτελεί το μοντέλο απωλειών εξοπλισμού της VOLVO, απεικονίζεται ο διαχωρισμός των σοβαρών απωλειών σε οχτώ

βασικές κατηγορίες, σε σύνδεση με τον χρόνο παραγωγής και τα αποτελέσματα της παραγωγής, τα οποία επηρεάζουν. Αυτό που κάνει το εν λόγω μοντέλο να ξεχωρίζει από τα συνηθισμένα είναι ότι οι μικρές διακοπές, οι οποίες συνήθως τοποθετούνται μαζί με την υπολειτουργία, αποσπώνται από την ομάδα αυτή και κατηγοριοποιούνται ως απώλειες διαθεσιμότητας. Αυτό απαιτεί μια μέθοδο μέτρησης, ώστε να διακρίνονται οι σύντομες αυτές διακοπές. Αν, όμως, δεν είναι δυνατόν να διακριθούν οι μικρές διακοπές, αυτές συμπεριλαμβάνονται συλλήβδην στις απώλειες λόγω υπολειτουργίας.



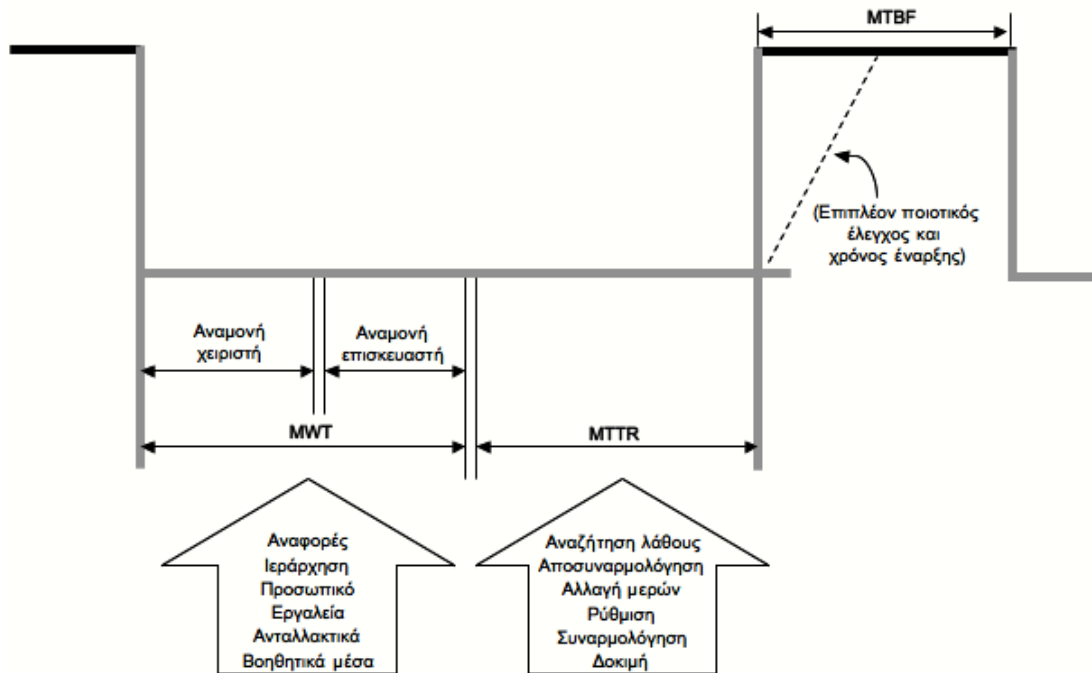
Διάγραμμα 5.2 Το μοντέλο απωλειών της VOLVO (Nord, 1997)

### 5.2.1 Απώλειες που επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα

Ως απώλειες διαθεσιμότητας συνηθίζεται να υπολογίζονται όλες οι διακοπές λειτουργίας, συνδεδεμένες με το χρόνο, όπως οι βλάβες, ο χρόνος εναλλαγής παραγωγής, οι αλλαγές εργαλείων, ο χρόνος ελέγχου και ο χρόνος έναρξης. Στο διάγραμμα 5.3 δίνεται μια περιγραφή του τι συμβαίνει όταν μια μηχανή αντιμετωπίζει μία απρογραμματίστη διακοπή.

Κάθε απώλεια προκαλεί μια σειρά περιστατικών όπως φαίνεται στο διάγραμμα 5.3. Για κάθε διακοπή που αποφεύγεται, η εταιρεία απαλλάσσεται από την αύξηση όλων των παραγόντων που συνδέονται με μία διακοπή, όπως ο Mean

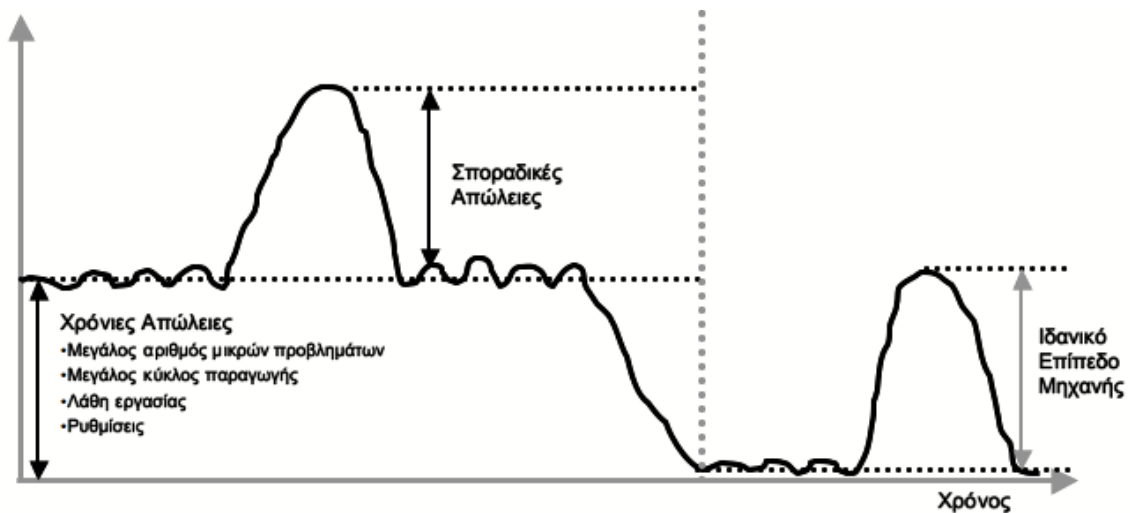
Waiting Time, MWT, ήτοι ο μέσος χρόνος αναμονής του χειριστή και ενδεχόμενης αναμονής του προσωπικού συντήρησης, ο Mean Time to Repair, MTTR, ήτοι η μέση διάρκεια μιας επισκευής, ενδεχόμενα ο χρόνος έναρξης, καθώς και οι επιδράσεις των παραπάνω στις υπόλοιπες μηχανές στην γραμμή. Η συντομογραφία MTBF σημαίνει Mean Time Between Failure και αποδίδεται στα ελληνικά ως μέσος χρόνος μεταξύ βλαβών.



Διάγραμμα 5.3 Περιγραφή του τι συμβαίνει όταν μια μηχανή αντιμετωπίζει μία προγραμματίστη διακοπή (Nord, 1997)

Οι συνηθέστερες αιτίες των προβλημάτων διαθεσιμότητας συνηθίζεται να διαχωρίζονται σε λάθη ενσωματωμένα στον εξοπλισμό και σε λάθη που προκαλούνται από τους ανθρώπους.

Εκτός του ότι οι απώλειες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν από άποψη αιτίας, μπορούν επίσης να χωριστούν βάσει συχνότητας και χρόνου. Κατά αυτόν τον τρόπο, οι απώλειες διακρίνονται σε σποραδικές και χρόνιες, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 5.4.



Διάγραμμα 5.4 Χρόνιες και σποραδικές απώλειες

Οι σποραδικές απώλειες είναι προφανείς και συχνά αντιμετωπίζονται μοναδικά, λόγω του ότι η μηχανή επανέρχεται στην αρχική της κατάσταση. Οι σποραδικές, τυχαίες απώλειες συμβαίνουν σπάνια, αλλά οδηγούν συχνά σε μεγάλης διάρκειας διακοπές.

Οι χρόνιες απώλειες είναι συχνά σύντομες, αλλά λόγω του ότι συμβαίνουν συχνά δημιουργούνται μεγάλες συσσωρευμένες απώλειες. Οι χρόνιες απώλειες είναι συχνά κρυφές και ως εκ τούτου πολύπλοκες, εξαιτίας του ότι συχνά προκύπτουν ως αποτέλεσμα μιας σειράς αιτιών, οι οποίες αλληλεπιδρούν. Η αντιμετώπιση τους απαιτεί μια βαθιά ανάλυση, ώστε να φανεί η πηγή του προβλήματος. Συχνά, οι χρόνιες απώλειες προκύπτουν ως «ημι-απώλειες», καθώς αυτές συμβαίνουν και υπάρχουν σε ένα μόνο τμήμα της καθημερινής δραστηριότητας και ως εκ τούτου, δεν θεωρούνται ως απώλειες.

Στη συνέχεια, περιγράφονται, συνοπτικά, τα οκτώ είδη σοβαρών απωλειών, οι οποίες είναι συνδεδεμένες με τον εξοπλισμό.

#### 5.2.1.1 (1) Ελαττώματα μηχανών, διακοπές, βλάβες

Καμία μηχανή δεν επιτρέπεται να σταματήσει να λειτουργεί και κανένα ελάττωμα στη μηχανή δεν μπορεί να είναι αποδεκτό. Τα ελαττώματα στον

εξοπλισμό κοστίζουν σε χρόνο, ο οποίος θα μπορούσε να αφιερωθεί στην παραγωγή. Οι βλάβες εμφανίζονται συχνά ως σποραδικά λάθη. Παραδείγματα λαθών που κατηγοριοποιούνται ως βλάβες ή διακοπές είναι βραχυκυκλώματα σε διάφορα ηλεκτρικά εξαρτήματα, σε υδραυλικούς αγωγούς ή αγωγούς αέρος, οι οποίοι έχουν σπάσει, σε συστήματα ελέγχου ή άλλα συστήματα επικοινωνίας τα οποία δίνουν εσφαλμένες πληροφορίες κ.λ.π.

#### 5.2.1.2 (2) Εναλλαγή παραγωγής και (3) αλλαγή εργαλείων

Οι νέες απαιτήσεις των πελατών, σε συνδυασμό με τον φόβο της δέσμευσης κεφαλαίου σε αποθέματα, έχουν οδηγήσει στην αύξηση της ποσότητας των εναλλαγών παραγωγής (changeover) στην παραγωγική διαδικασία μιας εταιρείας. Η εναλλαγή παραγωγής σημαίνει ότι μια μηχανή ή μια γραμμή μηχανών επαναρυθμίζεται, ώστε να κατασκευάσει ένα άλλο τελικό προϊόν, παρόμοιο μεν, με διαφορετικά χαρακτηριστικά δε. Μια εναλλαγή παραγωγής επιφέρει, συνήθως, και αλλαγή των εργαλείων μιας μηχανής. Μια τέτοια διαδικασία απαιτεί χρόνο για την προσαρμογή της μηχανής ή της γραμμής, για μια δοκιμαστική παραγωγή, για τον έλεγχο των πρώτων παραχθέντων προϊόντων, καθώς και για την αντιμετώπιση προβλημάτων για την επανέναρξη της παραγωγής. Παρότι είναι προφανές ότι όλα τα παραπάνω κοστίζουν πολύ σε χρόνο, αρκετές φορές ο χρόνος αυτός δε θεωρείται ως απώλεια. Οι εναλλαγές παραγωγής θα πρέπει να θεωρούνται μη προγραμματισμένες διακοπές και να επιδιώκεται ένας ιδανικός αριθμός εναλλαγών. Αν λείπει μια ακριβής διαδικασία για το πως μια εναλλαγή πρέπει να πραγματοποιηθεί, τότε μπορεί κάθε βάρδια να χρησιμοποιεί άλλη μέθοδο. Έτσι απαιτείται πολύς χρόνος για να ετοιμαστεί ένα μηχάνημα. Μόνο μια μέθοδος μπορεί να είναι η γρηγορότερη. Αυτή πρέπει να χρησιμοποιηθεί από όλους όσους θα ασχοληθούν με εναλλαγές παραγωγών και εργαλείων.

#### 5.2.1.3 (4) Προβλήματα έναρξης και διακοπών - βλαβών

Σε συνδυασμό με την έναρξη, κατά την οποία οι μηχανές είναι κρύες, συμβαίνει ένα πλήθος περιστατικών, τα οποία οδηγούν σε απώλειες. Ως μια τέτοια



απώλεια υπολογίζεται ο χρόνος θέρμανσης, για παράδειγμα, μια εστίας. Ένας άλλος συνήθης τύπος απώλειας που προκύπτει κατά την έναρξη, είναι ελαττώματα ποιότητας, τα οποία περιγράφονται στην παράγραφο 5.2.3.

## **5.2.2 Απώλειες που επηρεάζουν την αποδοτικότητα της λειτουργίας.**

### 5.2.2.1 (5) Υπολειτουργία και μικροδιακοπές.

#### *Υπολειτουργία και απώλειες συστήματος*

Η υπολειτουργία συνεπάγεται το ότι μια μηχανή διανύει κάποιο νεκρό κύκλο παραγωγής, κατά τον οποίο κανένα προϊόν δεν κατασκευάζεται. Ως τέτοια απώλεια συνυπολογίζεται, όμοια, η αναμονή του χειριστή, χρόνος ο οποίος δεν καταχωρείται εξαιτίας έλλειψης ακρίβειας στο σύστημα μέτρησης, οι μικροδιακοπές, και οι απώλειες του συστήματος.

Οι απώλειες του συστήματος χωρίζονται σε 2 κύριες κατηγορίες, άμεσες και έμμεσες. Οι άμεσες απώλειες του συστήματος είναι διακοπές που πλήττουν έναν μεγάλο τομέα, π.χ. ένα τμήμα της παραγωγής, και εξαρτώνται από προβλήματα σε κάποιο από τα συστήματα, τα οποία υπηρετούν αυτόν τον τομέα. Άλλα παραδείγματα μπορούν να είναι:

- Βλάβες ή αργή λειτουργία στο σύστημα μεταφορών, το οποίο συνδέεται με διάφορες μηχανές ή τμήματα
- Βλάβες ή αργή λειτουργία σε ανώτερα συστήματα δεδομένων, όπως το σύστημα προγραμματισμού παραγωγής, οι οποίες πλήττουν με την σειρά τους την ροή των υλικών.
- Βλάβες ή αργή λειτουργία στο σύστημα ενδιάμεσων αποθεμάτων (buffers) και στην αποθήκευση.
- Διακοπές ρεύματος
- Βλάβες στο σύστημα φιλτραρίσματος π.χ. υγρών
- Βλάβη σε κεντρικό σύστημα για την λίπανση και την απομάκρυνση ρινισμάτων.

Έμμεσες απώλειες συστήματος συμβαίνουν όταν πολλά μηχανήματα είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους σε κάποιο τύπο συστήματος, π.χ. σε μια γραμμή. Εφόσον όλα τα μηχανήματα δεν παθαίνουν βλάβη ταυτόχρονα, πρέπει τα μηχανήματα χωρίς πρόβλημα να περιμένουν τα μηχανήματα που παρουσίασαν βλάβη. Έτσι, χάνεται πολύτιμος χρόνος, ενώ στην χειρότερη περίπτωση η γραμμή παύει να παράγει εντελώς. Μια λύση για το εν λόγω πρόβλημα μπορεί να είναι η χρήση ενδιάμεσων αποθεμάτων. Εντούτοις, αυτό συνιστά μια παθητική λύση, καθώς οι συνέπειες της βλάβης μιας μηχανής παραμένουν, τα προβλήματα κρύβονται και το κόστος αποθήκευσης αυξάνεται. Το καλύτερο είναι φυσικά να απομακρυνθούν όλες οι βλάβες από τα μηχανήματα.

### *Μικροδιακοπές*

Πολλές σύντομες διακοπές, ήτοι διακοπές που διαρκούν λιγότερο από 5 λεπτά, είναι δύσκολο να μετρηθούν, γεγονός που εξαρτάται από ανεπαρκή ή ελαττωματικά συστήματα και όργανα μέτρησης. Παράδειγμα μικροδιακοπής είναι τεμάχια υπό επεξεργασία που προσωρινά κολλούν στην παραγωγή. Οι μικροδιακοπές είναι συνήθως χρόνιες απώλειες.

#### 5.2.2.2 (6) Απώλειες ταχύτητας και ρυθμού

Μια απώλεια ταχύτητας σημαίνει ότι μια μηχανή δεν παράγει σύμφωνα με τον κύκλο παραγωγής ή τον ρυθμό που πρέπει. Οι απώλειες ταχύτητας γίνονται αντιληπτές μόνο αφού η μηχανή δώσει το τελικό προϊόν. Ακόμα πιο δύσκολο να αποκαλυφθούν είναι όταν προϊόντα με διαφορετικό κύκλο παραγωγής οδηγούνται στην ίδια μηχανή. Οι χειριστές έχουν τότε το καθήκον να αντιληφθούν πόσα τεμάχια μπορεί να παράγει η μηχανή σε μία ορισμένη χρονική διάρκεια.

### **5.2.3 Απώλειες που επηρεάζουν το αποτέλεσμα της ποιότητας.**

Ένα ελάττωμα ποιότητας δεν σημαίνει μόνο απώλεια χρόνου τελικής επεξεργασίας, αλλά τελικά απώλεια τεμάχιων. Εκτός αυτού απαιτείται συχνά

διοικητική εργασία σε μορφή αναφορών, εξέταση και επιπλέον προσπάθεια για τον εντοπισμό των σκάρτων τεμαχίων. Αν το σφάλμα δεν αποκαλυφθεί αρκετά γρήγορα, υπάρχει κίνδυνος να μεταφέρεται το ελαττωματικό τεμάχιο και σε άλλες διεργασίες και να παραμείνει εκεί για ώρα. Αυτό αυξάνει τα κόστη περαιτέρω. Το χειρότερο με ένα σφάλμα ποιότητας είναι ότι μπορεί να φτάσει μέχρι και τον πελάτη, γεγονός που επηρεάζει τις πωλήσεις αρνητικά, βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα.

#### 5.2.3.1 (7) Σκάρτα και ρύθμιση

Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι σφαλμάτων ποιότητας. Οι συνηθέστεροι είναι:

- Σφάλματα κατά την εργασία, τα οποία συνεπάγονται ότι η μηχανή που παράγει τα τεμάχια εκτελεί μια εσφαλμένη λειτουργία, γεγονός που οδηγεί σε πέταμα των τεμαχίων ως σκάρτα.
- Ελαττώματα υλικών, το οποίο σημαίνει ότι τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι ελαττωματικά και δημιουργούν ελαττωματικά προϊόντα.
- Ρυθμίσεις που είναι ισότιμες με επανακατεργασία. Τα προϊόντα ικανοποιούν τις απαιτούμενες προδιαγραφές, αλλά χρειάζονται κάποια ρύθμιση.

Συνήθως αναλύονται αυτές οι απώλειες προσεκτικά για να διαπιστωθεί αν θα προκύψουν στην έναρξη της λειτουργίας ή στην κανονική λειτουργία.

#### **5.2.4 (8) Προγραμματισμένες απώλειες**

Οι προγραμματισμένες απώλειες συμβαίνουν ως προγραμματισμένες διακοπές για να εξασφαλιστεί ότι όσα απαιτούνται για την ποιότητα, την ασφάλεια και την ασφάλεια λειτουργίας μπορούν να τηρηθούν ορθά. Οι προγραμματισμένες διακοπές είναι απώλειες χρόνου, αλλά δεν επηρεάζουν την αποδοτικότητα. Αντιθέτως, θέτουν πλαίσια για τις δραστηριότητες, ήτοι οριοθετούν τον εφικτό χρόνο παραγωγής.

Οι προγραμματισμένες διακοπές είναι η ώρα, την οποία επιλέγει η διοίκηση, να σταματήσει την παραγωγή, για παράδειγμα κατά την αλλαγή της βάρδιας, τα

διαλείμματα, τις συναντήσεις, τις παύσεις, την ενημέρωση προσωπικού και διοίκησης κ.λ.π. Υπάρχουν επίσης ήπιες προγραμματισμένες απώλειες και αυτές επιδρούν όπως και οι σημαντικές απώλειες, οριοθετώντας τις δραστηριότητες.

### **5.3 Ολική Αποδοτικότητα Εξοπλισμού**

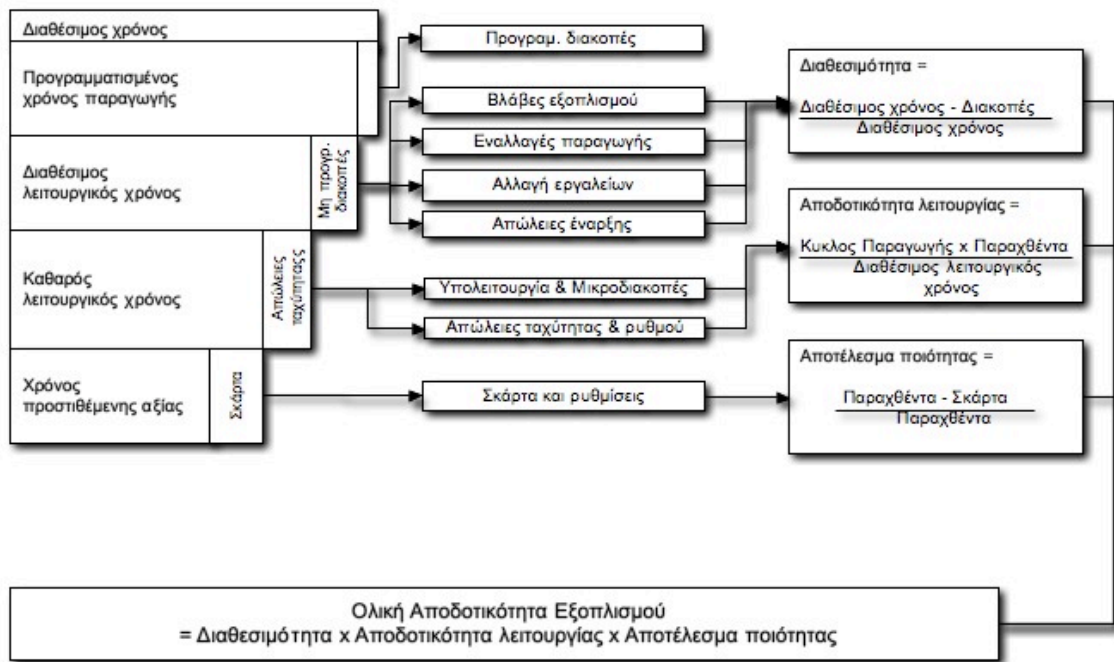
Η Ολική Αποδοτικότητα Εξοπλισμού, OAE (Overall Equipment Efficiency, OEE), είναι το μέτρο της αποδοτικότητας μιας παραγωγικής δραστηριότητας, σε ό,τι αφορά, αυστηρά και μόνο, τον παραγωγικό εξοπλισμό. Αποτελεί ένα άριστο εργαλείο αξιολόγησης της αξιοποίησης μια επένδυσης σε εξοπλισμό.

Ειδικότερα, η OAE περιγράφει την αποδοτικότητα σε μια ροή ή σε ένα μεμονωμένο μηχάνημα, λαμβάνοντας υπόψη τις απώλειες του εξοπλισμού. Ως εκ τούτου, δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα και ενδείκνυται, κυρίως, για την μέτρηση των αυτόματων μηχανημάτων, τα οποία δεν επηρεάζονται, σημαντικά, από απώλειες οφειλόμενες στον ανθρώπινο παράγοντα. Εντούτοις, μπορεί, υπό προϋποθέσεις, να χρησιμοποιηθεί για μετρήσεις σε ημιαυτόματες περιοχές.

Για να μπορεί να διεκπεραιωθεί ένας υπολογισμός της OAE, απαιτείται γνώση μιας σειράς παραμέτρων:

- Χρόνος προγραμματισμένων διακοπών.
- Χρόνος μη προγραμματισμένων διακοπών
- Ιδανικός κύκλος παραγωγής
- Ποσότητα ελαττωματικών τεμαχίων

Το διάγραμμα 5.5 αποτελεί επέκταση του διαγράμματος 5.2 και απεικονίζει τον υπολογισμό της OAE σε συνδυασμό με τον χρόνο παραγωγής και τις απώλειες εξοπλισμού.



Διάγραμμα 5.5 Ολική Αποδοτικότητα Εξοπλισμού

Ο αρχικός χρόνος είναι όλος ο διαθέσιμος χρόνος. Πρώτα, υπολογίζονται όλες οι προγραμματισμένες διακοπές, ήτοι ο χρόνος που επιλέγεται να μην χρησιμοποιηθούν οι μηχανές.

Στις μη προγραμματισμένες διακοπές υπολογίζονται οι βλάβες, οι εναλλαγές παραγωγής και εργαλείων και ο χρόνος έναρξης. Όταν οι μη προγραμματισμένες διακοπές που επηρεάζουν την διαθεσιμότητα υπολογιστούν και αφαιρεθούν, απομένει ο λειτουργικός διαθέσιμος χρόνος.

Οι μηχανές δεν παράγουν πάντα με τον πρότυπο κύκλο παραγωγής, ο οποίος έχει υπολογιστεί να χρησιμοποιηθεί. Ενίοτε υπάρχουν απώλειες αδράνειας ή μικροδιακοπών, οι οποίες επηρεάζουν την αποδοτικότητα των λειτουργιών.

Επομένως, υπολογίζονται, ομοίως, οι απώλειες, οι οποίες επηρεάζουν την αποδοτικότητα των λειτουργιών, και τελικά ο καθαρός διαθέσιμος χρόνος λειτουργίας. Αυτός ισοδυναμεί με τον χρόνο, ο οποίος χρειάζεται για να παραχθεί ο πραγματικός αριθμός τεμαχίων. Μπορεί, όμως, να μην πωληθούν όλα τα τεμάχια λόγω ελαττωμάτων ποιότητας και πρέπει, ως εκ τούτου, να μη συνυπολογιστούν.

Η ΟΑΕ υπολογίζεται μέσω του πολλαπλασιασμού της διαθεσιμότητας με την αποδοτικότητα των λειτουργιών και του αποτελέσματος της ποιότητας. Η υπολογισθείσα αξία προκύπτει ως ένα ποσοστό.

#### Παράδειγμα υπολογισμού

- Διαθέσιμος χρόνος : 460 min
- Χρόνος διακοπών: 60 min
- Καθαρός λειτουργικός χρόνος: 460 min – 60 min = 400 min
- Κύκλος παραγωγής: 0,5 min/ τεμάχιο
- Παραχθέντα: 500 τεμάχια
- Σκάρτα: 8 τεμάχια

$$\text{Διαθεσιμότητα} = \frac{460 \text{ min} - 60 \text{ min}}{460 \text{ min}} = 0,870$$

$$\text{Αποδοτικότητα λειτουργίας} = \frac{0,5 \frac{\text{min}}{\text{τεμ.}} \times 500 \text{ τεμ.}}{400 \text{ min}} = 0,625$$

$$\text{Αποτέλεσμα ποιότητας} = \frac{500 \text{ τεμ.} - 8 \text{ τεμ.}}{500 \text{ τεμ.}} = 0,984$$

$$\boxed{\text{Ολική Αποδοτικότητα Εξοπλισμού} = 0,870 \times 0,625 \times 0,984 \times 100\% = 53,5\%}$$

### 5.3.1 Προσδιορισμός του ιδανικού κύκλου παραγωγής και υπολογισμός της αποδοτικότητας των λειτουργιών.

Μία από τις μεγαλύτερες δυσκολίες, όταν ξεκινούν οι μετρήσεις της ΟΑΕ, είναι ο προσδιορισμός του ιδανικού κύκλου παραγωγής. Ένα τμήμα της εταιρείας στερείται προδιαγραφών για τα μηχανήματα της ή σε αυτό, οδηγούνται σε πολλές διαδικασίες διαφορετικά προϊόντα με διαφορετικό κύκλο παραγωγής. Ο συγκεκριμένος κύκλος παραγωγής για κάθε προϊόν δεν είναι πάντα γνωστός. Παράδειγμα για το πως εννοείται ένας κύκλος είναι ο χρόνος μεταξύ δύο χτυπημάτων μιας διατρητικής μηχανής.

Για να μπορεί να υπολογιστεί ο κύκλος παραγωγής της μηχανής, απαιτείται μια

βαθιά ανάλυση των κύκλων παραγωγής, σύμφωνα με τους οποίους λειτουργεί η μηχανή, παρά σύμφωνα με αυτόν που είναι κατασκευασμένη να λειτουργεί. Υπάρχουν επτά διαφορετικοί τρόποι να προσδιοριστεί ο θεωρητικός κύκλος παραγωγής. Είναι κατάλληλο να ελεγχθεί ποιος τρόπος ταιριάζει σε κάθε λειτουργία σύμφωνα με την ακόλουθη αρίθμηση των προτάσεων. Έτσι, ο ιδανικός κύκλος παραγωγής μπορεί να είναι:

1. η σχεδιαστική ταχύτητα, ήτοι η ταχύτητα, την οποία είχε το μηχάνημα όταν αγοράστηκε από την εταιρεία ή η ταχύτητα με την οποία η εταιρεία το κατασκεύασε να φτιάχνει τεμάχια,
2. η υψηλότερη ταχύτητα από τις συνδεδεμένες μηχανές,
3. η υψηλότερη ταχύτητα στην γραμμή (ροή),
4. η υψηλότερη ταχύτητα που δοκιμάστηκε στην μηχανή,
5. η θεωρητική υψηλότερη υπολογισθείσα ταχύτητα,
6. η υψηλότερη μετρηθείσα ταχύτητα που έχει παρατηρηθεί ποτέ,
7. ο συγχρονισμένος κύκλος παραγωγής μιας ημέρα μείον ένα επιθυμητό επίπεδο, για παράδειγμα, 30%, το οποίο θα υποδεικνύει την δυνατότητα για μελλοντική εργασία βελτίωσης.

Όταν πρέπει να υπολογισθεί η ΟΑΕ, οι μέθοδοι μετρήσεως ποικίλλουν ανάλογα με τον τύπο της μηχανής, αν είναι για παράδειγμα πλήρως ή μερικώς αυτόματα. Σε πολλές ημιαυτόματες μηχανές είναι σύνηθες να γίνεται με τα χέρια η φόρτωση και εκφόρτωση της μηχανής. Ο κύκλος παραγωγής, σε αυτήν την περίπτωση, είναι ο χρόνος της μηχανής συν τον χρόνο φορτώσεων και εκφορτώσεων.

### **5.3.2 Υπολογισμός της αποδοτικότητας των λειτουργιών κατά την παραγωγή προϊόντων με διαφορετικό κύκλο παραγωγής.**

Συχνά μια εταιρεία κατασκευάζει πολλά προϊόντα με ποικίλους κύκλους παραγωγής. Στον πίνακα 5.1 υπολογίζεται η αποδοτικότητα των λειτουργιών, όπου υπάρχουν αντικείμενα με διαφορετικό κύκλο παραγωγής.

Πίνακας 5.1 Υπολογισμός αποδοτικότητας λειτουργίας σε κατασκευή αντικειμένων με διαφορετικό κύκλο παραγωγής (Nord, 1997)

Αντικείμενο	1	2	3	4
Κύκλος παραγωγής, Κ, min/τεμ.	0,6	0,7	0,8	0,9
Παραχθέντα, Π, τεμ.	100	150	50	50
Κ * Π, min	60	105	40	45
Σύνολο Κ * Π, min	250			
Λειτουργικός χρόνος, Λ, min	300			
Αποδοτικότητα λειτουργίας	$\frac{250}{300} \cdot 100\% = 83\%$			

### 5.3.3 Επιλογή ιδανικής τιμής - στόχου

Με τη βοήθεια των μετρήσεων που χρησιμοποιούνται κατά τον υπολογισμό της ΟΑΕ, ορίζεται ένας αριθμός, ο οποίος καλείται «τιμή – στόχος». Ο αριθμός αυτός δείχνει το βέλτιστο αποτέλεσμα που μπορεί να δώσει μια μηχανή και χρησιμοποιείται για να δώσει ένα επίπεδο – στόχο προς το οποίο προσανατολίζονται οι προσπάθειες κατά τις εργασίες βελτίωσης. Ο αριθμός δίνει μια θετική ψυχολογική επίδραση, εφόσον προκύπτει από την πραγματικότητα και καθώς δεν είναι ένα φανταστικό νούμερο. Ο αριθμός υπολογίζεται μέσω του πολλαπλασιασμού της καλύτερης διαθεσιμότητας της μηχανής με την καλύτερη αξία της αποδοτικότητας λειτουργιών και του αποτελέσματος της ποιότητας, όπως φαίνεται στον πίνακα 5.2.



Πίνακας 5.2 Υπολογισμός ιδανικής τιμής – στόχου (Nord, 1997)

Περίοδοι Παραγωγής	1	2	3	4	5
Διαθεσιμότητα (%)	80	82	80	81	84
Αποδοτικότητα λειτουργίας (%)	90	92	95	93	91
Αποτέλεσμα ποιότητας (%)	97	98	96	97	95
ΟΑΕ (%)	70	74	73	73	73
<b>Ιδανική τιμή – στόχος = (0,84 x 0,95 x 0,98) x 100% = 78%</b>					

Η πρακτική αποδεικνυόμενη δυνατότητα βελτίωσης, την οποία η ανωτέρω μηχανή έχει, είναι η διαφορά μεταξύ του 78% και του αποτελέσματος που προκύπτει.

#### **5.3.4 Παράγοντες που περιορίζουν την Ολική Αποδοτικότητα Εξοπλισμού**

Υπάρχουν παράγοντες, οι οποίοι επηρεάζουν την μέγιστη πρακτική αποδοτικότητα που μπορεί να προκύψει σε μια μηχανή.

Αφού διεκπεραιωθούν οι μετρήσεις της αποδοτικότητας και συγκριθούν με άλλες εταιρείες στα ίδια τμήματα, είναι ο καιρός να ξεκινήσουν οι συζητήσεις σχετικά με το ποιοι στόχοι μπορούν να πραγματοποιηθούν. Μια καθοδήγηση, κατά την διάρκεια αυτών των συζητήσεων, είναι ο προσανατολισμός προς το ποιοι παράγοντες περιορίζουν τις δυνατότητες να φτάσει η ΟΑΕ στο υψηλότερο επίπεδο. Οι παράγοντες που συζητούνται είναι:

- Προϋποθέσεις της αγοράς
- Το σύστημα παραγωγής
- Το σύνολο των μηχανημάτων
- Η στρατηγική των εναλλαγών παραγωγής

- Η επάνδρωση
- Το σύστημα αμοιβών – (συμβάσεις ή αμοιβές «με το κομμάτι»)
- Προγραμματισμένες διακοπές.

### *Προϋποθέσεις της αγοράς*

Εποχικότητα: Είναι δυσκολότερο να γίνει μια εργασία βελτίωσης όπου υπάρχουν μεγάλες εποχικές αλλαγές. Η εποχικότητα της ζήτησης συνεπάγεται ότι οι μηχανές λειτουργούν στο μέγιστο κατά την περίοδο υψηλής ζήτησης, ενώ, κατά τις υπόλοιπες περιόδους, ενδεχομένως, δεν χρησιμοποιούνται καθόλου. Σε συνδυασμό με την διακοπή των εργασιών μπορεί να σημαίνει ότι η εταιρεία παίρνει εποχιακό προσωπικό. Σε τέτοιες περιπτώσεις η δυνατότητα συνέχειας στην εταιρεία των εργασιών βελτίωσης μειώνεται.

Χρόνια υπερπαραγωγικότητα: Η εταιρεία που παρουσιάζει χρόνια υπερπαραγωγικότητα, ήτοι η εταιρεία που έχει περισσότερη παραγωγικότητα ακόμα και από αυτήν που απαιτείται, έχει επίσης μεγαλύτερη δυσκολία να επωφεληθεί από τις εργασίες βελτίωσης. Μια εναλλακτική για την περίπτωση αυτή είναι να ενοικιασθεί η διαθέσιμη παραγωγικότητα σε άλλη εταιρεία ή να μειωθεί η παραγωγή.

### *Σύστημα παραγωγής*

Κύκλος παραγωγής: Ένας βραχύς (λίγα δευτερόλεπτα), σε σχέση με ένα μεγάλο (πολλές ώρες) κύκλο παραγωγής, επηρεάζει την δυνατότητα να υπάρχει μεγάλη αξία ΟΑΕ. Οι εργάτες που δουλεύουν με μικρούς κύκλους παραγωγής επαναλαμβάνουν τις ίδιες κινήσεις και δίνουν αφορμές για φθορές, που επηρεάζουν αρνητικά την αποδοτικότητα. Ένας πολύ μεγάλος κύκλος παραγωγής προκαλεί το ερώτημα για περισσότερη ή μέτρια παραγωγή τελικών προϊόντων, κάτι που επηρεάζει επίσης την αποδοτικότητα λόγω προβλημάτων προσαρμογής. Σε εξάρτηση με την κατασκευή της μηχανής υπάρχει η κρίσιμη ταχύτητα λειτουργίας, για την οποία η επίδοση της μηχανής είναι χειρότερη από την κανονική. Η ιδανική κατάσταση είναι να λειτουργείται μια μηχανή σε μια τέτοια ταχύτητα όπου η φθορά παραμένει τόσο μικρή όσο είναι δυνατόν.

Τοποθέτηση των μηχανών – λαιμών: Σε μια γραμμική παραγωγή, η τοποθέτηση των μηχανών – λαιμών είναι πολύ σημαντική για την επίτευξη υψηλής αποδοτικότητας. Είναι επιθυμητό η πρώτη μηχανή να αποτελεί την θεωρητική μηχανή – λαιμό. Έτσι δημιουργείται η επιθυμητή ροή, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 5.6, και μειώνονται τα τεμάχια υπό επεξεργασία.



Διάγραμμα 5.6 Επιθυμητή ροή με πρώτη μηχανή, τη μηχανή - λαιμό.

Επιλογή όγκου παραγωγής: Συχνά επιλέγεται μια εξισορροπημένη ροή στην παραγωγή, σε κόστος της μεγάλης αποδοτικότητας λόγω του μειωμένου ρυθμού. Αυτό σημαίνει ότι η αποδοτικότητα των λειτουργιών πέφτει εξαιτίας του ότι η επιλεγμένη ταχύτητα, ήτοι ο κύκλος παραγωγής, είναι μεγαλύτερη από την θεωρητική.

Μηχανές σε σειρά ή σε παράλληλη διάταξη: Όσο περισσότερες μηχανές είναι συνδεδεμένες σε σειρά σε ένα τομέα, τόσο δυσκολότερο είναι να επιτευχθεί υψηλή αποδοτικότητα. Η σύνδεση σε σειρά σημαίνει ότι η συνολική διαθεσιμότητα της ροής ισούται με το γινόμενο των διαθεσιμοτήτων των μεμονωμένων μηχανών. Αυτό συνεπάγεται ότι για να αυξηθεί η διαθεσιμότητα απαιτείται να αυξηθούν οι μηχανές στη ροή ή να τοποθετηθούν άπειρα ενδιάμεσα αποθέματα.



$$\text{Ολική Διαθεσιμότητα} = (0,98 \times 0,98 \times 0,98 \times 0,98) \times 100\% = 92\%$$

Διάγραμμα 5.7 Χαμηλή ολική διαθεσιμότητα λόγω απωλειών συστήματος



$$\text{Ολική Διαθεσιμότητα} = 0,98 = 0,98 = 0,98 = 0,98 = 98\%$$

Διάγραμμα 5.8 Υψηλή ολική διαθεσιμότητα με χρήση ενδιάμεσων αποθεμάτων.

Επιλογή συστήματος διαχείρισης υλικών: Το σύστημα διαχείρισης υλικών περιλαμβάνεται στο σύστημα παραγωγής και η διαθεσιμότητα του επηρεάζει την ΟΑΕ.

Ενδιάμεσα αποθέματα: Η εταιρεία επιλέγει πόσα ενδιάμεσα αποθέματα θα τοποθετηθούν και πόσα προϊόντα θα περιέχουν. Η επιπλέον δυναμικότητα που αυτά προσφέρουν σε μία μηχανή – λαιμό προκαλεί την μείωση των διαταραχών και αυξάνει την αποδοτικότητα, μέχρι ένα ορισμένο όριο. Ως εκ τούτου, οι αλλαγές στην δυναμικότητα των ενδιάμεσων αποθεμάτων πρέπει να βασίζονται σε προσεκτικούς υπολογισμούς. Δεν είναι βέβαιο ότι η μεγάλη δυναμικότητα δίνει και μεγάλη αποδοτικότητα. Όταν τα ενδιάμεσα αποθέματα γίνονται μεγάλα και ανεξέλεγκτα, δημιουργούνται κρυφά προβλήματα, τα οποία μειώνουν την αποδοτικότητα και την παραγωγικότητα. Η προσομοίωση μπορεί να είναι ένα βοηθητικό μέσο για την ορθή τοποθέτηση και διαστασιολόγηση των ενδιάμεσων αποθεμάτων.

Πολυπλοκότητα μηχανών: Μία ροή που περιέχει πολλές διαφορετικές τεχνολογίες, απαιτεί μεγάλο εύρος ικανοτήτων από τους χειριστές. Η πιθανότητα του ένας χειριστής να μπορεί να αντιμετωπίσει την πλειονότητα των προβλημάτων είναι μικρή και αυξάνεται η ανάγκη για κάποιον ειδικό. Ένα τυπικό παράδειγμα είναι όταν ένας χειριστής έχει να χειριστεί πολλά συστήματα ελέγχου που είναι διαφορετικά μεταξύ τους.

#### *Το σύνολο των μηχανημάτων*

Ηλικία: Η ηλικία των μηχανημάτων, φυσικά, περιορίζει την αποδοτικότητα. Μια μηχανή που αγοράστηκε πριν από μια δεκαετία, κατασκευάστηκε με στόχο να λειτουργεί όσο πιο γρήγορα γίνεται και ενδεχομένως δεν υπάρχει σε αυτή δυνατότητα για εναλλαγή παραγωγής. Αυτό δημιουργεί προβλήματα αποδοτικότητας. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η εταιρεία πρέπει να εξετάσει το ενδεχόμενο επενδύσεων σε σύγχρονο εξοπλισμό.

#### *Στρατηγική των εναλλαγών παραγωγής*

Επιλογή μεταξύ συχνών εναλλαγών και δέσμευσης κεφαλαίου: Μία εταιρεία για

να διαχειριστεί το ζήτημα των εναλλαγών παραγωγής έχει να επιλέξει μεταξύ των συχνών εναλλαγών παραγωγής, διατηρώντας μικρά αποθέματα τελικών προϊόντων, και την αποθήκευση μεγάλων αποθεμάτων, κάτι που απαιτεί πιο αραιές εναλλαγές παραγωγής. Οι συχνές εναλλαγές επηρεάζουν αρνητικά την αποδοτικότητα, ενώ τα μεγάλα αποθέματα συνεπάγονται μεγάλα δεσμευμένα κεφάλαια.

Παράλληλες απλές γραμμές: Αντί των συχνών εναλλαγών παραγωγής, μπορούν να αναπτυχθούν απλές μηχανές για την κατασκευή συγκεκριμένου προϊόντος. Αυτή είναι μια ελκυστική στρατηγική, αν είναι εφαρμόσιμη.

### *Επάνδρωση*

Αριθμός χειριστών ανά μηχανή: Με λίγους χειριστές ανά μηχανή μειώνεται η αποδοτικότητα, καθώς πρωτίστως οι απώλειες υπό μορφή αναμονής χειριστών αυξάνονται. Είναι ενδιαφέρον ότι η αποδοτικότητα μειώνεται επίσης, όταν υπάρχουν πολλοί χειριστές ανά μηχανή. Το αποτέλεσμα είναι ότι η παραγωγικότητα επιδεινώνεται, αν δεν υπάρχει δουλειά για όλους.

Επάνδρωση κατά τις εναλλαγές παραγωγής: Μέσω της αύξησης του προσωπικού κατά τις ανάλλαγες, μπορεί οι νεκροί χρόνοι να μειωθούν και η αποδοτικότητα να αυξηθεί. Φυσικά, θα πρέπει να μελετηθούν προσεκτικά τα κόστη, πριν ακολουθηθεί μια τέτοια εργασία.

Διαλείμματα: Αν η παραγωγή διεξάγεται με περιορισμένο προσωπικό, συνεπάγεται ότι κατά τα διαλείμματα, η αναμονή των χειριστών κινδυνεύει να αυξηθεί με αρνητική επίδραση στην αποδοτικότητα. Μια εναλλακτική είναι να διακοπεί η παραγωγή κατά τα διαλείμματα, καθώς τα διαλείμματα θεωρούνται προγραμματισμένες διακοπές, οι οποίες παραδοσιακά δεν συμπεριλαμβάνονται στον υπολογισμό της αποδοτικότητας.

### *Σύστημα αμοιβών*

Πολλές εταιρείες εξακολουθούν να πληρώνουν με το κομμάτι, το οποίο μπορεί να επηρεάσει έντονα το ποιες μηχανές μπορούν να αξιοποιηθούν. Ένα

παράδειγμα: κατά την επίσκεψη σε μια εταιρεία υπολογίστηκε η αποδοτικότητα μιας μηχανής εντός 6 ωρών. Η μηχανή ήταν ημιαυτόματη, που σημαίνει ότι φορτωνόταν και εκφορτωνόταν χειρωνακτικά, αλλά έκανε αυτόματα όλη την επεξεργασία. Ο κύκλος παραγωγής ήταν 3'20", εκ των οποίων 20" κατά μέσο όρο ήταν χειρωνακτικές φορτώσεις και εκφορτώσεις. Ο χρόνος επεξεργασίας ήταν 3'. Από τον κύκλο παραγωγής μπορεί να υπολογισθεί ένας μέγιστος όγκος παραγωγής ισοδύναμος με 18 τεμάχια την ώρα. Όμως συνέβαιναν κάποιες μη προγραμματισμένες διακοπές όπως εναλλαγές παραγωγής, με αποτέλεσμα η παραγωγικότητα να μην φτάνει ποτέ το μέγιστο. Μετά από μελέτη αποκαλύφθηκε ότι η μηχανή είχε ΟΑΕ 53%. Έτσι, η εταιρεία σύμφωνα με το σύστημα πληρωμής «με το κομμάτι» πλήρωνε μόνο 9 τεμάχια την ώρα. Ως εκ τούτου η εταιρεία δεν επιδίωκε χρησιμοποιήσει πλήρως τις μηχανές, επιτρέποντας στο σύστημα παραγωγής να θέσει όρια στην παραγωγικότητα (Nord, 1997)

#### *Προγραμματισμένες διακοπές*

Επιλογή μεταξύ προγραμματισμένης και μη προγραμματισμένης συντήρησης: σε μια στρατηγική συντήρησης όπου επιλέγεται η λειτουργία μέχρι την βλάβη, υπάρχει ο κίνδυνος να αυξηθούν οι μη προγραμματισμένες διακοπές. Αυτό έχει ως λογικό επακόλουθο να μειωθεί η αποδοτικότητα. Η εργασία με την προγραμματισμένη συντήρηση σημαίνει προγραμματισμένες διακοπές, οι οποίες έχουν μέτρια επίδραση στην αποδοτικότητα.

#### **5.4 Ήπιες απώλειες, συνδεδεμένες με τους ανθρώπους**

Στην παράγραφο αυτή δίνεται μια περιγραφή των ήπιων απωλειών, καθώς και προτάσεις για την μείωση τους. Όσα περιέχονται στην παράγραφο αυτή, έχουν άμεση εξάρτηση με την χειρωνακτική εργασία, όπως η συναρμολόγηση, και ακολουθούνται πολλές μέθοδοι για την αποκάλυψη των ήπιων απωλειών.

Οι ήπιες απώλειες αποτελούν κομμάτι των απωλειών χρόνου, καθώς είναι αποτέλεσμα άχρηστης εργασίας και αναποτελεσματικής μεθόδου εργασίας.

### **5.4.1 (9) Απώλειες ηγεσίας**

Οι απώλειες ηγεσίας προκύπτουν, για παράδειγμα, εξαιτίας κακού προγραμματισμού που οδηγεί, μεταξύ άλλων, σε έλλειψη υλικών. Ο κακός προγραμματισμός της παραγωγής μπορεί με την σειρά του να εξαρτάται από ελλιπή επικοινωνία ή αδύναμα συστήματα διαχείρισης δεδομένων. Οι απώλειες δεν είναι πάντα οι μεγαλύτερες, αλλά είναι άξιες προσοχής. Άλλα παραδείγματα απωλειών που θεωρούνται ως απώλειες ηγεσίας, είναι:

- Οι χειριστές δεν δίνουν τη μέγιστη αποδοτικότητα τους στη δουλειά, γεγονός το οποίο μπορεί να οφείλεται σε ελλιπή δέσμευση ή εμπιστοσύνη στον εαυτό τους.
- Οι ηγέτες δεν γνωρίζουν πως κινητοποιείται μια συνεργασία ή πως είναι η ιεραρχία μέσα σε ένα τομέα.
- Ασυμφωνίες μεταξύ του προσωπικού, οι οποίες εξαρτώνται από διαφορετικές αντιλήψεις και δεν επιτρέπουν η απόδοση να είναι η καλύτερη.
- Προκύπτουν διαμάχες μεταξύ του προσωπικού και της διοίκησης, οι οποίες σχετίζονται με την εκτίμηση, την επιλογή στρατηγικής και διαφορές κουλτούρας.
- Υπάρχει κακή συνεργασία με τους ηγέτες.

### **5.4.2 (10) Απώλειες μεθόδου**

Οι απώλειες μεθόδου φανερώνουν το τι λείπει από την εκτέλεση των εργασιών. Αυτές οι απώλειες μπορούν να μειωθούν με την βοήθεια της αύξησης της ικανότητας.

#### *Αναμονή λόγω βλαβών και δεσμευμένη απόδοση*

Είναι σύνηθες να προκύπτει χρόνος αναμονής για τους χειριστές, λόγω π.χ. απωλειών συστήματος. Ακριβώς, όπως στην κανονική εργασία, πρέπει οι εργαζόμενοι, ακόμα και κατά κάποιο τύπο αναμονής, να γνωρίζουν ποια είναι τα καθήκοντα εργασίας τους. Έτσι, όταν προκύπτουν προβλήματα εντός του τομέα ευθύνης τους ή σε άλλα τμήματα, που επηρεάζουν την δική τους εργασία,

πρέπει οι χειριστές να αποπειραθούν να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα οι ίδιοι ή να καλέσουν έναν ειδικό και να συμμετέχουν ενεργά κατά την επισκευή, κάτι που είναι πολύ διδακτικό.

#### *Απώλειες κινήσεων*

Με τον όρο απώλειες κινήσεων εννοούνται πολλές κινήσεις που εκτελούνται, ενώ δεν είναι αναγκαίες. Τέτοιες απώλειες είναι η σπατάλη χρόνου για να βρεθεί κάποιο εργαλείο που δεν είναι στη θέση του ή μια εργασία που εκτελείται με περισσότερη ενέργεια από την αναγκαία.

#### *Απώλειες χωροταξίας*

Προκύπτουν ως απώλειες χρόνου όταν γίνεται μια άσκοπη μεταφορά ή μετακίνηση εξαιτίας της λανθασμένης τοποθέτησης των μηχανών σε σχέση με την ιδανική ροή.

### **5.4.3 (11) Απώλειες εξισορρόπησης**

Με την εξισορρόπηση εννοείται η κατανομή των καθορισμένων ωρών εργασίας που απαιτούνται. Αν λανθασμένος αριθμός προσωπικού, είτε υπερβολικά μεγάλος είτε υπερβολικά μικρός, κατανέμεται στον κύκλο εργασίας τότε δημιουργούνται απώλειες εξισορρόπησης. Συχνά δημιουργείται η εντύπωση ότι κάποιοι χειριστές έχουν μεγαλύτερους χρόνους αναμονής.

### **5.4.4 (12) Απώλειες εξαιτίας έλλειψης αυτοματισμού και απώλειες στην εφοδιαστική αλυσίδα (logistics)**

Η έλλειψη αυτομάτων συστημάτων οδηγεί σε απώλειες υπό τη μορφή χαμένων εργατοωρών. Άχρηστες κινήσεις που κοστίζουν πολύ σε ανθρωποώρες μπορούν να αντικατασταθούν με την βοήθεια του αυτοματισμών χαμηλού κόστους (Low Cost Automation), όπου για παράδειγμα τις χειρωνακτικές φορτώσεις και εκφορτώσεις μπορούν να εκτελούνται από ένα ρομπότ. Μια



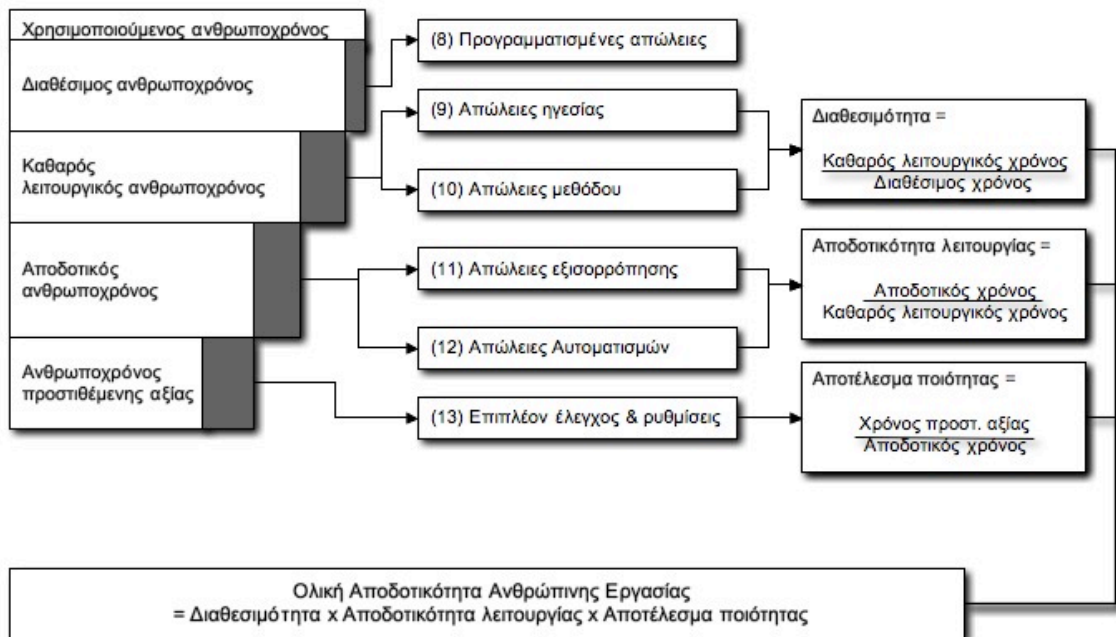
επένδυση σε αυτόματα συστήματα αντισταθμίζει το κόστος της μέσω της εξοικονόμησης εργατωρών.

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν επίσης οι απώλειες στην εφοδιαστική αλυσίδα, ήτοι απώλειες διανομής που εξαρτώνται από τις εργασίες προμηθειών και μεταφοράς που δεν είναι αυτοματοποιημένες αρκετά π.χ. με ένα σύστημα μεταφορών.

### 5.4.5 (13) Επιπλέον έλεγχος και ρύθμιση

Οι απώλειες με την μορφή επιπλέον ελέγχου και ρύθμισης περιλαμβάνουν απώλειες επίβλεψης και υπερβολικής προσοχής, όταν διεξάγεται κάποιος έλεγχος. Αυτό εξαρτάται από την θέληση για αποφυγή του να «δισειδύσει» κακή ποιότητα περαιτέρω στην ροή.

## 5.5 Υπολογισμός της αξιοποίησης ανθρώπινης εργασίας



Διάγραμμα 5.9 Ολική Αποδοτικότητα Ανθρώπινης Εργασίας

Στο διάγραμμα 5.9, μπορεί να υπολογισθεί ένας δείκτης για την αποδοτικότητα

της ανθρώπινης εργασίας, παρόμοιος με την ΟΑΕ.

Συνηθίζεται σε πολλές εταιρείες να χρησιμοποιείται κάποια μορφή δείκτη παραγωγικότητας. Σύνηθες παράδειγμα είναι ο αριθμός των ανθρωποωρών ανά τεμάχιο ή το κόστος προσωπικού ανά τεμάχιο. Όταν η παραγωγικότητα υπολογίζεται κατά αυτόν τον τρόπο, καταλογίζονται μόνο οι πραγματικά χρησιμοποιούμενες ανθρωποώρες. Υπάρχει λοιπόν μια μεγάλη δυνατότητα να βελτιωθεί η παραγωγικότητα περαιτέρω, λόγω του ότι οι ήπιες απώλειες μετρώνται και βελτιώνονται. Εντούτοις, είναι εξαιρετικά λίγες οι εταιρείες που μετρούν τις ήπιες απώλειες.

Κατά την μέτρηση της ολικής αποδοτικότητας της ανθρώπινης εργασίας χρησιμοποιείται μια σειρά εννοιών.

Πραγματικά χρησιμοποιούμενος ανθρωποχρόνος είναι ο χρόνος εργασίας για τον οποίο η εταιρεία πληρώνει κανονική αμοιβή.

Διαθέσιμος ανθρωποχρόνος είναι ο χρόνος, ο οποίος είναι απαραίτητος και διατίθεται για να επιτευχθεί ο στόχος της παραγωγής, αφού υπολογιστούν οι προγραμματισμένες διακοπές, η προετοιμασία της βάρδιας, τα διαλείμματα και οι πρωινές συναντήσεις.

Καθαρός λειτουργικός ανθρωποχρόνος είναι ο χρόνος που χρησιμοποιείται πραγματικά για εργασία, εναλλαγή παραγωγής και εργαλείων, φορτώσεις και εκφορτώσεις κ.λ.π. Εδώ πρέπει να συνυπολογιστούν, επίσης, απώλειες χρόνου οφειλόμενες στην ηγεσία και τις μεθόδους, καθώς και ο χρόνος για την εγκατάσταση μιας μηχανής.

Αποδοτικός ανθρωποχρόνος είναι χρόνος παρόμοιος με τον καθαρό λειτουργικό ανθρωποχρόνο, αλλά για τον υπολογισμό του, θεωρείται ότι έχουν ελαχιστοποιηθεί οι απώλειες λόγω εξισορρόπησης και έχουν αντικατασταθεί οι άσκοπες κινήσεις με αυτοματισμούς.

Ανθρωποχρόνος προστιθέμενης αξίας είναι ο χρόνος εργασίας για τον οποίο οι πελάτες διατίθενται να πληρώσουν.

## **5.6 Χρήση πόρων και πρώτων υλών**

### **5.6.1 (14) Απώλειες πρώτων υλών**

Οι απώλειες πρώτων υλών εκφράζονται ως διαφορές βάρους μεταξύ των πρώτων υλών και των έτοιμων προϊόντων. Οι απώλειες αυτές κοστίζουν σε επιπλέον πρώτες ύλες, σε μεταφορά, σε τρέχοντα κόστη και διαφορά μεταξύ τιμή αγοράς και τιμή σκάρτων, σε φθορά εργαλείων καθώς και σε επιπλέον χρόνο.

### **5.6.2 (15) Απώλειες ενέργειας**

Τα κόστη εξαιτίας απώλεια ενέργειας αποτελούν, συχνά, ένα μεγάλο τμήμα του συνολικού κόστους για την εταιρεία. Παραδείγματα άμεσων απωλειών ενέργειας είναι οι διαρροές λαδιών ή η κατανάλωση επιπλέον ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμων. Έμμεσες απώλειες ενέργειας θεωρούνται οι σπατάλες αναλώσιμων υλικών, όπως το χαρτί ή μέσα απολίπανσης. Τα υλικά αυτά δεν είναι ιδιαίτερα δαπανηρά, αλλά η σπατάλη τους μπορεί να θεωρηθεί χρόνια απώλεια, όταν εξακολουθεί να συμβαίνει, κάτι που μπορεί να αυξήσει πολύ το κόστος τους. Για τη μέτρηση των απώλεια ενέργειας ενδείκνυται να χρησιμοποιείται ένας δείκτης κόστους ενέργειας ανά τεμάχιο.

### **5.6.3 (16) Απώλειες στα εργαλεία συναρμολόγησης**

Ως απώλειες στα εργαλεία συναρμολόγησης θεωρείται το άχρηστο κόστος για την αγορά και η δέσμευση κεφαλαίου σε πολλά εργαλεία, ακόμα κι αν δεν είναι απαραίτητα για την παραγωγή. Εκτός αυτού, προκύπτουν κόστη για την επισκευή και την διατήρηση αυτών των εργαλείων.