

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> – ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

### Θέση προϊόντος – τύποι παραγωγής

Ο όρος product positioning αναφέρεται στα στάδια σχεδιασμού, στον τρόπο κατασκευή και στη μορφή επικοινωνίας με τον πελάτη που συνιστούν αυτό που καλείται ανταγωνιστικός χρόνος εξυπηρέτησης, δηλ. ο χρόνος που πρέπει να περιμένει ο πελάτης από τη στιγμή που δίνει μια παραγγελία έως τη στιγμή που θα παραλάβει το προϊόν.

Οι 4 βασικοί τύποι παραγωγής με βάση το κριτήριο αυτό είναι:

**Engineer to Order (ETO)** παραγωγή. Ο πελάτης δίνει στην επιχείρηση τις προδιαγραφές του προϊόντος και η επιχείρηση αναλαμβάνει να σχεδιάσει το προϊόν, να προμηθευτεί τις πρώτες ύλες, να κατασκευάσει και να τεστάρει το προϊόν και τέλος να το παραδώσει στον πελάτη. Τα πλάνα παραγωγής δίνονται από τον πελάτη ενώ η δομή του προϊόντος και η διαδικασία παραγωγής μπορεί να αλλάξουν από παραγγελία σε παραγγελία.

Το σημείο κλειδί για τη διατήρηση της παραγωγής είναι οι ακριβείς εκτιμήσεις για τους χρόνους εξυπηρέτησης του πελάτη ώστε να επιτευχθεί υψηλό ποσοστό ικανοποίησης και μια κατάσταση ευστάθειας στην παραγωγή. Βραχυπρόθεσμης προβλέψεις της ζήτησης δεν χρειάζονται αλλά μακροπρόθεσμες είναι απαραίτητες. Παραδείγματα ETO προϊόντων είναι τα ιατρικά όργανα υψηλής τεχνολογίας και οι μικροϋπολογιστές ειδικού σκοπού.

**Make to Order (MTO)** παραγωγή. Η MTO παραγωγή είναι παρόμοια με την ETO με τη διαφορά ότι η κατασκευή δεν συμπεριλαμβάνεται στο χρόνο εξυπηρέτησης. Κλασικό παράδειγμα αποτελούν οι αυτοκινητοβιομηχανίες όπου μια κεντρική βιομηχανική μονάδα αναλαμβάνει την κατασκευή διαφόρων εξαρτημάτων με την μέθοδο του subcontracting σε τρίτους. Μια άλλη περίπτωση αποτελεί μια βιομηχανία όπου τα πλάνα παραγωγής είναι έτοιμα αλλά η παραγωγή ξεκινάει μόλις φτάσει η παραγγελία του πελάτη επειδή το προϊόν είναι πολύ ακριβό. Τέτοια παραδείγματα είναι οι πυρηνικοί αντιδραστήρες και οι υπερυπολογιστές.

**Assemble to Order (ATO)** παραγωγή. Εδώ η επιχείρηση παράγει μια σειρά από βασικά μοντέλα αλλά δίνει στον πελάτη μια μεγάλη ποικιλία επιλογών στο τελικό προϊόν. Συχνά ο αριθμός των διαφορετικών εκδόσεων είναι τεράστιος. Η παραγωγή βασίζεται σε προβλέψεις που γίνονται ξεχωριστά για τα βασικά μοντέλα και τις διαφορετικές επιλογές και η τελική συναρμολόγηση λαμβάνει χώρα μόλις φτάσει η παραγγελία από τον πελάτη. Οι κρίσιμες παράμετροι στη διαχείριση της παραγωγής είναι η ρεαλιστική εκτίμηση των απαιτήσεων του πελάτη και η δυνατότητα για ασφαλείς υποσχέσεις όσον αφορά τις ημερομηνίες παράδοσης που βασίζονται στη προγραμματισμένη διαθεσιμότητα των υλικών που απαιτεί η επιλογή του πελάτη. Παραδείγματα ATO προϊόντων είναι τα αυτοκίνητα ιδιωτικής χρήσης, λεωφορεία, φορτηγά κλπ.

**Make to Stock (MTS)** παραγωγή. Στα MTS προϊόντα, τα πλάνα παραγωγής βρίσκονται σε προβλέψεις της ζήτησης των τελικών προϊόντων. Οι παραγγελίες των πελατών ικανοποιούνται από τα αποθέματα. Τα αποθέματα ασφαλείας προστατεύουν το σύστημα παραγωγής από τις μεταβολές στις απαιτήσεις της αγοράς. Εξαιτίας αυτού του γεγονότος, η ανάγκη για ακριβή εκτίμηση των χρόνων εξυπηρέτησης των πελατών είναι μικρότερη απ' ό,τι στις περιπτώσεις ETO ή MTO. Τα σημεία-κλειδιά στον έλεγχο της παραγωγής είναι οι αλγόριθμοι πρόβλεψης, ο καθορισμός των αποθεμάτων ασφαλείας και η μεθοδολογία αναπλήρωσης των αποθηκών για την προσαρμογή της παραγωγής σε εποχιακές διακυμάνσεις.

Τα MTS προϊόντα είναι συνήθως φιξαρισμένα και παράγονται σε μεγάλες ποσότητες. Αντιπροσωπευτικά παραδείγματα αποτελούν τα ραδιόφωνα, οι τηλεοράσεις, τα φωτοαντιγραφικά μηχανήματα κ.λ.π.

### Διαδικασία Παραγωγής – Ενδιάμεση, συνεχής παραγωγή

Η **συνεχής παραγωγή** χρησιμοποιείται για την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων ενός φιξαρισμένου προϊόντος ή μιας μικρής ομάδας από παρόμοια φιξαρισμένα προϊόντα. Για διακριτά προϊόντα καλείται mass ή επαναληπτική ενώ για συνεχή παραγωγή ροής.

Η συνεχής παραγωγή συνεπάγεται μικρότερα κόστη και στην παραγωγή και στη διαχείριση των προϊόντων σε σχέση με τη ενδιάμεση. Οι χρόνοι εξυπηρέτησης είναι μικρότεροι και ο έλεγχος γίνεται πιο απλά αφού από τη στιγμή που οι πρώτες ύλες τροφοδοτούνται στη γραμμή παραγωγής η διαδικασία παραγωγής προχωράει κανονικά από τη μία λειτουργία στην επόμενη εκτός κι αν πέσει η γραμμή. Δεν είναι απαραίτητο να ελέγχεται η παραγωγή σε κάθε στάδιο αλλά μόνο σε συγκεκριμένες θέσεις-κλειδιά και στο τέλος της γραμμής παραγωγής. Η ανάγκη για ειδικές εντολές που αφορούν την κατασκευή ενός προϊόντος

είναι μικρότερη αφού τα ίδια τα προϊόντα παράγονται για ένα μακρύ χρονικό διάστημα και ο εξοπλισμός ειδικού σκοπού αυτοματοποιεί τις διάφορες βιομηχανικές διεργασίες. Τα πλάνα παραγωγής έχουν τη μορφή δρομολογήσεων που καθορίζουν το ρυθμό παραγωγής ανά μέρα ή εβδομάδα ή τις ποσότητες που πρέπει να παραχθούν σε μια συγκεκριμένη περίοδο. Το μειονέκτημα της συνεχούς παραγωγής είναι η έλλειψη ευελιξίας στην αλλαγή του σχεδιασμού ενός προϊόντος ή του επιπέδου παραγωγής.

Στην **ενδιάμεση παραγωγή** οι μηχανές είναι γενικού σκοπού και έχουν τη δυνατότητα να δουλεύουν πάνω σε μια μεγάλη ποικιλία προϊόντων. Η παραγωγή κατανέμεται σε πολλά διαφορετικά τμήματα.

Ένα περιβάλλον οργανωμένο με τον παραπάνω τρόπο καλείται job shop περιβάλλον. Αν το παραγόμενο προϊόν είναι διακριτό η παρτίδα παραγωγής ονομάζεται job order ενώ όταν είναι συνεχές καλείται batch. Οι παρτίδες που δρομολογούνται στο σύστημα παραγωγής απαιτούν ένα χρονικό διάστημα που μπορεί να διαφέρει από παρτίδα σε παρτίδα. Οι χρόνοι εξυπηρέτησης της παραγγελίας ενός πελάτη συνήθως είναι μεγάλοι κι αυτό οφείλεται στο μεγάλο χρόνο αναμονής των επιμέρους διεργασιών στα διάφορα κέντρα εργασίας μέχρι να εκτελεστούν.

Η διαχείριση της παραγωγής έχει να κάνει κυρίως με τον προσδιορισμό των πρώτων υλών και των ενδιάμεσων προϊόντων που χρειάζεται κάθε παραγγελία παραγωγής. Επίσης πρέπει να καθοριστούν οι χωρητικότητες των βιομηχανικών πόρων που απαιτούνται για τη διεκπεραίωση των παραγγελιών. Από τη στιγμή που οι jobs orders δρομολογηθούν στο σύστημα, πρέπει να παρακολουθείται συστηματικά η κατάσταση τους, να ενημερώνονται οι προτεραιότητες και να διορθώνονται οι ποσότητες στις περιπτώσεις που αλλάζουν οι παραγγελίες των πελατών ή οι προβλέψεις για τα τελικά προϊόντα.

### **Αρχιτεκτονική ΣΔΠ**

Ο προγραμματισμός και έλεγχος της παραγωγής είναι μια ιεραρχική διαδικασία. Η ιεραρχία αυτή επεκτείνεται από τη διοίκηση μέχρι τον έλεγχο παραγωγής σε πραγματικό χρόνο.

Ο σχεδιασμός παραγωγής ξεκινά από τον στρατηγικό προγραμματισμό που διεκπεραιώνεται από τα ανώτερα τμήματα της διοίκησης, προχωρά στον προγραμματισμό παραγωγής που δίνει σαν έξοδο γενικά σχέδια παραγωγής και γίνεται από τη διοίκηση ή τους διευθυντές παραγωγής, εξειδικεύεται με τον προγραμματισμό απαιτήσεων που γίνεται από τον διευθυντή παραγωγής και καταλήγει στον έλεγχο των διεργασιών της παραγωγής που εκτελείται στο φυσικό σύστημα παραγωγής.

#### **1. Στρατηγικός Προγραμματισμός**

Ο σ.π. παράγει σχέδια απαραίτητα για την καθοδήγηση των βιομηχανικών και οικονομικών στόχων της επιχείρησης, που καθορίζουν την αγορά στην οποία θα απευθυνθεί η επιχείρηση, τα προϊόντα που θα παραχθούν, τη βιομηχανική στρατηγική (5 χρόνια ή περισσότερο)

#### **2. Προγραμματισμός Παραγωγής**

Τα σχέδια παραγωγής περιγράφουν τις συνολικές απαιτήσεις παραγωγής ανά περίοδο προγραμματισμού και τις εκφράζουν σε αθροιστικούς όρους.(μέχρι 2 χρόνια)

#### **3. Προγραμματισμός Απαιτήσεων**

Ο προγραμματισμός απαιτήσεων χρησιμοποιεί σαν πληροφορία εισόδου το αθροιστικό σχέδιο παραγωγής και δημιουργεί τις λεπτομερείς απαιτήσεις ανά περίοδο που μπορεί να περιλαμβάνει ποσότητες υλικών, αποθέματα, χωρητικότητα μηχανών κλπ ώστε να ικανοποιείται το αρχικό σχέδιο (μέχρι 6 μήνες)

#### **4. Έλεγχος διεργασιών παραγωγής**

Μεταφράζει τις αποφάσεις-σχέδια που έφτασαν από τα παραπάνω επίπεδα σε εντολές ελέγχου της διαδικασίας παραγωγής. Μετατρέπει τα δεδομένα ελέγχου σε πληροφορία κατάλληλη να χρησιμοποιηθεί από τα παραπάνω τμήματα. Μερικές από τις λειτουργίες του PAC είναι η δρομολόγηση των εργασιών στις μηχανές, ο προσδιορισμός προτεραιοτήτων και χρόνων εκτέλεσης, η παρακολούθηση της εργασίας που είναι σε εξέλιξη, το κλείσιμο των παραγγελιών εξαγωγής κ.α.Χρήση προσομοίωσης για την αξιολόγηση κρίσιμων αποφάσεων. Τμήμα πραγματικού χρόνου του ΣΔΠ.

### **Τεχνολογίες Λογισμικού – Ποιες χρησιμοποιούνται στην κατασκευή ΣΔΠ**

Το σύστημα δομείται γύρω από ένα ισχυρό ΣΔΒΔ. Παράγοντες στην επιλογή του κατάλληλου ΣΔΒΔ είναι η δυνατότητα λειτουργίας με πρότυπες αρχιτεκτονικές, η υποστήριξη με κατάλληλα εργαλεία CASE, η δυνατότητα διασύνδεσης με άλλα συστήματα λογισμικού.

Το πρόγραμμα σχεδιασμού και ελέγχου μπορεί να υλοποιηθεί σε μια κλασσική γλώσσα 3<sup>ης</sup> γενιάς όπως η C ή με ειδικές γλώσσες τέταρτης γενιάς όπως η SQL. Ο αντικειμενοστραφής προγραμματισμός αποτελεί την πιο σύγχρονη τεχνολογία στην ανάπτυξη ανοικτών συστημάτων. Μια άλλη προσέγγιση είναι αυτή της

τεχνητής νοημοσύνης και της χρήσης έμπειρων συστημάτων που χρησιμοποιείται κυρίως στο PAC (πιο κοντά σε πραγματικό χρόνο).

Σ' ένα έμπειρο σύστημα οι πληροφορίες οργανώνονται σε μια βάση γνώσης που αποτελείται από κανόνες και οι αποφάσεις παίρνονται από μια μηχανή εξαγωγής συμπερασμάτων με βάση τους κανόνες αυτούς. Νέα γνώση είναι δυνατόν να αποθηκεύεται στη βάση γνώσης δυναμικά, δηλ. το σύστημα μπορεί να μαθαίνει από μόνο του κι αυτό είναι πολύ σημαντικό σε καταστάσεις αβεβαιότητας όπου μια απόφαση πρέπει να ληφθεί γρήγορα. Το πρόβλημα είναι ότι σε ένα πραγματικό σύστημα, όπως ένα βιομηχανικό περιβάλλον η πιθανότητα απρόβλεπτων διαταραχών είναι μεγάλη. Ούτε πάντα μπορούμε να ξέρουμε από την αρχή όλα τα γεγονότα, τις σχέσεις και τα μοντέλα που διέπουν το σύστημα Αυτό που χρειάζεται στην πραγματικότητα είναι μη ντετερμινιστικές μέθοδοι ή αλλιώς ένας βαθμός ευφύιας για λήψη δυναμικών αποφάσεων ελέγχου.

Η ανάγκη για λειτουργία ενός ΣΔΠ σε όσο το δυνατόν πραγματικό χρόνο μας οδηγεί στη χρήση της τεχνολογίας δικτύων δεδομένων. Το PAC συνδέεται με ένα δίκτυο εφαρμογών που μεταφέρει τις αντίστοιχες πληροφορίες από το φυσικό σύστημα στο ΣΔΠ. Η διαχείριση του δικτύου γίνεται μέσα από το ΣΔΠ ώστε να εξασφαλίζεται η ακεραιότητα των δεδομένων.

### **Οφέλη από την εφαρμογή ΣΔΠ**

Μετρήσεις έδειξαν ότι:

- ο χρόνος διεκπεραίωσης των παραγγελιών ελαττώθηκε κατά 50%
- το επίπεδο αποθέματος σε εξέλιξη κατέβηκε στο μισό
- οι ζημίες και τα ελαττώματα στα προϊόντα μειώθηκαν κατά 2/3
- οι χρόνοι αρχικοποίησης - εκκίνησης των μηχανών μειώθηκαν κατά 90%
- τα αποθέματα λιγόστεψαν κατά 25%
- το ποσοστό εξυπηρέτησης πελατών ανέβηκε στο 98%
- το κόστος παραγωγής μειώθηκε κατά 30%
- η παραγωγικότητα αυξήθηκε κατά 16%

Το σημαντικότερο όφελος που αποκόμισαν συνίσταται στον καλύτερο έλεγχο ολόκληρης της επιχείρησης.

### **Μεθοδολογίες Σχεδιασμού Εέγχου Παραγωγής**

**MRP II:** Η ευρύτερα διαδεδομένη μεθοδολογία προγραμματισμού και ελέγχου της παραγωγής. Η αρχιτεκτονική του συστήματος είναι:

- Στρατηγικός προγραμματισμός – παράγει τα σχέδια που καθοφηγούν τις πωλήσεις με βάση την στρατηγική της επιχείρησης και παρέχει ένα υψηλής ποιότητας πλάνο παραγωγής.
  - Σύστημα Προβλέψεων – περιλαμβάνει την προβολή ζήτησης στις γραμμές παραγωγής, στα προϊόντα και στις διαφορετικές επιλογές ανά προϊόν (χρησιμοποιεί αριθμητικές μεθόδους ή άλλα μαθηματικά μοντέλα)
  - Εισαγωγή Περαγγελιών – που αφορά τις παραγγελίες πελατών και οι οποίες μεταφράζονται σε απαιτήσεις παραγωγής.
- Το γενικό σχέδιο παραγωγής (MPS) - αποτελεί μια πρώτη εκτίμηση για την παραγωγή επιλεγμένων προϊόντων ανά ποσότητα και περίοδο προγραμματισμού. Περιλαμβάνει την λίστα των προϊόντων που θα παραχθούν, σε ποιές ποσότητες και πότε. Αποτελεί βάση για τις εκτιμήσεις και τους χρόνους εξυπηρέτησης των πελατών και τον βαθμό χρήσης των πόρων. Αντιπροσωπεύει την εξουσιοδότηση από τη διοίκηση για την προμήθεια πρώτων υλών και την παραγωγή των ενδιάμεσων προϊόντων
- Χονδρικός σχεδιασμός χωρητικότητας - προσδιορίζει την χωρητικότητα που απαιτείται για την παραγωγή του MPS. Αυτή περιλαμβάνει τις ώρες λειτουργίας μηχανών – εργατών ανά κέντρο εργασίας και περίοδο προγραμματισμού και αποτελεί καλό κριτήριο για την αξιολόγηση του MPS. Οι έξοδοί του είναι μακροπρόθεσμες αποφάσεις ελέγχου.
- Σχεδιασμός απαιτήσεων σε υλικά – ασχολείται με την μετατροπή του MPS σε λεπτομερείς παραγγελίες παραγωγής. Αναπτύχθηκε κυρίως για να αντικαταστήσει την μέθοδο ελέγχου αποθεμάτων. Μπορεί να θεωρηθεί σν μια διαδικασία διακριτού ελέγχου στην ροή των προϊόντων παρά στα επίπεδα των αποθεμάτων. Οι στόχοι του είναι ο υπολογισμός τι και πόσο πρέπει να παραγγείλουμε ή να αγοράσουμε για την εξισορρόπηση αυτής της ροής Η λειτουργία του προσπαθεί να διορθώσει την λειτουργία διαχείρισης αποθεμάτων **συνδυάζοντας τις παρακάτω λογικές:**

- Υπολογισμός εξαρτημένης ζήτησης για πρώτες ύλες και ενδιάμεσα προϊόντα που προκύπτει από την δρομολόγηση των τελικών του MPS
- Χρονική προβολή των απαιτήσεων παραγωγής, δηλαδή προσδιορισμός των ημερομηνιών έναρξης – λήξης των παραγγελιών για ακριβή εκτίμηση των χρόνων εξυπηρέτησης
  - Σχεδιασμός απαιτήσεων σε χωρητικότητες – χρησιμοποιεί τις πληροφορίες του MRP και δεδομένα για τα στάδια παραγωγής του προϊόντος (φασεολογία) για να παράγει λεπτομερή σχέδια από τις απαιτούμενες χωρητικότητες ανά περίοδο προγραμματισμού και κέντρο εργασίας
  - Έλεγχος διεργασιών παραγωγής (PAC) – περιλαμβάνει την δρομολόγηση των παραγγελιών που προγραμματίστηκαν από το MRP για την εκτέλεση στο εργοστάσιο. Από το PAC η διοίκηση μπορεί και αξιολογεί την λειτουργία του συστήματος παραγωγής, εντοπίζει πιθανές αρνητικές καταστάσεις και εκτελεί διορθώσεις. Η ανατροφοδότηση από το PAC φτάνει σε όλα τα παραπάνω επίπεδα. Οι λειτουργίες του τμήματος αγορών περιλαμβάνουν την επιλογή των προμηθευτών, την έκδοση παραγγελιών για αγορές πρώτων υλών και την παρακολούθησή τους.

Πλεονεκτήματα του MRP II είναι η μεγάλη ευελιξία που προσφέρει και ότι η επιτυχία της εφαρμογής δεν εξαρτάται από το μέγεθος της επιχείρησης. Δεν μπορεί να επιλύσει προβλήματα όπως όταν οι χρόνοι παραγωγής των προϊόντων μπορεί να αλλάζουν για αυτό και οι εκτιμήσεις για την δημιουργία των σχεδίων δεν είναι ακριβείς ή προβλήματα όπως ότι δεν λαμβάνουν υπ'όψιν τον σχεδιασμό του φυσικού συστήματος παραγωγής κατά τον υπολογισμό του MPS και του MRP. Προτείνεται στη δημιουργία σχεδίων παραγωγής στα μεσαία επίπεδα.

## OPT

Αποτελείται από 4 υποσυστήματα :

**Buildnet:** Το υποσύστημα αυτό χτίζει τη βάση δεδομένων για το σύστημα παραγωγής με τη μορφή ενός δικτύου. Το δίκτυο περιλαμβάνει το MPS τμήμα που περιέχει τις παραγγελίες των πελατών και τις προβλέψεις ζήτησης, δεδομένα για τους καταλόγους των υλικών, τα φασεολόγια και τέλος πληροφορίες για τους πόρους του συστήματος.

**Serve:** Αυτό το κομμάτι είναι παρόμοιο με ένα MRP σύστημα και δρομολογεί την παραγωγή χρησιμοποιώντας άπειρη φόρτωση. Μετά υπολογίζονται τα φορτία εργασίας για κάθε βιομηχανικό πόρο και εντοπίζονται οι μπλοκαρισμένοι πόροι. Το τμήμα serve καλείται και έξυπνο MRP επειδή έχει τη δυνατότητα να διαχωρίζει τις παραγγελίες και να επιταχύνει τις λειτουργίες.

**Split:** Εδώ οι πόροι διαιρούνται σε δύο ομάδες: Μπλοκαρισμένοι και αμπλοκάριστοι.

**Brain:** Το τελευταίο υποσύστημα περιέχει μια βάση έξυπνων αλγορίθμων που χρησιμοποιούνται για την δρομολόγηση των παραγγελιών στους μπλοκαρισμένους πόρους, λαμβάνοντας υπόψη πεπερασμένες χωρητικότητες. Επίσης υπολογίζει τα μεγέθη των παρτίδων παραγωγής και μεταφοράς ανάμεσα στις μηχανές.

Η δρομολόγησης παραγωγής λειτουργεί ως εξής: Πρώτα το buildnet χρησιμοποιείται για την δημιουργία του δικτύου δεδομένων. Κατόπιν τρέχει το serve για τον υπολογισμό των μπλοκαρισμένων πόρων. Το τμήμα split διαχωρίζει τα δεδομένα που αναφέρονται στους πόρους αυτούς και στο τέλος της πρώτης σχέσης εκτελείται το brain που παράγει την δρομολόγηση της δουλειάς στους μπλοκαρισμένους πόρους. Το serve μετά χρησιμοποιείται ξανά για να δρομολογήσει την δουλειά στους μη μπλοκαρισμένους πόρους έτσι ώστε όλοι οι μπλοκαρισμένοι πόροι να εξυπηρετηθούν δηλαδή να είναι συνεχώς απασχολημένοι δίχως να υπερβαίνουν το μέγιστο της χωρητικότητάς τους.

## JIT

Η φιλοσοφία JIT έχει σαν τελικό σκοπό τη μείωση της σπατάλης σε ολόκληρο τον κύκλο από το σχεδιασμό ενός προϊόντος μέχρι την αποστολή του στον πελάτη. Μείωση της σπατάλης σημαίνει ελάχιστες δυνατές ποσότητες υλικών, ανθρωποωρών, μηχανών ή εργαλείων που απαιτούνται στην παραγωγή. Επιπλέον η JIT βοηθάει στη δημιουργία των μικρότερων δυνατών χρόνων παραγωγής και την χρησιμοποίηση ακριβώς των σωστών ποσοτήτων ακριβώς στην ώρα που πρέπει σε κάθε στάδιο της διαδικασίας παραγωγής.

Με βάση τις αρχές της JIT φιλοσοφίας, το ιδανικό σύστημα πρέπει να έχει μηδέν απώλειες, μηδέν αποθέματα, μηδέν χρόνους αρχικοποίησης, μηδέν χρόνους παραγωγής και μέγεθος παρτίδας ένα.

Οι προσπάθειες προς αυτή την κατεύθυνση περιλαμβάνουν :

- Προληπτική διαχείριση – απαιτεί συντήρηση των μηχανών σε κανονική βάση

- Μείωση των χρόνων αρχικοποίησης – SMED. Αποτελείται από 4 βήματα :

1. Διαχωρισμός εσωτερικής και εξωτερικής αρχικοποίησης. Η εσωτερική αρχικοποίηση αναφέρεται σ' εκείνες τις ενέργειες που εκτελούνται όταν η μηχανή δεν έχει αρχίσει να λειτουργεί ενώ η εξωτερική όταν η μηχανή δουλεύει κανονικά.

2. Μεταφορά των εσωτερικών ενεργειών στις εξωτερικές. Στις περισσότερες επιχειρήσεις μόνο όταν η μηχανή είναι εκτός λειτουργίας ετοιμάζονται τα απαιτούμενα εργαλεία – ανταλλακτικά και τα κατάλληλα προϊόντα για να ξεκινήσει η μηχανή να δουλεύει, Υιοθετώντας διαδικασίες με τις οποίες όλες αυτές οι ενέργειες γίνονται ενόσω η μηχανή λειτουργεί , οι χρόνοι της εσωτερικής αρχικοποίησης μειώνονται από 30% έως 50%.

3. Ανάλυση όλων των στοιχείων που αποτελούν το χρόνο αρχικοποίησης. Μηχανικοί της παραγωγής μελετούν όλες τις παραμέτρους που συνεισφέρουν στο χρόνο αρχικοποίησης και προτείνουν πιο αποτελεσματικές μεθόδους διαχείρισης. Οι χειριστές αποτελούν την κύρια πηγή πληροφοριών ενώ πολλές φορές κατάλληλες βιντεοταινίες βοηθούν τις μελέτες αυτές.

4. Το βήμα αυτό περιλαμβάνει αλλαγές στην κατασκευή όπως επανασχεδιασμό των εργασιών και standardization. Τα εργαλεία που χρησιμοποιεί κάθε μηχανή φιξάρονται ώστε να είναι τα ίδια .

- Μικρές παρτίδες - μείωση χρόνου παραγωγής, μείωση αποθεμάτων, ευκολότερη δρομολόγηση αφού οι μηχανές δεν δουλεύουν πολύ, μείωση προβλημάτων κακής πύοτητας, απλούστευση διαδικασίας μεταφοράς

- Εξισορρόπηση της ροής εργασίας – για να διατηρηθεί το φορτίο παραγωγής ομοιόμορφο μια σύνθετη μορφή δρομολόγησης χρησιμοποιείται όπου τα σχέδια του MPS “παγώνουν” στην παραγωγή της ίδιας ακολουθίας διαφορετικών μοντέλων τελικών προϊόντων (τυπικά 1 μήνα) Πλεονέκτημα είναι η πιο εύκολη αντιμετώπιση των διακυμάνσεων στη ζήτηση και το επίπεδο αποθεμάτων στα τελικά προϊόντα διατηρείται μικρότερο

- **Kanban** - αποτελεί ένα αποτελεσματικό σύστημα ελέγχου της παραγωγής ενδιάμεσων προϊόντων. Στα γιαπωνέζικα kanban σημαίνει κάρτα κι αυτό το σύστημα καρτών χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση της παραγωγής των προϊόντων και της μεταφοράς από τη θέση που παράγονται στη θέση που χρησιμοποιούνται. Ένα από τα πλεονεκτήματα του είναι ότι αν τα MPS πλάνα αλλάξουν, ο αριθμός των καρτών που απαιτούνται για τα νέα πλάνα μπορεί να υπολογιστεί αυτόματα. Είναι μια διαδικασία κατάλληλη για τον έλεγχο της παραγωγής ενδιάμεσων προϊόντων που τροφοδοτούν σε μεγάλες ποσότητες μια γραμμή συναρμολόγησης. Πολλές επιχειρήσεις μπορεί να εφαρμόζουν παραγωγή τύπου JIT χωρίς να χρησιμοποιούν σύστημα kanban. Το kanban μπορεί να αντικατασταθεί με πιο εξελιγμένα υπολογιστικά συστήματα.

- Μείωση αριθμού των προμηθευτών - Με τη μείωση του αριθμού των προμηθευτών και τη σύναψη συμβολαίων και σχέσεων συνεργασίας μακράς διάρκειας, η διαδικασία της προμήθειας πρώτων υλών απλοποιείται σημαντικά αφού η εταιρεία μετατρέπεται σε βασικό πελάτη κάθε προμηθευτή και μια θυγατρική σχέση μπορεί να αναπτυχθεί μεταξύ αγοραστή και προμηθευτή με κοινό στόχο τη μείωση του κόστους παραγωγής και την προσφορά υψηλού επιπέδου ποιότητας. Μια πιθανή αδυναμία αυτής της κατάστασης είναι ότι οι τιμές των προϊόντων επηρεάζονται λιγότερο από τον ανταγωνισμό ανάμεσα στους προμηθευτές. Σε μια τέτοια περίπτωση η ποιότητα των διαπραγματεύσεων αποκτά ιδιαίτερη σημασία. Ένα άλλο εξίσου σοβαρό μειονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι υποψήφιοι νέοι προμηθευτές αποθαρρύνονται από την εκδήλωση ενδιαφέροντος επειδή ξέρουν ότι αποκλείονται από τα συμβόλαια μακράς διάρκειας με τους τωρινούς προμηθευτές. Για το λόγο αυτό η εταιρεία-αγοραστής πρέπει να διαθέτει ένα ειδικό πρόγραμμα για την αξιολόγηση των προσφορών και την δημιουργία νέων πελατειακών σχέσεων.

- Μικρότερες ποσότητες παραλαβής – οδηγούν σε μικρότερες παρτίδες πρώτων υλών

- **Αξιόπιστο σύστημα μεταφοράς - Πώς επηρεάζει μια παραγωγική διαδικασία** Για την ελαχιστοποίηση των αποθεμάτων σε πρώτες ύλες μια σημαντική προϋπόθεση είναι η ύπαρξη ενός συστήματος μεταφοράς που να παραδίδει τις πρώτες ύλες γρήγορα και αξιόπιστα. Τα προβλήματα μεταφοράς συνήθως επιλύονται με την επιλογή των πιο κοντινών γεωγραφικά προμηθευτών. Αρκετές αμερικανικές επιχειρήσεις υποχρεώνουν τους προμηθευτές να χτίζουν τις αποθήκες τους κοντά στα εργοστάσια. Στην Ιαπωνία οι περισσότερες επιχειρήσεις διαλέγουν τους προμηθευτές τους μέσα σε μια ακτίνα 100 χιλιομέτρων. Στην Ευρώπη που τα μεταφορικά έξοδα δεν είναι τόσο υψηλά, οι προμηθευτές μπορεί να έχουν οποιαδήποτε γεωγραφική κατανομή.

- Ποιότητα στην πηγή – στατιστικός έλεγχος στο εργοστάσιο του προμηθευτή

## **Total Quality Control (TQC)**

Η λογική πάνω στην οποία στηρίχθηκε ξεκίνησε από την διαπίστωση ότι οποιεσδήποτε ζημιές ή ελαττώματα στα προϊόντα θεωρούνται απαράδεκτα και η προσπάθεια πρέπει να επικεντρωθεί στη συνεχή βελτίωση για την επίτευξη ποιότητας 100%. Η αρχή αυτή παραβιάζει την προσέγγιση που ακολουθούν μέχρι σήμερα οι περισσότερες αμερικάνικες βιομηχανίες που λέει ότι πάντα υπάρχει κάποιο αποδεκτό επίπεδο ποιότητας (AQL) ένα ορισμένο ποσοστό κακής ποιότητας είναι αναμενόμενο και οποιεσδήποτε προσπάθειες για τη μείωση του ποσοστού αυτού είναι οικονομικά ασύμφορες. Το επιχείρημα της TQC είναι ότι η υψηλού επιπέδου ποιότητα είναι αναγκαία για μια ανταγωνιστική θέση στη διεθνή αγορά. Επιπλέον η εκτίμηση του κόστους για τη βελτίωση της ποιότητας μοιάζει αυθαίρετη: δεν λαμβάνονται υπόψη οι ποσότητες των αποθεμάτων που πρέπει να χρησιμοποιηθούν για να αναπληρώσουν τις ελλείψεις λόγω κακής ποιότητας και τα προβλήματα που προκύπτουν στις δρομολογήσεις της παραγωγής και στις δεσμεύσεις με τους πελάτες ότι τα αποθέματα αυτά δεν φτάνουν.

Οι βασικές τεχνικές για την εξασφάλιση ολικής ποιότητας απαιτούν διασφάλιση της ποιότητας στις πρώτες ύλες, διαφάνεια κατά την διαδικασία παραγωγής, σταθμούς διακοπής που διακόπτουν την παραγωγή με τη διόγκωση κάποιου προβλήματος ποιότητας και ποιοτικό έλεγχο του 100% των τελικών προϊόντων και αν είναι δυνατόν όλων των ενδιάμεσων. Τα Γιαπωνέζικα εργοστάσια κατάφεραν με τη χρήση TQC να μειώσουν το ποσοστό κακής ποιότητας. Αυτό οδήγησε σε αύξηση της παραγωγικότητας αφού εξαλειφθηκαν οι ζημιές, η επιπλέον δουλειά και οι διαταραχές στη δρομολόγηση της παραγωγής εξαιτίας προβλημάτων ποιότητας. Και η TQC όπως και η GT παραγωγή θεωρείται αναγκαία για τη σωστή εφαρμογή της JIT.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> – Η ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**Οργάνωση ΒΔ** – πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον 5 κύρια αρχεία. Το αρχείο ειδών, το αρχείο δόμησης υλικών (BOM) που χρησιμοποιείται από το MPS και το MRP για τον υπολογισμό παραγωγής των τελικών προϊόντων ανά ποσότητα και περίοδο προγραμματισμού, το αρχείο δρομολόγησης (το λειτουργικό επίπεδο απαιτεί την δημιουργία και υιοθέτηση από το τμήμα PAC ενός τέτοιου αρχείου), το αρχείο κέντρων εργασίας (για τον υπολογισμό χωρητικοτήτων που απαιτούνται) και το αρχείο εργαλείων

### **Αρχείο Ειδών**

Το αρχείο ειδών περιέχει μια εγγραφή για κάθε είδος που υπάρχει στο απόθεμα της επιχείρησης: προϊόντα, συναρμολογούμενα είδη, συστατικά, υλικά και προμήθειες. Η κάθε εγγραφή περιέχει τεσσάρων ειδών πληροφορίες: προσδιορισμός και περιγραφή, σχεδιαστικές πληροφορίες, πληροφορίες για το απόθεμα, και δεδομένα κόστους. Οι κωδικοί που χρησιμοποιούνται συχνά είναι κωδικός είδους, τεχνολογικής ομάδας, χρήστη, γενικού σχεδίου, κατώτερου επιπέδου.

### **Αρχείο BOM**

Το αρχείο δόμησης υλικών καθορίζει ποια υλικά, σύνθετα είδη και ποια συναρμολογούμενα είδη απαιτούνται για την κατασκευή ενός προϊόντος. Ο τρόπος με τον οποίο είναι οργανωμένο το αρχείο αυτό, είναι αρκετά διαφορετικός από την οργάνωση των αναφορών που παράγονται χρησιμοποιώντας αυτές τις πληροφορίες. Όταν ένα συνθετικό χρησιμοποιείται στην κατασκευή ενός γονέα, αυτά τα δύο συνδέονται με μια σχέση γονέα-συνθετικού. Ο γονέας και το συνθετικό μπορεί να είναι ένα προϊόν και ένα συναρμολογούμενο, ένα συναρμολογούμενο και ένα υλικό. Κάθε εγγραφή που υπάρχει στο αρχείο δόμησης υλικών περιέχει μια σχέση πατέρα-συστατικού. Τα δεδομένα που φυλάγονται είναι τα ακόλουθα.

*Κωδικός είδους συστατικού, Κωδικός είδους γονέα, Ποσότητα στον γονέα, Μονάδα μέτρησης, Θέση Χρήσης, Κωδικός Λειτουργίας (operation) πατέρα, Επιτρεπόμενη απώλεια, Τρέχων κωδικός σχεδιαστικής αλλαγής*

Η θέση χρήσης είναι η τοποθεσία στην οποία το συνθετικό παραδίδεται όταν απαιτείται για την παραγωγή μιας παραγγελίας για τον γονέα. Αυτή μπορεί να είναι ένας σταθμός ή μια γραμμή παραγωγής. Ο κωδικός λειτουργίας του πατέρα είναι η λειτουργία για την οποία απαιτείται η παρουσία του συνθετικού με σκοπό τη δημιουργία του γονέα. Ο κωδικός μπορεί να χρησιμοποιείται μαζί με το χρονοδιάγραμμα κατασκευής του γονέα για να καθοριστεί το πότε πραγματικά απαιτείται το συνθετικό. Η επιτρεπόμενη απώλεια είναι η ποσότητα του συνθετικού που αναμένεται να χαθεί κατά την κατασκευή του γονέα.

Απο τα δεδομένα στο αρχείο BOM είναι δυνατό να ανακτηθούν και να παραχθούν αναφορές με διάφορες μορφές. Οι τρεις πρώτες καλούνται απλώματα - εκρήξεις (explosions), και μας λένε τα συνθετικά

που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ενός συναρμολογούμενου ή ενός προϊόντος. Οι τρεις τελευταίες λέγονται αναδιπλώσεις – εκρήξεις (implosions), και δείχνουν που χρησιμοποιείται ένα συνθετικό.

**Παράδειγμα:** Η κατασκευαστική δομή ενός ποδηλάτου έχει ως εξής : *ανδρικό ποδήλατο* -> σκελετός, πίσω τροχός, πετάλια, κάθισμα, εμπρός τροχός. *σκελετός* -> σωλήνας καθίσματος, εμπρός σωλήνας, κάτω σωλήνας. *πίσω τροχός* -> προφυλακτήρας, λάστιχο, ακτίνα, φρένο. *ακτίνα* -> σύρμα. *εμπρός τροχός* -> προφυλακτήρας, λάστιχο, ακτίνα. *ακτίνα* -> σύρμα. Η δομή αυτή είναι αρκετά απλουστευμένη καθώς 1 ποδήλατο μπορεί να αποτελείται και από 250 συνθετικά.

**Αναφορά μονού επιπέδου:** Η αναφορά μονού επιπέδου για ένα προϊόν ή για συναρμολογημένο είδος , δίνει τη λίστα συνθετικών που χρησιμοποιούνται άμεσα για την κατασκευή του, δηλ. προκύπτουν με την κατάβαση 1 επιπέδου. Χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των απαιτήσεων για παραγγελίες παραγωγής και για την ανά επίπεδο επεξεργασία του MRP. (παράδειγμα : [κωδικός, περιγραφή, ποσότητα, μονάδα] = {[27814, σκελετός, 1, κομμάτι], [39685, πίσω τροχός, 1, κομμάτι], [56542, πετάλια, 1, κομμάτι], [71826, εμπρός τροχός, 1, κομμάτι], [94719, κάθισμα, 1, κομμάτι]} ).

**Αναλυτική αναφορά:** Περιλαμβάνει όλα τα συνθετικά ενός προϊόντος ή συναρμολογούμενου είδους και δείχνει τα επίπεδα στα οποία βρίσκεται στη δομή του προϊόντος. Ουσιαστικά είναι ένας συνδυασμός μιας σειράς αναφορών απλών επιπέδων Ένα είδος μπορεί να αναφέρεται πάνω από 1 φορά.. Η αναλυτική αναφορά δείχνει την ακολουθία με την οποία συνδυάζονται και πως χρησιμοποιούνται στο σχεδιασμό συναρμολόγησης. Ακόμη χρησιμοποιείται στην προετοιμασία καταλόγων των ειδών συντήρησης. (παράδειγμα : [επίπεδο, κωδικός, περιγραφή, ποσότητα, μονάδα] = {[1, 27814, σκελετός, 1, κομμάτι], [2, 43813, σωλήνας καθίσματος, 1, κομμάτι], [2, 46227, εμπρός σωλήνας, 1, κομμάτι], [2, 98254, κάτω σωλήνας, 1, κομμάτι], [1, 39685, πίσω τροχός, 1, κομμάτι], [2, 32687, προφυλακτήρας, 1, κομμάτι], [2, 41846, λάστιχο, 1, κομμάτι], [2, 58432, ακτίνα, 36, κομμάτι], [3, 65412, σύρμα, 12, εκατοστά], [2, 72283, φρένα, 1, κομμάτι], [1, 56542, πετάλια, 1, κομμάτι], [1, 71826, εμπρός τροχός, 1, κομμάτι], [2, 32687, προφυλακτήρας, κομμάτι], [2, 41816, λάστιχο, 1, κομμάτι], [2, 58432, ακτίνα, 36, κομμάτι], [3, 65412, σύρμα, 12, εκατοστά], [1, 94719, κάθισμα, 1, κομμάτι]} ).

**Αθροιστική αναφορά:** Απλή λίστα με όλα τα συνθετικά είδη σε ένα προϊόν. Κάθε συνθετικό εμφανίζεται μόνο 1 φορά με τη συνολική ποσότητα που απαιτείται για να κατασκευαστεί ένα κομμάτι τελικού προϊόντος .Χρησιμοποιείται στο σχεδιασμό των χονδρικών απαιτήσεων και στην κοστολόγηση της παραγωγής.

(παράδειγμα : [επίπεδο, κωδικός, περιγραφή, ποσότητα, μονάδα] = {[1, 27814, σκελετός, 1, κομμάτι], [1, 39685, πίσω τροχός, 1, κομμάτι], [1, 56542, πετάλια, 1, κομμάτι], [1, 71826, εμπρός τροχός, 1, κομμάτι], [1, 94719, κάθισμα, 1, κομμάτι], [2, 32687, προφυλακτήρας, 2, κομμάτι], [2, 41816, λάστιχο, 2, κομμάτι], [2, 43813, σωλήνας καθίσματος, 1, κομμάτι], [2, 46227, εμπρός σωλήνας, 1, κομμάτι], [2, 58432, ακτίνα, 72, κομμάτι], [2, 72283, φρένα, 1, κομμάτι], [2, 98254, κάτω σωλήνας, 1, κομμάτι], [3, 65412, σύρμα, 864, εκατοστά]} ).

**Απλή χρησιμοποίηση:** Εμφανίζει όλα τα συναρμολογούμενα στα οποία ένα συνθετικό χρησιμοποιείται άμεσα, μαζί με την ποσότητα για κάθε συναρμολογούμενο. Η αναφορά αυτή χρησιμοποιείται στη ανάλυση των σχεδιαστικών αλλαγών , όταν ένας μηχανικός θέλει να καθορίσει το ποια συναρμολογούμενα επηρεάζονται από 1 αλλαγή σε 1 συνθετικό. Ακόμη χρησιμοποιείται για την αναθεώρηση του σχεδίου παραγωγής όταν υπάρξει έλλειμμα ενός συνθετικού εξαιτίας μιας αποτυχημένης παράδοσης από 1 προμηθευτή ή από άλλη αιτία. (παράδειγμα : [κωδικός, περιγραφή, ποσότητα, μονάδα]= [1,39685,πίσω τροχός,36,κομμάτι],[1,71826,εμπρός τροχός,36, κομμάτι]} ).

**Αναλυτική χρησιμοποίηση:** Δείχνει τα συναρμ/να στα οποία το συνθετικό χρησιμοποιείται άμεσα και όλα τα παραπάνω είδη μέχρι τα τελικά προϊόντα. Τα τελικά προϊόντα είναι δυνατό να εμφανίζονται αρκετές φορές εάν το συνθετικό εμφανίζεται σε πολλά συναρμολογούμενα. Η αναφορά αυτή χρησιμοποιείται ακόμη για την ανάλυση πιθανών σχεδιαστικών αλλαγών με στόχο τον προσδιορισμό όλων των συναρμολογούμενων και των προϊόντων που θα επηρεάζονταν.

(παράδειγμα : [επίπεδο, κωδικός, περιγραφή, ποσότητα, μονάδα] = {[.1, 39685, πίσω τροχός, 36, κομμάτι], [0, 12376, ανδρικό ποδήλατο, 1, κομμάτι], [.1, 71826, εμπρός τροχός, 36, κομμάτι], [0, 12376, ανδρικό ποδήλατο, 1, κομμάτι]} ).

**Αθροιστική χρησιμοποίηση:** Λίστα όλων των ειδών στα οποία το συνθετικό χρησιμοποιείται άμεσα ή έμμεσα. Χρησιμοποιείται για τον καθορισμό των επιπτώσεων που προκαλούν οι αλλαγές κόστους του συνθετικού. Μια άλλη χρήση του είναι στη μελέτη ανάλυσης τιμών , με στόχο τη μείωση του κόστους ή

στην βελτίωση της απόδοσης της παραγωγής. (παράδειγμα : [κωδικός, περιγραφή, ποσότητα, μονάδα] = {[12376, ανδρικό ποδήλατο, 72, κομμάτι], [39685, πίσω τροχός, 36, κομμάτι], [71826, εμπρός τροχός, 36, κομμάτι] } ).

### **Διαχείριση αλλαγών στα δεδομένα**

Οι απαιτήσεις για σχεδιαστικές αλλαγές μπορεί να προέλθουν από οπουδήποτε μέσα από την επιχείριση ή από τους πελάτες και μπορεί να έχουν αρκετά *κίνητρα*: 1.Βελτίωση της απόδοσης 2.Βελτίωση της ασφάλειας 3.Μείωση του κόστους 4.Προσαρμογή σε κυβερνητικές ρυθμίσεις

Όσο πιο σύντομα γίνει μια αλλαγή τόσο μεγαλώνει το κόστος ενώ *οι δυνατές κατηγορίες αλλαγών* είναι :

1. Άμεσα υποχρεωτικές (Κανένα προϊόν δε θα παραχθεί χωρίς αλλαγή. Η τρέχουσα παραγωγή σταματά. Το προϊόν έχει ένα σοβαρό μειονέκτημα που το κάνει μη υλοποιήσιμο ή επικίνδυνο) 2.Όσο το δυνατόν πιο γρήγορα (Η τρέχουσα παραγωγή δε θα σταματήσει αλλά η αλλαγή θα πραγματοποιηθεί αμέσως μόλις καινούρια είδη θα είναι έτοιμα και τα παλιά εκείνη τη στιγμή θα απορριφθούν.Βελτίωση της παραγωγής και ανταγωνιστικής θέσης) 3.Υλοποίηση με το ελάχιστο κόστος (Σημαίνει ότι η αλλαγή δεν θα συμβεί πριν τη χρησιμοποίηση όλων των ειδών που υπάρχουν. Γίνεται για βελτίωση απόδοσης ή μείωση κόστους παραγωγής ενός είδους) 4.Υλοποίηση σε δεδομένη ημερομηνία. (Οι αλλαγές μπορεί να συμπίπτουν με αλλαγή ενός μοντέλου ή αρχή ενός νέου συμβολαίου) 5.Προσωρινές (Αυτές μπορεί να είναι αλλαγές που απαιτούνται επειδή ένας πελάτης θέλει ένα μη τυποποιημένο προϊόν σε μια παραγγελία. Μπορεί να γίνει αντικατάσταση κάποιων υλικών στο BOM)

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> – ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ**

### **Δέντρο Προβλέψεων**

Οι μέθοδοι προβλέψεων ταξινομούνται σε 2 βασικές κατηγορίες : *ποιοτικές και ποσοτικές*. Και οι 2 παράγουν μια ποσοτική εκτίμηση της μελλοντικής ζήτησης. Η διαφορά τους έγκειται στη διαδικασία με την οποία γίνονται αυτές οι εκτιμήσεις. Οι ποιοτικές μέθοδοι βασίζονται στην ανθρώπινη κρίση και πείρα. Οι ποσοτικές είναι τυπικές διαδικασίες που χρησιμοποιούν μαθηματικά μοντέλα και ιστορικά δεδομένα για να προβλέψουν τις μελλοντικές ανάγκες. Οι ποσοτικές διακρίνονται σε *ενδογενείς*, που βασίζονται αποκλειστικά στην ιστορία ζήτησης των αντικειμένων που πρόκειται να προβλεφθούν και *εξωγενείς*, που χρησιμοποιούν εξωτερικούς παράγοντες που σχετίζονται με τη ζήτηση κάθε αντικειμένου, πιθανόν με μια αιτιοκρατική σχέση. *Οι σπουδαιότερες ποιοτικές μέθοδοι είναι οι Διοικητικές αποφάσεις, η Τεχνική Delphi, η Έρευνα Αγοράς, οι Ιστορικές Αναλογίες, οι Καμπύλες Κύκλου Ζωής.*

### **Διαφορές – σύγκριση ενδογενών και εξωγενών ποσοτικών μεθόδων πρόβλεψης**

Στις ενδογενείς θεωρείται ότι υπάρχει κάποιο πρότυπο στα προηγούμενα δεδομένα ζήτησης που θα συνεχίσει να ισχύει και στο μέλλον. Αυτό μπορεί να αλλάζει με τυχαίες διακυμάνσεις. Η πρόβλεψη περιέχει μια ανάλυση των προηγούμενων δεδομένων για να προσδιορίσει το πρότυπο και μετά προβάλλει το πρότυπο στο μέλλον. Οι Εν.Μ. δεν προβάλλουν σημεία καμπής. Στο βραχυπρόθεσμο ορίζοντα δουλεύουν καλά αλλά στο μακροπρόθεσμο η ζήτηση αλλάζει και έτσι οι εσωτερικές προβλέψεις γίνονται αναξιόπιστες.

Οι ενδογενείς χρησιμοποιούν μόνο την προιστορία της ζήτησης των προϊόντων υπό μελέτη ενώ οι εξωγενείς χρησιμοποιούν εξωγενείς παραμέτρους (ΑΕΠ) ή ενδογενείς παραμέτρους όπως τιμές, διαφημιστικός προϋπολογισμός, μέγεθος πωλήσεων. Τα βήματα που ακολουθούνται στις εξωγενείς είναι: Αναγνώριση εξωγενών παραγόντων, διατύπωση ενός μοντέλου (συνάρτηση εξωγενών παραγόντων) στατιστική επεξεργασία για εκτίμηση των τιμών των συντελεστών του μοντέλου, χρήση του μοντέλου, συντήρησή του. Μακροπρόθεσμα τα αιτιατά μοντέλα είναι πιο αξιόπιστα και άρα οι εξωγενείς μέθοδοι είναι πιο ακριβείς για μακροπρόθεσμες προβλέψεις και μπορούν να προβλέψουν σημεία καμπής, που δεν μπορούν οι ενδογενείς. Οι προβλέψεις που γίνονται από εξωγενείς μεθόδους μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να τροποποιήσουν τις ενδογενείς προβλέψεις προϊόντων.

### **Οικονομετρικά μοντέλα**

Είναι ένα σύνολο εξισώσεων που αναπαριστά τη σχέση μεταξύ των οικονομικών μεταβλητών της εθνικής οικονομίας. Χρησιμοποιείται ευρέως από επιχειρήσεις στην πρόβλεψη του κύκλου εργασιών **3 Αρχές**



**διέπουν την κατασκευή των μοντέλων :** -Το μοντέλο αντανακλά την πεποίθηση πως η οικονομία λειτουργεί με βάση κάποια γνωστή οικονομική θεωρία (μαρξισμός) - Πολλές από τις σχέσεις καθιερώνονται χρησιμοποιώντας στατιστική ανάλυση ιστορικών δεδομένων - Η κρίση των δημιουργών του μοντέλου γενικά παίζει κάποιο ρόλο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> – ΤΟ ΓΕΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

### Χρονικός Ορίζοντας Προγραμματισμού – Τι είναι, σε ποιές ζώνες χωρίζεται, πώς τοποθετούνται οι τύποι παραγγελιών, ποιος έχει αρμοδιότητα

Σε κάθε τελικό προϊόν αντιστοιχεί μια δενδρική δομή BOM, που περιλαμβάνει όλα τα υποπροϊόντα από τα οποία κατασκευάζεται. Η μεγαλύτερη διαδρομή στη δενδρική αυτή δομή του προϊόντος ονομάζεται *κρίσιμο μονοπάτι* και ο συνολικός χρόνος για την παραγωγή ή την αγορά όλων των προϊόντων (ενδιάμεσων) που βρίσκονται πάνω σ' αυτή τη διαδρομή ονομάζεται *αθροιστικός χρόνος οδήγησης του συγκεκριμένου προϊόντος*.

Ο αθροιστικός χρόνος οδήγησης προϊόντος προσδιορίζει την ελάχιστη τιμή του χρονικού ορίζοντα προγραμματισμού γι' αυτό το προϊόν. Στην πραγματικότητα ο ορίζοντας προγραμματισμού επεκτείνεται για ένα διάστημα πέρα από τον αθροιστικό χρόνο οδήγησης του προϊόντος

Οποιαδήποτε σχεδόν αλλαγή μπορεί να γίνει στο μακρινό μέλλον, ενώ οι κοντινές αλλαγές περιορίζονται από τους χρόνους διεκπεραίωσης, τη διαθεσιμότητα των υλικών και την παραγωγική ικανότητα. Για να εξασφαλιστεί η σταθερότητα του MPS και να είναι βέβαιο ότι αν γίνουν αλλαγές, θα λαμβάνουν υπόψη τους περιορισμούς που αναφέρθηκαν προηγουμένως, ο χρονικός ορίζοντας προγραμματισμού του MPS, διαιρείται σε τρεις περιοχές-ζώνες. Οι ζώνες αυτές χωρίζονται με χρονικούς φραγμούς (time fences).

Χρησιμοποιούμε δύο χρονικούς φραγμούς: *το χρονικό φραγμό ζήτησης (demand time fence, dtf)* και *το χρονικό φραγμό προγραμματισμού (planning time fence, ptf)*. Ο χρονικός φραγμός ζήτησης τίθεται ίσος με τον χρόνο τελικής συναρμολόγησης (final assembly lead time) και ο χρονικός φραγμός προγραμματισμού ίσος με τον συνολικό χρόνο διεκπεραίωσης. Η ζώνη 1 εκτείνεται από το παρόν μέχρι το dtf, η ζώνη 2 από το dtf έως το ptf και η ζώνη 3 από το ptf έως το τέλος του ορίζοντα προγραμματισμού.

Στη ζώνη 1 θεωρείται ότι δεν γίνονται δεκτές νέες παραγγελίες πελατών, οπότε η ζήτηση οφείλεται σε παλαιότερες δεσμεύσεις παραγγελιών. Επίσης, οι προβλέψεις πωλήσεων αγνοούνται. Το σχέδιο παραγωγής στη ζώνη 1 θεωρείται «παγωμένο». Οι αλλαγές σ' αυτό το επίπεδο πρέπει να εγκριθούν από τα ανώτερα επίπεδα της διοίκησης.

Στη ζώνη 2 μπορούν να γίνουν αλλαγές στη μίξη των προϊόντων, με την προϋπόθεση ότι υπάρχει διαθεσιμότητα των υλικών. Αλλαγές όμως που αφορούν το ρυθμό παραγωγής μπορούν να γίνουν μόνο μετά από λεπτομερή ανάλυση.

Στη ζώνη 3 είναι εφικτές οι αλλαγές τόσο στη μίξη των προϊόντων όσο και στο ρυθμό παραγωγής. Ο ρόλος των προγραμματισμένων παραγγελιών σ' αυτή την περίοδο είναι να αποτελέσουν είσοδο για τον υπολογισμό του Γενικού Σχεδίου Χωρητικότητας (RCCP) και να δώσουν τη βάση για τη λήψη αποφάσεων που αφορούν το μέγεθος των παραγγελιών.

Παρόν	DTF	PTF	Ορίζοντας Προγρ.
	Ζώνη 1	Ζώνη 2	Ζώνη 3
Υπολογισμός Διαθέσιμου Αποθέματος	Ζήτηση από πελάτες	Συνδυασμός προβλέψεων και ζήτησης πελατών	
Τύπος Παραγγελίας	Αποδεσμευμένες παραγγελίες	Σταθερά προγραμματισμένες παραγγελίες	Προγραμματισμένες παραγγελίες
Επαναδρομολόγηση Παραγγελίας (αλλαγές)	Υπεύθυνος γενικού σχεδίου Με έγκριση Της διοίκησης	Υπεύθυνος γενικού σχεδίου	Σύστημα
	Χρόνος Συναρμολόγησης Συνολικός χρόνος παραγωγής		

### **Τύποι παραγγελιών. Περιγράψτε τα είδη και τις διαφορές.**

Οι παραγγελίες είναι οι εξής:

**Προγραμματισμένες παραγγελίες (Planned orders):** Είναι παραγγελίες που προτείνονται για μελλοντική παραγωγή και υπολογίζονται αυτόματα από το σύστημα (H/Y). Το σύστημα εκδίδει αυτές τις παραγγελίες προσπαθώντας να ισορροπήσει την παραγωγή με την ζήτηση. Αλλαγές στην ποσότητα ή το χρόνο των παραγγελιών ζήτησης, προκαλούν αυτόματα αλλαγές και στις προγραμματισμένες παραγγελίες. Μια τέτοια παραγγελία δεν είναι μια απόφαση για παραγωγή αλλά πρόταση από το σύστημα, που μπορεί να γίνει δεκτή από τον υπεύθυνο ή να απορριφθεί.

**Σταθερά προγραμματισμένες παραγγελίες (Firm Planed orders, FPO):** Είναι προγραμματισμένες παραγγελίες που έχουν εγκριθεί για παραγωγή, αλλά δεν βρίσκονται ακόμα στη φάση της εκτέλεσης. Αυτές είτε είναι προγραμματισμένες παραγγελίες που προτάθηκαν, σε κάποια φάση, από το σύστημα και στη συνέχεια εγκρίθηκαν για να δοθούν στην παραγωγή, είτε απλά εκδόθηκαν από τον υπεύθυνο, με βάση κάποιους άλλους παράγοντες που δεν λαμβάνονται υπόψη από το σύστημα (H/Y).

Αποτελούν απόφαση για παραγωγή και δίνονται σαν είσοδος στο MRP για να υπολογίσει τις αντίστοιχες παραγγελίες, για τα ενδιάμεσα προϊόντα και τις πρώτες ύλες. Στο MPS οποιαδήποτε προγραμματισμένη παραγγελία πρέπει να περάσει από την έγκριση του υπεύθυνου πριν δοθεί στην παραγωγή.

**Αποδεσμευμένες παραγγελίες (Released orders):** Είναι οι παραγγελίες παραγωγής που περνάνε πλέον στη φάση της εκτέλεσης καθώς και οι παραγγελίες αγοράς που γίνονται στους προμηθευτές.

Αλλαγές στην ποσότητα ή στην ημερομηνία γίνονται εύκολα στις προγραμματισμένες παραγγελίες, δυσκολότερα στις σταθερά προγραμματισμένες και πολύ πιο δύσκολα στις αποδεσμευμένες. Αυτό συμβαίνει γιατί οι σταθερά προγραμματισμένες επηρεάζουν το MRP ενώ οι αποδεσμευμένες τη διαδικασία εκτέλεσης της παραγωγής.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> – ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ**

### **Οι λειτουργίες του αποθέματος και είδη αποθεμάτων**

Ο ρόλος του αποθέματος είναι να αποτελεί μια πηγή που να εξυπηρετεί τα διαδοχικά στάδια της παραγωγής και διανομής έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η απαιτούμενη επάρκεια. Ένας δευτερεύον ρόλος είναι να παρέχει ένα φράγμα ενάντια στις αυξομειώσεις των τιμών και στις διακυμάνσεις των απαιτήσεων.

Τα αποθέματα αναλογα με τις λειτουργίες που εξυπηρετούν ταξινομούνται σε:

**Μεγεθους Παρτιδας:** διασφαλίζουν οικονομία στην αναπληρωση αποθεματος. Λογω του υψηλου κοστους αρχικ/σης, κοστους προετοιμασιας παραγγελιων παραγωγης αγορας & του κοστους μεταφορας ειναι καλυτερο η αναπληρωση των αποθεματων να γινεται σε μεγαλες ποσοτητες ή σε νωριτερο χρόνο

**Ασφαλειας:** Υπαρχουν για να προστατευουν απ'την αδυναμια καλυψης των απαιτησεων των πελατων ή ικανοποιησης των αναγκων παραγωγης στην ώρα τους καταω απο συνθηκες αβεβαιοτητας στον ελεγκο αποθεματων, οι απαιτησεις των πελατων πρεπει να προβλεπονται μαζί με τα δυνατα προς προβλεψη ορια, οι χρονοι διεκπεραιωσης μπορει να ειναι μεγαλυτεροι απ'οτι αναμενουμε, η αποριφθεα απο τον ελεγκο αποθεματων ποσοτητα μπορει να υπολογιστει προσεγγιστικα & τελος το μεγαθος του αποθεματος που θα ανανεωθει υποκειται σε λαθη μετρησεων.

**Προσμονης:** αποθεματα μπορει να υπαρξουν με βαση την προσμονη μιας μειωσης στις προμηθειες, αυξησης στις απαιτησεις ή αυξησης στις τιμες Μια επιχειρηση για να διασφαλισει συνεχεια στην υποστηριξη πελατων της μπορει να δημιουργει αποθεματα για να προλαβει ενα λεισιμο λογω διακοπων ή μια αναμενομενη απεργια.

**Γραμμης Παραγωγης:** Αν θεωρησουμε το συστημα αποθεματων σαν μια σειρα σημειων αποθ/σης που θα εξυπηρετουν τα διαφορα σταδια σε μια γραμμη παραγωγης, τοτε ο ελεγκος αποθεματων επιτελει τον ελεγκο ροης αναμεσα στα σταδια και αρα και των συσσωρευομενων αποθεματων στα σημεια αποθ/σης. Αν η ροη περιλαμβανει μια φυσικη αλλαγη στα προιοντα τοτε το αποθεμα καλειται εν επεξ/σια αποθεμα. Αν τα προιοντα δεν μεταβαλονται φυσικα αλλα απλα προωθουνται απ'το ενα σημει αποθ/σης στο αλλο τοτε καλειται αποθεμα σε μεταφορα. Το αθροισμα αυτων των 2 αποτελει το αποθεμα γραμμης παραγωγης.

**Υπερβολικό:** είναι το αποθεμα στην περίπτωση που η συνεχής συσσωρευση αποθ/των δεν μπορεί άλλο να βρει αντικρισμα για λογους οπως απουσια φυσικου προορισμου & τα αποθεματα είναι υπερβολικα.Πιθανεις λυσεις αποροφησης του σε τετοια περ/ση περιλαμβανουν πωληση ως φύρα, επανεπεξ/σια με βαση τις προδιαγραφες ενος αλλου ενεργου προιοντος ή ανακύκλωση.

**Αντικείμενο Ελέγχου Αποθεμάτων:** Ο έλεγχος αποθεμάτων μελετά τα κόστη παραγωγής που έχουν σχέση με το απόθεμα. Τα τρία θεμελιώδη κόστη στη λειτουργία αποθέματος είναι το κόστος πραγματοποίησης μιας παραγγελίας, το κόστος κράτησης και το κόστος αποθήκευσης.

**Κόστη κράτησης** είναι τα κόστη που αυξάνουμε με την αύξηση του αποθέματος. Αυτό μετράται ανα μονάδα σε χρηματικό κόστος ανα χρόνο  $h=f*b$ . όπου  $f$  το κλάσμα κόστους κράτησης και  $b$  το κόστος μονάδας. Τα προϊόντα του αποθέματος μπορούν να διαιρεθούν σε διαφορες ομάδες με διαφορετική τιμή του  $f$  για κάθε μια. Γενικά το  $f$  για τις πρώτες υλές είναι μικρότερο απ'αυτο των τελικών προϊόντων. Το  $f$  εξαρτάται από τους παρακάτω παραγοντες: Ευκολίες αποθήκευσης, ευκολίες χειρισμου-μετακινησης, ασφαλιστικά έξοδα(απο φωτια, υγρασια κλοπη,κ.α.), καταστροφη ή χειροτερευση λόγω της φυσικής των προϊόντων (διαβρωση τροφίμων, υπερβαση ημερ/νιας λήξης,κλπ), απωλειες ή συρρικνωση του αποθέματος (μικροκλοπες, λαθη στις μετρησεις,οχι σωστη ενημερωση των αρχειων).

**Κόστη παραγγελίας:** είναι τα κόστη που αυξανουν με τον αριθμο των παραγγελιων. Αν προκειται για παραγγελιες παραγωγης, τα κόστη προερχονται απο:προετοιμασια παραγωγης /παραγγελιας, συλλογη απο αποθεματα, προετοιμασια, επιθεωρηση, κλεισιμο παραγγελιας, ενημερωση αρχειων.Για να το εκτιμησουμε πρεπει να ξεχωρισουμε τις ενεργειες που απαιτουνται για την πραγμ/ση της παραγγελιας,να εκτιμησουμε τις ανθρωποωρες&μηχανοωρες που χρειαζονται αν η παραγγελια και να τις πολ/με με τις ψρες εργασιας και να προστεθουν τελος ολα τα επιπροσθετα κόστη.

**Κόστη αποθήκευσης:** μια παραγγελια για εναπροιον που παραγεται για αποθ/ση & δεν είναι στην αποθηκη σημαινει είτε μια χαμενη πωληση είτε μια επιστροφη.Τοτε το κόστος είναι πολυ μεγαλυτερο απ'το κόστος της μη πωλησης του προϊόντος.Το κόστος αυτο είναι δυσκόλο να εκτιμηθει.Ομοια,είναι δυνατο να εκτιμησουμε απο πριν την επενδυση σε αποθεμα που θα χρειαζοταν για να επιτευχθει η αμεση εξυπ/ση διαφορων επιπεδων εξυπ/σης πελατων ωστε να υπαρχει μια ισορροπια αναμεσα στην εξυπ/ση των πελατων και στις επενδυσεις σε αποθεματα.

### **Συστήματα Αποθεμάτων Εξαρτημένης και μη Εξαρτημένης ζήτησης και τεχνικές προγραμματισμού**

**Μη εξαρτημένη ζήτηση** (non dependent demand) για ένα προϊόν καλούμε την απαίτηση που είναι μη συσχετισμένη με τις απαιτήσεις για τα άλλα προϊόντα. Η μη εξαρτημένη ζήτηση είναι ομοιόμορφη και είναι αποτέλεσμα της βαθμιαίας ελάττωσης του αποθέματος. Η ζήτηση σε αυτές τις περιπτώσεις είναι εύκολα προβλέψιμη.

**Εξαρτημένη ζήτηση** (dependent demand) για ένα προϊόν είναι η ζήτηση η οποία σχετίζεται με ή οφείλεται στην ζήτηση για άλλα προϊόντα. Για παράδειγμα η ζήτηση για ένα προϊόν καθορίζεται από την ζήτηση κάποιου προϊόντος γονέα του με βάση τη δομή BOM. Η εξαρτημένη ζήτηση για προϊόντα είναι συχνά διακριτή. Αυτό είναι αποτέλεσμα των μεγεθών των παρτίδων παραγγελίας των προϊόντων υψηλότερων επιπέδων του BOM. Επίσης αυτές οι απαιτήσεις καθορίζονται από τις δρομολογήσεις στην παραγωγή για άλλα προϊόντα και άρα υπολογίζονται καλύτερα παρά προβλέπονται.

Σε περιβάλλον μη εξαρτημένης ζήτησης εφαρμόζουμε την αναλυτική προσέγγιση της ποσότητας οικονομικής παραγγελίας (EOQ) ως μια κλασική μέθοδο ελέγχου των αποθεμάτων. Σε περιβάλλον εξαρτημένης ζήτησης χρησιμοποιούνται μοντέλα στα πλαίσια του MRP (πολιτική παρτίδα για παρτίδα, σταθερού μεγέθους παρτίδας, σταθερής περιόδου παραγγελίας, περιοδικής ποσότητας παραγγελίας, οικονομικής ποσότητας παραγγελίας).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup> – ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΣΕ ΥΛΙΚΑ

### **Periodic order quantity πολιτική παραγγελιών.**

Είναι μια παραλλαγή της πολιτικής σταθερής περιόδου παραγγελίας όπου η χρονική περίοδος δεν είναι συγκεκριμένη αλλά μεταβιβάζεται και καθορίζεται κάθε φορά με βάση οικονομικά κριτήρια ελαχιστοποίησης του κόστους παραγγελίας και του κόστους αποθήκευσης.

Συγκεκριμένα το χρονικό διάστημα στην αρχή του οποίου γίνεται η παραγγελία, υπολογίζεται χρησιμοποιώντας ένα μέσο λόγο απαιτήσεων. Το χρονικό διάστημα είναι ο κοντινότερος ακέραιος διάφορος του μηδενός, τέτοιος ώστε τα Lot μεγέθη που θα ληφθούν από την χρήση του θα καλύψουν ακριβώς τις απαιτήσεις για μια συγκεκριμένη περίοδο.

Το μήκος του διαστήματος αυτού συμβολίζεται με EOI και δίνεται από τον τύπο:

$$EOI = \sqrt{\frac{2 C}{\bar{R} P}}$$

που είναι και η τιμή του t που ελαχιστοποιεί το κόστος που δίνεται από την συνάρτηση κόστους ως προς το χρόνο:

$$K(t) = \frac{C}{t} + \frac{\bar{R} P t}{2}$$

Όπου

C είναι το κόστος παραγγελίας σε κάθε παραγγελία, P είναι το κόστος αποθήκευσης για κάθε χρονική περίοδο και  $\bar{R}$  είναι ο μέσος λόγος ζήτησης για την συγκεκριμένη περίοδο.

### **Economic order quantity πολιτική παραγγελιών.**

Η πολιτική αυτή έχει παράλληλη λογική με την προηγούμενη, μόνο που τώρα δεν σταθεροποιούμε τα χρονικά διάκενα ανάμεσα στις παραγγελίες αλλά σταθεροποιούμε τις ποσότητες που θα παραγγέλνουμε με βάση τον μέσο λόγο R των απαιτήσεων για μια περίοδο, το κόστος παραγγελίας C και το κόστος αποθήκευσης P.

Το μέγεθος της παραγγελίας δίνεται από τον τύπο:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 C \bar{R}}{P}}$$

που ελαχιστοποιεί την συνάρτηση κόστους ως προς την ποσότητα παραγγελίας:

$$K(t) = \frac{C \bar{R}}{q} + \frac{P q}{2}$$

Αφού υπολογίσουμε την ποσότητα EOQ, παραγγέλνουμε κατά παρτίδες αυτής της ποσότητας για κάθε περίοδο στην οποία με βάση τις υπάρχουσες απαιτήσεις, το απόθεμα θα είχε εξαντληθεί διαφορετικά.

**1. Διατυπώστε τη βασική ιδέα του αλγορίθμου Silver & Meal. Πότε ο αλγόριθμος δεν είναι αποδοτικός.**

Οι Edward Silver και Harlam Meal ανέπτυξαν μια παραλλαγή της Economic Order Quantity με σκοπό να προσεγγίσουν τη βελτιστότητα της Wagner Within τεχνικής. Η τεχνική αυτή επιλέγει ένα Lot μέγεθος που περιλαμβάνει ένα ακέραιο αριθμό περιόδων απαιτήσεων έτσι ώστε τα συνολικά σχετικά κόστη ανά χρονική περίοδο να ελαχιστοποιούνται. Τα συνολικά σχετικά κόστη είναι τα κόστη παραγγελίας και αποθήκευσης. Αν μια παραγγελία φτάνει στην αρχή της πρώτης περιόδου και καλύπτει απαιτήσεις μέχρι το τέλος της T περιόδου, το κριτήριο για τα συνολικά σχετικά κόστη (Total Relevant Costs) μπορεί να εκφραστεί με την παρακάτω παράσταση :

$$\frac{TRC(T)}{T} = \frac{C + \text{συνολικά κόστη αποθήκευσης μέχρι το τέλος της περιόδου } T}{T}$$
$$= \frac{C + P \sum_{k=1}^T (k-1)R_k}{T}$$

όπου C = κόστος παραγγελίας, P = κόστος αποθήκευσης ανά περίοδο, TRC(T) = συνολικό σχετικό κόστος για T περιόδους,  $R_k$  = απαίτηση στην περίοδο k, TRC(T)/T = συνολικό σχετικό κόστος ανά περίοδο βασισμένο σε T χρονικές περιόδους.

Ο στόχος είναι να επιλέξουμε το T έτσι ώστε να ελαχιστοποιεί τα συνολικά σχετικά κόστη ανά μονάδα χρόνου. Το τέχνασμα είναι να αυξάνουμε την τιμή του T μέχρι :

$$\frac{TRC(T+1)}{T+1} > \frac{TRC(T)}{T}$$

Όταν το συνολικό σχετικό κόστος ανά μονάδα χρόνου αρχίζει να αυξάνει στο T+1, το T επιλέγεται σαν ο αριθμός των περιόδων που παρέχεται για την παραγγελία αναπλήρωσης. Η ποσότητα αναπλήρωσης Q συνδέεται με το T με τη σχέση :

$$Q = \sum_{k=1}^T R_k$$

Η μέθοδος των Silver-Meal εγγυάται μόνο μια τοπική ελαχιστοποίηση για την τρέχουσα αναπλήρωση. Είναι δυνατό για μεγαλύτερες τιμές του t να είχαμε ακόμη μικρότερα σχετικά κόστη ανά μονάδα χρόνου αλλά το πλεονέκτημα της βελτίωσης αυτής στις περισσότερες πραγματικές περιπτώσεις είναι μικρό. Στις περισσότερες φορές η μέση απόκλιση από τη βέλτιστη Wagner Within τεχνική είναι μικρότερη του 1% και συχνά ανύπαρκτη. Στην περίπτωση που η τεχνική δοκιμαστεί σε ένα περιβάλλον μεταβαλλόμενου χρονικού ορίζοντα μπορεί και να ξεπεράσει την απόδοση του δυναμικού προγραμματισμού μια και ο αλγόριθμος Wagner Within απαιτεί συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Δύο περιπτώσεις υπάρχουν όπου ο αλγόριθμος Silver Meal δεν είναι αποδοτικός: Όταν οι απαιτήσεις ανά περίοδο μειώνονται ραγδαία με το χρόνο για αρκετές περιόδους. Όταν υπάρχουν πολλές περίοδοι με μηδενικές απαιτήσεις.

**2. Ποια είναι η βασική ιδέα στην υλοποίηση των Real Time Expert Systems; Για ποια βιομηχανικά προβλήματα είναι κατάλληλη η εφαρμογή της παραπάνω τεχνολογίας;**

Μια άλλη προσέγγιση διαφορετική από τις κλασσικές ντετερμινιστικές γλώσσες προγραμματισμού αποτελεί η AI (Artificial Intelligence) τεχνολογία και ιδιαίτερα η τεχνολογία των εμπειρων συστημάτων (expert systems) που ήδη λειτουργεί με επιτυχία σε πολλές εφαρμογές CIM. Η προβληματική για την εφαρμογή της είναι απλή: σ' ένα πραγματικό σύστημα, όπως ένα βιομηχανικό περιβάλλον η πιθανότητα απρόβλεπτων διαταραχών είναι μεγάλη (αν για παράδειγμα έχουμε μια λίστα από βλάβες και συμβεί κάτι εκτός λίστας, χρειαζόμαστε κάτι αρκετά έξυπνο για να πάρουμε απόφαση). Ούτε πάντα μπορούμε να ξέρουμε από την αρχή όλα τα γεγονότα, τις σχέσεις και τα μοντέλα που διέπουν το σύστημα. Αυτό που χρειάζεται στην πραγματικότητα είναι μη ντετερμινιστικές μέθοδοι ή αλλιώς ένας βαθμός ευφυΐας για τη λήψη δυναμικών αποφάσεων

ελέγχου. Σε ένα έμπειρο σύστημα οι πληροφορίες οργανώνονται σε μια βάση γνώσης που αποτελείται από κανόνες και οι αποφάσεις παίρνονται από μια μηχανή εξαγωγής συμπερασμάτων με βάση τους κανόνες αυτούς. Νέα γνώση είναι δυνατόν να αποθηκεύεται στη βάση γνώσης δυναμικά, δηλαδή το σύστημα μπορεί να «μαθαίνει» από μόνο του και αυτό είναι πολύ σημαντικό σε καταστάσεις αβεβαιότητας όπου μια απόφαση πρέπει να ληφθεί γρήγορα. Η τεχνολογία των έμπειρων συστημάτων εφαρμόζεται κυρίως στα τελευταία επίπεδα της PMS ιεραρχίας (τμήμα PAC) που λειτουργούν πιο κοντά στον πραγματικό χρόνο. Οι κρίσιμες όσον αφορά το χρόνο λειτουργίες όπως scheduling, dispatching, timing κλπ. υλοποιούνται με τη βοήθεια ειδικών αλγορίθμων και ένα έμπειρο σύστημα αναλαμβάνει να κρατάει τις δρομολογήσεις σε ένα βέλτιστο επίπεδο όταν αποκλίσεις λόγω εξωτερικών γεγονότων έχουν συμβεί.

### 3. Τι είναι ο low level code και που χρησιμοποιείται.

Το επίπεδο δείχνει το σημείο της δομής των προϊόντων που βρίσκεται ένα είδος. Το τελικό προϊόν έχει, γενικά, το επίπεδο 0. Τα συστατικά που χρησιμοποιούνται απευθείας για την κατασκευή των τελικών προϊόντων έχουν επίπεδο 1. Τα είδη που χρησιμοποιούνται άμεσα για την κατασκευή ειδών του πρώτου επιπέδου, ανήκουν στο δεύτερο επίπεδο κ.ο.κ. Ένα είδος μπορεί να εμφανίζεται σε περισσότερες από μια δομές για ένα ή περισσότερα προϊόντα. **Κωδικοποίηση κατώτερου επιπέδου** είναι ο κωδικός του είδους στο κατώτερο επίπεδο δομής που εμφανίζεται. Ο λόγος για τον οποίο χρησιμοποιείται ο κωδικός αυτός, είναι ότι το MRP επεξεργάζεται τα προϊόντα ανά επίπεδο, αρχίζει από το υψηλότερο επίπεδο και φτάνει στο πιο χαμηλό. Η κωδικοποίηση σηματοδοτεί το σύστημα να καθυστερήσει τον τελικό καθορισμό της ζήτησης για το είδος αυτό, μέχρι να προσδιοριστούν όλες οι απαιτήσεις που υπάρχουν.

Ο κωδικός κατώτερου επιπέδου (Low Level Code) καθορίζει την ιεραρχία η τιμή για κάθε προϊόν βρίσκεται στο αντίστοιχο στοιχείο της δομής υλικών. Ο κωδικός κατώτερου επιπέδου είναι το μήκος του μακρύτερου μονοπατιού από κάποιο κόμβο με μέσο βαθμό (in degree) 0 στο γράφημα του BOM.

Η λογική του κωδικού κατώτερου επιπέδου στηρίζεται στο γεγονός ότι για να υπολογίσουμε τις απαιτήσεις σε υλικά ενός προϊόντος πρέπει να έχουν ήδη υπολογιστεί όλες οι απαιτήσεις σε υλικά, προϊόντων που το έχουν σαν παιδί τους. Άρα ο κωδικός κατώτερου επιπέδου προσδιορίζει μια ιεραρχία στην σειρά των προϊόντων για την οποία θα υπολογιστούν οι απαιτήσεις σε υλικά. Τα προϊόντα συνεπώς ομαδοποιούνται σε επίπεδα ανάλογα με τον κωδικό κατώτερου επιπέδου και το MRP τρέχει ανά επίπεδο. Κάθε επίπεδο δημιουργεί αυτό που ονομάζουμε τρέχουσες απαιτήσεις σε υλικά. Η πληροφορία αυτή είναι δυναμική ως προς την ροή του αλγόριθμου του MRP.

Η τιμή του κωδικού κατώτερου επιπέδου εξασφαλίζει μια ιεραρχία για την οποία όταν θα υπολογιστούν οι απαιτήσεις ενός προϊόντος για τα παιδιά του δεν υπάρχει περίπτωση να δημιουργηθούν στο μέλλον ξανά απαιτήσεις για αυτό το προϊόν.

**4 Πολιτική periodic order quantity. Προϊόν Α έχει κόστος αποθήκευσης 1 δραχμές ανά περίοδο κόστος παραγγελίας 100 δραχμές και οι απαιτήσεις παραγωγής για τις επόμενες δέκα περιόδους είναι : 10, 3, 30, 100, 7, 15, 80, 50, 15, 0.**

Σύνολο απαιτήσεων (10+3+30+100+7+15+80+50+15+0)=310

Περίοδος	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Μέγεθος Παραγγελίας	43	0	0	122	0	0	145	0	0	0

$$EQL = \sqrt{\frac{2C}{RP}} = \sqrt{\frac{2 * 100}{31 * 1}} = 2,54$$

**5. Αναφέρεται με δύο λόγια τις 2 βασικές λειτουργίες ενός MRP συστήματος. Τι σημαίνει regenerative και τι net change MRP. Ποια τα πλεονεκτήματα του καθενός; Που οφείλεται η δυσκολία στην αποτελεσματική υλοποίηση του αλγορίθμου MRP με ένα κλασσικό DBMS.**

Ο Προγραμματισμός Απαιτήσεων σε Υλικά ανήκει στα μεσαία επίπεδα της PMS ιεραρχίας και ασχολείται κυρίως με την μετατροπή του γενικού σχεδίου παραγωγής σε λεπτομερείς παραγγελίες παραγωγής. Αποτελεί μια βασική τεχνική τακτικού προγραμματισμού που αναπτύχθηκε κύρια για να αντικαταστήσει την πρακτική προγραμματισμού της παραγωγής με την μέθοδο ελέγχου των αποθεμάτων (inventory management). Μια βασική υπόθεση που υπονοεί η προσέγγιση αυτή είναι ότι η αναπλήρωση των αποθεμάτων μπορεί να προγραμματιστεί ανεξάρτητα από προϊόν σε προϊόν. Τα διάφορα μοντέλα ελέγχου των αποθεμάτων συνήθως προϋποθέτουν μια ομοιόμορφη ή τουλάχιστον μια καλά ορισμένη κατανομή στη ζήτηση. Παρόλα αυτά, η εξάρτηση των ενδιάμεσων προϊόντων από τα προϊόντα-πατέρες δημιουργεί ένα φαινόμενο ασυνέχειας στη ζήτηση αυτών των ενδιάμεσων προϊόντων. Η λειτουργία του MRP προσπαθεί να διορθώσει τη θεωρία διαχείρισης των αποθεμάτων συνδυάζοντας τις παρακάτω δύο αρχές:

- Υπολογισμός της εξαρτώμενης ζήτησης (dependent demand) για πρώτες ύλες και ενδιάμεσα προϊόντα που προκύπτει από τη δρομολόγηση των τελικών προϊόντων του MPS και
- Χρονική προβολή (time phasing) των απαιτήσεων παραγωγής, δηλαδή τον προσδιορισμό των ημερομηνιών έναρξης και λήξης των παραγγελιών παραγωγής ώστε να πάρουμε μια ακριβή εκτίμηση των χρόνων εξυπηρέτησης των παραγγελιών.

Άρα το MRP μπορεί να θεωρηθεί σαν μια διαδικασία διακριτού ελέγχου στη ροή των προϊόντων παρά στα επίπεδα των αποθεμάτων ασφαλείας: οι δύο βασικοί στόχοι του είναι ο υπολογισμός τι και πόσο πρέπει να παραγγείλουμε ή να αγοράσουμε για την εξισορρόπηση της ροής αυτής.

**Υπάρχουν γενικά δύο τρόποι να τρέξει το MRP.** Ο ένας τρόπος είναι να τρέξει για όλα τα τελικά προϊόντα καθορίζοντας απαιτήσεις σε υλικά από την αρχή. Ο δεύτερος τρόπος είναι να τρέξει μόνο για μια σειρά προϊόντων, αυτών που αφορούν νέες παραγγελίες προϊόντων για τα οποία έχουν προσδιοριστεί απαιτήσεις σε υλικά και θέλουμε να τις επαναπροσδιορίσουμε με βάση νέα δεδομένα που δημιουργήθηκαν από το MPS. Οι λογικές αυτές ονομάζονται αναγεννητική (regeneration) και καθαρής αλλαγής (net change MRP) αντίστοιχα.

Η αναγεννητική προσέγγιση είναι αποδοτικότερη στην περίπτωση όπου δεν έχουμε συχνό επανασχεδιασμό των απαιτήσεων σε υλικά. Επίσης με αυτή την προσέγγιση ο σχεδιασμός γίνεται ανά χρονικές περιόδους σε κάθε μια από τις οποίες ο ορίζοντας σχεδιασμού διευρύνεται κατά μια χρονική περίοδο. Το βασικό πλεονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι ότι εξασφαλίζει αποδοτικότερη λειτουργία στην επεξεργασία δεδομένων κατά την δημιουργία νέων απαιτήσεων. Επίσης έχει το πλεονέκτημα ότι μια και βασίζεται στο σύνολο των απαιτήσεων για τα τελικά (MPS) προϊόντα, ελαχιστοποιούνται τα λάθη και οι ατέλειες στο σχεδιασμό των απαιτήσεων στα ενδιάμεσα προϊόντα.

Η προσέγγιση της καθαρής αλλαγής έχει το πλεονέκτημα ότι το MRP μπορεί να τρέχει και να ενημερώνεται σε συνεχή βάση. Ο χρόνος που απαιτεί το MRP για να τρέξει για έναν μικρό σχετικά αριθμό νέων παραγγελιών είναι ελάχιστος μπροστά σε αυτόν που απαιτεί η αναγεννητική προσέγγιση. Το μειονέκτημα είναι ότι το σύστημα είναι πιο «νευρικό» μια και μας δίνει την δυνατότητα για αλλαγές και διορθώσεις πάνω σε αποφάσεις που έχουμε ήδη πάρει.

Τα περισσότερα πακέτα που κυκλοφορούν παρέχουν την δυνατότητα να τρέχουν και με τους δύο τρόπους. Μια και η αναγεννητική προσέγγιση είναι και η ευκολότερη, συχνά προτείνεται στις εταιρίες που δεν είναι εξοικειωμένες με MRP συστήματα να αρχίζουν με την αναγεννητική προσέγγιση. Το πέρασμα στην χρήση της καθαρής αλλαγής (net change) γίνεται συνήθως από 1 ή 2 χρόνια.

## 6. Πως ορίζεται η δομή φασεολόγιο (ROUTE SHEET). Σε ποια στάδια κατά τον προγραμματισμό της παραγωγής χρησιμοποιούνται.

### Φασεολόγιο

Το αρχείο δρομολόγησης περιγράφει τη δουλειά που πρέπει να γίνει για να παραχθεί ένα είδος. Το αρχείο αυτό ετοιμάζεται από τους μηχανικούς του βιομηχανικού ή κατασκευαστικού τμήματος. Τα τμήματα καθορίζουν τις λειτουργίες και την ακολουθία με την οποία αυτές θα υλοποιηθούν, τις μηχανές και τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν. Το τμήμα μελέτης χρόνου θα καθορίσει τους τυπικούς χρόνους. Ένα συνηθισμένο αρχείο δρομολόγησης περιλαμβάνει τις παρακάτω πληροφορίες

Κωδικός δρομολόγησης

Για κάθε λειτουργία στη δρομολόγηση:

Κωδικός λειτουργίας

Περιγραφή λειτουργίας

Κέντρο εργασίας

Κωδικός μηχανής

Κωδικός εργαλείου

Κωδικός αριθμητικά ελεγχόμενης ταινίας

Τυπικός χρόνος προετοιμασίας

Τυπικός χρόνος απασχόλησης εργάτη για κάθε κομμάτι

Τυπικός χρόνος απασχόλησης μηχανής για κάθε κομμάτι

Χρόνος μεταξύ λειτουργιών

Επικαλυπτόμενα κομμάτια ή λειτουργίες

Αριθμός μηχανών για διαίρεση λειτουργίας

Απώλεια

Εναλλακτικός κωδικός λειτουργίας

Η δρομολόγηση έχει ένα κωδικό που την προσδιορίζει, ο οποίος είναι διαφορετικός από τον κωδικό του είδους που πρόκειται να κατασκευαστεί. Αυτό επιτρέπει σε διαφορετικά είδη να έχουν την ίδια δρομολόγηση. Για παράδειγμα, δύο συναρμολογούμενα είδη με διαφορετικούς κωδικούς είδους, που διαφέρουν μόνο στο χρώμα, μπορεί να έχουν την ίδια δρομολόγηση. Μόνο μια δρομολόγηση θα αποθηκευτεί, μειώνοντας τον απαιτούμενο χώρο αποθήκευσης και το χρόνο που απαιτείται για να γίνουν αλλαγές.

Σε κάποια εργοστάσια η δρομολόγηση καθορίζει το κέντρο εργασίας, αλλά η επιλογή της συγκεκριμένης μηχανής αφήνεται σε κάποιον υπεύθυνο. Οι τυπικοί χρόνοι απασχόλησης μηχανής και εργάτη αποθηκεύονται γιατί είναι διαφορετικοί, όταν ένας χειριστής είναι υπεύθυνος για την ταυτόχρονη λειτουργία αρκετών μηχανών. Η επικάλυψη και η διαίρεση λειτουργιών αναφέρονται σε τεχνικές χρονοδρομολόγησης. Η απώλεια αναφέρεται στην αναμενόμενη απώλεια κομματιών εξαιτίας της λειτουργίας. Οι εναλλακτικές λειτουργίες μπορούν να καθοριστούν σε περίπτωση που το κέντρο εργασίας, το οποίο ήταν η πρώτη επιλογή, είναι χαλασμένο ή υπερφορτωμένο.

## 7. Εξηγείστε με συντομία τους όρους Jop Shop και Flow Shop σύστημα παραγωγής.

Ένα περιβάλλον όπου 20 ή 30 διαφορετικά προϊόντα παράγονται στην ίδια μηχανή στη διάρκεια ενός μήνα για παράδειγμα είναι διακριτής παραγωγής. Σε μια τέτοια παραγωγή οι μηχανές είναι



γενικού σκοπού και έχουν τη δυνατότητα να δουλεύουν πάνω σε μια μεγάλη ποικιλία προϊόντων. Η παραγωγή κατανέμεται σε πολλά διαφορετικά τμήματα (ένα τμήμα κατασκευάζει τη βάση του προϊόντος, άλλο κάνει τη συναρμολόγηση των επιμέρους κομματιών, άλλο κάνει τη βαφή κλπ.)

Ένα περιβάλλον οργανωμένο με τον παραπάνω τρόπο καλείται *job shop* περιβάλλον. Αν το παραγόμενο προϊόν είναι διακριτό (π.χ. ένας υπολογιστής) η παρτίδα παραγωγής ονομάζεται *job order* ενώ όταν είναι συνεχές (π.χ. απορρυπαντικό) καλείται *batch*. Οι παρτίδες που δρομολογούνται στο σύστημα παραγωγής απαιτούν ένα χρονικό διάστημα που μπορεί να διαφέρει από παρτίδα σε παρτίδα. Οι χρόνοι εξυπηρέτησης της παραγγελίας ενός πελάτη συνήθως είναι μεγάλοι κι αυτό οφείλεται στο μεγάλο χρόνο αναμονής των επιμέρους διεργασιών στα διάφορα κέντρα εργασίας μέχρι να εκτελεστούν.

(Για τη *flow shop* βλέπε ερώτηση 15).

## **8. Η OPT προσέγγιση στο πρόβλημα της δρομολόγησης βασίζεται σε 9 κανόνες :**

1. Εξισορρόπηση της ροής και όχι της χωρητικότητας.
2. Το επίπεδο χρησιμοποίησης ενός μη μπλοκαρισμένου κέντρου εργασίας δεν προσδιορίζεται από το δικό του φορτίο αλλά από τα άλλα μπλοκαρισμένα ή κρίσιμα κέντρα. Μόνο οι μπλοκαρισμένες μηχανές θα πρέπει να δουλεύουν στο 100% της απόδοσής τους.
3. Η λειτουργία δεν είναι πάντα ίση με τη χρησιμοποίηση. Η λειτουργία μια μη μπλοκαρισμένης μηχανής μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα αχρειαστο απόθεμα αν η έξοδος της μηχανής δεν μπορεί να τροφοδοτήσει τις επόμενες μπλοκαρισμένες μηχανές στη γραμμή παραγωγής.
4. Μια ώρα που χάνεται σ' ένα μπλοκαρισμένο κέντρο εργασίας ισοδυναμεί με μια χαμένη ώρα για ολόκληρο το σύστημα.
5. Μια ώρα που γλιτώνεται από ένα μη μπλοκαρισμένο κέντρο μπορεί να μην έχει κανένα κέρδος.
6. Τα μπλοκαρίσματα κατευθύνουν και την απόδοση του συστήματος παραγωγής και τα αποθέματα.
7. Η παρτίδα που πρέπει να μεταφερθεί από μια μηχανή στην επόμενη της πολλές φορές δεν είναι ίση με την παρτίδα παραγωγής στη μηχανή αυτή. Η παρτίδα που πρέπει να μεταφερθεί περιλαμβάνει τη συνολική ποσότητα που έχει προγραμματιστεί να παραχθεί ενώ η παρτίδα που παράγεται αναφέρεται σε μια ποσότητα που προκύπτει όση ώρα λειτουργεί μια συγκεκριμένη μηχανή. Ο διαχωρισμός μια παραγγελίας (*order splitting*) είναι δυνατό να βελτιώσει τη χρησιμοποίηση των μηχανών και τη δρομολόγηση συνολικά.
8. Μια παρτίδα παραγωγής μπορεί να έχει μεταβλητό μέγεθος. Ο υπολογισμός της βέλτιστης ποσότητας πρέπει να λαμβάνει υπόψη τη λεπτομερή δρομολόγηση και μπορεί να αλλάζει από μια λειτουργία στην επόμενη της.
9. Η τελική δρομολόγηση προκύπτει εξετάζοντας όλους τους περιορισμούς ταυτόχρονα.

## **9. Επιλογή των προϊόντων MPS σε μια επιχείρηση.**

Το κλειδί για ένα αποτελεσματικό Γενικό Σχέδιο Παραγωγής σε όλους τους τύπους επιχειρήσεων είναι η σωστή επιλογή των προϊόντων που δρομολογούνται από το MPS (*mmps items*). Τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται στη λήψη αυτής της απόφασης είναι τα εξής:

1. Ο αριθμός των *mmps items* πρέπει να είναι μικρός. Δεν είναι πρακτικό για τη διοίκηση να πάρει αποφάσεις που αφορούν το MPS, όταν τα τελικά προϊόντα είναι πάρα πολλά.
2. Πρέπει να είναι δυνατό να προβλεφτεί η ζήτηση για τα προϊόντα αυτά (εφόσον βέβαια δεν είναι προϊόντα που παράγονται κατά παραγγελία (*Make To Order, MTO*), αλλά προϊόντα που παράγονται για αποθήκευση (*Make To Stock, MTS*). Η πρόβλεψη αυτή, για να είναι έγκυρη, πρέπει να βασίζεται σε δεδομένα προηγούμενης ζήτησης.

3. Για κάθε mps item, πρέπει να υπάρχει η δομή του (BOM), έτσι ώστε το MPS να αναλύεται μέσω του BOM και να καθορίζονται οι ανάγκες για συστατικά και πρώτες ύλες που απαιτούνται για να παραχθεί.
4. Συνολικά αυτά τα προϊόντα θα πρέπει να αντιστοιχούν στο μεγαλύτερο μέρος της παραγωγικής ικανότητας της επιχείρησης, γιατί διαφορετικά το Γενικό Σχέδιο Χωρητικότητας (Rough-Cut Capacity Plan ή RCCP), δεν θα είναι αξιόπιστο.
5. Τα MPS προϊόντα θα πρέπει να επιλέγονται έτσι ώστε να διευκολύνουν την μετάφραση των παραγγελιών των πελατών σε ποσότητες τελικών προϊόντων. Όταν έχουμε απλά προϊόντα οι αριθμοί καταλόγων και οι περιγραφές των προϊόντων, μπορούν να μεταφραστούν απ' ευθείας σε συγκεκριμένα mps προϊόντα. Όταν έχουμε πιο πολύπλοκα προϊόντα οι απαιτήσεις των πελατών προκύπτουν από επιλογή μεταξύ ενός συνόλου εναλλακτικών mps προϊόντων, τα οποία συναρμολογούνται έτσι ώστε να σχηματιστεί το τελικό προϊόν.

10. Αναφέρετε 3 από τα σημαντικότερα οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή των Συστημάτων Διαχείρισης Παραγωγής. Εξηγήστε πώς επιτυγχάνονται τα οφέλη αυτά μέσα από τη λειτουργία τέτοιων συστημάτων.

1. Διευκολύνει την επικοινωνία μεταξύ του μακροπρόθεσμου πλάνου παραγωγής και των λεπτομερέστερων βραχυπρόθεσμων σχεδίων παραγωγής, εξασφαλίζοντας είτε ότι τα δεύτερα υποστηρίζουν το πρώτο, είτε ότι αν υπάρχει πρόβλημα θα διαπιστωθεί πριν να δημιουργηθούν τρομερές αποκλίσεις.
2. Οδηγεί το σχεδιασμό απαιτήσεων σε υλικά και το γενικό σχέδιο χωρητικότητας, έχοντας άμεση επίδραση στην ορθότητα και αποδοτικότητα τους.
3. Οδηγεί τα οικονομικά προγράμματα, καταλήγοντας σε ευέλικτους προϋπολογισμούς για τα αποθηκεύσιμα προϊόντα, δημιουργώντας δεσμεύσεις αγοράς και προσδιορίζοντας το εργατικό δυναμικό και το κόστος που απαιτούνται για την παραγωγή των προϊόντων.