



Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα  
MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα  
MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

Καλύβας Γρηγόριος  
Α.Μ. 272017077

Η τριμελής εξεταστική επιτροπή

Δρ. Αιμιλία Κονδύλη  
Καθηγήτρια Πα.Δ.Α.

Δρ. Δημήτριος Ζαφειράκης  
Επίκουρος Καθηγητής Πα.Δ.Α.

Δρ. Σαγιάς Βασίλειος  
ΕΕΠ

Ημερομηνία εξέτασης: 10/10/2023

Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα  
MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

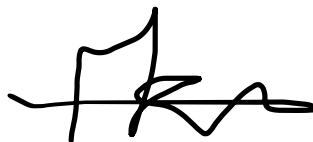
Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Καλύβας Γρηγόριος του Αθανασίου, με αριθμό μητρώου  
272017077 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του  
Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα  
για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία.  
Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε  
ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους  
συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που  
ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει  
συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής  
μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την  
ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών

Καλύβας Γρηγόριος



## Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο την ανάλυση της εξέλιξης των συστημάτων MRP II, την αξιοποίησή τους στη βιομηχανική παραγωγή καθώς επίσης και στις προοπτικές τους. Πιο συγκεκριμένα, θα γίνει μια γενική παρουσίαση των παραγωγικών συστημάτων και της οργάνωσης της παραγωγής καθώς και παράθεση των βασικών μεθόδων και αλγορίθμων προγραμματισμού παραγωγής. Ιδιαίτερη έμφαση θα δοθεί στην παρουσίαση της βασικής μεθόδου MRP (Προγραμματισμός απαιτήσεων υλικών) αλλά και των επιμέρους στοιχείων που συντελούν στην αποτελεσματική εφαρμογή του. Ακόμα, θα παρουσιαστούν τα στάδια εξέλιξης των συστημάτων τύπου MRP και η επίδρασή τους στη βιομηχανία. Τέλος, θα λυθεί ένα πρακτικό πρόβλημα που σχετίζεται με τον προγραμματισμό των πόρων παραγωγής καθώς και θα παρουσιαστούν δύο μελέτες περίπτωσης εφαρμογής του MRP II, σε Ελληνική αεροδιαστημική εταιρεία και στη Σιγκαπούρη.

**Λέξεις Κλειδιά:** Προγραμματισμός παραγωγής, Προγραμματισμός απαιτήσεων υλικών, Προγραμματισμός πόρων παραγωγής, Μελέτη περίπτωσης

## Abstract

This diploma thesis aims to analyze the current status and evolution of MRP II systems, their utilization in industrial production as well as their prospects. More specifically, a general presentation of production systems and production organization will be presented, as well as a summary of the most important elements of the main methods of organizing production. Particular emphasis will be placed on the presentation of the basic MRP method (Materials Requirements Planning) as well as the individual elements that contribute to its effective implementation. Furthermore, the development stages of MRP type systems and their impact on industry will be presented. Finally, a practical problem related to the planning of production resources will be solved as well as two case studies about the implementation of MRP II will be presented, in a Greek aerospace company and in Singapore.

**Key words:** Production Planning, Material Requirements Planning, Manufacturing Resource Planning, Case Study

Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα  
MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	4
Abstract .....	4
1.: Εισαγωγή .....	6
<b>2. : ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.....</b>	<b>8</b>
2.1 Στόχος και παράμετροι του προγραμματισμού παραγωγής .....	8
2.2 Η σημασία του προγραμματισμού παραγωγής, αποτελέσματα .....	11
3.: Βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	13
3.1. Ανάλυση ABC .....	13
3.1.1. Πολιτικές διαχείρισης αποθεμάτων.....	14
3.1.2. Ανάλυση ABC - πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα .....	14
3.2 Aggregate Production Planning (Συγκεντρωτικός προγραμματισμός) .....	15
3.2.1 Επισκόπηση του συγκεντρωτικού προγραμματισμού .....	15
3.2.2. Στόχος του συγκεντρωτικού προγραμματισμού .....	16
3.3. JIT (Just-in-time).....	16
3.4. OPT (Optimized Production Technology) .....	17
3.5. FMS (Flexible Manufacturing Systems) .....	17
4.: Βασικές μέθοδοι και αλγόριθμοι προγραμματισμού παραγωγής.....	20
4.1 Ιστορικά στοιχεία – Κατηγοριοποίηση προβλημάτων προγραμματισμού παραγωγής.....	20
4.2 Τι είναι το MRP και γιατί χρησιμοποιείται;.....	21
<b>5.: Το σύστημα MRP II .....</b>	<b>30</b>
5.1 Στοιχεία και περιγραφή του MRP II .....	30
5.2 Από το MRP σε MRP II.....	35
5.3 Στάδια εξέλιξης συστημάτων τύπου MRP.....	36
<b>6.: Υλοποίηση MRP .....</b>	<b>39</b>
<b>7. : Μελέτη Περίπτωσης I .....</b>	<b>43</b>
<b>8.: Μελέτη Περίπτωσης II .....</b>	<b>49</b>
Εφαρμογή MRP II σε ελληνική αεροδιαστημική εταιρεία [22] .....	49
<b>9.: Μελέτη Περίπτωσης III .....</b>	<b>55</b>
Μελέτη σχετικά με το MRP II στη Σιγκαπούρη [23] .....	55
.....	60
10.: Συμπεράσματα .....	64
Αναφορές.....	65

## 1.: Εισαγωγή

Παραδοσιακά, οι κατασκευαστικές εταιρείες ήλεγχαν τα εξαρτήματά τους μέσω της τεχνικής του σημείου επαναπαραγγελίας (Reorder point technique-ROP). Σταδιακά, αναγνώρισαν ότι ορισμένα από αυτά τα εξαρτήματα είχαν εξαρτημένη ζήτηση και ο προγραμματισμός απαιτήσεων υλικών (MRP) εξελίχθηκε για να ελέγχει τα εξαρτώμενα στοιχεία πιο αποτελεσματικά. Η MRP είναι μια πολύ δημοφιλής και ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος ελέγχου πολυεπίπεδων αποθεμάτων από τη δεκαετία του 1970. Η εφαρμογή αυτού του δημοφιλούς εργαλείου στη διαχείριση υλικών μείωσε σημαντικά τα επίπεδα αποθεμάτων και βελτίωσε την παραγωγικότητα. Αργότερα, αρκετά συστήματα MRP επεκτάθηκαν σε άλλες εκδόσεις, συμπεριλαμβανομένων των Manufacturing Resources Planning (MRP II) και Enterprise Resources Planning (ERP). Το MRP είναι μια κοινά αποδεκτή προσέγγιση για τον προγραμματισμό παραγωγής σε μεγάλες εταιρείες. Τα εργαλεία λογισμικού που βασίζονται στο MRP γίνονται εύκολα αποδεκτά. Οι περισσότεροι υπεύθυνοι λήψης βιομηχανικών αποφάσεων είναι εξοικειωμένοι με τη χρήση τους. Η πρακτική πτυχή του MRP έγκειται στο γεγονός ότι βασίζεται σε κατανοητούς κανόνες και παρέχει γνωστική υποστήριξη, καθώς και ένα ισχυρό σύστημα πληροφοριών για τη λήψη αποφάσεων.

Ο προγραμματισμός απαιτήσεων υλικών (MRP) είναι μια τεχνική σχεδιασμού και ελέγχου αποθεμάτων που αναπτύχθηκε για την αντιμετώπιση αποθεμάτων εξαρτημένης ζήτησης. Ένα σύστημα MRP, στην απλούστερη μορφή του, αποτελείται από τρία βασικά στοιχεία: ένα κύριο πρόγραμμα παραγωγής (MPS), τον κατάλογο υλικών (BOM) και αρχεία κατάστασης αποθέματος διαφόρων υλικών, εξαρτημάτων, ανταλλακτικών, υποσυστημάτων και τελικών προϊόντων. Το MPS είναι ένα χρονοδιάγραμμα απαιτήσεων προϊόντος που συντάσσεται τόσο από σταθερές παραγγελίες πελατών όσο και από προβλέψεις ζήτησης. Είναι μια λίστα της ζήτησης των τελικών προϊόντων σε καθεμία από τις χρονικές περιόδους που έχουν οριστεί. Δεδομένου του MPS, οι απαιτήσεις των εξαρτημάτων χαμηλότερου επιπέδου μπορούν να προκύψουν χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες που περιέχονται στα διάφορα αρχεία BOM. Αυτές οι απαιτήσεις υλικών χαμηλότερου επιπέδου προγραμματίζονται στη συνέχεια στις κατάλληλες χρονικές περιόδους σύμφωνα με τους προγραμματισμένους χρόνους παράδοσης που καθορίζονται στο BOM. Αυτές οι χρονικά σταδιακές απαιτήσεις τροποποιούνται ανάλογα με την ποσότητα των υλικών που είναι διαθέσιμα και κατόπιν παραγγελίας για κάθε χρονική περίοδο, συμβουλευόμενοι τα αρχεία κατάστασης αποθέματος. Οι καθαρές απαιτήσεις κάθε υλικού σε κάθε χρονική περίοδο μπορούν στη συνέχεια να υπολογιστούν. Τέλος, γίνονται παραγγελίες για υλικά με θετικές καθαρές απαιτήσεις. Ένα σημαντικό πρόβλημα απόφασης στο MRP είναι ο καθορισμός του μεγέθους των παρτίδων παραγωγής από τις καθαρές απαιτήσεις. Μια παρτίδα παραγωγής είναι μια παρτίδα εξαρτημάτων που παράγονται συνεχώς υπό τις ίδιες συνθήκες λειτουργίας. Το πρόβλημα του προσδιορισμού των ποσοτήτων των προς επεξεργασία εξαρτημάτων σε μια παρτίδα και των χρόνων ολοκλήρωσης αυτών των παρτίδων αναφέρεται συνήθως ως πρόβλημα μεγέθους παρτίδας στη βιβλιογραφία.

Το MRP χωρίζει ένα εξάρτημα σε υποεξαρτήματα και υποσυστήματα και σχεδιάζει αυτά τα υποεξαρτήματα να βρίσκονται σε απόθεμα όταν χρειάζεται. Τα συστήματα προγραμματισμού απαιτήσεων υλικών βοηθούν τους κατασκευαστές να προσδιορίζουν ακριβώς πότε και πόσο υλικό θα αγοράσουν και θα επεξεργαστούν με βάση μια χρονική σταδιακή ανάλυση των παραγγελιών πωλήσεων, των παραγγελιών παραγωγής, του τρέχοντος αποθέματος και των προβλέψεων. Εξασφαλίζουν ότι οι επιχειρήσεις θα έχουν πάντα επαρκές απόθεμα για να

Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα  
MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

ανταποκριθούν στις απαιτήσεις της παραγωγής, αλλά όχι περισσότερο από το απαραίτητο ανά  
πάσα στιγμή.

## 2. : ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

### 2.1 Στόχος και παράμετροι του προγραμματισμού παραγωγής

Ο προγραμματισμός και ο έλεγχος παραγωγής είναι ο “εγκέφαλος και το νευρικό σύστημα” του προγράμματος παραγωγής και είναι υπεύθυνος για τη διασφάλιση της διαθεσιμότητας όλων των υλικών, μέρους της συναρμολόγησης τη σωστή στιγμή, στο σωστό μέρος και σε σωστές ποσότητες, προκειμένου να καταστεί δυνατή η πρόοδος των εργασιών σύμφωνα με τα προκαθορισμένα χρονοδιαγράμματα με το ελάχιστο δυνατό κόστος.

Ο προγραμματισμός παραγωγής είναι η διαδικασία που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία και στην παραγωγή για τον σχεδιασμό και την εκτέλεση των απαιτούμενων δραστηριοτήτων που απαιτούνται για την παραγωγή ενός προϊόντος. Σύμφωνα με το επιχειρηματικό λεξικό, είναι η διοικητική διαδικασία που λαμβάνει χώρα σε μια κατασκευαστική επιχείρηση και η οποία περιλαμβάνει τη διασφάλιση ότι επαρκείς πρώτες ύλες, προσωπικό και άλλα απαραίτητα είδη προμηθεύονται και είναι έτοιμα για τη δημιουργία τελικών προϊόντων σύμφωνα με το καθορισμένο χρονοδιάγραμμα. Στόχος του είναι η βελτίωση της παραγωγικότητας και η επίτευξη των στόχων της παραγωγής σε έναν ορισμένο χρόνο και με το ελάχιστο δυνατό κόστος. Ο προγραμματισμός παραγωγής συμβάλλει στη βελτίωση της απόδοσης των μηχανημάτων και των εργαζομένων, καθώς και στην αύξηση της ποιότητας των προϊόντων γεγονός που τον καθιστά πολύ σημαντικό για κάθε επιχείρηση. Είναι δυναμικός από τη φύση του και παραμένει πάντα σε ρευστή κατάσταση, καθώς τα σχέδια μπορεί να χρειαστεί να αλλάξουν ανάλογα με τις αλλαγές των περιστάσεων. Ασχολείται κυρίως με τα ακόλουθα σημαντικά ζητήματα:

1. Ποιες εγκαταστάσεις παραγωγής απαιτούνται;
2. Πώς πρέπει να τοποθετηθούν αυτές οι εγκαταστάσεις παραγωγής στον διαθέσιμο χώρο για παραγωγή;
3. Πώς πρέπει να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή των επιθυμητών προϊόντων με τον επιθυμητό ρυθμό παραγωγής;

#### **Οι στόχοι του προγραμματισμού και του ελέγχου παραγωγής**

1. Ελαχιστοποίηση των ωρών αδράνειας του ανθρώπινου δυναμικού και των μηχανών
2. Ελαχιστοποίηση του συντελεστή ανανέωσης αποθεμάτων (Inventory turnover)
3. Μεγιστοποίηση του ποσοστού δεσμεύσεων που δίνονται στους πελάτες
4. Μεγιστοποίηση της ποιότητας των προϊόντων και της ικανοποίησης των πελατών
5. Διατήρηση χαμηλών επιπέδων αποθεμάτων
6. Ελαχιστοποίηση συμφόρησης στη ροή παραγωγής

Ο προγραμματισμός παραγωγής μπορεί να χωριστεί σε έξι βασικές λειτουργίες

1. Σχεδιασμός προϊόντων: μηχανική προϊόντων, σχεδιασμός και ανάπτυξη προϊόντων, λειτουργικές και τεχνολογικές εκτιμήσεις, ζητήματα ποιότητας.
2. Προγραμματισμός προβλέψεων: πρόβλεψη ποσότητας, πρόβλεψη μοτίβου ζήτησης.



## Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

3. Σχεδιασμός διαδικασίας: επιλογή τεχνολογίας, επιλογή διαδικασίας, επιλογή μηχανών, επιλογή εργαλείων, επιλογή παραμέτρων διαδικασίας, αλληλουχία λειτουργίας κ.λπ.
4. Σχεδιασμός εξοπλισμού: τύποι εξοπλισμού, αριθμός εξοπλισμού, ανάλυση χωρητικότητας μηχανών, προγραμματισμός συντήρησης.
5. Σχεδιασμός υλικών: προδιαγραφές υλικών, όγκοι υλικών, οικονομικό μέγεθος παρτίδας, προγραμματισμός αποθεμάτων, προγραμματισμός καταστημάτων.
6. Προγραμματισμός παραγωγής: φόρτωση μηχανών, προγραμματισμός εργασιών, αλληλουχία εργασιών κ.λπ.

Οι βασικές παράμετροι του προγραμματισμού παραγωγής είναι πέντε: η πρόβλεψη της ζήτησης, η διαχείριση του αποθέματος, η διαχείριση της παραγωγικής διαδικασίας, η αντιμετώπιση των περιορισμών και η διαχείριση του χρόνου.

**Η πρόβλεψη της ζήτησης:** Ο προγραμματισμός παραγωγής πρέπει να βασίζεται στην πρόβλεψη της ζήτησης των προϊόντων, ώστε να μπορεί να διασφαλιστεί η κατασκευή τους στον απαιτούμενο αριθμό.

**Η διαχείριση του αποθέματος:** Ο προγραμματισμός παραγωγής πρέπει να λαμβάνει υπόψη το επίπεδο του αποθέματος των προϊόντων και των πρώτων υλών, ώστε να αποφεύγονται οι υπερβολικές παραγγελίες και οι υπερβολικές αποθήκες.

**Η διαχείριση της παραγωγικής διαδικασίας:** Ο προγραμματισμός παραγωγής πρέπει να επιλέγει τον κατάλληλο εξοπλισμό, την κατάλληλη διαδικασία παραγωγής και τις κατάλληλες μεθόδους παραγωγής, προκειμένου να επιτευχθεί η μέγιστη παραγωγικότητα με το ελάχιστο κόστος.

**Η αντιμετώπιση των περιορισμών:** Ο προγραμματισμός παραγωγής πρέπει να αντιμετωπίζει τους περιορισμούς που ενδέχεται να επηρεάσουν την παραγωγικότητα, όπως η διαθεσιμότητα των μηχανημάτων και των εργαζομένων.

**Η διαχείριση του χρόνου:** Ο προγραμματισμός παραγωγής πρέπει να βασίζεται στη διαχείριση του χρόνου, ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη αποδοτικότητα και η ελαχιστοποίηση των χρονικών διακοπών και καθυστερήσεων. [1]

Ο προγραμματισμός παραγωγής είναι ζωτικής σημασίας για τη βελτίωση της απόδοσης και της παραγωγικότητας των επιχειρήσεων και την επίτευξη του στόχου τους να παράγουν υψηλής ποιότητας προϊόντα με το ελάχιστο κόστος και στον ελάχιστο δυνατό χρόνο. Ενσωματώνει μια πληθώρα στοιχείων παραγωγής, που κυμαίνονται από τις καθημερινές δραστηριότητες του προσωπικού έως την ικανότητα να πραγματοποιούνται ακριβείς χρόνοι παράδοσης για τον πελάτη. Με μια αποτελεσματική λειτουργία προγραμματισμού παραγωγής, οποιαδήποτε μορφή διαδικασίας παραγωγής έχει τη δυνατότητα να εκμεταλλευτεί πλήρως τις δυνατότητές της.

Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

Διάκριση μεταξύ προγραμματισμού παραγωγής και ελέγχου παραγωγής	
Προγραμματισμός παραγωγής	Έλεγχος παραγωγής
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ο προγραμματισμός παραγωγής είναι μια δραστηριότητα προπαραγωγής</li> <li>2. Συντονίζει το τμήμα παραγωγής με άλλα τμήματα της επιχείρησης</li> <li>3. Ο προγραμματισμός περιλαμβάνει τη συλλογή, συντήρηση και ανάλυση δεδομένων σε σχέση με τα χρονικά πρότυπα, τα υλικά και τις προδιαγραφές τους, καθώς και τις μηχανές και τις ικανότητές τους στη διαδικασία</li> <li>4. Ο προγραμματισμός καθορίζει τι και πόσο θα παραχθεί, την ποσότητα παρτίδας και τους πόρους που χρειάζονται</li> <li>5. Ο προγραμματισμός είναι χρήσιμος για την πρόβλεψη των προβλημάτων και για την επινόηση διορθωτικών μέτρων σε περίπτωση που προκύψει το πρόβλημα</li> <li>6. Ο προγραμματισμός είναι μια κεντρική δραστηριότητα και περιλαμβάνει λειτουργίες όπως ο έλεγχος υλικών, ο έλεγχος εργαλείων και ο σχεδιασμός και ο έλεγχος της διαδικασίας</li> <li>7. Ο προγραμματισμός φροντίζει να υπάρχουν όλοι οι απαραίτητοι πόροι για να γίνει η παραγωγή στη σωστή ποιότητα και χρόνο</li> </ol>	<p>Ο έλεγχος παραγωγής θα είναι σε δράση όταν ξεκινήσει η παραγωγική δραστηριότητα</p> <p>Προωθεί την αποτελεσματική λειτουργία του καταστήματος μέσω της παρακολούθησης των δραστηριοτήτων εντός του τμήματος παραγωγής</p> <p>Ο έλεγχος ασχολείται με την επικοινωνία των πληροφοριών τους και την παραγωγή αναφορών όπως αυτές της παραγωγικότητας και του ποσοστού απόρριψης</p> <p>Ο έλεγχος σχεδιάζει και οργανώνει τα διαγράμματα ελέγχου κ.λπ. που απαιτούνται για παρακολούθηση</p> <p>Ο έλεγχος είναι χρήσιμος για τον προσδιορισμό των καθυστερήσεων και της αναποτελεσματικότητας στη διαδικασία και επίσης για τη λήψη διορθωτικών μέτρων για να διασφαλιστεί ότι η πραγματική απόδοση είναι σύμφωνη με την προγραμματισμένη απόδοση</p> <p>Ο έλεγχος είναι μια ευρέως διαδεδομένη δραστηριότητα που περιλαμβάνει λειτουργίες όπως η αποστολή, ο προγραμματισμός και η επιθεώρηση</p> <p>Ο έλεγχος παρακολουθεί τις δραστηριότητες και βλέπει εάν όλα πάνε σύμφωνα με το πρόγραμμα ή όχι</p>

**Πίνακας 1:** Διάκριση μεταξύ προγραμματισμού παραγωγής και ελέγχου παραγωγής (D.R. Kiran)

## 2.2 Η σημασία του προγραμματισμού παραγωγής, αποτελέσματα

Η αποτελεσματική διαχείριση των παραγωγικών πόρων μιας επιχείρησης και ο έλεγχος της ροής των υλικών και των πληροφοριών σε αυτήν είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση της ανταγωνιστικότητάς της. Η ανάγκη για την παραγωγή ενός ευρέως φάσματος προϊόντων με προσαρμοσμένα χαρακτηριστικά για κάθε πελάτη, σε σχετικά μικρούς όγκους και με στενούς χρονικούς περιορισμούς παράδοσης, σε συνδυασμό με την πολυπλοκότητα της σύγχρονης παραγωγικής αλυσίδας, επιβάλλει την ανάγκη για την λήψη τεκμηριωμένων επιχειρηματικών αποφάσεων. Στα πλαίσια του παγκόσμιου ανταγωνισμού, η αποδοτική εκμετάλλευση όλων των διαθέσιμων πόρων της θεωρείται ως ζωτικής σημασίας. Η αποτελεσματική διαχείριση και κάλυψη των παραπάνω απαιτήσεων επιτυγχάνεται μέσω της λειτουργίας του Προγραμματισμού και Ελέγχου Παραγωγής της επιχείρησης. Ο προγραμματισμός και έλεγχος παραγωγής αποτελεί τη βασική λειτουργία κάθε βιομηχανικής εφαρμογής, καθώς αυτός καθορίζει τη ροή της παραγωγής με αποφάσεις για το τι πρέπει να αγοραστεί ή να κατασκευαστεί και πότε. Ο σκοπός δεν είναι απλώς η αυτοματοποίηση των χειρωνακτικών συστημάτων, αλλά η χρήση νέων και καλύτερων μεθόδων διαχείρισης παραγωγής με τη χρήση υπολογιστών. [2]

### **Οφέλη προγραμματισμού και ελέγχου παραγωγής**

Οφέλη για τους καταναλωτές

1. Αυξημένη παραγωγικότητα
2. Καλύτερα πρότυπα ποιότητας
3. Άμεσες παραδόσεις
4. Βελτιωμένη βάση γνώσεων και ανταλλαγή

Οφέλη για τον παραγωγό

1. Επαρκείς μισθοί
2. Ασφάλεια εργασίας
3. Βελτιωμένες συνθήκες εργασίας
4. Αυξημένη ικανοποίηση
5. Αυξημένη χρήση βέλτιστων πρακτικών
6. Μειωμένες διπλότυπες ροές εργασίας
7. Βελτιωμένη λήψη αποφάσεων
8. Περισσότερη κοινότητα σε προσεγγίσεις και εργαλεία
9. Βελτιστοποιημένοι πόροι
10. Βελτιωμένη απόδοση του έργου

Οφέλη για τους επενδυτές

1. Ασφάλεια
2. Επαρκείς επιστροφές των επενδύσεων
3. Φήμη και δημοτικότητα
4. Κατάκτηση μεριδίου αγοράς

## Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

### Οφέλη για τους προμηθευτές

1. Συνεργασία
2. Καλά ισορροπημένες και εξασφαλισμένες αγορές
3. Άμεση πληρωμή

### Οφέλη για την κοινότητα

1. Σταθερότητα
2. Οικονομικό και κοινωνικό status
3. Θέσεις εργασίας
4. Τιμή και ικανοποίηση

### Οφέλη για το έθνος

1. Ευημερία
2. Φόροι και έσοδα

[3]

Τα αποτελέσματα του προγραμματισμού παραγωγής είναι πολλαπλά και μπορούν να διαφέρουν ανάλογα με τους στόχους και τις παραμέτρους που έχουν οριστεί για το κάθε σύστημα παραγωγής. Παρακάτω αναφέρονται τα τρία κύρια αποτελέσματα του προγραμματισμού παραγωγής:

**Βελτιωμένη απόδοση:** Η χρήση ενός καλά σχεδιασμένου συστήματος προγραμματισμού παραγωγής μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του χρόνου και του κόστους παραγωγής, αυξημένη ποιότητα του προϊόντος και βελτιωμένη απόδοση της επιχείρησης.

**Βελτίωση του χρονοδιαγράμματος:** Ο προγραμματισμός παραγωγής μπορεί να βοηθήσει στη διαχείριση του χρονοδιαγράμματος της παραγωγής, δηλαδή το πότε και πώς θα παραχθούν τα προϊόντα.

**Βελτιωμένος σχεδιασμός του προϊόντος:** Με τον προγραμματισμό παραγωγής, οι κατασκευαστές μπορούν να σχεδιάσουν τα προϊόντα τους με τρόπο που να είναι πιο εύκολο να παραχθούν και να μειωθεί ο κίνδυνος λαθών.

### 3.: Βιβλιογραφική ανασκόπηση

#### 3.1. Ανάλυση ABC

Η ανάλυση ABC είναι μια μέθοδος που επιτρέπει την ταξινόμηση των πόρων μιας επιχείρησης σύμφωνα με τη σημασία τους. Αυτή η ανάλυση μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε επιχείρηση. Βασίζεται στην αρχή του Pareto – το 20% όλων των αγαθών αποφέρουν το 80% του τζίρου. Η αρχή Pareto, που πήρε το όνομα από τον οικονομολόγο και κοινωνιολόγο Vilfredo Pareto (1848-1923), στην πιο γενική μορφή διατυπώνεται ως «το 20% των προσπαθειών παρέχει το 80% του αποτελέσματος, ενώ το υπόλοιπο 80% προσπάθειας το 20% του αποτελέσματος».

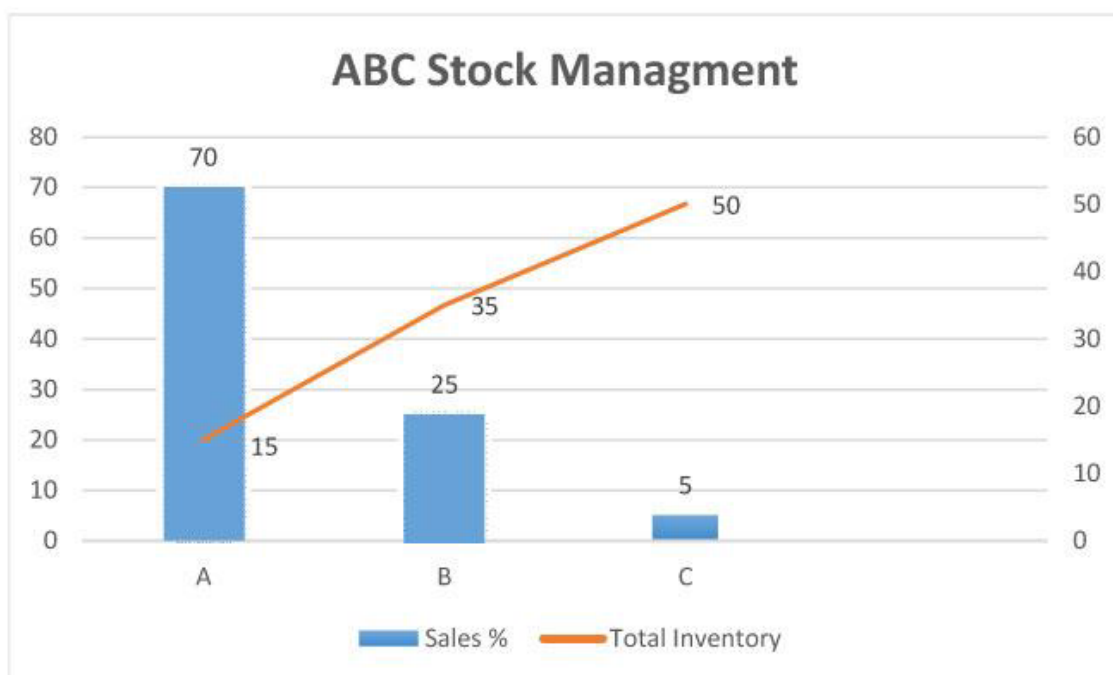
Η προσέγγιση ABC επεκτείνει τον κανόνα 80-20 και τον εφαρμόζει στη διαχείριση αποθεμάτων. Το απόθεμα μιας εταιρείας θα πρέπει να βαθμολογείται από το Α έως το C, με βάση τους ακόλουθους κανόνες:

Τα είδη **A** είναι προϊόντα με την υψηλότερη ετήσια αξία κατανάλωσης. Τα είδη αυτά αποτελούν το 70-80% της ετήσιας αξίας κατανάλωσης και αντιπροσωπεύουν συνήθως μόνο το 10-20% του συνολικού αποθέματος.

Τα είδη **B** έχουν μέση ετήσια αξία κατανάλωσης. Τα είδη αυτά αποτελούν το 10-25% της συνολικής αξίας κατανάλωσης και αντιπροσωπεύουν περίπου το 30% του συνολικού αποθέματος.

Τα είδη **C** είναι, αντίθετα, είδη με τη χαμηλότερη πελατειακή αξία. Τα είδη αυτά αποτελούν το 5% της ετήσιας αξίας κατανάλωσης και αντιπροσωπεύουν συνήθως το 60% του συνολικού αποθέματος. [4]

Η ανάλυση ABC μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτιστοποίηση του αποθέματος. Διανέμοντας τα είδη, μπορεί να διαχωρίσει τα πιο κερδοφόρα προϊόντα από τα προϊόντα με χαμηλά κέρδη.



Σχήμα 1: Διαχείριση αποθέματος ABC (Enver Maliqi & Makseem Alnajjar)

## Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

Το Σχήμα 1 [5] εξηγεί ότι η Κατηγορία Α αντιπροσωπεύει περίπου το 70% των πωλήσεων ενώ αντιπροσωπεύει μόνο το 15% του συνολικού αποθέματος. Η κατηγορία Β αντιπροσωπεύει το 35% του διαθέσιμου αποθέματος που παρέχει το 25% των πωλήσεων. Ενώ η κατηγορία Γ προϊόντων παρέχει μόνο το 5% των πωλήσεων.

Η ανάλυση ABC είναι παρόμοια με την αρχή Pareto, καθώς τα είδη «Α» αποτελούν συνήθως ένα σημαντικό ποσοστό της συνολικής αξίας, αλλά ένα μικρό ποσοστό του αριθμού των στοιχείων.

### 3.1.1. Πολιτικές διαχείρισης αποθεμάτων

Τα είδη Α πρέπει να έχουν αυστηρό έλεγχο αποθεμάτων, πιο ασφαλείς χώρους αποθήκευσης και καλύτερες προβλέψεις πωλήσεων. Επειδή είναι ζωτικής σημασίας να αποφευχθεί η έλλειψη αποθέματος σε είδη αυτής της κατηγορίας, οι αναπαραγγελίες πρέπει να είναι πιο συχνές. Οι παραγγελίες μπορεί να είναι εβδομαδιαίες ή μερικές φορές ακόμη και καθημερινές ανάλογα με τη χρήση αυτών των αντικειμένων.

Τα είδη Β επωφελούνται από το γεγονός ότι αποτελούν μια ενδιάμεση ομάδα μεταξύ των ειδών Α και C. Αυτά τα είδη στην κατηγορία Β μπορούν να υπόκεινται σε συνεχή παρακολούθηση για να βρεθούν τυχόν δυνατότητες μετακίνησης ορισμένων σε άλλες κατηγορίες, είτε πρόκειται για αναβάθμιση για να γίνει αντικείμενο κατηγορίας Α είτε για υποβάθμιση στη κατηγορία Γ. [6]

### 3.1.2. Ανάλυση ABC - πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Ο [7] ανέφερε τα ακόλουθα πλεονεκτήματα της ανάλυσης ABC:

- Μία από τις πιο πρακτικές μεθόδους
- Η ευκολία χρήσης
- Καλύτερος έλεγχος του αποθέματος υψηλής προτεραιότητας
- Καθολικότητα (χρησιμοποιώντας τη μέθοδο ABC, είναι δυνατή η ανάλυση του κύκλου εργασιών, του χρήματος)
- Βελτιστοποίηση πόρων (η επιτυχής χρήση της ανάλυσης ABC επιτρέπει τη μείωση και την απελευθέρωση τεράστιου όγκου χρόνου και πόρων εργασίας. Αυτό επιτυγχάνεται με τη συγκέντρωση της εργασίας στα πιο σημαντικά στοιχεία)

Αν και αυτή η μέθοδος είναι χρήσιμη και ευρέως γνωστή, δεν σημαίνει όμως ότι μπορεί να εφαρμοστεί παντού. Η ανάλυση ABC, όπως και κάθε άλλη στατιστική μέθοδος, έχει μειονεκτήματα.

Ο [7] ανέφερε τα ακόλουθα μειονεκτήματα της ανάλυσης ABC:

- Η κλασική ανάλυση ABC είναι μονοδιάστατη μέθοδος
- Η ανάλυση ABC αντικρούεται με άλλα συστήματα κόστους. Η ανάλυση ABC δεν πληροί τις απαιτήσεις των Γενικά Αποδεκτών Λογιστικών Αρχών (GAAP), γεγονός που δημιουργεί προβλήματα με τα παραδοσιακά συστήματα κοστολόγησης που χρησιμοποιούνται στην αγορά.
- Διαχωρισμός δεδομένων, ανεξάρτητα από τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους
- Η ανάλυση ABC απαιτεί σημαντικούς πόρους αφού το ABC διατηρεί περισσότερους πόρους από τα παραδοσιακά συστήματα κοστολόγησης.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, μπορεί κανείς να συμπεράνει ότι η ανάλυση ABC έχει μεγάλα πλεονεκτήματα, τα οποία εκφράζονται στην απλότητα, την ευελιξία και την εύκολη εφαρμογή, αλλά, παρόλα αυτά, έχει και ορισμένα μειονεκτήματα.

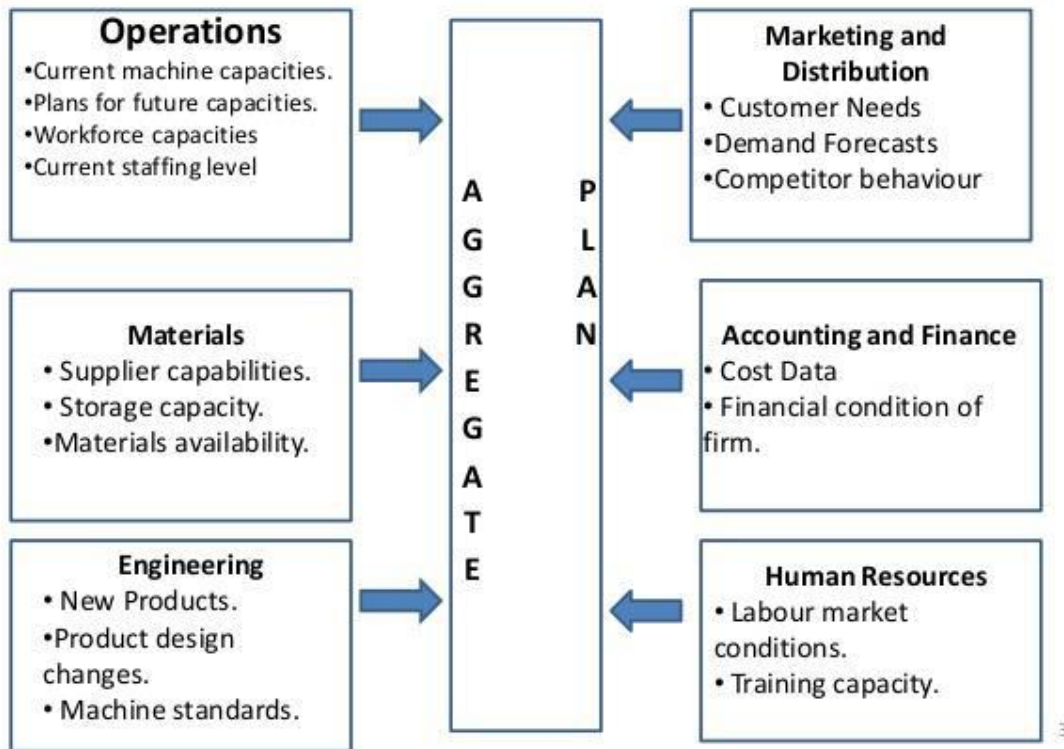
### 3.2 Aggregate Production Planning (Συγκεντρωτικός προγραμματισμός)

#### 3.2.1 Επισκόπηση του συγκεντρωτικού προγραμματισμού

Είναι γνωστό ότι κάθε οργανισμός λαμβάνει αποφάσεις παραγωγής σε τρία επίπεδα: μακροπρόθεσμα, μεσοπρόθεσμα και βραχυπρόθεσμα. Οι μακροπρόθεσμες λύσεις περιλαμβάνουν: επιλογή προϊόντων και υπηρεσιών (δηλαδή, τον προσδιορισμό του είδους των αγαθών και των υπηρεσιών που προσφέρει η εταιρεία στους καταναλωτές), τον προσδιορισμό του όγκου και της τοποθεσίας παραγωγής, τα ζητήματα επιλογής και τοποθέτησης εξοπλισμού. Οι μακροπρόθεσμες αποφάσεις καθορίζουν τη βασική στρατηγική και το πλαίσιο μέσα στο οποίο λειτουργεί ο μεσοπρόθεσμος σχεδιασμός. Οι μεσοπρόθεσμες λύσεις σχετίζονται με το συνολικό επίπεδο απασχόλησης, τον όγκο της παραγωγής και τα αποθέματα και -με τη σειρά τους- καθορίζουν τα όρια του βραχυπρόθεσμου προγραμματισμού. Οι βραχυπρόθεσμες αποφάσεις καθορίζουν τον καλύτερο τρόπο επίτευξης των επιθυμητών αποτελεσμάτων εντός των ορίων που υποδεικνύονται από μακροπρόθεσμες και μεσοπρόθεσμες λύσεις. Αυτό περιλαμβάνει χρονοδιαγράμματα εργασίας, καθορισμό του επιπέδου χρήσης του εξοπλισμού, τη σειρά της ροής εργασιών κ.λπ. [8]

Ο συγκεντρωτικός προγραμματισμός είναι μια μέθοδος για την ανάλυση, την ανάπτυξη και τη διατήρηση ενός σχεδίου παραγωγής με έμφαση στην αδιάλειπτη και συνεπή παραγωγή. Επικεντρώνεται συνήθως σε στοχευμένες προβλέψεις πωλήσεων, διαχείριση αποθεμάτων και επίπεδα παραγωγής στο μεσοπρόθεσμο (3 έως 18 μήνες) μέλλον. Ορίζει τις απαραίτητες εισροές παραγωγής για ένα αγαθό ή υπηρεσία (συμπεριλαμβανομένων των εγκαταστάσεων, του εργατικού δυναμικού, των πρώτων υλών και των επιπέδων αποθέματος) για τη διατήρηση συνεπών ημερομηνιών παράδοσης, διατηρώντας παράλληλα το κόστος χαμηλό. Αυτό επιτρέπει στους κατασκευαστές να αξιοποιήσουν στο έπακρο τους πόρους τους, ακόμη και αν υπάρχουν διαφορετικές απαιτήσεις για προϊόντα και αλλαγές στις παραγγελίες των πελατών, στην αλυσίδα εφοδιασμού ή άλλες μεταβλητές.

## AGGREGATE PLANNING PROCESS



Σχήμα 2: Διαδικασία συγκεντρωτικού προγραμματισμού

(Πρόσβαση: <http://www.slideshare.net/NeilKizhakayilGeorge/models-of-aggregate-planning>)

### 3.2.2. Στόχος του συγκεντρωτικού προγραμματισμού

Ο στόχος του Aggregate Planning είναι να υπολογίσει το επίπεδο παραγωγής, αποθέματος και εργατικού δυναμικού που απαιτείται για να ανταποκριθεί στην κυμαινόμενη ζήτηση μεσοπρόθεσμα. Με αυτές τις πληροφορίες, μια επιχείρηση μπορεί να εκτιμήσει πότε η ζήτηση θα αυξηθεί ή θα μειωθεί και να διασφαλίσει ότι έχει αρκετό προϊόν για να καλύψει τη στιγμή. Ο συνολικός προγραμματισμός παραγωγής επιτρέπει επίσης στους κατασκευαστές να γνωρίζουν πόσο προσωπικό, υλικά, ποσοστά παραγωγής, εκτιμήσεις χρονοδιαγράμματος και κόστος προϋπολογισμού χρειάζονται. Η πραγματοποίηση προβλέψεων αποτρέπει την εταιρεία από το να αλλάζει γρήγορα το χρονοδιάγραμμα παραγωγής της, το οποίο όχι μόνο είναι ακριβό αλλά δημιουργεί και ανασφάλεια και αβεβαιότητα.

### 3.3. JIT (Just-in-time)

Για τους Ιάπωνες διευθυντές, το σύστημα JIT είναι μια προσέγγιση για την παροχή ομαλότερων ροών παραγωγής και τη συνεχή βελτίωση των διαδικασιών και των προϊόντων. Το JIT προσπαθεί να μειώσει τις εργασίες σε εξέλιξη στο απόλυτο ελάχιστο. Επιπλέον, το σύστημα προσπαθεί συνεχώς να μειώνει τους χρόνους παράδοσης, τα αποθέματα κατά τη διάρκεια της διαδικασίας και τους χρόνους εγκατάστασης. Ο βασικός στόχος του JIT είναι να αποκτήσει έγκαιρη παραγωγή χαμηλού κόστους και υψηλής ποιότητας. Για να επιτευχθεί αυτό, το σύστημα προσπαθεί να εξαλείψει το απόθεμα μεταξύ των διαδοχικών εργασιών και να ελαχιστοποιήσει τυχόν αδράνεια εξοπλισμού, εγκαταστάσεις ή εργαζόμενους. Το JIT



υποθέτει ότι ο ρυθμός παραγωγής στην τελική γραμμή συναρμολόγησης είναι άρτιος. Οι αναθεωρήσεις στο μηνιαίο πρόγραμμα κύριας παραγωγής που απαιτούνται για την κάλυψη των αλλαγών στις συνθήκες της αγοράς πρέπει να είναι μικρές. Δεν μπορεί να ανεχθεί διακυμάνσεις φορτίου άνω του  $\pm 10\%$  και αρχίζει να χαλάει σε μεγαλύτερες αποκλίσεις από τις μέσες συνθήκες. Απαιτεί επίσης το ημερήσιο πρόγραμμα για κάθε εξάρτημα ή συναρμολόγηση να παραμένει σχεδόν το ίδιο κάθε μέρα. Το σύστημα JIT απαιτεί αυστηρή πειθαρχία και συνεργασία από την πλευρά της διοίκησης, των προϊσταμένων και των εργαζομένων, μαζί με νέες μεθόδους και διαδικασίες για τον προγραμματισμό και τον έλεγχο της παραγωγής. Μέχρι τώρα, το JIT έχει χρησιμοποιηθεί για είδη μαζικής παραγωγής στην Ιαπωνία, την Ευρώπη και πιο πρόσφατα στη Βόρεια Αμερική. Δίνει έμφαση στα μικρά μεγέθη παρτίδων. Το σύστημα απαιτεί σύντομους χρόνους παράδοσης, οι οποίοι μεταφράζονται σε μικρά αποθέματα σε κάθε στάδιο. Οι ιαπωνικές εταιρείες που έχουν χρησιμοποιήσει το JIT για πέντε ή περισσότερα χρόνια αναφέρουν αύξηση σχεδόν 30% στην παραγωγικότητα της εργασίας, μείωση 60% στα αποθέματα, μείωση 90% στα ποσοστά απόρριψης ποιότητας και μείωση 15% στον απαραίτητο χώρο εργοστασίων. Ένα σύστημα JIT μπορεί να λειτουργήσει σε δύο χρόνια, αλλά συνήθως δεν επιτυγχάνει τα βέλτιστα αποτελέσματα για πέντε έως δέκα χρόνια. Το JIT δεν μπορεί να ανεχθεί ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο πρόγραμμα κύριας παραγωγής και αρχίζει να καταρρέει εάν υπάρχουν συχνές αναθεωρήσεις σε όγκους ή μοντέλα. [9]

### 3.4. OPT (Optimized Production Technology)

Το σύστημα OPT υπολογίζει το σχεδόν βέλτιστο χρονοδιάγραμμα και τη σειρά εργασιών για όλα τα κέντρα εργασίας μιας κατασκευαστικής εταιρείας, λαμβάνοντας υπόψη τις προτεραιότητες και τις δυνατότητες. Μπορεί ταυτόχρονα να μεγιστοποιήσει τη χρήση των κρίσιμων πόρων και την παραγωγή της μονάδας και να ελαχιστοποιήσει τα αποθέματα εργασίας κατά τη διαδικασία και τους χρόνους παράδοσης ή τους χρόνους διεκπεραίωσης. Το OPT είναι ένα πακέτο λογισμικού υπολογιστή, το οποίο δέχεται δεδομένα σχετικά με τις απαιτήσεις παραγωγής και τις εγκαταστάσεις παραγωγής που συνήθως διατίθενται από τα αρχεία του εργοστασίου. Στη συνέχεια, το σύστημα δοκιμάζει τον υπάρχοντα φόρτο εργασίας και επισημαίνει τα σημεία στενωμάτων παραγωγής (bottlenecks). Το OPT χρησιμοποιεί τον αλγόριθμό του για να προγραμματίζει μεμονωμένες εργασίες αποτελεσματικά, φροντίζοντας παράλληλα τα υπάρχοντα bottlenecks.

Η μεθοδολογία OPT (Optimized Production Technology) εκφράστηκε από τον Goldratt και αναφέρεται στον εντοπισμό και αντιμετώπιση των στενωμάτων παραγωγής (bottlenecks). Η θεωρία των Περιορισμών που παράλληλα αναπτύχθηκε είναι ιδιαίτερα δημοφιλής, δεν συνέβη όμως το ίδιο και με την πρακτική εφαρμογή της μεθοδολογίας στα πληροφοριακά συστήματα οργάνωσης της παραγωγής, λόγω της αυξημένης πολυπλοκότητάς της. [10]

### 3.5. FMS (Flexible Manufacturing Systems)

Το FMS είναι μια μέθοδος παραγωγής που έχει σχεδιαστεί για να προσαρμόζεται εύκολα στις αλλαγές στον τύπο και την ποσότητα του προϊόντος που κατασκευάζεται. Μπορεί να βελτιώσει την αποδοτικότητα και να μειώσει το κόστος παραγωγής, ζητήματα τα οποία είναι κρίσιμα για την ανάπτυξη μίας επιχείρησης. Αυτή η ευελιξία μπορεί να συνοδεύεται από υψηλότερο αρχικό κόστος. Η αγορά και η εγκατάσταση του εξειδικευμένου εξοπλισμού που επιτρέπει μια τέτοια προσαρμογή μπορεί να είναι δαπανηρή σε σύγκριση με πιο παραδοσιακά συστήματα. Η έννοια του Flexible Manufacturing αναπτύχθηκε από τον Jerome H. Lemelson (1923–1997), έναν Αμερικανό μηχανικό και εφευρέτη.

## Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

Υπάρχουν τρία επίπεδα ευελιξίας κατασκευής:

### 1. Βασικές ευελιξίες

- a) **Ευελιξία μηχανής** - η ευκολία με την οποία ένα μηχάνημα μπορεί να επεξεργαστεί διάφορες λειτουργίες
- b) **Ευελιξία χειρισμού υλικού** - ένα μέτρο της ευκολίας με την οποία διαφορετικοί τύποι εξαρτημάτων μπορούν να μεταφερθούν και να τοποθετηθούν σωστά στις διάφορες εργαλειομηχανές ενός συστήματος
- c) **Ευελιξία λειτουργίας** - ένα μέτρο της ευκολίας με την οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικές ακολουθίες λειτουργίας για την επεξεργασία ενός τύπου εξαρτήματος

### 2. Ευελιξίες συστήματος

- a) **Ευελιξία όγκου** - ένα μέτρο της ικανότητας ενός συστήματος να λειτουργεί κερδοφόρα σε διαφορετικούς όγκους των υπαρχόντων τύπων εξαρτημάτων
- b) **Ευελιξία επέκτασης** - η ικανότητα να χτίζετε ένα σύστημα και να το επεκτείνετε σταδιακά
- c) **Ευελιξία δρομολόγησης** - ένα μέτρο των εναλλακτικών διαδρομών που μπορεί να ακολουθήσει αποτελεσματικά ένα εξάρτημα μέσω ενός συστήματος για ένα δεδομένο σχέδιο διαδικασίας
- d) **Ευελιξία διαδικασίας** - ένα μέτρο του όγκου του συνόλου των τύπων εξαρτημάτων που μπορεί να παράγει ένα σύστημα χωρίς να υποστεί καμία ρύθμιση
- e) **Ευελιξία προϊόντος** - ο όγκος του συνόλου των τύπων εξαρτημάτων που μπορούν να κατασκευαστούν σε ένα σύστημα με μικρή εγκατάσταση

### 3. Συγκεντρωτικές ευελιξίες

- a) **Ευελιξία προγράμματος** - η ικανότητα ενός συστήματος να λειτουργεί για αρκετά μεγάλα χρονικά διαστήματα χωρίς εξωτερική παρέμβαση
- b) **Ευελιξία παραγωγής** - ο όγκος του συνόλου των τύπων εξαρτημάτων που μπορεί να παράγει ένα σύστημα χωρίς σημαντικές επενδύσεις σε εξοπλισμό
- c) **Ευελιξία αγοράς** - η ικανότητα ενός συστήματος να προσαρμόζεται αποτελεσματικά στις μεταβαλλόμενες συνθήκες της αγοράς

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της εφαρμογής FMS

Πλεονεκτήματα

- Γρήγορες και με χαμηλότερο κόστος αλλαγές από το ένα εξάρτημα στο άλλο που θα βελτιώσει τη χρήση κεφαλαίου
- Χαμηλότερο κόστος εργασίας, λόγω της μείωσης του αριθμού των εργαζομένων
- Μειωμένο απόθεμα, λόγω της ακρίβειας σχεδιασμού και προγραμματισμού
- Συνέπεια και καλύτερη ποιότητα, λόγω του αυτοματοποιημένου ελέγχου
- Χαμηλότερο κόστος, λόγω της μεγαλύτερης παραγωγικότητας χρησιμοποιώντας τον ίδιο αριθμό εργαζομένων
- Εξοικονόμηση από την έμμεση εργασία, από μειωμένα λάθη, μειωμένες επισκευές και απορρίψεις

Μειονεκτήματα

Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

- Περιορισμένη ικανότητα προσαρμογής σε αλλαγές στο προϊόν ή το μείγμα προϊόντων (π.χ. οι μηχανές είναι περιορισμένης χωρητικότητας και τα απαραίτητα εργαλεία για προϊόντα, ακόμη και της ίδιας οικογένειας, δεν είναι πάντα εφικτά σε ένα δεδομένο FMS)
- Τεχνολογικά προβλήματα ακριβούς τοποθέτησης εξαρτημάτων και ακριβούς χρονισμού που απαιτούνται για την επεξεργασία ενός εξαρτήματος
- Ακριβιά, κοστίζουν εκατομμύρια δολάρια/ευρώ

Η πολυπλοκότητα και το κόστος των FMS είναι λόγοι για την αργή αποδοχή τους από τη βιομηχανία. (<https://www.uky.edu/~dsianita/611/fms.html>)

## 4.: Βασικές μέθοδοι και αλγόριθμοι προγραμματισμού παραγωγής

### 4.1 Ιστορικά στοιχεία – Κατηγοριοποίηση προβλημάτων προγραμματισμού παραγωγής

Η πρακτική του προγραμματισμού παραγωγής έχει μακρά ιστορία που χρονολογείται από τη Βιομηχανική Επανάσταση στα τέλη του 18ου αιώνα. Πριν από αυτή την περίοδο, η παραγωγή γινόταν σε μεγάλο βαθμό με χειρωνακτική εργασία και υπήρχε μικρή ανάγκη για επίσημο σχεδιασμό. Ωστόσο, καθώς η εκβιομηχάνιση άρχισε να επικρατεί, τα εργοστάσια έγιναν μεγαλύτερα και πιο περίπλοκα και η ανάγκη για αποτελεσματικό προγραμματισμό παραγωγής έγινε ολοένα και πιο σημαντική. Στις πρώτες μέρες του σχεδιασμού της παραγωγής, η εστίαση ήταν κυρίως στη βελτιστοποίηση της χρήσης μηχανημάτων και εργατικού δυναμικού για την αύξηση της αποδοτικότητας και τη μείωση του κόστους. Ένα από τα πρώτα γνωστά παραδείγματα προγραμματισμού παραγωγής είναι η χρήση του διαγράμματος Gantt, που αναπτύχθηκε από τον Αμερικανό μηχανικό Henry Gantt στις αρχές του 20ου αιώνα [11]. Αυτό το διάγραμμα χρησιμοποιήθηκε για τον σχεδιασμό και τον προγραμματισμό των παραγωγικών εργασιών και βοήθησε στη βελτίωση της αποδοτικότητας σε πολλούς τομείς. Κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, ο προγραμματισμός παραγωγής έγινε ακόμα πιο σημαντικός καθώς οι κυβερνήσεις και οι επιχειρήσεις προσπάθησαν να μεγιστοποιήσουν την παραγωγή αγαθών και προμηθειών για να βοηθήσουν στον πόλεμο. Σε αυτήν την περίοδο αναπτύχθηκαν οι προηγμένες τεχνικές προγραμματισμού (APS, Advanced Planning and scheduling techniques) οι οποίες επέτρεψαν πιο αποτελεσματικό σχεδιασμό και προγραμματισμό παραγωγής.

Στη μεταπολεμική περίοδο, η άνοδος των τεχνικών μαζικής παραγωγής και της καταναλωτικής κουλτούρας οδήγησαν περαιτέρω την ανάγκη για αποτελεσματικό προγραμματισμό παραγωγής. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας των υπολογιστών στο δεύτερο μισό του 20ου αιώνα επέτρεψε ακόμη πιο προηγμένες τεχνικές προγραμματισμού, και σήμερα, ο προγραμματισμός παραγωγής αποτελεί κρίσιμο μέρος πολλών βιομηχανιών.

Ο προγραμματισμός παραγωγής αντιμετωπίζει διάφορα προβλήματα τα οποία μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με τη φύση τους και τον τρόπο που επηρεάζουν την παραγωγικότητα μιας επιχείρησης. Οι βασικές κατηγορίες προβλημάτων προγραμματισμού παραγωγής είναι οι εξής:

1. Προβλήματα ποιότητας προϊόντος: Προβλήματα που σχετίζονται με την ποιότητα των προϊόντων που παράγονται, όπως αποτυχία προϊόντων στους ελέγχους ποιότητας.
2. Προβλήματα απόδοσης: Προβλήματα που σχετίζονται με την απόδοση της παραγωγικής διαδικασίας, όπως χαμηλή απόδοση μηχανημάτων, ανεπαρκής χρήση του χρόνου παραγωγής και υψηλοί χρόνοι αλλαγής μηχανημάτων.
3. Προβλήματα διαθεσιμότητας: Προβλήματα που σχετίζονται με τη διαθεσιμότητα των μηχανημάτων και των εξοπλισμών παραγωγής, όπως βλάβες μηχανημάτων και ανεπαρκής παρακολούθηση και συντήρηση εξοπλισμού.
4. Προβλήματα διαχείρισης επειγουσών καταστάσεων: Προβλήματα που σχετίζονται με τη διαχείριση επειγουσών καταστάσεων, ατυχήματα και καταστροφές.
5. Προβλήματα στελέχωσης και εκπαίδευσης: Προβλήματα που σχετίζονται με την απόκτηση και κατάρτιση επαρκούς αριθμού εργαζομένων με τις απαραίτητες

## Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

δεξιότητες για την παραγωγή, καθώς και προβλήματα σχετικά με τη διαχείριση του προσωπικού.

6. Προβλήματα στον εφοδιασμό και τις πρώτες ύλες: Προβλήματα που σχετίζονται με τον εφοδιασμό της επιχείρησης με πρώτες ύλες και ανταλλακτικά, όπως καθυστερήσεις στις παραδόσεις, ελλείψεις προϊόντων και κακή ποιότητα των προϊόντων.

### 4.2 Τι είναι το MRP και γιατί χρησιμοποιείται;

Το MRP (Material Requirements Planning) είναι ένα σύστημα διαχείρισης αποθεμάτων που βασίζεται σε υπολογιστή και χρησιμοποιείται για τον σχεδιασμό και τον έλεγχο των υλικών που απαιτούνται για τη διαδικασία παραγωγής. Ο σκοπός του MRP είναι να διασφαλίσει ότι τα σωστά υλικά είναι διαθέσιμα τη σωστή στιγμή στις σωστές ποσότητες, για να αποφευχθούν ελλείψεις ή υπερβολικό απόθεμα και να βελτιστοποιηθεί η απόδοση της παραγωγής. Το MRP χρησιμοποιείται από κατασκευαστικές εταιρείες όλων των μεγεθών και σε πολλούς κλάδους, συμπεριλαμβανομένων τον κλάδο των αυτοκινήτων, της αεροδιαστημικής και των ηλεκτρονικών. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για εταιρείες που έχουν πολύπλοκες αλυσίδες εφοδιασμού με πολλά διαφορετικά εξαρτήματα και προμηθευτές. Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα του MRP είναι ότι βοηθά τις εταιρείες να μειώσουν τα επίπεδα αποθεμάτων διασφαλίζοντας παράλληλα ότι διαθέτουν αρκετά υλικά για να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις παραγωγής. Χρησιμοποιώντας το MRP για την παρακολούθηση της ζήτησης για κάθε προϊόν και των επιπέδων αποθέματος κάθε εξαρτήματος, οι εταιρείες μπορούν να αποφύγουν την δημιουργία υπερβολικού αποθέματος και να μειώσουν το κόστος που σχετίζεται με τη διατήρηση πλεονάζοντος αποθέματος. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση κόστους για την εταιρεία. Το MRP βοηθά επίσης στη βελτίωση της αποδοτικότητας της παραγωγής διασφαλίζοντας ότι τα σωστά υλικά είναι διαθέσιμα την κατάλληλη στιγμή. Χρησιμοποιώντας το MRP για τον προγραμματισμό παραγωγής και την παραγγελία υλικών, οι εταιρείες μπορούν να αποφύγουν τις καθυστερήσεις στην παραγωγή και να μειώσουν τους χρόνους παράδοσης. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην αύξηση της ικανοποίησης των πελατών και στη βελτίωση της φήμης της εταιρείας. Επιπλέον, το MRP μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση της επικοινωνίας και της συνεργασίας μεταξύ των διαφορετικών τμημάτων της εταιρείας. Χρησιμοποιώντας το MRP για την ανταλλαγή πληροφοριών σχετικά με τα επίπεδα αποθέματος, τα χρονοδιαγράμματα παραγωγής και τις απαιτήσεις υλικών, τα τμήματα μπορούν να συνεργαστούν πιο αποτελεσματικά και να λάβουν καλύτερα ενημερωμένες αποφάσεις.

Το σύστημα MRP χρησιμοποιείται σε διάφορους τύπους επιχειρήσεων, κυρίως σε επιχειρήσεις με συστήματα παραγωγής job-shop. Σε αυτούς τους τύπους συστημάτων, κάθε πελάτης αναθέτει στο σύστημα την παραγωγή ενός συγκεκριμένου αριθμού προϊόντων, των οποίων οι προδιαγραφές έχουν καθοριστεί από τον ίδιο ή σε συνεργασία με το σύστημα. Το σύστημα διαθέτει μια σειρά μηχανών, στις οποίες ανατίθενται οι παραγγελίες για εκτέλεση. Στον πίνακα 2, παρουσιάζονται διάφορα παραδείγματα τέτοιων επιχειρήσεων κάνοντας παράλληλα μία κρίση για το κατά πόσο ένα MRP σύστημα θα προσδώσει οφέλη στην επιχείρηση με την εφαρμογή του. Στον πίνακα 2 περιλαμβάνονται και επιχειρήσεις με παραγωγή ροής (εκτός από job-shop), οι οποίες όμως περιορίζονται σε αυτές που εναλλάσσουν το τελικό τους προϊόν χωρίς να ακολουθούν δηλαδή μεθόδους συνεχούς ροής (flow-shop).

Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

Είδος Επιχείρησης	Παράδειγμα	Κέρδη
Συναρμολόγηση προς αποθήκευση	Συναρμολόγηση πολλαπλών εξαρτημάτων σε ένα τελικό προϊόν, το οποίο στη συνέχεια αποθηκεύεται για να ικανοποιήσει τη ζήτηση πελατών. π.χ. ρολόγια.	Υψηλά
Κατασκευή προς αποθήκευση	Αντικείμενα που κατασκευάζονται από μηχανές (παρά να συναρμολογούνται από εξαρτήματα) και στη συνέχεια αποθηκεύονται για να ικανοποιήσουν την προβλεπόμενη ζήτηση πελατών. π.χ. δακτύλιοι εμβόλων.	Χαμηλά
Συναρμολόγηση προς παραγγελία	Τελική συναρμολόγηση μετά από επιλογή standard από τον πελάτη. π.χ. αυτοκίνητα.	Υψηλά
Κατασκευή προς παραγγελία	Αντικείμενα που πάνε προς τελική κατασκευή μετά από επιλογή standard από τον πελάτη. Κυρίως βιομηχανικές παραγγελίες. π.χ. γρανάζια.	Χαμηλά
Παραγωγή προς παραγγελία	Αντικείμενα που είτε κατασκευάζονται είτε συναρμολογούνται σύμφωνα με τις προδιαγραφές του πελάτη ολοκληρωτικά. π.χ. εξαρτήματα βαριών μηχανών	Υψηλά
Ροής	Βιομηχανίες όπως χυτήρια, πλαστικών, χαρτιού, χημικών, επεξεργασίας φαγητού.	Μέτρια

**Πίνακας 2:** Πηγή: «Production and Operation Management», Chase, Aquilano, Jacobs

Όπως φαίνεται, το MRP είναι πιο χρήσιμο σε επιχειρήσεις που εμπλέκονται στη συναρμολόγηση τελικών προϊόντων από τα εξαρτήματά τους, ενώ είναι λιγότερο κατάλληλο για επιχειρήσεις που κατασκευάζουν απευθείας τα τελικά προϊόντα. Επιπλέον, πρέπει να σημειωθεί ότι η εφαρμογή του MRP δεν ταιριάζει καλά σε επιχειρήσεις που παράγουν μικρό αριθμό προϊόντων ετησίως. Επίσης, σε επιχειρήσεις που παράγουν πολύπλοκα και ακριβά προϊόντα που απαιτούν εξειδικευμένη έρευνα και σχεδιασμό, οι χρόνοι επεξεργασίας μπορεί να είναι πολύ μεγάλοι και τα χαρακτηριστικά των προϊόντων πολύπλοκα, με αποτέλεσμα το MRP να μην μπορεί να προσαρμοστεί κατάλληλα σε τέτοιες περιπτώσεις. [12]

## Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

Το MRP είναι ένα εξαιρετικά ισχυρό εργαλείο που προσφέρει στους χρήστες του πολλά πλεονεκτήματα, αλλά στην πράξη αντιμετωπίζει τους ακόλουθους περιορισμούς:

1. Υποθέτει ότι υπάρχει άπειρη χωρητικότητα και ότι οι προμηθευτές παραδίδουν πάντα σωστά και έγκαιρα. Έτσι, αναγκάζει τον επεξεργαστή MRP να δημιουργήσει χρονοδιαγράμματα και απαιτήσεις που δεν μπορούν να εκπληρωθούν από το εργοστάσιο.
2. Είναι ένα σύστημα «ανοικτού βρόγχου» που στέλνει σχέδια στο προσωπικό αγορών και παραγωγής αλλά δεν μπορεί να λάβει feedback. Ως αποτέλεσμα, δεν μπορεί να γίνει προσαρμογή στα σχέδια προκειμένου να διατηρηθούν τα χρονοδιαγράμματα έγκυρα.
3. Δημιουργεί έγκυρα χρονοδιαγράμματα με την έννοια ότι απορρέουν λογικά από τη ζήτηση. Αλλά πρακτικά μετά την εκκίνηση των προγραμματισμένων παραγγελιών, ορισμένοι από τους παράγοντες προγραμματισμού ενδέχεται να αλλάξουν.
4. Όταν οποιαδήποτε αλλαγή στη ζήτηση τροφοδοτεί το σύστημα, αυτό γίνεται «νευρικό» και προκαλεί υπερβολικό επανασχεδιασμό
5. Τα συστήματα MRP μπορεί να είναι δύσκολα, χρονοβόρα και δαπανηρά στην εφαρμογή τους.
6. Η εφαρμογή του MRP μπορεί να δυσαρεστήσει τους υπαλλήλους οι οποίοι θα πρέπει να είναι πειθαρχημένοι να διατηρούν τα βέλτιστα αρχεία MRP.

### Στόχοι MRP

1. Επιβεβαίωση ότι τα υλικά είναι διαθέσιμα για παραγωγή και ότι τα προϊόντα είναι διαθέσιμα για παράδοση στους πελάτες.
2. Διατήρηση όσο το δυνατόν χαμηλότερων επιπέδων υλικών και προϊόντων στο κατάστημα.
3. Προγραμματισμός κατασκευαστικών δραστηριοτήτων, χρονοδιαγραμμάτων παράδοσης και δραστηριοτήτων αγορών.

### Τα πέντε βασικά στοιχεία του MRP

1. Μια ολοκληρωμένη επιχειρησιακή διαδικασία που συνδέει στρατηγικά και επιχειρηματικά σχέδια με σχέδια πωλήσεων και επιχειρησιακά σχέδια
2. Μια διαδικασία καθοδηγούμενη από ανθρώπους που υποστηρίζεται από ένα σύστημα υπολογιστή
3. Μια επίσημη διαδικασία προγραμματισμού πόρων που περιλαμβάνει όλες τις λειτουργίες μέσα σε μια εταιρεία
4. Καθορισμένες αρμοδιότητες και μετρήσεις απόδοσης για όλες τις λειτουργίες μιας εταιρείας
5. Επικοινωνίες μεταξύ όλων των λειτουργιών σε μια εταιρεία καθώς και επικοινωνίες μεταξύ όλων των τμημάτων και των αδελφών εταιρειών

### **Απαιτούμενα δεδομένα για το MRP**

Σύμφωνα με την Wikipedia, τα παρακάτω δεδομένα εισόδου είναι απαραίτητα για τον προγραμματισμό του σχεδιασμού και της προμήθειας υλικών:

- Το τελικό προϊόν που δημιουργείται από την εταιρεία το οποίο ορίζεται ως επίπεδο 0.
- Τα υλικά για τα τελικά προϊόντα ορίζονται ως επίπεδο 1.
- Οι ποσότητες και ο χρόνος που απαιτούνται για την κάλυψη της ζήτησης.
- Διάρκεια ζωής των αποθηκευμένων υλικών.
- Αρχεία κατάστασης αποθέματος, αρχεία συνολικών υλικών που είναι διαθέσιμα προς χρήση, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που βρίσκονται σε απόθεμα (σε ετοιμότητα) συν υλικά κατόπιν παραγγελίας από προμηθευτές.
- Στοιχεία προγραμματισμού, τα οποία περιλαμβάνουν όλους τους περιορισμούς και τις οδηγίες για την παραγωγή των τελικών προϊόντων. Αυτό περιλαμβάνει στοιχεία όπως
  1. Δρομολόγηση
  2. Πρότυπα εργασίας και μηχανών
  3. Πρότυπα ποιότητας και δοκιμών
  4. Λεπτομέρειες μεγέθους παρτίδας, είτε fixed lot size, lot-for-lot size, ή economic order quantity
  5. Ποσότητα Παραγγελίας
  6. Ποσοστά σκραπ

Συμπερασματικά, το MRP είναι ένα σύστημα διαχείρισης αποθεμάτων που βασίζεται σε υπολογιστή και χρησιμοποιείται από κατασκευαστικές εταιρείες για τον σχεδιασμό και τον έλεγχο των υλικών που απαιτούνται για τη διαδικασία παραγωγής. Χρησιμοποιείται για τη μείωση των επιπέδων αποθεμάτων, τη βελτίωση της αποδοτικότητας της παραγωγής και την αύξηση της επικοινωνίας και της συνεργασίας μεταξύ των διαφορετικών τμημάτων. Αν και έχει ορισμένους περιορισμούς, το MRP είναι ένα σημαντικό εργαλείο για πολλές κατασκευαστικές εταιρείες που θέλουν να βελτιστοποιήσουν τις διαδικασίες παραγωγής τους και να μειώσουν το κόστος. [13] [14]

### **Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα MRP**

Η εφαρμογή MRP συστήματος σε μία επιχείρηση μπορεί να αποφέρει διάφορα θετικά αποτελέσματα. Τα πλεονεκτήματα του MRP είναι πολλά και σημαντικά. Παρακάτω παρουσιάζονται τα σημαντικότερα από αυτά.

- Καλύτερος έλεγχος παραγωγής
- Πιο ακριβής και πιο έγκαιρη πληροφόρηση
- Λιγότερα αποθέματα
- Μικρότερη απαξίωση αποθεμάτων
- Μεγαλύτερη αξιοπιστία
- Μεγαλύτερη ανταπόκριση στις απαιτήσεις της αγοράς
- Καλύτερη εξυπηρέτηση πελατών
- Ευχέρεια για πιο ανταγωνιστικές τιμές
- Μείωση του κόστους παραγωγής
- Ικανότητα τροποποίησης του βασικού χρονοδιαγράμματος
- Μείωση άεργου χρόνου στην παραγωγή



Παρατηρούνται σημαντικά πλεονεκτήματα με την εφαρμογή του MRP σε διάφορους τομείς της παραγωγικής διαδικασίας. Ωστόσο, έχουν επίσης παρατηρηθεί κάποια μειονεκτήματα κατά την εφαρμογή του. Ειδικότερα, παρατηρήθηκε ότι η συνεχής προσπάθεια διατήρησης χαμηλού επιπέδου αποθεμάτων, όπως προβλέπει το MRP, απαιτεί συχνές προμήθειες υλικών σε μικρότερες ποσότητες. Αυτό αυξάνει το κόστος παραγγελίας, το κόστος μεταφοράς και γενικότερα το κόστος ανά μονάδα του υλικού που αγοράζεται. Επιπλέον, η διατήρηση μικρών αποθεμάτων συνεπάγεται υψηλότερο κίνδυνο καθυστέρησης ή διακοπής της παραγωγής λόγω έλλειψης υλικών. Ωστόσο, πρέπει να τονιστεί ότι το MRP λαμβάνει υπόψη του τα αποθέματα ασφαλείας, τα οποία προσφέρουν κάποια προστασία στο σύστημα.

Τέλος, έχουν παρατηρηθεί ορισμένα προβλήματα κατά τη λειτουργία του συστήματος. Ειδικότερα, για να λειτουργεί σωστά, απαιτείται συνεχής ενημέρωση των αρχείων κατάστασης υλικών, αποθεμάτων και του βασικού χρονοδιαγράμματος παραγωγής. Η ανεπαρκής ενημέρωση αυτών των αρχείων μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένα αποτελέσματα για το σύστημα. Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί μια έλλειψη ευελιξίας στο σύστημα. Όταν το σύστημα δημιουργεί ένα συγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα παραγγελιών, είναι πολύ δύσκολο να προσαρμοστεί σε κάποια πιθανή αλλαγή στα δεδομένα εισόδου του. [15]

### **Λογική MRP συστήματος**

Το MRP βασίζεται στην έννοια της εξαρτημένης ζήτησης, η οποία αποτελεί θεμελιώδη αρχή. Η ζήτηση για έτοιμα προϊόντα δημιουργεί ζήτηση για συναρμολογημένα σύνολα, που με τη σειρά τους δημιουργούν ζήτηση για εξαρτήματα και άλλα συστατικά. Η ζήτηση για έτοιμα προϊόντα προκύπτει από τον προγραμματισμό της παραγωγής και τις απαιτήσεις των πελατών. Επομένως, δεν είναι απαραίτητο να γίνονται μεμονωμένες προβλέψεις για τις ανάγκες σε εξαρτήματα και υλικά, καθώς η "έκρηξη" του έτοιμου προϊόντος παρέχει αυτές τις πληροφορίες. Έκρηξη σημαίνει απλώς η κατάτμηση των έτοιμων αγαθών σε εξαρτήματα που μπορούν να σχεδιαστούν και να προγραμματιστούν μεμονωμένα. Η ποσότητα των διαθέσιμων υλικών για την παραγωγική διαδικασία εξαρτάται από τα διαθέσιμα υλικά και τα υλικά που έχουν παραγγελθεί και θα παραληφθούν στο μέλλον από τους προμηθευτές. Ο προγραμματισμός απαιτήσεων υλικών λειτουργεί με βάση την έννοια της διαρκούς απογραφής. Το κλειδί για τη χρήση του προγραμματισμού απαιτήσεων υλικών είναι η διαδικασία της δικτύωσης. Η διαδικασία της δικτύωσης βασίζεται στο γεγονός ότι, για παράδειγμα, ένα συναρμολογημένο υποσύνολο περιλαμβάνει όλα τα εξαρτήματα ή στοιχεία που το αποτελούν. Επομένως, εάν υπάρχει διαθέσιμο απόθεμα από τα υποσύνολα, πρέπει επίσης να υπολογιστούν τα εξαρτήματα που περιέχονται σε αυτά τα υποσύνολα και, για την ακρίβεια, να αφαιρεθούν από τους υπολογισμούς για να αποφευχθεί η διπλή μέτρηση. [16]

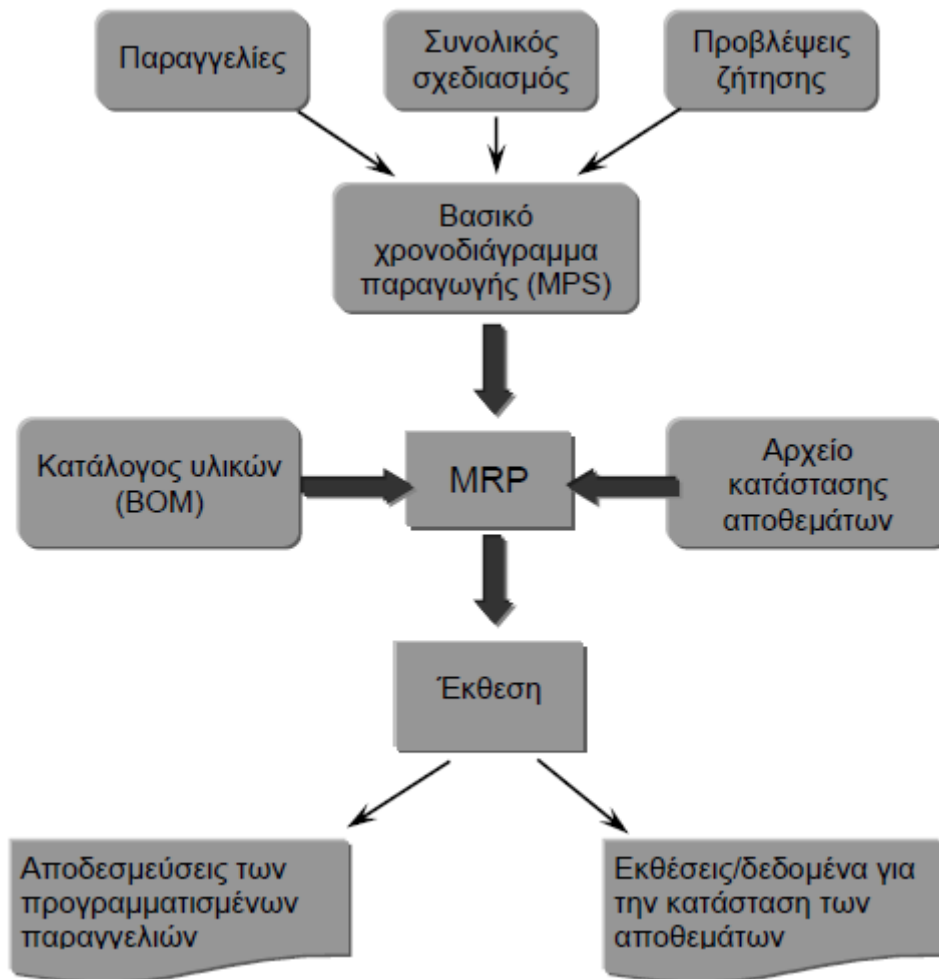
### **Διάγραμμα Ροής Πληροφοριών για Λειτουργία Συστήματος MRP**

Ο προγραμματισμός απαιτούμενων υλικών αποτελεί μια διοικητική λειτουργία, που εντάσσεται στη συνολική διαδικασία προγραμματισμού της παραγωγής, όπως απεικονίζεται στο σχήμα 3. Στο σχήμα αυτό φαίνεται το διάγραμμα ροής των πληροφοριών, που είναι απαραίτητες για να εκτελεστεί κάθε διαφορετική λειτουργία. Με αυτόν τον τρόπο, οι πληροφορίες και οι προβλέψεις για τη ζήτηση των τελικών προϊόντων από τυχαίους πελάτες και οι ήδη υπάρχοντες παραγγελίες από γνωστούς πελάτες απαιτούνται για την εκπόνηση του βασικού χρονοδιαγράμματος παραγωγής (MPS), με βάση κριτήρια και κατευθύνσεις που καθορίζονται από τη διοίκηση στο γενικό σχεδιασμό παραγωγής της επιχείρησης. Οι πληροφορίες που περιέχονται στο MPS, δηλαδή τι και πόσο θα παραχθεί κάθε μήνα μέσα στον ορίζοντα προγραμματισμού, χρησιμοποιούνται σαν είσοδο στο MRP.

Επίσης, είναι απαραίτητες οι τεχνικές πληροφορίες για τις προδιαγραφές των τελικών προϊόντων. Από το αρχείο κατάστασης υλικών (Bill Of Materials, BOM), προκύπτουν τα συγκεκριμένα υλικά που απαιτούνται για την παραγωγή του τελικού προϊόντος καθώς και η ποσότητα του κάθε υλικού. Τέλος, σαν είσοδο στο MRP χρησιμοποιούνται και πληροφορίες για τα υπάρχοντα αποθέματα υλικών, οι οποίες βρίσκονται στο αρχείο κατάστασης αποθεμάτων. Συνοψίζοντας, τα δεδομένα που απαιτεί ένα MRP σύστημα είναι τα εξής:

- Βασικό χρονοδιάγραμμα παραγωγής (MPS)
- Αρχείο κατάστασης υλικών (BOM)
- Αρχείο κατάστασης αποθεμάτων

Ειδικότερα, με τη χρήση των πληροφοριών από το βασικό χρονοδιάγραμμα παραγωγής και τα αρχεία των αποθεμάτων υλικών, θα αναλυθούν οι συνολικές ποσότητες κάθε υλικού που απαιτούνται για την παραγωγή, καθώς και ο χρόνος που απαιτείται για να είναι διαθέσιμα. Το αρχείο κατάστασης υλικών παρουσιάζει το είδος των υλικών και τις ποσότητες ανά μονάδα προϊόντος, αναλύοντας τα συστατικά του τελικού προϊόντος. Έτσι, με βάση τις προδιαγραφές των τελικών προϊόντων, θα προκύψει η απαιτούμενη κατηγορία πρώτων υλών, υλικών και εξαρτημάτων για την παραγωγή τους, καθώς και οι αντίστοιχες ποσότητες ανά μονάδα προϊόντος.



Σχήμα 3: Διάγραμμα ροής MRP. Πηγή: «Διοίκηση Εκμετάλλευσης», Shim, Siegel

### Αρχείο Κατάστασης Υλικών (BOM)

Το αρχείο κατάστασης υλικών (BOM) παρέχει μια λεπτομερή περιγραφή του προϊόντος, περιλαμβάνοντας όχι μόνο τα υλικά, τα υποσύνολα και τα εξαρτήματα που απαρτίζουν το προϊόν, αλλά επίσης την ακολουθία με την οποία το προϊόν συναρμολογείται. Το αρχείο κατάστασης υλικών συχνά αναφέρεται και ως αρχείο δομής προϊόντος ή δέντρο προϊόντος. Περιλαμβάνει πληροφορίες που καθορίζουν τα στοιχεία που συνθέτουν το τελικό προϊόν, καθώς και την ποσότητα που απαιτείται για καθένα από αυτά προκειμένου να δημιουργηθεί μια μονάδα του προϊόντος.

Πέραν του αρχείου κατάστασης υλικών που περιγράφει τη δομή του τελικού προϊόντος, παρατηρείται η χρήση αρχείων κατάστασης υλικών για υποσύνολα προϊόντων. Τα υποσύνολα αυτά μπορούν να συναρμολογηθούν από μικρότερα εξαρτήματα και να αποθηκευτούν ως αυτόνομα υποπροϊόντα. Σε περίπτωση που το τελικό προϊόν είναι μεγάλο και ακριβό, η παραγωγή του μπορεί να ελεγχθεί και να προγραμματιστεί αποτελεσματικότερα χρησιμοποιώντας αρχεία κατάστασης υλικών για τα διάφορα υποσύνολά του. Επίσης, η χρήση τέτοιων αρχείων αποδεικνύεται πολύτιμη όταν ένα υποσύνολο χρησιμοποιείται για την κατασκευή διάφορων τελικών προϊόντων. Μέσω αυτής της διαδικασίας, μπορεί να επιτευχθεί

## Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

μείωση του αποθέματος που απαιτείται για το υποσύνολο προκειμένου να κατασκευαστούν οι διάφοροι τελικοί προϊόντες.

Στην περίπτωση που διάφορα υποσύνολα ή εξαρτήματα χρησιμοποιούνται στην παραγωγή διάφορων άλλων συνόλων είναι προτιμότερο το κάθε ένα από αυτά να ανήκει σε κάθε περίπτωση στο ίδιο επίπεδο στο αρχείο κατάστασης υλικών. Ο κανόνας αυτός ονομάζεται Low-Level Coding. Εφαρμόζοντας τον κανόνα αυτό είναι εφικτός ο καλύτερος έλεγχος και η σωστότερη διαχείριση των υλικών.

### **Βασικό Χρονοδιάγραμμα Παραγωγής (MPS)**

Η ζήτηση για τα τελικά προϊόντα προέρχεται αρχικά από δύο κύριες πηγές. Η πρώτη πηγή είναι οι γνωστοί πελάτες της επιχείρησης, οι οποίοι έχουν ήδη υποβάλει τις παραγγελίες τους και συνήθως συνοδεύονται από συγκεκριμένη ημερομηνία παράδοσης. Σε αυτήν την περίπτωση, δεν απαιτείται πρόβλεψη της ζήτησης, αφού η συνολική ζήτηση προκύπτει από το άθροισμα των μεμονωμένων παραγγελιών. Η δεύτερη πηγή είναι η ζήτηση που πρέπει να προβλεφθεί. Για την πρόβλεψη αυτής της ανεξάρτητης ζήτησης, απαιτείται η χρήση διάφορων μοντέλων πρόβλεψης, την ανάλυση της αγοράς και άλλες μεθόδους. Η συνδυασμένη ζήτηση από τους γνωστούς πελάτες και τις προβλέψεις αποτελεί την είσοδο στο βασικό χρονοδιάγραμμα παραγωγής.

Το βασικό χρονοδιάγραμμα παραγωγής (MPS) καθορίζει το επιθυμητό επίπεδο και το χρονικό πλαίσιο για ένα τελικό προϊόν. Περιλαμβάνει τις εξής πληροφορίες: (α) τα συγκεκριμένα τελικά προϊόντα που θα παραχθούν, (β) το χρονικό σημείο κατά το οποίο απαιτούνται αυτά τα προϊόντα και (γ) οι ποσότητες που απαιτούνται. Συνήθως, τα βασικά προγράμματα παραγωγής καταρτίζονται για περίοδο από 26 έως 104 εβδομάδες, με επανεκδόσεις και αναθεωρήσεις κάθε μία ή δύο εβδομάδες. Τα βασικά χρονοδιαγράμματα συντάσσονται σε προκαθορισμένες μονάδες χρόνου, συνήθως εβδομάδες, κατά τις οποίες προγραμματίζεται η παραγωγή.

Το MRP δυσχεραίνεται από το γεγονός ότι η ζήτηση των υλικών δεν διαμορφώνεται τυχαία, όπως στη περίπτωση της μαζικής ανεξάρτητης ζήτησης προϊόντων που διατίθενται στην αγορά, αλλά δευτερογενώς, από τα χρονοδιαγράμματα παραγωγής των τελικών προϊόντων.

### **Αρχείο κατάστασης αποθεμάτων**

Το αρχείο κατάστασης αποθεμάτων περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με την ποσότητα ενός συγκεκριμένου υλικού που είναι διαθέσιμο ή έχει παραγγελθεί από προμηθευτές. Περιέχει λεπτομέρειες όπως οι συνολικές απαιτήσεις, οι προγραμματισμένες παραλαβές και η αναμενόμενη διαθέσιμη ποσότητα. Επιπλέον, μπορεί να περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τον προμηθευτή, το μέγεθος των παρτίδων και τους αποδεκτούς χρόνους παράδοσης για την απόκτηση των εξαρτημάτων, καθώς και τις εσωτερικές λειτουργίες σε αυτά τα μέρη, όπως ο χρόνος αναμονής μεταξύ των λειτουργιών. Σε ένα υπολογιστικό σύστημα, το αρχείο κατάστασης αποθεμάτων μπορεί να είναι μεγάλο, καθώς κάθε υλικό στα αποθέματα έχει το δικό του αρχείο που περιέχει πληροφορίες χωρίς όρια.

### **Μεθοδολογία MRP συστήματος**

Για την λειτουργία του συστήματος MRP απαιτείται να είναι γνωστό από το βασικό χρονοδιάγραμμα παραγωγής τι πρέπει να παραχθεί και πότε. Στην συνέχεια, από το αρχείο κατάστασης υλικών να προσδιοριστεί ποια εξαρτήματα πρέπει να παραχθούν και πότε. Επίσης, λαμβάνεται υπόψη από το αρχείο κατάστασης αποθεμάτων πόσα από αυτά τα υλικά υπάρχουν ήδη ως αποθέματα και πόσα έχουν ήδη προγραμματιστεί να παραγγελθούν ή έχουν ήδη παραγγελθεί και αναμένεται η παραλαβή τους.

### **Έξοδοι Συστήματος MRP**

Οι έξοδοι των συστημάτων MRP παρέχουν δυναμικά το χρονοδιάγραμμα των υλικών για το μέλλον, δηλαδή την ποσότητα κάθε υλικού που απαιτείται σε κάθε χρονική περίοδο ώστε να τηρείται το βασικό χρονοδιάγραμμα. Προκύπτουν δύο βασικές έξοδοι για το MRP:

- Χρονοδιάγραμμα προγραμματισμένων παραγγελιών. Πρόγραμμα της ποσότητας κάθε υλικού που θα παραγγέλνεται σε κάθε χρονική περίοδο.
- Αλλαγές σε προγραμματισμένες παραγγελίες. Τροποποίηση των προηγούμενων προγραμματισμένων παραγγελιών.

Οι δευτερεύουσες έξοδοι του MRP παρέχουν τις ακόλουθες πληροφορίες:

- Αναφορές αποκλίσεων. Αναφορές που επισημαίνουν τα στοιχεία που απαιτούν την ιδιαίτερη προσοχή της διοίκησης ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή ποσότητα υλικών σε κάθε χρονική περίοδο (π.χ. αναφορά σφαλμάτων, καταστάσεις εκτός ορίων και υπερβολικά απορρίμματα).
- Αναφορές απόδοσης. Αναφορές που δηλώνουν πόσο καλά λειτουργεί ένα σύστημα (π.χ. γυρίσματα αποθεμάτων, ποσοστό των υποσχέσεων αποστολής εμπορευμάτων που τηρήθηκαν και επιπτώσεις από την εξάντληση των αποθεμάτων).
- Αναφορές σχεδιασμού. Αναφορές που θα χρησιμοποιηθούν σε μελλοντικές δραστηριότητες του σχεδιασμού αποθεμάτων (π.χ. προβλέψεις για τα αποθέματα, αναφορά δεσμεύσεων για αγορές, στοιχεία για πηγές ζήτησης (σταθεροποίηση) και μακροπρόθεσμος προγραμματισμός απαιτήσεων υλικών).

## 5.: Το σύστημα MRP II

### 5.1 Στοιχεία και περιγραφή του MRP II

Το MRP II (Manufacturing Resource Planning) είναι ένα πληροφοριακό σύστημα προγραμματισμού παραγωγής και ελέγχου αποθέματος που βοηθά τις επιχειρήσεις να βελτιστοποιήσουν τους πόρους τους και να μειώσουν το κόστος. Το MRP II είναι μια πιο προηγμένη έκδοση του Material Requirements Planning (MRP), η οποία αναπτύχθηκε το 1960 για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των εργασιών παραγωγής. Το MRP II έχει σχεδιαστεί για να ενσωματώνει όλες τις πτυχές του προγραμματισμού και του ελέγχου της παραγωγής, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης αποθέματος, του σχεδιασμού χωρητικότητας και του προγραμματισμού. Το σύστημα βασίζεται στο κύριο πρόγραμμα παραγωγής (MPS), το οποίο είναι ένα λεπτομερές σχέδιο που καθορίζει την ποσότητα και το χρονοδιάγραμμα όλων των προϊόντων που θα παραχθούν. Στη συνέχεια, το MPS χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ενός σχεδίου υλικών, το οποίο προσδιορίζει τα υλικά που χρειάζονται για την παραγωγή των προϊόντων και πότε χρειάζονται. Το σχέδιο υλικών χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ενός σχεδίου αγορών, το οποίο καθορίζει πότε και πόσα υλικά πρέπει να παραγγελθούν. Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του MRP II είναι η ικανότητά του να παρακολουθεί και να διαχειρίζεται τα επίπεδα αποθέματος. Το σύστημα μπορεί να δημιουργήσει αυτόματα εντολές αγοράς και εντολές παραγωγής με βάση τα επίπεδα αποθέματος, γεγονός που βοηθά να διασφαλιστεί ότι τα υλικά και τα προϊόντα είναι πάντα διαθέσιμα όταν χρειάζεται. Το MRP II μπορεί επίσης να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να βελτιστοποιήσουν τη χρήση των πόρων τους εντοπίζοντας περιορισμούς χωρητικότητας και προγραμματίζοντας την παραγωγή για μεγιστοποίηση της απόδοσης. Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό του MRP II είναι η ικανότητά του να παρέχει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για την απόδοση παραγωγής. Το σύστημα μπορεί να παρακολουθεί την πρόοδο της παραγωγής, να εντοπίζει σημεία συμφόρησης και να παρέχει ειδοποιήσεις όταν προκύπτουν προβλήματα. Αυτό επιτρέπει στις επιχειρήσεις να ανταποκρίνονται γρήγορα σε ζητήματα και να κάνουν προσαρμογές στα σχέδια παραγωγής τους, όπως απαιτείται.

Εκτός από τον προγραμματισμό πόρων, το MRP II είναι ουσιαστικά ένα σύστημα πληροφοριών διαχείρισης παραγωγής (Manufacturing management information system - MMIS). Βοηθά στην αναφορά σχετικά με την πρόοδο της κατασκευής καθώς και στην αναφορά κόστους. Είναι ένα σύστημα που ασχολείται με όλες τις επιχειρηματικές διαδικασίες που εμπλέκονται όπως οι πωλήσεις, η ανάπτυξη προϊόντων, η μηχανική, η παραγωγή, οι αγορές, η απογραφή και η χρηματοδότηση.

### **Βασικές λειτουργίες (key functions) του MRP II**

1. Κύριο πρόγραμμα παραγωγής
2. Item master data
3. Bill of materials (BOM)
4. Production resources data
5. Αποθέματα και παραγγελίες
6. Διαχείριση αγορών
7. Προγραμματισμός απαιτούμενων υλικών (MRP)
8. Shop floor control (SFC)
9. Προγραμματισμός απαιτήσεων χωρητικότητας (capacity requirements planning - CRP)
10. Standard costing for effective cost control
11. Cost reporting for management cost control

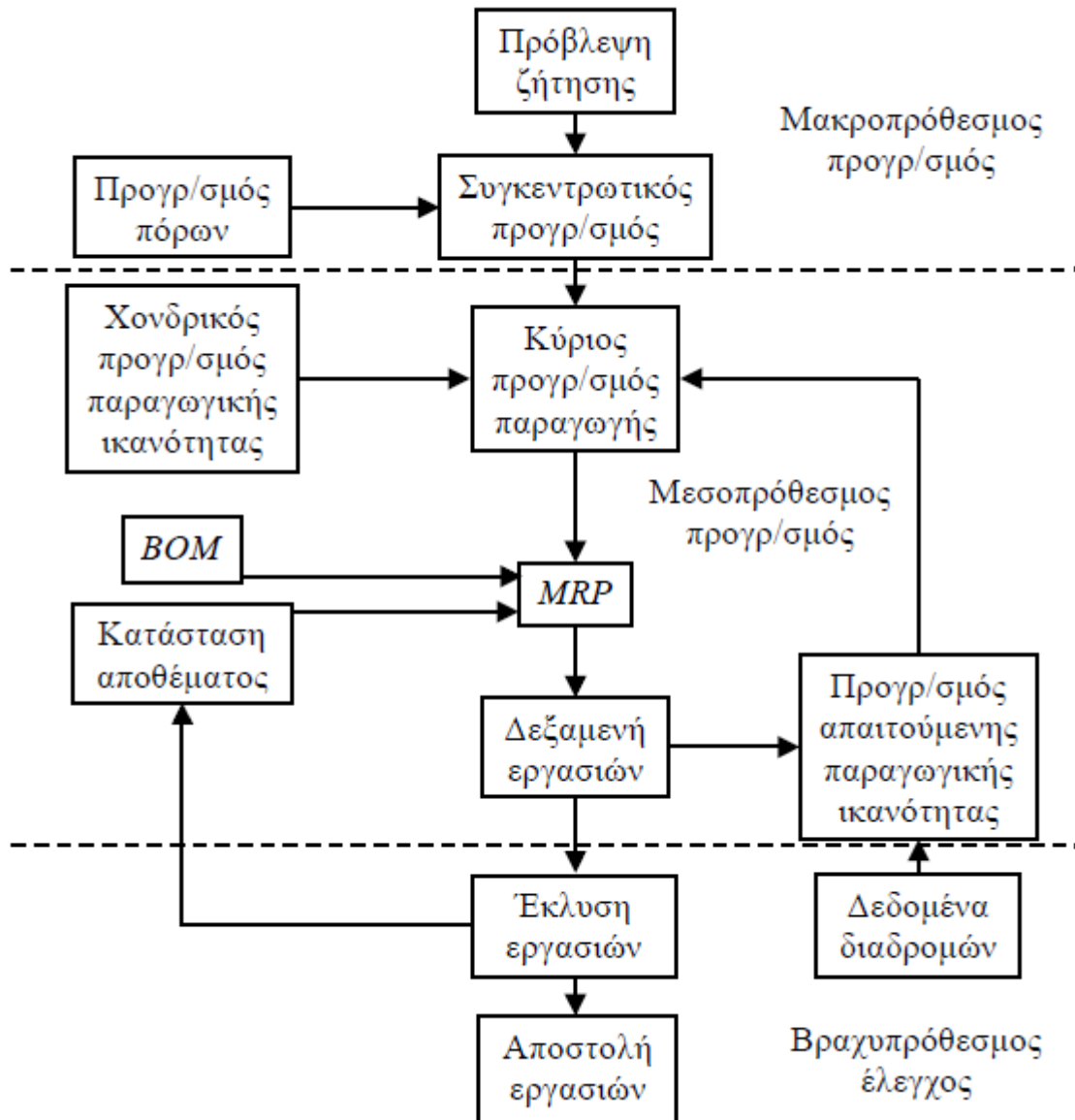
### **Οφέλη του MRP II**

- Δεδομένου ότι οι σχεδιαστές παραγωγής έχουν άμεση πρόσβαση σε ζωτικής σημασίας πληροφορίες προγραμματισμού αποθέματος και προτεραιότητας, μπορούν να δημιουργήσουν ρεαλιστικά και ακριβή χρονοδιαγράμματα παραγωγής.
- Αυτό δίνει τη δυνατότητα στους υπεύθυνους αγορών να γνωρίζουν την ακριβή ποσότητα υλικών που χρειάζονται και έτσι να είναι πιο αποτελεσματικοί στη διαπραγμάτευση της καλύτερης τιμής και της παράδοσης από τους πωλητές.
- Το προσωπικό είναι σε θέση να ανταποκριθεί γρήγορα σε αλλαγές και να επαναπρογραμματίσει ή να μεταφέρει την εργασία.
- Η λογιστική των ανταλλακτικών σύμφωνα με το BOM, την εργασία και το γενικό κόστος καθορίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια το κόστος του προϊόντος, με αποτέλεσμα καλύτερη απόφαση τιμολόγησης και καλύτερα περιθώρια κέρδους.

Με άλλα λόγια, τα άμεσα οφέλη του συστήματος περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

1. Βελτιστοποιεί την επένδυση στο απόθεμα βελτιώνοντας την ακρίβεια του αποθέματος.
2. Η μέτρηση της απόδοσης του προμηθευτή διευκολύνει τις διαπραγματεύσεις για τη βέλτιστη τιμή και τον προσδιορισμό των χρονικών απαιτήσεων απογραφής.
3. Βελτιώνει την ευχαρίστηση των πελατών μέσω έγκαιρης παράδοσης, αυξάνοντας την ακρίβεια των διαθέσιμων αποθεμάτων και διασφαλίζοντας τη διαθεσιμότητα των σωστών ποσοτήτων όπου και όποτε χρειάζεται.
4. Βελτιώνει την παραγωγικότητα παρέχοντας πλήρεις έγκαιρες πληροφορίες σχετικά με την παραγγελία και τα κέντρα εργασίας, προβλέποντας τα σημεία συμφόρησης στη χωρητικότητα, ώστε η εργασία να μπορεί να επαναπρογραμματιστεί ή να αλλάξει δρομολόγηση.
5. Επιτρέπει τη μέτρηση της πραγματικής απόδοσης συγκριτικά με το πρότυπο.
6. Βελτιώνει την ποιότητα των προϊόντων καταγράφοντας και αναλύοντας τους λόγους για αστοχίες και επιστροφές.

## Ιεραρχία του MRP II



Σχήμα 4: Ιεραρχία του MRP II (Γ.Λυμπερόπουλος: Σχεδιασμός & Προγραμματισμός Παραγωγής)

### Μακροπρόθεσμος προγραμματισμός

Μήκος χρονικού ορίζοντα: έξι μήνες - πέντε έτη

Συχνότητα αναπρογραμματισμού: μια φορά ανά μήνα - μια φορά ανά έτος.

Βαθμός λεπτομέρειας είναι συνήθως στο επίπεδο οικογένειας τεμαχίων

**Πρόβλεψη (forecasting):** Ο στόχος είναι να προβλέψει τις μελλοντικές ζητήσεις. Οι προβλέψεις σε μακροπρόθεσμο επίπεδο είναι σημαντικές για να προσδιοριστούν οι ανάγκες σε παραγωγική ικανότητα, εργαλεία και ανθρώπινο δυναμικό. Οι προβλέψεις σε βραχυπρόθεσμο επίπεδο μετατρέπουν τις μακροπρόθεσμες προβλέψεις οικογενειών τεμαχίων σε βραχυπρόθεσμες προβλέψεις μεμονωμένων τελικών ειδών.



Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα MRP/II. Μελέτη Περίπτωσης

**Προγραμματισμός πόρων (resource planning):** Η διαδικασία του καθορισμού της απαιτούμενης παραγωγικής ικανότητας μακροπρόθεσμα.

**Συγκεντρωτικός προγραμματισμός (aggregate planning):** Χρησιμοποιείται για να καθοριστούν επίπεδα παραγωγής, επάνδρωσης, αποθεμάτων, υπερωριών σε μακροχρόνια βάση. Το επίπεδο λεπτομέρειας είναι τυπικά ανά μήνα και για οικογένειες τεμαχίων.

### Μεσοπρόθεσμος Προγραμματισμός

**Κύριος προγραμματισμός παραγωγής (master production scheduling):** Παράγει το MPS, ένα θεμελιώδες εισαγόμενο του MRP. Η λειτουργία αυτή συνεργάζεται με τον χονδρικό προγραμματισμό παραγωγικής ικανότητας για να εξασφαλίσει ότι το MPS είναι εφικτό ως προς την παραγωγική ικανότητα.

**Χονδρικός προγραμματισμός παραγωγικής ικανότητας (rough-cut capacity planning ή RCCP):** Χρησιμοποιείται για να παράσχει έναν γρήγορο έλεγχο της παραγωγικής ικανότητας μερικών κρίσιμων πόρων με στόχο να εξασφαλιστεί ότι το MPS είναι εφικτό.

**Πίνακας πόρων (bill of resources):** Δίνει τον αριθμό των ωρών που απαιτούνται σε κάθε κρίσιμο πόρο για την κατασκευή ενός τελικού είδους.

**Δεξαμενή εργασιών (job pool):** Είναι το εξαγόμενο του MRP που αποτελείται από προγραμματισμένες εκλύσεις παραγγελιών. Αυτές εκλύονται στο δάπεδο του εργοστασίου με την λειτουργία της έκλυσης εργασιών (job release).

**Προγραμματισμός απαιτούμενης παραγωγικής ικανότητας (capacity requirements planning ή CRP):** Παρέχει έναν πιο λεπτομερή έλεγχο των παραγόμενων από το MRP προγραμμάτων παραγωγής ως προς την παραγωγική ικανότητα από ότι το RCCP. Το CRP εκτελεί τη διαδικασία της πρόσθιας ανάθεσης φόρτου με άπειρη παραγωγική ικανότητα (infinite forward loading). Το CRP προβλέπει τους χρόνους ολοκλήρωσης για κάθε κέντρο επεξεργασίας χρησιμοποιώντας σταθερούς χρόνους υστέρησης και στην συνέχεια υπολογίζει έναν προβλεπόμενο φόρτο εργασίας κατά την διάρκεια του χρόνου. Οι φόρτοι συγκρίνονται με την διαθέσιμη παραγωγική ικανότητα, αλλά δεν γίνεται καμία διόρθωση για καταστάσεις υπερφόρτωσης.

### Βραχυπρόθεσμος Έλεγχος

Από τη στιγμή που εκλύεται μια εργασία ή μια παραγγελία αγοράς, απαιτείται ένας μηχανισμός ελέγχου για να διασφαλιστεί η έγκαιρη και σωστή ολοκλήρωσή της. Στην περίπτωση αγοράς εξαρτημάτων, πρέπει να υπάρχει παρακολούθηση της παραγγελίας αγοράς. Όσον αφορά την εσωτερική κατασκευή, ο έλεγχος γίνεται μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται έλεγχος δαπέδου εργοστασίου (shop floor control ή SFC) ή έλεγχος παραγωγικής δραστηριότητας (production activity control ή PAC). Μέσα στο SFC υπάρχουν δύο λειτουργίες: η αποστολή εργασιών και ο έλεγχος εισαγόμενων/εξαγόμενων.

**Αποστολή εργασιών (job dispatching):** Η βασική έννοια πίσω από την αποστολή εργασιών είναι η δημιουργία ενός συστήματος προτεραιότητας για την ταξινόμηση των εργασιών που βρίσκονται στην ουρά κάθε σταθμού εργασίας, με σκοπό την τήρηση των προθεσμιών παράδοσης και την επίτευξη υψηλού επιπέδου απασχόλησης των μηχανημάτων και χαμηλών

χρόνων κατασκευής. Έχουν προταθεί πολλοί τέτοιοι κανόνες για την εφαρμογή αυτής της αρχής.

Ένας από τους απλούστερους κανόνες που χρησιμοποιείται είναι γνωστός ως "**βραγύτερος χρόνος επεξεργασίας**" (**shortest processing time ή SPT**). Σύμφωνα με αυτόν τον κανόνα, οι εργασίες που αναμένουν επεξεργασία στην ουρά κάθε σταθμού εργασίας ταξινομούνται με βάση τον αύξοντα χρόνο επεξεργασίας που απαιτείται για κάθε μία από αυτές. Η χρήση του κανόνα SPT συνήθως οδηγεί σε μείωση του μέσου χρόνου κατασκευής και αύξηση της απασχόλησης των μηχανημάτων. Παρόλο που οι ημερομηνίες παράδοσης δεν λαμβάνονται υπόψη κατά την διάταξη των εργασιών, η μέση τήρησή τους είναι γενικά ικανοποιητική.

Αν οι εργασίες έχουν περίπου το ίδιο μέγεθος και οι διαδρομές είναι αρκετά συνεπείς, ένας καλός κανόνας αποστολής εργασιών είναι η λεγόμενη **νωρίτερη ημερομηνία παράδοσης** (**earliest due date ή EDD**) κάτω από την οποία η επόμενη εργασία που επιλέγεται είναι αυτή με την κοντινότερη ημερομηνία παράδοσης.

#### **Έλεγχος εισαγόμενων/εξαγόμενων (Input/output control).**

Ο έλεγχος εισαγόμενων/εξαγόμενων προτάθηκε αρχικά από τον Wight (1970) ως τρόπος για να κρατηθούν οι χρόνοι υστέρησης υπό έλεγχο και λειτουργεί ως εξής:

1. Παρακολουθείται το επίπεδο *WIP* σε κάθε κέντρο επεξεργασίας.
2. Αν το *WIP* ξεπεράσει ένα συγκεκριμένο ανώτατο επίπεδο, τότε ο τρέχων ρυθμός έκλυσης είναι πολύ μεγάλος, συνεπώς μειώνεται.
3. Αν το *WIP* πέσει κάτω από ένα συγκεκριμένο κατώτατο επίπεδο, τότε ο τρέχων ρυθμός έκλυσης είναι πολύ μικρός, συνεπώς αυξάνεται.
4. Αν το επίπεδο *WIP* παραμείνει ανάμεσα στα δύο αυτά επίπεδα, τότε ο τρέχων ρυθμός έκλυσης είναι σωστές για τις τρέχουσες συνθήκες.

Οι δράσεις αύξησης και μείωσης πραγματοποιούνται μετατρέποντας το MPS. Ο έλεγχος εισαγόμενων/εξαγόμενων παρέχει έναν εύκολο τρόπο να ελεγχθούν οι εκκλίσεις έναντι της διαθέσιμης παραγωγικής ικανότητας. Όμως, περιμένοντας μέχρι το επίπεδο *WIP* να ανέβει υπερβολικά, το σύστημα έχει κατά κάποιο τρόπο ήδη περιέλθει εκτός ελέγχου. [17]

#### **Απαιτήσεις για επιτυχημένη υλοποίηση MRP II**

Οι ακόλουθοι παράγοντες θεωρούνται απαραίτητοι για την επιτυχή εφαρμογή ενός συστήματος MRP II:

1. Υπεύθυνος έργου: Η επιτυχία του MRP II εξαρτάται από έναν καλό επικεφαλής. Η σωστή επιλογή του επικεφαλής του έργου για την επίβλεψη, την παρακολούθηση και την καθοδήγηση της υλοποίησης του MRP II είναι κρίσιμη για αυτό το έργο.
2. Οργάνωση έργου: Ο επικεφαλής του MRP II θα πρέπει να αναφέρεται περιοδικά σε μια διευθύνουσα επιτροπή που αποτελείται από τους επικεφαλής παραγωγής, πωλήσεων και οικονομικών της εταιρείας.
3. Εκπαίδευση και Συμμετοχή: Η ανώτατη διοίκηση πρέπει να είναι εκπαιδευμένη στην έννοια, τη διαδικασία και τα οφέλη του MRP. Θα πρέπει να συμμετέχουν ενεργά στην εξέταση της προόδου και στην επίλυση προβλημάτων.

## Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

4. Ακρίβεια δεδομένων: Είναι πολύ σημαντικό τα δεδομένα αποθέματος, BOM και δρομολόγησης να είναι ακριβή.
5. Στατιστικά απόδοση: Είναι δύσκολο να εκτιμηθεί η επιτυχία της εγκατάστασης του MRP II χωρίς τη μέτρηση της απόδοσης του με βάση τα συγκεκριμένα κριτήρια.

Συνολικά, το MRP II είναι ένα ισχυρό εργαλείο που μπορεί να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να βελτιώσουν τον προγραμματισμό παραγωγής, τη διαχείριση αποθεμάτων και τη χρήση πόρων. Χρησιμοποιώντας το MRP II, μπορεί να μειωθεί το κόστος, να αυξηθεί η αποδοτικότητα και η ικανοποίηση των πελατών. [18]

### 5.2 Από το MRP σε MRP II

Η μετάβαση από MRP στο MRP II οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των περιορισμών του MRP και των μεταβαλλόμενων αναγκών των κατασκευαστικών εταιρειών. Ενώ το MRP ήταν μια σημαντική βελτίωση σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους χειροκίνητου προγραμματισμού, είχε ορισμένους περιορισμούς. Για παράδειγμα, δεν λάμβανε υπόψη τους περιορισμούς της χωρητικότητας, οι οποίοι θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε υπερπαραγωγή ή υποπαραγωγή. Για την αντιμετώπιση αυτών των περιορισμών, η έννοια του MRP II αναπτύχθηκε στα τέλη του 1970 και στις αρχές του 1980. Το MRP II επέκτεινε τις δυνατότητες του MRP ενσωματώνοντας πρόσθετες λειτουργίες όπως ο προγραμματισμός χωρητικότητας, οικονομικό σχεδιασμό και shop floor control. Το MRP II εισήγαγε επίσης την έννοια του closed-loop planning, που επέτρεψε στις επιχειρήσεις να παρακολουθούν την πραγματική απόδοση παραγωγής και να προσαρμόζουν τα σχέδιά τους σε πραγματικό χρόνο. Η μετάβαση από το MRP στο MRP II δεν ήταν πάντα εύκολη, καθώς πολλές εταιρείες είχαν επενδύσει πολλά χρήματα στα συστήματα MRP και δεν ήταν πρόθυμες να στραφούν σε ένα νέο σύστημα. Ωστόσο, τα οφέλη του MRP II, όπως η βελτιωμένη απόδοση, το μειωμένο κόστος και η καλύτερη εξυπηρέτηση πελατών, ήταν αρκετά σημαντικά ώστε να πείσουν πολλούς να κάνουν τη μετάβαση. Επιπλέον, η πρόοδος στην τεχνολογία των υπολογιστών, όπως η ανάπτυξη πιο ισχυρού και φιλικού προς τον χρήστη λογισμικού, διευκόλυνε τις εταιρείες να χρησιμοποιήσουν το MRP II. Ως αποτέλεσμα, το MRP II έγινε το τυπικό σύστημα προγραμματισμού και ελέγχου για πολλές κατασκευαστικές εταιρείες τις δεκαετίες του 1980 και του 1990. Σήμερα, το MRP II έχει εξελιχθεί σε συστήματα Enterprise Resource Planning (ERP), τα οποία ενσωματώνουν όλες τις πτυχές των λειτουργιών μιας εταιρείας, συμπεριλαμβανομένης της κατασκευής, της χρηματοδότησης και της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ενώ η τεχνολογία συνεχίζει να προοδεύει, οι βασικές αρχές του MRP II, όπως το closed-loop planning και η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, παραμένουν σημαντικό μέρος των σύγχρονων συστημάτων παραγωγής.

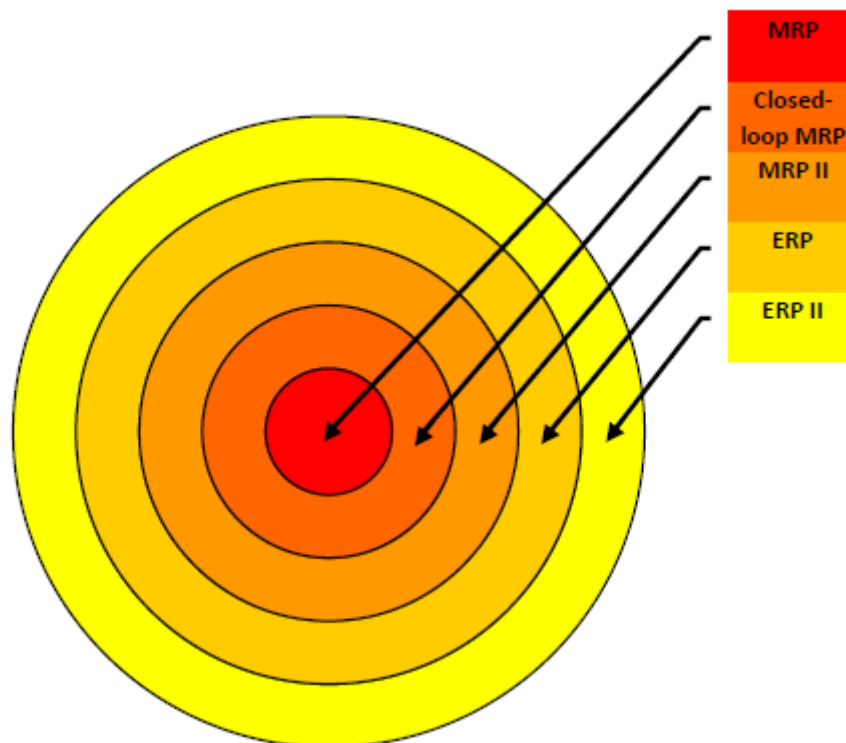
### 5.3 Στάδια εξέλιξης συστημάτων τύπου MRP

Το MRP, σε συνδυασμό με την τεχνολογία των υπολογιστών, έδωσε το πιο ολοκληρωμένο και επιτυχημένο σύστημα απαιτήσεων παραγωγής. Χωρίς αμφιβολία, οι τεχνικές απαιτήσεις παραγωγής όλο και αυξάνονται λόγω του ανταγωνισμού στις επιχειρήσεις και των αυξανόμενων απαιτήσεων των συστημάτων κατασκευής. Έτσι, τα συστήματα MRP αναπτύσσονται με το χρόνο ώστε να είναι σε θέση να καλύψουν αυτές τις αυξανόμενες απαιτήσεις.

Ως αποτέλεσμα, αυτό οδήγησε στη δημιουργία μιας σειράς συστημάτων τύπου MRP μέσα από τα ακόλουθα πέντε στάδια εξέλιξης:

1. Στάδιο εξέλιξης I: Προγραμματισμός Απαιτήσεων Υλικών (MRP).
2. Στάδιο εξέλιξης II: MRP κλειστού βρόγχου (Closed-loop MRP)
3. Στάδιο εξέλιξης III: Προγραμματισμών Πόρων Παραγωγής (MRP II).
4. Στάδιο εξέλιξης IV: Προγραμματισμών Πόρων Επιχειρήσεων (ERP).
5. Στάδιο εξέλιξης V: Επέκταση προγραμματισμού πόρων επιχειρήσεων (ERP II).

Πρακτικά, το MRP εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ως ο πυρήνας σε όλα τα συστήματα τύπου MRP και οι άλλες μονάδες σε όλα αυτά τα συστήματα είναι χτισμένες γύρω από αυτόν τον πυρήνα. Τα στάδια εξέλιξης συστημάτων τύπου MRP φαίνονται στο Σχήμα 5.



Σχήμα 5: Τα στάδια εξέλιξης συστημάτων τύπου MRP (Dr. Mahmoud Abbas Mahmoud)

#### Στάδιο Εξέλιξης I: Προγραμματισμός Απαιτήσεων Υλικών

Το σύστημα MRP σχεδιάστηκε κυρίως για να χειρίζεται τις παραγγελίες και τον προγραμματισμό των αποθεμάτων εξαρτημένης ζήτησης όσον αφορά τις πρώτες ύλες και τα εξαρτήματα. Ωστόσο, η παραγγελία και ο προγραμματισμός των προϊόντων δεν είναι μια

## Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

εύκολη διαδικασία, χρειάζεται να παρακολουθείται τεράστιος αριθμός αποθεμάτων και να γίνεται διάκριση μεταξύ "εξαρτημένης" και "ανεξάρτητης" ζήτησης.

### **Στάδιο εξέλιξης II: MRP κλειστού βρόχου**

Το MRP αναπτύχθηκε αρχικά χωρίς ελέγχους χωρητικότητας ή πληροφορίες από άλλα τμήματα. Έτσι, το σχέδιο παραγωγής συχνά δεν ήταν πιστευτό σε κανέναν εκτός της παραγωγικής λειτουργίας. Το "MRP κλειστού βρόχου" είναι μια βελτίωση που περιλαμβάνει ελέγχους χωρητικότητας που χρησιμοποιούνται αλληλεπιδραστικά με το βασικό πλάνο παραγωγής (MPS) και τα σχέδια παραγωγής εξαρτημάτων (από το MRP), για τη δημιουργία εφικτών χρονοδιαγραμμάτων. Το MRP κλειστού βρόχου κατέστησε δυνατό το feedback συμπεριλαμβάνοντας χρονοδιάγραμμα, επαναπρογραμματισμό ενεργειών και "Shop Floor Control" (SFC), επομένως "έκλεισε τον βρόγχο" για να ξεπεραστεί η θεμελιώδης αδυναμία του "MRP ανοιχτού βρόχου".

### **Στάδιο εξέλιξης III: Προγραμματισμός Πόρων Παραγωγής**

Το MRP II είναι ουσιαστικά εκτεταμένη μορφή MRP κλειστού βρόχου που περιλαμβάνει επίσης διαδικασίες στρατηγικού σχεδιασμού, «επιχειρηματικό σχεδιασμό» και μια σειρά από άλλες επιχειρηματικές λειτουργίες, όπως σχεδιασμό ανθρώπινου δυναμικού, υπολογισμούς κερδών και ανάλυση ταμειακών ροών. Ο αρχικός στόχος του MRP II ήταν ο σχεδιασμός και η παρακολούθηση όλων των πόρων μιας κατασκευαστικής εταιρείας (κατασκευή, μάρκετινγκ, οικονομικά) μέσω ενός συστήματος κλειστού βρόχου που παράγει οικονομικά μεγέθη. Ο δεύτερος στόχος του MRP II ήταν να «προσομοιώνει» το σύστημα παραγωγής.

### **Στάδιο εξέλιξης IV: Προγραμματισμός πόρων επιχειρήσεων**

Ο όρος Enterprise Resource Planning (ERP) επινοήθηκε τη δεκαετία του 1990 για να περιγράψει τις τελευταίες εξελίξεις στον προγραμματισμό πόρων. Λόγω των ολοένα και πιο περίπλοκων απαιτήσεων ενός παγκόσμιου κατασκευαστικού περιβάλλοντος, το ERP εισήγαγε, μεταξύ άλλων, εκτεταμένη διαχείριση πολλαπλών τοποθεσιών και λειτουργικότητα επικοινωνίας στη σφαίρα του προγραμματισμού πόρων. Το ERP θεωρείται φυσική επέκταση του MRP II. Τα συστήματα ERP επεκτείνουν την έννοια του MRP II και η βασική διαφορά μεταξύ του MRP II και του ERP είναι ότι ενώ το MRP II παραδοσιακά επικεντρώνεται στον σχεδιασμό και τον προγραμματισμό των εσωτερικών πόρων, το ERP προσπαθεί επίσης να σχεδιάσει και να προγραμματίσει τους πόρους του προμηθευτή, με βάση των δυναμικών απαιτήσεων και χρονοδιαγραμμάτων των πελατών. Πρακτικά, ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά του ERP είναι η ικανότητά του να αυτοματοποιεί και να ενσωματώνει τις επιχειρηματικές διαδικασίες ενός οργανισμού, να μοιράζεται κοινά δεδομένα και πρακτικές σε ολόκληρη την επιχείρηση και να παράγει και να έχει πρόσβαση σε πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο.

### **Στάδιο Εξέλιξης V: Επέκταση του Προγραμματισμού Πόρων Επιχειρήσεων**

Το ERP II ενσωματώνει όλες τις σημαντικές λειτουργίες ενός οργανισμού. Ενσωματώνει όλες τις παραδοσιακές λειτουργίες που εκτελούνται από το ERP, όπως σχεδιασμό, λογιστική, εισαγωγή και διανομή παραγγελιών με άλλες προηγμένες λειτουργίες όπως CRM, διαχείριση

## Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

γνώσης, διαχείριση έργου, διαχείριση ανθρώπινου δυναμικού και διαχείριση ροής εργασιών. Το ERP II ενισχύει το υπάρχον σύστημα ERP παρέχοντας άμεσες πληροφορίες σε διαφορετικές επιχειρηματικές οντότητες ή τμήματα ενός οργανισμού όπως και όταν χρειάζεται. [19]

### Εξέλιξη του MRP II

1. Το πρώτο βήμα του ελέγχου του αποθέματος είναι μέσω του MRP, το οποίο υλοποιείται μέσω της χρήσης υπολογιστών για την εκτέλεση των υπολογισμών προγραμματισμού.
2. Ως δεύτερο βήμα, το σύστημα MRP αρχίζει να ενσωματώνει τον προγραμματισμό προτεραιότητας με βάση το MPS.
3. Το τρίτο βήμα είναι το closed-loop MRP, το οποίο εκτός από το να προγραμματίζει τις προτεραιότητες, παρέχει feedback συνδέοντας τον προγραμματισμό χωρητικότητας, τη διαχείριση αποθεμάτων και το shop floor control.
4. Το τέταρτο βήμα περιλαμβάνει μια σύνδεση μεταξύ του closed-loop MRP με το οικονομικό σύστημα, και ως εκ τούτου ονομάζεται MRP II.
5. Το MRP I και το MRP II μαζί έχουν εξελιχθεί περαιτέρω σε ERP (enterprise Resource Planning), το οποίο είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα ενοποίησης επιχειρηματικών πληροφοριών.
6. Η πρόοδος της διαχείρισης δεδομένων μέσω υπολογιστή επέτρεψε σε αυτά τα εργαλεία να γίνουν η βάση των επιχειρηματικών ιδρυμάτων.

Distinctions of MRP I, MRP II, and ERP (enterprise resource planning).			
	MRP I	MRP II	ERP
Typical functions	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bills of material</li> <li>• Inventory management</li> <li>• Work order</li> <li>• Management</li> <li>• Shop floor</li> <li>• Scheduling</li> <li>• Production</li> <li>• Activity control</li> <li>• Material shortage management</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Financial modules</li> <li>• Business plan</li> <li>• Resource planning</li> <li>• Production plan</li> <li>• Sales and operations plan</li> <li>• EDI and customer orders</li> <li>• Master production schedule</li> <li>• Rough cut capacity planning</li> <li>• Detailed capacity planning</li> <li>• Product costing modules</li> <li>• Engineering change management</li> <li>• MRP: Material requirements planning</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Financial planning simulations</li> <li>• Business planning simulations</li> <li>• Sales/Marketing planning simulations</li> <li>• Distribution requirements</li> <li>• Planning</li> <li>• Resource management simulations</li> <li>• Production management</li> <li>• Simulations Supply chain Management Simulations</li> <li>• Continual improvement strategies R&amp;D Management Simulations MRP II: Manufacturing resource planning</li> </ul>
Fundamental process questions	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. What do you want to make?</li> <li>2. What materials does it take?</li> <li>3. What materials do you have?</li> <li>4. What materials do you need to get?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. What do you want to make?</li> <li>2. What materials does it take?</li> <li>3. What materials do you have?</li> <li>4. What materials do you need to get?</li> <li>5. What constraints must be met now or in the future?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. What do you want to make?</li> <li>2. What materials does it take?</li> <li>3. What materials do you have?</li> <li>4. What materials do you need to get?</li> <li>5. What constraints must be met now or in the future?</li> <li>6. How will performance be planned, simulated, measured, and improved?</li> </ol>

**Πίνακας 3:** Διάκριση MRP I, MRP II και ERP (D.R. Kiran)

## 6.: Υλοποίηση MRP

Σύμφωνα με τον John W. Toomey [20] όταν υπάρχει κατανόηση του τι πρέπει να κάνει ένα σύστημα MRP και πώς σχετίζεται με την κατασκευαστική λειτουργία, το τελευταίο και ίσως πιο δύσκολο, αν όχι το πιο μακροσκελή βήμα, είναι η υλοποίηση του συστήματος. Επειδή η επιτυχία του συστήματος MRP πρέπει να μετρηθεί με την εκτέλεση του σχεδίου, αυτό το σχέδιο πρέπει να είναι συμβατό με τις απαιτήσεις πόρων της κατασκευαστικής διαδικασίας. Οι απαιτήσεις του συστήματος κατασκευής πρέπει να καθοριστούν προκειμένου να σχεδιαστεί το κατάλληλο σύστημα. Μόλις σχεδιαστεί, το κόστος υλοποίησης πρέπει να γίνει κατανοητό και αιτιολογημένο.

Οι μετρήσεις απόδοσης πριν από την υλοποίηση απαιτούνται όχι μόνο για αιτιολόγηση αλλά και για τη συνεχή παρακολούθηση του νέου συστήματος μόλις εγκατασταθεί.

Η διαχείριση του έργου πρέπει να σχεδιαστεί ώστε να περιλαμβάνει εκπαίδευση, οργάνωση ομάδας έργου, εντοπισμό και επίλυση προβλημάτων και επιλογή λογισμικού. Τέλος, το πρόγραμμα υλοποίησης πρέπει να περιλαμβάνει εκπαίδευση εργαζομένων και cut-over scheduling.

## ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### Καθορισμός απαιτήσεων

Ο προγραμματισμός απαιτήσεων υλικών (MRP) δεν πρέπει να θεωρείται απλώς ένα σύστημα ελέγχου παραγωγής και αποθέματος, αλλά ένα σχέδιο παραγωγής με συγκεκριμένους στόχους. Δεν πρέπει μόνο να υπάρχει κατανόηση του επιθυμητού συστήματος παραγωγής αλλά και πλήρης επίγνωση της σχέσης του με άλλες λειτουργίες όπως οι πωλήσεις, η διανομή και η χρηματοδότηση.

Η προσπάθεια που απαιτείται για την υλοποίηση θα εξαρτηθεί από το σημείο εκκίνησης. Εάν το πρόγραμμα αφορά την εκ νέου εφαρμογή ενός υπάρχοντος συστήματος, πολλές από τις βασικές απαιτήσεις ενδέχεται να υπάρχουν. Εάν ξεκινάει από το σημείο μηδέν, τα σχέδια πρέπει να περιλαμβάνουν την υλοποίηση βασικών δεδομένων, όπως bill of materials και αρχεία αποθεμάτων. Εκτός από τις πληροφορίες δεδομένων, πρέπει να υπάρχει η πειθαρχία για τη διασφάλιση της ακεραιότητας των δεδομένων αυτών.

### Αιτιολόγηση συστήματος

Η αιτιολόγηση του έργου βασίζεται συνήθως σε ανάλυση κόστους-οφέλους και μπορεί να είναι μια πολύ δύσκολη εργασία. Το κόστος της υλοποίησης MRP μπορεί να εκτιμηθεί εύλογα και θα πρέπει να περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

1. Το κόστος του προσωπικού πλήρους και μερικής απασχόλησης του οποίου η δραστηριότητα είναι αυστηρά αφιερωμένη στην υλοποίηση.
2. Το κόστος του πρόσθετου hardware που απαιτείται για το σύστημα.
3. Το κόστος του αγορασμένου λογισμικού, συμπεριλαμβανομένης της υλοποίησης και του συμβολαίου.
4. Εξωτερικά έξοδα όπως εκπαίδευση.

## Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

Τα αναμενόμενα οφέλη είναι πολύ πιο δύσκολο να προβλεφθούν. Τα οφέλη που αναμένονται από την εφαρμογή MRP είναι τα εξής:

1. Αυξημένες πωλήσεις λόγω της βελτιωμένης εξυπηρέτησης πελατών.
2. Μείωση αποθεμάτων. Πολλές εγκαταστάσεις MRP έχουν παρουσιάσει δραματικές βελτιώσεις λόγω της μείωσης των αποθεμάτων. Με βάση την ανάλυση του κύκλου εργασιών και τις εκτιμήσεις κόστους χρήματος, παρατηρείται αξιόπιστη εξοικονόμηση. Αυτά τα υπολογισμένα οφέλη από μόνα τους μερικές φορές είναι αρκετά μεγάλα για να δικαιολογήσουν την υλοποίηση του συστήματος.
3. Άλλα οφέλη που αποδίδονται στην εφαρμογή MRP είναι η αυξημένη παραγωγικότητα λόγω λιγότερων ελλείψεων εξαρτημάτων και η βελτιωμένη ποιότητα λόγω της σταθερότητας του προγράμματος.

### ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Με την εφαρμογή ενός νέου συστήματος, θα πρέπει να υπάρχουν μετρήσεις για τη μέτρηση της απόδοσης αυτού του συστήματος. Η μέτρηση της απόδοσης είναι θεμελιώδης και σκοπός της πρέπει να είναι η βελτίωση του συστήματος. Οι μετρήσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον καθορισμό στόχων που θα βοηθήσουν στην επίτευξη της κατασκευαστικής αριστείας. Δύο μεγάλες κατηγορίες για την αξιολόγηση της απόδοσης είναι η οικονομική και η λειτουργική. Τα κέρδη και οι ζημιές είναι ένα παράδειγμα οικονομικής μέτρησης, ενώ η έγκαιρη παράδοση και εξυπηρέτηση πελατών είναι μια λειτουργική μέτρηση.

### ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΟΥ

#### Οργανισμός

Η προσπάθεια υλοποίησης του MRP απαιτεί καθοδήγηση και έλεγχο σε πολλαπλά επίπεδα εντός του οργανισμού. Η εκτελεστική διεύθυνση επιτροπή θα πρέπει να αποτελείται από ανώτατα στελέχη της διοίκησης και να συνεδριάζει ενεργά τουλάχιστον μία φορά το μήνα. Η ευθύνη της επιτροπής θα είναι να εξετάζει την κατάσταση υλοποίησης, να καθοδηγεί την ομάδα του έργου και να λαμβάνει αποφάσεις σχετικά με τους πόρους όταν απαιτείται. Η παρακολούθηση του κόστους υλοποίησης είναι σημαντική ειδικά εάν χρειαστούν αρκετές τροποποιήσεις. Η ευθύνη της ομάδας έργου είναι η εξής:

1. Καθορισμός χρονοδιαγράμματος έργου
2. Αναφορά της απόδοσης στο χρονοδιάγραμμα
3. Προσδιορισμός προβλημάτων
4. Καθορισμός προτεραιοτήτων
5. Κατανομή πόρων
6. Καθορισμός στόχων παραγωγής

Η χρήση εξωτερικού συμβούλου μπορεί να χρειαστεί αλλά θα πρέπει να περιορίζεται στα ακόλουθα:

1. Βοήθεια της ομάδας σε τεχνικά ή εκπαιδευτικά προβλήματα
2. Έστιάση στις κατάλληλες προτεραιότητες
3. Επισημάνση πιθανών προβλημάτων εφαρμογής
4. Βοήθεια στην επίλυση προβλημάτων με τον πιο αποδοτικό τρόπο



## **Εκπαίδευση**

Ο εκπαιδευτικός στόχος για την υλοποίηση είναι να διδάξει στους χρήστες το «γιατί» του συστήματος MRP.. Οι έννοιες του MRP πρέπει πρώτα να κατανοηθούν και μετά να εφαρμοστούν. Το επιτυχημένο εκπαιδευτικό πρόγραμμα δεν θα διδάξει μόνο τις αρχές, τις έννοιες και τις τεχνικές, αλλά αυτή η γνώση θα μειώσει επίσης την αντίσταση στην αλλαγή που μπορεί να συμβεί όταν η αλλαγή δεν γίνεται κατανοητή. Οι βασικές απαιτήσεις για την ολοκλήρωση της εκπαίδευσης MRP είναι οι ακόλουθες:

1. Ενεργή συμμετοχή ανώτατης διοίκησης: Για να καθοδηγήσει σωστά την υλοποίηση, η ανώτατη διοίκηση πρέπει να κατανοήσει τα βασικά. Η συμμετοχή της ανώτατης διοίκησης στέλνει επίσης ένα μήνυμα για τη σημασία του προγράμματος.
2. Εκπαίδευση για όλους: Όλοι οι εργαζόμενοι πρέπει να κατανοήσουν το MRP. Το επίπεδο εκπαίδευσης θα εξαρτηθεί από τη δουλειά του εργαζομένου.
3. Ένα καλό εκπαιδευτικό πρόγραμμα: Το πρόγραμμα πρέπει να είναι καλά σχεδιασμένο και να διδάσκεται από ικανούς εκπαιδευτές σε σωστά οργανωμένα τμήματα.

## **Επιλογές λογισμικού**

Στις πρώτες μέρες της βασικής εφαρμογής MRP, πολλές εταιρείες έγραφαν το δικό τους λογισμικό. Υπήρχαν επιτυχημένες υλοποιήσεις, αλλά σύντομα διαπιστώθηκε ότι αυτή η προσέγγιση χρειαζόταν περισσότερο χρόνο από ότι αναμενόταν, ήταν δύσκολο να τεθεί σε λειτουργία το λογισμικό και δεν ήταν σε ευέλικτο σε περίπτωση που χρειαζόταν τροποποιήσεις. Σήμερα, η πλειοψηφία των εταιρειών προμηθεύεται το λογισμικό MRP τους από προμηθευτές. Οι εταιρείες προτιμούν να αγοράζουν έτοιμα συστήματα για να συντομεύσουν το χρονικό πλαίσιο εφαρμογής του MRP και να δέχονται υποστήριξη από τον προμηθευτή.

## **ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**

Το πρώτο βήμα για την ενεργοποίηση του συστήματος είναι να τεθεί σε λειτουργία το λογισμικό στον υπολογιστή. Αυτή θα είναι ευθύνη των συστημάτων MIS (Management Information System) και των ατόμων επεξεργασίας δεδομένων. Ένα δοκιμαστικό πρόγραμμα που παρέχεται από τον κατασκευαστή του λογισμικού βοηθάει σε αυτήν την εργασία. Θα πρέπει επίσης να δοκιμαστούν τα προγράμματα που γράφτηκαν για τη μεταφορά δεδομένων από το παλιό σύστημα στο νέο.

## **Εξάσκηση**

Μόλις εγκατασταθεί το λογισμικό, το επόμενο βήμα είναι η εκπαίδευση και εξάσκηση των χρηστών ώστε να κατανοούν και να χρησιμοποιούν το λογισμικό ανάλογα με τις υποχρεώσεις και τις ευθύνες τους.

## **Παρακολούθηση**

Απαιτείται παρακολούθηση όχι μόνο της απόδοσης του συστήματος αλλά και της ίδιας της διαδικασίας υλοποίησης. Πρέπει να δίνεται συνεχής προσοχή στα ακόλουθα:

1. Είναι όλες οι εργασίες υλοποίησης που έχουν ανατεθεί εντός χρονοδιαγράμματος;

Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα  
MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

2. Απαντώνται όλες οι ερωτήσεις από όλα τα επίπεδα και αντιμετωπίζονται τα προβλήματα;
3. Βρίσκεται το εκπαιδευτικό πρόγραμμα σε εξέλιξη όπως έχει προγραμματιστεί;
4. Εκπαιδεύονται οι χρήστες κατάλληλα για τη λειτουργία του συστήματος;

Εκτός από την παρακολούθηση υλοποίησης, απαιτείται και έλεγχος των δυνατοτήτων του συστήματος στους ακόλουθους τομείς:

1. Υπάρχει επαρκής μνήμη υπολογιστή;
2. Υπάρχει επαρκής περιφερειακός εξοπλισμός όπως τερματικά και εκτυπωτές;
3. Οι συναλλαγές διεκπεραιώνονται έγκαιρα;
4. Είναι σύμφωνες οι γενιές προγραμμάτων και οι χρόνοι απόκρισης με τις αρχικές εκτιμήσεις; [21]

## 7. : Μελέτη Περίπτωσης I

Έστω ότι μια εταιρεία παράγει ένα τελικό προϊόν X. Κάθε μονάδα του προϊόντος X απαιτεί ένα εξάρτημα Y. Εάν χρειάζονται δύο μήνες για να παραχθεί μια μονάδα X και ένας μήνας για μια μονάδα Y μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα t μηνών, το αρχικό επίπεδο αποθέματος του X είναι η ποσότητα X, και είναι οι μονάδες του X που έχουν προγραμματιστεί για εισπράξεις στην αρχή του μήνα t για να αποφευχθούν ελλείψεις.

Έστω  $NR_t(X)$  = Καθαρή ανάγκη του X για την περίοδο t

$GR_t(X)$  = Συνολική ανάγκη X για την περίοδο t

$SR_t(X)$  = Προγραμματισμένη ανάγκη του X κατά την περίοδο t

$IOH_t(X)$  = Απόθεμα του X στο τέλος της περιόδου t

$NR_t(X) = GR_t(X) - SR_t(X) - IOH_{t-1}(X)$  (1)

$IOH_t(X) = SR_t(X) + IOH_{t-1}(X) - GR_t(X)$  (2)

Το πρόβλημα του σχεδιασμού αναγκών υλικού μπορεί να επιλυθεί ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

Βήμα I: Σχεδιασμός του αρχείου κατάστασης υλικών (BOM) και προσδιορισμός της απαίτησης του τελικού προϊόντος από το βασικό χρονοδιάγραμμα παραγωγής ή με μεθόδους πρόβλεψης για διάφορες περιόδους.

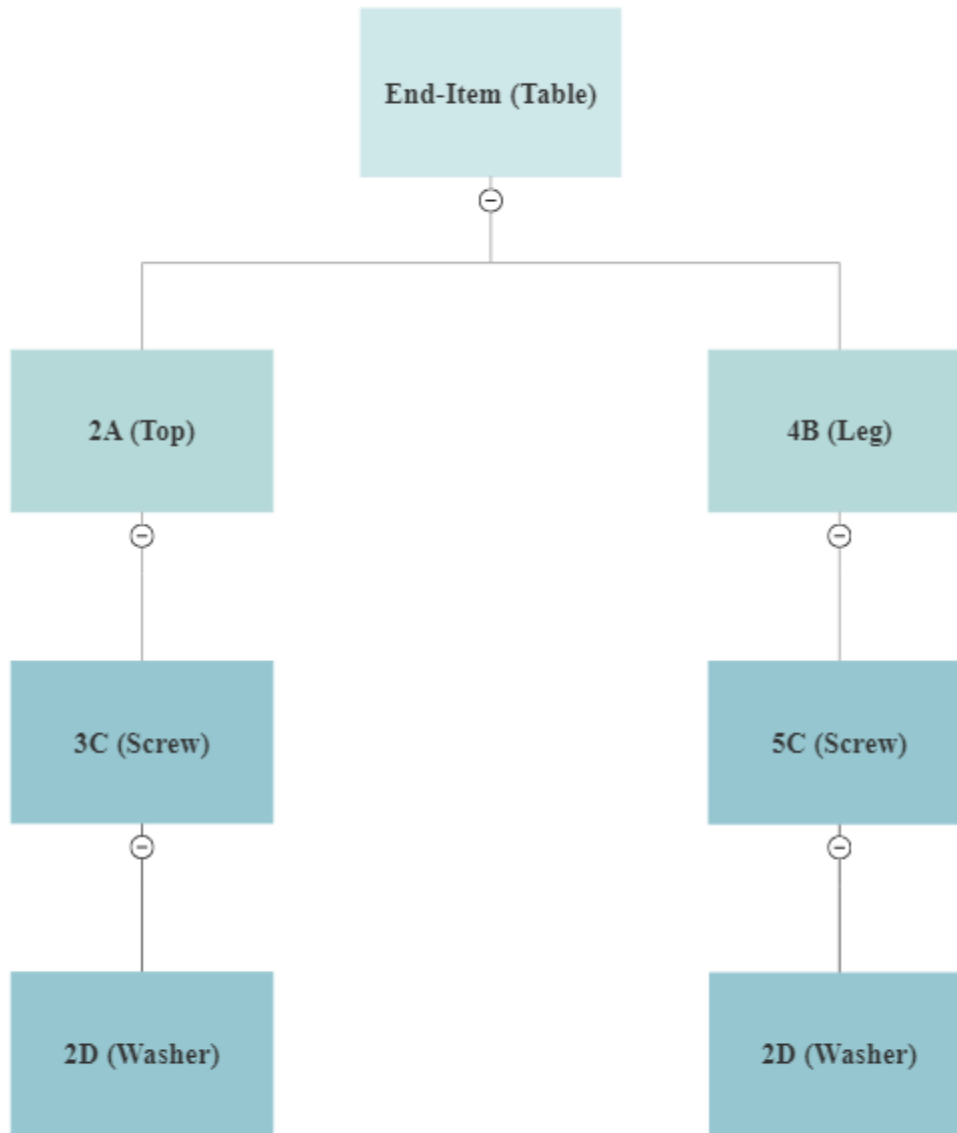
Βήμα II: Προσδιορισμός της απαίτησης υποσυστατικών από το αρχείο κατάστασης υλικών.

Βήμα III: Υπολογισμός του πίνακα MRP με διάφορες περιόδους στις κατακόρυφες στήλες και προβλεπόμενη απαίτηση, διαθέσιμο απόθεμα, προγραμματισμένες παραλαβές και προγραμματισμένη αποδέσμευση παραγγελίας στην οριζόντια πλευρά του πίνακα.

Βήμα IV: Συμπλήρωση του πίνακα MRP εφαρμόζοντας την εξίσωση (1) και (2) και συμπληρώνοντας όλα τα κενά κελιά.

**Μελέτη Περίπτωσης:**

Η κατασκευή ενός ξύλινου τραπεζιού απαιτεί 2 επιφάνειες τραπεζιού, 4 πόδια τραπεζιού, 8 βίδες και 4 παξιμάδια βίδας. Το δέντρο δομής προϊόντος ορίζεται ως εξής:



**Σχήμα 6:** Δέντρο δομής προϊόντος

Ονομασία: A = Επιφάνεια τραπεζιού, B = πόδι τραπεζιού, C = Βίδα, D = Παξιμάδι βίδας

MPS : Master Production Schedule									
Περίοδος	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ζήτηση Τελικού Προϊόντος	0	20	0	15	10	0	8	32	22

**Πίνακας 4:** Απαιτήσεις τελικού προϊόντος

Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα  
MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

Αρχείο κατάστασης αποθεμάτων					
Στοιχείο	LT	SS	Qd	BI	SR
Τελικό προϊόν	3	24	24	58	24 (4)
A	1	24	40+	36	48 (2)
B	2	16	8	20	176 (3)
C	1	20	LFL	20	80 (2)
D	1	40	120	44	240 (2)

**Πίνακας 5:** Πληροφορίες σχετικά με το μέγεθος παρτίδας, τον χρόνο παράδοσης, το απόθεμα ασφαλείας που πρέπει να διατηρηθεί και τη διαθέσιμη ποσότητα στην αρχή των εξαρτημάτων και υποσυστατικών της συναρμολόγησης ξύλινου τραπεζιού

LT = Lead time = Ανεκτός χρόνος παράδοσης

SS = Safety Stock = Απόθεμα ασφαλείας

Qd = Lot Size Discipline = Μέγεθος παρτίδας

BI = Beginning Inventory = Εσωτερικό απόθεμα

SR = Scheduled Receipts = Προγραμματισμένες παραλαβές

Τελικό προϊόν MRP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Μικτές Απαιτήσεις (GR)		20	0	15	10	0	8	32	22	
Προγραμματισμένες παραλαβές (SR)				24						
Εσωτερικό απόθεμα (PSB)	58	38	38	47	37	37	29	45	47	SS=24
Διαθέσιμο απόθεμα (IOH)		58	38	38	47	37	37	29	45	
Καθαρές απαιτήσεις (NR)								27	1	
Προγραμματισμένες παραλαβές παραγγελιών (PR)								48	24	Qd=24
Προγραμματισμένη διάθεση παραγγελιών (POR)					48	24				LT=3

**Πίνακας 6:** Η ζήτηση του τελικού προϊόντος

Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα  
MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

A MRP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Μικτές Απαιτήσεις (GR)		0	0	0	96	48	0	0	0	2/T-Π
Προγραμματισμένες παραλαβές (SR)		48								
Εσωτερικό απόθεμα (PSB)	36	84	84	84	28	24	24	24	24	SS=24
Διαθέσιμο απόθεμα (IOH)		36	84	84	84	28	24	24	24	
Καθαρές απαιτήσεις (NR)					36	44				
Προγραμματισμένες παραλαβές παραγγελιών (PR)					40	44				Qd=40 +
Προγραμματισμένη διάθεση παραγγελιών (POR)				40	44					LT=1

Πίνακας 7: Η ζήτηση του προϊόντος Α

B MRP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Μικτές Απαιτήσεις (GR)		0	0	0	192	96	0	0	0	4/T-Π
Προγραμματισμένες παραλαβές (SR)			176							
Εσωτερικό απόθεμα (PSB)	20	20	196	196	20	20	20	20	20	SS=16
Διαθέσιμο απόθεμα (IOH)		20	20	196	196	20	20	20	20	
Καθαρές απαιτήσεις (NR)					12	92				
Προγραμματισμένες παραλαβές παραγγελιών (PR)					16	96				Qd=8
Προγραμματισμένη διάθεση παραγγελιών (POR)			16	96						LT=2

Πίνακας 8: Η ζήτηση του προϊόντος Β

Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα  
MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

C MRP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Μικτές Απαιτήσεις (GR)		0	80	600	132	0	0	0	0	3/A 5/B
Προγραμματισμένες παραλαβές (SR)		80								
Εσωτερικό απόθεμα (PSB)	20	100	20	20	20	20	20	20	20	SS=20
Διαθέσιμο απόθεμα (IOH)		20	100	20	20	20	20	20	20	
Καθαρές απαιτήσεις (NR)				600	132					
Προγραμματισμένες παραλαβές παραγγελιών (PR)				600	132					Qd= LFL
Προγραμματισμένη διάθεση παραγγελιών (POR)			600	132						LT=1

Πίνακας 9: Η ζήτηση του προϊόντος C

D MRP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Μικτές Απαιτήσεις (GR)		0	1200	264	0	0	0	0	0	2C
Προγραμματισμένες παραλαβές (SR)		240								
Εσωτερικό απόθεμα (PSB)	44	284	44	140	140	140	140	140	140	SS=40
Διαθέσιμο απόθεμα (IOH)		44	284	44	140	140	140	140	140	
Καθαρές απαιτήσεις (NR)			956	260						
Προγραμματισμένες παραλαβές παραγγελιών (PR)			960	360						Qd= 120
Προγραμματισμένη διάθεση παραγγελιών (POR)		960	360							LT=1

Πίνακας 10: Η ζήτηση του προϊόντος D

Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα  
MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

Inventory Policy									
Περίοδος	2	3	4	5	6	7	8	9	POR
Τελικό προϊόν				48	24				POR
A			40	44					POR
B		16	96						POR
C		600	132						POR
D	960	360							POR

**Πίνακας 11:** Inventory Policy



## 8.: Μελέτη Περίπτωσης II

Εφαρμογή MRP II σε ελληνική αεροδιαστημική εταιρεία [22]

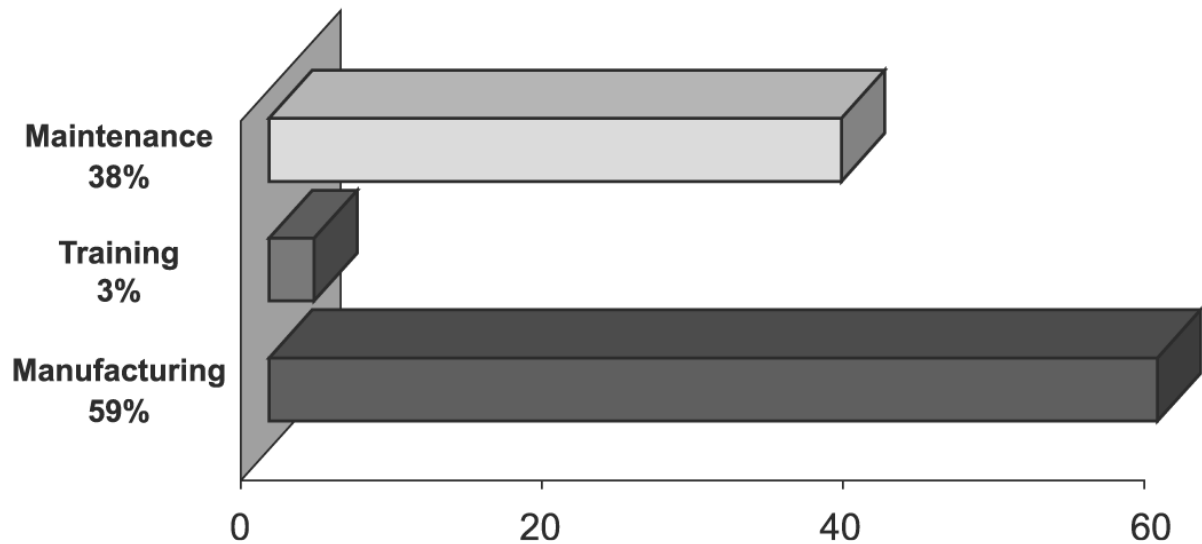
### *Ιστορικό της εταιρείας*

Η περίπτωση που διερευνάται είναι η HAI, μια ελληνική κρατική εταιρεία με το 95,51% των μετοχών της να κατέχεται από το Ελληνικό Δημόσιο και το υπόλοιπο 4,49% από την Ελληνική Τράπεζα Βιομηχανικής Ανάπτυξης (ΕΤΒΑ). Η HAI έχει περίπου 3.000 υπαλλήλους και εκτιμώμενο ετήσιο κύκλο εργασιών 130 εκατομμυρίων δολαρίων με επίπεδο αποθεμάτων 30 εκατομμυρίων δολαρίων. Σύμφωνα με το καταστατικό της εταιρείας, στόχος της είναι να παρέχει υπηρεσίες συντήρησης αεροσκαφών και κινητήρων, ηλεκτρονικά/τηλεπικοινωνιακά προϊόντα και εκπαίδευση σε ένα ευρύ φάσμα αεροπορικών κλάδων σε παγκόσμιους πελάτες και στις Ελληνικές Ένοπλες Δυνάμεις. Η HAI ιδρύθηκε το 1975 και σήμερα συγκαταλέγεται στα μεγαλύτερα και πιο προηγμένα κέντρα αεροπορικής υποστήριξης στην Ευρώπη με περισσότερες από 150 επιχειρηματικές συνεργασίες με Έλληνες και ξένους πελάτες.

Οι επιχειρησιακές δραστηριότητες της HAI καλύπτουν τρεις βασικούς τομείς:

1. Συντήρηση (αεροσκάφη, κινητήρες, ηλεκτρονικά). Οι εγκαταστάσεις αεροσκαφών της HAI διαθέτουν εκτενή εμπειρία στην εξυπηρέτηση ενός ευρέος φάσματος στρατιωτικών και πολιτικών αεροσκαφών. Πραγματοποιούν επιθεώρηση, επισκευή, μη καταστροφικές δοκιμές, θερμική επεξεργασία και τελικές δοκιμές.
2. Εκπαίδευση. Οι Υπηρεσίες Εκπαίδευσης της HAI παρέχουν ολοκληρωμένα εκπαιδευτικά προγράμματα, τα οποία καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων της αεροπορικής βιομηχανίας. Αυτά τα προγράμματα διεξάγονται ως επί το πλείστον με την εφαρμογή της πρακτικής χρησιμοποιώντας το εργασιακό περιβάλλον της εταιρείας.
3. Κατασκευή (αεροκατασκευές, ηλεκτρονικά). Οι εγκαταστάσεις κατασκευής αεροκατασκευών διαθέτουν δυνατότητες παροχής μεσαίου μεγέθους δομικών υποσυστημάτων για αεροσκάφη και τμήματα μη περιστρεφόμενων κινητήρων. Οι εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρονικών ειδών χρησιμοποιούν εξαιρετικά προηγμένο εξοπλισμό και μεθόδους για το σχεδιασμό, τη διαμόρφωση, την κατασκευή, τη δοκιμή και την προσομοίωση προϊόντων για στρατιωτική και πολιτική χρήση. Κατά τη διάρκεια της επιχειρησιακής ιστορίας της HAI, η αξία των συμβάσεων παραγωγής ήταν 59 τοις εκατό των συνολικών εσόδων σε σύγκριση με 38 τοις εκατό για εργασίες συντήρησης. Το Σχήμα 7 δείχνει τα ποσοστά των επιχειρησιακών δραστηριοτήτων της HAI.

## Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα MRPII. Μελέτη Περίπτωσης



Σχήμα 7: Επιχειρησιακές δραστηριότητες της ΗΑΙ. (Alan Knibbs and Nikos Panagiotopoulos)

### Μεθοδολογία έρευνας

Ανώτερα διευθυντικά στελέχη από τη ΗΑΙ επιλέχθηκαν από τρία διαφορετικά τμήματα (τμήμα παραγωγής, υλικών και αποθήκης και πληροφοριακών συστημάτων). Αυτό παρείχε τις απαραίτητες διαφορετικές προοπτικές και εμπειρίες από τις διάφορες λειτουργικές δραστηριότητες που σχετίζονται άμεσα με την υλοποίηση του MRP II. Λόγω των περιορισμών χρόνου και κόστους δεν κατέστη δυνατή η εντατική εξέταση όλων των παραγόντων, χρησιμοποιώντας ένα μεγάλο δείγμα. Ωστόσο, αυτό θεωρήθηκε εντός των περιορισμών της μελέτης. Επιστολή που ανέφερε το αντικείμενο και τους στόχους της έρευνας εστάλη στο τμήμα ανθρώπινου δυναμικού. Στη συνέχεια έγινε τηλεφωνική επικοινωνία με τον διευθυντή ανθρώπινου δυναμικού και τους συνεντευξιαζόμενους προκειμένου να διευθετηθεί η επιμελητεία των συναντήσεων. Οι συνεντεύξεις πραγματοποιήθηκαν στα γραφεία των στελεχών τον Μάρτιο και τον Απρίλιο του 2000. Κάθε συνέντευξη διήρκεσε περίπου 45 λεπτά. Τα περιεχόμενα των συνεντεύξεων χωρίστηκαν σε τέσσερα κύρια μέρη, τα οποία είναι:

- 1) χαρακτηριστικά της εταιρείας.
- 2) τα χαρακτηριστικά του συστήματος MRP II.
- 3) η στρατηγική προσέγγιση στο σύστημα MRP
- 4) η διαδικασία υλοποίησης του MRP II.

Η διαδικασία υλοποίησης του MRP II υποδιαιρέθηκε περαιτέρω σε τρία μέρη:

- (1) στάδιο προ-εφαρμογής
- (2) στάδιο υλοποίησης
- (3) στάδιο μετά την εφαρμογή.

## Η μελέτη

### *Γενικές πληροφορίες*

Η απόφαση για την εφαρμογή του MRP II ελήφθη μετά τον καθορισμό των στρατηγικών στόχων σε ανώτερο επίπεδο της επιχείρησης. Η εφαρμογή του MRP II ήταν μέρος της συνολικής στρατηγικής κατεύθυνσης της ΗΑΙ για αύξηση της ανταγωνιστικότητάς της μέσω καλύτερου ελέγχου παραγωγής και αποθεμάτων. Επιπλέον, η διάρκεια της διαδικασίας υλοποίησης (περίπου 10 μήνες) και η διαμόρφωση της ομάδας έργου (κυρίως από την ανώτατη διοίκηση) σήμαιναν ότι το έργο υλοποίησης λήφθηκε ως έργο υψηλής προτεραιότητας. Η ΗΑΙ λειτουργούσε ασυντόνιστα πληροφοριακά συστήματα για τον προγραμματισμό της παραγωγής και τον έλεγχο των αποθεμάτων από το 1975, τα οποία είχαν δημιουργήσει μια πηγή ανεξάρτητης δομής Bill of Materials (BOM). Αυτή χρησιμοποιήθηκε ως βάση για τη κατασκευή του συστήματος MRP II. Μετά την απόφαση για την ανάληψη αυτού του έργου, αναθεωρήθηκαν τρία πακέτα λογισμικού MRP II και η επιλογή βασίστηκε σε δύο βασικά κριτήρια: επίσημες διαδικασίες και εκπλήρωση των αναγκών της εταιρείας. Λόγω του γεγονότος ότι η ΗΑΙ είναι ελληνική κρατική εταιρεία, έπρεπε να ακολουθήσει επίσημες διαδικασίες που καθορίζονται από την ελληνική νομοθεσία προκειμένου να επιλέξει τον καταλληλότερο προμηθευτή λογισμικού. Το αποτέλεσμα ήταν ότι το επιλεγμένο λογισμικό ήταν ένα ιδιόκτητο πακέτο MRP II από έναν προμηθευτή που φαινόταν να καλύπτει τις επιχειρηματικές ανάγκες. Το λογισμικό αναπτύχθηκε για να ανταποκρίνεται στις συγκεκριμένες απαιτήσεις της αεροδιαστημικής βιομηχανίας, πράγμα που σημαίνει ότι το λογισμικό χρειαζόταν περιορισμένο αριθμό μικρών τροποποιήσεων. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας είναι το γεγονός ότι το λογισμικό παρέχεται στην ελληνική γλώσσα, γεγονός που το έκανε πολύ πιο ελκυστικό στους χρήστες.

Η εφαρμογή του συστήματος MRP II βασίστηκε σε μια μεθοδολογία ταχείας εφαρμογής που υιοθετήθηκε από τον επιλεγμένο προμηθευτή. Ο κύριος λόγος είναι η επιθυμία των ανώτερων στελεχών για γρήγορη υλοποίηση των σχεδιαζόμενων οφελών που προέρχονται από το σύστημα MRP II. Αλλά λαμβάνοντας υπόψη αυτό το λόγο για μια γρήγορη εγκατάσταση που αναφέρθηκε από τους ερωτηθέντες, φάνηκε να δίνεται υπερβολική έμφαση στην ολοκλήρωση και όχι στην επίτευξη των πιθανών πλεονεκτημάτων του συστήματος MRP II. Το σύντομο χρονοδιάγραμμα υλοποίησης δεν έδωσε την ευκαιρία στην ΗΑΙ να εκπαιδεύσει όλο το προσωπικό πριν τεθεί σε λειτουργία το νέο σύστημα MRP II. Το σύστημα απαιτούσε μεγάλη δέσμευση πόρων για την εφαρμογή. Οι λειτουργικές δυνατότητες του συστήματος περιλάμβαναν τη διαχείριση υλικών, τον προγραμματισμό παραγωγής, τις πωλήσεις, τη χρηματοοικονομική λογιστική, τον ποιοτικό έλεγχο, τους ανθρώπινους πόρους και τον έλεγχο επιχειρήσεων, τα οποία ήταν όλα μηχανογραφημένα. Ο προμηθευτής λογισμικού φάνηκε να είναι πολύ υποστηρικτικός στη ΗΑΙ κατά την υλοποίηση. Παρείχε ένα σχέδιο υλοποίησης και υπήρξε συντονισμός με τη Διοικούσα Επιτροπή και τις επιμέρους ομάδες του έργου. Οι ερωτηθέντες επιβεβαίωσαν επίσης ότι δεν αναφέρθηκαν σοβαρά προβλήματα κατά τη φάση υλοποίησης και ο πωλητής τους έδωσε τα εργαλεία για να ολοκληρώσουν το έργο. Γενικά, η ανώτατη διοίκηση επέδειξε θετική στάση όσον αφορά τη συνολική προσπάθεια υλοποίησης, κυρίως λόγω του γεγονότος ότι ήταν ήδη εξοικειωμένη με συστήματα που βασίζονται σε

## Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

υπολογιστές για τον προγραμματισμό της παραγωγής και τον έλεγχο των αποθεμάτων. Πριν από την εφαρμογή είχαν καθοριστεί σαφείς στόχοι.

### *Διαχείριση έργου*

Είχε δημιουργηθεί μια συντονιστική επιτροπή έργου και η κύρια αποστολή της ήταν να διασφαλίσει την επιτυχή υλοποίηση, αξιολογώντας τη συνολική διαδικασία και συντονίζοντας τις επιμέρους ομάδες του έργου. Κάθε ομάδα έργου ήταν υπεύθυνη για μια συγκεκριμένη δραστηριότητα στο πλαίσιο του συνολικού έργου, π.χ. ακρίβεια δεδομένων εισόδου. Η δομή κάθε ομάδας έργου περιλάμβανε διευθυντές. Οι διευθυντές που συμμετείχαν στην προσπάθεια υλοποίησης παρακολούθησαν μια εκπαιδευτική συνεδρία MRP II προκειμένου να έχουν περισσότερη γνώση επάνω στο συνολικό σύστημα. Κατά τη διάρκεια της υλοποίησης, περισσότεροι εργαζόμενοι συμμετείχαν σε μια προσπάθεια εκπαίδευσης. Η συνολική εκπαίδευση διήρκεσε περίπου 10 ημέρες και ήταν ο προμηθευτής λογισμικού που την κανόνισε. Οι ερωτηθέντες ανέφεραν ότι περισσότεροι υπάλληλοι θα συμμετείχαν στην εκπαίδευση αλλά οι χρονικοί περιορισμοί λόγω των τρεχόντων καθηκόντων του προσωπικού τους δυσκόλεψε. Σύμφωνα με τους ερωτηθέντες, η ΗΑΙ είχε ως στόχο να εκπαιδεύσει όλα τα επηρεαζόμενα άτομα με την πάροδο του χρόνου, αλλά τίποτα δεν εντοπίστηκε σχετικά με την αρχική εκπαίδευση για τα νέα άτομα που έρχονται στην εταιρεία και την επανάληψη της εκπαίδευσης για τους υπάρχοντες υπαλλήλους. Μετά τη φάση υλοποίησης, τα μέτρα απόδοσης του συστήματος MRP II επανεξετάζονταν εβδομαδιαίως και είχαν ως στόχο να δώσουν τη δυνατότητα στον οργανισμό να ελέγξει το σύστημά του και να προχωρήσει στις διορθωτικές του ενέργειες όπου απαιτείται. Η ΗΑΙ χρησιμοποίησε πολλαπλά κριτήρια απόδοσης για να μετρήσει την απόδοση του χρονοδιαγράμματος παραγωγής, την απόδοση παράδοσης παραγωγής, το κόστος κατασκευής και την απόδοση της προσφοράς πελατών. Αν και υπήρχαν καθημερινές ανησυχίες από τους εργαζομένους, η πλειοψηφία των ερωτηθέντων δεν ανέφερε σοβαρά παράπονα σχετικά με τη γενική πρόοδο της εφαρμογής του MRP II ή ανησυχίες σχετικά με τις αναθεωρημένες διαδικασίες λειτουργίας.

### *Εξωτερική υποστήριξη*

Η ΗΑΙ είχε επιλέξει να προσλάβει έναν ανεξάρτητο σύμβουλο για την επίβλεψη και τη διευκόλυνση της εφαρμογής του συστήματος MRP II. Ο κύριος λόγος για τον οποίο επιλέχθηκε ένας σύμβουλος ήταν πρωτίστως για να διασφαλιστεί ότι τα καθημερινά λειτουργικά ζητήματα δεν επηρέαζαν τη διαδικασία υλοποίησης και ότι ο σύμβουλος θα μπορούσε να λειτουργεί ανεξάρτητα από τη συντονιστική επιτροπή του έργου. Η χρήση του συμβούλου ωφέλησε τη ΗΑΙ με μια αντικειμενική αξιολόγηση της συνολικής προόδου του έργου, δίνοντας έγκαιρη αναγνώριση των πιθανών προβλημάτων και προτείνοντας κατάλληλες διορθωτικές ενέργειες. Δεδομένου ότι ο σύμβουλος ήταν άτομο από τον προμηθευτή λογισμικού και είχε προσωπική ευθύνη για το σχέδιο υλοποίησης, γνώριζε πολύ καλά ολόκληρη τη διαδικασία υλοποίησης και μπορούσε να δώσει σημαντική καθοδήγηση.

## *Ακρίβεια δεδομένων*

Όσον αφορά το BOM, το κύριο πρόβλημα που αναφέρθηκε από τους ερωτηθέντες αφορούσε την ακρίβειά τους. Αν και είχε γίνει μια προσπάθεια «εκκαθάρισης» των αρχείων BOM πριν την εισαγωγή τους στο νέο σύστημα, αντιμετώπισαν ορισμένα προβλήματα με την ακρίβεια του BOM. Η έλλειψη ενός ολοκληρωμένου προγράμματος εκπαίδευσης για όλο το προσωπικό προκάλεσε παρανόηση σχετικά με το πόσο κρίσιμη ήταν η ακριβής εισαγωγή δεδομένων και δεν έγινε η κατάλληλη εργασία. Αυτό προκάλεσε σημαντική πρόσθετη επανορθωτική εργασία για τη διόρθωση σφαλμάτων εισαγωγής δεδομένων, τα οποία εκ των υστέρων θα μπορούσαν να είχαν αποφευχθεί με λίγη πρόβλεψη.

## *Αποτελέσματα υλοποίησης*

Θέτοντας σαφείς στόχους, ακολουθώντας ένα επίσημο σχέδιο υλοποίησης, χρησιμοποιώντας μια συντονιστική επιτροπή έργου και ομάδες έργου και έχοντας βασίσει την επιλογή του λογισμικού MRP II στις επιχειρηματικές ανάγκες, η ΗΑΙ στόχευσε να βελτιώσει την ανταγωνιστικότητά της. Ωστόσο, ορισμένες πτυχές φαίνεται ότι είχαν ως αποτέλεσμα μια φτωχή προσέγγιση στη συνολική προσπάθεια υλοποίησης. Πρώτον, οι επίσημες διαδικασίες, που καθορίζονται από την ελληνική νομοθεσία περιορίσαν τη δυνατότητα της ΗΑΙ να επιλέξει έναν προμηθευτή λογισμικού λαμβάνοντας υπόψη μόνο τις ανάγκες της. Κατά συνέπεια, παράγοντες όπως η τιμή και οι προμήθειες έπρεπε να ληφθούν υπόψη. Επιπλέον, η συντονιστική επιτροπή του έργου είχε λιγότερη ενεργή συμμετοχή από ότι προτείνεται από τη βιβλιογραφία. Μερικά προβλήματα προέκυψαν επίσης από την ακρίβεια των δεδομένων BOM, λόγω της αναποτελεσματικής «εκκαθάρισης» τους πριν από την εισαγωγή τους στο νέο σύστημα. Τέλος, η μεθοδολογία ταχείας εφαρμογής είχε προσφέρει τη δυνατότητα στην ΗΑΙ να επιτύχει οφέλη νωρίτερα, αλλά η εταιρεία δεν είχε αρκετό χρόνο ή πόρους για να εκπαιδεύσει όλο το προσωπικό της.

Τα οφέλη της εφαρμογής MRP II της μελέτης περίπτωσης ΗΑΙ στον προγραμματισμό και τον έλεγχο της παραγωγής, την απόδοση παραγωγής και τα οικονομικά αποτελέσματα φαίνονται παρακάτω:

1. Σχεδιασμός και έλεγχος παραγωγής
  - καλύτερος προγραμματισμός παραγωγής
  - μείωση των ελλείψεων εξαρτημάτων
  - καλύτερος έλεγχος των αποθεμάτων.
2. Επιδόσεις παραγωγής
  - μείωση του χρόνου παράδοσης
  - ανταπόκριση στις υποσχέσεις παράδοσης
  - μείωση του χρόνου παράδοσης της παραγωγής
  - μείωση των υπερωριών
  - μείωση του κόστους παραγωγής
3. Επιχειρηματικά/οικονομικά αποτελέσματα

## Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

- καλύτερη εκτίμηση κόστους
- βελτίωση της ικανοποίησης των πελατών
- βελτίωση της εξυπηρέτησης πελατών

Άλλα οφέλη, όπως λιγότερες ελλείψεις εξαρτημάτων και βελτίωση της παραγωγικής ικανότητας δεν ήταν από τα πιο σημαντικά ευρήματα. Η χρήση του MRP II είχε ωφελήσει την αποδοτικότητα της εγκατάστασης, αλλά υπήρχαν ακόμη σημαντικές δυνατότητες βελτίωσης. Σύμφωνα με τους ερωτηθέντες, οι ελλείψεις εξαρτημάτων διαπιστώθηκε ότι οφείλονται εν μέρει στο γεγονός ότι ορισμένοι από τους προμηθευτές δεν τηρούσαν πάντα αυστηρά τα χρονοδιαγράμματα παράδοσης που τους είχε δώσει η ΗΑΙ. Αυτό υποδηλώνει ότι η εκπαίδευση των προμηθευτών και των εσωτερικών εγκαταστάσεων παραγωγής για την κατανόηση των αναγκών του συστήματος MRP II είναι μια ζωτική δραστηριότητα που δεν είχε ακόμη αναληφθεί.

### *Συμπεράσματα*

Η περίπτωση της ΗΑΙ υποδεικνύει ότι η εφαρμογή (MRP II) συμβάλλει στη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας των επιχειρήσεων. Αυτή η μελέτη εντόπισε ορισμένα “διδάγματα” από την εφαρμογή που μπορεί να ωφελήσουν άλλες εταιρείες παραγωγής.

- Ένα επίσημο εκπαιδευτικό πρόγραμμα που θα περιλαμβάνει όλους τους χρήστες του συστήματος MRP II θα πρέπει να συμπεριληφθεί στο σύνολο του έργου.
- Απαιτείται μια νέα προσπάθεια «καθαρισμού» για να διασφαλιστεί η ακρίβεια των δεδομένων και η ακεραιότητα των BOM. Αυτό θα πρέπει να περιλαμβάνει κάποια εκπαίδευση σχετικά με τους διαφορετικούς κλάδους εργασίας που σχετίζονται με το MRP II και τη φύση ενός ολοκληρωμένου λειτουργικού συστήματος.
- Η διευθύνουσα επιτροπή πρέπει να συμμετέχει ενεργά στην επίλυση δύσκολων προβλημάτων κατά την περίοδο υλοποίησης καθώς και στην αξιολόγηση των θεμάτων του έργου.
- Το χρονοδιάγραμμα υλοποίησης του έργου από τον προμηθευτή λογισμικού πρέπει να είναι σύμφωνο με ρεαλιστικά και εφικτά χρονοδιαγράμματα που καθορίζονται από τα ανώτερα στελέχη και υποστηρίζονται από όλο το προσωπικό της εταιρείας.

## 9.: Μελέτη Περίπτωσης III

Μελέτη σχετικά με το MRP II στη Σιγκαπούρη [23]

### *Μεθοδολογία έρευνας*

Δεν είναι γνωστό πόσες εταιρείες στη Σιγκαπούρη διαθέτουν συστήματα MRP. Αρκετοί ειδικοί εκτίμησαν ότι ο συνολικός αριθμός χρηστών με τουλάχιστον τα βασικά στοιχεία MRP όπως ο έλεγχος αποθέματος, η τιμολόγηση υλικού, ο προγραμματισμός απαιτήσεων υλικού και η λογιστική δεν είναι μεγαλύτερος από 150. Ο πρωταρχικός σκοπός των C-C Sum και K-K Yang, οι οποίοι ολοκλήρωσαν αυτή τη μελέτη, ήταν να συλλέξουν πληροφορίες από όσο το δυνατόν περισσότερες εταιρείες. Λόγω της ελλιπής παρουσίας MRP στη Σιγκαπούρη, αυτή η προσέγγιση είναι λογική γιατί δίνει τη δυνατότητα απόκτησης μιας ευρεία αξιολόγησης των πρακτικών MRP στη Σιγκαπούρη. Χρησιμοποιήθηκε έρευνα αλληλογραφίας για τη προσέγγιση όσο το δυνατόν περισσότερων εταιρειών. Το ερωτηματολόγιο εξετάστηκε από επαγγελματίες, συμβούλους και ακαδημαϊκούς πριν σταλεί στις εταιρείες. Οι εταιρείες-στόχοι συγκεντρώθηκαν από διάφορες πηγές, όπως κυβερνητικές υπηρεσίες, ενώσεις κατασκευαστών, καταλόγους, πωλητές, συμβούλους και προσωπικές επαφές. Υπολογίζεται ότι περίπου 750 εταιρείες έλαβαν το ερωτηματολόγιο. Ελήφθησαν συνολικά 128 απαντήσεις, εκ των οποίων οι 59 είχαν εφαρμόσει MRP. Αν υποθέσουμε ότι 750 εταιρείες έλαβαν το ερωτηματολόγιο, το ποσοστό ανταπόκρισης είναι 17%. Σε σύγκριση με προηγούμενες εργασίες όπου το μεγαλύτερο μέγεθος δείγματος είναι μόνο 36, ο αριθμός των απαντήσεων σε αυτήν την έρευνα είναι πολύ ικανοποιητικός.

### *Προφίλ εταιρειών*

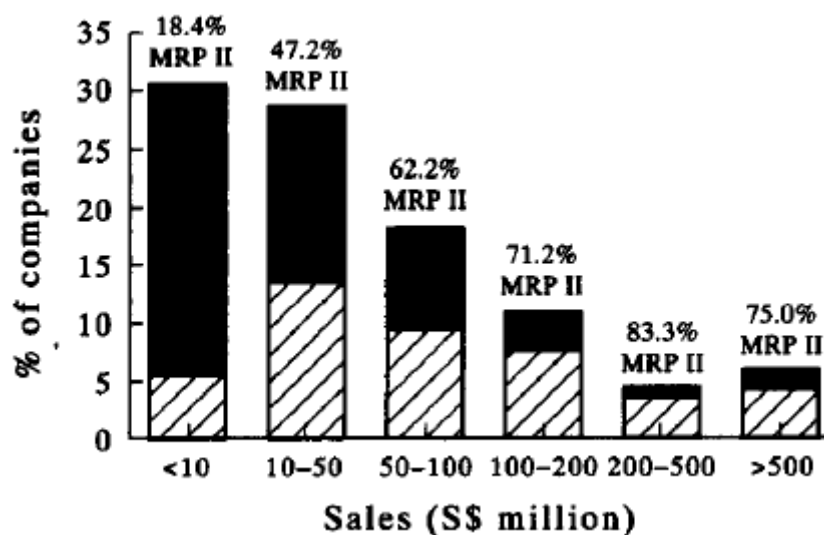
Στις απαντήσεις εκπροσωπήθηκε μια μεγάλη ποικιλία βιομηχανιών. Ο Πίνακας 12 δείχνει την κατηγοριοποίηση των ερωτηθέντων, χρησιμοποιώντας το σχήμα SSIC (Singapore Standard Industrial Classification). Η μεγαλύτερη εκπροσώπηση των εταιρειών MRP ήταν από τις βιομηχανίες ηλεκτρονικών προϊόντων και εξαρτημάτων, κατασκευασμένων μεταλλικών προϊόντων και ηλεκτρικών μηχανημάτων, βιομηχανικών συσκευών και προμηθειών. Σε αυτούς τους κλάδους, η διαχείριση υλικών και ο προγραμματισμός είναι οι βασικές επιχειρησιακές ανησυχίες και δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι το MRP βρίσκεται πιο συχνά σε αυτούς τους κλάδους.

Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

Description	MRP companies (%)	Non-MRP companies (%)	Overall (%)
Food	1.7	5.8	3.9
Textile & textile manufacturers	1.7	2.9	2.3
Wearing apparel	0.0	1.4	0.8
Furniture & fixtures	1.7	1.4	1.6
Paper & paper products	5.1	1.4	3.1
Printing & publishing	0.0	10.1	5.5
Paints, pharmaceutical, & other chemical products	6.8	4.3	5.5
Petroleum refineries/products	5.1	0.0	2.3
Plastic products	3.4	4.3	3.9
Non-metallic mineral products	0.0	1.4	0.8
Iron & steel	0.0	2.9	1.6
Fabricated metal products	10.2	11.6	10.9
Machinery	3.4	2.9	3.1
Electrical machinery, apparatus, appliances & supplies	10.2	10.1	10.2
Electronic products & components	40.7	21.7	30.5
Transport equipment	6.8	1.4	3.9
Instrumentation equipment, photographic & optical goods	3.4	8.7	6.2
Other manufacturing industries	0.0	2.9	1.6
Others	0.0	4.3	2.3
<b>Total</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>
<i>n</i> =	59	69	128

Πίνακας 12: Είδη βιομηχανιών (Κ.-Κ. Υ. C-C SUM)

Το Σχήμα 8 και ο Πίνακας 13 παρουσιάζουν τις ακαθάριστες πωλήσεις το 1990 και τα χαρακτηριστικά της εταιρείας, αντίστοιχα.



Σχήμα 8: 1990 ακαθάριστες πωλήσεις (Κ.-Κ. Υ. C-C SUM)



Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

Characteristic	MRP companies (%)	Non-MRP companies (%)	Overall (%)
<i>Ownership</i>			
Government	3.4	0.0	1.6
Private, with <30% local equity	5.1	10.3	7.9
Private, with ≥30% local equity	25.4	47.1	37.0
Multi-national corporation	59.3	29.4	43.3
Others	6.8	13.2	10.2
<b>Total</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>
<i>Age</i>			
Less than 3 years	10.2	7.4	8.6
4–5 years	10.2	7.4	8.6
6–10 years	16.9	26.5	21.9
11–15 years	32.2	25.0	28.1
More than 15 years	30.5	35.3	32.8
<b>Total</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>
<i>Type of products</i>			
Make-to-order only	33.9	39.1	36.7
Make-to-stock only	18.6	14.5	16.4
Make-to-stock and make-to-order	47.5	36.2	41.4
Others	0.0	10.1	5.5
<b>Total</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>
<i>Manufacturing process</i>			
Assembly only	28.8	11.6	19.5
Fabrication only	6.8	10.1	8.6
Assembly and fabrication	33.9	20.3	26.6
Repair/service	8.5	7.2	7.8
Continuous/process flow	13.6	37.7	26.6
Others	16.9	14.5	15.6
<b>Total</b>	<b>108.5%*</b>	<b>101.4%*</b>	<b>104.7%*</b>
<i>Layout</i>			
Job shop	32.2	30.4	31.3
Continuous process	22.0	39.1	31.3
Assembly line	35.6	23.2	28.9
Others	10.2	11.6	10.9
<b>Total</b>	<b>100.0%</b>	<b>104.3%*</b>	<b>102.4%*</b>

Πίνακας 13: Χαρακτηριστικά εταιρειών (Τα ποσοστά δεν φτάνουν στο 100% γιατί αρκετές εταιρείες έδωσαν πολλαπλές απαντήσεις) (Κ.-Κ. Υ. C-C SUM)

Μπορούν να γίνουν μερικές παρατηρήσεις σχετικά με τα προφίλ των εταιρειών MRP και μη.

### **Μέγεθος και ηλικία.**

Το Σχήμα 8 δείχνει ότι καθώς μια εταιρεία αυξάνεται σε μέγεθος όπως μετράται με τις ακαθάριστες πωλήσεις, έχει μεγαλύτερη τάση να υιοθετεί το MRP. Το ποσοστό των εταιρειών με MRP αυξάνεται από 18,4% για πωλήσεις μικρότερες από 10 εκατομμύρια σε 83,3% για πωλήσεις μεταξύ 200 και 500 εκατομμυρίων. Καθώς μια εταιρεία μεγαλώνει σε μέγεθος, οι παραγωγικές εργασίες γίνονται μεγαλύτερες σε κλίμακα και πιο περίπλοκες και η ανάγκη για μηχανογράφηση είναι μεγαλύτερη. Επίσης, οι μεγαλύτερες εταιρείες θα μπορούσαν ευκολότερα να αγοράσουν συστήματα MRP που δεν είναι φθηνά. Το ηλικιακό προφίλ στον Πίνακα 13 υποδηλώνει ότι το MRP βρίσκεται πιο εύκολα σε παλαιότερες εταιρείες. Ο λόγος θα μπορούσε να είναι ότι καθώς μια εταιρεία ωριμάζει και καθίσταται πιο εδραιωμένη, είναι πιο πρόθυμη να επενδύσει σε μακροπρόθεσμα έργα βελτίωσης όπως το MRP.

### **Προϊόν, διαδικασία και διάταξη.**

Μια σημαντική παρατήρηση που προκύπτει από τον Πίνακα 13 είναι ότι το MRP είναι πιο διαδεδομένο σε εταιρείες με σχετικά πολύπλοκες διαδικασίες και λειτουργίες παραγωγής. Η πλειονότητα των εταιρειών MRP κατασκευάζει κατά παραγγελία ή συνδυασμό προϊόντων κατά παραγγελία και στοκ. Το MRP είναι επίσης πιο διαδεδομένο σε εταιρείες που εμπλέκονται σε περίπλοκες διαδικασίες παραγωγής (λειτουργίες συναρμολόγησης και κατασκευής, job shop layouts) παρά σε εταιρείες με απλούστερες διαδικασίες συνεχούς ροής. Φαίνεται, επομένως, ότι το επίπεδο δέσμευσης MRP σχετίζεται στενά με την πολυπλοκότητα των εργασιών παραγωγής και του περιβάλλοντος.

## *Χαρακτηριστικά συστήματος MRP*

### **Υλικό και λογισμικό**

Περίπου τα μισά (49,2%) των συστημάτων MRP τρέχουν σε minicomputers ενώ ένα ίσο ποσοστό (20,3%) λειτουργούν σε microcomputers και κεντρικούς υπολογιστές. Η πλειοψηφία των εταιρειών (71,1%) προμηθεύονται το λογισμικό MRP τους από προμηθευτές. Οι εταιρείες προτιμούν να αγοράζουν έτοιμα συστήματα “στο χέρι” για να συντομεύσουν το χρονικό πλαίσιο εφαρμογής του MRP. Αυτές οι εταιρείες θα μπορούσαν επίσης να επωφεληθούν από τις συμβουλευτικές υπηρεσίες που προσφέρουν οι περισσότεροι προμηθευτές. Μόνο ένα μικρό ποσοστό εταιρειών (13,6%) αναπτύσσει ολόκληρο το λογισμικό από μόνο του.

### **Βαθμός μηχανογράφησης**

Η μηχανογράφηση είναι το κύριο μέρος της διαδικασίας υλοποίησης του MRP. Δεδομένης της μεγάλης ποικιλίας στοιχείων MRP, οι εταιρείες θα εγκαταστήσουν μόνο εκείνα που πληρούν τις συγκεκριμένες απαιτήσεις τους. Ο Πίνακας 14 παρουσιάζει τον βαθμό μηχανογράφησης για τα διάφορα στοιχεία MRP.

<b>Module</b>	<b>Mean score<sup>a</sup></b>
<b>Inventory control</b>	<b>4.26</b>
<b>Bills of material</b>	<b>4.18</b>
<b>Purchasing and receiving</b>	<b>3.74</b>
<b>Material requirements planning (parts explosion)</b>	<b>3.57</b>
<b>Accounting</b>	<b>3.35</b>
<b>Cost accounting</b>	<b>3.20</b>
<b>Sales order processing</b>	<b>3.18</b>
<b>Routing/work centers</b>	<b>2.98</b>
<b>Financial analysis</b>	<b>2.73</b>
<b>Payroll/personnel</b>	<b>2.61</b>
<b>Master production schedule</b>	<b>2.56</b>
<b>Shop floor control</b>	<b>2.12</b>
<b>Detailed operations scheduling</b>	<b>1.79</b>
<b>Capacity requirements planning (CRP)</b>	<b>1.53</b>
<b>Forecasting</b>	<b>1.31</b>
<b>Rough-cut capacity planning (RCCP)</b>	<b>1.27</b>

Πίνακας 14: Βαθμός μηχανογράφησης (βάση κλίμακας Likert 6 σημείων) (K.-K. Y. C-C SUM)

Τα βασικά στοιχεία MRP, όπως ο έλεγχος αποθέματος, η τιμολόγηση υλικού, ο σχεδιασμός αγορών/παραλαβών και ο σχεδιασμός απαιτήσεων υλικών εφαρμόζονται πρώτα για να δημιουργηθούν τα θεμέλια για τα πιο προηγμένα στοιχεία όπως η δρομολόγηση, shop floor control και ο προγραμματισμός απαιτήσεων χωρητικότητας (CRP). Τα βασικά στοιχεία είναι επίσης τα πιο εύκολα στη μηχανογράφηση, καθώς αντιπροσωπεύουν τις βασικές δραστηριότητες σε κάθε κατασκευαστική εταιρεία και, ως εκ τούτου, οι πληροφορίες είναι άμεσα διαθέσιμες για μηχανογράφηση.

### **Ορισμός του MRP**

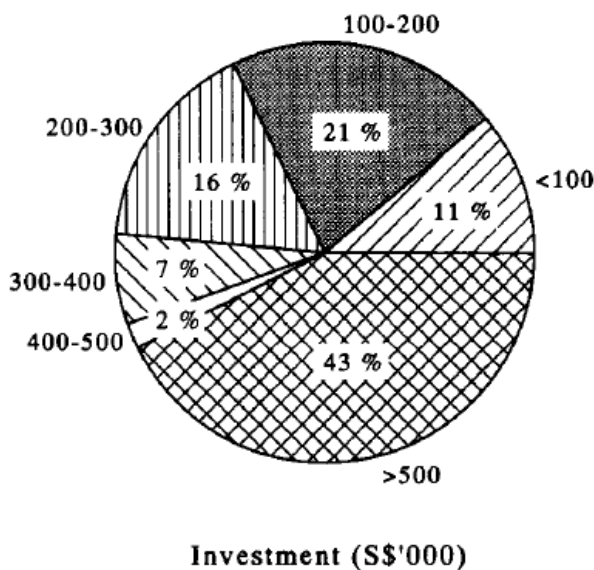
Τα πρώτα συστήματα MRP αναπτύχθηκαν ως εργαλείο κυρίως για το τμήμα κατασκευής μόνο. Τα συστήματα MRP σήμερα έχουν πολύ ευρύτερο πεδίο εφαρμογής και περιλαμβάνουν δραστηριότητες σχεδιασμού και υλοποίησης σε άλλους επιχειρηματικούς τομείς όπως το μάρκετινγκ, οι αγορές και τα χρηματοοικονομικά. Η αποτελεσματική χρήση του MRP εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το πώς μια εταιρεία αντιλαμβάνεται το ρόλο και το πεδίο εφαρμογής του συστήματος MRP. Ο C-C Sum και K-K Yang ερεύνησαν αυτή την αντίληψη ρωτώντας τους ερωτηθέντες πώς ορίζουν οι εταιρείες τους το MRP. Ο Πίνακας 15 δείχνει ότι οι περισσότερες εταιρείες (67,2%) θεωρούν το MRP ως ένα ολοκληρωτικό επιχειρηματικό σύστημα. Αυτό είναι ένα υγιές σημάδι, καθώς υποδηλώνει ότι οι περισσότεροι χρήστες της Σιγκαπούρης κατανοούν το εκτεταμένο πεδίο εφαρμογής του MRP και είναι σε καλύτερη θέση να εκμεταλλευτούν τις στρατηγικές του δυνατότητες.

Definition	% of companies
Computerized materials/production planning and control system for production only	17.2
Primarily computerized materials/production planning and control system integrated with other business areas to achieve a total business system	67.2
General system for computerizing any business function	12.1
Others	3.5
<b>Total</b>	<b>100.0%</b>

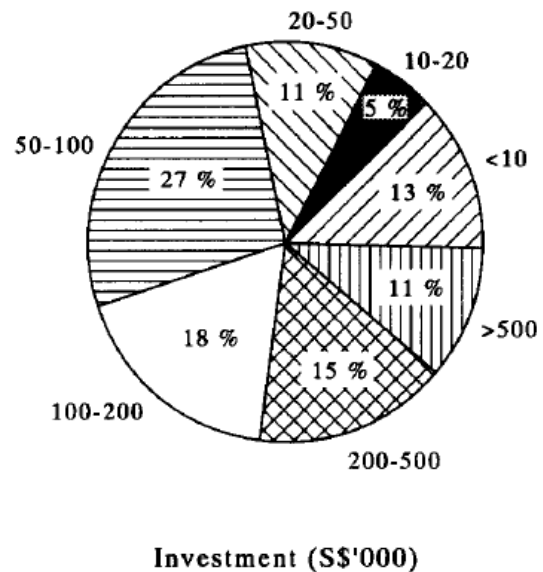
Πίνακας 15: Ορισμός του MRP (Κ.-Κ. Υ. C-C SUM)

### Κόστος και οφέλη

Τα σχήματα 9 και 10 δείχνουν την τρέχουσα επένδυση MRP (υλικού και λογισμικό) και την πρόσθετη επένδυση που προγραμματίζεται για τα επόμενα 3 χρόνια, αντίστοιχα. Το Σχήμα 9 δείχνει ότι υπάρχουν δύο μεγάλες ομάδες χρηστών. Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει μικρότερους χρήστες που είχαν ξοδέψει μεταξύ 100.000 και 300.000 \$ ενώ η άλλη ομάδα μεγαλύτερων χρηστών είχε ξοδέψει περισσότερα από 500.000 \$. Περαιτέρω ανάλυση αποκάλυψε ότι τα μικρότερα συστήματα ανήκουν σε μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις ενώ τα μεγαλύτερα συστήματα ανήκουν σε πολυεθνικές εταιρείες και μεγαλύτερες επιχειρήσεις. Η πρόσθετη επένδυση στο σύστημα κατανέμεται πιο ομοιόμορφα μεταξύ των διαφορετικών τύπων επιχειρήσεων (Σχ. 10), υποδεικνύοντας ότι οι μικρότερες εταιρείες είναι επίσης έτοιμες να επενδύσουν περαιτέρω μεγάλα ποσά στα συστήματα MRP τους.



Σχήμα 9: Επένδυση (Κ.-Κ. Υ. C-C SUM)



Σχήμα 10: Πρόσθετη επένδυση τα επόμενα 3 χρόνια.

Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

Τα κύρια οφέλη του MRP εμφανίζονται στον Πίνακα 16. Καθώς τα οφέλη πρέπει να σχετίζονται με τους λόγους υλοποίησης, παρουσιάζονται οι λόγοι υλοποίησης στον Πίνακα 17. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η παρατήρηση ότι η βελτίωση της ανταγωνιστικής θέσης δεν ήταν ο κορυφαίος λόγος για την εφαρμογή του MRP. Οι κορυφαίοι λόγοι έχουν κατά κύριο λόγο επιχειρησιακό χαρακτήρα. Φαίνεται ότι υπάρχουν εταιρείες που, ενώ αναγνωρίζουν το στρατηγικό δυναμικό του MRP, σκοπεύουν να χρησιμοποιήσουν το MRP ως εργαλείο για τη βελτίωση της λειτουργικής αποτελεσματικότητας παρά ως μέσο για την αύξηση της ανταγωνιστικότητας. Ενώ τα περισσότερα από τα οφέλη ταιριάζουν με τους λόγους εφαρμογής, λίγες εταιρείες ανέφεραν σημαντική αύξηση στην ανταγωνιστική θέση. Οι εταιρείες, επομένως, αποκομίζουν πραγματικά λειτουργικά οφέλη (καλύτερη παράδοση, καλύτερος προγραμματισμός, καλύτερη ανταπόκριση στις αλλαγές, κ.λπ.), αλλά δεν έχουν αντιληφθεί κάποιο στρατηγικό ή ανταγωνιστικό πλεονέκτημα από τη χρήση MRP.

<b>Benefit</b>	<b>Mean score<sup>a</sup></b>
<b>Better meeting of delivery dates</b>	<b>3.96</b>
<b>Better production scheduling</b>	<b>3.87</b>
<b>Better ability to meet volume/product changes</b>	<b>3.83</b>
<b>Better cost estimation</b>	<b>3.69</b>
<b>Improved productivity</b>	<b>3.66</b>
<b>Lower inventory costs</b>	<b>3.65</b>
<b>Shorter delivery lead time</b>	<b>3.52</b>
<b>Increase throughput</b>	<b>3.48</b>
<b>Reduced safety stocks</b>	<b>3.46</b>
<b>Improved competitive position</b>	<b>3.40</b>

Πίνακας 16: Κύρια οφέλη MRP (βάση κλίμακας Likert 5 σημείων) (Κ.-Κ. Υ. C-C SUM)

<b>Reason</b>	<b>Mean score<sup>a</sup></b>
<b>Meet delivery dates better</b>	<b>4.25</b>
<b>Lower inventory costs</b>	<b>4.06</b>
<b>Improve productivity</b>	<b>3.98</b>
<b>React better to changes in volume/product mix</b>	<b>3.91</b>
<b>Shorten delivery lead times</b>	<b>3.74</b>
<b>Improve competitive position</b>	<b>3.74</b>
<b>Increase throughput</b>	<b>3.60</b>
<b>Improve quality of products</b>	<b>2.77</b>

Πίνακας 17: Κύριοι λόγοι υλοποίησης (βάση κλίμακας Likert 5 σημείων) (Κ.-Κ. Υ. C-C SUM)

## Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

Προβλήματα εφαρμογής: Ο Πίνακας 18 επισημαίνει τα κύρια προβλήματα που προέκυψαν κατά την υλοποίηση. Οι χαμηλές τιμές της μέσης βαθμολογίας στον Πίνακα 18 υποδηλώνουν ότι τα προβλήματα υλοποίησης που αντιμετωπίζονται δεν είναι πολύ σοβαρά. Το σημαντικότερο εμπόδιο στην εφαρμογή είναι η έλλειψη τεχνογνωσίας της εταιρείας στο MRP, η οποία μπορεί να αποδοθεί στην ανεπαρκή εκπαίδευση και κατάρτιση σε MRP εντός της εταιρείας ή σε εθνικό επίπεδο. Είναι επίσης ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι το κόστος των συστημάτων MRP δεν αποτελεί σημαντικό εμπόδιο στην υλοποίηση MRP. Οι εταιρείες φαίνεται να ενδιαφέρονται περισσότερο για λειτουργικά και τεχνικά ζητήματα όπως η έλλειψη εξειδίκευσης στο MRP και η καταλληλότητα του λογισμικού παρά με το υψηλό κόστος του συστήματος MRP. Αυτό υποδηλώνει ότι οι εταιρείες ενδέχεται να έχουν πλήρη επίγνωση της ανάγκης για αναβάθμιση και δεσμεύονται να χρησιμοποιούν MRP για να βελτιώσουν τις δραστηριότητές τους.

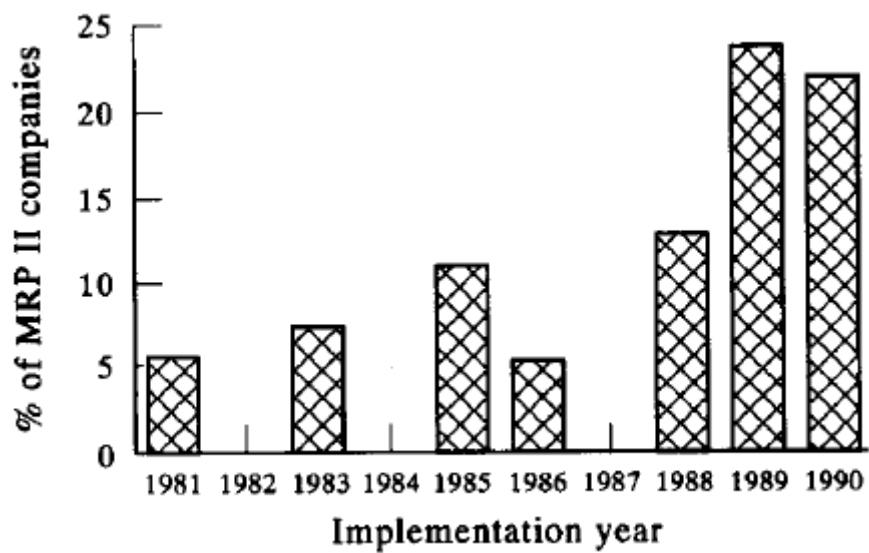
<b>Problem</b>	<b>Mean score<sup>a</sup></b>
<b>Lack of company expertise in MRP</b>	<b>3.02</b>
<b>Lack of training/education on MRP</b>	<b>3.00</b>
<b>Lack of communication</b>	<b>2.68</b>
<b>Lack of suitability of software</b>	<b>2.62</b>
<b>Lack of support from vendor</b>	<b>2.53</b>
<b>Lack of information technology expertise</b>	<b>2.52</b>
<b>High cost of MRP system</b>	<b>2.49</b>

Πίνακας 18: Προβλήματα υλοποίησης (K.-K. Y. C-C SUM)

### *Ανάπτυξη MRP*

Το Σχήμα 11 παρουσιάζει την ανάπτυξη των χρηστών MRP στη Σιγκαπούρη. Τα παλαιότερα συστήματα MRP σε αυτό το δείγμα εγκαταστάθηκαν το 1981. Το Σχήμα 11 παρουσιάζει μια απότομη ανοδική τάση στην ιδιοκτησία του MRP, ιδιαίτερα μεταξύ 1988 και 1990. Η ανοδική αυτή τάση είναι αντανάκλαση της αυξανόμενης δέσμευσης που επιδεικνύεται από τις κατασκευαστικές εταιρείες στη χρήση του MRP. Η αυξανόμενη ιδιοκτησία μπορεί να αποδοθεί σε παράγοντες όπως η ανάγκη αναβάθμισης ώστε να παραμείνει ανταγωνιστική, η αυξημένη εκπαίδευση και η προώθηση του MRP από τις κυβερνητικές αρχές και τους πρωτοπόρους του MRP και η διαθεσιμότητα οικονομικά προσιτών συστημάτων για μικρομεσαίες επιχειρήσεις.

Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα MRPII. Μελέτη Περίπτωσης



Σχήμα 11: Αύξηση των χρηστών MRP II. (Κ.-Κ. Υ. C-C SUM)

## 10.: Συμπεράσματα

Σε αυτή την εργασία, επιχειρήθηκε να λυθεί ένα πρακτικό πρόβλημα που σχετίζεται με τον προγραμματισμό των πόρων παραγωγής. Ξεκινώντας από το δέντρο δομής προϊόντος, δηλαδή το σύνολο των υλικών που χρειάζονται για την κατασκευή ενός εξαρτήματος, εκτιμάται η προβλεπόμενη απαίτηση. Από την ποσότητα προγραμματισμένων παραλαβών υπολογίζεται η προγραμματισμένη διάθεση παραγγελιών. Αυτή η προσέγγιση επίλυσης του προγραμματισμού των απαιτήσεων υλικών έχει τεράστια αξία στον βιομηχανικό τομέα. Έτσι εφαρμόζεται ακριβής σχεδιασμός απαιτήσεων υλικών. Ως αποτέλεσμα, ο έλεγχος του αποθέματος θα είναι εύκολος. Πολλά χρήματα μπορούν να εξοικονομηθούν με την άσκηση του προγραμματισμού των απαιτήσεων υλικών με αυτόν τον τρόπο. Τα χρήματα που δεσμεύονται στο απόθεμα θα μειωθούν. Το πρόβλημα χειρισμού υλικών θα μειωθεί. Αλλά η προσέγγιση που γίνεται σε αυτήν την εργασία δεν παρέχει λύση σε κάθε προγραμματισμό απαίτησης υλικού. Σε αυτήν την περίπτωση, δεν λαμβάνεται υπόψη το σύστημα οικονομικής ποσότητας παραγγελίας. Ωστόσο, σε αυτήν την εργασία έγινε προσπάθεια να συσχετιστεί όσο καλύτερα γίνεται η απόφαση αγοράς και αποθήκευσης εξαρτημάτων με τον προγραμματισμό παραγωγής. Εκτός της λύσης του πρακτικού προβλήματος, παρουσιάστηκαν και δύο μελέτες περίπτωσης εφαρμογής του MRP II, σε Ελληνική αεροδιαστημική εταιρεία και στη Σιγκαπούρη. Από αυτές τις μελέτες διαπιστώθηκε ότι η εφαρμογή του MRP II συμβάλλει στη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας των επιχειρήσεων. Ένα καλά εφαρμοσμένο σύστημα MRP II μπορεί να βελτιώσει τη συνολική εξυπηρέτηση των πελατών μέσω της δυνατότητας ικανοποίησης συγκεκριμένων παραγγελιών σε μια ασταθή και απρόβλεπτη αγορά. Η συντόμευση του συνολικού χρόνου παράδοσης μπορεί να αποτελέσει πηγή ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος, ιδίως όταν τα προϊόντα αποτελούνται από μια εκτεταμένη και περίπλοκη διαδικασία κατασκευής. Γνωρίζοντας τις μελλοντικές ανάγκες MRP II για υλικά και έχοντας μια σαφή εικόνα της ζήτησης για όλα τα είδη, μία επιχείρηση μπορεί να σχεδιάσει και να προγραμματίσει τις αγορές της εκ των προτέρων και να μειώσει το χρόνο για την προμήθεια αυξάνοντας έτσι την ανταγωνιστικότητα. Επιπλέον, ο προμηθευτής είναι πιο πιθανό να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις της επιχείρησης γνωρίζοντας εκ των προτέρων τις μελλοντικές της απαιτήσεις όταν αυτή θέλει τα υλικά. Η μοναδικότητα αυτής της εργασίας έγκειται στην παρουσίαση παραδειγμάτων πραγματικού σεναρίου της βιομηχανίας. Θα παρακινήσει τον αναγνώστη να αναλάβει την εργασία για τον προγραμματισμό απαιτήσεων υλικών συσχετίζοντας το πρόβλημα προγραμματισμού παραγωγής και διαχείρισης αποθεμάτων.



## Αναφορές

- [1] D. Kiran, «Production planning and control,» σε *Production Planning and Control\_A Comprehensive Approach*, Butterworth-Heinemann, 2019, pp. 1-2.
- [2] Φ. Σκιττίδης, «Οργάνωση και διοίκηση παραγωγής,» σε *Οργάνωση και διοίκηση παραγωγής*, Εκδόσεις Σύγχρονη Εκδοτική 2000, 2000, pp. 20-82, 121-147.
- [3] D. Kiran, «Benefits of production planning and control,» σε *Production Planning and Control\_A Comprehensive Approach*, Butterworth-Heinemann, 2019, pp. 17-18.
- [4] K. W. L. J. L. K. W. H. & D. M. K. Ye Chen, «A Rough Set Approach to Multiple Criteria ABC Analysis,» pp. 35-52, 2008.
- [5] R. R, «ABC inventory classification with multiple-criteria using weighted linear optimization,» τόμ. 33, αρ. 3, p. 695, 2006.
- [6] F. Y. & A. M. Partovi, «Classifying inventory using an artificial neural network approach,» τόμ. 41, αρ. 4, pp. 389-404, 2002.
- [7] P. & F. L. Zhou, «note on multi-criteria ABC inventory classification using weighted linear optimization,» *European Journal of Operational Research*, τόμ. 182, αρ. 3, pp. 1488-1491, 2007.
- [8] B. R. A. L. S. Foote, «Production planning and scheduling: Computational feasibility of multi-criteria models of production, planning and scheduling.,» *Computers and Industrial Engineering*, τόμ. 15, αρ. 1, p. 129–138, 1998.
- [9] G. R. ., B. L. Christensen W.J., «Build-to-order and just-in-time as predictors of applied supply chain knowledge and market performance,» *Journal of Operations Management*, τόμ. 23, pp. 470-481, 2005.
- [10] F. R. Jacobs, «The OPT Scheduling System: A Review of a New Scheduling System,» *Production and Inventory Management*, τόμ. 24, αρ. 3, pp. 47-51, 1983.
- [11] J. W. Herrmann, «A HISTORY OF PRODUCTION SCHEDULING,» *Handbook of Production Scheduling. Springer US*, pp. 5-6, 2006.
- [12] Α. Γιοβάνης, «Στόχοι, Ρόλος και Λογική MRP Συστήματος,» σε *ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ (MRP)*, pp. 4-5.
- [13] E. M. & M. Alnajjar, «Production planning and inventory management at Grande factory,» pp. 25-26, 2015.
- [14] D. Kiran, σε *Production Planning and Control\_A Comprehensive Approach*, Butterworth-Heinemann, 2019, pp. 430-434.
- [15] Α. Γιοβάνης, «Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα MRP,» σε *ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ (MRP)*, pp. 29-30.

Εξέλιξη και προοπτικές σύγχρονων συστημάτων Οργάνωσης Παραγωγής. Τα συστήματα  
MRPII. Μελέτη Περίπτωσης

- [16] Α. Γιοβάνης, «Λογική MRP συστήματος,» σε *ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ (MRP)*, pp. 5-6.
- [17] Γ. Λυμπερόπουλος, «Προγραμματισμός Παραγωγικών Πόρων,» σε *Σχεδιασμός και προγραμματισμός παραγωγής*, 2015, pp. 26-33.
- [18] E. M. & M. Alnajjar, «Production planning and inventory management at Grande factory,» pp. 27-29, 2015.
- [19] M. A. Mahmoud, «EVOLUTION OF MRP-TYPE SYSTEMS,» *Production Planning and Control*, pp. 1-9, 2014-2015.
- [20] J. W. Toomey, «MRP Implementation,» σε *MRP II: Planning for Manufacturing Excellence*, Kluwer Academic Publishers, 1996, p. 177.
- [21] J. W. Toomey, «MRP Implementation,» σε *MRP II: Planning for Manufacturing Excellence*, Kluwer Academic Publishers, 1996, pp. 177-189.
- [22] A. K. Panagiotopoulos Nikos, «Implementing manufacturing,» *International Journal of Operations &*, τόμ. 25, αρ. 3, pp. 277-288, 2005.
- [23] K.-K. Y. C-C SUM, «A Study on Manufacturing Resource,» *OMEGA Int. J. of Mgmt Sci*, τόμ. 21, αρ. 2, pp. 187-197, 1993.
- [24] [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.uky.edu/~dsianita/611/fms.html>. [Πρόσβαση 18 9 2023].