

**ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ**

Τμήμα: Τηλεπληροφορικής και Διοίκησης

**Ηλίας Μπομποτσάρης**

«Το MRP II και πρακτική εφαρμογή του στο επίπεδο  
παραγωγής»

Ιούνιος 2004

«Το MRP II και πρακτική εφαρμογή του στο επίπεδο  
παραγωγής»

Ηλίας Κ. Μπομποτσάρης

10 Ιουνίου 2004

Εισηγητής: Τραχανάς Κωνσταντίνος

Επιτροπή: Τσακίρης Δημήτριος  
Μπάκος Δημήτριος

Πτυχιακή Εργασία μέρος των απαιτήσεων του τμήματος  
Τηλεπληροφορικής και Διοίκησης.

Η Εργασία αυτή αφιερώνεται κατά κύριο λόγο στον καθηγητή μου Κωνσταντίνο Τραχανά που πάντοτε κατορθώνει με προσωπικό κόστος να βρίσκεται κοντά στους φοιτητές του.

Η αφιέρωση αυτή είναι ελάχιστο δείγμα ευχαριστίας και ανταπόδοσης στις συνεχείς του προσπάθειες να προσφέρει στο Τμήμα και τους φοιτητές του και στο κουράγιο του να συνεχίζει ανεξάρτητα από το κόστος που αυτό συνεπάγεται και χωρίς να περιμένει αναγνώριση ή εύσημα.

Τέλος τον ευχαριστώ για την έμπνευση που μου προσέφερε στην εκπόνηση της εργασίας αυτής και που ήταν πάντοτε έτοιμος να ανταποκριθεί σε οποιοδήποτε αίτημά μου.

## Abstract

Η Εργασία αυτή αποσκοπεί στο να παρουσιάσει περιληπτικά την φύση και λειτουργία του συστήματος MRP II, να καταδείξει τα χαρακτηριστικά εκείνα τα οποία αποτελούν τα ισχυρά σημεία του και να επισημάνει τις όποιες αδυναμίες του.

Προχωράει ωστόσο παραπέρα από την απλή καταγραφή της ταυτότητας του συστήματος. Βασισμένη σε μελέτες επιφανών μελετητών του είδους αναλύει την συμπεριφορά του στην ίδια την γραμμή παραγωγής. Αντιμετωπίζει τα προβλήματα που συναντώνται στο πέρασμα από την θεωρία στην πράξη με σκοπό όχι να κατακρίνει αλλά να κρίνει και να προτείνει τρόπους υπερφαλαγγισμού τους.

Αποσκοπεί να δώσει ακόμα και στον ελάχιστο μνημένο στα συστήματα παραγωγής την δυνατότητα να κατανοήσει τους μηχανισμούς εκείνους που σε τελική ανάλυση λειτουργούν έτσι ώστε να έχουμε την δυνατότητα να απολαμβάνουμε την στιγμή που θέλουμε και στην σωστή ποιότητα τους καρπούς τους.

Τέλος για τον πιο ενδελεχή αναγνώστη, είναι πίστη μου ότι θα δώσει την ευκαιρία για αποκομιδή γνώσεων, που λόγω περιορισμένης ελληνικής βιβλιογραφίας δεν είναι πάντοτε προσιτή και θα προσφέρει ικανοποιητική τροφή για σκέψη.

# Περιεχόμενα

## Περίληψη

Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup> –Εισαγωγή.....σελ. 1

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> –Manufacturing Resource Planning (MRP II).....σελ. 6

2.1 Τι είναι το MRP2 και γιατί χρησιμοποιείται;

2.1.1 Ορισμός και Ιστορία

2.1.2 Ιεραρχία MRP II

2.2 Ποια είναι τα προβλήματα του MRP II;.....σελ. 13

2.3 Ποιες είναι οι προτεινόμενες λύσεις;.....σελ. 15

Κεφάλαιο 3- Shop Floor Control.....σελ. 17

3.1 Τι είναι το shop floor control (SFC);

3.1.1 – Ορισμός

3.1.2 Αντικειμενικοί σκοποί του Shop Floor Control.....σελ. 18

3.1.3 Λειτουργίες εντός του Shop floor Control.....σελ. 19

3.2 Ποια είναι τα χαρακτηριστικά ενός καλού σχεδίου SFC;.....σελ. 20

3.3 Το SFC σε συστήματα Push και Pull.....σελ. 22

Κεφάλαιο 4- Το MRP II σαν εργαλείο SFC.....σελ. 24

4.1 Πώς το MRP II προσπαθεί να επιτύχει τον έλεγχο στο επίπεδο παραγωγής;

4.1.1 Είσοδοι MRP.....σελ. 26

4.1.2 Διαδικασία MRP.....σελ. 27

4.1.3 Έξοδοι MRP.....σελ. 28

4.2 Ποιοι περιορισμοί συναντώνται στην χρήση του MRP στο SFC;.....σελ. 29

4.3 Πώς τα υβρίδια του MRP ξεπερνούν τους περιορισμούς του συστήματος;.....σελ. 35

Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup> –Συμπεράσματα.....σελ. 38

## Ακρωνύμια

APS- Advanced Planning System  
BOM- Bill Of Materials  
BOR-Bill Of Resources  
CRP- Capacity Requirements Planning  
ERP- Enterprise Resource Planning  
JIT- Just In Time  
MPS- Master Production Schedule  
MRP- Material Requirements Planning  
MRP II- Manufacturing Resource Planning  
RCCP- Rough Cut Capacity Planning  
SF- Shop Floor  
SFC- Shop Floor Control  
SPT- Shortest Process Time  
WIP- Work In Progress

### **ΔΗΛΩΣΗ ΠΕΡΙ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ**

Όλες οι προτάσεις οι οποίες παρουσιάζονται σ' αυτό το κείμενο και οι οποίες ανήκουν σε άλλους αναγνωρίζονται από τα εισαγωγικά και υπάρχει η σαφής δήλωση του συγγραφέα. Τα υπόλοιπα γραφόμενα είναι επινόηση του γράφοντος ο οποίος φέρει και την καθολική ευθύνη γι' αυτό το κείμενο και δηλώνω υπεύθυνα ότι δεν υπάρχει λογοκλοπή γι' αυτό το κείμενο.

Όνοματεπώνυμο.....

Υπογραφή.....

Ημερομηνία.....

## Περίληψη

Το MRP2 (Manufacturing Resource Planning) είναι μία μέθοδος ή σύστημα χρησιμοποιούμενο σε διάφορες βιομηχανίες για την διαχείριση των υλών κατασκευής. Αυτή η μελέτη αποσκοπεί στην παρουσίαση του συστήματος τόσο λειτουργικά όσο και ιστορικά καθώς και στην αναγνώριση της καταλληλότητας του MRP2 στην διαχείριση του επιπέδου παραγωγής (shop floor) αναλύοντας τις μεταβλητές που υπαγορεύουν την λειτουργία του καθώς και τους περιορισμούς του.

## Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup> -Εισαγωγή

Το επίπεδο παραγωγής (shop floor) αποτελεί ακέραιο μέρος της αλυσίδας παραγωγής οποιουδήποτε παραγωγικού συστήματος. Εδώ είναι όπου οι ανάγκες των καταναλωτών και οι προσπάθειες των επιχειρήσεων διαπλέκονται με τον συνδυασμό πρώτων υλών και εργασίας προκειμένου να παραχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα, το τελικό προϊόν. Συνεπώς, είναι σημαντικό να υπάρχει ένας αποδοτικός τρόπος ελέγχου των δραστηριοτήτων του επιπέδου παραγωγής προκειμένου να επιτευχθεί η μεγαλύτερη δυνατή απόδοση καθώς και να προβλεφθεί η διαδικασία της παραγωγής. Όταν λέμε ότι θέλουμε να προβλέψουμε την διαδικασία παραγωγής σαφώς εννοούμε να προσπαθήσουμε να προβλέψουμε τυχόν ανασχετικούς για την παραγωγή παράγοντες λαμβάνοντας εκ των προτέρων δράση με σκοπό την ομαλή διεξαγωγή της παραγωγικής αλυσίδας.

Παγκόσμια, υπάρχουν και λειτουργούν διάφορα παραγωγικά συστήματα και φιλοσοφίες. Στις Ηνωμένες Πολιτείες η μέθοδος MRP2 χρησιμοποιείται σχεδόν στο ογδόντα τις εκατό (80%) των βιομηχανιών σύμφωνα με σχετική εκτίμηση του Υπουργείου Βιομηχανίας της χώρας. Το MRP2, που αρχικά εισήχθη στην δεκαετία του 1960, έχει τύχει πολλών αναθεωρήσεων λόγω της αυξανόμενης ισχύς των υπολογιστικών συστημάτων καθώς και από την γενικότερη τάση της ενσωμάτωσης των δραστηριοτήτων των διαφορετικών τομέων παραγωγής κάθε βιομηχανίας σε μία μονάδα. Η τελευταία έκδοση του MRP είναι το Εξελιγμένο Σύστημα Ελέγχου ή APS (Advanced Planning System) .

Η μελέτη αυτή θα προσπαθήσει να καθορίσει την καταλληλότητα του MRP2 ως εργαλείο για τον έλεγχο του επιπέδου παραγωγής. Γενικά, το MRP2 είναι ένα εξαιρετικό εργαλείο, ειδικά όσον αφορά την βελτιστοποίηση της χρήσης των διάφορων παραγωγικών πηγών. Ωστόσο στο επίπεδο παραγωγής, αντιμετωπίζει κάποιους περιορισμούς που μειώνουν την δυνατότητά του να ενεργεί ως αποδοτικό εργαλείο ελέγχου. Θα προσπαθήσουμε επίσης να αναγνωρίσουμε ποιοι είναι αυτοί οι περιορισμοί και να επιδείξουμε διάφορες λύσεις οι οποίες έχουν κατά καιρούς προταθεί από επιχειρήσεις και ερευνητές προκειμένου να έρθει το MRP2 όσο πιο κοντά γίνεται στο ιδανικό σύστημα ελέγχου.

Το τμήμα αυτό της εργασίας, που αφορά στο MRP2, μελετά την σχέση MRP2 και Ελέγχου του Επιπέδου Παραγωγής (Shop Floor Control). Περιγράφεται αναλυτικότερα τι είναι και πώς λειτουργεί η όλη μέθοδος. Επισημαίνει τα προβλήματα με τα οποία τυπικά σχετίζεται το MRP2 και προχωρά να περιγράψει τα είδη των προτεινόμενων λύσεων που η βιομηχανία έχει εφαρμόσει με την μορφή υβριδικών συστημάτων MRP2. Επίσης αναλύεται το τι ακριβώς είναι ο έλεγχος του επιπέδου παραγωγής που στο εξής θα αναφέρεται αποκλειστικά με την αγγλική ορολογία Shop Floor Control. Παρόμοια το επίπεδο παραγωγής θα αναφέρεται ως Shop Floor. Έπειτα, πραγματεύεται τα χαρακτηριστικά του ιδανικού Shop Floor Control. Επίσης γίνεται μία αρκετά εκτενής αναφορά στις διαφορές μεταξύ συστημάτων push και pull όσον αφορά το S.F.C. (Shop Floor Control). Τέλος, συνδέουμε τα περιεχόμενα των δύο τελευταίων θεμάτων, δηλαδή παρουσιάζουμε πως το MRP2 καθιερώνει το S.F.C. Τέλος πραγματευόμαστε από τεχνικής σκοπιάς διάφορα υβριδικά συστήματα MRP2 που έχουν δημιουργηθεί για να επιλύσουν τα προβλήματα που το σύστημα αντιμετωπίζει.

## Συνοπτική παρουσίαση των μεθόδων MRP, MRP II

Πολύ συχνά τα συστήματα και οι μέθοδοι ελέγχου της παραγωγής καταλήγουν δυσνόητα για τον τελικό ενδιαφερόμενο στην παρουσίαση και ανάλυσή τους. Ωστόσο, η ανάγκη χρήσης μίας μεθόδου όπως το MRP, μπορεί εύκολα να επεξηγηθεί με μία απλή αναλογία:

Έστω ότι αναλαμβάνουμε να οργανώσουμε μέσα στο χρονικό διάστημα τεσσάρων εβδομάδων μία δεξίωση για σαράντα προσκεκλημένα άτομα. Έχουμε αποφασίσει ότι θα παρέχουμε στους προσκεκλημένους είδη όπως μύρα, κρασί και αναψυκτικά συν κάποια συνοδευτικά πιάτα καθώς και ξηρούς καρπούς. Είναι φυσικό ότι η επιτυχημένη διεκπεραίωση της δεξίωσης θα περιλαμβάνει κάποιο είδος προγραμματισμού και ελέγχου της παραγωγής των προσφερόμενων ειδών. Κατ' αρχήν, χρειαζόμαστε κάποια απλή εκτίμηση των προτιμήσεων των προσκεκλημένων όσον αφορά το κόκκινο ή το λευκό κρασί, το είδος της μύρας και γενικότερα τις προτιμήσεις στα είδη που έχουμε επιλέξει να προσφέρουμε. Πριν προχωρήσουμε στην αγορά των αντικειμένων, θα έπρεπε να λάβουμε σίγουρα υπ' όψιν και τα αποθέματα στα είδη που επιθυμούμε τα οποία ήδη διαθέτουμε. Κατά το ίδιο σκεπτικό θα έπρεπε να λάβουμε υπ' όψιν όσον αφορά την παρασκευή των συνοδευτικών πιάτων, την αναγνώριση των απαραίτητων υλικών βάση των συνταγών που διαθέτουμε. (Αφαιρώντας από την λίστα αγορών τα ήδη διαθέσιμα είδη)

Έπειτα, εκτός από την εξακρίβωση των ποσοτήτων των υλικών που απαιτούνται για την ικανοποίηση της προβλεπόμενης ζήτησης, είναι αναγκαίο να γίνει ένας προγραμματισμός της ακολουθίας των πράξεων εκείνων που συνοψίζουν την προετοιμασία. Δεν είναι δυνατό να γίνουν όλα εν μία νυκτί, έτσι λοιπόν μπορούμε να επιλέξουμε παραδείγματος χάριν να πραγματοποιήσουμε μέρος του μαγειρέματος μία εβδομάδα πριν και να καταψύξουμε το προϊόν που ετοιμάσαμε. Αυτό πιθανότατα θα σημαίνει ότι θα έχουμε ήδη προβεί στην αγορά κάποιων υλικών ενώ θα έχουμε αφήσει την αγορά άλλων για μία αργότερη στιγμή. Εν συντομία, προκειμένου να οργανωθεί η δεξίωση, είναι απαραίτητο να προσχεδιάσουμε και να ελέγξουμε την διαδικασία απόκτησης των απαιτούμενων αποθεμάτων και την ακολουθία των ενεργειών. Είναι απαραίτητο να ληφθούν αποφάσεις σχετικά με την ποσότητα και τον χρόνο που θα πραγματοποιηθούν οι αγορές και θα υλοποιηθούν οι διαφορετικές διαδικασίες παραγωγής, βάση των εκτιμήσεών μας επάνω στον αριθμό

των καλεσμένων που θα παρευρεθούν, και των συνταγών για την παραγωγή των τελικών προϊόντων.

Αν και μία παραγωγική διαδικασία είναι πολύ περισσότερο σύνθετη από την οργάνωση μίας δεξίωσης, συστήματα ελέγχου της παραγωγής όπως το MRP, είναι σχεδιασμένα να απευθύνονται σε παρόμοια προβλήματα. Το παραπάνω παράδειγμα είναι ένα γενικό μοντέλο συστήματος σχεδιασμού και ελέγχου της παραγωγής. Αναλύει το σύνολο των δραστηριοτήτων ουσιαστικά σε τρία τμήματα. Σε ένα πρόσθιο τμήμα, μία «μηχανή», και ένα όπισθεν μέρος, κατ' αναλογία με ένα αυτοκίνητο. Το πρόσθιο τμήμα αποφέρει το *γενικότερο σχέδιο παραγωγής* ή MPS (Master Production Schedule) που κατ' αναλογία με το παράδειγμά μας είναι το φαγητό και το ποτό της δεξίωσης. Το MPS αναλαμβάνει τον σχεδιασμό της παραγωγής των προϊόντων που θα καταλήξουν στον τελικό καταναλωτή μέσα σε ένα δοσμένο χρονικό ορίζοντα. Το όπισθεν μέρος αναλαμβάνει την διαχείριση του εργοστασιακού σχεδιασμού και διαχειρίζεται την ροή των απαραίτητων για την παραγωγή υλικών από τους προμηθευτές. (Αυτό αντιστοιχεί με την διαδικασία του να φέρουμε στον χώρο της δεξίωσης τα ψώνια που χρειάζονται και να σχεδιάσουμε το μαγείρεμα και την προετοιμασία). Το MRP (*Material requirements planning*) είναι ο πυρήνας της μηχανής. Αναλαμβάνει την επεξεργασία των κανόνων που θέτει το MPS (με τον ίδιο τρόπο που οι συνταγές υπαγορεύουν τα είδη που θα αγοραστούν) και παράγει μία σχετική λίστα προϊόντων και πρώτων υλών. Το MRP είναι το λεπτομερειακό πλάνο προμηθειών που θα κάνουν δυνατή την εκπλήρωση του MPS.

Εκτός του MPS, το MRP έχει και δύο άλλες εισροές. Μία λίστα υλικών, το γνωστό μας BOM(Bill Of Materials) που επιδεικνύει για κάθε είδος τα εν μέρει είδη που χρειάζονται. Έτσι, για ένα τραπέζι, το BOM θα έδειχνε ότι χρειάζεται μία επίπεδη επιφάνεια και τέσσερα πόδια. Το BOM για την επίπεδη επιφάνεια θα έδειχνε ότι χρειάζονται δύο φύλλα ξύλου και ένας σκελετός. Το BOM για τα πόδια θα έδειχνε ότι χρειάζεται απόθεμα ξύλου και σχετικά εργαλεία (βίδες και παξιμάδια). Η τρίτη εισροή του MRP είναι τα δεδομένα κατάστασης καταλόγων (*Inventory status data*) που δείχνουν τον ακριβή αριθμό από πόδια βίδες εργαλεία και παξιμάδια που είναι διαθέσιμα ήδη κάθε στιγμή, πόσα από αυτά χρησιμοποιούνται ήδη στην παραγωγή και τέλος πόσα έχουν παραγγελθεί. Αυτό έπειτα θα επιτρέψει να εξακριβωθούν οι ποσότητες των υλικών για την περαιτέρω παραγωγή τραπεζιών.

Με αυτόν τον τρόπο το MRP κάνει δυνατή την δημιουργία ενός καταλόγου υλικών χρονικά εξαρτημένων (time phased requirement record) για οποιοδήποτε υλικό που χρησιμοποιείτε στην παραγωγή.

Το MRP παίζει κεντρικό ρόλο στον σχεδιασμό και έλεγχο υλικών. Μεταφράζει συνολικά πλάνα παραγωγής σε κατανοητά μικρότερα στάδια παραγωγής και δημιουργεί δεδομένα για την εκμείωση συμπερασμάτων σχετικά με την ικανότητα παραγωγής της επιχείρησης. Επίσης παρέχει συνδέσμους ανάμεσα στον χώρο παραγωγής και τα συστήματα προμήθειας που επιτυγχάνουν την παραγωγή. Γι' αυτό το MRP είναι το φυσικό σημείο εκκίνησης για πολλές εταιρείες που θέλουν να περάσουν σε έλεγχο της παραγωγής τους με την βοήθεια ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Με επαρκή υπολογιστική ισχύ, εξεζητημένα συστήματα MRP μπορούν να παρέχουν συνεχή ενημερώσεις επάνω στην κατάσταση των υλικών και προϊόντων που απαιτεί η παραγωγή προκειμένου να σταθούν στο ύψος των περιστάσεων ενός συνεχώς μεταβλητού περιβάλλοντος παραγωγής. Αυτό επιτρέπει καλύτερη θέση προτεραιοτήτων και προτύπων καλής λειτουργίας των λειτουργιών του χώρου παραγωγής. Εκτός από την διαχείριση των εισροών υλικών, αυτά τα βελτιωμένα συστήματα μπορούν να κατανέμουν παραγωγικές πηγές με μεγαλύτερη απόδοση. Επίσης μπορούν να συμπεριλαμβάνουν και οικονομικές λεπτομέρειες. Τεχνικές εξομοίωσης επιτρέπουν την εξέταση διαφόρων σεναρίων παραγωγής. Αυτά τα συστήματα είναι λιγότερο επικεντρωμένα στον έλεγχο και προγραμματισμό της παραγωγής. Είναι προφανώς περισσότερο επικεντρωμένα στο σύνολο της επιχείρησης. Στην πραγματικότητα, το εύρος τους είναι τόσο πολύ μεγαλύτερο από το εύρος της αρχικής ιδέας του MRP, που ο γκουρού Oliver Wight δημιούργησε έναν καινούριο όρο- MRP2.(

## **Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> –Manufacturing Resource Planning (MRP II)**

### **2.1 Τι είναι το MRP2 και γιατί χρησιμοποιείται;**

#### **2.1.1 Ορισμός και Ιστορία**

Ως Manufacturing Resource Planning (MRP II) ορίζεται μία μέθοδος για τον αποτελεσματικό σχεδιασμό όλων των παραγωγικών πηγών μίας βιομηχανίας (Higgins, Leroy και Tierney 1996). Είναι άμεσος απόγονος του συστήματος Material Requirements Planning (MRP), το οποίο είναι μία συστοιχία τεχνικών που χρησιμοποιούν BOMs, καταλόγους, δεδομένα και ένα κεντρικό σχέδιο παραγωγής για τον υπολογισμό των απαιτούμενων για την παραγωγή υλικών σε μία κατασκευαστική βιομηχανία.

Το σύστημα MRP ξεκίνησε την δεκαετία του 1960. Ηγέτες της όλης κίνησης για την εφαρμογή του βρέθηκαν να είναι μία ομάδα καινοτόμων επιστημόνων της IBM που αποτελούταν από τους Joe Orlicky, George Plossl και Ollie Wright οι οποίοι ήθελαν να δημιουργήσουν μία δομημένη μεθοδολογία για τον σχεδιασμό τροφοδοσίας υλικών για σύνθετα κατασκευαστικά προϊόντα. Τα τελευταία 30 χρόνια το MRP δημιούργησε μία ολόκληρη βιομηχανία σε κατασκευαστικές και επαγγελματικές υπηρεσίες. Πορεύθηκε χέρι με χέρι με τα τεχνολογικά άλματα της βιομηχανίας των ηλεκτρονικών. Αρχικά, τα συστήματα MRP εκτελούνταν σε μεγάλους mainframe υπολογιστές που κόστιζαν χιλιάδες δολάρια και χρειαζόντουσαν μεγάλο αριθμό τεχνικού προσωπικού για την υποστήριξή τους. Ωστόσο, στην δεκαετία του 1970 δέχθηκαν μία σειρά από βελτιώσεις. Αυτό έδωσε ώθηση σε μία νέα γενιά συστημάτων που ονομάστηκαν MRP 2. Συνεχείς αλλαγές κεντρισμένες από την τεχνολογική άνοδο συνδυασμένες με την επέκταση των αγορών παγκόσμια οδήγησαν σε αλλαγές και στο MRP II προκειμένου να διευκολύνουν τις λειτουργίες ολόκληρης της επιχείρησης. Αυτές οι αλλαγές έδωσαν ώθηση στα συστήματα ERP (Enterprise Resource Planning). Τα συστήματα αυτά ενσωματώνουν ποιοτικά συστήματα, διαχείρισης ανθρωπίνων πόρων, πληροφορικής και συστήματα πληρωμών στο πλαίσιο του MRP.

Τα χαρακτηριστικά του MRP II συνοψίζονται ακόλουθα:

- Το επιχειρησιακό και οικονομικό σύστημα είναι το ίδιο
- Έχει ικανότητες εξομοίωσης που κάνουν δυνατή την πρόβλεψη της παραγωγής
- Περιλαμβάνει όλες τις πτυχές της επιχείρησης από τον σχεδιασμό μέχρι την εκτέλεση.

Το MRP II προσφέρει μία μέθοδο για τον σχεδιασμό και την υποστήριξη της παραγωγής. Αποτελείται από σχετικά απλές ιδέες υποστηριγμένες από την χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή. (Higgins, Leroy και Tierney, 1996)

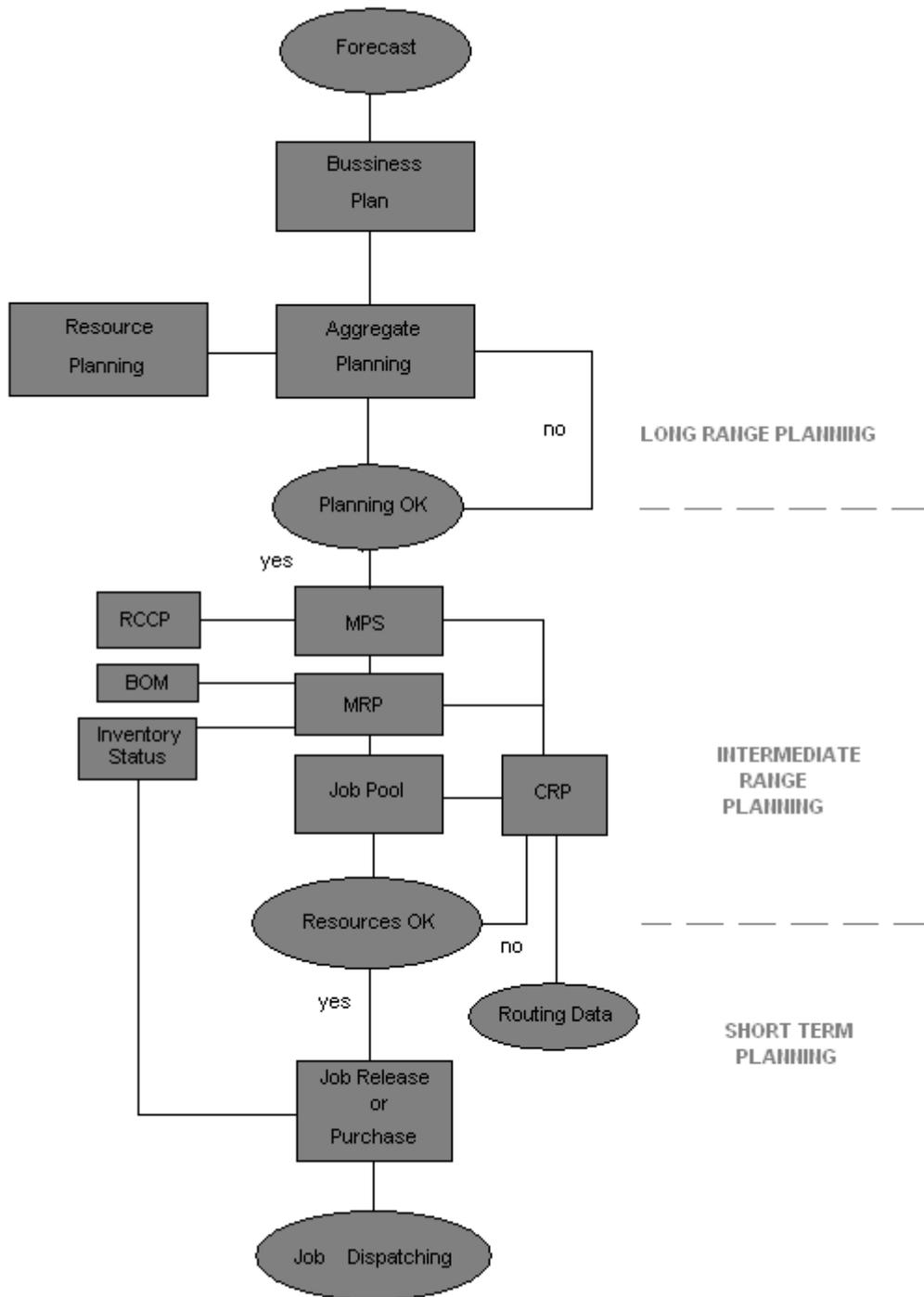
### **2.1.2 Ιεραρχία MRP II**

Το MRP II, προσφέρει μία ρουτίνα γενικού ελέγχου η οποία διασπά το πρόβλημα του ελέγχου της παραγωγής με ένα ιεραρχικό μοντέλο βασισμένο στα χρονοδιαγράμματα των επί μέρους διεργασιών. Μία περίπτωση ιεραρχίας MRP II αποτυπώνεται και στο διάγραμμα (1).

Μία τέτοια δομή κατορθώνει να δώσει στον κατασκευαστή την δυνατότητα να ξεπεράσει το δύσκολο εγχείρημα του συντονισμού χιλιάδων παραγγελιών που απαιτούν την χρήση πολλών ειδών εξοπλισμού με σκοπό την παραγωγή τελικών προϊόντων, αποτελούμενων από διάφορα συνθετικά μέρη.

Υπάρχουν πολλές διαφορετικές μορφές ιεραρχιών στο σύστημα MRP II αλλά γενικά όλες αποτελούνται από τρία κύρια συστατικά μέρη: μακροπρόθεσμος σχεδιασμός (long-range planning), μεσοπρόθεσμος σχεδιασμός (intermediate-range planning) και βραχυπρόθεσμος έλεγχος (short-term control) όπως φαίνεται και στην δεξιά πλευρά του διαγράμματος 1. Εργασίες οι οποίες εκτελούνται κατά την διάρκεια του Shop Floor Control υπάγονται στην κατηγορία του μεσοπρόθεσμου σχεδιασμού καθώς και του βραχυπρόθεσμου ελέγχου. Οι περιγραφές των αντικειμένων που συστήνουν τα τρία βασικά μέρη της ιεραρχίας MRP II αποδίδονται διεξοδικά σε βιβλία των Spearman, Toomey and. Ένα αμάλγαμα αυτών παρουσιάζεται παρακάτω.

**Σχήμα 1: Ιεραρχία MRP II**



\*Οι όροι που χρησιμοποιούνται στο σχεδιάγραμμα αναλύονται διεξοδικά στις παρακάτω παραγράφους.

## ***Μακροπρόθεσμος Προγραμματισμός***

Το χρονικό βεληνεκές αυτού του επιπέδου προγραμματισμού εκτείνεται από το διάστημα των έξι μηνών έως και τα πέντε (5) χρόνια ενώ ο έλεγχος και αναπρογραμματισμός μπορεί να λαμβάνει χώρα σε μηνιαίο ή ετήσιο επίπεδο. Το επίπεδο λεπτομέρειας εξαρτάται και βασίζεται στην «οικογένεια» που ανήκουν τα υλικά και μέρη. Αυτό το επίπεδο προγραμματισμού συνήθως διεξάγεται σε διοικητικό επίπεδο και οι αποφάσεις που παίρνονται αντανακλούν σε όλα τα μέρη μίας κατασκευαστικής επιχείρησης. Ο μακροπρόθεσμος προγραμματισμός αποτελείται από τρεις κύριες δραστηριότητες: την πρόβλεψη για την παραγωγή, τον σχεδιασμό για την χρησιμοποίηση των πρώτων υλών και τον ενοποιημένο προγραμματισμό.

Η Πρόβλεψη αναλύει την μελλοντική ζήτηση βάση της οποίας θα κινηθεί και η παραγωγή. Είναι πάρα πολύ σημαντική για τον καθορισμό των ποσοτήτων των πρώτων υλών, την εξακρίβωση των αναγκών για τα απαραίτητα εργαλεία που θα λάβουν μέρος στην παραγωγική διαδικασία και είναι πιθανόν να μην κατέχονται από την επιχείρηση και τέλος τις ανάγκες σε προσωπικό ειδικευμένο και ανειδίκευτο.

Ο Προγραμματισμός των παραγωγικών πηγών αφορά τις ανάγκες που πρόκειται να αντιμετωπίσει η επιχείρηση κατά την παραγωγική διαδικασία μακροπρόθεσμα. Εδώ καθορίζεται κατά πόσο θα χρειαστεί ίσως να δημιουργηθεί ένα καινούριο εργοστάσιο για να καλύψει τις ανάγκες της παραγωγικής διαδικασίας ή κατά πόσο θα είναι ωφέλιμο να αναβαθμιστούν ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις.

Ο Ενοποιημένος Προγραμματισμός καθορίζει το επίπεδο της παραγωγής, το επιτελείο που χρειάζεται για να φέρει σε πέρας μία διαδικασία, την απογραφή υλικού, τον παραπάνω χρόνο που πιθανότατα θα χρειαστεί σε όρους μηνών και σε όρους ειδών υλικού που πιθανότατα να εξαντληθούν πριν την ολοκλήρωση της διαδικασίας παραγωγής.

Αυτές οι πληροφορίες βοηθούν την διοίκηση να πάρει αποφάσεις όπως το εάν θα πρέπει να συγκεντρώσει όλες τις πρώτες ύλες εξαρχής ή θα κάνει τις απαραίτητες αγορές αργότερα στον χρονικό ορίζοντα της παραγωγής ή ακόμα κάποιον συνδυασμό των δύο τεχνικών προκειμένου να αντιμετωπίσει αυξημένη ζήτηση του τελικού προϊόντος.

### **Μεσοπρόθεσμος Προγραμματισμός**

Ο Μεσοπρόθεσμος Προγραμματισμός περιλαμβάνει την πρόγνωση των διαφόρων λειτουργιών που θα λάβουν χώρα κατά την διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας. Ο Μεσοπρόθεσμος Προγραμματισμός αποτελείται από την διαχείριση των επιπέδων ζήτησης όπου γίνεται πρόβλεψη κατ' ουσία της ποσότητας που θα παραχθεί (Demand Management), το βασικό κατευθυντήριο πρόγραμμα παραγωγής (Master Production Schedule (MPS)), προσεγγιστική εκτίμηση της παραγωγικής ικανότητας και κατάλογο πρώτων υλών. Ακόμη χρησιμοποιεί MRP (Material Requirements Planning) και CRP(Capacity Requirements Planning).

*Διαχείριση Ζήτησης (Demand Management)* ονομάζεται η διαδικασία κατά την οποία μετατρέπεται η μακροπρόθεσμη ενοποιημένη πρόβλεψη σε λεπτομερειακά προγνωστικά ζήτησης καθώς ταυτόχρονα γίνεται αναζήτηση των ατομικών παραγγελιών των πελατών. Το MPS (Master Production Schedule) είναι η πηγή της ζήτησης για το σύστημα MRP II. Το MPS δίνει τις ποσότητες και τις καθορισμένες ημερομηνίες παραλαβής για όλες τις πρώτες ύλες και μέρη όπου κατέχουν αυτόνομη ζήτηση. Ο όρος αυτόνομη ζήτηση αναφέρεται στην ζήτηση όλων των τελικών προϊόντων καθώς και την εξωτερική ζήτηση για ανταλλακτικά.

Ο Προσεγγιστικός Σχεδιασμός Χωρητικότητας (Rough-Cut Capacity Planning (RCCP)) ο οποίος από εδώ και πέρα θα αναφέρεται με το Αγγλικό ακρωνύμιό του, μας παρέχει έναν γρήγορο έλεγχο χωρητικότητας για κάποιες από τις κρίσιμες πρώτες ύλες για να διαπιστώσει την εφαρμοσιμότητα του MPS. Δηλαδή το εάν βάση των δεδομένων ποσοτήτων των συγκεκριμένων πρώτων υλών είναι ικανή η συνέχιση της παραγωγικής διαδικασίας. Ο RCCP χρησιμοποιεί έναν κατάλογο παραγωγικών πηγών (Bill of Resources ή Bill of Materials μόνο όταν αφορά αποκλειστικά πρώτες ύλες) για κάθε τελικό προϊόν του MPS. Το BOR (*Bill of Resources*) μας δίνει μία ανάλυση του χρόνου σε ώρες που απαιτεί ο κάθε παραγωγικός πόρος να κατασκευάσει ένα τελικό αντικείμενο. Μία μορφή του είναι το BOM (*Bill of Materials*). Το BOM αποδίδει την σχέση μεταξύ των τελικών αντικειμένων (τελικών προϊόντων) και αντικειμένων χαμηλότερων επιπέδων (συστατικά μέρη του τελικού προϊόντος). Το MRP διαχειρίζεται τον καταμερισμό και φέρει εις πέρας την λειτουργία της απόλυσης εργασιών. Το κατορθώνει αυτό τροφοδοτώντας το shop floor με υλικά και μετατρέποντάς τα σε προγραμματισμένες παραλαβές. Η έξοδος του είναι η δεξαμενή εργασιών (job pool), η οποία αποτελείται από σχεδιασμένες παραλαβές παραγγελιών. Το MRP παίζει μείζον ρόλο στον έλεγχο του επιπέδου παραγωγής.

Το CRP (Capacity Requirements Planning) μας δίνει έναν πιο λεπτομερή έλεγχο της παραγωγικής ικανότητας επάνω στα σχέδια παραγωγής σε σύγκριση με το RCCP. Το CRP φέρει εις πέρας το έργο της πρόβλεψης και του προγραμματισμού της παραγωγικής διαδικασίας λαμβάνοντας υπ' όψιν γνωστούς χρόνους παραγωγής, τους χρόνους μεταφοράς ή φορτώματος και συνυπολογίζοντας όλους τους χρόνους που μεσολαβούν μέχρι το πέρας των εργασιών. Αυτές οι τιμές συγκρίνονται έπειτα με την ικανότητα της γραμμής παραγωγής χωρίς να γίνονται διορθώσεις για περίπτωση υπερφόρτωσης. Αυτό είναι και μία από τις κυριότερες αδυναμίες του MRP II στον έλεγχο της γραμμής παραγωγής.

## Βραχυπρόθεσμος Έλεγχος

Ο Βραχυπρόθεσμος έλεγχος μπαίνει σε εφαρμογή όποτε μία εργασία παραδίδεται στην γραμμή παραγωγής ή όταν μία παραγγελία αγοράς παραδίδεται στους προμηθευτές, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η έγκαιρη παραλαβή των παραγγελιών στην σωστή ποσότητα και με τις κατάλληλες προδιαγραφές. Μία παραγγελία αγοράς χρησιμοποιείται με αγορασμένα υλικά καθώς το S.F.C. (*Shop Floor Control*) χρησιμοποιείται για εσωτερική παραγωγή. Ο Βραχυπρόθεσμος Έλεγχος υπηρετεί δύο λειτουργίες: ανάθεση εργασιών και έλεγχο εισροών/ εκροών. Η Ανάθεση Εργασιών παρέχει κανόνες για την οριοθέτηση των ουρών αναμονής των διαφόρων υλικών μπροστά από κάθε σταθμό εργασίας στο επίπεδο παραγωγής. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνονται οι προθεσμίες ενώ διατηρείται σε υψηλά επίπεδα η παραγωγικότητα των μηχανών και μειώνεται το κόστος. Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί κανόνες ανάθεσης εργασιών και τουλάχιστον κάποιοι δεκάδες από αυτούς μπορούν να βρεθούν σε πραγματικές συνθήκες παραγωγής. Οι πιο σημαντικοί είναι: Ελάχιστη Χρόνος Επεξεργασίας ή SPT (*Shortest Process Time*), Ελάχιστη Αδράνεια (*Least Slack*), Ελάχιστη Αδράνεια υπολειπόμενης εργασίας (*Least Slack per remaining operation*), Κρίσιμος Ρυθμός (*Critical Ratio*). (Blackstone 1982).

Ο Έλεγχος εισροών/ εκροών παρέχει έναν εύκολο τρόπο να ελέγχεται το επίπεδο παραγγελιών σε σύγκριση με το επίπεδο της παραγωγικής ικανότητας. Στο S.F.(*Shop Floor*) αυτό επιτυγχάνεται παρακολουθώντας τα επίπεδα εργασιών εν εξέλιξη ή WIP ( *Work In Progress*) σε κάθε κέντρο παραγωγής. Ανάλογα με τα επίπεδα του WIP συγκρινόμενα με τα προκαθορισμένα επίπεδα, τα επίπεδα παράδοσης διατηρούνται ή μεταβάλλονται αλλάζοντας το MPS έως ότου επιτευχθεί ο σωστός ρυθμός για τις συγκεκριμένες συνθήκες παραγωγής.

## 2.2 Ποια είναι τα προβλήματα του MRP II;

Το θεμελιώδες πρόβλημα που αντιμετωπίζει το MRP II είναι ότι βασίζεται σε ένα λανθασμένο μοντέλο. Το μοντέλο αυτό σχετίζει την εξαρτημένη με την ανεξάρτητη ζήτηση και μπορεί να διατυπωθεί ως εξής:

*«Η εξαρτημένη ζήτηση και η ανεξάρτητη είναι διαφορετικές. Η παραγωγή που πραγματοποιείται για να καλύψει την εξαρτημένη ζήτηση πρέπει να προγραμματίζεται κατά τέτοιον τρόπο ώστε ρητά να αναγνωρίζει τον δεσμό της με την παραγωγή έτσι ώστε να ανταποκρίνεται στην ανεξάρτητη ζήτηση»*

Η εξαρτημένη ζήτηση αναφέρεται στην ζήτηση για μέρη που θα χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή ανεξάρτητων τελικών προϊόντων. Η ανεξάρτητη ζήτηση αναφέρεται στην ζήτηση που προέρχεται εκτός συστήματος (Spearman).

Το μοντέλο αυτό κάνει το MRP να θεωρεί δεδομένα τον σταθερό χρόνο έναρξης και διεξαγωγής της παραγωγικής διαδικασίας (lead time) και την άπειρη παραγωγική ικανότητα (capacity) τα οποία είναι κοινά προβλήματα που κατατρέχουν ένα παραγωγικό σύστημα. Άλλη μία συνέπεια είναι η *νευρικήτητα συστήματος (system nervousness)*. Ο όρος *Lead time* αναφέρεται στην έκταση του χρόνου που απαιτείται για να ολοκληρωθεί μία διαδικασία ή μία σειρά εργασιών ξεκινώντας από την στιγμή που για πρώτη φορά αναγνωρίζεται η ανάγκη έως την στιγμή της ολοκλήρωσης της παραγωγής. Στο MRP, η ευθύνη για την μείωση του lead time απομακρύνεται από την γραμμή παραγωγής και επομένως το εργατικό δυναμικό δεν χρειάζεται να δουλεύει γρηγορότερα. Ένα συγκεκριμένο lead time επίσης προϋποθέτει ότι το εργασιακό περιβάλλον παραγωγής παραμένει σταθερό. Ωστόσο κάτι τέτοιο σπάνια είναι ο κανόνας μιας και ολόκληρες σειρές προβλημάτων συνεχώς αναδύονται στην γραμμή παραγωγής και οφείλονται σε αίτια όπως μία μηχανική βλάβη έως την καθυστέρηση παραλαβής πρώτων υλών.

Ο όρος Παραγωγική Ικανότητα (Capacity) αναφέρεται στις ποσότητες εργατικού δυναμικού και κεφαλαίου (μηχανές) οι οποίες απαιτούνται προκειμένου να επιτυγχάνονται οι ανοικτές και οι προγραμματισμένες παραγγελίες στην γραμμή

παραγωγής (shop floor). Από την στιγμή που το lead time είναι ανεξάρτητο από τα κέντρα παραγωγής, το MRP II υποθέτει άπειρη παραγωγική ικανότητα στο επίπεδο παραγωγής. Οι Spearman και Hopp καταδεικνύουν πως μία τέτοια κατάσταση δημιουργείται μέσω του CRP όπως αναλύθηκε ήδη παραπάνω. Τυπικά, το CRP θα προβλέψει τον χρόνο ολοκλήρωσης εργασιών κάθε σταθμού παραγωγής χρησιμοποιώντας τους προκαθορισμένους χρόνους (lead time). Έπειτα θα τους χρησιμοποιήσει για τον καθορισμό του κόστους σε χρόνο σφαλμάτων στην εκτίμηση αυτή βασισμένο σε κανόνες που έχουν τεθεί και τέλος θα συγκρίνει τους νέους χρόνους που θα έχουν εξαχθεί με την παραγωγική ικανότητα στο shop floor. Ωστόσο αυτό το σύστημα δεν έχει σχεδιαστεί για να κάνει διορθώσεις σε μία κατάσταση υπερφορτωμένης γραμμής παραγωγής. Το σύστημα αυτό απλώς θα καταδείξει το πρόβλημα που ίσως προκύψει ή θα προτείνει έναν τρόπο επίλυσής του. Επομένως όταν εμφανιστεί κάποια περίπτωση υπερφόρτωσης της γραμμής παραγωγής καμία πραγματική λύση δεν προσφέρεται (Hopp και Spearman). Ο όρος , τέλος, *System nervousness* αναφέρεται σε μεγάλες αλλαγές που παρουσιάζονται στις παραδόσεις προγραμματισμένων παραγγελιών όταν γίνονται μικρού μεγέθους αλλαγές στο γενικό πλάνο παραγωγής ή MPS (Master Production Schedule).

Ο Karmakar μας λέει ότι το MRP II, υπόσχεται στους υπεύθυνους παραγωγής μεγαλύτερη ακρίβεια από αυτή που μπορεί να προσφέρει, απαιτεί άχρηστες πληροφορίες και περισσότερη πειθαρχία από αυτή που όντως απαιτεί η γραμμή παραγωγής. Η ακρίβεια αναφέρεται στην δυνατότητα μίας γραμμής παραγωγής ή συστήματος να παραδίδει τα ίδια επίπεδα απόδοσης πάντοτε. Αυτά είναι συμπτώματα που προκαλούνται από την αυστηρότητα που με την σειρά της προέρχεται από τους ανελαστικούς χρόνους παραγωγής lead time και την λανθασμένη παραδοχή της άπειρης παραγωγικής ικανότητας. Μιας και το MRP II βασίζεται σε ένα προγραμματισμένο σύστημα διατυπωμένο από έναν Η/Υ συχνά δεν λειτουργεί σύμφωνα με την δυναμική φύση ενός παραγωγικού συστήματος.

Άλλα προβλήματα του MRP II περιλαμβάνουν το υψηλό κόστος του λογισμικού και υλικού μαζί με τα κόστη εκπαίδευσης και εφαρμογής που απαιτούνται για την λειτουργία του συστήματος. Κατά δεύτερο λόγο, το MRP II, έχει μία περιττά πολύπλοκη και συγκεντρωτική φύση η οποία χρειάζεται τον σχεδιασμό και συντονισμό της ροής υλικών στο επίπεδο παραγωγής. Αυτή η ιδιότητα έχει σαν

αποτέλεσμα ο κεντρικός υπολογιστής να είναι απασχολημένος για ώρες προσπαθώντας να καθορίσει πόσο λεπτομερειακός και πόσο εκτεταμένος θα πρέπει να είναι ο κατάλογος BOM. Γενικά το MRP II έχει πολύ μεγάλες απαιτήσεις σε δεδομένα και η έξοδός του καταντάει πολλές φορές υπεραναλυτική και βαρετή. Συνεπώς ένα μέρος των πληροφοριών που συλλέγονται καταλήγουν να είναι ανακριβείς.

### 2.3 Ποιες είναι οι προτεινόμενες λύσεις;

Βραχυπρόθεσμα η μεγαλύτερη προσπάθεια έχει επικεντρωθεί στην δημιουργία αποδοτικότερων τεχνικών επεξεργασίας δεδομένων και διεπαφών χρηστών (Karmakar). Ωστόσο μακροπρόθεσμα, δεν έχει φανεί να υπάρχει κάποια αξιόλογη προσπάθεια επίλυσης των προβλημάτων που καταδυναστεύουν το MRP. Τέτοιες λύσεις θα απαιτούσαν ενδελεχή επαναξιολόγηση ολόκληρου του μοντέλου που περιγράφηκε νωρίτερα. Αντί αυτού, μεγάλες προσπάθειες έχουν διοχετευτεί σε αναθεωρήσεις και επεκτάσεις του μοντέλου MRP II με αποτέλεσμα συστήματα όπως το ERP και APS. Επιπροσθέτως, νέα επιτεύγματα στην βιομηχανία υπολογιστών και κυρίως η αύξηση των χρονισμών των επεξεργαστών και της αποθηκευτικής ικανότητας, έχουν οδηγήσει στο να δίνετε μεγαλύτερη έμφαση στην βελτιστοποίηση των πλευρών του MRP εκείνων που σχετίζονται με τους υπολογιστές ενώ παράλληλα αγνοούνται εντελώς προβλήματα της ίδιας της λογικής του μοντέλου.

Για το πρόβλημα της ανταπόκρισης, ο Rusk, στην εργασία του «ο ρόλος του BOM στα συστήματα παραγωγής “The Role of Bill of Materials in Manufacturing Systems”» προτείνει σαν λύση την χρήση του BOM. Υποστηρίζει ότι καλύτερη χρήση του BOM θα διευκόλυνε τους προμηθευτές να υπολογίσουν εν μέρει την χρήση από μεριάς των παραγωγών και επίσης να αυξήσουν την ελαστικότητά τους. Ο Benton για την «νευρική συστήματος προτείνει την εξάλειψη των καθημερινών αποτυχιών στην παραγωγή. Ωστόσο, υποστηρίζει ότι η δυσκαμψία του MRP δεν μπορεί να ξεπεραστεί εάν δεν γίνουν ριζικές αλλαγές σε ολόκληρο το σύστημα.

Έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες μίξης του MRP II με άλλα συστήματα όπως το JIT που έχουν οδηγήσει σε διάφορα υβρίδια. Τυπικά, τέτοια συστήματα συνδυάζουν τις δυνάμεις των συστημάτων push & pull οδηγώντας σε μία φόρμουλα η οποία ανταποκρίνεται καλά για το συγκεκριμένο σύστημα επάνω στο οποίο έχουν σχεδιαστεί. Και πάλι ο Karmaakar προτείνει ότι μπορεί έτσι να δημιουργηθούν άπειρες τέτοιες μέθοδοι και αναγνωρίζει τρεις τέτοιους βασικούς τύπους οι οποίοι συνδυάζουν το MRP με άλλες τεχνικές:

JIT-MRP – Πρόκειται για μία τροποποίηση του MRP II η οποία προσθέτει χαρακτηριστικά συστημάτων τύπου pull ενώ εξαλείφει προβλήματα που σχετίζονται με την έλλειψη ανταπόκρισης του συστήματος. Αυτό το υβρίδιο είναι κατάλληλο για συστήματα συνεχούς παραγωγής και για επαναλαμβανόμενες διαδικασίες όπου οι χρόνοι lead (lead times) είναι σταθεροί. Σε αυτή την μέθοδο το MRP δεν ασχολείται με τις παραδόσεις παραγγελιών αλλά εστιάζει στον συντονισμό των υλικών τον σχεδιασμό και την αγορά των προμηθειών. Η ίδια η γραμμή παραγωγής λειτουργεί αποκλειστικά βάση του συστήματος JIT.

Tandem Push-Pull – Τα υβρίδια αυτά είναι χαρακτηριστικά για τους σταθερούς χρόνους παραγωγής και την λογική της επαναλαμβανόμενης παρτίδας. Αυτά αφορούν κυρίως περιβάλλοντα συναρμολόγησης με κατασκευαστικό κύκλο αρκετά μικρότερο από τους χρόνους κατασκευής των εξαρτημάτων που χρησιμοποιούν.

Requirement driven Kanban – Σε αυτή την μέθοδο, αυτόνομα κελιά μίας παραγωγικής αλυσίδας λειτουργούν βάση του ελέγχου τύπου kanban ενώ το MRP II αναλαμβάνει τις υπόλοιπες ενέργειες. Είναι πολύ χρήσιμο μοντέλο για περιπτώσεις όπου τα τελικά στάδια συναρμολόγησης είναι ασταθή όσον αφορά το μέγεθος της παραγωγής και το είδος των προϊόντων ενώ όμως μπορεί να είναι αρκετά σταθερή η ζήτηση για ορισμένα μέρη της παραγωγικής διαδικασίας. Αυτό το υβρίδιο εφαρμόζεται ιδιαίτερα σε κατασκευαστικές εταιρίες οι οποίες παρέχουν υπηρεσίες συναρμολόγησης συνθετικών μερών του τελικού προϊόντος όπου το είδος της παραγωγής μπορεί να διαφέρει από χρονική στιγμή σε χρονική στιγμή αλλά η ποσότητες παραμένουν ουσιαστικά αμετάβλητες.

## Κεφάλαιο 3- Shop Floor Control

### 3.1 Τι είναι το shop floor control (SFC);

#### 3.1.1 - Ορισμός

*Ως Shop Floor Control ορίζεται το σύστημα όπου χρησιμοποιεί δεδομένα από την γραμμή παραγωγής προκειμένου να διατηρήσει και να μεταδώσει πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση της παραγωγής στα κέντρα λήψης αποφάσεων και λειτουργίας των κέντρων όπου αυτή επιτυγχάνεται (Higgins, Leroy & Tierney).*

Είναι αυτό όπου διαμορφώνει τα θεμέλια του προγραμματισμού της παραγωγής και του συστήματος ελέγχου και επομένως παίζει έναν κρίσιμο ρόλο στο καθολικό σχέδιο ενός παραγωγικού συστήματος. Ωστόσο μιας και η παραγωγή και τα παραγωγικά συστήματα διαφέρουν από χώρο σε χώρο και ανάλογα με τις ιδιαίτερες συνθήκες που επικρατούν λόγω τόσο του εξωτερικού όσο και του εσωτερικού περιβάλλοντος της κάθε επιχείρησης, επικρατούν διαφορετικά είδη SFC τα οποία είναι συνήθως διαφοροποιήσεις οι οποίες κάθε φορά αρμόζουν στην ιδιαίτερη περίπτωση της κάθε επιχείρησης.

Ο Scherer τονίζει ότι το θέμα του Shop Floor Control δεν είναι ιδιαίτερα κατανοητό. Αυτό κατά την γνώμη του είναι κάτι που οφείλεται σε ένα κενό όπου υπάρχει μεταξύ της θεωρίας και της πρακτικής εφαρμογής ανάμεσα στην βιομηχανία και τις πρακτικές συνθήκες της και στην ακαδημαϊκή σκέψη. Στην πράξη οι κανόνες του Shop Floor Control διαμορφώνονται από τα κίνητρα και τις ικανότητες που βρίσκονται στον χώρο παραγωγής ενώ στην ακαδημαϊκή σκέψη τα πάντα επικεντρώνονται στα προβλήματα του σχεδιασμού και στις πιθανές λύσεις όπου μπορούν να προταθούν. Περιγράφοντας τις συνθήκες που επικρατούν στην βιομηχανία, ο Scherer αναγνωρίζει το Shop Floor ως τον παροχέα των φυσικών αγαθών. Πηγαίνει παραπέρα και δηλώνει ότι το SFC αντιμετωπίζει την πρόκληση να μετεξελιχθεί σε μία ευέλικτη οντότητα εντός της επιχείρησης και εντός ενός δικτύου επιχειρήσεων δημιουργώντας μέσω της οργανωμένης συνεργασίας που μπορεί να προσφέρει ένα επιτυχημένο δίκτυο παραγωγής. Επίσης ο Scherer μας λέει ότι αυτή η

πρόκληση είναι απόρροια του τρέχοντος περιβάλλοντος παραγωγής το οποίο υπόκειται σε συνεχή αλλαγές.

Παράδειγμα μελέτης η οποία προσπαθεί να γεφυρώσει αυτό το κενό είναι η έρευνα των Kenneth Mackay και John Buzacott με τίτλο “The application of computerized production control systems in job shop environments”(Η εφαρμογή συστημάτων ελέγχου βασισμένα σε Η/Υ σε περιβάλλοντα παραγωγής). Η εργασία αυτή αναλύει το πώς ο ηλεκτρονικός υπολογιστής βοηθά τον αναλυτή να επιτελέσει το έργο του προγραμματισμού της παραγωγικής διαδικασίας. Τονίζεται εδώ ότι αναλυτικά και αλγοριθμικά βοηθήματα μπορούν να έχουν ελάχιστη ουσιαστική συμβολή σε πραγματικές συνθήκες παραγωγής. Στην πραγματικότητα, διατείνονται, η τεχνολογία των υπολογιστών μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά σε προβλήματα υπερφόρτωσης της γραμμής παραγωγής και στην λύση προβλημάτων του αναλυτή μόνο όμως ως βοήθημα. Χωρίς δηλαδή να έχει την δυνατότητα να προτείνει αυτόνομες λύσεις.

### **3.1.2 Αντικειμενικοί σκοποί του Shop Floor Control**

Οι Spearman και Horp καταδεικνύουν ότι το Shop Floor Control παίζει σημαντικό ρόλο στην παραγωγή και όταν χρησιμοποιείται σωστά ικανοποιεί 4 κύριους αντικειμενικούς σκοπούς:

- Δημιουργεί το ιδανικό σύστημα παραγωγής.
- Παρέχει ένα άνετο περιβάλλον το οποίο διευκολύνει τους εργάτες να κατανοήσουν το σύνολο της παραγωγικής διαδικασίας οπότε και να λειτουργήσουν παραγωγικότερα μέσα σε αυτό.
- Ενσωματώνετε εύκολα με άλλες λειτουργίες, κυρίως με τον προγραμματισμό. Αυτό σημαίνει ότι έχει την ικανότητα να εκτελεί σχέδια που έχουν δημιουργηθεί στον μακροπρόθεσμο και μεσοπρόθεσμο προγραμματισμό παρέχοντας ταυτόχρονα πληροφορίες που βοηθούν στην βελτίωση αυτών των λειτουργιών.

- Έχει την ελαστικότητα να ενσωματώνει καινούριες ιδέες και αλλαγές. Αυτό το χαρακτηριστικό σημαίνει ότι πρόκειται για ένα σύστημα το οποίο μπορεί δυναμικά να αντιμετωπίσει οποιαδήποτε σύγχρονη πρόκληση. (Spearman και Hopp)

### 3.1.3 Λειτουργίες εντός του Shop floor Control

Οι Spearman και Hopp αναγνωρίζουν τέσσερις γενικές λειτουργίες οι οποίες συντελούνται εντός του Shop Floor Control.

- Συντονίζει τις πηγές παραγωγής (υλικά, γνώσεις, ανθρώπινο δυναμικό και πληροφορίες) στο επίπεδο παραγωγής. Η ροή υλικών, η οποία είναι η πιο θεμελιώδης ενέργεια στα περισσότερα συστήματα κατατάσσεται σε αυτή την κατηγορία. Αυτή η λειτουργία παρέχει έναν μηχανισμό ο οποίος αποφασίζει ποια διεργασία να παραδώσει για ολοκλήρωση στην κεντρική γραμμή παραγωγής, ποιες διεργασίες θα λάβουν χώρα στους επιμέρους σταθμούς και ποια υλικά θα διακινηθούν μεταξύ των σταθμών εργασίας.
- Παρέχει έλεγχο πραγματικού χρόνου. Εξομοιώσεις πραγματικού χρόνου μπορούν να δημιουργηθούν βασισμένες στην συμπεριφορά ενός βιομηχανικού συγκροτήματος αναλύοντας τρεις κατηγορίες δεδομένων: α) Τις συνηθισμένες εργασίες εν εξέλιξη (WIP), β) Τον συνεχή έλεγχο της κατάστασης της παραγωγής με έλεγχο των επιπέδων υλικού και της κατάστασης των μηχανημάτων και του προσωπικού, γ) Την σύγκριση του επιπέδου παραγωγής κάθε χρονική στιγμή σε σχέση με μία συνήθως αποδεκτή ποσότητα και ποιότητα ή τα αντίστοιχα μεγέθη όπως απαιτούνται από την μεριά του πελάτη.
- Πραγματοποιεί ανατροφοδότηση πληροφοριών σε σχέση με την παραγωγική ικανότητα της γραμμής παραγωγής έτσι ώστε να γίνεται δυνατός ο συντονισμός μεταξύ του σχεδιασμού υψηλού επιπέδου και επιπέδου παραγωγής.
- Διευκολύνει τον έλεγχο ποιότητας δίνοντας στον διαχειριστή ενός σταθμού εργασίας την αρμοδιότητα να απορρίψει υλικά επάνω στην βάση της ανεπαρκούς ποιότητας. (Spearman και Hopp).

### 3.2 Ποια είναι τα χαρακτηριστικά ενός καλού σχεδίου SFC;

Ο Scherer περιγράφει το shop floor control από την προοπτική του συστήματος. Σημειώνει ότι προκειμένου να επιτύχει έλεγχο στο επίπεδο παραγωγής, ο σκοπός του σχεδιαστή θα πρέπει να είναι η ανάπτυξη μίας δυναμικής και ευέλικτης οργάνωσης σε αντίθεση με την εύρεση ενός βέλτιστου σχήματος. Μας δίνει μία περαιτέρω ανάλυση του συστήματος SFC χρησιμοποιώντας δύο διαφορετικές προοπτικές:

- Χρησιμοποιώντας την θεωρία των κυβερνητικών συστημάτων, το Shop Floor είναι μέρος ενός ευρύτερου κυβερνητικού συστήματος το οποίο είναι σε πολύ μεγάλο βαθμό σύνθετο και έχει χαοτική συμπεριφορά. Σε ένα τέτοιο σύστημα, η συμπεριφορά είναι προβλέψιμη μόνο για ένα μικρό χρονικό διάστημα εξαιτίας των αλληλεπιδράσεων, της ανάδρασης και της σύζευξης διαφορετικών πλευρών του παραγωγικού συστήματος.
- Χρησιμοποιώντας την θεωρία των κοινωνικοτεχνικών συστημάτων, δίνεται έμφαση στο ρόλο του ανθρώπινου δυναμικού στην παραγωγή και στον τρόπο που αλληλεπιδρούν με τις μηχανές στο shop floor. Χρησιμοποιώντας τους κανόνες της κοινωνικής και ανθρώπινης συμπεριφοράς, είναι δυνατό να περιγράψουμε και να κατανοήσουμε τις ενέργειες και την λογική της οργανωτικής ανάπτυξης άτυπων συστημάτων.(Scherer)

Έχοντας υπ' όψιν αυτούς τους δύο ορισμούς, ο Scherer προτείνει ότι οι δύο σημαντικοί παράμετροι που πρέπει να υπολογίζονται στον σχεδιασμό ενός συστήματος ελέγχου είναι η **δομή του συστήματος** και οι **ατομικές ζώνες ευθύνης**.

Με όρους δομής ο Spearman αναγνωρίζει τρεις βασικούς συλλογισμούς για την λήψη αποφάσεων στον σχεδιασμό ενός συστήματος ελέγχου:

- Έλεγχος ακαθάριστης παραγωγικής ικανότητας (Gross Capacity Control). Με αυτόν διαβεβαιώνεται ότι οι γραμμές παραγωγής δουλεύουν πολύ κοντά στα όρια των ικανοτήτων τους. Αυτό δημιουργεί ένα σταθερό περιβάλλον για το σύστημα παραγωγής.

- Σχεδιασμός τύπου λαιμού μπουκαλιού (Bottleneck planning). Αναφέρεται στην πιο αργή διαδικασία του συστήματος. Παρέχουν την πιο ιδανική κατάσταση επειδή είναι πολύ εύκολο να διατηρηθούν και επιφέρουν σταθερότητα στο σύστημα.

- Έκταση ελέγχου. Αναφέρεται στον αριθμό των εργαζομένων κάτω από την άμεση επίβλεψη ενός υπευθύνου καθώς και στον αριθμό των εργασιών που αυτός επιβλέπει. Ένα ιδανικό σύστημα θα παρέχει πληροφορίες τόσο για το τι συντελείται σε προηγούμενα μέρη της γραμμής παραγωγής όσο και του τι συντελείται παρακάτω. Αυτού του είδους οι πληροφορίες τον διευκολύνουν στην λήψη αποφάσεων σε σχέση με το δικό του τμήμα της παραγωγής.

Σύμφωνα με τον Scherer, ένα σχέδιο το οποίο λαμβάνει υπ' όψιν του τις μεμονωμένες εργασίες που πρέπει να διεξαχθούν μέσα στο γενικότερο πλαίσιο των εργασιών είναι δυνατόν να ενσταλάξει την ικανότητα του αυτοσχεδιασμού και διαρκούς προσαρμογής σε κάθε καινούρια απαίτηση- πρόκληση στο μοντέλο SFC. Ένα σύστημα με αυτή την ικανότητα δίνει στον άνθρωπο την δυνατότητα και την ευκαιρία να επιτύχει τρεις σκοπούς:

- Να αποκτήσει γνώση βασισμένη στα προσόντα του και τα κίνητρό του.
- Να αποκτήσει πείρα μέσω των σφαλμάτων του.
- Να εφαρμόσει τις νέες γνώσεις του λαμβάνοντας πρωτοβουλίες.

Κατ' αυτόν τον τρόπο οι άνθρωποι μπορούν να συνεισφέρουν στην αύξηση της ευκαμψίας και της προσαρμοστικότητας ολόκληρου του συστήματος παραγωγής χωρίς να είναι απαραίτητο μία τέτοια πρωτοβουλία να προέρχεται από υψηλότερα

κλιμάκια της ιεραρχίας της επιχείρησης. Τελικά αυτό συντελεί στην επίτευξη των στόχων του SFC όπως αυτοί έχουν περιγραφεί.

### 3.3 Το SFC σε συστήματα Push και Pull

Γενικά, τα συστήματα SFC ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες. Την κατηγορία Push και την κατηγορία Pull. Η διάκριση γίνεται βασισμένη σε τέσσερα διαφορετικά κριτήρια. Οι Benton και Shin μας παρέχουν τα τρία πρώτα κριτήρια ενώ ο καθηγητής Cochran του εργαστηρίου σχεδιασμού συστημάτων παραγωγής του Πανεπιστημίου MIT προτείνει το τέταρτο και τελευταίο κριτήριο.

- **Η φύση της παράδοσης παραγγελίας.** Στα συστήματα **Pull**, η παράδοση της παραγγελίας η οποία κινητοποιεί την ροή υλικού στο επίπεδο παραγωγής ενεργοποιείται από την απομάκρυνση μίας παρτίδας τελικών προϊόντων. Στα συστήματα **Push**, η παραγωγή ή ροή υλικών κινητοποιείται από την προσδοκία μελλοντικής ζήτησης.
- **Η δομή της ροής πληροφοριών.** Στα συστήματα **Pull**, η τοπική ζήτηση από τον επόμενο σταθμό εργασίας ενεργοποιεί την φυσική ροή υλικού. Ένα τέτοιο σύστημα αποτελεί μία στρατηγική αποκέντρωσης όπου ο ύστατος σκοπός της επίτευξης της παραγγελίας δεν λαμβάνεται υπ' όψιν στους τοπικούς σταθμούς παραγωγής. Στα συστήματα **Push**, χρησιμοποιούνται γενικές και συγκεντρωτικές πληροφορίες με την μορφή παραγγελιών πελατών και προβλέψεων ζήτησης οι οποίες αναλύονται με σκοπό τον έλεγχο όλων των επιπέδων του κύκλου παραγωγής.
- **Η πρακτική προσέγγιση που σχετίζεται με τα επίπεδα WIP στο SF.** Στα συστήματα **Pull**, ένα κλειστό δίκτυο χαρακτηρίζεται από τα περιορισμένα επίπεδα WIP. Δηλαδή θέτεται ένα όριο, ένα μέγιστο επίπεδο εργασιών εν εξέλιξη από σταθμό σε σταθμό. Στα συστήματα **Push**, κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει αλλά αντίθετα χαρακτηρίζονται από ένα ανοικτό δίκτυο όπου δεν υπάρχει σχετικό όριο.

· Το είδος του συστήματος ελέγχου βασισμένο στο κλασικό μοντέλο ελέγχου. Ένα σύστημα **Pull**, παρέχει ανατροφοδότηση κάθε φορά που μία μονάδα παράγεται. Αναλύει την μονάδα που παρήχθη και αναζητά διαφορές μεταξύ της θεμιτής ποσότητας και ποιότητας και αυτής που έχει πραγματικά παραχθεί. Το πιθανό σφάλμα το οποίο θα εντοπιστεί μετατρέπεται σε σήμα που θα σταλεί και αναλυθεί από κάθε σταθμό εργασίας ακολουθώντας αντίθετη φορά από αυτή της παραγωγής. Ένα σύστημα **Push**, ωστόσο ανατροφοδοτεί τις πληροφορίες αυτές, τις επεξεργάζεται και τις αξιοποιεί μόνο όταν τελειώσει ένας παραγωγικός κύκλος. Αυτό οφείλεται σε μία καθυστέρηση στην ροή πληροφοριών που είναι γηγενής του συστήματος.

Ο Uday Karmakar συνοψίζει τα πλεονεκτήματα των δύο συστημάτων ως ακολούθως:

Τα συστήματα **Pull** είναι φτηνότερα επειδή δεν χρειάζονται σε μεγάλο βαθμό μηχανοργάνωση. Επίσης αφήνουν τις αρμοδιότητες και την ευθύνη του ελέγχου σε τοπικό επίπεδο και αποτελούν έναυσμα για την διαχείριση των χρόνων lead.

Τα συστήματα **Push** είναι καλά για τον σχεδιασμό και συντονισμό των υλικών. Παρέχουν κόμβους για πολυδύναμη επικοινωνία και διαχείριση πληροφοριών εξαιτίας της συγκεντρωτικής τους φύσης. Είναι επίσης αποδοτικά στον υπολογισμό των σωστών ποσοτήτων και την πρόβλεψη για συγκεκριμένες παραγγελίες αλλά χάνουν στο θέμα του συγχρονισμού. Η αδυναμία του συστήματος να είναι έγκαιρο οφείλεται στην αδυναμία αξιόπιστης ανατροφοδότησης που να αφορά την έξοδο του συστήματος.

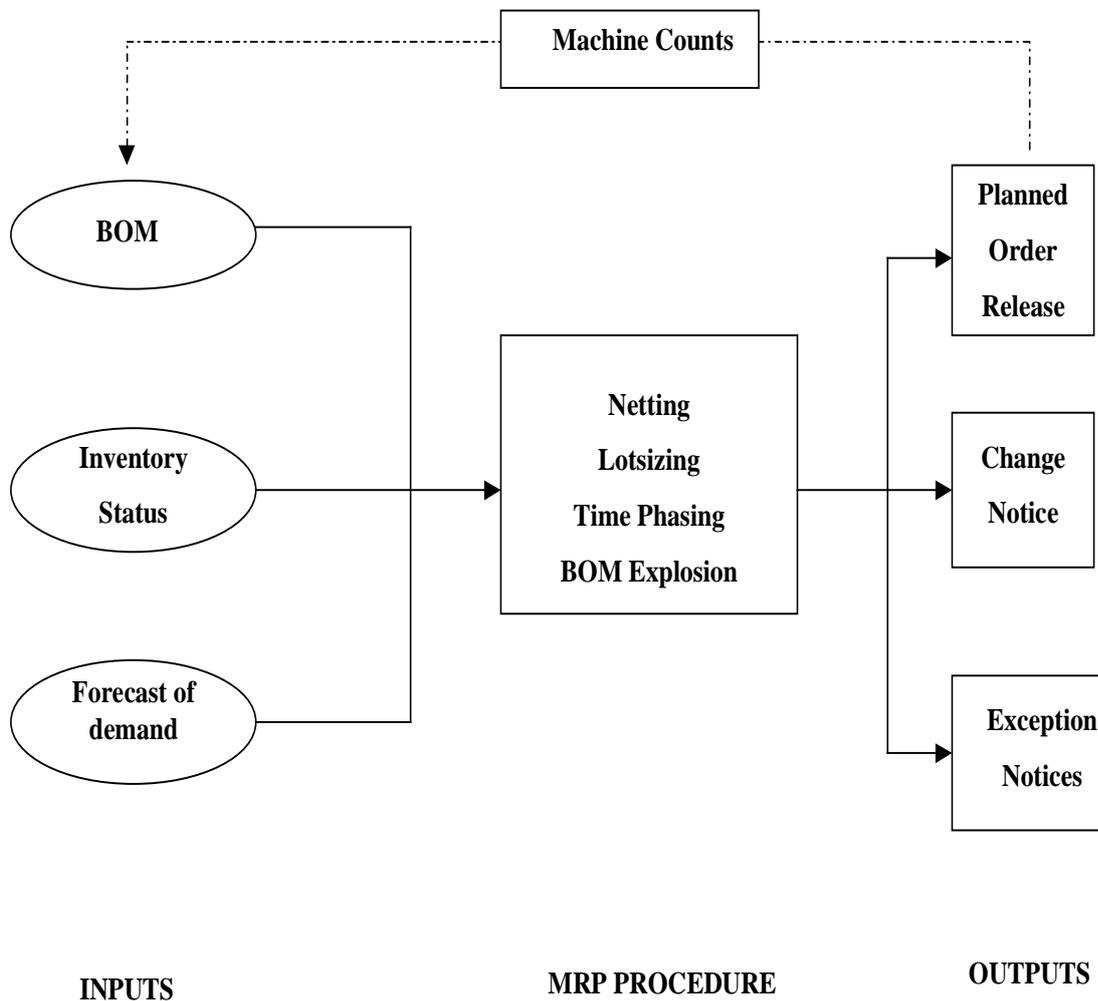
Συνδυάζοντας αυτές τις δυνάμεις, υβρίδια των συστημάτων αυτών καταλήγουν να επιλύουν τις αδυναμίες του MRP II. Το MRP II με βάση τα παραπάνω μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σαν σύστημα Push.

## Κεφάλαιο 4- Το MRP II σαν εργαλείο SFC

### 4.1 Πώς το MRP II προσπαθεί να επιτύχει τον έλεγχο στο επίπεδο παραγωγής;

Το MRP II είναι ένα σύστημα push με έναν βρόγχο ανατροφοδότησης προσαρμοσμένο στην κατασκευή του. Συνεπώς και ο Cochran περιγράφει το MRP II σαν σύστημα ελέγχου ανοικτού βρόγχου με εισόδους και εξόδους που συνδέονται από μία λειτουργία (την διαδικασία MRP II) όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχεδιάγραμμα.

Σημειώνετε ότι η περίληψη του βρόγχου ανατροφοδότησης εντός του μοντέλου το κάνει να εμφανίζεται ως σύστημα κλειστού βρόγχου. Ο βρόγχος ανατροφοδότησης αντιπροσωπεύει τους υπολογισμούς της μηχανής που γίνονται σε προκαθορισμένες χρονικές στιγμές. Ο Cochran καταδεικνύει ότι η ανατροφοδότηση είναι ανεξάρτητη από της ενέργειες του συστήματος παραγωγής μιας και η δειγματοληψία δεν είναι συχνή ή γίνεται πολύ αργά. Έτσι, αντίθετα με ένα πραγματικά κλειστό κύκλωμα, το MRP II δεν συμπεριφέρεται ακριβώς σύμφωνα με τον σχεδιασμό αμέσως μετά την στιγμή που αυτός παραδίδεται. Αυτό συμβαίνει λόγω της έλλειψης ανατροφοδότησης του συστήματος.



**Σχήμα 2. Τροποποιημένος ανοικτός βρόγχος ανατροφοδότησης για SFC στο MRP II**

Οι Spearman και Hoff αναγνωρίζουν δύο διαστάσεις οι οποίες χαρακτηρίζουν το SFC σε συστήματα MRP. Πρώτα, τα συστήματα MRP, πρέπει να καθορίσουν τις κατάλληλες ποσότητες παραγωγής για τα τελικά προϊόντα και τα συστατικά τους μέρη. Κατά δεύτερο λόγο, πρέπει να καθορίσουν τους χρόνους της παραγωγής που θα συντελέσουν στην έγκαιρη παράδοση των παραγγελιών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο χρόνος να διασπάται σε ξεχωριστές περιόδους που αποκαλούνται «κουβάδες» με χρονική έκταση από μία μέρα έως και μία εβδομάδα. Κατά συνέπεια και η πρόβλεψη ζήτησης διασπάται με την σειρά της σε μικρότερα κομμάτια εντός αυτών των χρονικών «κουβάδων».

Βασισμένη στο μοντέλο ελέγχου ανοικτού βρόγχου του Cochran, οι Spearman και Hoff αναγνωρίζουν τρεις ομάδες στοιχείων στο MRP II: Τις εισόδους, την διαδικασία του MRP και τις εξόδους. Η διάδραση αυτών των τριών συστατικών στοιχείων είναι που διευκολύνει τον έλεγχο στο shop floor στο MRP II.

#### **4.1.1 Είσοδοι MRP**

Τρία αντικείμενα είναι που απαρτίζουν τις εισόδους του συστήματος ελέγχου του MRP: **Η Πρόγνωση για την ζήτηση τελικών προϊόντων**, ο σχετικός **κατάλογος πρώτων υλών BOM** και τέλος **η τρέχουσα κατάσταση του καταλόγου απογραφέντων αντικειμένων** (current inventory status). Αυτές οι πληροφορίες αποκτώνται από τρία είδη αρχείων που δημιουργεί το σύστημα MRP:

Γενικό αρχείο αντικειμένων (Item Master File) – Στην βασική του μορφή, αυτό το έγγραφο περιλαμβάνει την περιγραφή των αντικειμένων προς κατασκευή, τις πληροφορίες BOM, το επίπεδο παραγωγής και τον σχεδιασμό για την χρονική έκταση της παραγωγής του αντικειμένου. Το γενικό αρχείο αντικειμένων οργανώνεται βάση του κωδικού αντικειμένου.

Κύριο Πρόγραμμα Παραγωγής (Master Production Schedule) – Το MPS αναφέρθηκε και νωρίτερα στο κεφάλαιο 2. Περιλαμβάνει τους κωδικούς τεμαχίου, την ποσότητα στην οποία χρειάζεται, και την ημερομηνία παράδοσης κάθε

παραγγελίας. Το MPS χρησιμοποιεί τους κωδικούς τεμαχίου προκειμένου να συνδέσει το Item Master File με αρχεία όπου βρίσκονται άλλες πληροφορίες διαδικασιών.

#### Κατάσταση καταλόγου απογραφέντων αντικειμένων (Inventory Status File) –

Αυτό το έγγραφο παρέχει πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση της απογραφής (inventory status). Οι πληροφορίες αυτές βοηθούν να εξακριβωθεί η ποσότητα ζήτησης που μπορεί να παραδοθεί βάση προγραμματισμένων παραγγελιών και τρεχόντων αποθεμάτων. Ο κατάλογος τρεχόντων αποθεμάτων (On Hand Inventory) περιέχει πληροφορίες που περιγράφουν ένα τεμάχιο, την θέση και τον αριθμό στον οποίο μπορεί να βρεθεί την τρέχουσα χρονική στιγμή. Αποθηκεύεται με βάση τον κωδικό τεμαχίου. Οι προγραμματισμένες παραγγελίες (scheduled receipts) περιέχουν τον αριθμό τεμαχίου, την τρέχουσα ποσότητα, την επιθυμητή ποσότητα και την καθορισμένη ημερομηνία. Αποθηκεύεται με βάση τον αύξων αριθμό εργασίας.

#### **4.1.2 Διαδικασία MRP**

Χρησιμοποιώντας τις εισόδους που προαναφέραμε, το MRP ακολουθεί πέντε βήματα για κάθε επίπεδο του BOM (και έτσι καλύπτουν και την εξαρτημένη και την ανεξάρτητη ζήτηση) ξεκινώντας από τα τελικά προϊόντα. Η διαδικασία είναι επαναληπτική και επαναλαμβάνεται μέχρι ολόκληρος ο BOM για ένα συγκεκριμένο αντικείμενο έχει αναλυθεί. Ακολουθεί τα παρακάτω βήματα:

**Δικτύωση (Netting (Coverage Analysis))** – καθορίζει τις απαιτήσεις του δικτύου που δεν μπορούν να ικανοποιηθούν από προγραμματισμένες παραλαβές και το On Hand Inventory. Οι δύο ποσότητες αφαιρούνται από τις γενικές απαιτήσεις όπως αυτές αναγνωρίζονται από το MPS ή από προηγούμενες διαδικασίες του MRP.

**Τακτοποίηση παρτίδας (Lot sizing)** – καθορίζει το πώς οι εργασίες τακτοποιούνται έτσι ώστε να ισορροπούν τις αντιμαχόμενες ανάγκες για ελαχιστοποίηση του inventory με την παραγωγή μικρότερων παρτίδων και αυτή για αύξηση της παραγωγικής ικανότητας, που απαιτεί μεγαλύτερες παρτίδες προκειμένου να

αποφεύγονται συχνές παύσεις στην παραγωγή. Η τακτοποίηση παρτίδας παρέχει ιδανικές ποσότητες παραγωγής για να ικανοποιήσει τις ανάγκες του δικτύου. Υπάρχουν αρκετοί μέθοδοι οι οποίες περιλαμβάνουν τεχνικές όπως οι : lot for lot, fixed Order Period και Period Under Quantity (Toomey).

**Χρονική Μετάβαση (Time Phasing)** – Καθορίζει τους χρόνους lead σαν στοιχείο του μέρους της εργασίας. Ο χρόνος έναρξης της εργασίας, έπειτα μπορεί να υπολογιστεί αφαιρώντας από τον χρόνο παράδοσης τον εκτιμώμενο συνολικό χρόνο για της συγκεκριμένη εργασία. Σημειώνετε ότι σε αυτό το στάδιο δεν λαμβάνεται υπ' όψιν η κατάσταση στο επίπεδο παραγωγής.

**Εκτόνωση του BOM (BOM Explosion)** – καθορίζει τις ακαθάριστες ανάγκες για το επόμενο επίπεδο BOM χρησιμοποιώντας τους χρόνους έναρξης και τα μεγέθη παρτίδων. Αυτή η πληροφορία χρησιμοποιείτε προκειμένου να υπάρξει δικτύωση κατά την διάρκεια του επόμενου επαναληπτικού βήματος.

**Επανάληψη (Iteration)** – Ολόκληρη η διαδικασία επαναλαμβάνεται για ένα νέο επίπεδο του BOM.

#### **4.1.3 Έξοδοι MRP**

Τρία αντικείμενα παράγονται ως έξοδοι του συστήματος ελέγχου του MRP:

**Σχεδιασμένες παραδόσεις παραγγελιών (Planned Order Release)** – Αυτό το αρχείο περιέχει τον αριθμό αντικειμένου, τον αριθμό των απαιτούμενων μονάδων και τις ημερομηνίες παράδοσης των εργασιών.

**Αναγγελίες αλλαγών (Change notices)** – Αυτά τα αρχεία υπάρχουν σε δύο μορφές και χρησιμοποιούνται για να δείξουν μετατροπές που γίνονται σε διάφορες εργασίες, τις ημερομηνίες παράδοσης και τις προτεραιότητες. Η πρώτη μορφή χρησιμοποιείται στην διευκόλυνση εντολών ( μέσω της συντόμευσης του χρόνου παράδοσης) ενώ η άλλη χρησιμοποιείται στην αναβολή εντολών (μέσω της επέκτασης του χρόνου παράδοσης).

**Αναφορές Εξαιρέσεων (Exception reports)**– Αυτά τα αρχεία χρησιμοποιούνται για την γνωστοποίηση στους χρήστες του MRP ότι υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στο επιθυμητό και αυτό που πράγματι λαμβάνει χώρα.

## **4.2 Ποιοι περιορισμοί συναντώνται στην χρήση του MRP στο SFC;**

Οι περιορισμοί που αντιμετωπίζει το MRP II μπορούν να αναλυθούν συγκρίνοντας τις ιδιότητές του με αυτές ενός ιδεατού και ιδανικού συστήματος όπως αυτό αναγνωρίζεται στο κεφάλαιο 3. Το Εργαστήριο Σχεδιασμού Συστημάτων Παραγωγής του MIT χρησιμοποιεί μία παρόμοια προσέγγιση στην μελέτη διαφορετικών τύπων συστημάτων παραγωγής. Έχουν αναπτύξει ένα διαγνωστικό εργαλείο που αποκαλείται Αποσύνθεση Σχεδιασμού Συστημάτων Παραγωγής (Manufacturing System Design Decomposition) το οποίο αναγνωρίζει τις λειτουργικές απαιτήσεις και σχεδιαστικές παραμέτρους ενός συστήματος παραγωγής το οποίο είναι σχεδιασμένο να μεγιστοποιεί την μακροπρόθεσμη απόδοση της επένδυσης. Η αποσύνθεση παρέχει μία ανάλυση των λειτουργικών παραμέτρων και των αντίστοιχων σχεδιαστικών παραμέτρων για διάφορα επίπεδα του παραγωγικού συστήματος. Η διαδικασία αυτή παρακάτω αναλύεται σε επτά υποκεφάλαια και βοηθά στην αναγνώριση των περιορισμών του MRP II. Τα πρώτα τέσσερα στοχεύουν στην μεγιστοποίηση των πωλήσεων, ενώ τα τελευταία τρία στην μείωση του κόστους παραγωγής.

### ***1. Ποιότητα***

Ένα ιδανικό σύστημα ελέγχου θα διασφαλίζει ότι τα προϊόντα που παράγονται θα συμφωνούν με κάποιες προδιαγραφές. Πριν επιτευχθεί αυτό, θα πρέπει να υπάρχει η ικανότητα βελτίωσης του συστήματος. Ωστόσο, κυρίως λόγω καθυστερήσεων που οφείλονται με το μέγεθος των παραγγελιών και τον χρόνο παραγωγής καταλήγει να καθυστερεί και η αναγνώριση ελαττωμάτων στην διαδικασία εντός του MRP. Όταν πλέον αυτό επιτυγχάνεται είναι αρκετά δύσκολος ο καθορισμός του σταδίου παραγωγής στο οποίο δημιουργήθηκε το σφάλμα και να γίνουν οι απαραίτητες διορθώσεις. Αυτό συμβαίνει τόσο όσον αφορά ελαττώματα που δημιουργούνται λόγω μηχανών όσο και ελαττωμάτων που προκαλούνται από απροσεξία του χειριστή. Επιπλέον, η έλλειψη ελέγχου σε προηγούμενες διαδικασίες σημαίνει ότι ο χειριστής κάθε φορά θα πρέπει να αντιμετωπίζει ελαττωματικά συστατικά μέρη μέχρι την στιγμή που θα λυθεί το πρόβλημα. Εξαιτίας της φύσης του

συστήματος, το οποίο αναγνωρίζεται ως τύπου push, δεν δίνεται έμφαση σε προγράμματα εξακρίβωσης της ποιότητας των προμηθειών αλλά αντιμετωπίζεται το όλο πρόβλημα όταν αυτό εμφανιστεί, σπασμωδικά την στιγμή που θα ληφθούν ελαττωματικά εξαρτήματα από τους προμηθευτές.

Άλλη μία αδυναμία του MRP II είναι η αποτυχία του να μειώσει τις διακυμάνσεις στις εξόδους των διαδικασιών. Όπως έχει αναφερθεί και στο κεφάλαιο 2, είναι δύσκολο να καθοριστεί η πηγή του προβλήματος όταν το σύστημα έχει υπερφορτωθεί πέραν των δυνατοτήτων του. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας της αδυναμίας του συστήματος να αναγνωρίσει ακριβώς το αίτιο του προβλήματος. Επιπλέον, το MRP II δεν αντιμετωπίζει καλά διακυμάνσεις στην παραγωγή. Ο καθηγητής Cochran πιστεύει ότι στις περισσότερες περιπτώσεις ένα σύστημα MRP II όταν εμφανιστεί ένα θα αρχίσει να φθίνει εκτός ελέγχου σε αντίθεση με κάποιο σύστημα pull όπου είναι αυτοδιορθωτικό (Cochran).

## **2. Αναγνώριση και επίλυση προβλημάτων**

Εδώ ο σκοπός είναι η διασφάλιση ότι τα προϊόντα παραδίδονται στην ώρα τους στον τελικό πελάτη. Ένας τρόπος να επιτευχθεί αυτό είναι να διασφαλίσουμε ταχεία αντίδραση από την μεριά του συστήματος σε τυχόν διακοπές της παραγωγής. Το MRP, δυστυχώς αποτυγχάνει να αντιδρά έγκαιρα κυρίως σε τρεις τομείς. Υπάρχει ένα χρονικό κενό μεταξύ της διακοπής και την στιγμή της αναγνώρισής της από τον αρμόδιο ελεγκτή. Αυτό είναι αποτέλεσμα των μη συχνών ελέγχων των μηχανών κατά την διάρκεια των εργασιών. Κατά δεύτερο λόγο, το MRP II έχει μία πολύ σύνθετη ροή υλικών. Τυπικά, διάφορα κομμάτια του τελικού προϊόντος μετακινούνται σε διάφορες μεριές του επιπέδου παραγωγής, από μηχανή σε μηχανή και αυτό το κάνει αρκετά δύσκολο να αναγνωριστεί μία διακοπή όταν αυτή λαμβάνει χώρα.

Ο τρίτος περιορισμός είναι μία συνέπεια των δύο προηγούμενων. Η ανατροφοδότηση που παρέχεται στο MRP II δεν είναι αρκετά ευαίσθητη σε αλλαγές που μπορεί να έχουν συμβεί, οπότε δεν είναι χρήσιμη σε τελική ανάλυση για το σύστημα.

### 3. Αναμενόμενη έξοδος

Ένας δεύτερος τρόπος να διασφαλίσουμε ότι τα προϊόντα θα βρίσκονται στην ώρα τους στην διάθεση του παραλήπτη είναι να ελαχιστοποιούμε τις διακοπές της παραγωγικής διαδικασίας. Αυτό απαιτεί ένα πληροφοριακό σύστημα το οποίο θα είναι αξιόπιστο και θα παρέχει σχετική πληροφόρηση για την παραγωγή έγκαιρα. Δυστυχώς, οι προβλέψεις ζήτησης οι οποίες γίνονται από το μοντέλο μακροπρόθεσμου προγραμματισμού του MRP II, σπάνια είναι ακριβής. Συχνά, η παραγωγή παραγγελιών της τελευταίας στιγμής έχει σαν αποτέλεσμα την διακοπή της παραγωγής όταν οι εντολές που έχουν δοθεί στο σύστημα αλλάζουν και διάφορες εργασίες πρέπει να αναταξινομηθούν και να αλλάξουν προτεραιότητα.

Σε περιπτώσεις όπου οι εργάτες είναι προσκολλημένοι στις μηχανές στο MRP II, διακοπές και ανωμαλίες στην παραγωγή μπορούν να συμβούν κάθε φορά που ένας εργάτης δεν θα είναι σε θέση να δουλέψει. Αυτό το πρόβλημα θα μπορούσε εύκολα να λυθεί εάν υπήρχαν εργάτες ειδικευμένοι σε δύο αντικείμενα και ένα σχέδιο συστήματος το οποίο θα επέτρεπε εργάτες ενός σταθμού παραγωγής να συντονίζουν τις μηχανές ενός άλλου ταυτόχρονα με τις δικές τους. Η σοβαρότητα του προβλήματος φαίνεται εάν αναλογιστεί κανείς τον χρόνο που απαιτεί η επανεκπαίδευση ενός εργάτη ή ο χρόνος υπερωριών που πρέπει να δαπανηθούν προκειμένου να αναπληρωθεί η απώλεια της παραγωγής.

Άλλες διακοπές θα συμβούν εάν υπάρχουν προβλήματα με την παραλαβή συστατικών μερών. Μιας και οι σταθμοί εργασίας που ακολουθούν το τμήμα παραλαβής υλικών δεν μπορούν με κανένα τρόπο να ανταποκριθούν σε ένα τέτοιο πρόβλημα θα υπάρξει μία χρονική διαφορά ανάμεσα στην στιγμή όπου θα τελειώσει η παραγωγή μίας μονάδας και στην εκκίνηση της παραγωγής μίας νέας. Αντίθετα με ένα πραγματικό σύστημα pull, δεν διατηρούνται εδώ σταθερά επίπεδα WIP μεταξύ των σταθμών εργασίας. Συνήθως μία τέτοια κατάσταση απαιτεί την δημιουργία και διατήρηση μεγάλων καταλόγων απογραφής (inventories) έτσι ώστε να είναι σίγουρο ότι καμία μηχανή δεν παραμένει αδρανής για μεγάλο χρονικό διάστημα.

#### 4. Μείωση Καθυστερήσεων

Το ιδανικό σύστημα ελέγχου θα πρέπει επίσης να έχει την ικανότητα να διασφαλίσει ότι ο χρόνος διακίνησης των υλικών μέσα στο εργοστάσιο είναι μικρότερος ή ίσος από το χρονικό όριο που έχει θέσει ο πελάτης. Ωστόσο, το MRP II δεν προσπαθεί να επιτύχει αυτόν τον στόχο. Αντί αυτού, χρησιμοποιεί τους χρόνους παραγωγής με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να αντιμετωπίσει καθυστερήσεις και προβλήματα μετά την γέννησή τους. Οι καθυστερήσεις αυτές στην παραγωγή δημιουργούνται με τέσσερις διαφορετικούς τρόπους και συντελούν στην συσσώρευση καταλόγων απογραφής στο επίπεδο παραγωγής.

Υπάρχουν μεγάλες καθυστερήσεις οι οποίες δημιουργούνται εξαιτίας των μεγάλων παρτίδων προϊόντων που είναι τυπικές σε συστήματα MRP II. Όλα τα συστατικά μέρη του προϊόντος πρέπει να υποστούν επεξεργασία σε έναν σταθμό εργασίας πριν προωθηθεί στον επόμενο και στο επόμενο στάδιο επεξεργασίας. Αυτό συχνά οδηγεί σε περιόδους όπου εκτεταμένα δεν γίνεται χρήση των μηχανών και του ανθρώπινου δυναμικού στους σταθμούς εργασίας.

Το MRP αντιμετωπίζει καθυστερήσεις στην παραγωγή εξαιτίας βρόγχων μέσω των οποίων πρέπει να περάσουν όλα τα συστατικά μέρη με μειωμένη δυνατότητα επεξεργασίας. Αυτοί οι βρόγχοι ονομάζονται όπως έχει ήδη αναφερθεί βρόγχοι τύπου «λαιμού μπουκαλιού» (bottleneck). Το αποτέλεσμα είναι να δημιουργούνται καθυστερήσεις σε όλα τα τμήματα της παραγωγής που ακολουθούν και να ακολουθούνται οι ρυθμοί που επιβάλλουν τα αργότερα μέρη της παραγωγικής διαδικασίας. Το MRP II προσπαθεί να ξεπεράσει και αυτό το πρόβλημα θέτοντας κανόνες παραγωγής που μειώνουν το φαινόμενο αυτό ανάλογα με την περίπτωση και προσπαθώντας να διατηρεί τους κρίσιμους σταθμούς επεξεργασίας συνεχώς απασχολημένους. Ενσωματώνοντας έναν μηχανισμό τύπου pull, το πρόβλημα αυτό μπορεί να ξεπεραστεί εισάγοντας την έννοια του χρόνου tact (χρόνος tact είναι ο χρόνος που χαρακτηρίζει την ζήτηση από την μεριά του πελάτη και προκύπτει από

την διαίρεση του χρόνου αυτού με τον χρόνο που διαθέτουν οι μηχανές στους σταθμούς εργασίας). Έτσι, όλοι οι χρόνοι των μηχανών θα σχεδιάζονταν κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι μικρότεροι ή ίσοι με τον χρόνο tact.

Επίσης υπάρχει καθυστέρηση εξαιτίας του μεγάλου αριθμού ίδιου τύπου συστατικών μερών που πρέπει να τύχουν επεξεργασίας πριν υπάρξει η δυνατότητα να αλλάξει ο τρόπος χρήσης των μηχανών ώστε να παραχθούν διαφορετικά συστατικά μέρη. Οι αλλαγές αυτές είναι απαραίτητες προκειμένου να επιτευχθούν οι σωστοί χρόνοι παραγωγής. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να ξεπεραστεί εάν γίνει προσπάθεια να μειωθεί ο χρόνος που χρειάζονται οι μηχανές ενός σταθμού εργασίας για να αλλάξουν παραγωγή.

Τέλος, καθυστερήσεις στην μεταφορά προκύπτουν στο MRP II λόγω της διευθέτησης των διάφορων μηχανών στο επίπεδο παραγωγής. Σαν αποτέλεσμα το κάθε τεμάχιο θα πρέπει να διανύει κάθε φορά μεγάλες αποστάσεις μέσα στον ίδιο τον χώρο παραγωγής καθώς διακινούνται από την μία διαδικασία στην άλλη. Αυτό ξεπερνάτε μέσω του ειδικού σχεδιασμού της αρχιτεκτονικής των χώρων της επιχείρησης με προσανατολισμό την ευκολότερη πρόσβαση από το ένα μέρος στο άλλο και την μείωση των χρόνων μεταφοράς.

## **5. Άμεση Εργασία (Direct Labor)**

Ένας τρόπος να μειωθεί το κόστος παραγωγής είναι να αποφεύγεται η σπατάλη εξαιτίας αχρησιμοποίητων πόρων και κυρίως της εργασίας. Στο MRP II αυτού του είδους η σπατάλη παρατηρείται σε τρεις διαφορετικές περιπτώσεις. Καθώς ο εργάτης- χειριστής μία μηχανής είναι συνδεδεμένος με μία συγκεκριμένη μηχανή, θα πρέπει να περιμένει μέχρι η μηχανή να τελειώσει όλες τις εργασίες της. Ο χρόνος αυτός θα μπορούσε να χρησιμοποιείται πιο αποτελεσματικά εάν οι μηχανές ήταν σχεδιασμένες να λειτουργούν αυτόματα και είχαν μειωθεί οι πιθανότητες βλάβης. Τότε και ο χειριστής θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει τον χρόνο αυτό δουλεύοντας σε άλλα μέρη της παραγωγής. Επίσης άλλοι χειριστές εξαιτίας ανεπάρκειας καταλήγουν να καθυστερούν εκείνους που ακολουθούν στην ροή της παραγωγής. Στο MRP αυτή η ένωση είναι ενσωματωμένη στο σύστημα μιας και οι εργάτες δεν είναι υπεύθυνοι για τους χρόνους παραγωγής.

Η τρίτη περίπτωση σπατάλης χρόνου εργασίας προέρχεται από την άσκοπη κίνηση των εργατών. Ένα επίπεδο παραγωγής που ελέγχεται από το MRP καθώς και τα σχετικά μηχανήματα δεν είναι σχεδιασμένα με προσανατολισμό τις δραστηριότητες των εργατών. Συνεπώς οι χειριστές θα πρέπει να διανύουν μεγάλες αποστάσεις ή να επαναλαμβάνουν κουραστικές ρουτίνες καθώς εργάζονται με αποτέλεσμα να είναι αναποτελεσματικοί.

## **6. Έμμεση Εργασία (Indirect Labor)**

Στο κεφάλαιο 3, ένας από τους παράγοντες για την δημιουργία ενός ιδανικού επιπέδου παραγωγής ήταν η έκταση του ελέγχου. Ακόμη και υπεύθυνοι που δεν σχετίζονται άμεσα με την γραμμή παραγωγής θα πρέπει επίσης να έχουν κάποιον έλεγχο και να μπορούν να διασφαλίσουν ότι οι εργασίες εξελίσσονται ομαλά. Το MRP II αποτυγχάνει σε αυτόν τον τομέα επειδή οι πληροφορίες είναι σχεδιασμένες να ρέουν από την κορυφή προς τα κάτω. Ανατροφοδότηση από τους εργάτες σπάνια χρησιμοποιείται για την βελτίωση της γραμμής παραγωγής. Συνεπώς, μεγάλο μέρος του χρόνου των διευθυντών δαπανείται στην διαχείριση κρίσεων κάθε φορά που το σύστημα βγαίνει εκτός ελέγχου. Το MRP II επίσης σπαταλά έμμεση εργασία εξαιτίας της μεγάλης κλίμακας χρήσης ανθρωπίνου δυναμικού για τον προγραμματισμού του συστήματος. Συχνά τα περίπλοκα σχέδια καταλήγουν να μην χρησιμοποιούνται όταν τελικά το σύστημα παραγωγής αποτυγχάνει να τα ακολουθήσει.

## **7. Κόστος Εγκαταστάσεων (Facilities cost)**

Η υποδομή, από κτιριακής πλευράς, που χρειάζονται τα υπολογιστικά συστήματα που είναι απαραίτητα για την διατήρηση της λειτουργίας του MRP II αυξάνει κατά πολύ το κόστος. Επιπλέον, η χωροταξία των μηχανημάτων συνήθως καταλαμβάνει πάρα πολύ χώρο στο επίπεδο παραγωγής. Εάν οι μηχανές ήταν εξ αρχής σχεδιασμένες με την παραγωγική διαδικασία υπ' όψιν και γινόταν κατανομή τους ανάλογα με την χρήση τους θα υπήρχε πολύ μεγαλύτερη απόδοση στην διαχείριση χώρου.

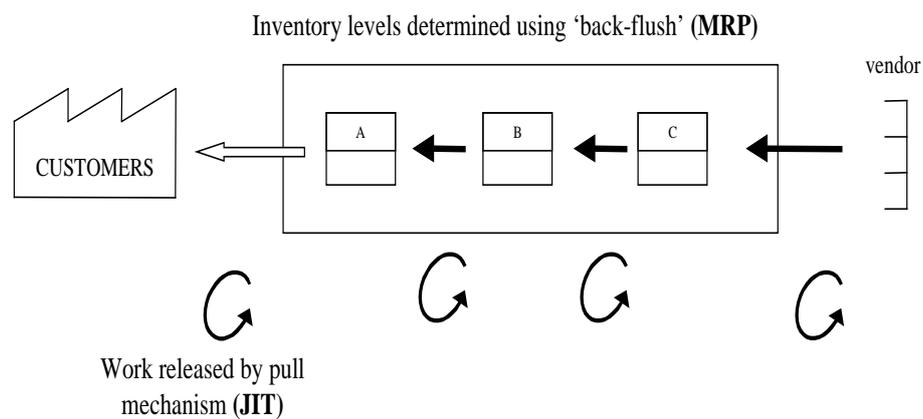
### 4.3 Πώς τα υβρίδια του MRP ξεπερνούν τους περιορισμούς του συστήματος;

Διάφορες λύσεις προτάθηκαν στο δεύτερο κεφάλαιο για την επίλυση των προβλημάτων του MRP II. Μία από αυτές τις λύσεις είναι η χρήση υβριδίων μεταξύ MRP II και άλλων συστημάτων (Karmakar). Και στα τρία υβριδικά συστήματα που προτάθηκαν, το MRP II περιείχε τον ρόλο του να προσφέρει τις γενικές γραμμές λειτουργίας για την επίτευξη της ομαλής λειτουργίας του συστήματος μακροπρόθεσμα Ένα σύστημα βασισμένο στο Kanban χρησιμοποιείτε από εκεί και πέρα προκειμένου να αναλάβει τις καθημερινές λειτουργίες και λεπτομέρειες της παραγωγής. Το Kanban είναι το σύστημα ελέγχου της παραγωγής τύπου JIT. Ο Benton τονίζει ότι ο έλεγχος τύπου Kanban χρησιμοποιείτε στο JIT με σκοπό την ελαχιστοποίηση των καταλόγων WIP. Επίσης δίνει έμφαση σε κάποιες συνθήκες που έχουν προταθεί από τον Monden και βασίζονται στο μοντέλο παραγωγής της TOYOTA οι οποίες είναι απαραίτητες για την επιτυχία του συστήματος. Αυτές περιλαμβάνουν: εξομάλυνση της παραγωγής, βελτίωση των δραστηριοτήτων, τυποποίηση εργασιών, μείωση χρόνων αναμονής, σχεδιασμός του χώρου των μηχανημάτων, αυτοματοποίηση διάφορων εργασιών όπου αυτό είναι εφικτό (Monden). Ο Benton επίσης καταδεικνύει τους τέσσερις λόγους της ανωτερότητας του Kanban: Είναι λιγότερο πολύπλοκο, η ανατροφοδότηση είναι γρηγορότερη και απολαμβάνει μειωμένους χρόνους παραγωγής. Οι χρόνοι παραγωγής (lead times) αναφέρονται, όπως έχουμε ξαναπεί, στην διάρκεια του χρόνου που καταναλώνεται στην κατασκευή ενός συστατικού τεμαχίου σε μία συγκεκριμένη γραμμή παραγωγής (Spearman and Hopp).

Τα υβρίδια του MRP χρησιμοποιούν μία προσέγγιση παρόμοια με αυτή του JIT αφήνοντας τον σχεδιασμό στο MRP καθώς το Kanban συγκεντρώνεται στον έλεγχο. Επανεπισκοπώντας τα τρία υβρίδια που παρουσιάστηκαν στο δεύτερο κεφάλαιο, οι συμπληρωματικές δυνάμεις του MRP II και του Kanban μπορούν να αναγνωριστούν ως ακολούθως:

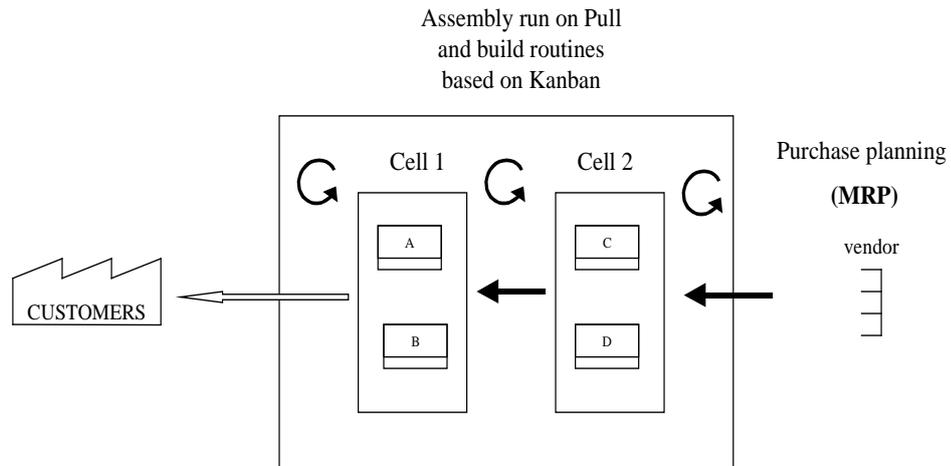
**JIT-MRP** – Οι εργασίες παραδίδονται από έναν μηχανισμό τύπου pull και έτσι εξαλείφονται οι κατάλογοι (inventories). Το σύστημα είναι σχεδιασμένο να αντεπεξέρχεται σε μία συνολική ημερήσια ή εβδομαδιαία ζήτηση αντί συγκεκριμένων

παραγγελιών. Μιας και το σύστημα δεν κρατάει λογαριασμό των ατομικών παραγγελιών, οι εργασίες είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε να ρέουν μέσω προκαθορισμένων μονοπατιών και να εξέρχονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Είναι ιδανικό για συστήματα ροής μιας και ενσωματώνει ευελιξία που επιτρέπει μία μεγάλη ποικιλία προϊόντων να παραχθεί με πολύ σύντομους χρόνους μετατροπής της παραγωγής από το ένα στο άλλο. (Karmakar).



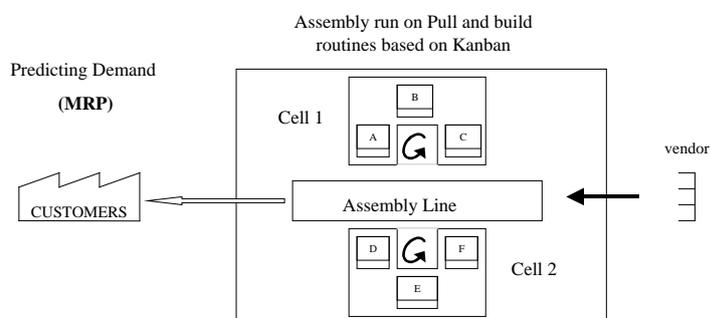
**Σχήμα 3. JIT-MRP**

**Tandem Push Pull** – Σε αυτό το υβρίδιο, ο σχεδιασμός και πάλι ανατίθεται στο MRP αλλά το kanban χειρίζεται την παραγωγή. Επομένως η παραγωγή βασίζεται σε σύστημα τύπου pull και χαρακτηρίζεται από ευελιξία και μικρούς κύκλους. Όποτε αλλάζει το πρόγραμμα της γραμμής παραγωγής, οι βάσεις δεδομένων του MRP ανανεώνονται προκειμένου να είναι σε θέση να απεικονίσουν την αλλαγή (Karmakar).



**Σχήμα 4. Tandem Push Pull**

**Kanban** οδηγούμενο από τις απαιτήσεις παραγωγής (**Requirement Driven Kanban**) – Σε αυτό το υβρίδιο, ολόκληρο το επίπεδο παραγωγής λειτουργεί με την λογική των κελιών εργασίας. Επομένως μπορεί να ανταποκριθεί σε μεταβαλλόμενες απαιτήσεις για υλικά με ασταθή μέγεθος και μίγμα. Το MRP είναι κατάλληλο για την πρόβλεψη της ζήτησης και επομένως την πρόβλεψη των εργασιών που πρέπει να πραγματοποιηθούν στο κάθε κελί. Εξαιτίας της δομής κελιού που εκκινεί την παραγωγή όπως ένα σύστημα pull, το MRP δεν έχει εντολές παράδοσης και επομένως δεν χρειάζεται να παρακολουθεί τα επίπεδα καταλόγων σε κάθε κελί ή να κάνει αντιστοίχιση της ζήτησης με τους διαθέσιμους καταλόγους (Karmakar).



**Fig. 5 How MRP and Kanban relate to requirement driven Kanban**

## Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup> –Συμπεράσματα

Το MRP II δεν είναι πάρα πολύ αποδοτική μέθοδος για την εξασφάλιση ελέγχου στο επίπεδο παραγωγής. Τα προβλήματα και οι περιορισμοί που προκαλούν αυτή την ανεπάρκεια μπορούν γενικά να κατηγοριοποιηθούν σε επτά κατηγορίες συνοπτικά σύμφωνα με τον πίνακα. (πίνακας 1):

Περιορισμοί	Λειτουργικές Απαιτήσεις (FR)	Σχεδιαστική Παράμετρος (DP)
Ποιότητα	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Εξάλειψη μηχανικών προβλημάτων.</li> <li>2 Διασφάλιση μη μεταπήδησης σφαλμάτων χειριστών στην γραμμή παραγωγής.</li> <li>3. Εξάλειψη σφαλμάτων σε υλικά.</li> <li>4.Βελτίωση της ικανότητας παραγωγής.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Επιλογή/ συντήρηση εξοπλισμού.</li> <li>2. Αλάνθαστες διαδικασίες (Poka-Yoke).</li> <li>3. Πρόγραμμα διασφάλισης ποιότητας.</li> <li>4. Σχεδιασμός πειραμάτων ποιότητας.</li> </ol>
Αναγνώριση και επίλυση προβλημάτων	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Αναγνώριση διακοπών όπου συμβαίνουν.</li> <li>2. Αναγνώριση της φύσης των διακοπών</li> <li>3. Ελαχιστοποίηση καθυστέρησης παροχής σωστών προμηθειών.</li> <li>4. Παροχή περιγραφικών πληροφοριών στην υποστήριξη υλικού</li> <li>5.Άμεση επίλυση προβλημάτων.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Απλοποιημένα μονοπάτια ροής υλικού</li> <li>2. Αυξημένος ρυθμός δειγματοληψίας κατάστασης μηχανημάτων από τους χειριστές.</li> <li>3. Ευαίσθητη ανατροφοδότηση</li> <li>4. Ταχύτατο σύστημα μετάδοσης πληροφοριών</li> <li>5. Σύστημα που ανακαλύπτει την φύση του προβλήματος.</li> <li>6. Μέθοδος αναγνώρισης εξάλειψης προβλήματος.</li> </ol>

<p>Προβλέψιμη έξοδος</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Εξασφάλιση πληροφοριών που αφορούν την παραγωγή.</li> <li>2. Μη διακοπή της παραγωγικής διαδικασίας εξαιτίας των εργατών.</li> <li>3. Εξασφάλιση διαθεσιμότητας υλικών.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ικανό και έγκυρο σύστημα πληροφόρησης.</li> <li>2. Σύστημα αντικατάστασης εργατών σε άδεια.</li> <li>3. Δομημένο σύστημα ανατροφοδότησης με υλικά.</li> </ol>
<p>Μείωση Καθυστερήσεων</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Παροχή γνώσης για το είδος της ζήτησης. (υλικά και προϊόντα)</li> <li>2. Παραγωγή σε αποδοτικά μικρά μεγέθη.</li> <li>3. Καθορισμός χρόνου αναμονής.</li> <li>4. Εξασφάλιση ότι οι ρυθμοί παραγωγής εξισορροπούν με τους χρόνους αναμονής. (<math>r_s^{max} = 1/t_t^{min}</math>)</li> <li>5. Εξασφάλιση ότι ο ρυθμός παραλαβής πρώτων υλών ισορροπείται από τον ρυθμό παραγωγής. (<math>r_a = r_s</math>)</li> <li>6. Μείωση καθυστερήσεων</li> <li>7. Μείωση καθυστερήσεων στη μεταφορά.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ροή πληροφοριών από τον πελάτη.</li> <li>2. Σχεδιασμός ταχείας μεταπήδησης στον χειρισμό υλικών και μηχανών.</li> <li>3. Καθορισμός ή ομαδοποίηση πελατών με σκοπό τον ιδανικό χρονικό συντονισμό της παραγωγής.</li> <li>4. Υποσυστήματα ικανά να επιτύχουν τους σωστούς χρόνους (σχεδιασμός και λειτουργία).</li> <li>5. Παραλαβή υλικών στον σωστό χρόνο.</li> <li>6. Μείωση του μεγέθους πακέτων στην μεταφορά.</li> <li>7. Η ροή πρώτων υλών και εξαρτημάτων να είναι προσανατολισμένη να βελτιστοποιεί τον σχεδιασμό των εγκαταστάσεων.</li> </ol>

Άμεση Εργασία	1. Εξάλειψη αδράνειας χειριστών στις μηχανές. 2. Εξάλειψη άσκοπων κινήσεων των χειριστών.	1. Διαχωρισμός ανθρώπων μηχανών. 2. Σχεδιασμός σταθμών εργασίας με σκοπό την διευκόλυνση των εργατών.
Έμμεση Εργασία	1. Εξάλειψη διαχειριστικών έργων. 2. Εξάλειψη διακοπών στην ροή πληροφοριών .	1. Αυτοδιοικούμενες ομάδες εργασίας (οριζόντια οργάνωση).
Κόστος Εγκαταστάσεων	Ελαχιστοποίηση κόστους εγκαταστάσεων.	Μείωση της κατανάλωσης χώρου.

**Πίνακας 1: Οι περιορισμοί του MRP II σαν εργαλείο SFC**

Η διάδραση μεταξύ των παραπάνω προβλημάτων είναι που προκαλεί τα συχνά προβλήματα στο MRP II που σχετίζονται με τους σταθερούς χρόνους παραγωγής και την άτοπη παραδοχή της απεριόριστης ικανότητας παραγωγής. Από την προοπτική του συστήματος, το MRP μπορεί να μοντελοποιηθεί σαν σύστημα ανοικτού βρόγχου με ατροφικό βραχίονα ανατροφοδότησης. Αυτό συμβαίνει βέβαια επειδή η ροή πληροφοριών ακολουθεί πάντα την ροή των υλικών κατά μήκος της παραγωγής κάτι που ωστόσο δεν συμβαίνει στο σύστημα πληροφοριών του MRP. Αυτή η ανακολουθία προκαλεί τις μεγάλες ποσότητες καταλόγων απογραφής που συχνά συναντώνται στο επίπεδο παραγωγής και την αναποτελεσματικότητα ανταπόκρισης στις ανάγκες του πελάτη.

Ένα καλό σύστημα ελέγχου του επιπέδου παραγωγής είναι αυτό που αποσκοπεί στην ανάπτυξη ενός δυναμικού και ευέλικτου τρόπου οργάνωσής της. Ο σχεδιασμός του θα πρέπει να λαμβάνει υπ' όψιν την δομή του συστήματος και τις ανεξάρτητες εργασίες που αυτό περιλαμβάνει. Κάτι τέτοιο προσφέρει την ικανότητα για αυτοσχεδιασμό και διαρκή προσαρμοστικότητα που διευκολύνει την δημιουργία μίας ευέλικτης οντότητας ικανή να ανταποκριθεί σε οποιαδήποτε πρόκληση. Το MRP II αποτυγχάνει εξαιτίας της ανεπάρκειάς του να ανταποκριθεί σε τυχαία γεγονότα. Συνήθως ευδοκμεί σε συστήματα που χαρακτηρίζονται από

καθυστερημένες εργασίες, έξοχα προγνωστικά, εξαιρετικά αξιόπιστους προμηθευτές, μεγάλους καταλόγους απογραφής υλικών και σύντομους χρόνους παράδοσης υλικών. Δυστυχώς, αυτή δεν είναι η πραγματικότητα αυτή την στιγμή.

Τα προβλήματα του MRP II δεν είναι δυνατό να λυθούν μέσω μικροαλλαγών και αναβαθμίσεων λογισμικού. Αντίθετα απαιτεί δραστικά βήματα αμφισβήτησης και επανεφεύρεσης του συστήματος όσον αφορά την ίδια την λογική του. Μία λύση είναι η χρήση υβριδίων που ενσωματώνουν χαρακτηριστικά συστημάτων pull. Τέτοια συστήματα είναι εξαιρετικά αποτελεσματικά στην διατήρηση του ελέγχου και την αντιμετώπιση προβλημάτων. Με αυτόν τον τρόπο, το MRP II θα είναι σε θέση να χρησιμοποιηθεί αποδοτικά σαν σχεδιαστικό εργαλείο για την δημιουργία ζήτησης για το σύστημα παραγωγής.

## **Αναφορές- Βιβλιογραφία**

- 1. Manufacturing Planning and Control - Beyond MRP II , Paul Higgins, Patrick Leroy and Liam Tierney (Chapman & Hall 1996)**
- 2. Planning for Manufacturing Excellence, John W. Toomey (Chapman & Hall 1996)**
- 3. Factory Physics – Foundations of Factory Management, Wallace J. Hopp & Mark L. Spearman**
- 4. Manufacturing Planning and Control Systems, Vollmann, Berry & Whybark (Business One Irwin, 3<sup>rd</sup> Edition 1992)**
- 5. Advanced Manufacturing Systems Edited by R.D. Eanes (IFS 1989)**
- 6. MRP II: Making it Happen, Thomas F. Wallace (Oliver Wight Ltd. Publications1990)**
- 7. A study of the Toyota Production System, Shingo**

