

4 Συστήματα MRP/DRP

4.1 Εισαγωγή

4.2 Εξέλιξη Συστημάτων MRP

4.3 Αρχές Λειτουργίας MRP

4.4 Ρόλος Lead Times

4.5 Εναλλακτικές πολιτικές Lot-sizing

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ MRP/DRP

Από τα μέσα της δεκαετίας του 1960 τα συστήματα MRP/DRP αποτελούν την κύρια μεθοδολογία διαχείρισης υλικών διαμέσου της Αλυσίδας Τροφοδοσίας.

Συγκεκριμένα, τα Συστήματα MRP/DRP (Maternal Requirements Planning) αφορούν στην διαχείριση υλικών στην παραγωγή και στις προμήθειες και τα συστήματα DRP (Distribution Requirements Planning) στην διανομή.

Οι κύριοι παράγοντες που συντέλεσαν στην ταχεία διάδοση των συστημάτων MRP/DRP είναι:

- υφιστάμενα πραγματικά προβλήματα,
- ευρεία εξάπλωση των Η/Υ,
- ενέργειες της APICS στα πλαίσια της γνωστής Σταυροφορίας MRP.

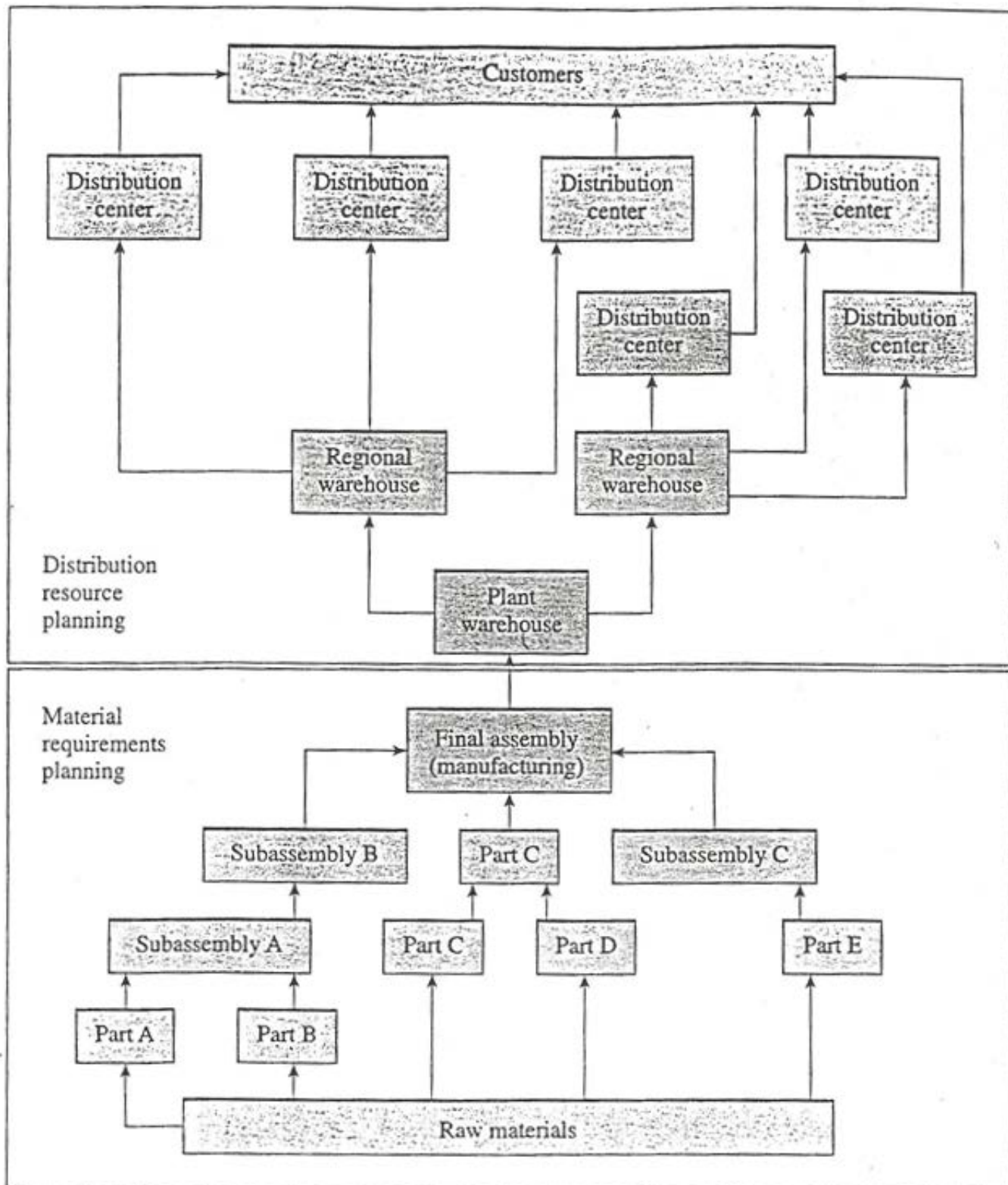
Τα συστήματα MRP αναπτύχθηκαν αρχικά για σύνθετα περιβάλλοντα παραγωγής με χαρακτηριστικά:

- παραγωγή παρτίδων (batch production) πολλαπλών φάσεων,
- συναρμολόγηση πολλών εξαρτημάτων,
- παραγωγή για κάλυψη παραγγελιών πελατών.

Σήμερα, τα συστήματα MRP/DRP, με τη μορφή πακέτων λογισμικού ERP (Enterprise Resource Planning) εφαρμόζονται και σε περιβάλλοντα με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Μελέτες έχουν δείξει ότι αυξανόμενος αριθμός επιχειρήσεων διεθνώς έχει εγκαταστήσει ή προτίθεται να εγκαταστήσει σύστημα ERP.

Παρατηρήσεις:

1. Μεγάλο πλεονέκτημα της λογικής των συστημάτων MRP/DRP για την διαχείριση υλικών είναι ότι επιτρέπουν την προγραμματισμένη ροή υλικών διαμέσου της Αλυσίδας Τροφοδοσίας.
2. Η γενική λογική λειτουργίας των συστημάτων DRP και MRP είναι πανομοιότυπη. Για το λόγο αυτό η προσοχή μας θα επικεντρωθεί στην παρουσίαση των συστημάτων MRP.
3. Στο επίκεντρο των συστημάτων ERP βρίσκεται η λογική προγραμματισμού MRP. Αυτό αποτελεί και την ειδοποιό διαφορά των συστημάτων ERP από άλλα συστήματα λογισμικού.



Συλλειτουργία Συστημάτων MRP/DRP

ΕΞΕΛΙΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ MRP

Χρονολογία	Τύπος Συστήματος	Χαρακτηριστικά
1965-1975	Material Requirements Planning (MRP)	• Αλγόριθμοι υποστήριξης προγραμματισμού παραγωγής/παραγγελιών
1975-1985	Close-Loop MRP	• Δυνατότητες διαχείρισης δυναμικότητας • Feedback από παραγωγική διαδικασία • What-If ανάλυση • Mini Computers
1985-2000	Manufacturing Resource Planning (MPR II)	• Επέκταση σε γενικές εταιρικές λειτουργίες • Ενσωμάτωση DRP • Πολλαπλό hardware
2000-σήμερα	Enterprise Resource Planning (ERP)	• Σύνολο εταιρικών λειτουργιών • Supply chain management • Πολλαπλό hardware/software

ΠΡΟΠΑΤΟΡΕΣ ΤΟΥ MRP

Ουσιαστικό κίνητρο για την ανάπτυξη του MRP υπήρξε η υπέρβαση των εγγενών αδυναμιών των κλασικών συστημάτων διαχείρισης αποθεμάτων (Order Point Systems) που για πολλά χρόνια κυριάρχησαν στην βιομηχανία.

Με βάση τα κλασικά συστήματα, κάθε υλικό/ ενδιάμεσο τελικό προϊόν αντιμετωπίζεται ως αυτόνομο και ανεξάρτητο απόθεμα προς διαχείριση.

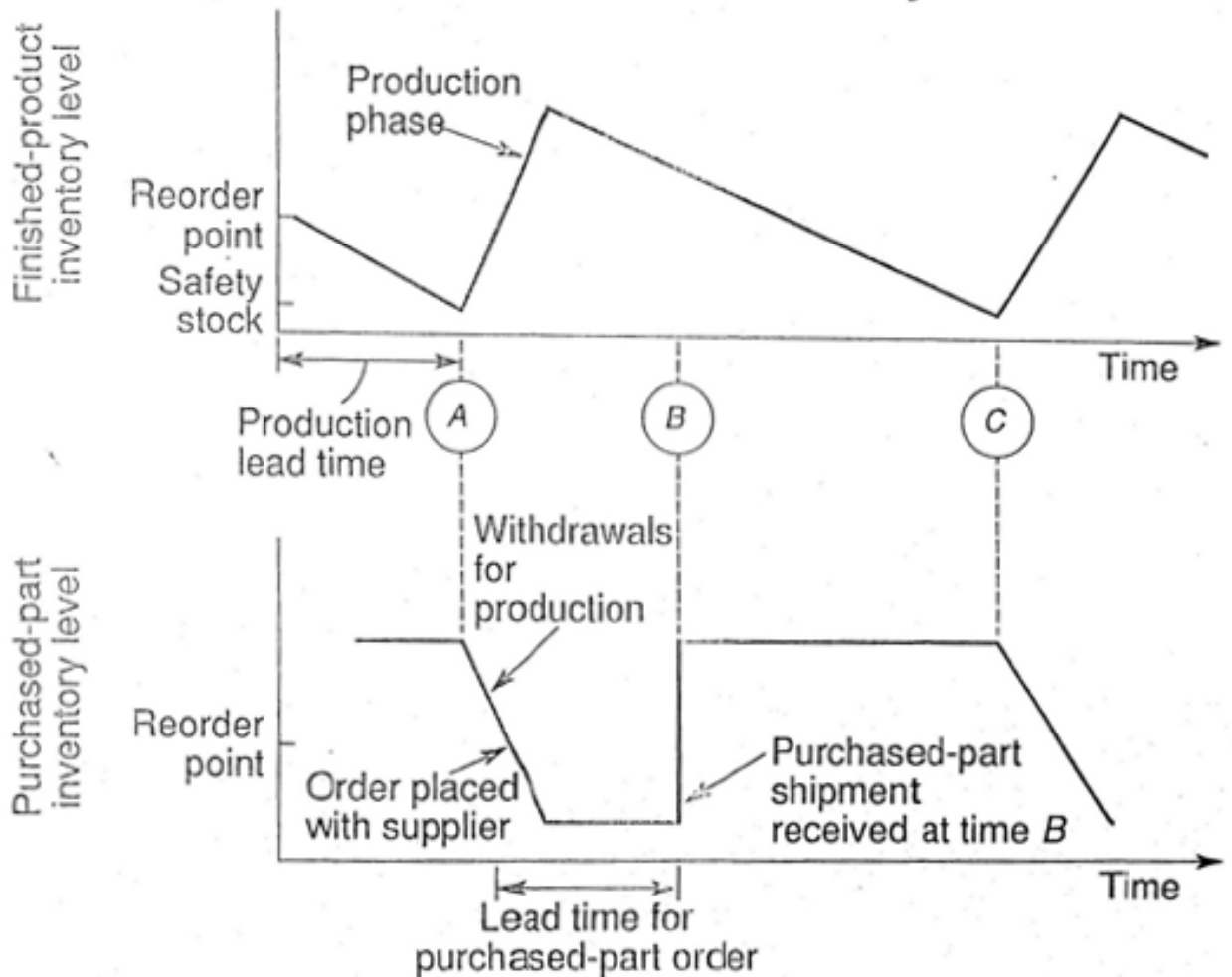
Προϋπόθεση για την υλοποίηση των κλασικών συστημάτων είναι η ύπαρξη προβλέψεων ζήτησης για κάθε υλικό/ ενδιάμεσο/ τελικό προϊόν.

Τα κύρια προβλήματα με τα κλασικά συστήματα είναι:

- τοποθέτηση εντολών παραγωγής που αγνοούν τις πραγματικές ανάγκες τελικών προϊόντων,
- αδυναμία χρονικής ιεράρχησης των εντολών,
- αδυναμία έγκαιρης ικανοποίησης εντολών.

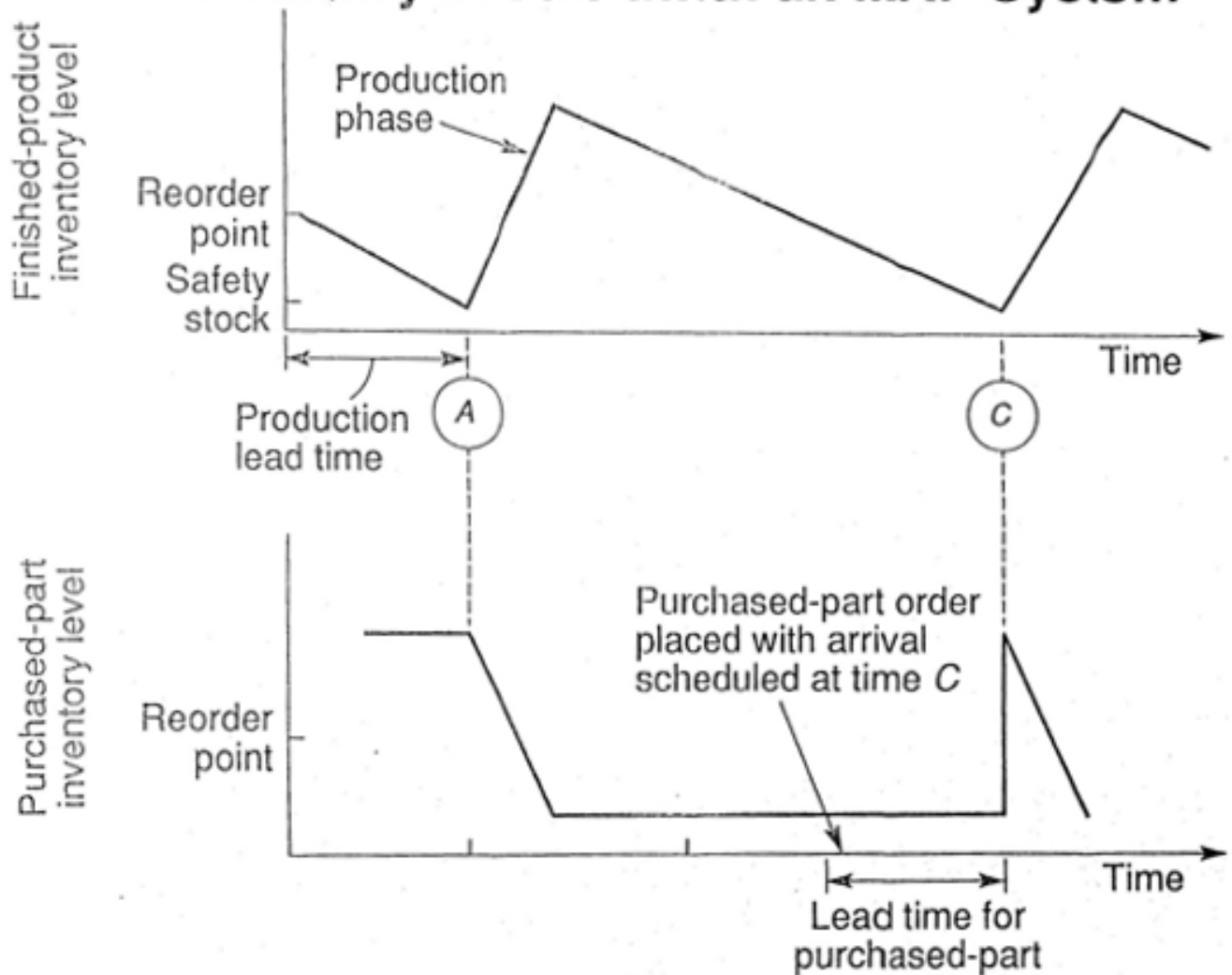
Βασική αδυναμία της λογικής των κλασικών συστημάτων είναι η αγνόηση της αλληλεξάρτησης των επιμέρους υλικών/ υποπροϊόντων και τελικών προϊόντων. Η αναγνώριση και η εκμετάλλευση της αλληλεξάρτησης αυτής για τον προγραμματισμό αποτελεί την βάση των συστημάτων MRP.

Finished-Product and Component-Part Inventory Levels without an MRP System



Transparency 71 (Figure 16.2)
 © 1993 West Publishing Company

Finished-Product and Component-Part Inventory Levels with an MRP System



Transparency 72 (Figure 16.3)
 © 1993 West Publishing Company

ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ MRP

Κεντρική Ιδέα: Οι ανάγκες τελικών προϊόντων υπόκεινται στη ζήτηση της αγοράς (εξωτερική ζήτηση) και απαιτείται να προβλεφθούν. Οι ανάγκες σε υλικά και ενδιάμεσα προϊόντα (εσωτερική ζήτηση) εξαρτώνται από τις ανάγκες τελικών προϊόντων και μπορούν να υπολογιστούν.

Στόχος της λογικής MRP είναι ο προγραμματισμός των αναγκών σε υλικά και ενδιάμεσα προϊόντα και η έκδοση εντολών παραγωγής/ προμηθειών που κατοχυρώνουν ότι οι απαιτούμενες ποσότητες τελικών προϊόντων θα είναι διαθέσιμες όταν απαιτηθούν.

Για την υλοποίηση της παραπάνω λογικής το σύστημα MRP εμπεριέχει δύο πρακτικούς μηχανισμούς:

- μηχανισμός προγραμματισμού ανά σημείο αποθεματοποίησης (κωδικό),
- μηχανισμός διασύνδεσης προγραμμάτων διαφορετικών κωδικών (parts explosion).

Για την λειτουργία του MRP απαιτείται η συνεχής τροφοδοσία με στοιχεία. Τα σημαντικότερα από αυτά είναι:

- βασικό πρόγραμμα παραγωγής (MPS),
- πίνακες (δομές) υλικών (BOM),
- χρόνοι εκτέλεσης εντολών παραγωγής/ προμήθειας,
- παράμετροι και πολιτικές λειτουργίας,
- τρέχον ύψος αποθεμάτων.

Με τα στοιχεία αυτά, το MRP καθορίζει, για κάθε κωδικό, ένα χρονοπρόγραμμα εντολών παραγωγής/ παραγγελίας (planned orders). Οι εντολές που προγραμματίζονται για την τρέχουσα περίοδο (imminent orders) είναι υποψήφιες για έκδοση (release).

Οι εντολές παραγωγής που έχουν εκδοθεί ονομάζονται ανοιχτές εντολές (open orders), ενώ η ολοκλήρωση μιας εντολής αναφέρεται ως κλείσιμο εντολής (order closing). Με την έκδοση μιας εντολής:

- δεσμεύονται τα απαιτούμενα αποθέματα υλικών,
- δημιουργείται ένα picking list με όλα τα απαραίτητα υλικά.

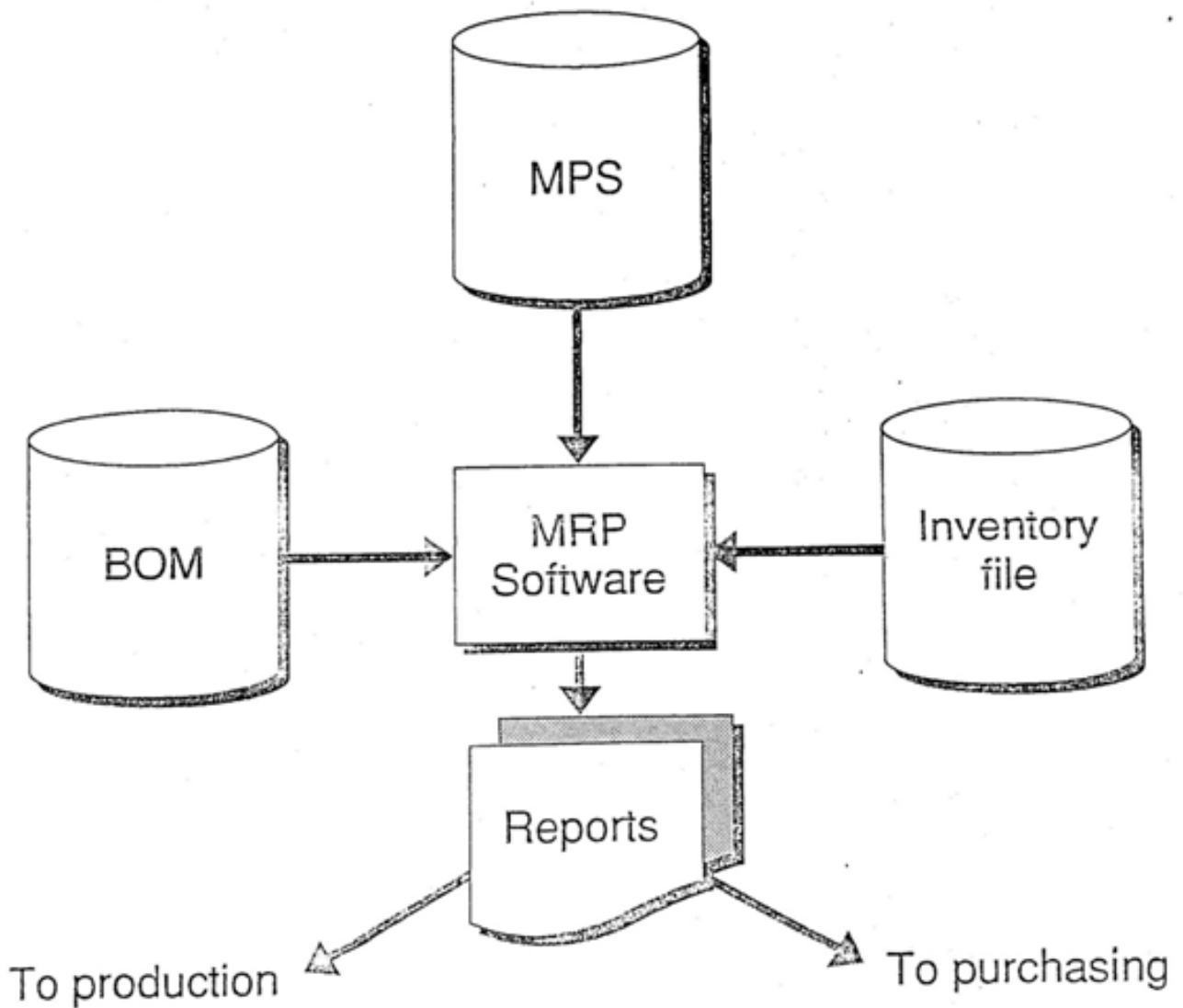
Η έκδοση των εντολών παραγωγής δεν γίνεται αυτόματα από το σύστημα. Την ευθύνη για την έκδοση αυτών και την συγκέντρωση των στοιχείων υποστήριξης της διαδικασίας προγραμματισμού έχει εξουσιοδοτημένο στέλεχος της επιχείρησης (planner).

Σημείωση:

Για κάθε κέντρο εργασίας απαιτείται ο βραχυπρόθεσμος προγραμματισμός των open orders.

Παρότι πολλά πακέτα ERP προσφέρουν ευκολίες διενέργειας του βραχυπρόθεσμου προγραμματισμού (Shop Floor Control module) οι αλγόριθμοι που παρέχονται είναι γενικής φύσης και απαιτούν εξειδίκευση.

MRP Information System



Transparency 73 (Figure 16.6)
© 1993 West Publishing Company

ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ MRP

Κυρίαρχο στοιχείο στην λογική MRP είναι ο μηχανισμός προγραμματισμού εντολών παραγωγής/ προμηθειών ανά αποθεματοποιημένο κωδικό.

Στόχος του μηχανισμού προγραμματισμού MRP είναι η δημιουργία μιας χρονοσειράς προγραμματισμένων εντολών παραγωγής/ προμηθειών. Για κάθε εντολή καθορίζεται:

- χρόνος έκδοσης/ τοποθέτησης,
- αναλογούσα ποσότητα.

Η χρονοσειρά προγραμματισμένων εντολών που δημιουργείται για κάθε αποθεματοποιούμενο κωδικό είναι γνωστή ως Planned Orders Release Series.

Ως κύριες εισροές για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες μεταβλητές:

- Gross Requirements (Μεικτές Ανάγκες).
- Scheduled Receipts (Προγραμματισμένες Παραλαβές).
- Projected Available Balance (Αναμενόμενο Ισοζύγιο).
- Net Requirements (Καθαρές Ανάγκες).
- Buffering Policy (Πολιτική Αποθεμάτων Ασφαλείας).
- Lot-Sizing Policy (Πολιτική Καθορισμού Παρτίδας).
- Lead Time (Χρόνος Εκτέλεσης Παραγγελίας).

Σημείωση:

Οι χρησιμοποιούμενες πολιτικές αποθεμάτων ασφαλείας και καθορισμού παρτίδας διαφέρουν κατά περίπτωση.

ΟΡΙΣΜΟΙ ΕΙΣΡΩΝ/ΕΚΡΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ

Gross Requirements: Χρονοσειρά που αποτυπώνει τις συνολικές προβλεπόμενες ανάγκες κατανάλωσης (χρόνος και ποσότητα κατανάλωσης) για όλες τις προβλεπόμενες χρήσεις.

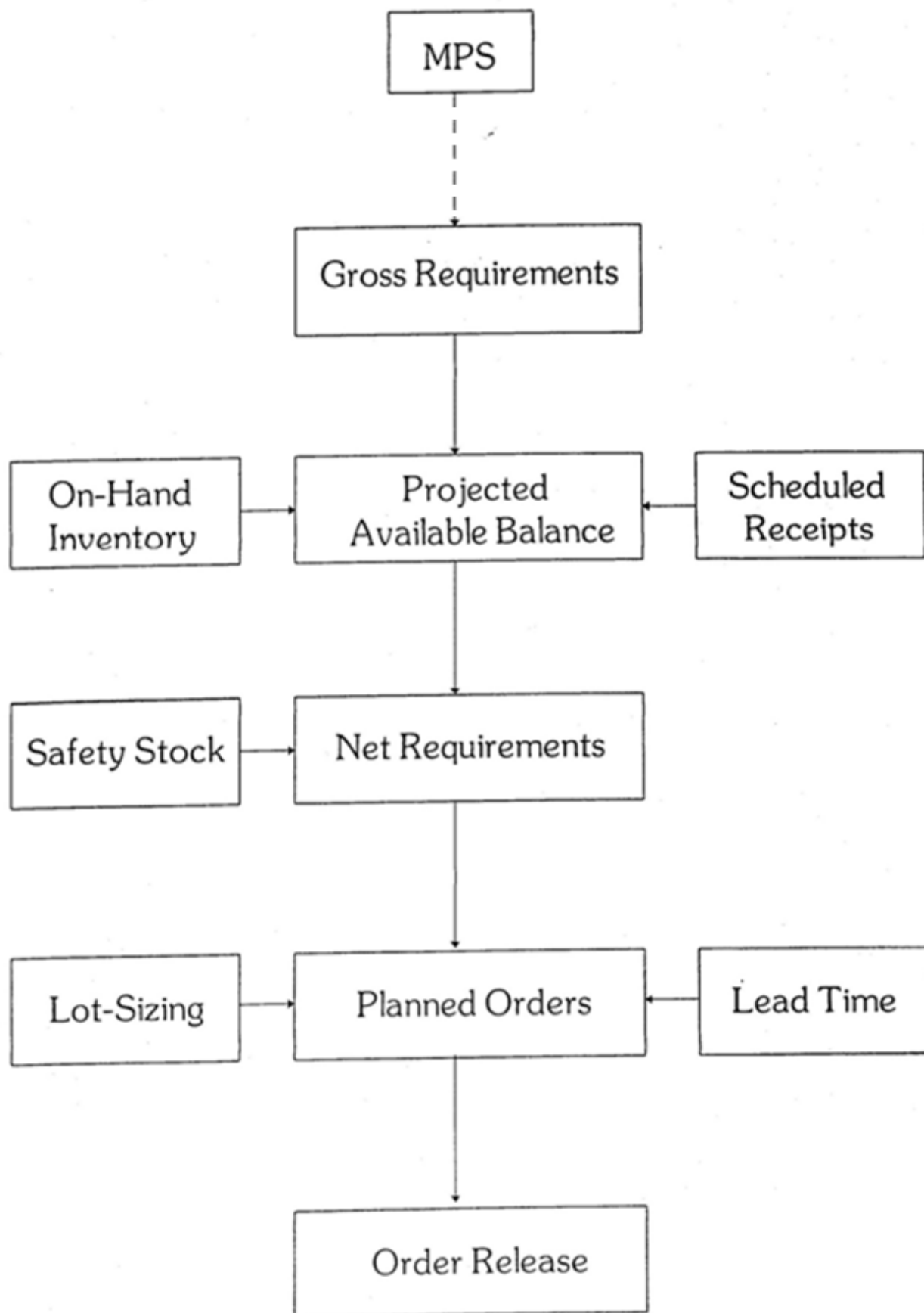
Scheduled Receipts: Χρονοσειρά που αποτυπώνει τις αναμενόμενες μελλοντικές παραλαβές (χρόνος και ποσότητα παραλαβής) από την ολοκλήρωση εντολών που έχουν ήδη εκδοθεί.

Projected Available Balance: Χρονοσειρά που αποτυπώνει, για κάθε χρονική περίοδο, το αναμενόμενο ισοζύγιο αποθέματος με βάση τις Μεικτές Ανάγκες και τις Αναμενόμενες Παραλαβές (λαμβάνει και αρνητικές τιμές).

Net Requirements: Χρονοσειρά που αποτυπώνει, για κάθε χρονική περίοδο, την ποσότητα υλικού που θα αποκαταστήσει το ισοζύγιο αποθέματος στην τιμή μηδέν (ή στην τιμή που καθορίζει το απόθεμα ασφαλείας).

Lead Time: Ο προγραμματισμένος χρόνος εκτέλεσης παραγγελίας από την παραγωγή ή από τον προμηθευτή.

Planned Orders: Χρονοσειρά που αποτυπώνει την περίοδο έκδοσης και την αντίστοιχη ποσότητα μελλοντικών εντολών παραγωγής (αποτελεί την κύρια εκροή του συστήματος MRP).



On-Hand = 10, Safety Stock = 0, Lead Time = 1

Period	1	2	3	4	5	6	7	8
Gross Requirements	0	10	0	0	50	0	0	60
Scheduled Receipts	0	10	0	20	0	0	50	0
Available Balance	10	10	10	30	0	0	50	0
Net Requirements	0	0	0	0	20	0	0	10
Planned Orders	-	-	-	20	-	-	10	-

On-Hand = 10, Safety Stock = 10, Lead Time = 2

Period	1	2	3	4	5	6	7	8
Gross Requirements	0	10	0	0	50	0	0	60
Scheduled Receipts	0	10	0	20	0	0	50	0
Available Balance	10	10	10	30	10	10	60	10
Net Requirements	0	0	0	0	30	0	0	10
Planned Orders	-	-	30	-	-	10	-	-

ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΚΩΔΙΚΩΝ

Ο δεύτερος πρακτικός μηχανισμός που χρησιμοποιείται από την λογική MRP είναι ο μηχανισμός διασύνδεσης των προγραμμάτων διαφορετικών κωδικών (parts explosion).

Κεντρική Ιδέα: Το σύνολο των προγραμματισμένων εντολών όλων των ιεραρχικά υπερκείμενων κωδικών (parent items) αποτελούν τις μεικτές ανάγκες κάποιου υποκείμενου κωδικού (child item).

Προϋπόθεση για την λειτουργία του μηχανισμού διασύνδεσης αποτελεί η γνώση της ακριβούς αλληλοσυσχέτισης όλων των αποθεματοποιούμενων κωδικών. Αυτό επιτυγχάνεται με την δημιουργία αναλυτικών πινάκων υλικών (Bills of Materials).

Bills of Materials (BOM): Ιεραρχία όλων των αποθεματοποιούμενων κωδικών ενός προϊόντος που καταδεικνύει:

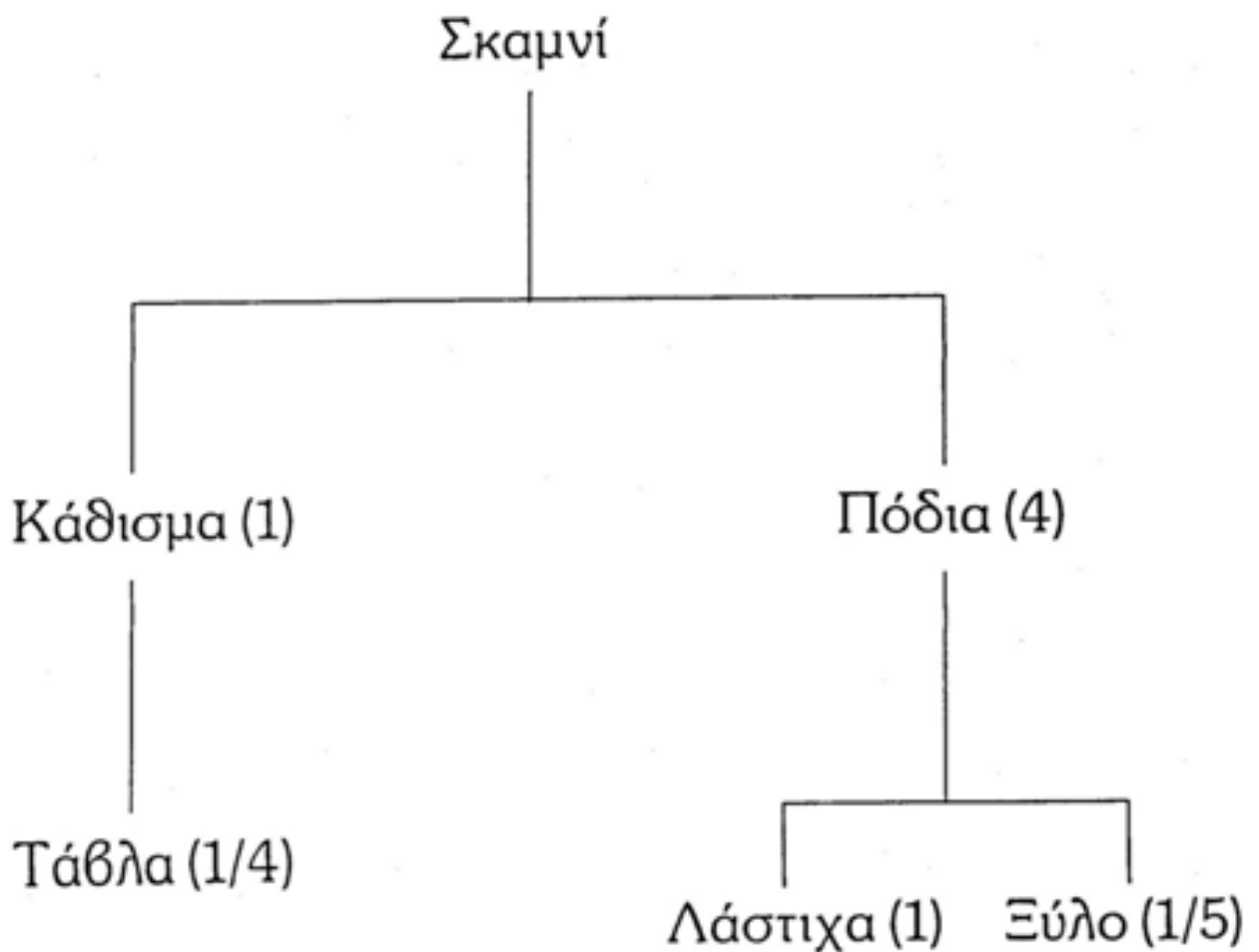
- όλες τις υφιστάμενες απευθείας σχέσεις γονέα-τέκνου μεταξύ των κωδικών (parent-child relationships),
- αριθμό των απαιτούμενων κωδικών-τέκνων για την παραγωγή ενός κωδικού-γονέα.

Σημειώσεις:

1. Για κάθε κωδικό που εμφανίζεται στα BOM, το σύστημα MRP απαιτεί την έκδοση εντολής παραγωγής.
2. Το BOM ενός προϊόντος δεν αποτελεί ένα κατασκευαστικό σχέδιο. Αποτυπώνει τον τρόπο παραγωγής του προϊόντος στην επιχείρηση.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΒΟΜ

Προϊόν: Σκαμνί Κουζίνας



Δεδομένων όλων των BOM, η λογική MRP επιβάλλει τον προγραμματισμό όλων των κωδικών-γονέων του ανώτατου επιπέδου και προχωράει ανά επίπεδο μέχρι να προγραμματιστούν όλοι οι κωδικοί-τέκνα του κατώτατου επιπέδου.

Γενικά ισχύει:

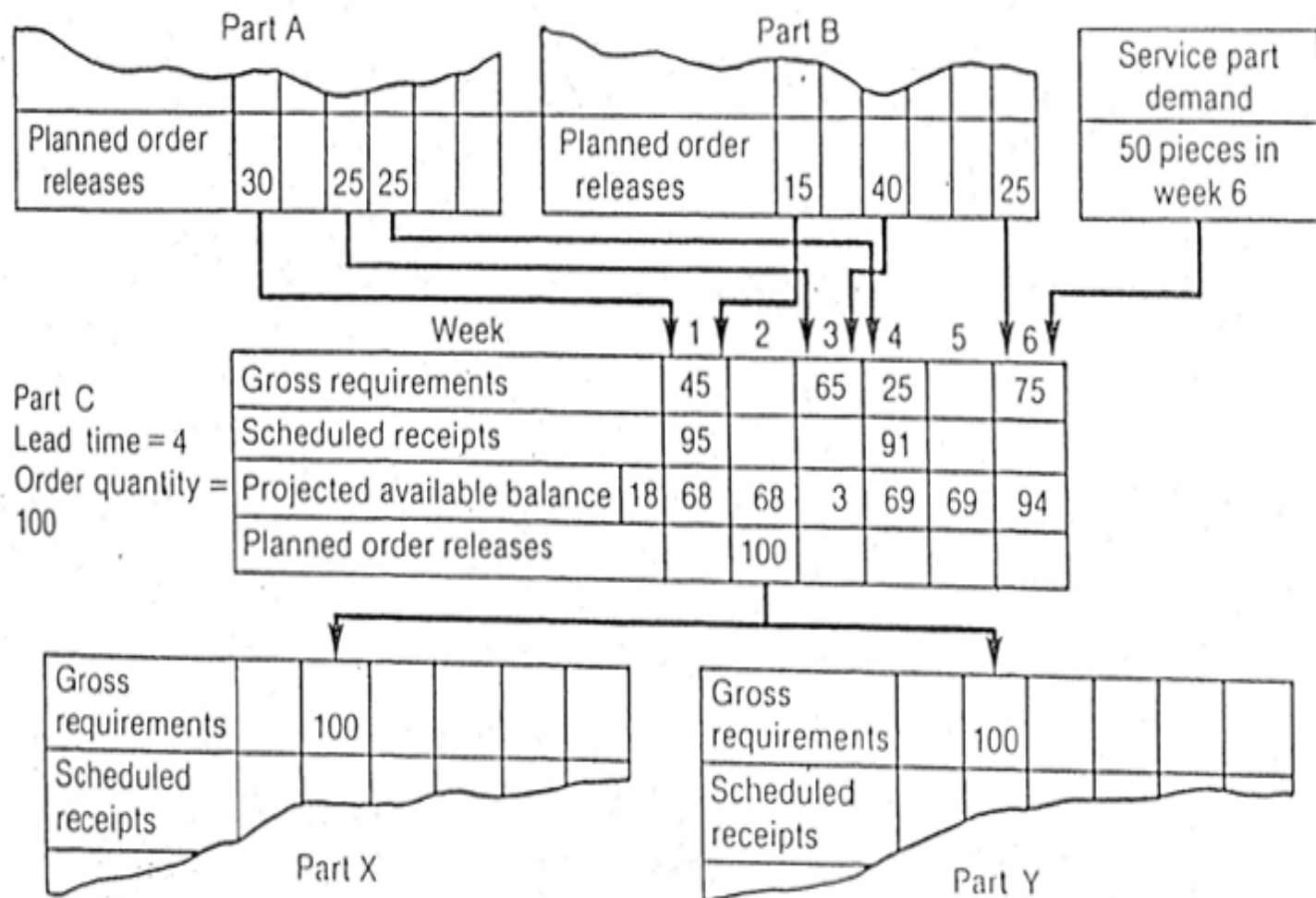
$$\sum [k \cdot PO \text{ (κωδικών-γονέων)}] = GR \text{ (κωδικού-τέκνου)}$$

όπου k σταθερά που δείχνει πόσες μονάδες κωδικού-τέκνου απαιτούνται για κάθε κωδικό-γονέα.

Η μόνη περίπτωση που η παραπάνω σχέση πρέπει να τροποποιηθεί είναι όταν κάποιος κωδικός-τέκνο έχει και ζήτηση ανεξάρτητη από την παραγωγή τελικών προϊόντων (π.χ. χρησιμοποιείται σαν ανταλλακτικό).

Για τη διευκόλυνση της παραπάνω διαδικασίας κατά την μηχανογραφική υλοποίηση, η κωδικοποίηση όλων των υλικών και υποπροϊόντων πρέπει να φανερώνει το χαμηλότερο δυνατό επίπεδο που παρουσιάζονται στην ιεραρχία όλων των BOM (Low Level Coding Principle).

Για τη λειτουργία της όλης διαδικασίας απαιτείται η ύπαρξη ενός προγράμματος παραγωγής για τους κωδικούς-γονείς του ανώτατου επιπέδου. Το πρόγραμμα αυτό είναι το Βασικό Πρόγραμμα Παραγωγής – MPS.



ΡΟΛΟΣ LEAD TIMES

Για την λειτουργία της λογικής MRP απαιτείται η γνώση του χρόνου εκτέλεσης μιας εντολής παραγγελίας, παραγωγής ή προμήθειας (lead time) για κάθε κωδικό.

Χρησιμοποιώντας τους χρόνους αυτούς η λογική προγραμματισμού μπορεί να αποφασίσει σε ποια χρονική περίοδο θα πρέπει να εκδοθεί η συγκεκριμένη εντολή ώστε να ολοκληρωθεί όταν απαιτείται.

Στα πλαίσια του MRP οι χρόνοι lead times για κάθε κωδικό θεωρούνται σταθεροί και ανεξάρτητοι από το μέγεθος της εκάστοτε ποσότητας παραγγελίας.

Παρότι η υπόθεση αυτή φαίνεται από πρώτη άποψη προβληματική, υπάρχουν παράγοντες που ενισχύουν την ορθότητά της:

- σε πολλά περιβάλλοντα ο πραγματικός χρόνος παραγωγής αποτελεί μικρό ποσοστό του χρόνου εκτέλεσης της εντολής (δηλαδή του lead time),
- οι χρόνοι lead times εκφράζονται ως πολλαπλάσια της βασικής περιόδου προγραμματισμού (εβδομάδες, μήνες) γεγονός που εξομαλύνει τις όποιες ανακρίβειες.

Η εκτίμηση των lead times απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή και δεν είναι μια απλή μεταφορά υπάρχόντων στοιχείων στα αρχεία MRP. Γενικά, πρέπει να:

- λαμβάνεται σοβαρά υπόψη ο μέσος χρόνος αναμονής μιας παρτίδας παραγωγής,
- υπάρχει τακτική επανεκτίμηση και αλλαγή των μη ρεαλιστικών lead times.

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ LOT-SIZING

Ορισμένες φορές, το μέγεθος των παρτίδων παραγωγής μπορεί να ταυτίζεται με αυτό των αντίστοιχων καθαρών αναγκών (Net Requirements). Εντούτοις, συχνά οι χρησιμοποιούμενες παρτίδες είναι μεγαλύτερες από τις ανάγκες αυτές.

Ο καθορισμός κατάλληλων παρτίδων παραγωγής ονομάζεται Lot-Sizing και ο επιλεγμένος αλγόριθμος καθορισμού Lot-Sizing Policy.

Οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται συχνότερα στην πράξη είναι δύο τύπων:

- Fixed Order Quantity (FOQ).
- Fixed Period Requirements (FPR).

Αλγόριθμοι FOQ: στοχεύουν στην παραγγελία μιας σταθερής ποσότητας παραγωγής/ παραγγελίας κάθε φορά που τοποθετείται μία εντολή παραγωγής/ παραγγελίας.

Ο πλέον διαδεδομένος αλγόριθμος FOQ (χρησιμοποιεί οικονομικά κριτήρια) είναι ο αλγόριθμος Economic Order Quantity-EOQ).

Αλγόριθμοι FPR: στοχεύουν στην παραγγελία μεταβλητών ποσοτήτων που αντιστοιχούν στις ανάγκες (Net Requirements) ενός σταθερού αριθμού περιόδων. Δύο είναι οι κύριοι αλγόριθμοι FPR:

- Lot-for-Lot (L4L).
- Period Order Quantity (POQ).

Ο αλγόριθμος L4L δημιουργεί παρτίδες που ταυτίζονται με τις καθαρές ανάγκες των αντίστοιχων περιόδων προγραμματισμού. Ενδείκνυται όταν:

- χρόνος και κόστος set-up είναι σχετικά μικρά,
- δεν θέλουμε να δημιουργήσουμε απόθεμα.

Ο αλγόριθμος POQ δημιουργεί παρτίδες παραγωγής που αντιστοιχούν στις καθαρές ανάγκες ενός σταθερού αριθμού περιόδων προγραμματισμού N , που υπολογίζεται ως:

$$N = EOQ / \text{Μέση Κατανάλωση ανά Περίοδο}$$

Ο αλγόριθμος POQ συνήθως προτιμάται από τον αλγόριθμο EOQ διότι δημιουργεί παρτίδες που αντιστοιχούν ακριβώς στις ανάγκες ορισμένων περιόδων χωρίς πλεονάζον απόθεμα.

Άλλοι αλγόριθμοι που έχουν προταθεί, αλλά σπάνια χρησιμοποιούνται στην πράξη είναι:

- Wagner-Whittin, αλγόριθμος δυναμικού προγραμματισμού,
- Part-Period-Balancing (PPB).

Στην πράξη, τις περισσότερες φορές, γίνεται επιλογή κάποιας ποσότητας παραγωγής που εκ πείρας έχει λειτουργήσει χωρίς προβλήματα και χρησιμοποιούμε αυτήν την ποσότητα, είτε με την μορφή FOQ ή FPR.