



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

**Ανάπτυξη Βασικού Προγραμματιστικού Πλάνου
Παραγωγής σε Εταιρεία Κλειθοποιίας**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Του

Ζακοντίνου - Οικονόμου Μιχαήλ Ανάργυρου

Επιβλέπων: Ηλίας Τατσιόπουλος, Καθηγητής Ε.Μ.Π.



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

**Ανάπτυξη Βασικού Προγραμματιστικού Πλάνου
Παραγωγής σε Εταιρεία Κλειθοποιίας**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Του

Ζακοντίνου - Οικονόμου Μιχαήλ Ανάργυρου

Αθήνα, Φεβρουάριος 2019

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο την ανάλυση των διαφόρων τεχνικών και μεθοδολογιών οι οποίες χρησιμοποιούνται ευρέως στον τομέα του Προγραμματισμού και Ελέγχου της παραγωγής που πραγματοποιείται στο σύγχρονο βιομηχανικό περιβάλλον. Πιο συγκεκριμένα, θα γίνει μια γενική παρουσίαση των παραγωγικών συστημάτων και της οργάνωσης της παραγωγής καθώς και παράθεση των σημαντικότερων στοιχείων των κύριων μεθόδων οργάνωσης της παραγωγής. Ιδιαίτερη έμφαση θα δοθεί στην παρουσίαση της βασικής μεθόδου Προγραμματισμού των Υλικών αλλά και των επιμέρους στοιχείων που συντελούν στην αποτελεσματική εφαρμογή του. Ακόμα θα γίνει αναφορά στα πληροφοριακά συστήματα που διευκολύνουν την άσκηση του Ελέγχου της Παραγωγής και τις μετατροπές στις οποίες υποβάλλονται - στα πλαίσια της βελτιστοποίησης - με στόχο να γίνουν πιο ευέλικτα και αποτελεσματικά στο σύγχρονο και συνεχώς εναλλασσόμενο περιβάλλον. Τέλος θα παρουσιαστούν οι λύσεις που έχουν αναπτυχθεί και υιοθετηθεί από μια ελληνική βιομηχανική επιχείρηση για την έκδοση του Μεσοπρόθεσμου Προγράμματος Παραγωγής της.

ABSTRACT

This diploma thesis aims to analyze the various techniques and methodologies that are widely used in the field of Programming and Control of production that takes place in the modern industrial environment. 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 method of Material Requirement Planning, as well as the elements that contribute to its effective implementation. We will also refer to information systems that facilitate the performance of Production Management and the conversions undergoing - in the context of optimization - in order to make them more flexible and efficient in today's ever - changing environment. Finally, the solutions developed and adopted by a Greek industrial company for the export of its Mid Term Production Program will be presented.

Contents

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	5
ABSTRACT	5
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	9
1.1 Η σημασία του Προγραμματισμού και Ελέγχου Παραγωγής	9
1.2 Παραγωγή και Διοίκηση Παραγωγής	10
2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.....	16
2.1 Περιγραφή του MRP. Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα	16
2.2 Εισαγωγή στο MPS	26
2.3 Βελτιστοποίηση MPS.....	28
3. ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.....	29
3.1 Τα συστήματα ERP	29
3.2 Ιστορία των ERP.....	31
3.3 Το MPS ως μέρος του ERP	33
3.4 ΠΕΠ μέσω μη εμπορικών λύσεων	35
4. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ DOMUS A.E.B.E. (S.A.).....	38
4.1 Επαφή με τη Domus	38
4.2 Επίπεδα Οργάνωσης της Παραγωγής	39
4.3 Ανάπτυξη εφαρμογής ΠΕΠ.....	42
4.4 Λειτουργία Εφαρμογής ΠΕΠ σε Συνεργασία με το Σύστημα ERP	43
4.5 Συγκεντρωτικός Προγραμματισμός και Πρόβλεψη Πωλήσεων	44
4.6 Παρουσίαση του εργαλείου για το Master Production Schedule	48
5. Αξιολόγηση Συστήματος Προγραμματισμού Παραγωγής	55
5.1 Κριτική θεώρηση της παραγωγικής διαδικασίας της εταιρείας	55
5.2 Προτάσεις Βελτίωσης	57
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	59



1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

1.1 Η σημασία του Προγραμματισμού και Ελέγχου Παραγωγής

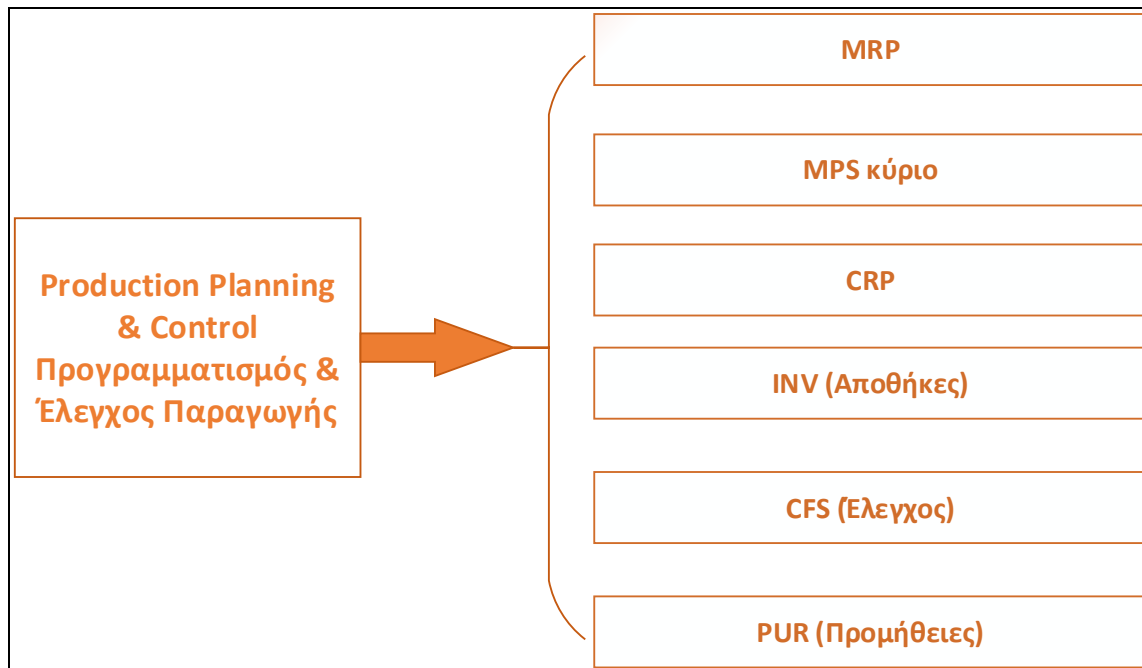
Η ολοκληρωμένη διαχείριση των παραγωγικών πόρων μιας επιχείρησης και ο έλεγχος της ροής των υλικών και των πληροφοριών μέσα σε αυτή, είναι καθοριστικός παράγοντας για τη διασφάλιση της ανταγωνιστικότητάς της. Η ανάγκη παραγωγής μεγάλης ποικιλίας τελικών προϊόντων με χαρακτηριστικά προσαρμοσμένα στις ιδιαίτερες απαιτήσεις του κάθε πελάτη, σε σχετικά μικρούς όγκους και με στενές προθεσμίες παράδοσης, σε συνδυασμό με την πολυπλοκότητα της σύγχρονης παραγωγικής αλυσίδας, καθιστά απαραίτητη τη δυνατότητα τεκμηριωμένης λήψης επιχειρηματικών αποφάσεων. Η αποδοτική εκμετάλλευση όλων των διαθέσιμων πόρων της θεωρείται ως ζωτικής σημασίας εντός των στενών ορίων που θέτει ο παγκόσμιος ανταγωνισμός. Η αποτελεσματική διαχείριση και κάλυψη των ανωτέρω απαιτήσεων επιτυγχάνεται μέσω της λειτουργίας του Προγραμματισμού και Ελέγχου Παραγωγής (ΠΕΠ) της επιχείρησης (Production Planning and Control – PPC).

Ο προγραμματισμός και έλεγχος παραγωγής αποτελεί την βασική λειτουργία κάθε βιομηχανικής εφαρμογής αφού ρυθμίζει τη ροή της παραγωγής μέσα από αποφάσεις του τι και πότε πρέπει να αγοραστεί ή να κατασκευαστεί. Δεν αυτοματοποιεί απλά τα χειρωνακτικά συστήματα αλλά κάνει δυνατή τη χρήση νέων καλύτερων μεθόδων διαχείρισης παραγωγής με τη χρήση των Η/Υ (Σκιττίδης Φ. , 2000).

Οι βασικές λειτουργίες ενός συστήματος διαχείρισης παραγωγής είναι δύο: ο προγραμματισμός της παραγωγής (production planning) και ο έλεγχος της παραγωγής (production control):

Προγραμματισμός: Η λειτουργία αυτή περιλαμβάνει τον προσδιορισμό της κατάστασης και της θέσης της κοινωνικής οργάνωσης στο μέλλον της πορείας που θα ακολουθηθεί και των μέσων που θα χρειαστούν για να επιτευχθεί η επιθυμητή κατάσταση. Δηλαδή, ο Προγραμματισμός συνίσταται στον προσδιορισμό των στόχων, της στρατηγικής, των τακτικών, των ενεργειών και των μέσων που θα χρησιμοποιηθούν για την υλοποίηση των στόχων σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Οι Koontz και O'Donnell πολύ απλά ορίζουν τον Προγραμματισμό ως τη λειτουργία μέσω της οποίας γεφυρώνεται το χάσμα ή η απόσταση μεταξύ του σημείου που βρίσκεται σήμερα το άτομο ή η κοινωνική οργάνωση και του σημείου στο οποίο θέλει να βρίσκεται στο μέλλον, αποφασίζοντας τι θα γίνει, πώς θα γίνει, πότε θα γίνει και ποιος θα το κάνει.

Έλεγχος: Είναι ο καθορισμός των προτύπων με βάση τα οποία θα μετρηθούν τα αποτελέσματα, η μέτρηση των αποτελεσμάτων, η σύγκρισή τους με τους στόχους, ο εντοπισμός και η μέτρηση των αποκλίσεων μεταξύ στόχων και αποτελεσμάτων, η διάγνωση και ανάλυση των αιτιών των τυχόν αποκλίσεων. Στον έλεγχο περιλαμβάνεται τέλος ο καθορισμός διορθωτικών ενεργειών για την εξάλειψη των αιτιών των αποκλίσεων.



ΣΧΗΜΑ 1: Οι συνιστώσες του Προγραμματισμού & Ελέγχου της Παραγωγής

1.2 Παραγωγή και Διοίκηση Παραγωγής

Η λειτουργία της παραγωγής περιλαμβάνει τη μεθοδολογία παραγωγής (σχεδιασμός εξοπλισμού, χειρισμός εξοπλισμού, μέθοδοι κατασκευής, εργαλεία κ.ά.), την εγκατάσταση του εργοστασίου και την διάταξη χώρων (διευθέτηση υλικών, εγκατάσταση μηχανών, διακίνηση υλικών κ.ά.), τον προγραμματισμό και τον έλεγχο (σχεδιασμός εκκίνησης, έλεγχος προόδου), το σχεδιασμό του προϊόντος (προγραμματισμός της παραγωγικής διαδικασίας), την εξασφάλιση ποιότητας βάσει προτύπων (δειγματοληψίες, πίνακες ελέγχου), τον έλεγχο αποθεμάτων (αποθήκευση, παραγγελίες, και έλεγχος), τη μελέτη εργασίας και το σχεδιασμό έργου (μέθοδοι εργασίας, πρότυπα εργασίας).

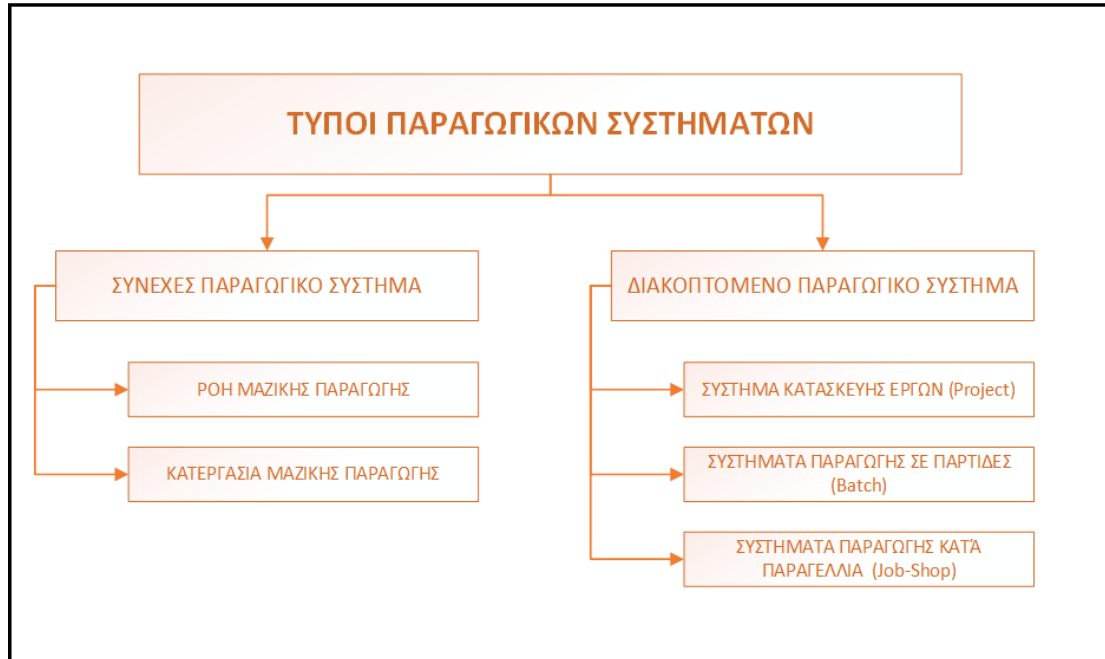
Ο όρος παραγωγικό σύστημα συμπεριλαμβάνει κάθε οργανωμένο σύνολο, το οποίο μέσα από προκαθορισμένες διαδικασίες μετατρέπει εισερχόμενους



πόρους σε αγαθά (Massachusetts Institute of Technology, 2012). Εντός των παραγωγικών συστημάτων διακρίνονται τα κύρια υποσυστήματα, στα οποία εκτελούνται οι κύριες παραγωγικές λειτουργίες του συστήματος και τα δευτερεύοντα υποσυστήματα που έχουν κυρίως υποστηρικτική λειτουργία προς τα προς τα κύρια. Τα κύρια υποσυστήματα του παραγωγικού συστήματος «εργοστάσιο» είναι τα παραγωγικά τμήματα όπου επιτελείται η κύρια λειτουργία της παραγωγής προϊόντων, ενώ τα δευτερεύοντα υποσυστήματα είναι τα υποσυστήματα προμηθειών, μεταφορών, λογιστηρίου, επικοινωνιών, δικτύων ενέργειας κλπ. Εύκολα αντιλαμβάνεται κάποιος πως ο σωστός σχεδιασμός έχει εξέχουσα σημασία στα πλαίσια της οργάνωσης, της εκμετάλλευσης και του ελέγχου των παραγωγικών συστημάτων που προορίζονται να εξυπηρετήσουν τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Η οργάνωση της παραγωγής αναφέρεται στο σύνολο των δραστηριοτήτων που αφορούν τον σχεδιασμό, προγραμματισμό, έλεγχο και οργάνωση της παραγωγικής διαδικασίας με σκοπό την ικανοποίηση των παρακάτω στόχων:

- Ικανοποίηση της ζήτησης καθώς ο πελάτης πρέπει να λάβει όλη την ποσότητα σε άριστη ποιότητα και έγκαιρα.
- Μεγιστοποίηση της χρήσης του εξοπλισμού, μεγιστοποίηση της απόδοσης λειτουργίας κάθε μηχανήματος, ελαχιστοποίηση των αποθεμάτων, μεγιστοποίηση της ποιότητας.

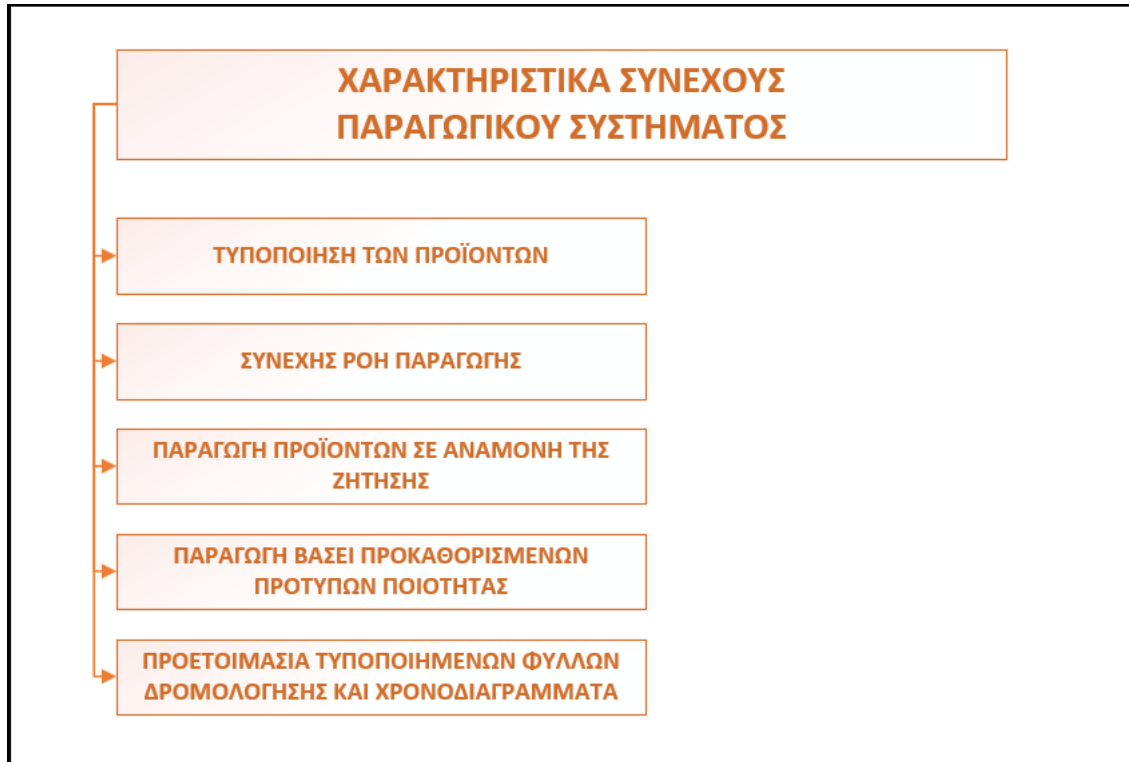
Το κόστος κατασκευής και λειτουργίας κάθε παραγωγικού συστήματος αλλά και το επίπεδο παραγωγικότητάς του καθορίζουν τα περιθώρια επιβιώσής του. (Hitomi, 1997). Ένα παραγωγικό σύστημα που είναι αποτελεσματικό όσον αφορά το κόστος παραγωγής αλλά και την ποιότητα των προϊόντων του είναι ένας οργανισμός που μπορεί να επιβιώσει και να αναπτυχθεί στο σύγχρονο, ανταγωνιστικό, εθνικό ή διεθνές περιβάλλον. Η μελέτη και διαχείριση των παραγωγικών συστημάτων, τόσο σε επίπεδο μεμονωμένης επιχείρησης, όσο και για μια οικονομία στο σύνολο της, είναι ένας απαραίτητος όρος ανάπτυξης και προόδου. Ως παραγωγικά συστήματα μπορεί η ταξινόμηση να τελεστεί με ποικίλους τρόπους, όπως για παράδειγμα κατά το είδος του παραγόμενου τελικού προϊόντος, το οποίο μπορεί να είναι υλικά αγαθά ή υπηρεσίες, ή να ταξινομηθούν κατά τον βασικό σκοπό που συνήθως αποτελεί η μεγιστοποίηση του κέρδους ή η ικανοποίηση κοινωνικών αναγκών.



ΣΧΗΜΑ 2: Οι τύποι των παραγωγικών συστημάτων (Gauran Akrani, 2013)

Τα διακοπτόμενα παραγωγικά συστήματα αναφέρονται σε παραγωγικά συστήματα που η εργασία αρχίζει και σταματά σε ακανόνιστα και αόριστης διάρκειας διαστήματα. Σε ένα διακοπτόμενο παραγωγικό σύστημα τα αγαθά παράγονται με βάση τις παραγγελίες του πελάτη. Αυτά τα αγαθά παράγονται σε μικρή κλίμακα και η ροή της παραγωγής είναι συνεπώς ακανόνιστη και όχι συνεχής. Με αυτό το σύστημα παράγονται μεγάλες ποικιλίες προϊόντων. Αυτά τα προϊόντα είναι διαφόρων μεγεθών και ο σχεδιασμός τους αλλάζει ανάλογα με το design και το μέγεθος του προϊόντος. Ως εκ τούτου, αυτό αποτελεί ένα από τα πιο ευέλικτα συστήματα.

Στα χαρακτηριστικά ενός διακοπτόμενου συστήματος περιλαμβάνονται κάποιες ιδιαιτερότητες, όπως το γεγονός πως η ροή της παραγωγής δεν είναι συνεχής αλλά διακοπτόμενη και η ποικιλία των προϊόντων που παράγονται αρκετά μεγάλη. Ο όγκος της παραγωγής επίσης είναι σχετικά μικρός. Τα μηχανήματα γενικής χρήσης που χρησιμοποιούνται. Αυτά τα μηχανήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να παράγουν διαφορετικούς τύπους προϊόντων και η ακολουθία των λειτουργιών αλλάζει σύμφωνα με τον σχεδιασμό του προϊόντος (Buxey G. , 1989). Η ποσότητα, το μέγεθος, το σχήμα, ο σχεδιασμός, κλπ. του προϊόντος εξαρτώνται από τις παραγγελίες του πελάτη.



ΣΧΗΜΑ 3: Χαρακτηριστικά Συνεχούς παραγωγικού συστήματος

Στο σύστημα συνεχούς παραγωγής, τα αγαθά παράγονται συνεχώς σύμφωνα με τις προβλέψεις της ζήτησης και σε μεγάλη κλίμακα με κύριο στόχο την αποθήκευση και - έπειτα - την πώληση. Τα συνεχή παραγωγικά συστήματα έχουν την ιδιαιτερότητα της αδιάλειπτης λειτουργίας χωρίς συχνές στάσεις και αποκλίσεις στην διαδικασία παραγωγής. Στα πλαίσια του προτύπου ποιότητας, οι εισοδοί και οι έξοδοι του συστήματος έχουν τυποποιηθεί μαζί με την παραγωγική διαδικασία και την αλληλουχία των εργασιών.

Στα συστήματα κατεργασίας ροής παραγωγής, ένα ενιαίο προϊόν παράγεται και αποθηκεύεται σε αποθήκες μέχρι να ζητηθεί στην αγορά. Η ευελιξία αυτών των συστημάτων είναι ανύπαρκτη, διότι μόνο ένα προϊόν μπορεί να παραχθεί. Παραδείγματα αυτών των μονάδων είναι οι βιομηχανίες χάλυβα, τσιμέντου, χαρτιού, σάκχαρου, κλπ. (Chryssolouris, 2006).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ταξινόμηση των παραγωγικών συστημάτων σύμφωνα με τον τύπο της παραγωγικής διαδικασίας. Με βάση αυτή την ταξινόμηση τα παραγωγικά συστήματα διακρίνονται στις παρακάτω βασικές κατηγορίες: συστήματα συνεχούς ροής (flow-shop), συστήματα παραγωγής κατά παραγγελία (job-shop) και τέλος συστήματα κατασκευής έργων (projects) (Δημητριάδης, Μιχώτης, 2007).



- Συστήματα συνεχούς ροής.

Τα συστήματα αυτά παράγουν μεγάλους όγκους παραγωγής περιορισμένης ποικιλίας τυποποιημένων προϊόντων, τα οποία προορίζονται για ευρεία κατανάλωση. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτής της κατηγορίας είναι τα προϊόντα διατροφής ή τα ηλεκτρικά είδη. Συνήθως τα προϊόντα στα συστήματα αυτά παράγονται σε γραμμές παραγωγής και ακολουθούν την ίδια διαδρομή μέσα στο σύστημα, περνώντας μέσα από μια σειρά εξειδικευμένων μηχανών. Αυτό συνήθως συμβαίνει με την μεσολάβηση κάποιου αυτοματοποιημένου συστήματος εσωτερικών μεταφορών. Όλος ο παραγωγικός εξοπλισμός που απαιτείται οργανώνεται χωροταξικά σε γραμμική διάταξη. Ο μηχανικός εξοπλισμός είναι ειδικής χρήσης, ενώ ο βαθμός αυτοματοποίησης είναι μεγάλος, με την ρομποτική να παίζει σημαίνοντα ρόλο. Είναι προφανές ότι το παραγωγικό σύστημα οργανώνεται έτσι ώστε να επιτρέπει την συνεχή «ροή» κάθε κομματιού στην αλυσίδα παραγωγής. Εννοείται ότι στην κατηγορία αυτών των παραγωγικών συστημάτων είναι αδύνατη η κατασκευή ειδικευμένων προϊόντων που να καλύπτουν τις ιδιαίτερες ανάγκες συγκεκριμένου πελάτη.

- Συστήματα παραγωγής κατά παραγγελία

Τα συστήματα αυτά ασχολούνται την παραγωγή μιας μεγάλης συνήθως ποικιλίας προϊόντων σε μικρούς σχετικά όγκους παραγωγής. Ο πελάτης είναι εκείνος που αναθέτει στο σύστημα την παραγωγή ενός αριθμού ίδιων προϊόντων (παραγγελία ή εργασία), με προδιαγραφές που ορίζονται από τον ίδιο. Μέσα στο σύστημα η ροή των προϊόντων διαφοροποιείται ανάλογα με την παραγγελία ή την παρτίδα παραγωγής. Ο μηχανικός παραγωγικός εξοπλισμός είναι γενικής χρήσης με περιορισμένο βαθμό αυτοματοποίησης, πράγμα αναμενόμενο αφού υπάρχει μεγάλη ποικιλία προϊόντων. Κάθε φορά δηλαδή ο εξοπλισμός πρέπει να προσαρμόζεται και να χρησιμοποιείται ανάλογα με τις ανάγκες του προϊόντος προς παραγωγή. Υπάρχει λοιπόν λειτουργική χωροταξική διάταξη του παραγωγικού εξοπλισμού, ο οποίος συνήθως διατάσσεται σε ομάδες παραγωγικών μονάδων που εκτελούν την ίδια λειτουργία (π.χ. χωριστά οι τόρνοι, χωριστά οι πρέσες και λοιπά).

- Συστήματα παραγωγής έργων

Η περίπτωση των συστημάτων κατασκευής έργων αφορά στην κατασκευή μιας μονάδας προϊόντος, συνήθως μεγάλου μεγέθους και αξίας που προορίζεται για έναν πελάτη (π.χ. το κράτος). Παραδείγματα τέτοιων προϊόντων μπορεί να είναι ένα πλοίο, μια γέφυρα ή ένας δρόμος ταχείας κυκλοφορίας. Είναι προφανές ότι στην περίπτωση των συστημάτων κατασκευής έργων, το προϊόν είναι εκείνο που μένει ακίνητο ενώ τα μέσα παραγωγής είναι εκείνα που κινούνται γύρω από αυτό (π.χ. γερανογέφυρες, μηχανήματα κατασκευής μπετόν, εκσκαφείς



κλπ.). Ο παραγωγικός εξοπλισμός είναι βέβαια γενικής χρήσης και με μικρό βαθμό αυτοματοποίησης.

1.3 Βασικές Μεθοδολογίες ΠΕΠ

Μπορεί να θεωρηθεί πως ο Προγραμματισμός & Έλεγχος της Παραγωγής, αποτελεί μαζί με την Εμπορική και τη Χρηματοοικονομική Διαχείριση, τις βασικότερες λειτουργίες μίας βιομηχανικής επιχείρησης. Για την υποστήριξη των διαδικασιών ΠΕΠ αναπτύχθηκαν στην πορεία του χρόνου διάφορα συστήματα, άλλα ως προϊόντα λογισμικού και άλλα ως μεθοδολογία. Τα κυριότερα εξ' αυτών παρουσιάζονται και αναλύονται στη συνέχεια. Πρόκειται για τις μεθοδολογίες Optimized Production Technology (OPT) και Just in Time (JIT), καθώς και για τα συστήματα MRP/MRP II.

Η φιλοσοφία JIT (Just in Time) ξεκίνησε στην Ιαπωνία στα μέσα του 20ού αιώνα και έχει ως βάση της τη δραστική μείωση και τον εκμηδενισμό των αποθεμάτων της επιχείρησης. Το επίσης γνωστό ως σύστημα παραγωγής Toyota είναι μια ισχυρή προσέγγιση που καθιστά την παραγωγή αληθή στο ακόλουθο αξίωμα: 0 απογραφή, 0 ελαττώματα, 0 χρόνος σύστασης και παρτίδας μεγέθους 1. Μια παραγωγή με αυτά τα χαρακτηριστικά είναι μια αδιάκοπη ροή που αποδίδει ακριβώς τη σωστή ποσότητα στον ακριβώς σωστό χρόνο (Christensen et al. , 2005) Στηρίζεται κατά κύριο λόγο στη νοοτροπία που διέπει την επιχειρησιακή λειτουργία και στις σχέσεις που πρέπει να αναπτύξει η επιχείρηση με το δίκτυο των συνεργατών της. Γι' αυτό το λόγο δεν έχει ιδιαίτερα μεγάλη απήχηση στις χώρες του Δυτικού κόσμου. 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. Τα συστήματα παραγωγής σχεδιάστηκαν και αναπτύχθηκαν κατά κύριο λόγο με βάση τον Προγραμματισμό Απαιτήσεων Υλικών (Material Requirements Planning – MRP) στην αρχή και με τον Προγραμματισμό Παραγωγικών Πόρων (Manufacturing Resources Planning - MRP II) στη συνέχεια.



2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

2.1 Περιγραφή του MRP. Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα

Η κυριότερη μεθοδολογία προγραμματισμού και ελέγχου της παραγωγής στις μέρες μας, είναι η μέθοδος του Προγραμματισμού Παραγωγικών Πόρων (Manufacturing Resources Planning - MRP II). Σαν πρώτη μορφή αυτής της μεθοδολογίας υπήρξε ο Προγραμματισμός Απαιτήσεων Υλικών (Material Requirement Planning - MRP), που έχει τις ρίζες της σε μια ομάδα μηχανικών και τον Joseph Orlicky στην εταιρεία IBM το 1964, με τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών για τον προγραμματισμό παραγωγής και τον έλεγχο αποθεμάτων. Μέχρι το 1975, το MRP είχε ήδη γίνει ευρέως διαδεδομένο με πάνω από 700 εταιρείες να το χρησιμοποιούν ως βασικό εργαλείο για τον προγραμματισμό της παραγωγής τους. Έκτοτε η μεθοδολογία MRP έχει καθιερωθεί ως το βασικό εργαλείο ελέγχου της παραγωγής τόσο στις ΗΠΑ, όσο και στον υπόλοιπο κόσμο. Πριν γίνει ευρέως αποδεκτή η μεθοδολογία του MRP τα πιο πολλά συστήματα ελέγχου παραγωγής εστίαζαν στη χρήση κάποιας παραλλαγή του στατιστικού σημείου αναπαραγγελίας, όπως η μέθοδος οικονομικής ποσότητας παραγγελίας (EOQ – Economic Order Quantity). Αυτό σήμαινε ότι η παραγωγή οποιουδήποτε τελικού προϊόντος ή ενδιάμεσου εξαρτήματος ξεκινούσε και πάλι όταν το επίπεδο αποθέματος αυτού, έπεφτε κάτω από ένα προκαθορισμένο σημείο αναπαραγγελίας. Οι δημιουργοί του MRP έφτασαν στο συμπέρασμα πως ενώ αυτή η προσέγγιση δεν είναι επαρκής για τα ενδιάμεσα εξαρτήματα (εξαρτημένη ζήτηση) ενδείκνυται για τα τελικά προϊόντα (ανεξάρτητη ζήτηση). Σε ένα τυπικό σύστημα MRP, το πρόγραμμα παραγωγής (production plan) αποτελείται από ένα πλήρη καθορισμό των ποσοτήτων κάθε υλικού που απαιτείται να παραχθούν ή να αγοραστούν, τον ακριβή χρόνο παραγωγής των παρτίδων και το τελικό πρόγραμμα ολοκλήρωσης. Το πρόγραμμα παραγωγής είναι δυνατόν να διασπασθεί στα εξής συστατικά μέρη:

- στον συγκεντρωτικό προγραμματισμό (Aggregate Production Planning),
- στο βασικό ή κύριο πλάνο παραγωγής (Master Production Schedule - MPS),
- στο σχεδιασμό απαιτήσεων σε υλικά (Materials Requirement Planning - MRP) και
- στον λεπτομερειακό προγραμματισμό εργασιών (job shop schedule).

Τα τελευταία χρόνια έχουν εγκατασταθεί συστήματα προγραμματισμού απαιτήσεων υλικών παγκοσμίως σε έναν μεγάλο αριθμό βιομηχανικών εταιρειών



παραγωγής προϊόντων, ακόμη και σε αυτές που θεωρούνται μικρές. Αυτό συμβαίνει διότι τα MRP συστήματα είναι μία λογική και ευκατανόητη προσέγγιση στο πρόβλημα του καθορισμού των ημιτέτοιμων/εξαρτημάτων. Έχει ήδη αναφερθεί ότι τα ημιτέτοιμα υλικά χαρακτηρίζονται από την εξαρτημένη ζήτηση, ενώ τα τελικά προϊόντα καθορίζονται από - την λεγόμενη - ανεξάρτητη ζήτηση. Η ζήτηση για τα υλικά ως τελικά προϊόντα είναι συνήθως τυχαία και συνεχής. Καθορίζεται από πελάτες της εταιρείας, που τοποθετούν παραγγελίες ή αγοράζουν με συνολικό ρυθμό, του οποίου η πρόβλεψη μπορεί να στηριχθεί είτε στην ανάλυση της αγοράς είτε σε ιστορικά δεδομένα ζήτησης που αποθηκεύονται στο σύστημα. Η διαχείριση των αποθεμάτων των τελικών προϊόντων επαφίεται στην επιστήμη της εφοδιαστικής αλυσίδας και την αναλαμβάνουν κάποια διαφορετικά συστήματα από το MRP.

Η βάση του MRP είναι η εξαρτημένη ζήτηση. Εξαρτημένη χαρακτηρίζεται η ζήτηση που προκαλείται από την ανεξάρτητη ζήτηση ενός τελικού προϊόντος (αντικείμενο υψηλότερου επιπέδου). Τα υλικά που την αφορούν είναι απαραίτητα για την εκτέλεση του προγράμματος παραγωγής σε ενδιάμεσα στάδια και είτε παραγγέλνονται σε εξωτερικούς προμηθευτές είτε είναι προϊόν του ίδιου του παραγωγικού συστήματος. Ο προγραμματισμός της παραγωγής τους, δηλαδή ο καθορισμός των ποσοτήτων και του χρόνου που πρέπει να είναι διαθέσιμα, εξαρτάται από τις απαιτήσεις του τελικού προϊόντος και καθορίζεται όχι τόσο πολύ βάσει τυχόν προβλέψεων, αλλά από το βασικό χρονοδιάγραμμα παραγωγής. Γνωρίζοντας, δηλαδή, το πρόγραμμα παραγωγής μπορεί να καθοριστούν με ακρίβεια οι ποσότητες των πρώτων υλών, των εξαρτημάτων και των τμημάτων των προϊόντων που θα απαιτηθούν, καθώς και σε ποιες χρονικές περιόδους πρέπει να είναι αυτά διαθέσιμα.

Γενικά, το MRP στοχεύει στο να παρέχει μια εύλικτη, αποτελεσματική, και μια μέθοδο ακριβείας για τον καθορισμό των απαιτήσεων της επιχείρησης σε υλικά. Με σωστή χρήση, ο προγραμματισμός απαιτήσεων υλικών μπορεί να χρησιμεύσει τόσο ως μέθοδος επικοινωνίας όσο και ως εργαλείο σχεδιασμού, επιτρέποντας σε όλα τα δευτερεύοντα τμήματα της εταιρείας να λειτουργούν στην βάση του ίδιου ενιαίου σχεδίου και στρατηγικής.

Πιο συγκεκριμένα, ο στόχος των συστημάτων σχεδιασμού απαιτήσεων υλικών είναι ο ίδιος με το βασικό στόχο όλων των συστημάτων διαχείρισης αποθεμάτων, δηλαδή να προγραμματίσει τις δραστηριότητες της παραγωγής, τα χρονοδιαγράμματα αποστολών και τις διαδικασίες προμηθειών με το βέλτιστο δυνατό τρόπο και να διασφαλίσει τη διαθεσιμότητα των υλικών, εξαρτημάτων και προϊόντων αλλά και να εποπτεύει συνεχώς την αποθήκη, με σκοπό να διατηρήσει το επιθυμητό επίπεδο αποθέματος. Ουσιαστικά, με ένα ορισμένο βασικό χρονοδιάγραμμα παραγωγής, ο προγραμματισμός απαιτήσεων σε υλικά προσπαθεί



να απαντήσει στα ερωτήματα : τι υλικό απαιτείται, πότε απαιτείται, πόσο μεγάλη ποσότητα απαιτείται και πότε πρέπει να τοποθετηθεί η παραγγελία. Συμπερασματικά, ένα MRP σύστημα αποσκοπεί στο να ελαχιστοποιήσει το επίπεδο αποθέματος και να μεγιστοποιήσει την αποτελεσματικότητα της παραγωγικής λειτουργίας με απώτερο στόχο την αποτελεσματική και έγκαιρη εξυπηρέτηση του πελάτη, και φυσικά την κερδοφορία της επιχείρησης.

Συστήματα MRP χρησιμοποιούνται σε διαφόρων ειδών επιχειρήσεις, οι οποίες κατά βάση διαθέτουν συστήματα παραγωγής job-shop. Σε αυτά τα συστήματα κάθε πελάτης αναθέτει στο σύστημα την παραγωγή ενός αριθμού προϊόντων, των οποίων οι προδιαγραφές έχουν καθοριστεί από τον ίδιο ή σε συνεργασία με το σύστημα (Suresh, 2005). Το σύστημα διαθέτει έναν αριθμό κέντρων εργασίας, τα οποία έχουν ως στόχο την εκτέλεση των παραγγελιών. Το MRP είναι περισσότερο χρήσιμο σε επιχειρήσεις που εμπλέκονται σε συναρμολόγηση τελικών προϊόντων (assembly to stock) από τα εξαρτήματά τους και λιγότερο σε αυτές που κατασκευάζουν τα τελικά προϊόντα (make to stock/order). Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι η εφαρμογή του MRP δεν εφαρμόζεται σε πλήρη έκταση και με απόλυτη επιτυχία σε επιχειρήσεις που παράγουν μικρό αριθμό προϊόντων ετησίως. Ακόμη, έχει αποδειχθεί ότι, σε επιχειρήσεις που παράγουν ακριβά και πολύπλοκα προϊόντα τα οποία χρειάζονται εξειδικευμένη έρευνα και σχεδιασμό, οι χρόνοι επεξεργασίας των προϊόντων μπορεί να γίνουν πολύ μεγάλοι και τα τελικά χαρακτηριστικά των προϊόντων αρκετά πολύπλοκα, γεγονός το οποίο μπορεί να οδηγήσει στην αδυναμία προσαρμογής του MRP σε ένα τέτοιο περιβάλλον.

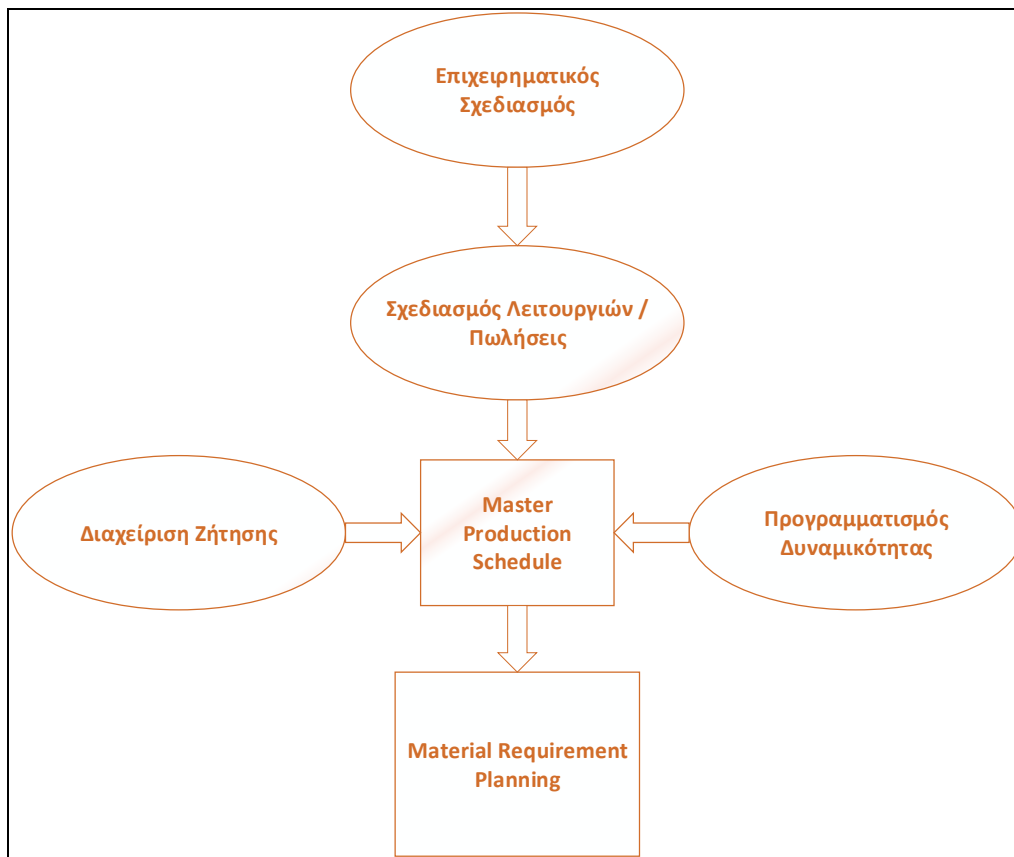
Προηγουμένως ειπώθηκε ότι η ζήτηση του MRP είναι εξαρτημένη. Η έννοια της εξαρτημένης ζήτησης είναι μια θεμελιώδης έννοια. Η ζήτηση για έτοιμα προϊόντα δημιουργεί ζήτηση για συναρμολογημένα σύνολα, η οποία με τη σειρά της δημιουργεί ζήτηση για εξαρτήματα κ.ο.κ. . Επίσης, αναφέρθηκε προηγουμένως ότι η ζήτηση για έτοιμα προϊόντα προκύπτει ως συνάρτηση της προγραμματισμένης παραγωγής και της ζήτησης από τους πελάτες. Έτσι, δεν είναι απαραίτητο να γίνονται μεμονωμένες προβλέψεις για τις ανάγκες σε εξαρτήματα μέρη και ημιέτοιμα προϊόντα, επειδή η “έκρηξη” του πίνακα υλικών του έτοιμου αγαθού (BOM explosion) θα δώσει τις πληροφορίες αυτές. Η έννοια της έκρηξης εδώ σημαίνει την κατάτμηση των έτοιμων αγαθών σε εξαρτήματα που μπορούν να σχεδιαστούν και να προγραμματιστούν μεμονωμένα. Η ποσότητα των διαθέσιμων υλικών για χρήση στην παραγωγική διεργασία είναι συνάρτηση των διαθέσιμων υλικών και των υλικών που έχουν παραγγελθεί και θα παραληφθούν στο μέλλον από τους προμηθευτές. Ο προγραμματισμός απαιτήσεων υλικών μπορούμε να πούμε ότι λειτουργεί βάσει της έννοιας της διαρκούς απογραφής. Το πιο σημαντικό



στοιχείο για την εφαρμογή του προγραμματισμού απαιτήσεων υλικών είναι η κατανόηση της διαδικασίας δικτύωσης.

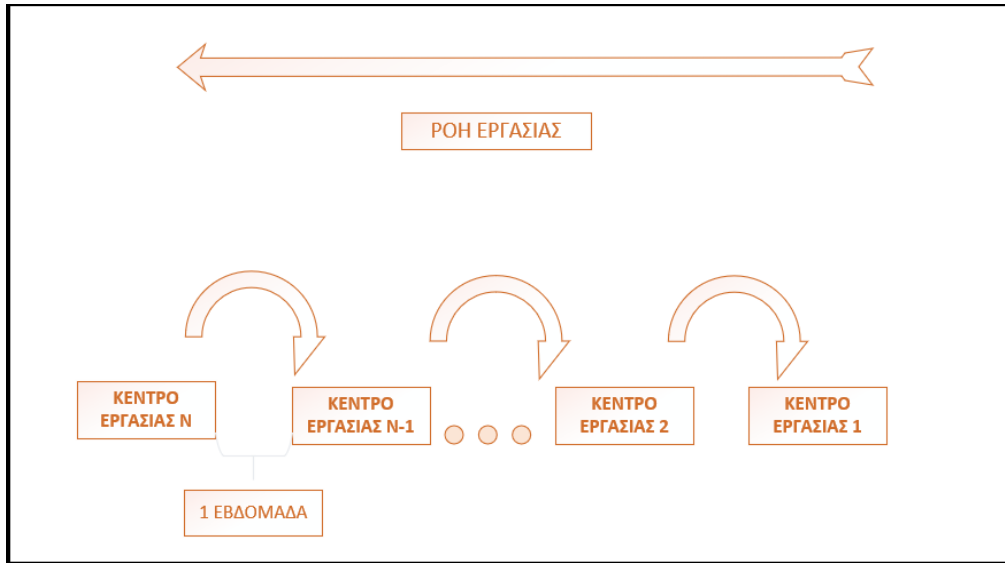
Η διαδικασία δικτύωσης βασίζεται στο γεγονός ότι ένα συναρμολογημένο υποσύνολο περιέχει όλα τα εξαρτήματα και τα στοιχεία που το ορίζουν ως υποσύνολο. Κατά συνέπεια, εάν είναι διαθέσιμο ένα απόθεμα από υποσύνολα, πρέπει επίσης να μετρηθούν τα εξαρτήματα σε αυτό το υποσύνολο και, για την ακρίβεια, να παραλειφθούν τα μέρη αυτά από τους υπολογισμούς για να αποφευχθεί η διπλή μέτρηση. Αυτό αποτελεί και τη βασική ιδέα πίσω από τον προγραμματισμό με τον αλγόριθμο του MRP.

Τη βάση του προγράμματος παραγωγής, όπως εικονίζεται και στο Σχήμα 4, αποτελούν οι προβλέψεις για τη ζήτηση τελικών προϊόντων κατά την περίοδο προγραμματισμού. Το τελικό προϊόν (end item) αποτελεί την εκροή του παραγωγικού συστήματος. Είναι τα προϊόντα που αποστέλλονται έξω από το σύστημα και είναι αυτά που ικανοποιούν τη ζήτηση των πελατών. Οι πρώτες ύλες (raw materials) είναι τα υλικά που εισέρχονται στο σύστημα και τα συστατικά (components) είναι τα εξαρτήματα που απαιτούνται σε ενδιάμεσα στάδια της παραγωγής. Ο διαχωρισμός αυτός δεν είναι απόλυτος, με την έννοια ότι τελικά προϊόντα για ένα τμήμα της επιχείρησης μπορεί να αποτελούν πρώτη ύλη για ένα άλλο τμήμα. Το κύριο πρόγραμμα παραγωγής (MPS) καθορίζει την ακριβή ποσότητα και το χρόνο παραγωγής για κάθε τελικό προϊόν αλλά και συστατικό σε ένα παραγωγικό σύστημα. Το MPS αφορά εξειδικευμένα (unaggregated) και όχι ομαδοποιημένα (aggregated) προϊόντα. Επομένως εισροή για το MPS αποτελούν προβλέψεις μελλοντικής ζήτησης ανά προϊόν παρά προβλέψεις για ομάδες προϊόντων, σε αντίθεση με το συγκεντρωτικό πρόγραμμα παραγωγής (aggregate production planning). Σε επόμενη φάση το MPS θα πρέπει να αναλυθεί σε λεπτομερές πρόγραμμα παραγωγής για καθένα από τα συστατικά που συνθέτουν το τελικό προϊόν. Το πρόγραμμα απαιτήσεων υλικών (MRP) αποτελεί το εργαλείο μέσω του οποίου επιτυγχάνεται αυτή η ανάλυση όπως αναφέρθηκε και παραπάνω. Τελικά η εκροή του MRP μεταφράζεται σε λεπτομερέστερο, με ημερήσια χρονική περίοδο, συγκεκριμένο πρόγραμμα εργασιών και απαιτήσεων σε πρώτες ύλες (job shop schedule). Σε αυτό το σημείο ο Υπεύθυνος Προγραμματισμού Παραγωγής μπορεί να επέμβει στο πρόγραμμα παραγωγής, όπως θα αναφερθεί πιο αναλυτικά και παρακάτω. Ο έλεγχος του συστήματος παραγωγής μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από τρεις φάσεις. Η πρώτη φάση σχετίζεται με τη συλλογή και τον συντονισμό της πληροφορίας που είναι απαραίτητη για τη δημιουργία του συγκεντρωτικού καταρχήν και του κύριου στη συνέχεια προγράμματος παραγωγής. Στη δεύτερη φάση πραγματοποιείται ο καθορισμός των εντολών παραγωγής και προμήθειας μέσω της χρήσης του MRP και στην τελευταία φάση καταστρώνεται ο λεπτομερής προγραμματισμός εργασιών (detailed job shop schedule).



ΣΧΗΜΑ 4: Τα συστήματα MPS και MRP

Η βασική ιδέα του MRP είναι ότι οι απαραίτητες ποσότητες υλικών είναι δυνατόν να υπολογιστούν, με βάση τις ημερομηνίες παράδοσης των τελικών προϊόντων με έναν “προς τα πίσω” χρονικό προγραμματισμό (backward scheduling). Παράλληλα το MRP τροφοδοτείται με στοιχεία για τη σύνθεση των προϊόντων από τη βάση δεδομένων των συνταγολογίων ή πινάκων υλικών (Bills of Materials – BOMs). Όπως λοιπόν απεικονίζεται και στο επόμενο σχήμα, ξεκινώντας από τη χρονική περίοδο που ζητείται το τελικό προϊόν, ο αλγόριθμος του MRP διατρέχει τον πίνακα υλικών του προϊόντος και υπολογίζει για κάθε είδος, αγοραζόμενο ή παραγόμενο, τόσο την ποσότητα όσο και τη χρονική περίοδο που το εκάστοτε είδος απαιτείται να παραληφθεί σύμφωνα με το χρόνο διέλευσής του (lead time). Θεωρητικά λοιπόν, αν οι χρόνοι διέλευσης οριστούν με ακρίβεια, τότε τηρούνται ελάχιστα αποθέματα α’ υλών και ενδιάμεσων εξαρτημάτων, εκτός από την περίπτωση τήρησης αποθεμάτων ασφαλείας, καθώς η παραλαβή των ποσοτήτων που είναι απαραίτητες πραγματοποιείται ακριβώς τη χρονική περίοδο που αυτές χρειάζονται. Το κύριο μειονέκτημα όμως είναι πως δεν ελέγχεται η πραγματική πρόοδος στην παραγωγική διαδικασία, ενώ παράλληλα δεν προβλέπεται εξισορρόπηση του φόρτου των κέντρων εργασίας (Sum and Hill, 1993).



ΣΧΗΜΑ 5: Προς τα πίσω χρονικός προγραμματισμός του MRP (Tatsiopoulos I. et al., 2016)

Αργότερα, νέες τεχνικές αναπτύχθηκαν και ενσωματώθηκαν στη μέθοδο MRP, όπως ο Προγραμματισμός Απαιτήσεων Δυναμικότητας (Capacity Requirements Planning - CRP), οδηγώντας στην υλοποίηση συστημάτων γνωστών ως MRP κλειστού βρόγχου για την αντιμετώπιση νέων προβλημάτων. Στην περίπτωση μικρομεσαίων επιχειρήσεων αυτά προκύπτουν κυρίως λόγω της έλλειψης πρώτων υλών, οι οποίες συνήθως έχουν υψηλό κόστος κτήσης και έλλειψη επιρροής πάνω στους προμηθευτές και τους φασονίστες (Abdoul-Nour et al. , 1998). Τα νέα αυτά πιο ολοκληρωμένα συστήματα μετονομάστηκαν σε συστήματα Προγραμματισμού Παραγωγικών Πόρων (Manufacturing Resource Planning - MRP II). Σύμφωνα με τη μεθοδολογία MRP II, ο προγραμματισμός και έλεγχος της παραγωγής είναι μία ιεραρχική διαδικασία, η οποία ξεκινάει από τη διοίκηση και καταλήγει στον έλεγχο σε πραγματικό χρόνο της παραγωγής. Οι επιμέρους λειτουργίες εκτελούνται κατά επίπεδα, ανάλογα με το χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού και το βαθμό λεπτομέρειας που χρησιμοποιείται στα δεδομένα εισόδου. Η γενική αρχιτεκτονική ενός τέτοιου συστήματος διαχείρισης της παραγωγής απαρτίζεται από τις παρακάτω λειτουργίες:

- Αρχικό Προγραμματισμό Δυναμικότητας (Rough-Cut Capacity Plan, RCCP), που καθορίζει τη δυναμικότητα που απαιτείται στα κέντρα εργασίας, προκειμένου να ικανοποιηθεί το Βασικό Πλάνο Παραγωγής (MPS), εκφρασμένη σε εργατοώρες ή/και μηχανοώρες. Ο αρχικός προγραμματισμός δυναμικότητας χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση του Βασικού Πλάνου Παραγωγής (MPS) και για το λόγο αυτό κατά την εκτέλεσή του λαμβάνει



υπόψη κυρίως τους κρίσιμους πόρους της επιχείρησης, τις γραμμές παραγωγής δηλαδή που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη συμφόρηση και μπορεί να λειτουργήσουν ως στενώματα της παραγωγικής διαδικασίας. Η έξοδος του αρχικού προγραμματισμού δυναμικότητας (RCCP) περιλαμβάνει μακροπρόθεσμες αποφάσεις ελέγχου, όπως την επιπλέον ανάθεση υπεργολαβιών, υπερωριών κλπ. , προκειμένου να καλυφθούν οι αυξημένες ανάγκες του γενικού σχεδίου παραγωγής.

➤ Προγραμματισμό Απαιτήσεων Υλικών (Material Requirements Planning - MRP), που αναλαμβάνει τη μετατροπή του βασικού πλάνου παραγωγής σε εντολές παραγωγής ενδιάμεσων εξαρτημάτων και εντολές προμήθειας α' υλών. Χρησιμοποιεί ως είσοδο τις απαιτήσεις του Βασικού Πλάνου Παραγωγής (MPS) καθώς και πληροφορίες για τη δομή παραγωγής των προϊόντων και υπολογίζει την εξαρτημένη ζήτηση για όλα τα ενδιάμεσα υλικά, ώστε να ικανοποιείται το γενικό σχέδιο παραγωγής. Ο τυπικός ορίζοντας εκτέλεσης του MRP εκτείνεται από μία εβδομάδα έως τρεις μήνες. Τα βήματα εκτέλεσης του MRP συνοπτικά είναι τα ακόλουθα:

- Υπολογισμός καθαρών απαιτήσεων (netting): υπολογίζονται οι καθαρές απαιτήσεις (net requirements) υλικών, αφαιρώντας από τις ακαθάριστες απαιτήσεις το διαθέσιμο απόθεμα και τις προγραμματισμένες παραλαβές. Οι καθαρές απαιτήσεις για τα τελικά είδη δίνονται από το MPS, ενώ για τα είδη χαμηλότερων επιπέδων του συνταγολογίου είναι αποτέλεσμα προηγούμενων υπολογισμών του MRP.
- Επιλογή μεγέθους παρτίδας (lot-sizing): οι καθαρές απαιτήσεις διαιρούνται σε κατάλληλα μεγέθη παρτίδων (lot sizes) που συνιστούν εργασίες (jobs). Υπάρχουν πολλές διαφορετικές πολιτικές παρτίδων. Σύμφωνα με την πολιτική "lot-for-lot" για παράδειγμα, οι ποσότητες για τις εντολές παραγωγής ισούνται με τις καθαρές απαιτήσεις. Στην πολιτική "fixed size" οι ποσότητες είναι πολλαπλάσιες μίας σταθερής τιμής ώστε να καλύπτονται οι καθαρές απαιτήσεις. Σύμφωνα με την οικονομική μερίδα παραγγελίας (Economic Order Quantity - EOQ) τέλος, οι ποσότητες των εντολών για κάθε περίοδο προγραμματισμού υπολογίζονται έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται μία συνάρτηση κόστους, που περιλαμβάνει το κόστος παραγωγής και το κόστος αποθήκευσης των υλικών.
- Μετατόπιση χρόνων (time phasing): οι ημερομηνίες παράδοσης (due dates) μετατοπίζονται προς τα πίσω, τόσο όσος είναι ο χρόνος υστέρησης ή παραγωγής (lead time), καθορίζοντας με αυτό τον τρόπο τους χρόνους έναρξης της παραγωγικής διαδικασίας.
- Ανάπτυγμα του BOM (BOM explosion): Υπολογίζονται οι ακαθάριστες απαιτήσεις για όλα τα συστατικά εξαρτήματα στο επόμενο επίπεδο



χρησιμοποιώντας τους χρόνους έναρξης, τα μεγέθη παρτίδων και τον πίνακα υλικών (BOM).

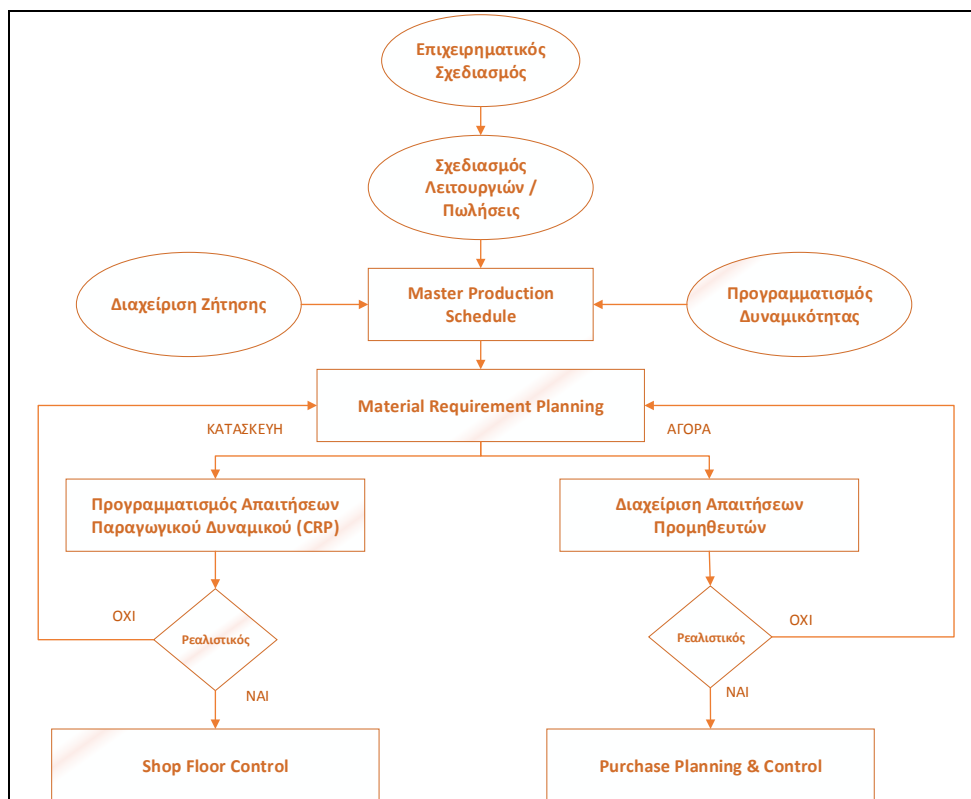
- Επανάληψη: επαναλαμβάνονται τα παραπάνω βήματα, μέχρις ότου εξαντληθούν όλα τα επίπεδα των πινάκων υλικών.

➤ Προγραμματισμό Απαιτήσεων Δυναμικότητας (Capacity Requirements Planning - CRP), ο οποίος παίρνει σαν είσοδο τα δεδομένα του MRP καθώς και δεδομένα για τα στάδια παραγωγής (φασεολόγια), έτσι ώστε να εξάγει λεπτομερή πλάνα από τις απαιτούμενες δυναμικότητες ανά κέντρο εργασίας και περίοδο προγραμματισμού παραγωγής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, τα πλάνα που προκύπτουν να περιέχουν περισσότερες λεπτομέρειες από τα αντίστοιχα του Αρχικού Προγραμματισμού Δυναμικότητας (RCCP), καθώς συνυπολογίζουν διάφορες παραμέτρους όπως, το timing των παραγγελιών, τα ήδη υπάρχοντα αποθέματα, τις αναμενόμενες παραλαβές κλπ. Όταν η μέση απαιτούμενη δυναμικότητα ανά περίοδο προγραμματισμού ισοφαρίζει τη διαθέσιμη δυναμικότητα των κέντρων εργασίας, οι περιοδικές διακυμάνσεις που μπορεί να προκύψουν δύνανται να αντιμετωπιστούν με επαναδρομολόγηση των παραγγελιών από περιόδους συμφόρησης σε περιόδους χαμηλής φόρτισης των κέντρων. Αν είναι τελείως απαραίτητο, η διαθέσιμη δυναμικότητα μπορεί να αυξηθεί με υπερωρίες, χρήση εναλλακτικών φασεολογιών ή άλλους τρόπους ανάλογα με την κρίση της διοίκησης. Αν και πάλι η απαιτούμενη παραγωγή που προκύπτει δεν ανταποκρίνεται στη διαθέσιμη δυναμικότητα των κέντρων εργασίας, τότε τα σχέδια του Προγραμματισμού Απαιτήσεων Υλικών (MRP) και του Βασικού Πλάνου Παραγωγής (MPS) κρίνεται αναγκαίο να αναθεωρηθούν (Chen, Lee, 2001).

➤ Έλεγχο Διεργασιών Παραγωγής (Production Activity Control – PAC), που ανήκει στο λειτουργικό επίπεδο διαχείρισης και ασχολείται με την εφαρμογή των εντολών παραγωγής, που δημιουργήθηκαν από το MRP, στο φυσικό σύστημα παραγωγής. Οι βασικές λειτουργίες του είναι η φόρτωση των μηχανών για την εκτέλεση των δρομολογήσεων και η δρομολόγηση των εργασιών (προσδιορισμός χρόνων έναρξης και λήξης στα κέντρα εργασίας). Ο ορίζοντας εκτέλεσης ποικίλλει από μία εβδομάδα μέχρι τον πραγματικό χρόνο εργασίας. Ο έλεγχος αποτελεί ένα βασικό εργαλείο αξιολόγησης του συστήματος παραγωγής για τη διοίκηση να και παραλληλα τη βοηθάει να προβαίνει σε διορθωτικές ενέργειες όπου κρίνεται απαραίτητο.

Το σύστημα MRP προσφέρει σε γενικές γραμμές ένα ικανοποιητικό περιβάλλον προγραμματισμού παραγωγής. Συνοψίζοντας μπορεί να θεωρηθεί ότι προτείνει ένα πλάνο παραγωγής, που περιλαμβάνει πλήθος εντολών παραγωγής προϊόντων και ενδιάμεσων εξαρτημάτων καθώς και

εντολών προμήθειας α' υλών. Είναι ένα συμβουλευτικό εργαλείο για τον διευθυντή παραγωγής, προκειμένου να επανασχεδιάσει τις απαιτήσεις σε υλικά πριν λάβει τις τελικές αποφάσεις που θα οδηγήσουν στην κατάστρωση του τελικού σχεδίου παραγωγής, ώστε να μετουσιωθούν οι εντολές από το στάδιο του προγραμματισμού σε αυτό της εκτέλεσης. Όταν το σχέδιο απαιτήσεων σε υλικά αποδεικνύεται μη ρεαλιστικό λόγω των περιορισμών, από άποψη φόρτισης των κέντρων εργασίας, θα πρέπει το Βασικό Πλάνο Παραγωγής (MPS) να τροποποιηθεί και να τρέξει από την αρχή ο αλγόριθμος του MRP. Αυτό είναι δυνατόν να συμβεί αρκετές φορές στη φάση του προγραμματισμού παραγωγής και είναι μια από τις παράμετρους που καθορίζουν τελικά την απόδοση του συνολικού συστήματος προγραμματισμού.



ΣΧΗΜΑ 6: Το σύστημα Προγραμματισμού Απαιτήσεων Πόρων (MRP II).

Όπως φαίνεται και από το παραπάνω σχήμα, η φιλοσοφία του MRP είναι περισσότερο χρήσιμη σε βιομηχανικές μονάδες που έχουν ως αντικείμενο κυρίως τη συναρμολόγηση τελικών προϊόντων από τα εξαρτήματα και λιγότερο σε αυτές που κατασκευάζουν τα τελικά προϊόντα. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι η εφαρμογή του MRP δεν προτείνεται σε επιχειρήσεις που παράγουν μικρό αριθμό προϊόντων ετησίως ή κατασκευάζουν πολύπλοκα προϊόντα που



απαιτούν εξειδικευμένη έρευνα και σχεδιασμό ή σε job shops που παράγουν εξειδικευμένα προϊόντα ως έργα σε ακανόνιστες περιόδους μέσα στο χρόνο.

Είδος Επιχείρησης	Παράδειγμα	Βαθμός Χρήσης MRP
Συναρμολόγηση προς αποθήκευση (assembly to stock)	Συναρμολόγηση εξαρτημάτων σε ένα τελικό προϊόν, το οποίο στη συνέχεια αποθηκεύεται για να ικανοποιήσει τη ζήτηση πελατών.	Υψηλός
Συναρμολόγηση προς παραγγελία (assembly to order)	Τελική συναρμολόγηση μετά από παραγγελία του πελάτη.	Υψηλός
Κατασκευή προς παραγγελία (make to order)	Αντικείμενα που δρομολογούνται προς τελική κατασκευή μετά από επιλογή του πελάτη, συνηθέστερα βιομηχανικές παραγγελίες.	Υψηλός
Ροής	Βιομηχανίες όπως χυτήρια, πλαστικών, χαρτιού, χημικών.	Μέτριος
Κατασκευή προς αποθήκευση (make to stock)	Είδη που κατασκευάζονται από μηχανές και στη συνέχεια αποθηκεύονται για να ικανοποιήσουν την προβλεπόμενη ζήτηση πελατών.	Χαμηλός
Παραγωγή προς παραγγελία (make to order)	Προϊόντα που είτε κατασκευάζονται είτε συναρμολογούνται σύμφωνα με τις προδιαγραφές του εκάστοτε πελάτη.	Χαμηλός

ΣΧΗΜΑ 7: Παραγωγικά Συστήματα και χρήση του MRP. (Chase et.al. , 2001)



2.2 Εισαγωγή στο MPS

Το Κύριο Πρόγραμμα Παραγωγής (Master Production Schedule - MPS) είναι η δήλωση του τι θα κατασκευαστεί, πόσες μονάδες του προϊόντος θα κατασκευαστούν και πότε θα κατασκευαστούν. Αποτελεί το πρόγραμμα παραγωγής της βιομηχανικής εγκατάστασης, κάτι που συνήθως διαφέρει από το πρόγραμμα πωλήσεων. Το MPS θα λάβει υπόψη τη συνολική απαίτηση σε πόρους του εργοστασίου, μαζί με τις συνολικές ανάγκες για πωλήσεις έτοιμων προϊόντων, ανάγκες ανταλλακτικών καθώς και ανάγκες παραγωγής για άλλα εργοστάσια (εάν υπάρχουν). Ακόμη θα πρέπει να υπολογίσει την δυναμικότητα του εργοστασίου και τις απαιτήσεις που έχουν επιβληθεί στους πωλητές. Μέρος του MPS είναι η δημιουργία πρόβλεψης για την δυναμικότητα και την επιχειρησιακή δύναμη κάθε παραγωγικής εγκατάστασης. Κάθε σχεδιασμός για υλικά, ανθρώπινο δυναμικό, εξοπλισμό, οικονομικά και εγκαταστάσεις καθορίζεται από το Κύριο Πρόγραμμα Παραγωγής (MPS).

Οι κυριότεροι στόχοι του MPS είναι:

- Να παρέχει στην ανώτατη διοίκηση ένα μέσο υποστήριξης αποφάσεων για την τάξη μεγέθους της ανάγκης για ανθρώπινο δυναμικό, ύψος αποθεμάτων και χρηματορροών.
- Να παρέχει τα βασικά δεδομένα για τον προγραμματισμό Υλικών και Δυναμικότητας.
- Να συντονίσει τα επιμέρους τμήματα του μάρκετινγκ, της παραγωγής και των οικονομικών δραστηριοτήτων μέσω ενός κοινού στόχου επίδοσης.
- Να γεφυρώσει τους στόχους του μάρκετινγκ και του τμήματος παραγωγής.
- Να παρέχει ένα γενικό και μετρήσιμο δείκτη απόδοσης της βιομηχανικής εγκατάστασης.

Τα προηγούμενα χρόνια, οι βιομηχανίες κατάστρωναν το βασικό πλάνο παραγωγής τους (MPS) σε χρονικό ορίζοντα τριμήνου. Το MPS δηλαδή παίρνει ως είσοδο τις παραγγελίες των πελατών και δημιουργεί ένα πρόγραμμα προς τα πίσω για μια περίοδο τριών μηνών. Κατόπιν σε αυτό το πρόγραμμα θα πρέπει να συμψηφιστούν οι προκύπτουσες από το MRP ποσότητες. Στη συνέχεια λαμβάνει χώρα η χειροκίνητη ανάπτυξη του προγράμματος και η κατάστρωση του καθημερινού προγράμματος παραγωγής σε επίπεδο εργοστασίου. Αυτή είναι κύρια ευθύνη του εκάστοτε Υπεύθυνου Προγραμματισμού Παραγωγής



(ΥΠΠ). Ο ίδιος αποφασίζει ακόμα βάσει του MPS ποια προϊόντα θα αγοραστούν, ποια θα παραχθούν στο εργοστάσιο και ποια θα τα αναλάβουν οι συνεργαζόμενοι με την εταιρεία φασονίστες. Στις συνθήκες της σημερινής αγοράς όμως, οι γρήγορες αλλαγές στις απαιτήσεις των πελατών και οι κυμαινόμενοι χρόνοι διέλευσης των έτοιμων και ημιέτοιμων προϊόντων από τις παραγωγικές φάσεις σε συνδυασμό με την αργή απόκριση σε αυτές τις αλλαγές ενδέχεται να οδηγήσουν το MPS σε αποτυχία να παράγει αυτή τη γενική εικόνα. Κατά καιρούς έχουν αναπτυχθεί ένα σύνολο από εργαλεία που επιχειρούν να εισάγουν στο MPS διάφορες παραμέτρους του βιομηχανικού περιβάλλοντος με τις οποίες αντιμετωπίζονται τα βασικότερα προβλήματα που προκύπτουν στην ομαλή ροή του προγράμματος παραγωγής και καθυστερούν την παραγωγική διαδικασία. Ενώ τα MPS και MRP έχουν κάποιες ομοιότητες, συμπεριλαμβανομένης της ικανότητας να παράγουν προγραμματισμένες παραγγελίες παραγωγής, αγοράς και μεταφοράς, υπάρχουν μερικά στοιχεία που τα διαχωρίζουν και τελικά τα διαφοροποιούν. Παραδείγματος χάριν, σε αντίθεση με το MRP, το MPS τείνει να εστιάζει τις δυνατότητες σχεδιασμού του στην παραγωγή τελικών προϊόντων, εξαρτημάτων ή ανταλλακτικών που δίνουν το μεγαλύτερο κέρδος για τον κατασκευαστή.

Το MPS επίσης διαφέρει από το MRP για το λόγο ότι λειτουργεί μόνο στο τελευταίο επίπεδο του BOM ενός αντικειμένου, ενώ το MRP μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλα τα επίπεδα. Επίσης, το MRP εστιάζει περισσότερο τις ικανότητές του στο σχεδιασμό για την κάλυψη της ζήτησης εξαρτημάτων ή μικρότερων συγκροτημάτων, ενώ το MPS επικεντρώνεται περισσότερο στην κατάρτιση σχεδίων παραγωγής για την ικανοποίηση της πραγματικής ζήτησης τελικών προϊόντων καθώς και στην εκπλήρωση των προβλεπόμενων ημερομηνιών παράδοσης πελατών. Τα σχέδια του MPS συνήθως βασίζονται σε εισροές πως οι πραγματικές εντολές πώλησης, οι διαθέσιμοι πόροι, τα επίπεδα αποθεμάτων, οι περιορισμοί της δυναμικότητας και επηρεάζονται από τις προβλέψεις. Αυτές οι προβλέψεις δίνουν στους κατασκευαστές μια καλύτερη οπτική για τη ζήτηση του προϊόντος και την ευελιξία προσαρμογής των σχεδίων παραγωγής με βάση την εποχικότητα, τις προσφορές και τη διακύμανση της ζήτησης για συγκεκριμένα είδη και τελικά προϊόντα. Η παραγωγή από το MPS παρουσιάζει τις ποσότητες ενός προϊόντος που πρόκειται να παραχθεί, περιγράφει το χρονικό ορίζοντα της παραγωγής καθώς και τις διαθέσιμες ποσότητες που θα είναι προορισμένες για αποθήκευση.



2.3 Βελτιστοποίηση MPS

Το MPS έχει διερευνηθεί εκτενώς τις τελευταίες τρεις δεκαετίες και εξακολουθεί να προσελκύει το ενδιαφέρον τόσο του ακαδημαϊκού όσο και του βιομηχανικού τομέα. Το MPS είναι το μέσο δήλωσης του τι αναμένει να κατασκευάσει η εταιρεία όσον αφορά τη διαμόρφωση, τις ποσότητες και συγκεκριμένες ημερομηνίες που καθοδηγούν μαζί με το MRP τις παραγωγικές δραστηριότητες της εταιρείας. Το Master Production Schedule μας διευκολύνει την διαδικασία παραγωγής, προβλέποντας αλλαγές καθώς και πιθανές ελλείψεις ή πλεονάσματα και οποιαδήποτε παραγωγή ενδέχεται να έχει αρνητικό αντίκτυπο σε οποιαδήποτε φάση μιας επιχείρησης. Το MPS όμως συχνά οδηγεί σε λανθασμένα στοιχεία μετά το συμψηφισμό της πρόβλεψης πωλήσεων, μαζί με τις εκκρεμείς παραγγελίες, τις διαθέσιμες ποσότητες υλικού και τη δυναμικότητα των κέντρων εργασίας. Οι διαχειριστικές πολιτικές και οι στόχοι αποδεικνύονται ως μία από τις σημαντικότερες πληροφορίες για το σύστημα. Το MPS λειτουργεί ως εργαλείο στα χέρια της ανώτατης διοίκησης για τον έλεγχο, δημιουργεί πόρους και γίνεται η είσοδος των επιπέδων σχεδιασμού, βάσει των οποίων λαμβάνονται και οι επιχειρηματικές αποφάσεις. Στην πράξη, εάν το περιβάλλον της παραγωγής αντιμετωπιστεί ως στοχαστικό πρόβλημα, η κατάρτιση του MPS δυσκολεύει πολύ. Αυτή η νέα οπτική κερδίζει σήμερα ολοένα και περισσότερο έδαφος. Το γρήγορο και με μεγάλες διακυμάνσεις περιβάλλον, η μεγάλη μεταβλητότητα της ζήτησης και η ανάγκη ελαχιστοποίησης των χρόνων αναμονής και επεξεργασίας οδηγεί στην ανάπτυξη ενός προβλήματος που άπτεται του αντικειμένου της Επιχειρησιακής Έρευνας. Θα πρέπει λοιπόν να οριστεί μια αντικειμενική συνάρτηση και το πρόβλημα θα αναζητήσει λύσεις σε αντικρουόμενα ζητήματα. Ελαχιστοποίηση της χρήσης των παραγωγικών πόρων, ελαχιστοποίηση του αποθέματος και μεγιστοποίηση της ικανοποίησης του πελάτη άρα (ταυτόχρονα) του κέρδους για την εταιρεία. Τέτοιου είδους προβλήματα είναι που θα απαντήσουν με ακρίβεια τότε σε ποιο κέντρο και σε ποια ποσότητα θα γίνει η παραγωγή του κάθε προϊόντος. Το πρόβλημα αυτό είναι φυσικά μη γραμμικό και κατατάσσεται στα NP Hard (Non Polynomial – Hard Problem) Οι υπολογιστικές δυνατότητες των σύγχρονων υπολογιστών μετά τον 21^ο αιώνα δίνουν τη δυνατότητα στους ερευνητές να χρησιμοποιήσουν Εξελικτικούς Αλγόριθμους (Evolutionary Algorithms) για να προσδιορίσουν μια εφικτή λύση στο πρόβλημα αυτό. Οι εξελικτικοί αλγόριθμοι χρησιμοποιούνται σήμερα κατά κόρον σε Δύσκολα Προβλήματα και αποτελούν μια τεχνική δοκιμής και λάθους (trial and error), παρά μια αυστηρά μαθηματική λύση του προβλήματος. Ο τρόπος λειτουργίας τους συνοψίζεται στα παρακάτω στοιχεία: Δημιουργείται μια συνάρτηση fitness (fitness function) σε συνδυασμό των περιορισμών (constraints) και της αντικειμενικής συνάρτησης (objective



function) και με δεδομένο ένα σύνολο από - τυχαίες - αρχικές λύσεις, αυτές που ταιριάζουν καλύτερα στην συνάρτηση θα 'επιβιώσουν' και θα παράγουν νέες λύσεις, μέχρις ότου να βρεθεί ένα σύνολο λύσεων που είναι απίθανο να βελτιστοποιηθεί εντός των ορίων (boundaries) του προβλήματος. Το αντικείμενο μελέτης των αλγορίθμων που καθοδηγούν την επανομαζόμενη εξέλιξη των πιθανών λύσεων είναι ευρύ και πολύ δημοφιλές στην ακαδημαϊκή κοινότητα. Βασικές μέθοδοι γενετικού αλγορίθμου που μπορεί να βελτιστοποιήσει το MPS θεωρούνται σήμερα η Διαφορική Εξέλιξη (Differential Evolution - DE) και η Στοχαστική Κατάταξη (Stochastic Ranking). Οι αλγόριθμοι αυτοί ουσιαστικά ορίζουν τους νόμους της εξέλιξης των επικρατέστερων λύσεων της κάθε γενιάς, δηλαδή τον τρόπο που αυτές θα συνδυαστούν εκ νέου για να προκύψει ένα βελτιωμένο αποτέλεσμα με το πέρασμα στις επόμενες γενιές.

Μέχρι σήμερα δεν έχει βρεθεί κάποιος αλγόριθμος ο οποίος δουλεύει το ίδιο αποτελεσματικά σε όλα τα προβλήματα βελτιστοποίησης του MPS, αν και οι μελετητές βρίσκονται με μια πολύ δυνατή γκάμα δυνατοτήτων στα χέρια τους. Κυρίαρχο ρόλο παίζουν οι νέες μέθοδοι Μηχανικής Εκμάθησης (machine learning) και Νευρωνικών Δικτύων (neural networks). Βασικά στοιχεία των παραπάνω μεθοδολογιών αλγορίθμων αποτελεί η δυνατότητα να προσαρμόζονται από μόνοι τους στις καταστάσεις και να μαθαίνουν όσο επαναλαμβάνεται η χρήση τους σε παρόμοια προβλήματα, με αποτέλεσμα να φτάνουν πιο γρήγορα στη λύση (Freitas, 2003). Οι ερευνητές ισχυρίζονται πως για την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου κυρίαρχο ρόλο παίζει η τάξη μεγέθους της παραγωγής που προβλέπει το MPS καθώς και η μορφή των περιορισμών που μπορεί να διέπουν το πρόβλημα. Σε πολλές περιπτώσεις αυτοί σχετίζονται με φυσικούς - και επομένως πολύ ισχυρούς - περιορισμούς (δυναμικότητα εργοστασίου, μεταβλητότητα απόδοσης γραμμής παραγωγής, περιορισμοί εφοδιαστικής αλυσίδας και άλλα).

3. ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

3.1 Τα συστήματα ERP

Τα συστήματα Enterprise Resource Planning (ERP) αποτελούν τις ολοκληρωμένες επιχειρηματικές λύσεις που οργανώνουν και διασφαλίζουν την οργάνωση και διοίκηση των επιχειρήσεων, με κύριους πυλώνες την πληροφορική και την τεχνολογία. Συνήθως τα ERP προσφέρουν μια



ολοκληρωμένη και συνεχώς ανανεωμένη όψη των βασικών επιχειρηματικών διαδικασιών με τη χρήση κοινών βάσεων δεδομένων (database) μεταξύ των τμημάτων παραγωγής και διοίκησης της εταιρείας. Οι βασικές ενότητες των ERP περιλαμβάνουν:

- Πωλήσεις
- Λογιστικά
- Ανθρώπινους Πόρους
- Οικονομικά
- Οργάνωση Παραγωγής
- Εφοδιαστική Αλυσίδα
- Εξυπηρέτηση Πελατών
- Προμήθειες

Ο σημαντικότερος λόγος που μια εταιρεία διαλέγει την εγκατάσταση του ERP είναι για να δώσει ένα κοινό σημείο αναφοράς στα διάφορα τμήματα που την αποτελούν, έτσι ώστε να μπορεί αυτή να διεκπεραιώνει αποτελεσματικά τις κύριες επιχειρηματικές δραστηριότητές της. Τα συστήματα αυτά συχνά αποκαλούνται και “ολοκληρωμένες” λύσεις. Η “ολοκλήρωση” αναφέρεται στο βασικό στόχο του ERP, που είναι να συντονίσει όλα τα παραπάνω τμήματα έτσι ώστε να αυξηθεί η αποδοτικότητα αυτών, καθώς και να αποφευχθούν λάθη και παραλείψεις στις επιχειρησιακές διαδικασίες. Η εγκατάσταση ενός συστήματος ERP δίνει την ευκαιρία ανάπτυξης καινούριων δομών στην επιχείρηση, οι οποίες επιτρέπουν στους εργαζόμενους να εργαστούν αποτελεσματικότερα και πιο παραγωγικά. Σκοπός λοιπόν του συστήματος αυτού, δεν είναι απλά η εξυπηρέτηση των απαιτήσεων ενός τομέα, αλλά η εξυπηρέτηση ποικίλων διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα μέσα στην επιχείρηση. Για αυτές τις διαδικασίες εμπλέκονται διάφοροι οργανωτικοί τομείς, με κύρια αποστολή η επιχείρηση να διεκπεραιώνει τις κύριες επιχειρηματικές της διεργασίες (core processes) αποδοτικότερα. Από τη στιγμή που τα απαιτούμενα δεδομένα εισαχθούν σε κάποια μονάδα του ERP, αυτά γίνονται διαθέσιμα σε οποιαδήποτε διαφορετική μονάδα του ERP τα χρειαστεί. Έτσι για παράδειγμα η επεξεργασία εντολών παραγγελίας συνδέεται με τη διαχείριση αποθεμάτων, η οποία με τη σειρά της συνδέεται με τη προμήθεια υλικών. Η διαδικασία της προμήθειας υλικών, στη συνέχεια πραγματοποιείται μέσα από αλληλεπίδραση, με το τμήμα λογιστικής. Με την υιοθέτηση ενός ERP συστήματος όλες οι επιχειρηματικές εφαρμογές συνδέονται μέσω της πρόσβασης στην ίδια ομάδα δεδομένων (Daniel E. O’Leary, 2000).



Αντίθετα σε μια επιχείρηση, η οποία δεν έχει κάποιο ERP σύστημα, τα διάφορα τμήματά της (όπως το λογιστήριο, το τμήμα ανθρωπίνων πόρων, ή η αποθήκη) διαθέτουν διαφορετικά, συνήθως μη συνδεδεμένα μεταξύ τους πληροφοριακά συστήματα, έχοντας δικό τους ειδικά προσαρμοσμένο λογισμικό, το οποίο εξυπηρετεί τις συγκεκριμένες ανάγκες τους και δεν αποτελεί ενιαίο προϊόν. Είναι πιθανό να μη διαθέτουν καθόλου μηχανογραφική υποστήριξη, με συνέπεια να λειτουργούν απομονωμένα, με μη αποτελεσματική ενδοεπιχειρησιακή επικοινωνία και δίχως την άντληση κοινής πληροφορίας, η οποία μπορεί να τους παρέχει σημαντική εξοικονόμηση χρόνου και αύξηση της αποδοτικότητας.

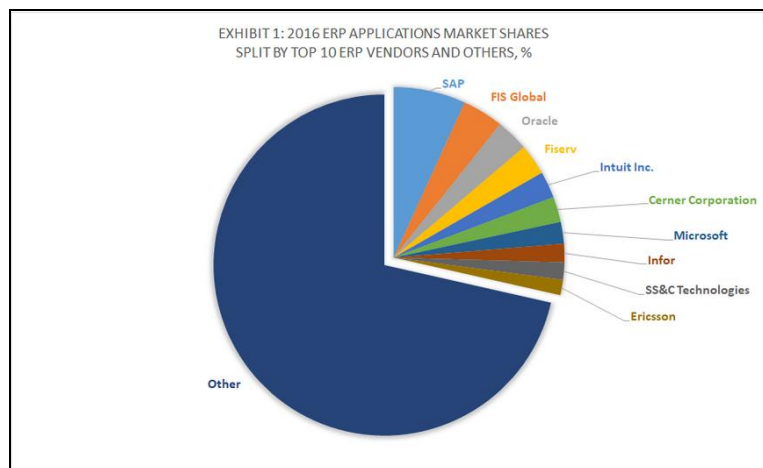
3.2 Ιστορία των ERP

Ήδη στα τέλη του '90 ισχυρές πολυεθνικές στις ΗΠΑ ξεκίνησαν να χρησιμοποιούν σε μεγάλη έκταση τα πρώτα συστήματα ERP πραγματοποιώντας σημαντικές επενδύσεις σε χρηματικά ποσά για την ανάπτυξη ή την αγορά τους και την κατάρτιση ειδικευμένου προσωπικού στη χρήση τους. Τα αποτελέσματα στην ανάπτυξη και την αύξηση της αποδοτικότητας ήταν εντυπωσιακά, κάτι που ώθησε πολλές εταιρείες ανά τον κόσμο να υιοθετήσουν λύσεις ERP που καλύπτουν μία ή περισσότερες ενότητες. Στις αρχές του 2000 η χρήση αυτών των συστημάτων είχε επεκταθεί ως αναγκαία ακόμα και σε μικρομεσαίες επιχειρήσεις. Υπολογίζεται πως η δαπάνες για ERP συστήματα και λύσεις IT (Information Technology) που υποστηρίζουν τα συστήματα αυτά έχουν γίνει οι μεγαλύτερες επενδύσεις κεφαλαίου σε παραγωγικές εταιρείες. Αντίστοιχη ανάπτυξη στα ERP γνωρίζουν βέβαια σήμερα και εταιρείες που προσανατολίζονται στην παροχή υπηρεσιών. Η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για τέτοιου είδους ολοκληρωμένα πληροφοριακά συστήματα έχει δώσει ώθηση στον κλάδο της πληροφορικής. Σήμερα ο ανταγωνισμός στο εμπόριο είναι πολύ έντονος. Οι περισσότερες εταιρείες έχουν έτοιμα πακέτα που υποστηρίζουν από έναν μέχρι και όλους τους τομείς στους οποίους μια επιχείρηση χρειάζεται ολοκληρωμένες λύσεις (integrated solutions). Αυτή η απαίτηση για ολοκληρωμένες λύσεις γίνεται ακόμα πιο έντονη όταν εμπλέκονται στην παραγωγική διαδικασία και αλγόριθμοι υπολογισμού ζήτησης, όπως το MRP. Αν και η βασική ιδέα του MRP είναι σχετικά παλαιή, το μεγαλύτερο μέρος της λειτουργικότητας του MRP υπάρχει ακόμα στα σημερινά ERP συστήματα (Kurbel, 2012). Η ανάγκη για διαφοροποίηση των εταιρειών και για δημιουργία συγκριτικού πλεονεκτήματος ώθησε τις εταιρείες που αναπτύσσουν τα ERP συστήματα να

διαθέτουν ακόμη εξειδικευμένο προσωπικό που αποτελείται από τεχνικούς υπολογιστών και ειδικούς επιστήμονες. Αυτοί θα προσαρμόσουν ή θα δημιουργήσουν μια τεχνική λύση αποκλειστικά για την συγκεκριμένη εταιρεία. Αυτή η λύση μπορεί να περιλαμβάνει βοηθητικά προγράμματα (expansions), συγκεντρωτικές βάσεις δεδομένων ή γέφυρες επικοινωνίας (bridge) μεταξύ παλαιότερων ή διαφορετικής αρχιτεκτονικής πληροφοριακών συστημάτων. Διαρκώς οι εταιρείες αυτές προσπαθούν να βρίσκονται μπροστά από τις εξελίξεις και να ενσωματώνουν νέες τεχνικές και τεχνολογίες στις λύσεις που προσφέρουν. Ιδιαίτερα μετά το 2015 οι εταιρείες επικεντρώνονται σε λύσεις στον τομέα του mobile και στο διαμοιρασμό αρχείων μεταξύ των τμημάτων με την τεχνολογία νέφους (cloud sharing).

Ο τζίρος των εταιρειών που παρέχουν τα πληροφοριακά συστήματα ανέρχεται σε δισεκατομμύρια ευρώ σε παγκόσμιο επίπεδο. Σύμφωνα με ειδικούς της αγοράς, σημαντικό ποσοστό στα ERP συστήματα καταλαμβάνουν custom λύσεις που προέρχονται από μικρομεσαίες επιχειρήσεις με έδρα τη χώρα της ίδιας της εταιρίας. Όπως φαίνεται και στο παρακάτω γράφημα οι δέκα κορυφαίες εταιρείες έχουν περίπου το 28 % των παγκόσμιων πωλήσεων σε συστήματα ERP. Εταιρείες όπως η SAP, η Oracle και η Microsoft που αποτελούν σημείο αναφοράς στα ολοκληρωμένα συστήματα κατέχουν ποσοστά της τάξεως του 3 - 7 % η κάθε μία.

Τα ERP παρουσιάζουν όμως γενικά κάποια σημαντικά μειονεκτήματα, όπως: μεγάλο χρόνο εγκατάστασης, δυσκολία προσαρμογής του λογισμικού στις συνεχείς αλλαγές που λαμβάνουν χώρα τόσο στο εξωτερικό περιβάλλον που δραστηριοποιείται η επιχείρηση, όσο και στην ίδια, μειωμένη κάλυψη των λειτουργικών απαιτήσεων της επιχείρησης, πολυπλοκότητα της λύσης και της τεχνολογίας στην οποία στηρίζεται καθώς και αυξημένο κόστος παραμετροποίησης, εγκατάστασης εκπαίδευσης και συντήρησης (Τατσιόπουλος και Χατζηγιαννάκης, 2008).





ΣΧΗΜΑ 8: Οι πωλήσεις των κορυφαίων 10 εταιρειών σε προγράμματα ERP σε σχέση με το σύνολο, Δεκέμβριος 2017

Οι ειδικοί κάνουν λόγο για μια αγορά που δε φαίνονται στον ορίζοντα σημάδια κορεσμού. Σύμφωνα με προβλέψεις των ειδικών, το 2021 η αγορά των ERP εφαρμογών αναμένεται να αγγίξει τα 71,9 δισεκατομμύρια ευρώ από 69,7 δισεκατομμύρια που είναι σήμερα. Πρόκειται για μια αύξηση της τάξεως του 0,6 %. Για να επιβεβαιωθεί η πρόβλεψη, μεγάλη ευθύνη πέφτει βεβαίως στα τμήματα R&D των εταιρειών που αναπτύσσουν αυτά τα τεράστια project. Ήδη οι κορυφαίοι πωλητές ERP ετοιμάζουν την επόμενη γενιά προγραμμάτων. Μόνο η SAP έχει υπογράψει περίπου 7.000 χιλιάδες πελάτες για την επόμενη ολοκληρωμένη εφαρμογή της SAP HANA. Η Oracle δίνει έμφαση στη βελτιστοποίηση υπηρεσιών Cloud, ενώ η Microsoft βελτιώνει την λειτουργικότητα των CRM (Customer Relationship Management) και ERP στο πακέτο Microsoft Dynamics (Navision).

3.3 Το MPS ως μέρος του ERP

Τα συστήματα ERP για κατασκευαστικές/βιομηχανικές εταιρείες έχουν στον πυρήνα τους το MPS. Αυτό το πρόγραμμα αποτελεί είσοδο για άλλες λειτουργίες του ERP, όπως το σύστημα εξυπηρέτησης πελατών (CRM), τα Αποθέματα (Inventory), την παρακολούθηση παρτίδων παραγωγής (Lot Tracking) και τους ανθρώπινους πόρους (HR). Βέβαια ανάλογα με την έκταση της εφαρμογής του ERP μπορεί το MPS να αλληλεπιδρά και με άλλες λειτουργίες. Η παρακολούθηση και παραμετροποίηση του MPS μέσω του ERP εξασφαλίζει έναν σημαντικό αριθμό ευκολιών και αυτοματοποίησης διαδικασιών, με κυριότερες τις εξής:

- Δυνατότητα προσαρμογής στις διακυμάνσεις της ζήτησης και ελαχιστοποίηση των σκάρτων προϊόντων.
- Συμβολή στην πρόληψη των ελλείψεων και των αστοχιών των χρονοδιαγραμμάτων.
- Βελτίωση της αποτελεσματικότητας σε επίπεδο πόρων παραγωγής
- Παροχή αποτελεσματικότερου ελέγχου κόστους και ακριβέστερες εκτιμήσεις των υλικών απαιτήσεων και των ημερομηνιών παράδοσης.
- Μείωση των χρόνων παράδοσης (lead time) καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.
- Παροχή ενός αποτελεσματικού αγωγού επικοινωνίας με την ομάδα πωλήσεων για σκοπούς προγραμματισμού.



Τα συστήματα ERP παρέχουν ένα σύνολο από ευκολίες στο χρήστη που δρομολογεί την παραγωγή μέσω του MPS. Οι περισσότερες ολοκληρωμένες λύσεις περιλαμβάνουν ένα σύνολο από reports για τον έλεγχο της παραγωγής. Αυτές οι αναφορές περιλαμβάνουν αναλυτικά τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε κάθε κέντρο εργασίας και μηχανή και είναι:

- Available-to-Promise Report - Παρουσιάζει τις διαθέσιμες προς δέσμευση ποσότητες για κάθε στοιχείο του MPS σε γραμμή παραγωγής, καθώς και τις εκτιμώμενες ημερομηνίες παραδοσής τους. Η αναφορά αυτή αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο και αλλάζει συνήθως σε εβδομαδιαία ή μηνιαία βάση.
- Αναφορά παρακολούθησης ζήτησης - Παρέχει ιστορικά δεδομένα σχετικά με τις πραγματικές αποστολές και κρατήσεις παραγγελιών σε σύγκριση με τις προβλέψεις διαχείρισης.
- Έκθεση δεδομένων προγνώσεων - Περίληψη της ιστορικής δραστηριότητας ζήτησης, η οποία υποδεικνύει τη σημασία των σφαλμάτων μεταξύ πρόβλεψης και πραγματικής, και παρέχει μια στατιστική περίληψη.
- Περίληψη Περιόδου Πρόβλεψης - Πρόβλεψη ανά στοιχείο γραμμής εντός μιας ομάδας προϊόντων για κάθε περίοδο μέσω των μελλοντικών 12 περιόδων, με περιλήψεις ανά περίοδο για την ομάδα και σε ετήσια βάση για τα στοιχεία γραμμής.
- Αναφορά στοιχείων ζήτησης και πρόβλεψης - Παρουσιάζει αρκετά χρόνια ιστορικών δεδομένων (που καθορίζονται από τον χρήστη) και τους επόμενους 12 μήνες της πρόβλεψης ζήτησης για κάθε στοιχείο. Τα τυπικά στοιχεία δεδομένων μπορούν να περιλαμβάνουν τη συνολική ετήσια ζήτηση και τα τριμηνιαία σύνολα, με συγκρίσεις ανά τοις εκατό μεταξύ στοιχείων και της συνολικής ομάδας προϊόντων τους.
- Αναφορά προγράμματος παραγωγής – Δημιουργεί και παρουσιάζει το χρονοδιάγραμμα δημιουργίας ενός ή όλων των συναρμολογήσεων - τελικών προϊόντων.
- Πρόγραμμα έναντι πραγματικής παραγωγής - Αναφέρει την πραγματική παραγωγή σε σύγκριση με την προγραμματισμένη παραγωγή σε ένα συγκεκριμένο κέντρο εργασίας.

Ανάλογα με τις ανάγκες και τις ιδιαιτερότητες της κάθε βιομηχανίας ή γραμμής παραγωγής, αυτές οι αναφορές μπορεί να τροποποιούνται ή να συμπληρώνονται, με σκοπό την εύρυθμη και αποτελεσματική λειτουργία και ιχνηλάτηση των διαδικασιών, των εισερχόμενων και των εξερχόμενων εγγράφων και των (τυχόν) εγγραφών στη βάση του ERP (Umble et.al. , 2003)



3.4 ΠΕΠ μέσω μη εμπορικών λύσεων

Τα θετικά που προσφέρουν τα ολοκληρωμένα ERP συστήματα είναι πέρα πάσης αμφιβολίας πολλά και διευκολύνουν σε τεράστιο βαθμό την επίλυση σύνθετων προβλημάτων που προκύπτουν σε πολλά επίπεδα της παραγωγής σε πραγματικό χρόνο. Πολλές εταιρείες όμως επιλέγουν να μην καταφύγουν στην εγκατάσταση τέτοιων προγραμμάτων, αλλά στην δημιουργία υπολογιστικών φύλλων που περιλαμβάνουν απαραίτητα στοιχεία σχετικά με τα φασεολόγια, τους πίνακες υλικών και αργότερα την δημιουργία και εκπόνηση του MPS και του αλγόριθμου του MRP. Αυτή την επιχειρηματική απόφαση μπορούμε να την κρίνουμε απολογιστικά, εφόσον έχει ένα σύνολο από θετικά και αρνητικά στοιχεία.

Στα θετικά της μη χρήσης ERP συμπεριλαμβάνεται η εξοικονόμηση χρηματικών πόρων. Οι λύσεις ERP κοστίζουν ιδιαίτερα σημαντικά ποσά για την εταιρεία που επιλέγει να τα εγκαταστήσει. Πέρα από το κόστος της εγκατάστασης όμως σημαντικό πάγιο έξοδο στον προϋπολογισμό εμφανίζεται η δαπάνη για τη μισθοδοσία του προσωπικού που διαχειρίζεται αυτά τα συστήματα, καθώς και η δαπάνη συντήρησης της βάσης δεδομένων και του interface που χρησιμοποιούν οι εργαζόμενοι σε κάθε επίπεδο παραγωγής. Τα ERP απαιτούν συνήθως την προμήθεια υπολογιστών τελευταίας τεχνολογίας, αλλά και τη δημιουργία τοπικών δικτύων με servers με σκοπό τον έλεγχο της πρόσβασης των χρηστών στα συστήματα αυτά και την προστασία από επιθέσεις και κακόβουλες ενέργειες εκτός του βιομηχανικού περιβάλλοντος. Ακόμα πιο σημαντικό κρίνεται πως θα πρέπει να βρεθεί το τεχνικό υπόβαθρο έτσι ώστε να μπορέσει μια λύση ERP να γίνει συμβατή με τυχόν υποσυστήματα που ήδη χρησιμοποιεί η εταιρεία. Αυτό απαιτεί ένα ακόμα project αναβάθμισης, και έτσι προκύπτει η ανάγκη για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των συστημάτων και να φτιαχτεί γέφυρα επικοινωνίας. Εάν αυτό είναι αδύνατο θα πρέπει να γίνει χειροκίνητη εισαγωγή δεδομένων από το ένα σύστημα στο άλλο. Η μεταβατική περίοδος μπορεί να διαρκέσει πολλούς μήνες ή και χρόνια, ειδικά σε περιπτώσεις που οι γέφυρες επικοινωνίας είναι ανέφικτο να υλοποιηθούν.

Ακόμα και σε περιπτώσεις που το ERP υλοποιείται, όπως αναφέραμε και παραπάνω, το σύστημα παράγει ένα πολύ μεγάλο αριθμό αναφορών και γραφικών διαγραμμάτων. Αυτά τα δεδομένα θα πρέπει να μείνουν για μελλοντική χρήση αποθηκευμένα. Ο μεγάλος τους όγκος εγείρει θέματα διαχείρισης δεδομένων και κρίνεται απαραίτητη η δημιουργία νέων τμημάτων στην επιχείρηση με αποκλειστική αρμοδιότητα την διαχείριση της αποθήκευσης και την ανάλυση/εκμετάλλευση των δεδομένων σε προβλήματα πρόβλεψης και εκτίμησης σε μελλοντικές περιόδους (Enterprise Data Warehouse – EDW).

Τέλος οι εταιρείες που διαχειρίζονται τα συστήματα αυτά στην



προσπάθεια να προστατεύσουν το προϊόν τους και να κρατήσουν τις βιομηχανίες - πελάτες πιστούς σε αυτά τα ERP εξασφαλίζουν την αδυναμία συνεργασίας με άλλα βοηθητικά και συμπληρωματικά προγράμματα άλλης εταιρείας. Συνήθως έτσι η βιομηχανία παραμένει με τη λύση που προσφέρεται και οι εργαζόμενοι της καλούνται να μάθουν τον τρόπο που εκτελούνται οι ενέργειες που αναλαμβάνουν να φέρουν εις πέρας από την αρχή και με συγκεκριμένο τρόπο, χωρίς να υπάρχει προοπτική αναβάθμισης ή υποβοήθησης των διαδικασιών με άλλους συμπληρωματικούς τρόπους, παρά μόνο με παρέμβαση/αναβάθμιση από τους developers του συγκεκριμένου ERP. Το ίδιο συμβαίνει και με την υποστήριξη σε περίπτωση βλάβης ή δυσλειτουργίας του συστήματος. Η λύση παρέχεται μετά από αίτηση στο αρμόδιο τμήμα Αντιμετώπισης Προβλημάτων της εταιρείας του ERP. Πολλές φορές η διαδικασία αναφοράς και καταγραφής του προβλήματος στο τμήμα που είναι εκτός του χώρου της βιομηχανίας οδηγεί σε σημαντική αύξηση του χρόνου επίλυσης του προβλήματος.

Για όλους τους προαναφερθέντες λόγους οι βιομηχανίες καταφεύγουν στη χρήση προγραμμάτων που βασίζονται σε εφαρμογές που είναι κοινές και διαδεδομένες στους υπολογιστές του εμπορίου. Οι κυριότερες εφαρμογές που χρησιμοποιούνται βασίζονται στο MS Excel και στο MS Access. Είναι προγράμματα που υπάρχουν σε όλους τους υπολογιστές δωρεάν και μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους χωρίς τη δημιουργία γέφυρας. Ακόμη, μπορούν να αποθηκευτούν σε κάποιον υπολογιστή και να μεταφερθούν μέσα κάρτες μνήμης, σε στικ αποθήκευσης ή μέσω απλής αλληλογραφίας.

Πολύ σημαντικό κρίνεται το γεγονός πως η δημιουργία και η επεξεργασία υπολογιστικών φύλλων δεν απαιτεί ιδιαίτερα εξειδικευμένες γνώσεις προγραμματισμού. Αντιθέτως, είναι ένα πεδίο δράσης στο οποίο οι περισσότεροι χρήστες μπορούν να συνδράμουν στην αντιμετώπιση των προβλημάτων και στην βελτίωση των παραμέτρων προς όφελος της καθημερινής εργασίας. Αποτελεί με άλλα λόγια μια επιλογή που προσφέρει σημαντική ευελιξία, εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα πολύ χαμηλό κόστος σε σχέση με την ολοκληρωμένη λύση του ERP. Η χρήση υπολογιστικών φύλλων έχει όμως και βασικά αρνητικά στοιχεία. Το σημαντικότερο από αυτά είναι η περιορισμένη δυνατότητα των υπολογιστικών φύλλων να αποτελέσουν πλήρεις και αυτόνομες λύσεις για όλες τις διεργασίες που χρειάζονται στο βιομηχανικό περιβάλλον. Ως εκ τούτου, οι εταιρείες θα πρέπει να καταφύγουν στη δημιουργία πολλών υποσυστημάτων (υπολογιστικών φύλλων), τα οποία λειτουργούν ξεχωριστά και αποσκοπούν στη λύση επιμέρους προβλημάτων, παρά στο συνολικό πρόβλημα του συντονισμού των παραγωγικών μέσων που επιτυγχάνει ένα ERP σύστημα. Τελικά τις περισσότερες φορές προκύπτει ένα custom σύστημα που αποτελείται από πολλά αρχεία excel και είναι λειτουργικό μονάχα για χρήστες οι οποίοι



συμμετείχαν στην δημιουργία ή την βελτίωσή των αρχείων αυτών. Τα υπολογιστικά φύλλα δεν δίνουν τη δυνατότητα για δημιουργία περιβάλλοντος φιλικού προς ένα ευρύ σύνολο διαφορετικών χρηστών.

Σημαντικό πρόβλημα προκύπτει σε τέτοιες περιπτώσεις με το συντονισμό των κοινών πληροφοριών που περιέχονται στα αρχεία και τον τρόπο που αυτές αποτυπώνονται. Εάν δε δημιουργηθεί βάση δεδομένων πίσω από τα αρχεία, τα υπολογιστικά φύλλα δεν καθίστανται καθόλου λειτουργικά, εφόσον ανακύπτουν προβλήματα συνέπειας της πληροφορίας και διπλοεγγραφών.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with a complex layout. The columns represent months from July 2018 to November 2018. The rows are organized into sections: 'ΤΕΜΑΧΙΑ' (Items) with sub-rows for 'ΣΥΝΟΛΟ ΤΕΜ. ΕΛΛΑΔΟΣ', 'ΣΥΝΟΛΟ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΩΝ', 'ΣΥΝΟΛΟ ΤΕΜ. ΕΞΩΓΩΓΗΣ', and 'ΣΥΝΟΛΟ ΤΕΜΑΧΙΩΝ'. Below this is a section for 'ΑΞΙΕΣ (1000 ευρώ)' (Values) with sub-rows for 'ΑΞΙΕΣ ΕΛΛΑΔΟΣ', 'ΑΞΙΕΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΩΝ', 'ΑΞΙΕΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ', and 'ΣΥΝΟΛΟ ΑΞΙΩΝ'. The bottom section is labeled 'ΚΑΤΗ ΓΟΡΜ' (Category GORM) and includes a table for 'ΣΥΝΟΛΟ ΤΕΜΑΧΙΩΝ Ο' (Total Items O) with columns for months and values. The spreadsheet also shows various formulas and data points for each cell.

ΣΧΗΜΑ 9: Υπολογιστικό φύλλο που εμφανίζει ποσότητες ανά κωδικό που έχουν υπολογιστεί στο MPS σε ελληνική βιομηχανία

Πολλές φορές ο χρήστης αυτών των υποσυστημάτων θα πρέπει να γνωρίζει τυχόν αδυναμίες του συστήματος. Για παράδειγμα, ποια από τα δεδομένα θα πρέπει να μεταφερθούν χειροκίνητα από κάποιο υπολογιστικό φύλλο σε ένα άλλο, ποιες λειτουργίες παριστάνονται σε αναφορές του συστήματος (reports) και πως κάποια άλλα πράγματα δεν μπορούν να εμφανιστούν στο πρόγραμμα, αλλά να προκύψουν έμμεσα βάσει των υπολογιστικών φύλλων.

Τα ERP συστήματα συνήθως δίνουν επιλογή για αναλυτικές αναφορές που διαβιβάζουν πλήρεις πληροφορίες στο χρήστη. Στο βιομηχανικό περιβάλλον αυτές περιλαμβάνουν αναφορές Ελέγχου Δυναμικότητας κέντρων εργασίας, αναφορές προϋπολογιστικής και απολογιστικής κοστολόγησης μέχρι και ανάλυση ευαισθησίας για διαφορετικά σενάρια παραγωγής. Η δημιουργία τέτοιων αναφορών από Υπολογιστικά φύλλα τις περισσότερες φορές δεν

αποτελεί εύκολη υπόθεση αλλά μέρος της καθημερινότητας ενός χρήστη με εμπειρία στο χειρισμό του προγράμματος αυτού.

4. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ DOMUS A.E.B.E. (S.A.)

4.1 Επαφή με τη Domus

Στα πλαίσια της εργασίας και έπειτα από τη βιβλιογραφική έρευνα που πραγματοποιήσαμε, επισκεφτήκαμε τις εγκαταστάσεις της Domus στον Άγιο Ιωάννη Ρέντη επί της οδού Θηβών.



ΣΧΗΜΑ 10: Αποθήκη της εταιρείας Domus

Στις εγκαταστάσεις μας έγινε επίδειξη μερικών έτοιμων προϊόντων που κατασκευάζονται στο εργοστάσιο και πωλούνται στην Ελλάδα αλλά και σε χώρες του εξωτερικού. Μετά από μια περιήγηση στις εγκαταστάσεις της εταιρείας (αποθήκη ετοιμών, κέντρα εργασίας) έγινε μια ενημερωτική συνάντηση με τον Planner της εταιρείας, ο οποίος μας παρουσίασε αναλυτικά το πλάνο της εταιρείας, τη στρατηγική του Προγραμματισμού Παραγωγής και τους τρόπους υλοποίησης από τον μακροπρόθεσμο μέχρι τον καθημερινό



Προγραμματισμό. Τα βασικά σημεία της διαδικασίας Προγραμματισμού Παραγωγής παρουσιάζονται εκτενώς στα παρακάτω κεφάλαια της εργασίας.

Ιδιαίτερη έμφαση δώσαμε στον τρόπο εφαρμογής του Μεσοπρόθεσμου Πλάνου Παραγωγής που εφαρμόζεται στα παραγωγικά τμήματα της Παραγωγής. Σε συνεργασία με τον προγραμματιστή και τον Planner της εταιρείας αναλύσαμε τον τρόπο λειτουργίας των Κέντρων Εργασίας σε επίπεδο Τριμηνιαίου Προγράμματος, που έχει στον πυρήνα του ένα custom εργαλείο του Microsoft Excel. Στο τέλος αξιολογήσαμε μια σειρά από προτεινόμενες λύσεις που μπορούν να εφαρμοστούν στο υπάρχον εργαλείο, διατηρώντας ωστόσο τον βασικό κορμό και τις λειτουργίες που επιτελεί. Οι λύσεις αυτές παραθέτονται στο τελευταίο κεφάλαιο και παράλληλα γίνεται μια προσπάθεια αξιολόγησης του υπάρχοντος συστήματος Προγραμματισμού Παραγωγής και των προτεινόμενων εναλλακτικών που εξετάζουμε.

4.2 Επίπεδα Οργάνωσης της Παραγωγής

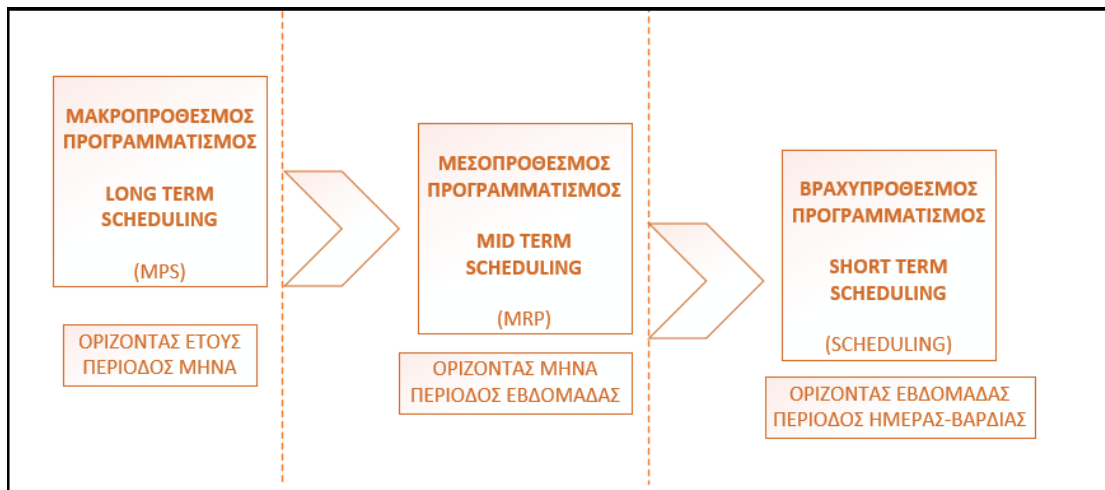
Το βασικό πλάνο παραγωγής (Master Production Schedule – MPS) μίας εταιρείας μπορεί να έχει ως βάση ένα σύστημα πρόβλεψης ζήτησης για τελικά προϊόντα με κάποιες διαμορφώσεις, είτε ένα σύστημα που συμβαδίζει με τις παραγγελίες των πελατών, είτε βασίζεται σε συνδυασμό των δύο παραπάνω μεθόδων. Στην εταιρεία DOMUS το πλάνο παραγωγής στηρίζεται κυρίως στην πρόβλεψη της ζήτησης, λόγω του μεγάλου χρόνου διέλευσης των υλικών και των σύνθετων πινάκων υλικών, κάτι που κάνει σχεδόν αδύνατο τον προγραμματισμό παραγωγής σύμφωνα με τις εισερχόμενες παραγγελίες πελατών, είτε από την Ελλάδα είτε από το εξωτερικό.

Όσον αφορά την οργάνωση της παραγωγής για την παραγωγική διαδικασία εντός του εργοστασίου, η εταιρεία έχει οργανωθεί σε τρία επίπεδα: Κατ' αρχάς πραγματοποιείται ο στρατηγικός προγραμματισμός, ο οποίος δίνει τις βασικές κατευθύνσεις για τις ποσότητες και τα τελικά προϊόντα που θα πρέπει να είναι έτοιμα σε μηνιαία βάση. Ο υπολογισμός δε γίνεται για κάθε ένα προϊόν ξεχωριστά, αλλά υπολογίζεται βάσει ομοειδών προϊόντων, δηλαδή πραγματοποιείται ένας συγκεντρωτικός προγραμματισμός (aggregate planning). Σημαντικό ρόλο εδώ παίζει η πρόβλεψη πωλήσεων για κάθε ομάδα προϊόντων, μια πρόβλεψη που προκύπτει τόσο από εκτιμήσεις του διοικητικού προσωπικού που βασίζεται σε στατιστικά στοιχεία όσο και από τα νούμερα των πωλήσεων σε αμέσως προηγούμενες περιόδους, χωρίς ωστόσο να αλλάζουν τα νέα στοιχεία αυτά σε μεγάλο βαθμό το αρχικό πλάνο. Στην επόμενη φάση βρίσκεται ο μεσοπρόθεσμος προγραμματισμός, στον οποίο συμβάλλουν τόσο η εφαρμογή



ΠΕΠ (PPC application) όσο και το αυτόνομο σύστημα ERP που έχει εγκαταστήσει η εταιρεία. Οι βασικές αρχές στο δεύτερο αυτό επίπεδο του προγραμματισμού είναι το MRP και το PBC, τα οποία παρουσιάστηκαν παραπάνω σε θεωρητικό επίπεδο και θα αναλυθούν πιο λεπτομερώς σε σχέση με τον τρόπο που εφαρμόζονται. Σε αυτή τη φάση εκδίδονται οι εντολές παραγωγής των προϊόντων. Τέλος πραγματοποιείται λεπτομερής προγραμματισμός (detailed scheduling), δηλαδή ο συγκεντρωτικός προγραμματισμός «σπάει» σε ημερήσιες ανάγκες. Μετά από αυτή τη διαδικασία προκύπτει το ημερήσιο πλάνο παραγωγής για τα κέντρα εργασίας. Ανάλογα με τις απαιτήσεις που μπορεί να υπάρχουν οι εργοδηγοί ενδέχεται να κάνουν κάποιες αλλαγές σε αυτό το πρόγραμμα, το οποίο όμως γενικά τηρείται χωρίς να προκύπτουν σημαντικές αποκλίσεις. Στο ξεκίνημα του κάθε μήνα ο υπεύθυνος πωλήσεων προχωρά στην τριμηνιαία επιβεβαίωση των προβλέψεων πωλήσεων εσωτερικού και εξωτερικού. Αξιοποιώντας τα δεδομένα που αφορούν τις εκκρεμείς παραγγελίες και τον ετήσιο προϋπολογισμό πωλήσεων αναθεωρείται η πρόβλεψη των ποσοτήτων ανά κωδικό τελικού προϊόντος για τον τρέχοντα μήνα συγκριτικά με τις ποσότητες που είχαν προβλεφθεί κατά τον αρχικό προϋπολογισμό. Κατόπιν βάσει της αναθεώρησης προβλέπονται οι πωλήσεις ανά κωδικό του επόμενου μήνα, λαμβάνοντας υπόψη τις συμφωνίες που έχουν γίνει με τους πελάτες και τον ετήσιο προϋπολογισμό πωλήσεων. Στο τέλος αναθεωρούνται οι προβλέψεις πωλήσεων για τους δύο επόμενους μήνες βάσει των προβλέψεων των πελατών για ποσότητες και κωδικούς που θα χρειαστούν για αυτούς τους μήνες και του ετήσιου προϋπολογισμού πωλήσεων. Εφόσον γίνει η συνολική αναθεώρηση ο υπεύθυνος πωλήσεων καταστρώνει τον αναθεωρημένο τρίμηνο προϋπολογισμό πωλήσεων και τον αποστέλλει στον υπεύθυνο προγραμματισμού παραγωγής. Η εισερχόμενη πρόβλεψη των πωλήσεων αποτελεί το βασικότερο στοιχείο στην είσοδο δεδομένων (input data) για την δημιουργία του βασικού πλάνου παραγωγής (MPS). Τα δεδομένα της πρόβλεψης πωλήσεων εισάγονται στο αρχείο MS Excel στην εφαρμογή ΠΕΠ. Στο παρακάτω κεφάλαιο γίνεται αναλυτική αναφορά στο υποσύστημα αυτό. Για να διαμορφωθεί το κύριο πλάνο παραγωγής λαμβάνονται επίσης υπόψη στους υπολογισμούς τα αποθέματα ετοιμών προϊόντων, οι ελάχιστες παρτίδες παραγωγής ανά τελικό προϊόν (batch size) καθώς και το απαιτούμενο απόθεμα ασφαλείας ανά ομάδα προϊόντων. Παράλληλα, ο υπεύθυνος προγραμματισμού παραγωγής θα πρέπει να λάβει υπόψη τη δυνατότητα παραγωγής των ζητούμενων κωδικών, βάσει της δυναμικότητας του εργοστασίου και της διαθεσιμότητας των υλικών. Με αυτό τον τρόπο καθορίζονται οι ποσότητες που πρέπει να παραχθούν για κάθε τελικό προϊόν με χρονικό ορίζοντα τριών μηνών, έτσι ώστε να είναι σε αρμονία με την πρόβλεψη πωλήσεων. Στη συνέχεια ο υπεύθυνος παραγωγής αναλύει τις ανάγκες παραγωγής σε περιόδους ανά εβδομάδα καθώς η εβδομαδιαία

περίοδος αποτελεί τη βασική περίοδο ενός μεσοπρόθεσμου εργαλείου προγραμματισμού παραγωγής. Όπως μπορεί να γίνει αντιληπτό, απαιτείται η άριστη συνεργασία του τμήματος πωλήσεων της εταιρείας με το τμήμα προγραμματισμού παραγωγής για τον έγκαιρο υπολογισμό του βασικού πλάνου παραγωγής. Σε διαφορετική περίπτωση υπάρχει σύγχυση και παρατηρούνται σημαντικές καθυστερήσεις στη διαμόρφωση του πλάνου παραγωγής. Οποιαδήποτε καθυστέρηση ή λανθασμένη εκτίμηση στην έκδοση του MPS, έχει άμεσο αρνητικό αντίκτυπο στην ορθή εκτέλεση του MRP, καθώς τα αποτελέσματά του αποτελούν μία από τις πιο σημαντικές εισόδους (inputs) του MRP.



ΣΧΗΜΑ 11: Τα επίπεδα προγραμματισμού παραγωγής στη Domus

Αυτό που αξίζει να σημειώσουμε είναι ο μεγάλος αριθμός υπερβολών που επιστρατεύει η εταιρεία προκειμένου να καλύψει τις ανάγκες της. Στην φάση του μεσοπρόθεσμου προγραμματισμού εκδίδονται εντολές αποστολής και προμήθειας από και προς τρίτους συνεργάτες που αναλαμβάνουν μεγάλο μέρος της παραγωγικής διαδικασίας κάποιων κωδικών. Η διαδικασία για την σύναψη συμφωνίας έγκυρα και έγκαιρα με τους προμηθευτές επαναλαμβάνεται κάθε χρόνο κατά την κατάρτιση του πλάνου προμηθειών. Η διαδικασία ανάθεσης των υπερβολών καταγράφεται σε εσωτερικό έγγραφο της εταιρείας, στα πλαίσια της συμφωνίας με το ISO.

Γίνεται εύκολα σαφές ότι τα διάφορα επίπεδα προγραμματισμού στην εταιρεία λειτουργούν λαμβάνοντας υπόψη διαφορετικό χρονικό ορίζοντα. Η φύση των προϊόντων που παράγει η DOMUS σε συνδυασμό με το επιχειρηματικό και γεωγραφικό περιβάλλον στο οποίο δραστηριοποιείται έχουν καταστήσει πολύ σημαντική την ανάγκη για ακρίβεια στο ετήσιο πλάνο πωλήσεων αλλά και στο αναλυτικό ημερήσιο πρόγραμμα του κάθε κέντρου



εργασίας ξεχωριστά. Αυτό προκαλεί δυσκολία στην εξασφάλιση της επικοινωνίας μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων και κάνει πιο δύσχρηστο το σύστημα ως προς την παρακολούθηση και την εποπτεία αλλά και τη μελέτη ή τη βελτίωση του. Για να ξεπεραστεί λοιπόν αυτό το εμπόδιο στον προγραμματισμό παραγωγής της Domus καθιερώθηκε ως βασική Περίοδος Προγραμματισμού η εβδομάδα. Μια εβδομάδα μπορεί να έχει 3, 4 ή 5 εργάσιμες ημέρες ανάλογα την περίπτωση. Συνολικά μέσα στο έτος υπάρχουν 230 εργάσιμες ημέρες μέσα σε 52 εβδομάδες. Ο μεσοπρόθεσμος προγραμματισμός παραγωγής αφορά την κάθε εβδομάδα, ενώ και τα υπόλοιπα στοιχεία που προκύπτουν από τα άλλα επίπεδα προγραμματισμού παραγωγής ανάγονται τελικά στην βασική Περίοδο Προγραμματισμού, την εβδομάδα (τόσο προϋπολογιστικά όσο και απολογιστικά).

4.3 Ανάπτυξη εφαρμογής ΠΕΠ

Η εφαρμογή ΠΕΠ που αναπτύχθηκε σε πρώτη φάση λειτούργησε αυτόνομα, ανταλλάσσοντας περιορισμένου εύρους δεδομένα με το λογιστικό πρόγραμμα της εταιρείας. Η εγκατάσταση ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος (ERP) από την εταιρεία Singular Logic είχε ως σκοπό να καλύψει το εμπορικό και οικονομικό κύκλωμα της επιχείρησης. Αυτό επέφερε όμως σημαντικές αλλαγές στη λειτουργία της εφαρμογής ΠΕΠ. Κάθε σύστημα ανέλαβε διακριτούς ρόλους και ορισμένες λειτουργίες της εφαρμογής μεταφέρθηκαν στο λογισμικό ERP. Αυτές ήταν:

- τήρηση αποθέματος,
- διαχείριση εντολών προμήθειας,
- διαχείριση εντολών α' υλών,
- διαχείριση φασόν.

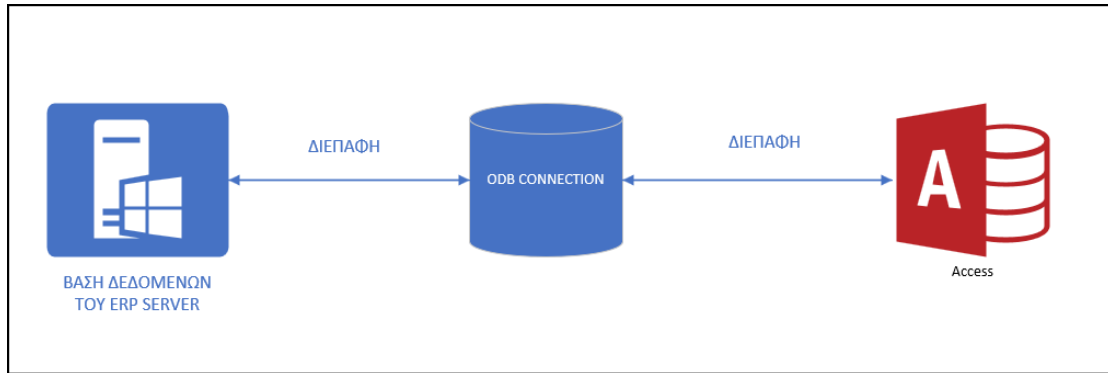
Η εφαρμογή ΠΕΠ υποστηρίζει τη διαδικασία του μεσοπρόθεσμου προγραμματισμού παραγωγής. Καταστρώνεται και εκτελείται το κύριο πρόγραμμα παραγωγής των τελικών προϊόντων (MPS) και υπολογίζονται οι ανάγκες παραγωγής εξαρτημάτων και προμήθειας α' υλών (MRP), σε περίοδο εβδομάδας. Οι εντολές παραγωγής που προκύπτουν δηλαδή, αναφέρονται σε εβδομαδιαία περίοδο. Κατά τη β' φάση λειτουργίας της εφαρμογής ΠΕΠ, εκτός από τη διασύνδεσή της με το πληροφοριακό σύστημα ERP, σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε γραφικό εργαλείο λεπτομερειακού προγραμματισμού παραγωγής. Πρόκειται για εφαρμογή που χρησιμοποιεί την βάση δεδομένων του λογισμικού ΠΕΠ, αντλεί τα στοιχεία των εβδομαδιαίων εντολών παραγωγής και με χρήση κανόνων προτεραιότητας τις κατανέμει και τις κατατάσσει σε ημερήσια βάση, με τη μορφή διαγράμματος Gantt. Ο υπεύθυνος προγραμματισμού παραγωγής



έχει τη δυνατότητα γραφικής εποπτείας των εντολών παραγωγής και μετακίνησής τους τόσο στον άξονα του χρόνου όσο και σε εναλλακτικά κέντρα εργασίας. Στη συνέχεια η εφαρμογή ΠΕΠ ενημερώνεται για τις αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν στις εντολές παραγωγής με τη χρήση του γραφικού εργαλείου e-gantt. Τέλος απαιτήθηκε η ανάπτυξη διεπαφών (interfaces) για την συνεχή και απρόσκοπτη επικοινωνία των δύο ανεξάρτητων πληροφοριακών συστημάτων που συνυπήρχαν πλέον στην επιχείρηση. Η συνύπαρξη ενός εξειδικευμένου λογισμικού που καλύπτει όλες τις ιδιαιτερότητες που παρουσιάζουν οι τεχνικές προδιαγραφές και το τμήμα παραγωγής της εταιρείας, με τις δυνατότητες ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος ERP, παρέχουν στη διοίκηση της επιχείρησης ένα ισχυρό εργαλείο υποστήριξης λήψης αποφάσεων που θα τη βοηθήσει να επιτελέσει τους στόχους της και το στρατηγικό σχεδιασμό ανάπτυξής της.

4.4 Λειτουργία Εφαρμογής ΠΕΠ σε Συνεργασία με το Σύστημα ERP

Η εισαγωγή των στοιχείων στην εφαρμογή ΠΕΠ γίνεται από το σύστημα ERP το οποίο έχει στη δικαιοδοσία του την παρακολούθηση του αποθέματος της εταιρείας ανά κωδικό και τις παραλαβές. Η μορφή των δεδομένων στο ERP δεν είναι συμβατή με το υπολογιστικό φύλλο της εφαρμογής. Για την επικοινωνία του ERP πληροφοριακού συστήματος που καλύπτει την εμπορική και την λογιστική διαχείριση της εταιρείας και της εφαρμογής ΠΕΠ που είναι υπεύθυνη για τον προγραμματισμό και έλεγχο παραγωγής, σχεδιάστηκαν και αναπτύχθηκαν κατάλληλες γέφυρες επικοινωνίας. Οι διεπαφές (interfaces) και η ανταλλαγή δεδομένων ανάμεσα στα δύο λογισμικά, όπως εικονίζεται και στο επόμενο σχήμα, πραγματοποιείται μέσω επικοινωνίας ODBC και με μαζικές διαδικασίες (batch processing) μέσω ενδιάμεσων πινάκων που δημιουργήθηκαν στην σχεσιακή βάση δεδομένων του συστήματος ERP. Η μέθοδος ODBC (Open Database Connectivity) αποτελεί μία διεπαφή για πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων μέσω SQL ερωτημάτων. Είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο πρόσβασης σε διάφορες βάσεις δεδομένων, όπως οι MS Access, dBase, DB2, MS Excel, και αρχεία κειμένου. Μέσω αυτών η μέθοδος ODBC επιτρέπει ουδέτερο τρόπο πρόσβασης σε δεδομένα που είναι αποθηκευμένα σε προσωπικούς υπολογιστές και διάφορες βάσεις δεδομένων. Η διασύνδεση των δύο λογισμικών είναι δυνατή καθώς η εφαρμογή ΠΕΠ αναπτύχθηκε σε περιβάλλον MS Access, ενώ η βάση δεδομένων του πληροφοριακού συστήματος ERP είναι SQL Server.



ΣΧΗΜΑ 12: Σχηματική αναπαράσταση του τρόπου σύνδεσης - μεταφοράς δεδομένων μεταξύ ERP και εφαρμογών ΠΕΠ

4.5 Συγκεντρωτικός Προγραμματισμός και Πρόβλεψη Πωλήσεων

Ο συγκεντρωτικός προγραμματισμός είναι το πρώτο βήμα που γίνεται για την κατάστρωση του πλάνου παραγωγής. Βρίσκεται σε άμεση σχέση με την πρόβλεψη πωλήσεων που υπάρχει για το έτος, ενώ η τελευταία λαμβάνει ανάδραση από τα αποτελέσματα των πωλήσεων των αμέσως προηγούμενων μηνών. Η διαδικασία που ακολουθείται παρουσιάζεται στο διάγραμμα ροής παρακάτω και είναι η εξής:

Καταρχήν καταστρώνεται ο ετήσιος προϋπολογισμός πωλήσεων. Ο υπεύθυνος πωλήσεων πραγματοποιεί την ετήσια πρόβλεψη χρησιμοποιώντας τα ιστορικά στοιχεία πωλήσεων εσωτερικού και εξωτερικού των τελευταίων τριών ετών, δικές του εκτιμήσεις και προβλέψεις για την πορεία της αγοράς και την ακολουθούμενη τιμολογιακή πολιτική της επιχείρησης. Εν συνεχεία, βάσει ιστορικών στοιχείων της ζήτησης, τις στρατηγικές προώθησης και τις γνώσεις του αναφορικά με την αγορά και τον κύκλο ζωής των προϊόντων καταμερίζει τις ετήσιες προβλέψεις ανά κωδικό στους μήνες του έτους. Το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία του εντύπου “Προϋπολογισμός πωλήσεων έτους”, το οποίο αποστέλλεται στον υπεύθυνο προγραμματισμού παραγωγής. Ο τελευταίος εξετάζει κατά πόσο είναι εφικτοί οι προϋπολογισμοί με βάση τη δυναμικότητα των κέντρων εργασίας του εργοστασίου. Στη συνέχεια, το κοινοποιεί στους υπεύθυνους παραγωγής και προμηθειών και στο συντονιστή ροής εξαρτημάτων και φασόν. Αυτή η δραστηριότητα έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία των εντύπων “Ετήσια πρόβλεψη α’ υλών”, “Ετήσια πρόβλεψη φασόν”, “Ετήσια πρόβλεψη παραγωγής” και “Ετήσια πρόβλεψη εμπορευμάτων”. Ο συντονιστής ροής εξαρτημάτων και φασόν βάσει της ετήσιας πρόβλεψης φασόν ελέγχει αν είναι δυνατή η εκτέλεση των προβλεπόμενων εργασιών φασόν. Ο υπεύθυνος παραγωγής ελέγχει αν μπορούν να παραχθούν οι εκτιμώμενες ποσότητες τελικών προϊόντων. Ο υπεύθυνος προμηθειών εξετάζει αν η προμήθεια α’ υλών θα είναι έγκαιρη. Αν έστω και ένας εκ των τριών υπευθύνων αποφανθεί ότι οι

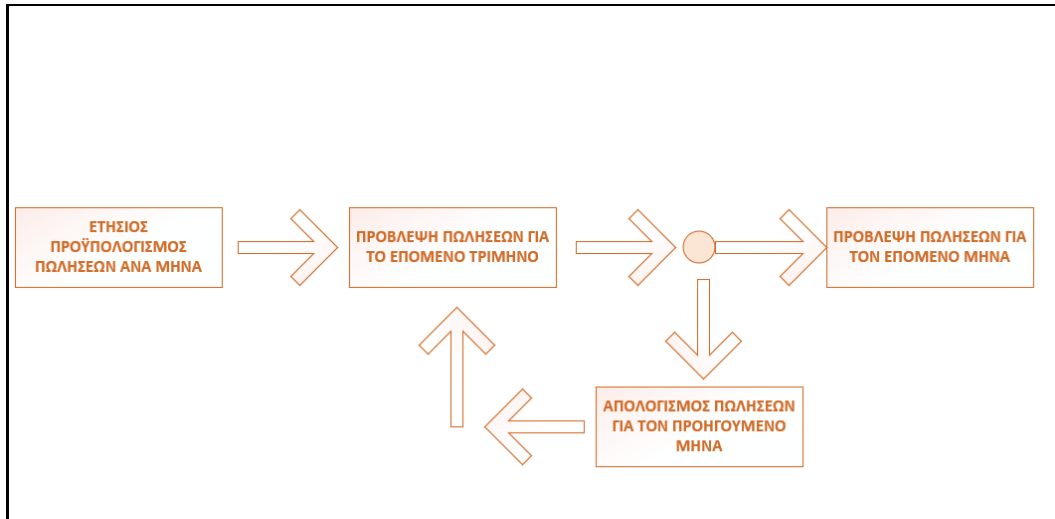


προϋπολογισμοί δεν είναι υλοποιήσιμοι τότε αρχίζουν εκ νέου οι διαδικασίες “Κατάστρωσης Ετήσιου Προϋπολογισμού Πωλήσεων”. Αν όλοι οι παραπάνω συμφωνήσουν ως προς την εφικτότητα των πλάνων τότε ενημερώνεται ο Γενικός Διευθυντής ο οποίος καλείται να εγκρίνει το συνολικό προϋπολογισμό.

Για την έκδοση του Συγκεντρωτικού Προγραμματισμού στο πρώτο στάδιο ο Υπεύθυνος Προγραμματισμού διαχειρίζεται το αρχείο της πρόβλεψης των πωλήσεων με σκοπό να κάνει απολογισμό για τους προηγούμενους μήνες και πρόβλεψη για τη ζήτηση των τελικών προϊόντων στους επόμενους μήνες.

Για την πρόβλεψη πωλήσεων του επόμενου μήνα εισάγονται τα απολογιστικά στοιχεία από το ERP σύστημα για τον προηγούμενο μήνα σε υπολογιστικό φύλλο. Αυτό το κάνει ο υπεύθυνος της παραγωγής σε συνεργασία με το τμήμα των πωλήσεων, το οποίο διαθέτει τα στοιχεία των πωλήσεων. Τα απολογιστικά δεδομένα πωλήσεων του τελευταίου μήνα αφού συμψηφιστούν με τα ήδη υπάρχοντα απολογιστικά δεδομένα όλων των προηγούμενων μηνών δίνουν μια κατεύθυνση στον υπεύθυνο Προγραμματισμού Παραγωγής για την πρόβλεψη για τον επόμενο μήνα. Σε αυτό το σημείο μπορεί να υπάρξουν αλλαγές σε σχέση με τις προϋπολογισμένες ποσότητες από το ξεκίνημα του έτους που έχουν εκδοθεί κατά τον ετήσιο προϋπολογισμό του έτους.

Η προαναφερθείσα διαδικασία αξίζει να αναφέρουμε πως γίνεται ξεχωριστά μια φορά για τις ποσότητες προϊόντων που αναμένονται να παραχθούν για την Ελλάδα και ακόμα μία φορά για τις ποσότητες που θα εξαχθούν σε άλλες χώρες. Το υπολογιστικό φύλλο αθροίζει τις ανάγκες αυτές και παρουσιάζει την ζήτηση στην οποία η εταιρεία πρέπει συνολικά να ανταπεξέλθει. Το μηνιαίο - μαζί με ένα μακροπρόθεσμο τριμηνιαίο - πρόγραμμα παραγωγής παίρνει μια αρχική μορφή στο υπολογιστικό φύλλο, η οποία μετέπειτα εγκρίνεται. Αυτό γίνεται στις αρχές κάθε μήνα από τον υπεύθυνο πωλήσεων, ο οποίος προβαίνει στην τριμηνιαία επιβεβαίωση των προβλέψεων πωλήσεων εσωτερικού και εξωτερικού.



ΣΧΗΜΑ 13: Το σύστημα πρόβλεψης των πωλήσεων της Domus

Σε επόμενη φάση ο υπεύθυνος προγραμματισμού οργανώνει το κύριο πλάνο παραγωγής (Master Production Schedule – MPS). Στο MPS είναι απαραίτητο να γνωρίζει ο υπεύθυνος την πραγματική ποσότητα που πρέπει να καλύψει αυτό το μήνα η εταιρεία, να έχει κάνει δηλαδή την πρόβλεψη του επόμενου μήνα, τι απόθεμα υπάρχει ήδη στην αποθήκη και το επίπεδο του αποθέματος ασφαλείας ανά κωδικό. Αυτό γίνεται γιατί σε πολλές περιπτώσεις η πρόβλεψη που έγινε δεν αντιπροσωπεύει τις καθαρές ανάγκες που θα μετουσιωθούν σε εντολές παραγωγής ή προμήθειας μέσα στον ερχόμενο μήνα. Οι ποσότητες της πρόβλεψης συμψηφίζονται με το απόθεμα που υπάρχει ήδη στην αποθήκη ετοιμών τον προηγούμενο μήνα και τις αναμενόμενες παραλαβές. Ο μεγάλος αριθμός υπεργολάβων και προμηθευτών, κάποιες φορές και από το εξωτερικό, δημιουργεί λόγω των διαφορετικών lead time στις παραδόσεις πρόβλημα, καθώς πρέπει να υπολογιστούν ως χρωστούμενες οι εντολές που αναμένονται και να μην εκδοθούν εκ νέου. Ακόμα θα πρέπει η πρόβλεψη που έχει γίνει να προσαυξηθεί κατά το απόθεμα ασφαλείας το οποίο διαφέρει από κωδικό σε κωδικό. Παράλληλα, ο υπεύθυνος προγραμματισμού παραγωγής εξετάζει τη δυνατότητα παραγωγής των ζητούμενων κωδικών, βάσει της δυναμικότητας του εργοστασίου και της διαθεσιμότητας των υλικών. Με αυτό τον τρόπο καθορίζονται οι ποσότητες που πρέπει να παραχθούν για κάθε τελικό προϊόν με χρονικό ορίζοντα τριών μηνών, έτσι ώστε να ικανοποιηθεί η πρόβλεψη πωλήσεων. Στη συνέχεια ο υπεύθυνος παραγωγής θα περάσει στον προγραμματισμό σε μεσοπρόθεσμο επίπεδο διαμορφώνοντας τις ανάγκες παραγωγής σε περιόδους ανά εβδομάδα. Ας μη ξεχνάμε ότι η εβδομαδιαία περίοδος αποτελεί τη βασική περίοδο ενός μεσοπρόθεσμου εργαλείου προγραμματισμού παραγωγής και του οποίου η κύρια είσοδος δεδομένων θα είναι από το MPS. Μπορεί να γίνει εύκολα αντιληπτό πως για τον έγκαιρο



υπολογισμό του βασικού πλάνου παραγωγής απαιτείται η άριστη συνεργασία του τμήματος πωλήσεων της εταιρείας με το τμήμα προγραμματισμού παραγωγής, ώστε να μην παρατηρούνται σημαντικές καθυστερήσεις στη διαμόρφωση του πλάνου παραγωγής.

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας κατάστρωσης του οριστικού τριμηνιαίου προγράμματος παραδόσεων τελικών προϊόντων στην αποθήκη ακολουθεί η διαδικασία εκτέλεσης του προγραμματισμού απαιτήσεων υλικών (Material Requirement Planning – MRP). Ο υπεύθυνος προγραμματισμού παραγωγής εισάγει στο πληροφοριακό σύστημα τις ποσότητες ανά κωδικό είδους που προβλέπεται ότι θα παραδοθούν στην αποθήκη ετοιμών και στη συνέχεια εκτελεί το πρόγραμμα. Τα αποτελέσματα του προγράμματος MRP είναι οι απαιτούμενες ποσότητες εξαρτημάτων, α" υλών, και ειδών φασόν ανά κωδικό είδους που πρέπει να παραχθούν και προμηθευτούν αντίστοιχα. Οι ποσότητες υπολογίζονται για χρονικό ορίζοντα τριμήνου με εβδομαδιαία περίοδο προγραμματισμού παραγωγής. Ο υπεύθυνος προγραμματισμού παραγωγής καλείται καταρχήν να εισάγει το βασικό πλάνο παραγωγής (MPS) από το αρχείο MS Excel στο οποίο δημιουργήθηκε, στην εφαρμογή MRP που έχει αναπτυχθεί σε περιβάλλον MS Access. Η διαδικασία προσάρτησης πραγματοποιείται με το πάτημα του αντίστοιχου πλήκτρου από την κεντρική οθόνη (μενού) της εφαρμογής MRP. Πρόκειται για μία αυτοματοποιημένη διαδικασία, κατά την οποία εισάγεται στη φόρμα που εικονίζεται ακολούθως, το αρχείο και η διεύθυνσή του (path), στο οποίο είναι αποθηκευμένο το βασικό πλάνο παραγωγής (MPS). Κατά τη διαδικασία εισαγωγής του MPS, η εφαρμογή ελέγχει αν κάποιο είδος που είναι καταχωρημένο στο βασικό πλάνο παραγωγής, δεν υπάρχει στο αρχείο ειδών. Αν βρεθούν τέτοιοι κωδικοί ειδών, θα εμφανιστεί στην οθόνη μία αναφορά με λίστα αυτών των κωδικών και η διαδικασία εισαγωγής του MPS στην εφαρμογή MRP θα τερματιστεί.

ΚΩΔΙΚΟΣ	Όνομα	stock	WarehouseCode	stock	Sum of ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ	Τομή	ΚΩΔΙΚΟΣ	Τομή	ΚΩΔΙΚΟΣ	Τομή	ΚΩΔΙΚΟΣ	Τομή	ΚΩΔΙΚΟΣ	Τομή	ΚΩΔΙΚΟΣ	Τομή	ΚΩΔΙΚΟΣ	Τομή
11009G	ΚΑΤΕΛΙΑ #9	11.312	TM	24130	Total	11054KE	500	1160	6590	0									
11009R	ΚΑΤΕΛΙΑ #9	4.049	TM	850	16000KE	16000L	378	82.72	6591	158									
11054K	ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ	804	TM	8073	16000KE	16000KE	4000	8720	6595	734									
11054R	ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ	2.890	TM	969	16075KE	16075KE	13800	34410	6596	0									
14054K	ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ	152	TM	6391	16075KE	16039KE	1100	3234	6590	32									
14054R	ΚΑΤΕΛΙΑ #9	19.473	TM	180	16039KE	6110LE	900	4042	6520	52									
14009G	ΚΑΤΕΛΙΑ #9	3.288	TM	35997	16039KH1	6110ME	800	3599	7400	974									
14009R	ΚΑΤΕΛΙΑ #9	2.288	TM	1350	16090K	65100LE	100	1556	7920	200									
140100K	ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ	755	TM	539	6110LE	65141E	100	365	7931	0									
14040	ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ	901	TM	1485	6110ME	65142	100	365	7932	0									
14040R	ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ	38	TM	177	65100LE	65150LE	50	778	7936	0									
14040K	ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ	797	TM	1336	65141E	6594E	100	154	7938	0									
14040R	ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ	4.820	TM	15390	65142E	7610LE	4300	10899	9901	0									
14040KE	ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ	40	TM	226	6900LE	7610ME	4000	10440	9902	0									
14040KE	ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ	410	TM	0	6900ME	7610KE	200	484	11054	0									
14040R	ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ	729	TM	630	6910E	7610ZE	50	121	11060	0									
14071	ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ	1.195	TM	1845	7610LE	7710LE	3100	11485	14054	0									
14071R	ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ	42	TM	867	7610ME	7710ME	2750	10202.5	16060	0									
14071R	ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ	58	TM	130	7710LE	7710KE	200	742	16065	0									
14071R	ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ	281	TM	80	7710ME	7810LE	1000	2380	16075	0									
14071R	ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ	15.929	TM	7075	7810LE	7810ME	1000	2390	16080	6									
14071R	ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ	2.047	TM	4023	7810ME	7910LE	1000	3970	16083	0									
14071R	ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ	231	TM	483	7901E	7910ME	1000	3970	16096	0									

ΣΧΗΜΑ 14: Οθόνη από το υπολογιστικό φύλλο εισαγωγής των δεδομένων για το ύψος των πωλήσεων σε προηγούμενο μήνα ανά κωδικό



4.6 Παρουσίαση του εργαλείου για το Master Production Schedule

Όπως ήδη αναφέραμε παραπάνω, η πιο σημαντική διεργασία που πρέπει να γίνει στο επίπεδο Προγραμματισμού της Παραγωγής είναι η έκδοση του Master Production Schedule και η παρούσα έρευνα θα το παρουσιάσει σε βάθος. Η εταιρεία για το σκοπό αυτό χρησιμοποιεί ένα υπολογιστικό φύλλο σε Microsoft Excel.

Σε πρώτο στάδιο, ο Υπεύθυνος Προγραμματισμού Παραγωγής θα κάνει την εισαγωγή των στοιχείων πρόβλεψης για τους επόμενους μήνες ανά κωδικό έτοιμων προϊόντων που παράγονται στα πλαίσια λειτουργίας του εργοστασίου της Domus. Αυτό γίνεται στην καρτέλα **ΕΙΣΑΓΩΓΗ_ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ** του υπολογιστικού φύλλου και είναι μια χειρωνακτική διαδικασία, με την έννοια πως θα πρέπει να πληκτρολογηθούν από τον χειριστή οι προβλέψεις των πωλήσεων στα κατάλληλα κελιά του φύλλου. Πέρα από την μηνιαία πρόβλεψη για κάθε κωδικό υπάρχει ακόμα μια σειρά παραμέτρων που θα πρέπει να μπουνε από τον Υπεύθυνο Προγραμματισμού Παραγωγής. Αυτά είναι ο Κωδικός του κάθε προϊόντος, η αξία, το απόθεμα στην αρχή της κάθε περιόδου και το απόθεμα ασφαλείας – εφόσον η εταιρεία αποφασίσει να διατηρεί τέτοιο απόθεμα. Η πρόβλεψη παραγωγής, όπως αναλύθηκε παραπάνω, επηρεάζεται από τις πωλήσεις, αλλά όχι σε απόλυτο βαθμό. Η πρόβλεψη των πωλήσεων αναθεωρείται και εγκρίνεται κάθε τρίμηνο και υπάρχει ένας νέος επανυπολογισμός για τις πωλήσεις κάθε μήνα που λαμβάνει ανάδραση από τις πωλήσεις του ακριβώς προηγούμενου μήνα, όμως η φύση των προϊόντων και οι πολλές φάσεις επεξεργασίας καθιστούν αδύνατη την λειτουργία του εργοστασίου αποκλειστικά βάσει της ζήτησης, και λειτουργεί έτσι κατά κύριο λόγο με μια λογική αποθεματοποίησης (assembly to stock). Σε ξεχωριστή καρτέλα κρατείται αρχείο για τις προβλέψεις πωλήσεων για κάποιους κωδικούς έτοιμων προϊόντων/συναρμολογημάτων που είναι σημαντικοί για τη συμπλήρωση της πρόβλεψης παραγωγής. Και εδώ ο χειριστής του προγράμματος θα πρέπει να παρέμβει και να συμπληρώσει τα στοιχεία της πρόβλεψης για τους κωδικούς αυτούς.



Κωδικός	P	Q	R	S	T	U
90130T	0	0	0	0	0	0
90430T	0	0	0	0	0	0
91130K	135	148	72	85	91	0
91130K	340	310	291	238	249	0
91130K	1070K	13.910	13.549	9.671	11.430	12.303
91130K	1008K	9.290	9.014	5.928	7.006	7.544
91130K	1009K	625	429	336	398	495
91130T	2.770	2.616	1.833	2.285	2.461	0
91130T	12.430	12.390	8.967	10.621	11.438	0
91430K	812	591	261	426	459	0
91430T	3.330	3.210	1.891	2.235	2.474	0

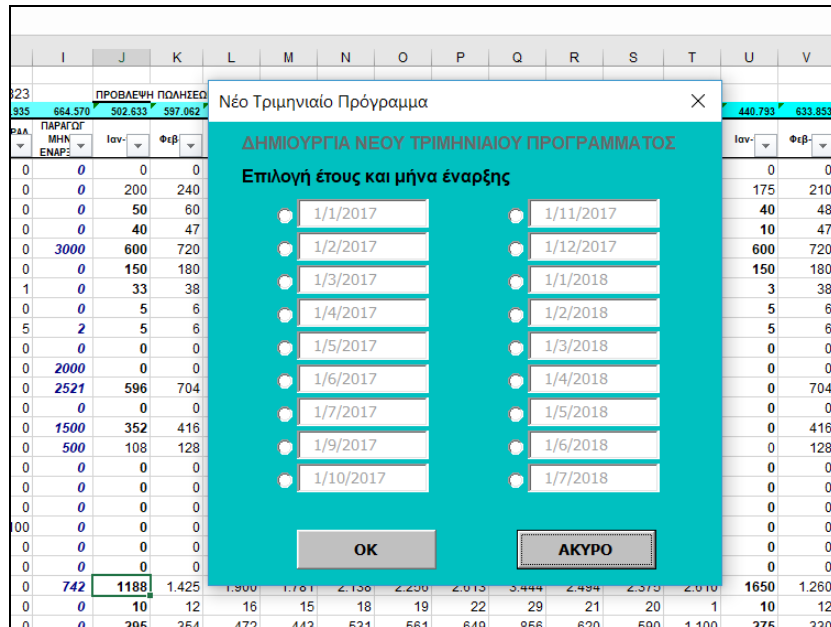
ΣΧΗΜΑ 15: Πρόβλεψη των πωλήσεων για κάποιους κωδικούς έτοιμων προϊόντων της Domus.

Τελικά η εισαγωγή των στοιχείων και των παραμέτρων γίνεται στο πρώτο βήμα της έκδοσης του MPS στην παρακάτω οθόνη, στην καρτέλα Εισαγωγής Στοιχείων.

Κωδικός	Περιγραφή	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	110%	120%	130%	140%	150%	160%	170%	180%	190%	200%										
6420M	Πλακάκι πορσελ M	2,25	50	230	0	0	23	27	105	34	41	43	49	63	47	45	45	20	27	36	34	41	43	49	63	47	45	41	200	100	
6421L	Πλακάκι πορσελ L	1,95	50	277	0	0	20	24	105	30	36	38	44	58	42	40	50	20	24	32	30	36	38	44	58	42	40	36	200	100	
6422M	Πλακάκι πορσελ M	1,98	50	143	0	0	3	3	105	4	5	5	5	7	5	5	5	2	3	4	4	4	5	5	5	7	5	5	5	80	100

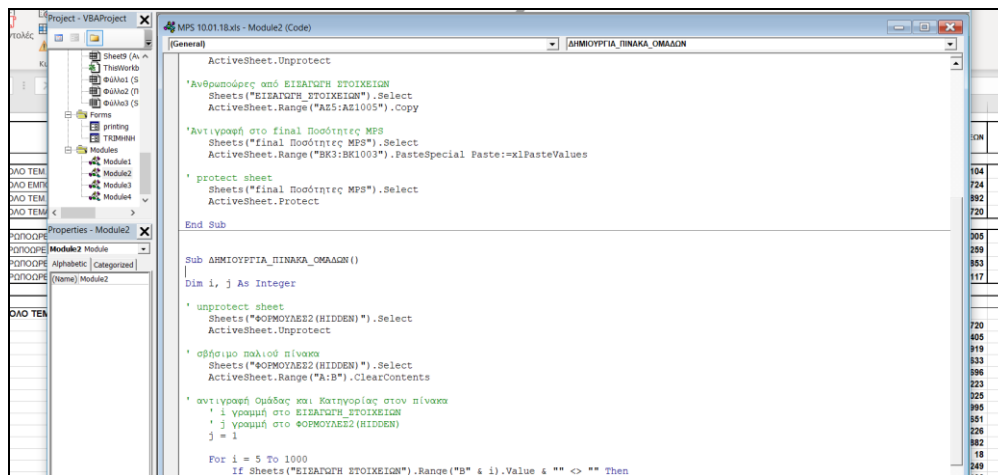
ΣΧΗΜΑ 16: Οθόνη εισαγωγής πρόβλεψης των πωλήσεων ανά κωδικό προϊόντος και μήνα

Μετά από την εισαγωγή των στοιχείων ο Υπεύθυνος Προγραμματισμού Παραγωγής θα πρέπει να δώσει εντολή να δημιουργηθεί το Master Production Schedule. Αυτό γίνεται για οριζόντια τριμήνου και ο χειριστής του προγράμματος μπορεί να επιλέξει την ημερομηνία έναρξης της πρόβλεψης μέσα από το μενού που εμφανίζει το Υπολογιστικό Φύλλο.



ΣΧΗΜΑ 17: Οθόνη επιλογής Ημερομηνίας Έναρξης MPS

Μετά από την επιβεβαίωση της ημερομηνίας έναρξης έχουν γραφτεί μια σειρά από μακροεντολές που τρέχουν και υπολογίζουν τις τελικές ποσότητες που χρειάζονται για κάθε κωδικό τελικού προϊόντος. Οι μακροεντολές έχουν γραφτεί με τη βοήθεια προγραμματιστή σε γλώσσα **Visual Basic (VBA)**.



Παράγονται μια σειρά από καρτέλες, οι οποίες παρουσιάζουν την επιθυμητή διάσταση της πληροφορίας για το πρόγραμμα παραγωγής. Η διευκόλυνση που παρέχει η μακροεντολή δεν είναι τόσο η επίλυση κάποιου δύσκολου ή χρονοβόρου αριθμητικού προβλήματος, όσο ο συμψηφισμός που επιτελεί για όλα τα προϊόντα, συνυπολογίζοντας τυχόν αποθέματα που υπάρχουν ήδη, απόθεμα ασφαλείας και νέα ζήτηση – η οποία θα μετατραπεί σε εντολές παραγωγής μετά το τρέξιμο του MRP – για κάθε μήνα.



Το απόθεμα ασφαλείας καταγράφεται από το σύστημα στην καρτέλα final Ποσότητες MPS και παρουσιάζεται δίπλα από τις εντολές παραγωγής. Σε αυτή την όψη του «αποτελέσματος» εμφανίζεται ο κωδικός του είδους, η περιγραφή του και το απόθεμα ασφαλείας για κάθε μήνα (σε γκρι φόντο). Ο Υπεύθυνος Προγραμματισμού Παραγωγής έχει ορίσει στην καρτέλα εισαγωγής στοιχείων το ύψος του αποθέματος ασφαλείας ανά κωδικό.

ΣΧΗΜΑ 19: Οθόνη μετά το MPS με το ύψος του αποθέματος ασφαλείας ανά μήνα και κωδικό

Οι τελικές ποσότητες του MPS, δηλαδή αυτές που θα γίνουν η είσοδος για το MRP, προκύπτουν στην καρτέλα ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ MPS. Εκεί έχουμε την πιο αναλυτική διάσπαση του MPS, όπου βλέπουμε σε ξεχωριστές στήλες τις προβλέψεις πώλησης, την Παραγωγή του Μήνα Έναρξης, το Σύνολο της Παραγωγής και το Απόθεμα Τέλους, ανά μήνα και κωδικό.

ΣΧΗΜΑ 20: Οθόνη μετά το MPS με το ύψος του αποθέματος ασφαλείας ανά μήνα και κωδικό

Μια ακόμα σημαντική παράμετρος είναι η αξία των προϊόντων που θα παραχθούν. Με μια λογική αποθεματοποίηση είναι πολύ σημαντικό ο Υπεύθυνος Προγραμματισμού Παραγωγής να μπορεί να οπτικοποιήσει και να



αξιολογήσει την αξία των προϊόντων, έτσι ώστε να αποφασίζει ποια προηγούνται σύμφωνα με τις προτεραιότητες της εταιρείας αλλά και να βλέπει το ύψος του δεσμευμένου κεφαλαίου σε απόθεμα. Με την κατάλληλη μακροεντολή που υπάρχει στο φύλλο σε μια νέα καρτέλα παρουσιάζεται συνολικά τόσο το ύψος της παραγωγής, όσο και η αξία των προϊόντων/κωδικών σε χιλιάδες ευρώ.

ΣΧΗΜΑ 21: Οθόνη μετά το MPS με το ύψος του αποθέματος ασφαλείας ανά μήνα και κωδικό

Τέλος, μια ακόμα σημαντική παράμετρος που λαμβάνεται υπόψιν στο επίπεδο του MPS είναι η φόρτιση των Κέντρων Εργασίας. Προφανώς το εργοστάσιο έχει πεπερασμένο αριθμό εργαζομένων και επομένως δυναμικότητα. Μια πρόβλεψη που απαιτεί μεγάλη ποσότητα προϊόντων ίσως να μην μπορεί να παραχθεί εντός του χρονικού πλαισίου που απαιτείται. Αυτό αποτελεί έναν από τους πιο ισχυρούς περιορισμούς για το εργοστάσιο της Domus.

Για το λόγο αυτό, έχει δημιουργηθεί με τη βοήθεια μακροεντολών μια νέα καρτέλα, στην οποία υπολογίζονται οι Ανθρωπόωρες που χρειάζονται ανά κωδικό καθώς και το σύνολο των Τεμαχίων που θα πρέπει να παραχθούν σε επίπεδο Ομάδων. Το φύλλο συμψηφίζει τη ζήτηση για προϊόντα που ανήκουν στην ίδια ομάδα, δηλαδή αποτελούν προϊόντα που είναι παρόμοια αλλά έχουν διαφορετικό κωδικό προϊόντος.



5. Αξιολόγηση Συστήματος Προγραμματισμού Παραγωγής

Η έρευνα και παρουσίαση του συστήματος MPS που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο αυτής της εργασίας κάλυψε ένα μεγάλο πεδίο στους τομείς των πληροφοριακών συστημάτων και της οργάνωσης παραγωγής στο συγκεκριμένο case study. Η εξέλιξη και εγκατάσταση του custom εργαλείου που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της οργάνωσης παραγωγής της εταιρείας επιχειρήθηκε να καταγραφεί όσο το δυνατόν πληρέστερα στα παραπάνω κεφάλαια. Κλείνοντας, προκύπτει μια σειρά από ερωτήματα σχετικά με την δυνατότητα που προσφέρει αυτό το εργαλείο και γίνεται αφορμή για κριτική σκέψη πάνω σε εναλλακτικούς τρόπους υλοποίησης του μακροπρόθεσμου και μεσοπρόθεσμου προγραμματισμού παραγωγής για την εταιρεία.

5.1 Κριτική θεώρηση της παραγωγικής διαδικασίας της εταιρείας

Η υλοποίηση του Προγραμματισμού Παραγωγής, όπως είδαμε γίνεται σε ένα υπολογιστικό φύλλο σε συνεργασία με μια σχεσιακή βάση δεδομένων και με ένα ERP σύστημα που καλύπτει το κύκλωμα προμήθειας και παραγωγής εξωτερικά της επιχείρησης (παραλαβές, φασόν). Επιβάλλεται να γίνει μια προσπάθεια για τη μείωση των εμπλεκόμενων συστημάτων, καθώς η ως τώρα μέθοδος διατηρεί ως βάση το υπολογιστικό φύλλο του MPS, που χρειάζεται πολύ χειροκίνητη εισαγωγή δεδομένων (data input). Η εισαγωγή ενός μεγάλου συνόλου στοιχείων για ένα μεγάλο πλήθος κωδικών ελλοχεύει κινδύνους που εμπλέκουν τον ανθρώπινο παράγοντα. Ιδιαίτερα στην συμπλήρωση της πρόβλεψης ζήτησης για κάθε κωδικό και τον έλεγχο της δυναμικότητας των κέντρων εργασίας, η δημιουργία δεδομένων και ο έλεγχος προϋποθέτουν πως ο χειριστής είναι πεπειραμένος χρήστης και κατανοεί σε βάθος τον τρόπο με τον οποίο είναι οργανωμένη σε κέντρα εργασίας η εταιρεία. Ακόμα και έτσι όμως το τελικό αποτέλεσμα που δίνει το MPS και περνάει στο MRP κάνει την υπόθεση πως η δυναμικότητα των παραγωγικών πόρων είναι απεριόριστη (infinite capacity). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη χρήση σταθερών χρόνων υστέρησης που είναι ανεξάρτητοι από το μέγεθος των παραγγελιών, το βαθμό προτεραιότητας τους, την κατάσταση των κέντρων εργασίας και το φόρτο εργασίας τους στη συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Ακόμα η πληροφορία που δίνει το MPS για τη φόρτιση περιορίζεται στην αντιστοίχιση ομάδων προϊόντων με κέντρα εργασίας του εργοστασίου. Δεν υπάρχει η απαιτούμενη ευελιξία για λεπτομερή προγραμματισμό, εφόσον ως ελάχιστη παραγωγική δύναμη λαμβάνεται η



ομάδα προϊόντων. Εφόσον οι εντολές παραγωγής δε μπορούν να σπάσουν σε επίπεδο κωδικού προϊόντος ή σε παρτίδες (batch) συγκεκριμένου κωδικού, το αποτέλεσμα είναι να αλλάζει περίοδο παραγωγής όλη η ποσότητα για την ανακούφιση του κέντρου εργασίας. Τέλος, ο προγραμματισμός απαιτήσεων δυναμικότητας (Capacity Requirements Planning – CRP) δεν εκτελείται παράλληλα με τον προγραμματισμό απαιτήσεων υλικών (Material Requirements Planning – MRP) και δεν αποσκοπεί στην έκδοση, ενός εφικτού από άποψη παραγωγικών πόρων, μεσοπρόθεσμου πλάνου παραγωγής. Ελέγχει απλώς εάν η διαθέσιμη δυναμικότητα επαρκεί για την υποστήριξη των, προτεινόμενων από το MRP, εντολών παραγωγής. Πολλές φορές αυτό παρουσιάζει προβλήματα, τα οποία ωθούν τον υπεύθυνο προγραμματισμού παραγωγής να προβεί και πάλι σε χειροκίνητες αλλαγές, αφού πρώτα έχει ανατρέξει σε αναφορές από τη διαχείριση των εντολών. Σημαντικό είναι να τονίσουμε πως τα διάφορα συστήματα που εμπλέκονται λειτουργούν αυτόνομα, οπότε ο έλεγχος της φόρτισης των κέντρων θα πρέπει να γίνει παραπάνω από μία φορά για τα διαφορετικά επίπεδα προγραμματισμού. Δεν κρίνεται, επομένως, ως ικανοποιητική λύση ακόμα η απουσία ενιαίου συστήματος για όλα τα προγράμματα - από τον Μακροπρόθεσμο μέχρι τον Λεπτομερή Καθημερινό Προγραμματισμό. Το Excel του MPS μπορεί να λογιστεί ως μια λύση που δείχνει μια κατεύθυνση ως προς τις ποσότητες που θα πρέπει να παράγει το εργοστάσιο ως το τέλος του μήνα. Η εμπλοκή διαφόρων παραμέτρων και η επιβολή των περιορισμών των κέντρων εργασίας τελικά θα τροποποιήσει - πολλές φορές σε μεγάλο βαθμό - τον προγραμματισμό παραγωγής όταν φτάσει να εκτελεστεί το MRP και αργότερα ο λεπτομερής προγραμματισμός. Τα λογισμικά υποστήριξης λήψης αποφάσεων, όπως είναι τα συστήματα προγραμματισμού παραγωγής, είναι απαραίτητο να αποσκοπούν στη διευκόλυνση των ανθρώπων που λαμβάνουν αποφάσεις σχετικά με την παραγωγική διαδικασία, προσφέροντας ένα εύχρηστο περιβάλλον λειτουργίας και όχι στην αντικατάστασή τους υποσχόμενα βέλτιστες λύσεις και πρακτικές. Το σύστημα που χρησιμοποιείται στη DOMUS κάνει τη προσπάθεια να είναι χρηστοκεντρικό. Παρέχει στον υπεύθυνο προγραμματισμού τις απαραίτητες πληροφορίες και δυνατότητες, ώστε να καταστρώσει το πλέον κατάλληλο πλάνο παραγωγής, χωρίς παράλληλα να αφήνει στο περιθώριο την κρίση και την εμπειρία που ο τελευταίος διαθέτει.



5.2 Προτάσεις Βελτίωσης

Η ανάπτυξη των πληροφοριακών συστημάτων και η αξιόπιστη παράθεση αποτελεσμάτων με σεβασμό σε όλους τους φυσικούς περιορισμούς και η ελαχιστοποίηση των παρεμβάσεων του χρήστη στα αποτελέσματα κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική. Ένα σημαντικό, λοιπόν, πεδίο μελλοντικής εφαρμοσμένης έρευνας είναι η ταυτόχρονη, σε αντιδιαστολή με την τρέχουσα σταδιακή, εκτέλεση του προγραμματισμού απαιτήσεων υλικών και δυναμικότητας των κέντρων εργασίας (MRP – MPS – Job Shop Scheduling). Με αυτό τον τρόπο θα ελαττωθεί σημαντικά, και σταδιακά καταργηθεί, η διαδικασία ελέγχου και επαναπροσδιορισμού του μεσοπρόθεσμου πλάνου παραγωγής, μία εργασία που είναι υπολογιστικά επίπονη και καταναλώνει σημαντικό χρόνο.

Στο μέλλον κρίνεται ακόμα σημαντική η περαιτέρω αξιολόγηση του προτεινόμενου συστήματος προγραμματισμού παραγωγής, μέσα από πιλοτικές εφαρμογές σε συστήματα παραγωγής που ανήκουν σε διαφορετικούς βιομηχανικούς κλάδους. Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί ένας μεγάλος αριθμός θεωρητικών μοντέλων γύρω από τον προγραμματισμό και έλεγχο των παραγωγικών συστημάτων. Παρόλο που παρουσιάζουν σημαντική θεωρητικά αξία, τα περισσότερα από αυτά αδυνατούν να ανταποκριθούν πλήρως στα πραγματικά προβλήματα της παραγωγής, πόσο μάλλον σε ένα περιβάλλον τόσο δυναμικό όσο αυτό της παρούσας εργασίας.

Τα περιθώρια για βελτίωση διαφαίνονται σίγουρα και στο επίπεδο του data input. Η ανακούφιση των υπερφορτισμένων κέντρων εργασίας μπορεί να πραγματοποιηθεί με την ανάπτυξη ενός αλγορίθμου που θα επιλέγει βάσει διαφόρων παραμέτρων τη μεταφορά των εντολών παραγωγής, είτε σε άλλες περιόδους προγραμματισμού, είτε σε εναλλακτικές μηχανές. Οι ίδιοι αλγόριθμοι θα μπορούν ακόμα να ελαχιστοποιούν τους νεκρούς χρόνους παραγωγής λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς προτεραιότητας με βάση τους πίνακες υλικών (BOM). Για την επιλογή των αλγορίθμων αυτών απαιτείται να γίνει εκτενής βιβλιογραφική έρευνα, ενώ η ενσωμάτωσή τους δυνητικά προϋποθέτει μικρές αναπροσαρμογές στο τρόπο εισαγωγής δεδομένων και λειτουργίας του Υπολογιστικού Φύλλου, το οποίο μπορεί να παραμείνει το βασικό εργαλείο για τον Προγραμματισμό της Παραγωγής εάν δεν επιλεγεί η λύση του ολοκληρωμένου ERP. Ταυτόχρονα θα πρέπει να γίνει προσπάθεια για να ελαχιστοποιηθεί, όσο γίνεται, η χειροκίνητη εισαγωγή αριθμητικών δεδομένων. Η εμπλοκή του ανθρώπινου παράγοντα στην αντιγραφή στοιχείων κάνει το σύστημα λιγότερο ευέλικτο και δε μπορεί σε πραγματικό χρόνο να βοηθήσει τον Υπεύθυνο Προγραμματισμού Παραγωγής για την λήψη επιχειρησιακών αποφάσεων. Η δημιουργία ενός κατάλληλου προγράμματος για συγχώνευση της πρόβλεψης πωλήσεων από το ERP με το Υπολογιστικό Φύλλο θα μπορούσε



να φέρει νέες δυνατότητες και να γίνει πιο αποτελεσματική ανάθεση των εντολών παραγωγής στα κέντρα εργασίας. Η απασχόληση του Υπεύθυνου Προγραμματισμού στην εταιρεία θα μπορούσε να αφορά περισσότερο χρόνο την ανάλυση ευαισθησίας σε περιορισμούς δυναμικότητας και τη διαχείριση διαφόρων σεναρίων κατανομής της φόρτισης στα κέντρα, και όχι απλά την εισαγωγή και την αντιπαραβολή των δεδομένων με αυτά των άλλων συστημάτων.

Ακόμη και εάν όλα τα παραπάνω δεν κρίνονται αρκετά ικανοποιητικά για μια σύγχρονη πολυεπίπεδη βιομηχανική επιχείρηση, οι έτοιμες λύσεις ERP που καλύπτουν όλο το κύκλωμα (Αγορά - Φασόν - Διακινήσεις - Παραγωγή - Κοστολόγηση - Ανθρώπινο Δυναμικό) έχουν κατακτήσει μεγάλο κομμάτι της πίτας στον επιχειρηματικό κόσμο. Το κόστος για την εγκατάσταση, συντήρηση και εκπαίδευση των εργαζομένων στη χρήση του ERP δεν είναι απαγορευτικό όπως ήταν παλαιότερα.

Σίγουρα η Domus θα έπρεπε να προβεί σε μια ανάλυση κόστους ευκαιρίας και να ζυγίσει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που έχει ο μέχρι τώρα τρόπος λειτουργίας της συγκριτικά με την εγκατάσταση ενός ολοκληρωμένου ERP. Η εταιρεία ανήκει στην μεσαία τάξη της ελληνικής επιχειρηματικότητας ως προς το μέγεθος και τους τζίρους που πραγματοποιεί, επομένως επιβάλλεται να κοιτάξει μπροστά και να προσπαθήσει να συμβαδίσει με τις νέες τεχνολογίες που παρουσιάζονται στον ορίζοντα της τεχνολογίας. Ούτως ή άλλως τα συστήματα που χρησιμοποιούνται σήμερα φτιάχτηκαν αρχικά σε πλατφόρμες που υπάρχουν σε όλους τους κοινούς οικιακούς υπολογιστές (Excel – Access) ως προσωρινές λύσεις, μέχρι τη δημιουργία ή την αγορά ενός πιο συμπαγούς και εξειδικευμένου στον Προγραμματισμό Παραγωγής συστήματος. Η μέχρι τώρα πορεία έχει δείξει πως με εξειδικευμένο προσωπικό που γνωρίζει τον τρόπο λειτουργίας των custom συστημάτων μπορεί να ανταπεξέλθει, χωρίς ωστόσο να μπορεί στο άμεσο μέλλον χωρίς ριζικές αλλαγές να ανέβει επίπεδο στον προγραμματισμό παραγωγής και να εκμεταλλευτεί πλήρως τις εγκαταστάσεις και το ανθρώπινο δυναμικό της.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Δημητριάδης Σ. , Μιχιώτης Α.,2007, «Διοίκηση Παραγωγικών Συστημάτων», Εκδόσεις Κριτική
2. Σκιττίδης Φ. , «Οργάνωση και διοίκηση παραγωγής», Εκδόσεις Σύγχρονη Εκδοτική 2000, σελ. 20-82, 121-147
3. Τατσιόπουλος Η.Π. , Χατζηγιαννάκης Δ ,2008 . *Επιχειρησιακή Οργάνωση με τη Βοήθεια των Πληροφοριακών Συστημάτων SAP* . Παπασωτηρίου Α.Ε , Αθήνα
4. Abdul-Nour G., Lambert S. and Drolet J.R., 1998. “Adaptation of JIT philosophy and Kanban technique to a small-sized manufacturing firm: a project management approach”, *Computers and Industrial Engineering*, vol. 35, no. 3, pp. 419–422, 1998
5. Benton W.C. , Shin H., 1998, «Manufacturing planning and control:The evolution of MRP and JIT integration», *European Journal Of Operational Research*, Vol. 110, pp. 411-440
6. Buxey Geoff,1989, «Production scheduling: Practice and Theory», Elsevier European Journal of Operational Research, Vol.39
7. Chase R.B. , Aquilano N.J., Jacobs R.F. , 2001, *Production and Operation Management*, McGraw-Hill Irwin, pp 352-380
8. Chen Y.C. and Lee C.E. ,2001 “A bottleneck-based group scheduling procedure for job-shop cells”, *Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers*, Vol. 18, No. 5, pp. 1-12
9. Christensen W.J., Germain R. , Birou L.. Build-to-order and just-in-time as predictors of applied supply chain knowledge and market performance, *Journal of Operations Management*, vol. 23, pp. 470–481, 2005
10. Chryssolouris G. , 2006, «Manufacturing systems: Theory and practise», Second Edition, Springer-Verlag, New York
11. Daniel E. O’ Leiry, 2000, “Enterprise resource planning systems: systems, life cycle, electronic commerce, and risk”, *Cambridge University Press*



12. Freitas A.A. , 2003, « A Survey of Evolutionary Algorithms for Data Mining and Knowledge Discovery. » In: Ghosh A. , Tsutsui S. (eds) *Advances in Evolutionary Computing*. Natural Computing Series. Springer, Berlin, Heidelberg
13. Gaurav Akrani, 2012, «Types of production system»
14. Hitomi, K. , 1996. *Manufacturing Systems Engineering*. London: Routledge, <https://doi.org/10.1201/9780203748145>
15. Kurbel Karl E. , 2012, «Enterprise Resource Planning and Supply Chain Management», Faculty of Business Administration and Economics European University Viadrina Frankfurt (Oder) Germany, Springer Verlag, New York
16. Massachusetts Institute of Technology, «Manufacturing Planning and Control», 2012
17. Sum C.C., and Hill A.V. , “A New Framework for Manufacturing Planning and Control Systems”, *Decision sciences*, vol. 24, no. 4, pp. 739-760, 1993
18. Suresh N.C. , 2005, “Optimizing intermittent production systems through group technology and an MRP system”, *Production and inventory management journal*, vol. 20, no. 4, pp. 76-84
19. Tatsiopoulos A. , Papadopoulos G. , Gayalis S. , Raptis A. , 2016, Matching Demand to Production using Period Batch Control Method: A Case Study, p 4
20. Umble E.J. , Haft R.R, Umble M.M. , 2003, «Enterprise resource planning: Implementation procedures and critical success factors», *European Journal of Operational Research*, Vol. 146, pp. 241-257

