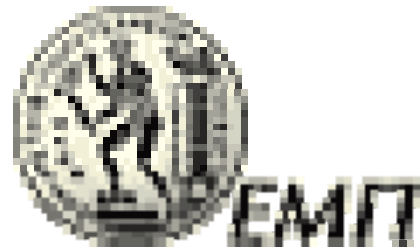




**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΕΙΡΑΙΩΣ**



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ “ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ
ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ”
ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: LOGISTICS**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Κ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΕΜΙΡΗΣ

ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Εφαρμογή Διαγράμματος Αιτίου – Αποτελέσματος
(Fishbone Diagram) σε Φαρμακευτική Βιομηχανία**

ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΑΣΗΜΙΔΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ/ ΜΠΛ 0925

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2012

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ

Εισαγωγή	- 1 -
1. Βιβλιογραφία	5
1.1 Ορισμοί Δυναμικότητας	5
1.2 Βασικοί τύποι συστημάτων παραγωγής	7
1.3 Στρατηγικές Παραγωγής.....	11
1.4 Επίπεδα σχεδιασμού και λήψης αποφάσεων.....	13
1.5 Σύγχρονα Συστήματα σχεδιασμού και ελέγχου Προγραμματισμού Παραγωγής	16
1.6 Στρατηγικές Δυναμικότητας	28
2. Διάγραμμα αιτίου-αποτελέσματος (Cause and Effect) ως εργαλείο Διοίκησης Ολικής Ποιότητας σε επιχειρήσεις	37
2.1 Καταγραφή προβλήματος (problem) και στόχου (objective)	37
2.2 Κρίσιμα για την δημιουργία δένδρου (Critical to Trees – CTs)	37
2.3 Κόστος λόγω ανεπαρκούς ποιότητας (Cost of Poor Quality)	39
2.4 Cause and Effect Diagram (or Fishbone Diagram).....	40
3. Παρουσίαση εταιρείας DEMO ABEE (DEMO S.A.)	44
3.1 Γενικά	44
3.2 Τύποι Προϊόντων	45
3.3 Στάδια Παραγωγικής Διαδικασίας	46
3.4 Προγραμματισμός Παραγωγής	47
4. Εφαρμογή διαγράμματος αιτίου-αποτελέσματος (Fishbone Diagram) – Προτάσεις Βελτίωσης & Ανάπτυξης	49
4.1 Περιγραφή κυκλώματος – Εντοπισμός προβλήματος	49
4.2 Δείκτης Βέλτιστης Παραγγελίας (Perfect Order).....	53
4.3 Εφαρμογή διαγράμματος αιτίου – αποτελέσματος (Fishbone Diagram).....	54
4.4 Προτάσεις Βελτιστοποίησης – Ανάπτυξης διαδικασιών	60
5. Συμπεράσματα - Συνεισφορά	68
Βιβλιογραφικές Αναφορές	70

Εισαγωγή

Σε ένα ολοένα αυξανόμενο ανταγωνιστικό περιβάλλον, το οποίο επιβαρύνεται ακόμα περισσότερο από την βαθύτατη οικονομική κρίση και την ύφεση, οι επιχειρηματικοί οργανισμοί καλούνται να βρουν μεθόδους, οι οποίες θα βελτιώσουν το ανταγωνιστικό τους προφίλ και θα συμβάλλουν στην αποδοτικότερη λειτουργία τους.

Η έρευνα που διενεργείται στην παρούσα Διπλωματική εργασία αποσκοπεί στο να εφαρμοστεί το διάγραμμα αιτίου – αποτελέσματος (Fishbone Diagram) στην φαρμακοβιομηχανία DEMO ABEE, ;ώστε να εντοπιστούν τα πιθανά αίτια που έχουν ως αποτέλεσμα την σοβαρή απόκλιση από το συμφωνηθέν leadtime των τριών μηνών, με τους πελάτες των εξαγωγών. Συνέπεια του παραπάνω φαινομένου είναι τα συνεχή παράπονα από τους πελάτες, λιγότερες παραγγελίες και φυσικά μειωμένες πωλήσεις και κέρδη.

Ταυτόχρονα, η εργασία αποτελεί οδηγό για την ορθή εφαρμογή της μεθόδου, αφού παρέχονται ολοκληρωμένες και σαφείς οδηγίες ανάπτυξης. Επίσης, δίνεται έμφαση στην πρόταση λύσεων για την βελτιστοποίηση του παραγωγικού κυκλώματος και των διαδικασιών που το απαρτίζουν.

Στην εργασία παρουσιάζεται η σταδιακή εφαρμογή των βημάτων του διαγράμματος αιτίου – αποτελέσματος (Fishbone Diagram) και έχει ο ρόλος έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- **Οργανωτικός:** καταστρώνονται τα βήματα και περιγράφονται οι διαδικασίες που θα ακολουθηθούν.
- **Αναλυτικός:** γίνεται προσαρμογή της αντίστοιχης θεωρίας στην πράξη – σχεδιασμός γραφημάτων
- **Συμβουλευτικός:** παράθεση προτάσεων βελτίωσης διαδικασιών

Ελπίδα του ερευνητή είναι ότι αυτό το πρότυπο θα χρησιμοποιηθεί πιο εκτεταμένα στο μέλλον, τόσο με την βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας, όσο και με την ικανοποίηση των πελατών, ώστε να επιφέρει σημαντικές αλλαγές

στην εταιρεία. Επίσης, θα μπορούσε να αποτελέσει θεωρητικό πλαίσιο εφαρμογής και σε άλλες περιπτώσεις παραγωγικών συστημάτων.

Η εργασία αναπτύσσεται σε πέντε (5) κεφάλαια. Έπειτα από την αρχική εισαγωγή, ακολουθεί το Κεφάλαιο 1 που περιλαμβάνει μια βιβλιογραφική ανασκόπηση για την δυναμικότητα ενός παραγωγικού συστήματος, τις στρατηγικές δυναμικότητας, τους τύπους συστημάτων παραγωγής κ.α.

Στο Κεφάλαιο 2 αναλύεται η μέθοδος του διαγράμματος αιτίου – αποτελέσματος (Fishbone Diagram) και γίνεται μία σύγκριση με την μέθοδο του διαγράμματος «δένδρου» (CT's). Στο Κεφάλαιο 3 παρατίθεται μια σύντομη περιγραφή της φαρμακοβιομηχανίας DEMO ABEE στην οποία θα γίνει η εφαρμογή της παραπάνω μεθόδου.

Στο Κεφάλαιο 4 παρουσιάζεται αναλυτικά το κύκλωμα της παραγωγικής διαδικασίας της εταιρείας, εφαρμόζεται η μέθοδος του διαγράμματος αιτίου – αποτελέσματος (Fishbone Diagram) και συγκεντρώνονται οι προτάσεις βελτιστοποίησης που κρίνεται σκόπιμο να ακολουθήσουν της εργασίας.

Στο Κεφάλαιο 5 που είναι και το τελευταίο, καταγράφονται τα βασικά συμπεράσματα και η συνεισφορά της Διπλωματικής εργασίας.

1.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ο σχεδιασμός της δυναμικότητας (capacity) ενός παραγωγικού συστήματος αποτελεί ένα από τα βασικά ζητούμενα του στρατηγικού σχεδιασμού μιας επιχείρησης.

Η δυναμικότητα ή παραγωγική ικανότητα (capacity) ορίζεται ως η οριακή ικανότητα ενός παραγωγικού συστήματος να παράγει προϊόντα ή υπηρεσίες σε μια χρονική περίοδο. Ο ορισμός αυτό ανάγει τη μέτρηση της δυναμικότητας στον καθορισμό της μέγιστης ποσότητας των τελικών προϊόντων ή υπηρεσιών που μπορεί ένα σύστημα να παράγει σε μια δεδομένη χρονική περίοδο. Εναλλακτικά, όταν δεν είναι δυνατό να γίνει χρήση μιας κοινής φυσικής μονάδας για τη μέτρηση της ποσότητας των τελικών προϊόντων του συστήματος, η δυναμικότητα μπορεί να οριστεί ως η μέγιστη ποσότητα του κρίσιμου πόρου που διαθέτει το σύστημα στη μονάδα του χρόνου.

1.1 Ορισμοί Δυναμικότητας (Capacity)

Στη Διοίκηση Παραγωγής όμως ο όρος δυναμικότητα έχει την εξής έννοια:

‘Το ποσό της εργασίας που ένας οργανισμός – σύστημα είναι ικανό να

$$\text{Capacity} = (\text{Number of machines and/or workers}) \times (\text{Number of shifts}) \times (\text{utilization}) \times (\text{efficiency})$$

$$\text{Utilization hours} = \text{Actual hours charged} / \text{Scheduled Available}$$

$$\text{Efficiency} = \text{Standard hours Earned} / \text{Actual hours Charged}$$

(Russell and Taylor, 2003)

ολοκληρώσει σε μια δεδομένη χρονική περίοδο. Σε απλή μορφή μπορεί να υπολογιστεί ως:

‘Efficiency = Πόσο καλά μια μηχανή ή ένας εργαζόμενος αποδίδει έναντι ενός τυποποιημένου επιπέδου απόδοσης.’ (Russell and Taylor, 2003)

‘Utilization = Το ποσοστό του διαθέσιμου χρόνου που χρησιμοποιήθηκε η μηχανή κατά την εργασία’. (Russell and Taylor, 2003)

Εναλλακτικά, η δυναμικότητα έχει ορισθεί ως: ‘Η εργασία που ένα σύστημα είναι ικανό να πραγματοποιήσει σε ένα χρονικό διάστημα’.

Η δυναμικότητα μπορεί να προσδιοριστεί σε διαφορετικά επίπεδα:

- a. Εγκατάσταση – εργοστάσιο
- b. Τμήμα
- c. Κέντρο εργασίας (Hill Joyce, 2006)

Σύμφωνα με το Supply Chain Resource Consortium (SCRC), μια κοινοπραξία μεταξύ βιομηχανίας και πανεπιστημίων, Capacity είναι η ικανότητα ενός εργαζομένου, μιας μηχανής, ενός κέντρου εργασίας, μίας ή πολλών εγκαταστάσεων, ή μιας οργάνωσης να παράγει μια ποσότητα παραγωγής σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Η δυναμικότητα και οι πληροφορίες που παίρνουμε από αυτή βοηθούν να αντιμετωπιστεί η αχρησιμοποίητη δυναμικότητα (Idle Capacity) καθώς και ζητήματα απόδοσης ενός παραγωγικού συστήματος που επηρεάζουν το εισόδημα και την παραγωγικότητα μιας επιχείρησης καθώς επίσης την εικόνα και τη φήμη της.

Το Association for Operations Management (APICS) ορίζει το Capacity ως:

- Η ικανότητα ενός συστήματος να εκτελέσει την αναμενόμενη λειτουργία του.
- Η ικανότητα ενός εργαζομένου, μιας μηχανής, ενός κέντρου εργασίας, εγκαταστάσεων, ή μιας οργάνωσης να παράγει συγκεκριμένα αποτελέσματα σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα.

Επίσης ορίζει σαν Capacity Utilization (χρησιμοποίηση δυναμικότητας) ένα μέτρο (που εκφράζεται συνήθως ως ποσοστό) για το πόσο εντατικά ένας πόρος χρησιμοποιείται προκειμένου να παράγει ένα αγαθό ή μια υπηρεσία. Η χρησιμοποίηση συγκρίνει τον απαιτούμενο πραγματικό χρόνο σε σχέση με το

διαθέσιμο χρόνο. Παραδοσιακά, η χρησιμοποίηση (Utilization) για ένα κέντρο εργασίας είναι η αναλογία του άμεσου χρόνου που χρεώνεται (χρόνος λειτουργίας συν χρόνος προετοιμασίας) στο διαθέσιμο πραγματικό χρόνο. Ορίζεται σαν ένα ποσοστό μεταξύ 0% και 100% που είναι ίσο με 100% μείον το ποσοστό του χρόνου που χάνεται λόγω μη διαθεσιμότητας της μηχανής, του εργαλείου, του εργαζομένου, κλπ.

Σύμφωνα με τον Frank De Leeuw (1962) , η δυναμικότητα χρησιμεύει ως ένας δείκτης των βραχυπρόθεσμων δαπανών. Συνδέει την έννοια της δυναμικότητας με βάση τις τιμές, την αποτελεσματικότητα και τα κέρδη. Επίσης, διατυπώνει την άποψη ότι: *‘το Capacity αναφέρεται στην ποσότητα παραγωγής ανά μονάδα χρόνου που μια εγκατάσταση ή εξοπλισμός μπορεί να παράγει. Οι λέξεις ‘μπορεί να παράγει’ αφήνουν χώρο για μια διαφορετική προσέγγιση του Capacity κάθε φορά’*. Στην ίδια εργασία αναφέρεται ότι ένα κέντρο εργασίας – σύστημα μπορεί να παράγει μια ποσότητα εάν εργάζεται είκοσι τέσσερις ώρες μια μέρα, επτά ημέρες την εβδομάδα χωρίς να το αφορά η οικονομία των υλικών και της εργασίας ενώ μια άλλη ποσότητα αν λειτουργεί οκτώ ώρες την ημέρα επί πέντε ημέρες την εβδομάδα με τον οικονομικότερο συνδυασμό υλικών και εργασίας. Τέλος ορίζει τη δυναμικότητα με βάση τρεις περιορισμούς:

- Αποθεματικό κεφάλαιο
- Εργατικό δυναμικό
- Διαθεσιμότητα υλικών – Πιστωτική ικανότητα

1.2 Βασικοί τύποι συστημάτων παραγωγής

Ένα σύστημα παραγωγής ορίζεται ως ο συνδυασμός ανθρώπων, μηχανών και εξοπλισμού τα οποία συνδέονται με μία κοινή ροή υλικού και πληροφορίας. Το οργανωμένο αυτό σύνολο, αναλώνοντας υλικούς και παραγωγικούς πόρους, παράγει προϊόντα υψηλότερης προστιθέμενης αξίας. Γενικά τα συστήματα παραγωγής μπορούν να διακριθούν σε τρεις (3) βασικές κατηγορίες, σε σχέση με το είδος των τελικών τους προϊόντων (Chryssolouris 2006). Αυτές είναι τα

συστήματα κατασκευής έργων, τα συστήματα διακριτής παραγωγής και τα συστήματα διεργασιών. Παρακάτω ακολουθεί μία σύντομη περιγραφή για την καθεμία από αυτές.

- **Συστήματα κατασκευής έργων (Project Shops)**

Τα συστήματα αυτά παράγουν ένα προϊόν μεγάλης αξίας, του οποίου η θέση καθόλη τη διάρκεια της επεξεργασίας του παραμένει σταθερή λόγω των διαστάσεων ή/και του βάρους του. Οι πρώτες ύλες και οι παραγωγικοί πόροι κινούνται γύρω από αυτό. Παραδείγματα τέτοιου τύπου συστημάτων παραγωγής συναντώνται στη βιομηχανία κατασκευής αεροσκαφών, στα ναυπηγεία κ.ο.κ.

- **Συστήματα διακριτής παραγωγής (Discrete Production Systems)**

Τα συστήματα διακριτής παραγωγής παράγουν προϊόντα σε μεγάλες ποσότητες που είναι πλήρως διακριτά μεταξύ τους, δηλαδή προϊόντα σε στέρεα κατάσταση με περιορισμένες διαστάσεις. Σε αυτή την κατηγορία προϊόντων ανήκει το μεγαλύτερο ποσοστό των αγαθών ευρείας κατανάλωσης. Δεν συμπεριλαμβάνονται όμως τα προϊόντα σε ρευστή κατάσταση και τα στέρεα σε μορφή σκόνης. Τα συστήματα διακριτής παραγωγής μπορούν να ταξινομηθούν περαιτέρω ανάλογα με τον αρχικό σχεδιασμό και τη δομή των τμημάτων επεξεργασίας τους. οι βασικοί τύποι των συστημάτων διακριτής παραγωγής είναι οι παρακάτω:

- **Σύστημα παραγωγής κατά παραγγελία (Job Shop)**

Τα συστήματα αυτά παράγουν συνήθως μεγάλη ποικιλία προϊόντων σε περιορισμένες ποσότητες και με προδιαγραφές προσαρμοσμένες στις ιδιαίτερες απαιτήσεις του πελάτη (product customization). Ο εξοπλισμός τους δεν είναι εξειδικευμένος αλλά ευέλικτος και κάθε παρτίδα ακολουθεί διαφορετική ακολουθία δρομολόγησης μέσα στο επίπεδο του εργοστασίου, σύμφωνα με τον τεχνολογικό προγραμματισμό παραγωγής του συγκεκριμένου προϊόντος. Οι μηχανές που έχουν ίδιες ή παρόμοιες δυνατότητες επεξεργασίας τοποθετούνται μαζί. Η διακίνηση των υλικών

ανάμεσα στα κέντρα κατεργασιών είναι μη αυτοματοποιημένη. Μέσα σε ένα κέντρο κατεργασίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας αριθμός εναλλακτικών μηχανών για την εκτέλεση μίας εργασίας. Η δυνατότητα αυτή προσδίδει ευελιξία στο συγκεκριμένο τύπο συστημάτων διακριτής παραγωγής.

➤ Σύστημα παραγωγής συνεχούς ροής (Flow Shop)

Ο τύπος αυτός παραγωγικών συστημάτων είναι κατάλληλος για την παραγωγή ενός περιορισμένου αριθμού τυποποιημένων προϊόντων σε μεγάλες ποσότητες που προορίζονται για την ευρεία κατανάλωση (mass production). Κάθε προϊόν ακολουθεί την ίδια ακολουθία δρομολόγησης, περνώντας από μία σειρά εξειδικευμένων μηχανών με τη μεσολάβηση κάποιου αυτοματοποιημένου συστήματος εσωτερικών μεταφορών, όπως είναι οι μεταφορικές ταινίες, τα ρομπότ και τα AGVs. Η ροή του κάθε κομματιού είναι συνεχής μέσα στο χώρο παραγωγής. Τα συστήματα αυτά έχουν πολύ μικρό βαθμό ευελιξίας. Η προετοιμασία των μηχανών για την παραγωγή ενός νέου εξαρτήματος ή προϊόντος διαρκεί συνήθως ώρες ή και ημέρες.

➤ Σύστημα παραγωγής τύπου κυψέλης (Cellular Shop)

Ο μηχανολογικός εξοπλισμός στα συστήματα αυτά ομαδοποιείται σε κυψέλες σύμφωνα με την ακολουθία των κατεργασιών που πρέπει να ακολουθηθεί για τις διάφορες οικογένειες προϊόντων. Οι τελευταίες ορίζονται ως ομάδες προϊόντων με κοινά βασικά χαρακτηριστικά. Η κάθε κυψέλη περιλαμβάνει παραγωγικούς πόρους κατάλληλους για την παραγωγή μίας συγκεκριμένης οικογένειας προϊόντων. Η ροή των υλικών εντός της κυψέλης συχνά διαφέρει για τα διάφορα προϊόντα της οικογένειας. Το εσωτερικό σύστημα διακίνησης υλικών μπορεί να είναι είτε αυτοματοποιημένο, όπως στα συστήματα συνεχούς ροής, είτε χειροκίνητο, όπως στα συστήματα κατά παραγγελία. Όταν η ακολουθία δρομολόγησης για την παραγωγή κάθε τελικού προϊόντος περιορίζεται εντός μίας και μόνο κυψέλης, τότε ο προγραμματισμός κάθε κυψέλης

μπορεί να θεωρηθεί ανεξάρτητος από των άλλων, κάτι που απλοποιεί ιδιαίτερα τη διαδικασία λήψης αποφάσεων χρονοπρογραμματισμού.

➤ Ευέλικτο σύστημα παραγωγής (Flexible Manufacturing System – FMS)

Ένα ευέλικτο σύστημα παραγωγής συνδυάζει τα χαρακτηριστικά ενός συστήματος παραγωγής κατά παραγγελία και ενός συστήματος τύπου κυψέλης. Παρέχει ευελιξία ως προς την ποικιλία και τις προδιαγραφές των τελικών προϊόντων του, καθώς και ως προς την αλληλουχία των διαδικασιών που είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν κατά την παραγωγή τους. Η ευελιξία αυτή είναι αποτέλεσμα του μεγάλου βαθμού αυτοματοποίησης του συστήματος. Η ροή των υλικών και των πληροφοριών μέσα στο σύστημα είναι ολοκληρωτικά αυτοματοποιημένη και δεν απαιτείται ανθρώπινη παρέμβαση.

Η επέκταση των δυνατοτήτων των ευέλικτων συστημάτων παραγωγής είναι δυνατή μέσα σε ένα περιβάλλον «λιτής» παραγωγής (lean production), εντός του οποίου γίνεται χρήση ενός μικρού αριθμού ευέλικτων και πλήρως αυτοματοποιημένων σταθμών επεξεργασίας για την παραγωγή μίας ευρείας γκάμας προϊόντων υψηλής ποιότητας, σε μεγάλες ποσότητες (Stevenson 1996). Σε σχέση με τα συστήματα μαζικής παραγωγής επιτυγχάνεται η παραγωγή ισοδύναμου όγκου προϊόντων με επίσης χαμηλό κόστος, χρησιμοποιώντας όμως λιγότερους αλλά πιο ευέλικτους πόρους.

• Συστήματα διεργασιών (Process Systems)

Σε αντίθεση με όλους τους άλλους τύπους συστημάτων παραγωγής που επεξεργάζονται διακριτά εξαρτήματα, τα συστήματα διεργασιών παράγουν υγρά, αέρια ή στέρεα προϊόντα υπό τη μορφή σκόνης. Όπως και στην περίπτωση των συστημάτων παραγωγής συνεχούς ροής, ο μηχανολογικός εξοπλισμός είναι διατεταγμένος σύμφωνα με την αλληλουχία των διεργασιών στο φασεολόγιο των προϊόντων. Τα συστήματα διεργασιών έχουν τη μικρότερη ευελιξία από όλους τους άλλους τύπους συστημάτων παραγωγής. Παραδείγματα αυτών των

παραγωγικών συστημάτων συναντώνται στις χημικές βιομηχανίες και στα διυλιστήρια πετρελαίου.

1.3 Στρατηγικές Παραγωγής

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

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

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

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

- Make to Order (MTO) παραγωγή. Η MTO παραγωγή είναι παρόμοια με την ETO με τη διαφορά ότι η κατασκευή δεν συμπεριλαμβάνεται στο χρόνο εξυπηρέτησης. Κλασικό παράδειγμα αποτελούν οι αυτοκινητοβιομηχανίες όπου μια κεντρική βιομηχανική μονάδα αναλαμβάνει την κατασκευή διαφόρων εξαρτημάτων με την μέθοδο του subcontracting σε τρίτους. Μια άλλη περίπτωση

αποτελεί μια βιομηχανία όπου τα πλάνα παραγωγής είναι έτοιμα αλλά η παραγωγή ξεκινάει μόλις φτάσει η παραγγελία του πελάτη επειδή το προϊόν είναι πολύ ακριβό. Τέτοια παραδείγματα είναι οι πυρηνικοί αντιδραστήρες και οι υπερυπολογιστές.

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

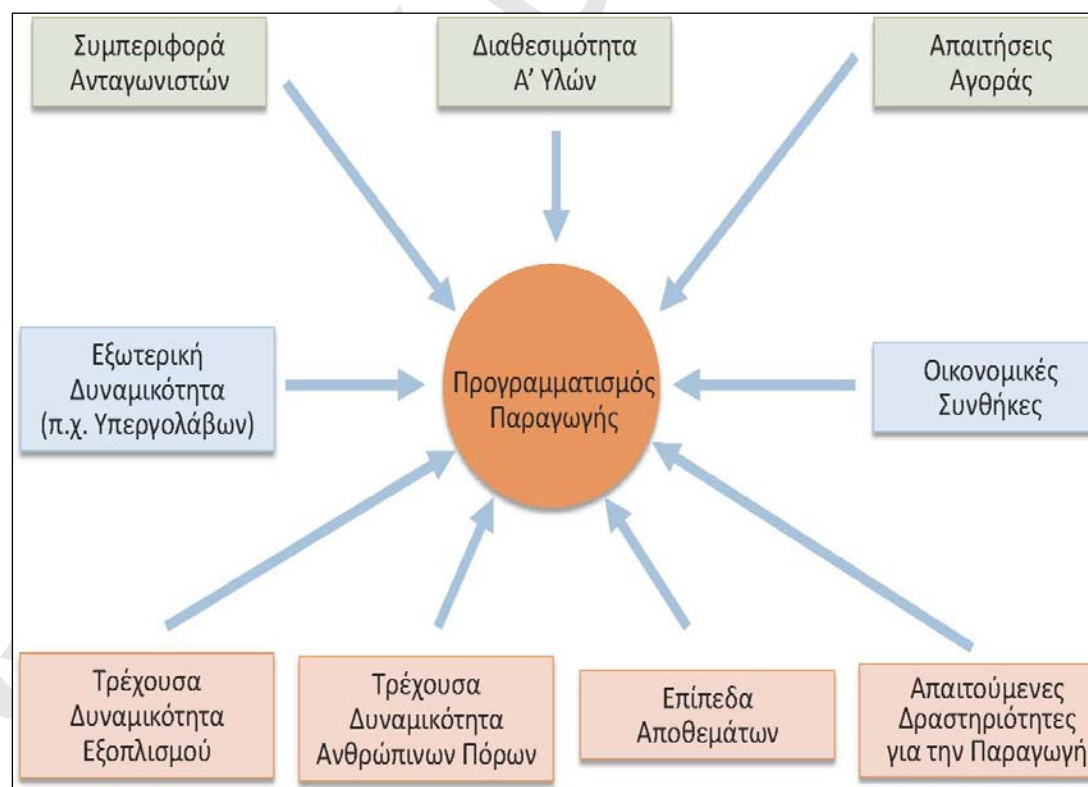
- Make to Stock (MTS) παραγωγή. Στα MTS προϊόντα, τα πλάνα παραγωγής βρίσκονται σε προβλέψεις της ζήτησης των τελικών προϊόντων. Οι παραγγελίες των πελατών ικανοποιούνται από τα αποθέματα. Τα αποθέματα ασφαλείας προστατεύουν το σύστημα παραγωγής από τις μεταβολές στις απαιτήσεις της αγοράς. Εξαιτίας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

1.4 Επίπεδα σχεδιασμού και λήψης αποφάσεων

Η λειτουργία ενός παραγωγικού συστήματος μπορεί να διακριθεί σε τρία (3) κύρια επίπεδα:

- Στρατηγικός Σχεδιασμός (Strategic Planning)
- Επιχειρησιακός Σχεδιασμός (Operational Planning)
- Λεπτομερής Σχεδιασμός (Detailed Planning)

Ο προγραμματισμός και έλεγχος της παραγωγής είναι μια ιεραρχική διαδικασία. Η ιεραρχία αυτή επεκτείνεται από τη διοίκηση μέχρι τον έλεγχο παραγωγής σε πραγματικό χρόνο. Ο σχεδιασμός παραγωγής ξεκινά από τον στρατηγικό προγραμματισμό που διεκπεραιώνεται από τα ανώτερα τμήματα της διοίκησης, προχωρά στον προγραμματισμό παραγωγής που δίνει σαν έξοδο γενικά σχέδια παραγωγής και γίνεται από τη διοίκηση ή τους διευθυντές παραγωγής, εξειδικεύεται με τον προγραμματισμό απαιτήσεων που γίνεται από τον διευθυντή παραγωγής και καταλήγει στον έλεγχο των διεργασιών της παραγωγής που εκτελείται στο φυσικό σύστημα παραγωγής.

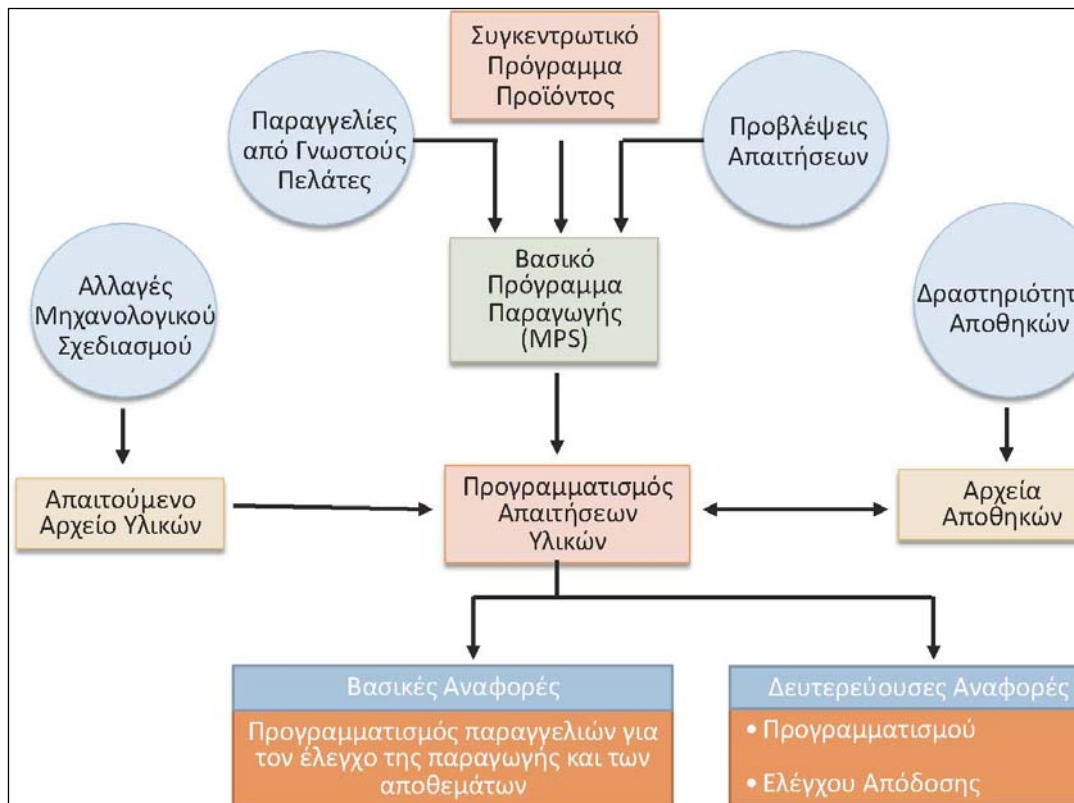


Εικόνα 1.1 - Απαιτούμενες εισοδοι στο σύστημα Π.Π.

Στο επίπεδο του στρατηγικού σχεδιασμού λαμβάνονται λίγες αποφάσεις, οι οποίες όμως απαιτούν σημαντικό χρόνο λήψης και έχουν μακροχρόνια επίδραση σε ολόκληρη την επιχείρηση. Στο επίπεδο του λεπτομερούς σχεδιασμού λαμβάνονται πολλές αποφάσεις, οι οποίες απαιτούν πολύ λιγότερο χρόνο. Παρά το γεγονός ότι η επίδραση της κάθε απόφασης στο επίπεδο αυτό είναι τοπική και έχει βραχυχρόνια μόνο επίδραση, ο συνολικός αριθμός των αποφάσεων αυτών μπορεί να επηρεάσει σημαντικά το σύστημα παραγωγής.

Κατά τον επιχειρησιακό σχεδιασμό τα γενικευμένα πλάνα του στρατηγικού σχεδιασμού μετατρέπονται σε πιο συγκεκριμένα και ειδικά σχέδια. Τα τελευταία αποτελούν συνήθως το συνδετικό κρίκο μεταξύ του στρατηγικού και του λεπτομερή σχεδιασμού.

Οι αποφάσεις του στρατηγικού σχεδιασμού έχουν μακροπρόθεσμο ορίζοντα επίδρασης και αφορούν κυρίως τη χωροθέτηση και τη δομή του παραγωγικού συστήματος, τη δυναμικότητα του, την επιλογή του μηχανολογικού εξοπλισμού και των παραγόμενων προϊόντων, τη διαρρύθμιση των διαφόρων τμημάτων επεξεργασίας και τον τεχνολογικό σχεδιασμό της παραγωγικής διαδικασίας (process planning). Οι μακροπρόθεσμες αυτές αποφάσεις ουσιαστικά καθορίζουν τους περιορισμούς δυναμικότητας εντός των οποίων πρέπει να γίνει ο επιχειρησιακός σχεδιασμός. Οι αποφάσεις που λαμβάνονται στο επίπεδο του τελευταίου έχουν μεσοπρόθεσμο ορίζοντα επιρροής και σχετίζονται με τα γενικά επίπεδα δυναμικότητας των παραγωγικών πόρων (μηχανές, εργατικό δυναμικό κ.ο.κ.) της παραγωγής, των προβλέψεων ζήτησης τελικών προϊόντων και των αποθεμάτων.

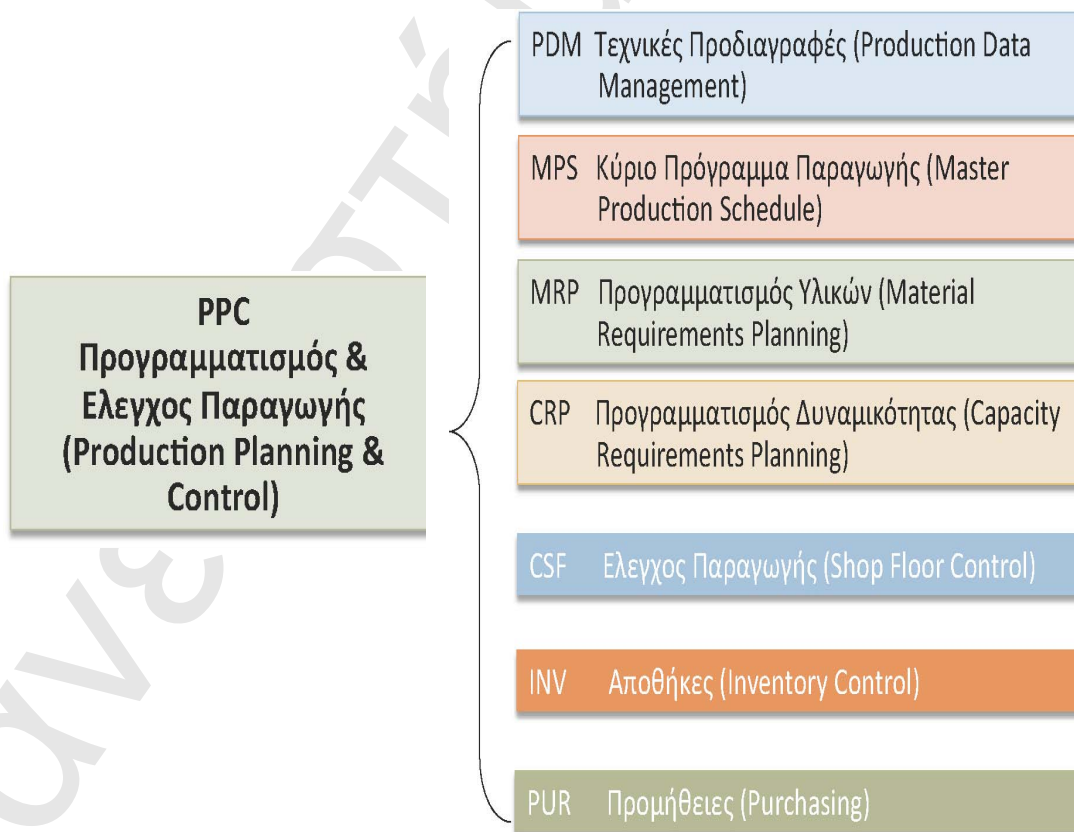


Εικόνα 1.2 -Άποψη των εισόδων σε σύστημα Προγραμματισμού Απαιτήσεων Υλικού

Αυτές με την σειρά τους, θέτουν τα όρια μέσα στα οποία πρέπει να ληφθούν οι αποφάσεις του λεπτομερούς σχεδιασμού. Οι τελευταίες αφορούν κυρίως την ανάθεση εργασιών, τη σειρά εκτέλεσης τους, τη φόρτωση των μηχανών, τον υπολογισμό του μεγέθους των παρτίδων παραγωγής και της ποσότητας των παραγγελιών προμηθειών. Ο λεπτομερής σχεδιασμός είναι επιπλέον υπεύθυνος για τη συλλογή δεδομένων από το επίπεδο του εργοστασίου και για την ανάδραση της ροής της πληροφορίας πίσω στο επίπεδο του επιχειρησιακού σχεδιασμού. Μετά την συγκέντρωση και επεξεργασία τους, οι πληροφορίες ανάδρασης θα περάσουν από το επιχειρησιακό επίπεδο στο στρατηγικό επίπεδο.

1.5 Σύγχρονα συστήματα Προγραμματισμού και Ελέγχου Παραγωγής (PPC)

Η ολοκληρωμένη διαχείριση των παραγωγικών πόρων μιας επιχείρησης και ο έλεγχος της ροής των υλικών και των πληροφοριών μέσα σε αυτή, αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τη διασφάλιση της ανταγωνιστικότητας της. Η ανάγκη παραγωγής μεγάλης ποικιλίας τελικών προϊόντων με προδιαγραφές προσαρμοσμένες στις ιδιαίτερες απαιτήσεις κάθε πελάτη, σε σχετικά μικρούς όγκους και με μικρές προθεσμίες παράδοσης, σε συνδυασμό με την πολυπλοκότητα της σύγχρονης παραγωγικής αλυσίδας, καθιστά τη δυνατότητα τεκμηριωμένης λήψης επιχειρηματικών αποφάσεων απαραίτητη. Η αποδοτική εκμετάλλευση όλων των διαθέσιμων πόρων της, κρίνεται επιτακτική μέσα στα πειστικά όρια που θέτει ο σύγχρονος παγκόσμιος ανταγωνισμός. Η αποτελεσματική διαχείριση και κάλυψη των ανωτέρω απαιτήσεων επιτυγχάνεται μέσω της λειτουργίας του Προγραμματισμού και Ελέγχου Παραγωγής της επιχείρησης (Production Planning and Control – PPC).



Εικόνα 1.3 - PPC (Προγραμματισμός και Έλεγχος Παραγωγής)

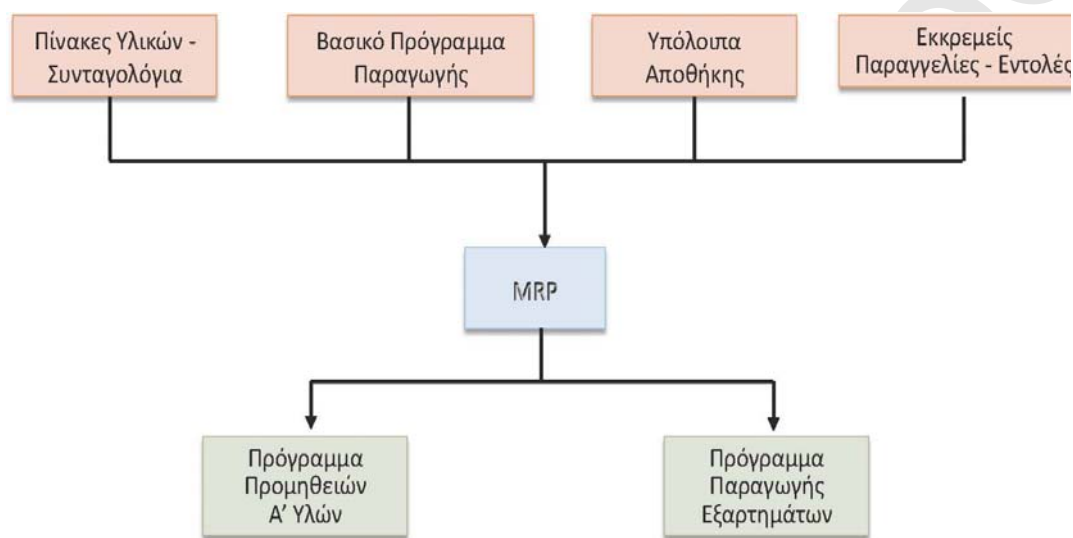
Γενικά, ο προγραμματισμός και έλεγχος της παραγωγής αποτελεί, μαζί με την Εμπορική που συνδέει την παραγωγή με τη ζήτηση και τη Χρηματοοικονομική που εξασφαλίζει τους απαιτούμενους πόρους, τις κύριες λειτουργίες ενός συστήματος παραγωγής. Ο προγραμματισμός και έλεγχος ενός συστήματος παραγωγής είναι η πολύπλοκη διαδικασία του σχεδιασμού της ροής πληροφορίας και των υλικών μέσα στο σύστημα, με στόχο την παραγωγή προϊόντων μέσα σε προκαθορισμένο χρόνο και στη σωστή ποσότητα και ποιότητα, εφαρμόζοντας σαφώς ένα σύνολο εντολών. Οι τελευταίες εκδίδονται από τους υπεύθυνους παραγωγής με ή χωρίς τη βοήθεια ενός σύγχρονου λογισμικού πληροφοριακού συστήματος PPC.

Τα πιο διαδεδομένα PPC ανήκουν στην γενική κατηγορία των MRP/MRP II/ERP συστημάτων. Τα τελευταία κυριαρχούν κατά την τελευταία εικοσαετία σε παγκόσμια κλίμακα. Τα σημαντικότερα εναλλακτικά συστήματα προγραμματισμού και ελέγχου παραγωγής είναι τα Ιαπωνικά συστήματα JIT/JIT II, τα συστήματα OPT, καθώς και τα συστήματα χρονοπρογραμματισμού πεπερασμένης δυναμικότητας FCS, όπως τα APS και BAM που χρησιμοποιούνται όμως σε συνεργασία με κάποιο άλλο σύστημα της κατηγορίας MRP/MRP II/ERP (Shayan and Fallah 1999). Στη συνέχεια γίνεται μια σύντομη αναφορά σε καθένα από αυτά.

- **Συστήματα MRP/MRP II/ERP**

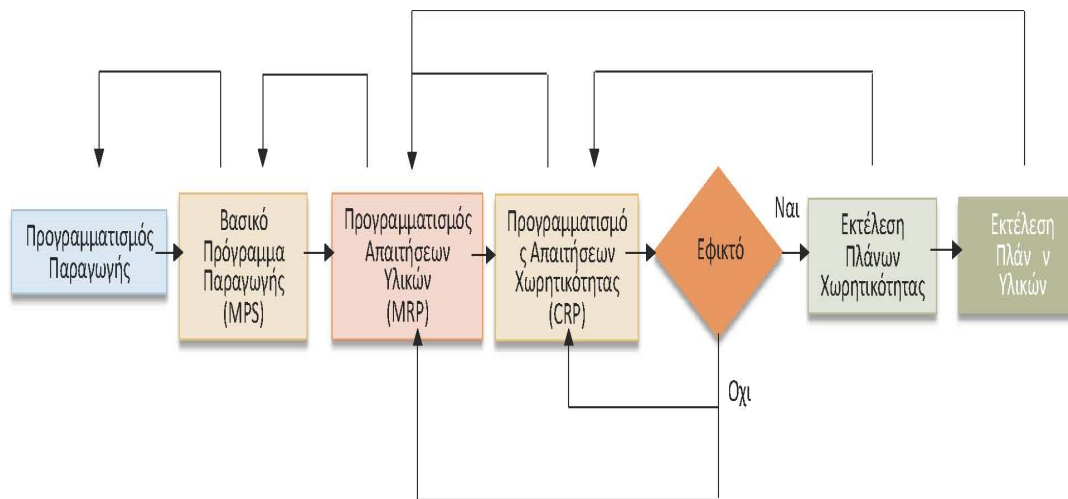
Τα συστήματα MRP, MRP κλειστού βρόγχου, MRP II και ERP αποτελούν το ένα μετεξέλιξη του άλλου, σύμφωνα με τη σειρά αναφοράς τους. η κλασική μέθοδος Προγραμματισμού Απαιτήσεων Υλικών (Material Requirements Planning – MRP) εμφανίστηκε στις Η.Π.Α. στις αρχές της δεκαετίας του '70 και μέσα σε λίγα χρόνια υλοποιήθηκε υπό τη μορφή λογισμικών προγραμμάτων MRP. Τα τελευταία αντικατέστησαν τις μέχρι τότε εποπτικές μεθόδους ελέγχου των αποθηκών (physical cycle counting) σε μία προσπάθεια για μείωση των υψηλών επιπέδων αποθεμάτων των Αμερικανικών επιχειρήσεων. Τα τελευταία θεωρούντο ως τότε σαν μία ακόμη μορφή επένδυσης κεφαλαίων. Η ραγδαία άνοδος της Ιαπωνικής βιομηχανίας που στηρίχθηκε στον περιορισμό των

αποθεμάτων σε όλα τα στάδια της παραγωγής, οδήγησε στην αναθεώρηση αυτής της αντίληψης. Τα πρωτοεμφανιζόμενα συστήματα MRP υπόσχονταν την άμεση μείωση του ύψους των αποθεμάτων και την καλύτερη διαχείριση των παραγγελιών, τόσο προς τους εξωτερικούς προμηθευτές, όσο και προς τα παραγωγικά τμήματα της επιχείρησης.



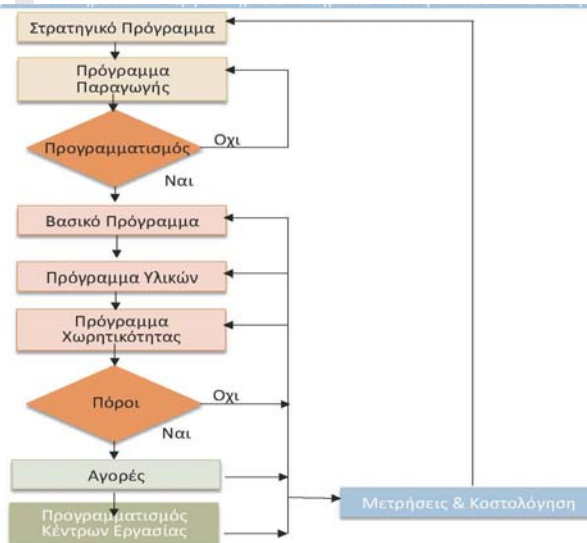
Εικόνα 1.4 – Είσοδοι και Έξοδοι πληροφοριών σε σύστημα MRP

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 (closed-loop MRP). Μέσα στη δεκαετία του '80, οι εταιρείες άρχισαν να εκμεταλλεύονται την αύξηση της υπολογιστικής ισχύος των Η/Υ και την κατακόρυφη μείωση του κόστους αγοράς τους. νέα εργαλεία προστέθηκαν στα συστήματα MRP κλειστού βρόγχου, τα οποία απορρόφησαν τα προγράμματα αναλυτικής λογιστικής και εμπορικής διαχείρισης, καθώς και τα προγνωστικά μοντέλα πρόβλεψης της ζήτησης (Umble et al. 2003). Τα νέα αυτά πιο ολοκληρωμένα συστήματα μετονομάστηκαν σε συστήματα Προγραμματισμού Παραγωγικών Πόρων (Manufacturing Resource Planning – MRP II).



Εικόνα 1.5 – Σύστημα MRP κλειστού βρόχου

Τα τελευταία χρόνια έχουν καθιερωθεί τα συστήματα Προγραμματισμού Επιχειρησιακών Πόρων (Enterprise Resource Planning – ERP) που αποτελούν την τέταρτη γενιά στην εξελικτική πορεία των συστημάτων MRP. Ο όρος ERP επινοήθηκε από τη Gartner Group για να περιγράψει τα συστήματα MRP II της επόμενης γενιάς, τα οποία απέκτησαν ακόμη μεγαλύτερο εύρος εφαρμογών. Οι τελευταίες καλύπτουν τομείς όπως η συντήρηση (Maintenance), η διοίκηση ανθρώπινων πόρων (Human Resources Management), η διοίκηση ποιότητας (Quality Management), η διοίκηση έργων (Project Management), ο σχεδιασμός προϊόντων (Product Design) και ο τεχνολογικός προγραμματισμός παραγωγής (Process Planning).



Εικόνα 1.6 – Σύστημα MRP II

Τα συστήματα MRP II και ERP συνδέουν την οικονομική και εμπορική λειτουργία με την παραγωγή, σε διαφορετικό βαθμό το καθένα. Συνιστούν ολοκληρωμένα πληροφοριακά συστήματα, τα οποία αποτελούνται από μικρότερες ανεξάρτητες υπομονάδες (modules) που μπορούν να διαχειριστούν μεγάλους όγκους δεδομένων. Από την άλλη μεριά όμως, τα συστήματα αυτά δεν συνεισφέρουν στην ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης και δεν προτείνουν νέες θεωρητικές μεθόδους. Ο βασικός μηχανισμός τους για τον προγραμματισμό και έλεγχο της παραγωγής παραμένει ο ίδιος, δηλαδή η κλασική μέθοδος MRP κλειστού βρόγχου (Benton and Shin 1998, Euwe et al. 1998). Η μέθοδος αυτή αποτελεί μέχρι και σήμερα τον πυρήνα της λειτουργίας PPC των συστημάτων MRP II και ERP. Για τον λόγο αυτό τα συστήματα αυτά θα αναφέρονται με τον κοινό όρο “MRP-based” συστήματα. Μέσα στο περιβάλλον ενός MRP-based συστήματος, η κλασική μέθοδος MRP συνδέεται με όλες τις κύριες λειτουργίες ενός παραγωγικού συστήματος, τη χρηματοοικονομική, την εμπορική και την παραγωγή.

Στο σημείο αυτό αξίζει να παρατηρηθεί ότι τα ολοκληρωμένα MRP-based συστήματα δεν παρέχουν πληροφορίες για όλες τις επιχειρήσεις που συμμετέχουν στην αλυσίδα παραγωγής ενός προϊόντος. Αποτελούν απομονωμένες νησίδες πληροφόρησης που εφαρμόζονται τοπικά σε μία επιχείρηση και περιορίζονται στο να παρέχουν πληροφορίες που αφορούν το συγκεκριμένο μόνο τμήμα της συνολικής αλυσίδας. Καθώς τα τοπικά MRP-based συστήματα λειτουργούν ανεξάρτητα, χωρίς να είναι δυνατή η μεταξύ τους επικοινωνία, τα τελευταία χρόνια αναπτύχθηκαν πληροφοριακά συστήματα διαχείρισης ολόκληρης της εφοδιαστικής αλυσίδας (Supply Chain Management – SCM). Αυτά μπορούν να θεωρηθούν ως πλαίσια διασύνδεσης των επιμέρους τοπικών MRP-based συστημάτων. Τα συστήματα SCM προωθούν τη συνεργασία των επιχειρήσεων προσφέροντας ένα περιβάλλον ανταλλαγής δεδομένων και προγραμμάτων παραγωγής ανάμεσα σε ξεχωριστούς οργανισμούς της εφοδιαστικής αλυσίδας, από τους προμηθευτές μέχρι τα κέντρα διανομής και τους πελάτες. Ο προγραμματισμός και έλεγχος της παραγωγής στις βιομηχανικές μονάδες της αλυσίδας συνεχίζει να εκτελείται από τα τοπικά MRP-based

συστήματα. Ο ρόλος των συστημάτων SCM είναι η υποστήριξη της συλλογικής λήψης αποφάσεων (collaboration), η πιο οικονομική λειτουργία της αλυσίδας μέσω της μείωσης των αποθεμάτων σε κάθε κρίκο της, η μείωση του απαιτούμενου χρόνου επικοινωνίας χάρη στην άμεση διασύνδεση των συνεργαζόμενων επιχειρήσεων και η ομαδική διερεύνηση της αγοράς (Sharigo 2001).

Οι δυσκολίες που παρουσιάζονται σε τέτοιου είδους στενές συνεργασίες είναι πολλές και αφορούν κυρίως θέματα ανταγωνισμού και εταιρικού απορρήτου. Η ολοκλήρωση των συστημάτων και των διαδικασιών τους επιβάλλει τη δημοσιοποίηση εσωτερικών πληροφοριών των επιχειρήσεων που τις περισσότερες φορές δεν είναι διατεθειμένες να μοιραστούν. Ένα άλλο ζήτημα που προκύπτει είναι ο διαμοιρασμός του οφέλους που προκύπτει από την οικονομικότερη λειτουργία και διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας ανάμεσα στις συνεργαζόμενες επιχειρήσεις. Τέλος, οι σχετικά μικρές επιχειρήσεις δεν έχουν την δύναμη να επιβάλουν κοινά πρότυπα στους προμηθευτές τους.

- **Συστήματα JIT/JIT II**

Το σύστημα JIT (Just In Time) έκανε αρχικά την εμφάνιση του ως το σύστημα PPC της αυτοκινητοβιομηχανίας Toyota, το οποίο αναπτύχθηκε από τον Ohno (1988). Θεωρήθηκε ως ο κύριος παράγοντας για τη ραγδαία ανάπτυξη της Ιαπωνικής βιομηχανίας και την επικράτηση των προϊόντων της στη Δύση μέσα στις δεκαετίες του '80 και του '90.

Το πιο σημαντικό στοιχείο που διακρίνει το σύστημα JIT από τα MRP-based συστήματα είναι ότι η λειτουργία του δεν στηρίζεται τόσο στην διατήρηση μεγάλων αρχείων δεδομένων που επιβάλλουν τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών, όσο στις οργανωτικές αλλαγές στο επίπεδο του εργοστασίου. Στην πραγματικότητα, το σύστημα JIT δεν αποτελεί λογισμικό, παρότι πολλές εταιρείες ανάπτυξης λογισμικού χρησιμοποιούν στα προϊόντα τους αυτό το ακρωνύμιο για διαφημιστικούς σκοπούς, αλλά για μία φιλοσοφία που έχει ως στόχο την διαρκή βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας και την εξάλειψη των περιττών αποθεμάτων (waste stock).

Πιο συγκεκριμένα, η φιλοσοφία JIT έχει τους ακόλουθους στόχους:

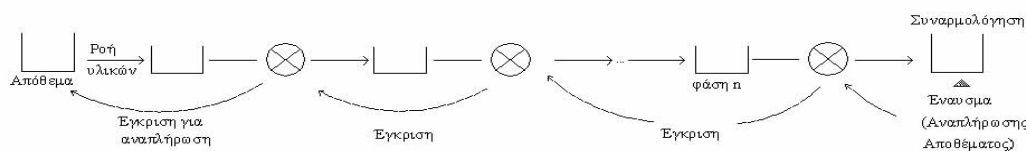
- Μείωση του μεγέθους των παρτίδων παραγωγής και προμηθειών. Το σύστημα παραγωγής, στην ιδανική του μορφή, πρέπει να είναι ικανό να λειτουργήσει με μοναδιαίο μέγεθος παρτίδων. Αυτό θα οδηγούσε στην εξάλειψη των αποθεμάτων υπό επεξεργασία, τα οποία γενικώς θεωρούνται περιττά.
- Μηδενικά αποθέματα. Ο στόχος αυτός αφορά αποθέματα όλων των τύπων. Δηλαδή αυτά των πρώτων υλών, των ημιτεϊμών και των τελικών προϊόντων.
- Μείωση του χρόνου προετοιμασίας των μηχανών (setup time). Λόγω των χαμηλών επιπέδων αποθεμάτων οι διακοπές λειτουργίας μίας μηχανής μεταδίδονται γρήγορα μέσα σε ολόκληρη τη γραμμή παραγωγής.
- Μηδέν ελαττωματικά υλικά (scrap). Η απόρριψη ενός κομματιού σε ένα κέντρο κατεργασίας λόγω χαμηλής ποιότητας, θα καθυστερήσει όλο το σύστημα διότι δεν υπάρχουν ενδιάμεσες αποθήκες υλικών.

Αναγκαία προϋπόθεση για την εφαρμογή της φιλοσοφίας JIT στην πράξη είναι η γρήγορη ανταπόκριση και η συνεργασία όλων των κρίκων της εφοδιαστικής αλυσίδας που στην περίπτωση του συστήματος JIT II περιλαμβάνει εκτός από τα παραγωγικά τμήματα μίας επιχείρησης και τους προμηθευτές της. Η ανάπτυξη στενών δεσμών με τους τελευταίους αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό των επιχειρήσεων.

Σύμφωνα με τη λογική των συστημάτων JIT, στους προσωρινούς αποθηκευτικούς χώρους που βρίσκονται στην είσοδο των κέντρων κατεργασίας (buffers), υπάρχει διαθέσιμος μικρός μόνο αριθμός εξαρτημάτων του κάθε τελικού προϊόντος της γραμμής παραγωγής. Σε κάθε ομάδα εξαρτημάτων υπάρχει προσκολλημένη μία κάρτα γνωστή ως kanban, στην Ιαπωνική γλώσσα. Όταν ένα κέντρο κατεργασίας ξεκινήσει την επεξεργασία ενός συγκεκριμένου προϊόντος, αφαιρεί τα

απαραίτητα εξαρτήματα από την είσοδο του, οι κάρτες αυτών στέλνονται στο προηγούμενο κέντρο κατεργασίας, σύμφωνα με το φασεολόγιο του προϊόντος, σηματοδοτώντας την έναρξη της λειτουργίας του για την αναπλήρωσή τους και την επανατροφοδότηση του επόμενου κέντρου κατεργασίας. Το προηγούμενο κέντρο κατεργασίας αφαιρεί με τη σειρά του τα κατάλληλα κομμάτια από τη δική του αποθήκη εισόδου, στέλνει τις κάρτες τους στον αμέσως προηγούμενο από αυτό σταθμό και ούτω καθεξής. Με τον τρόπο αυτό η ζήτηση των τελικών προϊόντων δημιουργεί μια αλληλουχία εντολών ανεφοδιασμού προς την αντίθετη κατεύθυνση της ακολουθίας δρομολόγησής τους, η οποία φθάνει μέχρι την προμήθεια των πρώτων υλών.

Πρέπει να σημειωθεί ότι ένα κέντρο κατεργασίας δεν αρχίζει ποτέ τη λειτουργία του εφόσον δεν κληθεί από το επόμενο κέντρο. Με αυτόν τον τρόπο το σύστημα παραγωγής αντιδρά, ή διαφορετικά «σύρεται» (pulled) από τη ζήτηση των τελικών προϊόντων, εξού και ο όρος των pull συστημάτων. Ακόμη, ο ρυθμός παραγωγής των τελικών προϊόντων καθορίζεται από το κέντρο κατεργασίας με τη μικρότερη παραγωγικότητα (bottleneck workcenter).



Εικόνα 1.7 - Ροή υλικών και εγκρίσεων σε περιβάλλον Kanban

Τα συστήματα JIT εστιάζουν επομένως στην αποδοτική εκμετάλλευση των υλικών (materials efficiency focused) θυσιάζοντας την αποδοτική εκμετάλλευση άλλων πόρων, όπως των μηχανών και του εργατικού δυναμικού φυσικά. Η φιλοσοφία τους δεν επιτρέπει την παραγωγή σε κάποιο κέντρο κατεργασίας

μέχρι να έρθει μία άδεια κάρτα από το επόμενο στάδιο επεξεργασίας, γεγονός που θεωρείται σε άλλα συστήματα PPC ως σπατάλη δυναμικότητας.

Στους περισσότερους βιομηχανικούς κλάδους οι πόροι που προσφέρουν το μεγαλύτερο ποσοστό της προστιθέμενης αξίας του τελικού προϊόντος είναι τα υλικά (Veral 1995). Ένα ακόμη χαρακτηριστικό της φιλοσοφίας των συστημάτων JIT είναι ότι εμπεριέχει τις αρχές της συνεχούς βελτίωσης (continuous improvement) και της Ολικής Διοίκησης Ποιότητας (Total Quality Management – TQM). Η αφοσίωση των εργαζομένων στην ιδέα πως πρέπει να συμβάλλουν δημιουργικά και οι ίδιοι στη διαρκή προσπάθεια βελτίωσης της απόδοσης της επιχείρησης, αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες επιτυχίας των συστημάτων JIT.

Όμως τα συστήματα JIT δύνανται να εφαρμοστούν σε περιβάλλον επαναληπτικής παραγωγής (repetitive production) μόνο, όπου επιτρέπονται περιορισμένες μόνο μεταβολές των προϊόντων που παράγονται, ώστε να μην επηρεαστεί αρνητικά η αλυσίδα παραγωγής από τους αναγκαίους χρόνους προετοιμασίας των μηχανών που επιφέρει μία τέτοια αλλαγή. Η αδυναμία αυτή των συστημάτων JIT να παράγουν μεγάλη ποικιλία προϊόντων οδηγεί σε χαμηλό επίπεδο εξυπηρέτησης πελατών (Veral 1995). Τα MRP-based συστήματα προσφέρουν μεγαλύτερη ευελιξία όσον αφορά την ποικιλία των προϊόντων. Αυτό έχει γίνει αντιληπτό από πολλές Ιαπωνικές βιομηχανίες παραγωγής κατά παραγγελία (job shops) που επιλέγουν την εφαρμογή τους ακόμα και σε εγκαταστάσεις τους εντός της Ιαπωνίας. Επιπλέον, οι επιχειρήσεις αυτές σπάνια χρησιμοποιούν το σύστημα JIT εκτός των συνόρων της χώρας τους.

Εκτιμάται ότι ο αριθμός των εγκαταστάσεων MRP-based συστημάτων σε εργοστάσια Ιαπωνικών συμφερόντων στη Νοτιοανατολική Ασία, όπου η Ιαπωνία αποτελεί τον κύριο ξένο επενδυτή, είναι μεγαλύτερος από τον αριθμό των εγκαταστάσεων όλων των άλλων συστημάτων PPC μαζί, συμπεριλαμβανομένων και των JIT (Plenert 1999). Το αντίθετο φαινόμενο, της χρήσης δηλαδή συστημάτων JIT σε χώρες του Δυτικού κόσμου, σπάνια παρατηρείται. Οι λόγοι

περιλαμβάνουν εκτός των άλλων τις πολιτισμικές διαφορές, τη γεωγραφική διασπορά των προμηθευτών και την διαφορετική νοοτροπία την διοίκησης των επιχειρήσεων (Benton and Shin 1998).

- **Συστήματα OPT/TOC**

Η λογική της μεθόδου OPT (Optimized Production Technology) που αναπτύχθηκε από τον Goldratt, είναι γνωστή και ως “drum-buffer-rope”. Η κεντρική ιδέα του “drum” (τύμπανο) είναι ότι ο έλεγχος ολόκληρης της γραμμής παραγωγής πρέπει να βασίζεται στην παραγωγικότητα του πιο αργού σταδίου επεξεργασίας (bottleneck process). Η έννοια του “buffer” (αποθήκη εισόδου) είναι ότι πρέπει να υπάρχουν πάντα επαρκή αποθέματα για την τροφοδοσία των αδύναμων πόρων, ώστε να εξασφαλίζεται η αδιάκοπη λειτουργία τους. Τέλος, η έννοια του “rope” (σκοινί) είναι ότι διαδοχικές κατεργασίες πρέπει να εκτελούνται με ελάχιστο χρονικό περιθώριο μεταξύ τους.

Το σύστημα OPT αποτελείται από τέσσερα (4) υποσυστήματα:

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

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

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

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

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

Σύμφωνα με τη λογική της OPT, η βελτίωση της αποδοτικότητας του αδύναμου πόρου, βελτιώνει την παραγωγικότητα και κερδοφορία του συνολικού οργανισμού. Για να διαχωρίσουν τις αρχές της OPT από το ομώνυμο λογισμικό σύστημα (OPT/SERVE), ο Goldratt και οι συνεργάτες του επινόησαν τον όρο «Θεωρία των Περιορισμών» (Theory of Constraints – TOC). Στα πλαίσια του νέου αυτού όρου, η έννοια του αδύναμου πόρου (bottleneck) γενικεύεται σε περιορισμό (constraint), που περιλαμβάνει πέραν των περιορισμών του παραγωγικού συστήματος και αυτούς της αγοράς. Στόχος της νέας θεωρίας είναι η υπέρβαση ενός περιορισμού και ο προσδιορισμός του επόμενου αμέσως πιο σημαντικού.

- **Συστήματα FCS (or FAS)**

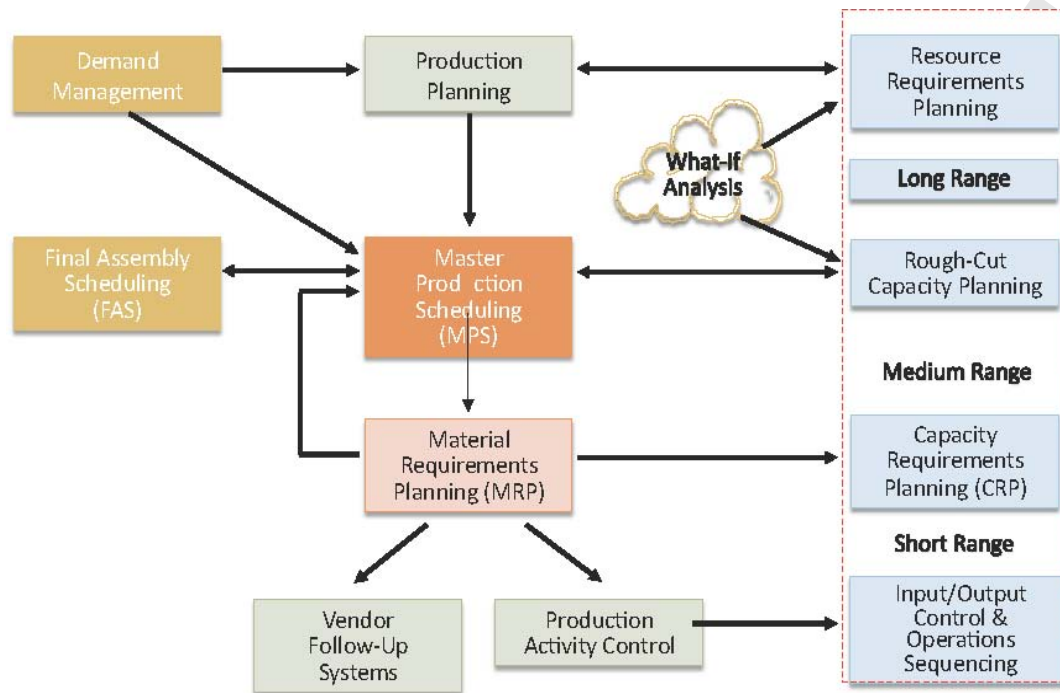
Ο βασικός στόχος των συστημάτων FCS (Final Capacity Scheduling) ή διαφορετικά FAS (Final Assembly Scheduling), είναι ο λεπτομερής χρονοπρογραμματισμός της παραγωγής λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς δυναμικότητας της επιχείρησης. Τα συστήματα αυτά έχουν γίνει πολύ δημοφιλή τα τελευταία

χρόνια, κυρίως ως συμπληρωματικά εργαλεία των MRP-based συστημάτων που αποσκοπούν στη βελτίωση των αποτελεσμάτων τους μέσω κατάλληλα σχεδιασμένων διεπαφών (McKay and Wiers 2003). Πολλές είναι μάλιστα οι εταιρείες ανάπτυξης MRP-based λογισμικού που επέλεξαν να εξοπλίσουν τα πακέτα τους με κάποια από τις μεθόδους FCS. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εύρυθμη συνεργασία μεταξύ των FCS και των MRP-based συστημάτων είναι η σωστή εφαρμογή των τελευταίων. Τα συστήματα FCS λειτουργούν σεβόμενα τους περιορισμούς που θέτουν τα αποτελέσματα προγραμματισμού της μεθόδου MRP, ενώ προσθέτουν παράλληλα έναν ακόμη βαθμό πολυπλοκότητας στη συνολική διαδικασία.

Οι βασικότεροι αντιπρόσωποι των συστημάτων FCS είναι η μέθοδος BAM (Bottleneck Allocation Methodology) και τα συστήματα APS (Advanced Planning and Scheduling). Κανένα όμως από αυτά δεν επιλύει το πρόβλημα των περιορισμών δυναμικότητας σε ικανοποιητικό βαθμό (Nagendra and Das 2001). Η μέθοδος BAM, όπως και η OPT, στοχεύει στη βελτίωση της κερδοφορίας της επιχείρησης μέσω της αντιμετώπισης του προβλήματος των αδύναμων παραγωγικών πόρων στο επίπεδο του εργοστασίου. Η διαδικασία της BAM ξεκινάει με τον υπολογισμό της δυναμικότητας του παραγωγικού συστήματος και την προσαρμογή του λεπτομερούς χρονοπρογράμματος στους διαθέσιμους πόρους. Λειτουργεί παράλληλα με ένα MRP-based σύστημα, χρησιμοποιώντας τους χρόνους υστέρησης του τελευταίου και αφαιρώντας από αυτούς τους μη παραγωγικούς χρόνους, όπως είναι οι χρόνοι αδράνειας, μετακίνησης και αναμονής. Οι τιμές που προκύπτουν διαμορφώνουν τους ελάχιστους χρόνους υστέρησης που χρησιμοποιούνται κατά τη λεπτομερή ανάθεση των εργασιών. Η BAM αποτελεί μία προσπάθεια συγχώνευσης της κλασικής μεθόδου MRP και του CRP σε μία ενοποιημένη ρουτίνα.

Τα συστήματα APS αποτελούν σήμερα το κυριότερο πεδίο επιστημονικής έρευνας για την ανάπτυξη προγραμμάτων PPC που θα βελτιώσουν τις δυνατότητες των MRP-based συστημάτων. Αποτελούν λογισμικά εργαλεία που εφαρμόζουν αναλυτικές μεθόδους για το χρονοπρογραμματισμό του επιπέδου

εργοστασίου και τη δημιουργία ρεαλιστικών πλάνων, λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς δυναμικότητας της επιχείρησης.



Εικόνα 1.8 – Συστήματα FCS / FAS

1.6 Στρατηγικές Δυναμικότητας

Οι Hayes και Wheelwright (1984) χρησιμοποιούν τρεις μεταβλητές για να περιγράψουν μια στρατηγική δυναμικότητας: ο τύπος δυναμικότητας που απαιτείται, το ποσό δυναμικότητας που πρέπει να προστεθεί (ή να μειωθεί), και ο χρόνος των αλλαγών δυναμικότητας. Οι δύο πρώτες μεταβλητές περιγράφουν το πρόβλημα του μεγέθους και ταξινόμησης των αλλαγών (sizing problem). Λόγω των ιδιοτήτων των περισσότερων πόρων, η δυναμικότητα μπορεί κανονικά μόνο να αλλάξει σε συγκεκριμένη ποσότητα (βήματα) σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Η προσθήκη μιας νέας μηχανής ή μιας νέας δυνατότητας θα σήμαινε πιθανώς την αύξηση της δυναμικότητας με συγκεκριμένο ρυθμό 'βήμα' όπως φαίνεται στην εικόνα 2.

Η τρίτη μεταβλητή που περιγράφει τη στρατηγική δυναμικότητας σε σχέση με το χρόνο ενδιαφέρεται για την ισορροπία μεταξύ της ζήτησης (βάσει προβλέψεων) για δυναμικότητα και της διαθέσιμης προσφοράς. Εάν υπάρχει πλεόνασμα ζήτησης η χρησιμοποίηση (utilization) του εξοπλισμού θα είναι υψηλή, επιτρέποντας κατά συνέπεια ένα προφίλ χαμηλού κόστους για τη παραγωγή, αλλά από την άλλη υπάρχει ο κίνδυνος απώλειας πελατών λόγω π.χ. πολύ των μεγάλων χρόνων παράδοσης. Εάν από την άλλη υπάρχει πλεόνασμα προσφοράς δυναμικότητας, δημιουργείται ένα προφίλ υψηλών δαπανών αλλά λόγω του πλεονάσματος αυτού είναι ευκολότερο να διατηρηθεί η υψηλή αξιοπιστία παράδοσης και η ευελιξία της παραγωγής. Η στρατηγική δυναμικότητας μπορεί να εκφραστεί σαν ένα δίλημμα μεταξύ της υψηλής χρησιμοποίησης (προφίλ χαμηλότερου κόστους) και διατήρησης ενός αποθέματος δυναμικότητας (ευελιξία).

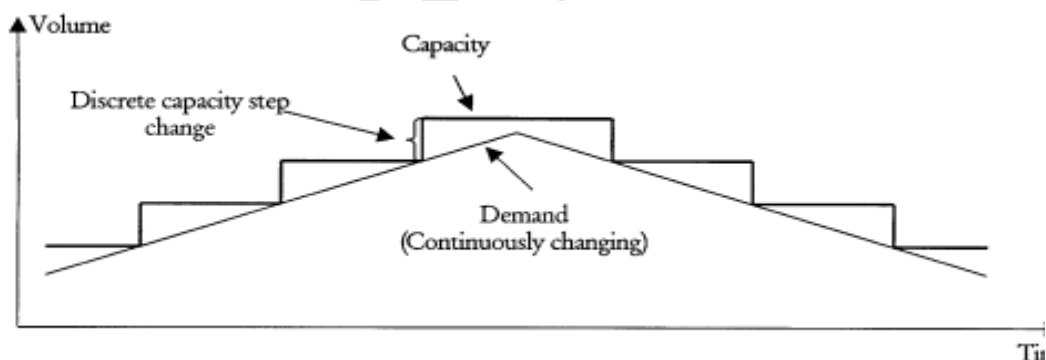
Σύμφωνα με το Association for Operations Management (APICS) μια από τις στρατηγικές επιλογές που μια εταιρία πρέπει να έχει ως αναπόσπαστο τμήμα της συνολικής στρατηγικής της αλλά και της στρατηγικής παραγωγής της είναι μια ξεκάθαρη και οροθετημένη ξεχωριστή στρατηγική δυναμικότητας. Υπάρχουν τρεις συνήθως αναγνωρισμένες στρατηγικές δυναμικότητας ως προς το χρόνο εφαρμογής τους:

- Lead (Προπορεία)
- Lag (Καθυστέρηση)
- Match (Παρακολούθηση)

Μια στρατηγική Lead αυξάνει στο σύστημα παραγωγής τα επίπεδα της δυναμικότητας αναμένοντας μια αυξημένη ζήτηση. Μια στρατηγική Lag δεν προσθέτει δυναμικότητα μέχρι το σύστημα παραγωγής λειτουργώντας να ξεπεράσει τα μέγιστα επίπεδα δυναμικότητας. Μια στρατηγική Match προσθέτει δυναμικότητα σε μικρά ποσά προσπαθώντας να ανταποκριθεί στη μεταβαλλόμενη ζήτηση στην αγορά.

Στην ηλεκτρονική εγκυκλοπαίδεια 'Wikipedia' αναφέρεται για τις τρεις αυτές στρατηγικές δυναμικότητας ότι: *'Η στρατηγική Lead προσθέτει δυναμικότητα*

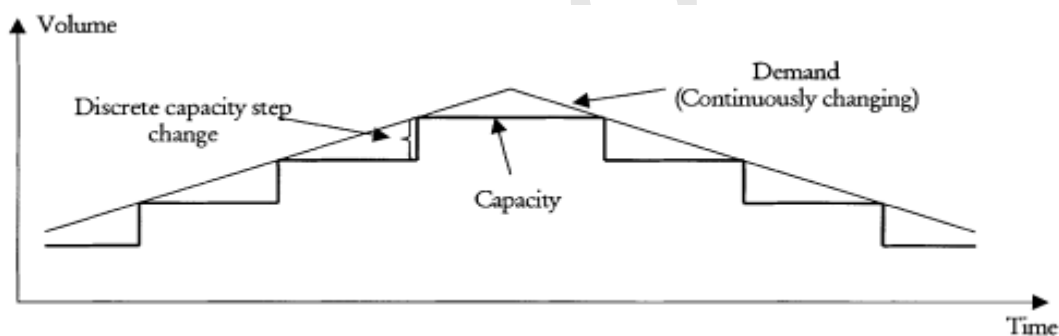
αναμένοντας μια αυξανόμενη ζήτηση. Η στρατηγική Lead είναι μια επιθετική στρατηγική με το στόχο να 'δελεάσει' και να κρατήσει τους πελάτες μακριά από τους ανταγωνιστές της επιχείρησης. Το πιθανό μειονέκτημα σε αυτήν την στρατηγική είναι ότι οδηγεί συχνά σε υπερβολικά αποθέματα, τα οποία είναι δαπανηρά και συχνά άχρηστα.' Εξάλλου, οι Olhager, Rudberg και Wikner, (2001) αναφέρουν στην εργασία τους ότι: 'Ο στόχος της στρατηγικής Lead είναι να διατηρηθεί ένα ποσό 'μαξιλάρι' δυναμικότητας που π.χ. μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υποστηρίξει την ευελιξία των όγκων παραγωγής και την αξιοπιστία των χρόνων παράδοσης. Εάν υπάρχει μια θετική τάση (αύξηση) στη ζήτηση, η δυναμικότητα πρέπει να προστεθεί σε σχέση με την αύξηση της ζήτησης, όπως φαίνεται στην εικόνα 2. Μια αντίστοιχη αρνητική τάση (μείωση) στη ζήτηση έχει σημαίνει αντίστοιχα ότι η δυναμικότητα πρέπει να μειωθεί στο επίπεδο της ζήτησης κατά ένα βήμα. Ο κανόνας σε αυτήν την περίπτωση είναι ότι η δυναμικότητα πρέπει πάντα να είναι μεγαλύτερη από ή ίση με τη ζήτηση. Αλλά, όπως μπορεί να φανεί στην εικόνα 2, όταν η ζήτηση έχει αρνητική τάση (μειώνεται), η δυναμικότητα μειώνεται με συμπεριφορά στρατηγικής Lag για να διατηρηθεί ένα ποσό δυναμικότητας 'μαξιλάρι' μέχρι να επιβεβαιωθεί αυτή η μείωση.'



Εικόνα 1.9 – Στρατηγική Lead (πλεόνασμα προσφοράς Capacity)

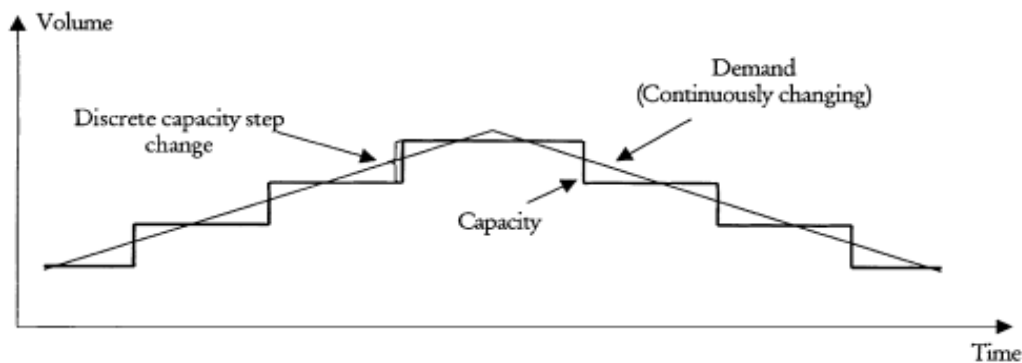
Στην Wikipedia επίσης, αναφέρεται ότι: 'Η στρατηγική Lag προσθέτει δυναμικότητα μόνο όταν δουλεύει το σύστημα στα μέγιστα επίπεδα δυναμικότητας λόγω αυξανόμενης ζήτησης. Είναι μια πιο συντηρητική στρατηγική που μειώνει τον κίνδυνο υπεραποθεματοποίησης αλλά μπορεί να

οδηγήσει σε απώλεια πιθανών πελατών.’ Για το ίδιο θέμα, οι Olhager, Rudberg και Wikner, (2001) σημειώνουν ότι: ‘Ο στόχος της στρατηγικής Lag είναι η υψηλή χρησιμοποίηση των πόρων. Αυτό είναι ιδιαίτερου ενδιαφέροντος για περιβάλλοντα όπου η τιμή είναι κρίσιμος παράγοντας και έτσι η εστίαση σε ένα χαμηλότερο κόστος ανά μονάδα είναι επιτακτική. Η βασική αρχή είναι να παραχθούν όσο το δυνατόν περισσότερα προϊόντα και να διατηρηθεί η πλήρης χρησιμοποίηση της δυναμικότητας. Η στρατηγική Lag είναι δύσκολη να εφαρμοστεί όταν μειώνεται η ζήτηση δεδομένου ότι η απόφαση να μειωθεί η ικανότητα πρέπει να ληφθεί όταν η δυναμικότητα είναι ακόμα υψηλή. Ο κανόνας σε αυτήν την περίπτωση είναι ότι η δυναμικότητα δεν πρέπει ποτέ να υπερβεί τη ζήτηση. Σε πολλές περιπτώσεις δεν είναι δυνατό (ούτε επιθυμητό) να διατηρηθεί μια καθαρή στρατηγική και επιλέγεται ένας μέσος τρόπος που περιέχει χαρακτηριστικά από τη στρατηγική Lead και τη στρατηγική Lag.’



Εικόνα 1.10 – Στρατηγική Lag (πλεόνασμα ζήτησης Capacity)

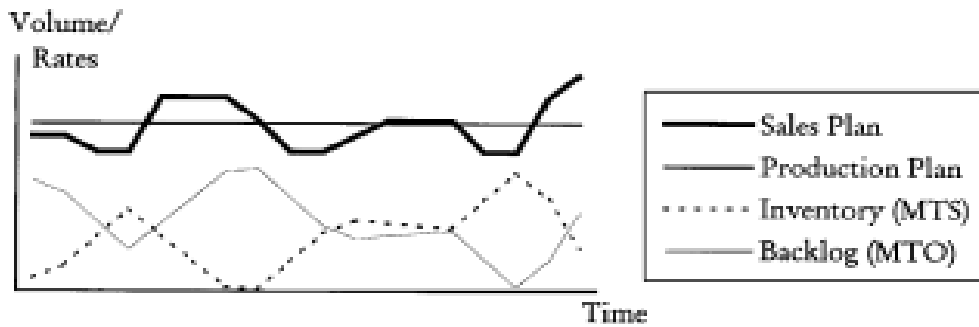
Τέλος, η Wikipedia αναφέρει ότι: ‘Η στρατηγική Track προσθέτει δυναμικότητα σε μικρά ποσά σε απάντηση στη μεταβαλλόμενη ζήτηση στην αγορά. Αυτή είναι η μετριοτέρη στρατηγική από τις τρεις.’ Για το ίδιο θέμα, οι Olhager, Rudberg και Wikner, (2001) σημειώνουν ότι: ‘Ο στόχος σε αυτή τη στρατηγική είναι να ακολουθηθεί η ζήτηση όσο το δυνατόν πιο κοντά, ως εκ τούτου δίνοντας περισσότερη έμφαση στο πρόβλημα ταξινόμησης και μεγέθους των αλλαγών δυναμικότητας (sizing problem). Η μείωση του μεγέθους των αλλαγών ‘βημάτων’ διευκολύνει αυτή τη στρατηγική, η οποία ελαχιστοποιεί συνεπώς τις αποκλίσεις μεταξύ της ζήτησης και της δυναμικότητας.’



Εικόνα 1.11 – Στρατηγική Match / Track

Η στρατηγική της δυναμικότητας συνδέεται άρρηκτα με τη Διοίκηση Παραγωγής (Production Management) η οποία συνδέεται με τις πωλήσεις και με το τμήμα πωλήσεων μέσω του πλάνου διαδικασιών και πωλήσεων (Sales and Operation Planning, S&OP). Σύμφωνα με τους Olhager, Rudberg και Wikner (2001) το Sales and Operation Planning είναι το πιο μακροχρόνιο επίπεδο προγραμματισμού σε ένα σύστημα προγραμματισμού και ελέγχου παραγωγικής διαδικασίας (Manufacturing Planning and Control, MPC). Σε αυτό το επίπεδο προγραμματισμού, αναπτύσσεται ένα πλάνο παραγωγής βασισμένο σε ένα πλάνο πωλήσεων. Το κύριο ζήτημα είναι πως το επίπεδο παραγωγής θα πρέπει να συσχετίζεται με το επίπεδο ζήτησης στις διάφορες περιόδους προγραμματισμού. Οι κύριες διαθέσιμες επιλογές, οι οποίες καλούνται μερικές φορές στρατηγικές προγραμματισμού, είναι οι level, chase και mix που περιγράφονται στη συνέχεια.

Η επιλογή **Level** εκφράζει την καθιέρωση σταθερού ρυθμού παραγωγής πέρα από τον ορίζοντα προγραμματισμού.



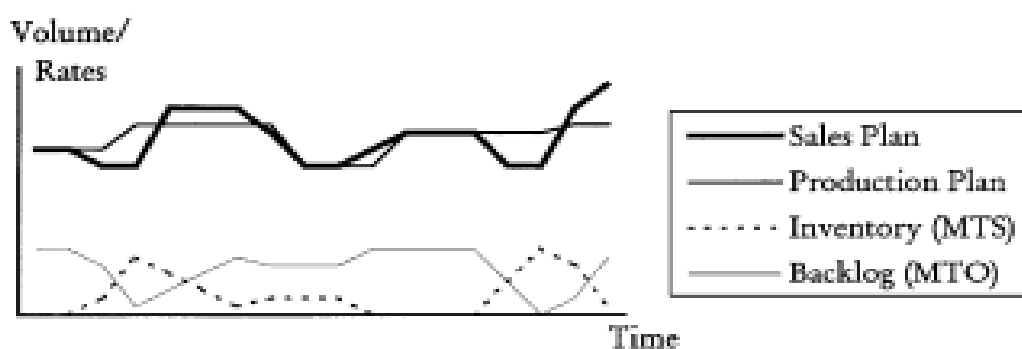
Εικόνα 1.12 – Στρατηγική επιλογή Level

Με βάση την παραπάνω εικόνα παρατηρείται ότι ο ρυθμός παραγωγής παραμένει σταθερός παρά τις αυξομειώσεις του ρυθμού απαιτήσεων του πλάνου πωλήσεων. Επίσης φαίνονται τα επίπεδα και οι τάσεις αποθεμάτων και ανεκτέλεστων παραγγελιών στην πάροδο του χρόνου. Οι Johansen και Riis (1995) δηλώνουν ότι η παραγωγή αποσυνδέεται από τις προβλέψεις και από την πραγματική ζήτηση για μια περίοδο αρκετών μηνών. Ο στόχος είναι να επιτευχθεί μια ομοιόμορφη και υψηλή χρησιμοποίηση των πόρων παραγωγής, συμπεριλαμβανομένης μιας ελαχιστοποίησης των δαπανών που σχετίζονται με αλλαγές στους ρυθμούς παραγωγής. Οι διακυμάνσεις στο πλάνο πωλήσεων σε περιβάλλοντα παραγωγής Make-to-Stock (MTS) απορροφούνται από τις αλλαγές στα επίπεδα των αποθεμάτων ενώ σε περιβάλλοντα παραγωγής Make to Order απορροφούνται από το ύψος των ανεκτέλεστων παραγγελιών το οποίο επηρεάζει την αξιοπιστία και το χρόνο παράδοσης.

Η επιλογή **Chase** υποδεικνύει ότι ο ρυθμός παραγωγής ταιριάζει με τη ζήτηση με έναν τρόπο έτσι ώστε όλη η ζήτηση για μια περίοδο να παράγεται στην ίδια περίοδο (εβδομάδα ή μήνας), Ο Buxey (1990) ορίζει τη στρατηγική 'Chase' ως επακόλουθο του ακριβούς συγχρονισμού μεταξύ της ζήτησης (σε προβλέψεις) και της προσφοράς. Ο στόχος είναι να ελαχιστοποιηθούν τα κόστη σε αποθέματα ή/και σε ανεκτέλεστες παραγγελίες διαταγής με ταίριασμα παραγωγής ακριβώς στις πραγματικές ανάγκες παραγγελιών των πελατών ή των πλάνων πωλήσεων. Τα αποθέματα ή/και οι ανεκτέλεστες παραγγελίες υπάρχουν, αλλά κρατιούνται σε ένα σταθερό επίπεδο. Η ευελιξία και η προσαρμοστικότητα επιτυγχάνονται

εις βάρος της χαμηλής χρησιμοποίησης των πόρων παραγωγής και οι υψηλές δαπάνες συνδέονται με τις αλλαγές στους ρυθμούς παραγωγής

Τέλος, η επιλογή **Mix** (ή combination) εκφράζει την καθιέρωση σταθερού ρυθμού παραγωγής για μερικές περιόδους ο οποίος μετά αλλάζει σύμφωνα με τις νέες ανάγκες.



Εικόνα 1.13 - Στρατηγική επιλογή Mix

Η παραπάνω εικόνα παρουσιάζει τη στρατηγική επιλογή 'mix' στο χρόνο. Είναι συνδυασμός των δύο άλλων στρατηγικών. Δηλαδή μπορεί να ακολουθηθεί η στρατηγική 'level' κατά τη διάρκεια μερικών περιόδων και μετά να ακολουθηθεί στρατηγική 'Chase'. Στη στρατηγική 'mix' ενδέχεται η ύπαρξη αποθεμάτων κατά τη διάρκεια των 'νωθρών' περιόδων (σε ένα περιβάλλον MTS), ή η μερική αύξηση των ανεκτέλεστων παραγγελιών κατά τη διάρκεια των μέγιστων περιόδων ζήτησης (στα περιβάλλοντα MTO), αλλά οι αλλαγές στους ρυθμούς παραγωγής είναι μικρές και γίνονται μόνο όταν είναι απαραίτητες. Αυτή η στρατηγική προγραμματισμού επιτρέπει μια καλύτερη επικοινωνία και κατανόηση μεταξύ των τμημάτων πωλήσεων και παραγωγής δημιουργώντας ένα σταθερότερο περιβάλλον παραγωγής. Οι αποφάσεις σχετικά με πόσο συχνά αλλάζουν οι ρυθμοί παραγωγής κατά τη διάρκεια του ορίζοντα προγραμματισμού, στηρίζονται μεταξύ των κοστών που συνδέονται με τη διατήρηση ενός σταθερού ρυθμού παραγωγής και των κοστών που συνδέονται με τις αλλαγές στο ρυθμό παραγωγής.

Οποιοδήποτε διαφορά μεταξύ του πλάνου πωλήσεων και του πλάνου παραγωγής θα έχει ως συνέπεια τη δημιουργία ανεπιθύμητων καταστάσεων, διατήρηση μεγάλων αποθεμάτων σε περιβάλλοντα παραγωγής MTS και ύπαρξη ανεκτέλεστων παραγγελιών (Backorder) σε περιβάλλοντα παραγωγής MTO. Το πλάνο παραγωγής μεταφράζεται ως σχέδιο απαιτήσεων δυναμικότητας με βάση τους συνολικούς πόρους και αποκαλείται 'προγραμματισμός πόρων (Resource Planning)'. Κατόπιν, αναγνωρίζονται οι 'Over-Under Capacity' πόροι στο πλάνο δυναμικότητας.

Με βάση τα παραπάνω, είναι σαφές ότι η στρατηγική δυναμικότητας εστιάζεται κυρίως στο χρόνο και στο συγχρονισμό των αλλαγών δυναμικότητας, ενώ η εστίαση του 'S&OP' είναι στο ρυθμό παραγωγής. Η παρακάτω εικόνα αποτυπώνει τις αναφερθείσες στρατηγικές δυναμικότητας και Προγραμματισμού και τις σχέσεις τους για διαφορετικά περιβάλλοντα παραγωγής με διαφορετικά χαρακτηριστικά.

		Product mix type			
		I. low volume, non-standard, one-of-a-kind	II. low volume, many products	III. high volume, few major products	IV. high volume, standard, commodity
Process type	I. Job shop	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> ① ② ③ ④ </div>			
	II. Flow shop/ batch				
	III. Line flow				
	IV. Continuous line				
Characteristics	Typical order winner ¹	Flexibility	←	→	Price
	Typical order penetration point ²	Engineer-to-order	Make-to-order	Assemble-to-order	Make-to-stock
	Capacity strategy ³	Lead	←	→	Lag
	Planning strategy ³	Chase	←	→	Level

Εικόνα 1.14 - Στρατηγικές Capacity και Προγραμματισμού για διαφορετικά περιβάλλοντα παραγωγής με διαφορετικά χαρακτηριστικά

‘Εάν ακολουθείται η στρατηγική Capacity ‘Lead’ τότε ο προγραμματισμός ‘S&OP’ γίνεται με πιο ευκολία. Εντούτοις, η χρησιμοποίηση μιας στρατηγικής ‘lag’ θα αναγκάσει το προγραμματισμό S&OP να γίνει μέσα σε πολύ σφιχτότερα επίπεδα δυναμικότητας, που περιορίζουν τη χρήση μιας στρατηγικής προγραμματισμού ‘Chase’. Εάν μια στρατηγική ‘Chase’ είναι επιθυμητή, θα υπάρχει η ανάγκη για πρόσθετη δυναμικότητα που θα γίνει με υπεργολαβίες, βραχυπρόθεσμες υπερωρίες, ή ευελιξία της δυναμικότητας. Μια στρατηγική ‘track’ συνήθως σημαίνει ότι η δυναμικότητα μπορεί να αλλαχθεί σε μικρότερα ‘βήματα’, που επιτρέπουν ένα στενότερο ταίριασμα μεταξύ της δυναμικότητας και της ζήτησης. Μια τέτοια στρατηγική αύξησης της δυναμικότητας θα είχε σαν αποτέλεσμα την υπεργολαβία ή τις υπερωρίες σε μερικές περιπτώσεις και το over-Capacity σε άλλες, χαρακτηριστικά για τα περιβάλλοντα ‘MTO’ ή τη δημιουργία αποθεμάτων στα περιβάλλοντα ‘MTS’ (Olhager, Rudberg και Wikner, 2001)

2. Διάγραμμα Αιτίου – Αποτελέσματος (Cause & Effect) ως εργαλείο Διαχείρισης Ολικής Ποιότητας σε επιχειρήσεις

2.1 Καταγραφή προβλήματος (problem) και στόχου (objective)

Πριν προβούμε στην αντιμετώπιση και την βελτίωση οποιασδήποτε κατάστασης, πρέπει καταρχήν να εντοπίσουμε το πρόβλημα και να το καταγράψουμε. Η καταγραφή του προβλήματος (problem – scope statement) πρέπει να στηρίζεται σε αποδεδειγμένα γεγονότα και να περιγράφει τον αντίκτυπο του προβλήματος στην επιχείρηση.

Ο στόχος της καταγραφής του προβλήματος είναι η στήριξη της διοίκησης στην αντιμετώπιση του. Η καταγραφή του προβλήματος μπορεί συνεχώς να αναθεωρείται ανάλογα με την εξέλιξη του έργου και την καλύτερη διαπίστωση του προβλήματος και των επιπτώσεων που έχει.

Αφού έχουμε ξεκαθαρίσει την φύση του προβλήματος, το επόμενο βήμα είναι η καταγραφή του στόχου. Έτσι περιγράφεται η πραγματική βαθμίδα του ελαττωματικού προϊόντος ή διαδικασίας που θέλουμε να βελτιώσουμε. Επιπλέον, πρέπει ο στόχος αυτός να είναι αριθμητικός, συνεπώς μετρήσιμος. Σκοπός είναι να καταφέρουμε να προσδιορίσουμε τον τρόπο που θα καταμετρηθούν τα οφέλη του έργου.

2.2 Κρίσιμα για τη δημιουργία δένδρου (Critical to Trees – CTs)

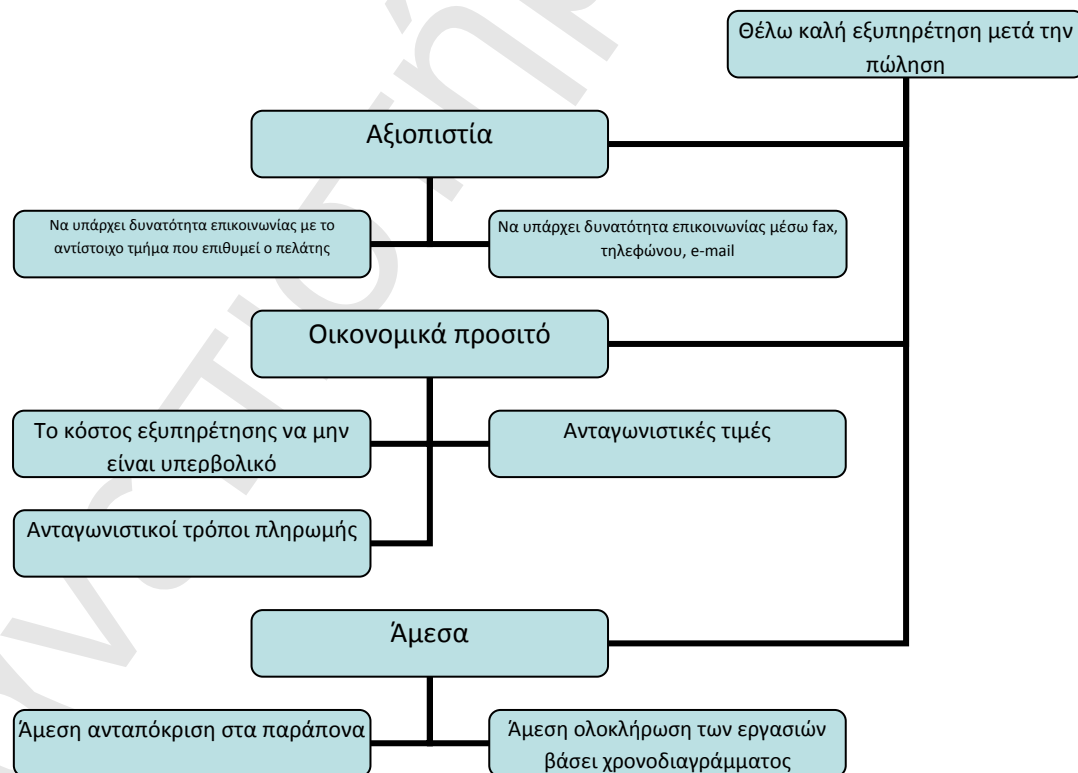
Για να μπορέσουμε να βελτιώσουμε κάποιο προϊόν ή διαδικασία είναι πολύ σημαντικό καταρχήν να οριοθετήσουμε και να εξακριβώσουμε τις ανάγκες του πελάτη. Ο πελάτης μπορεί να είναι εσωτερικός, δηλαδή να εργάζεται στην ίδια εταιρεία (προϊστάμενος, διεύθυνση, τμήμα), είτε εξωτερικός . πρέπει να γίνει σαφές εξ αρχής ποια είναι τα κρίσιμα χαρακτηριστικά του προϊόντος ή της διαδικασία που θέτει και επιθυμεί ο πελάτης.

Η Φωνή του Πελάτη (Voice of Customer) είναι πολύ σημαντική και πρέπει να καταγράφεται. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με συνεντεύξεις, ερωτηματολόγια, μπαίνοντας στη θέση του πελάτη κ.ο.κ. Στην συνέχεια, οι ανάγκες και οι επιθυμίες του πελάτη πρέπει να αναλυθούν με την βοήθεια του μοντέλου KANO ή με το διάγραμμα «αιτίου – αποτελέσματος» (cause and effect diagram).

Τέλος, πρέπει να μετατραπούν οι ανάγκες και επιθυμίες του πελάτη σε συγκεκριμένες απαιτήσεις οι οποίες θα είναι μετρήσιμες. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την χρησιμοποίηση των “CT’s”.

Τα “CT’s” αποτελούν ένα σύνολο κάποιων χαρακτηριστικών, τα οποία αν εκπληρωθούν, θα ικανοποιηθεί ο πελάτης. Αυτά έχουν να κάνουν με την ποιότητα (quality), την παράδοση (delivery), την εξυπηρέτηση (service), την νομοθεσία (law) και το κόστος (cost).

Το παρακάτω παράδειγμα αφορά την εξυπηρέτηση πελατών μετά την πώληση και μας δείχνει πως δημιουργούνται τα κριτήρια και πως διαμορφώνεται ένα δένδρο με τις απαιτήσεις του πελάτη.



Γραφήμα 2.1 – Παράδειγμα CTs

Τα “CT’s” πρέπει να είναι συγκεκριμένα και μετρήσιμα, δηλαδή επιλέγοντας το κριτήριο «Άμεσα» στο παραπάνω παράδειγμα, τότε η “Άμεση ανταπόκριση στα παράπονα» πρέπει να οριοθετηθεί, άρα πρέπει να οριστεί χρονική διάρκεια π.χ. «λιγότερο των δύο (2) ημερών».

2.3 Κόστος λόγω ανεπαρκούς ποιότητας (Cost of Poor Quality)

Τα στοιχεία κόστους που απορρέουν από μία διαδικασία, χωρίζονται στα εμφανή στοιχεία κόστους (π.χ. επιδιορθώσεις, απορριπτέες παρτίδες, συντήρηση, ποιοτικός έλεγχος) και τα ‘κρυμμένα’ στοιχεία κόστους (π.χ. νομικά έξοδα, έλεγχος προμηθευτών, απώλεια πελατών, χειρισμός παραπόνων). Είναι σημαντικό να υπάρχει εικόνα αυτών των ειδών κόστους, ώστε να έχουμε γνώση της κατάστασης και να μην υπολογίζουμε μόνο τα στοιχεία κόστους ενός προϊόντος ή υπηρεσίας που παράγεται ή λειτουργεί αντίστοιχα από την επιχείρηση.

Επιπλέον, θα μπορούσαμε να χωρίσουμε τα στοιχεία κόστους σε πέντε (5) κατηγορίες:

- Κόστη πρόληψης προβλήματος
- Κόστη εκτίμησης συμμόρφωσης προϊόντος προς τον πελάτη
- Κόστη επιδιόρθωσης παραχθέντων πριν την πώληση
- Κόστη επιδιόρθωσης ελαττωματικών μετά την πώληση
- Κόστος απόρριψης προϊόντος

Είναι δεδομένο ότι όλες οι επιχειρήσεις έχουν την δυνατότητα να μετριάσουν ή και να εξαλείψουν μεγάλο μέρος από τα παραπάνω στοιχεία κόστους.

Το πιο σημαντικό είναι να εντοπίσουμε το πρόβλημα στην αρχή του, πριν προχωρήσει σε επόμενα στάδια όπου και η ανίχνευση θα είναι περισσότερο πολύπλοκη, αλλά και ο αντίκτυπος και το κόστος πολύ μεγαλύτερα. Κάτι τέτοιο μπορεί να αποτυπωθεί πολύ εύκολα με τον «Κανόνα του Δέκα» (Rules of Ten).

2.4 Cause & Effect Diagram (or Fishbone Diagram)

Τα εργαλεία που συνήθως χρησιμοποιούνται σε όλες τις θεωρίες διαχείρισης ολικής ποιότητας είναι τα εξής:

- Διάγραμμα Ροής (Flow Chart)
- Διάγραμμα Gantt (Gantt Chart)
- Φύλλα Ελέγχου(Check Sheets)
- Διάγραμμα Συγγένειας (Affinity Diagram)
- Διάγραμμα Pareto (Pareto Diagram)
- Διάγραμμα Ελέγχου (Control Chart)
- Διάγραμμα Διασποράς (Scatter Diagram)
- Ανάλυση Αστοχιών και Επιπτώσεων (Failure and Effect Analysis – FMEA)
- Πίνακας Αποφάσεων (Decision Matrix)
- **Διάγραμμα Ραχοκοκαλιά (Fishbone Diagram)**

Το διάγραμμα ραχοκοκαλιά (fishbone diagram), γνωστό και ως διάγραμμα Ishikawa ή διάγραμμα αιτίου – αποτελέσματος (Ishikawa 1986), περιγράφει και οργανώνει τα πιθανά αίτια ενός γεγονότος που παρατηρείται. Το γεγονός τοποθετείται στην άκρη ενός βέλους και τα πιθανά αίτια, ομαδοποιημένα σύμφωνα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, είναι αγκάθια που προεξέχουν του βέλους (Τσιώτρας 1995). Τα διαγράμματα ψαροκόκαλο χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις όπου προσπαθούμε να εντοπίσουμε πιθανές αιτίες ενός συγκεκριμένου προβλήματος και ειδικά όταν η ομάδα ανάλυσης τείνει να πέφτει σε ένα «φαύλο κύκλο» απόψεων (Evans & Lindsay 2005).

Μέσω του διαγράμματος οι αιτίες των γεγονότων μπορούν να εξατομικευτούν και οι εξαρτήσεις μπορούν να απεικονιστούν (Schulte-Zurhausen, 2002). Το διάγραμμα ραχοκοκαλιά (fishbone diagram) συλλέγει τη γνώση – τεχνογνωσία των συμμετεχόντων με τη μέθοδο του «καταιγισμού ιδεών» (brainstorming), παρέχει μία αποτύπωση της συλλογικής γνώσης και βοηθάει στην επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί.

Σε μία κριτική ανάλυση, θα πρέπει να επισημανθεί ότι τα αποτελέσματα του διαγράμματος ραχοκοκαλιά (fishbone diagram) δεν προσδιορίζουν κατ' ανάγκη

τις πραγματικές αιτίες μίας κατάστασης, δεδομένου ότι εκπροσωπούν παραδοχές που έγιναν από τους συμμετέχοντες. Στατιστικά η υπόθεση ότι η αιτία που έχει προσδιορισθεί αποτελεί και το κύριο αίτιο, μπορεί να επιβεβαιωθεί μέσα από ένα τεστ σημαντικότητας.

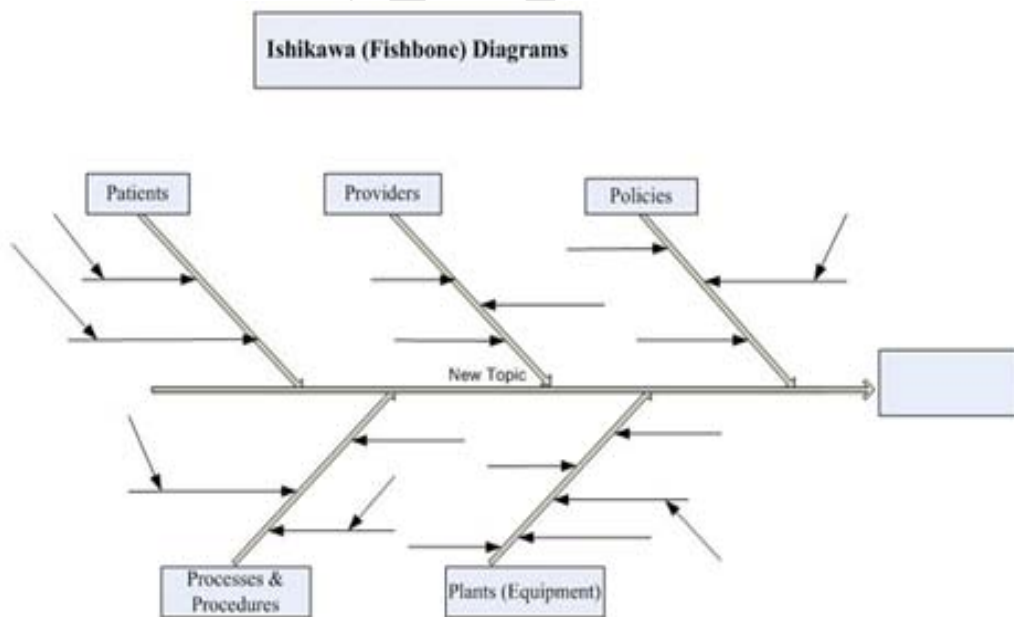
Τα βήματα που πρέπει να ακολουθήσουμε για να καταλήξουμε στον ορθή κατάρτιση ενός διαγράμματος ραχοκοκαλιά (Fishbone diagram) είναι τα εξής:

- Καταρχήν επίτευξη συμφωνίας για το πρόβλημα (επίπτωση) προς ανάλυση. Η δήλωση αυτή συντάσσεται εντός ενός κουτιού, στην δεξιά άκρη του χαρτιού, στο οποίο οδηγεί ένα οριζόντιο βέλος.
- Συζήτηση και επιλογή των βασικών κατηγοριών προέλευσης των δυνητικών αιτιών του προβλήματος. Εάν η διαδικασία αποτύχει, δύναται να επιλεχθούν οι εξής κατηγορίες:
 - 1) Μέθοδοι
 - 2) Εξοπλισμός
 - 3) Υλικά
 - 4) Μετρήσεις
 - 5) Άνθρωποι
 - 6) Περιβάλλον
- Συμπληρώνουμε τις επιλεγμένες κατηγορίες σε πλάγιες γραμμές που οδηγούν στον κορμό του κεντρικού βέλους, μοιράζοντας ισόποσα τις κατηγορίες πάνω και κάτω από το βέλος.
- Συζήτηση και επιλογή των βασικών αιτιών του προβλήματος, απαντώντας στην ερώτηση «Γιατί συμβαίνει;». Καθώς κατατίθενται οι απόψεις των μελών της ομάδας ανάλυσης, ο διαχειριστής της διαδικασίας κατατάσσει τις αιτίες αυτές στις κατηγορίες που ανήκουν. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται και για καθεμία αιτία ξεχωριστά, για τον εντοπισμό και υπαιτίων έως ότου η ανάλυση προχωρήσει στον επιθυμητό βαθμό.
- Ανάλυση Διαγράμματος. Η ανάλυση βοηθάει να αναγνωρίσουμε αιτίες οι οποίες χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης. Αφού τα συγκεκριμένα διαγράμματα

αναγνωρίζουν μόνο Πιθανές Αιτίες, δύναται να χρειαστεί να χρησιμοποιήσουμε διαγράμματα Pareto τα οποία θα μας βοηθήσουν να προσδιορίσουμε την αιτία στην οποία θα πρέπει να επικεντρωθούμε αρχικά. Σημαντική είναι η «ισορροπία» του διαγράμματος και γι' αυτό θα πρέπει να ελέγξουμε για συγκρίσιμα επίπεδα λεπτομέρειας για τις περισσότερες από τις κατηγορίες:

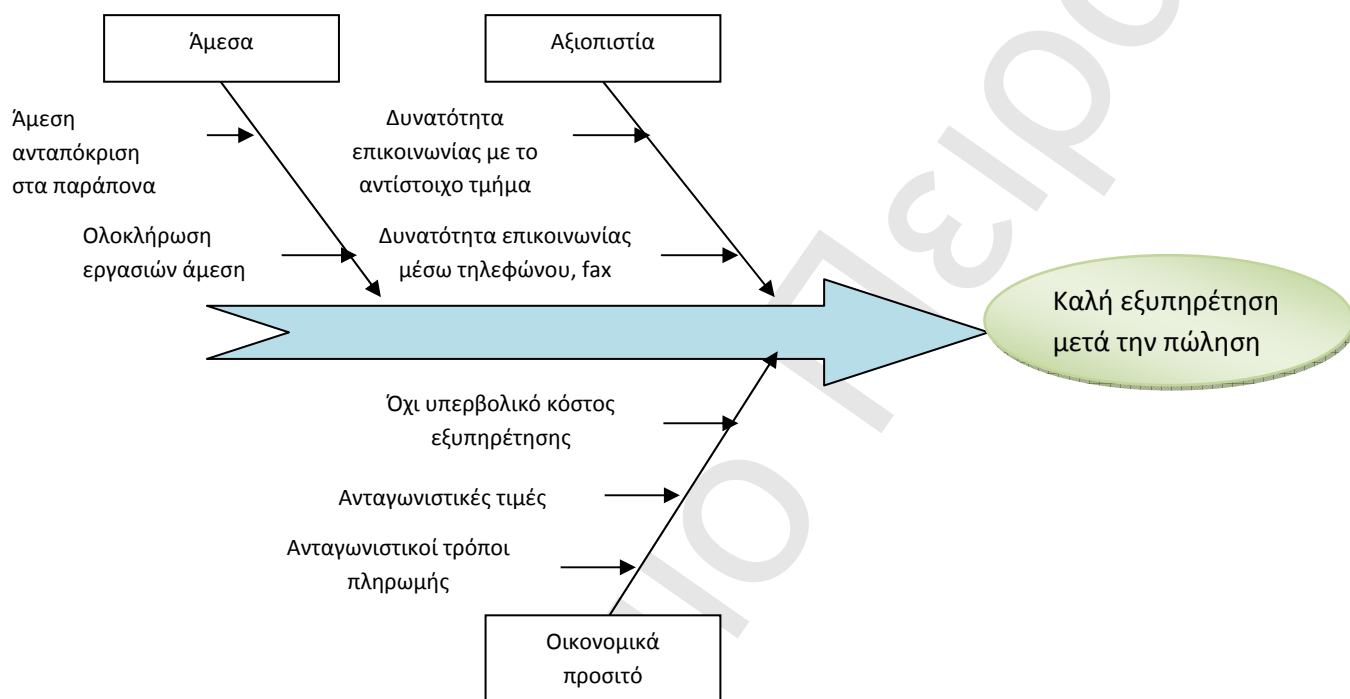
- Ένα λεπτό παρακλάδι με αντικείμενα σε μία περιοχή, μπορεί να υποδεικνύει την ανάγκη για περαιτέρω διερεύνηση. Μία κύρια κατηγορία η οποία έχει μόνο λίγες διαπιστωμένες αιτίες, μπορεί να υποδεικνύει την ανάγκη για περαιτέρω αναγνώριση αιτιών.
- Επαναλαμβανόμενες αιτίες. Αυτές μπορεί να απεικονίζουν πρωταρχικά αίτια.
- Τέλος, καλό είναι να μετρηθούν όλα τα δεδομένα που υπάρχουν για κάθε αιτία, ώστε να μπορέσουμε να ποσοτικοποιήσουμε την επίπτωση / αποτέλεσμα για κάθε προτεινόμενη αλλαγή (Wolper, 2001).

Το τελικό αποτέλεσμα θα είναι της ακόλουθης μορφής:



Εικόνα 2.2 – Τυπική μορφή Fishbone Diagram

Το παραπάνω παράδειγμα σχετικά με την εξυπηρέτηση πελατών μετά την πώληση θα το χρησιμοποιήσουμε αυτή τη φορά για να σχηματίσουμε το διάγραμμα ραχοκοκαλιά (Fishbone Diagram):



Γράφημα 3.3 – Παράδειγμα Fishbone Diagram

Σε σύγκριση με τα διαγράμματα δένδρου ("CT's"), τα οποία απεικονίζουν τις διαδρομές και τα στάδια μιας διαδικασίας ή έργου, καθώς και την μεταξύ τους αλληλεπίδραση, το διάγραμμα αιτίου αποτελέσματος (Fishbone Diagram), είναι ένα εργαλείο για ανεύρεση όλων των πιθανών αιτιών που οδήγησαν σε ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα. Ο κύριος στόχος του διαγράμματος αυτού είναι να αποτελεί το πρώτο στάδιο στην επίλυση προβλημάτων βοηθώντας τη σύνταξη ενός καταλόγου πιθανών αιτιών. Επίσης, μπορεί να οδηγήσει σε άμεση αναγνώριση των κύριων κινδύνων και να υποδεικνύει πιθανές διορθωτικές ενέργειες ή, αποτυγχάνοντας σε αυτό, να υποδεικνύει τις περισσότερο πιθανές περιοχές για περαιτέρω διερεύνηση και ανάλυση. Το λιγότερο που μπορεί να περιμένει κανείς από την κατασκευή του διαγράμματος αιτίου αποτελέσματος (Fishbone Diagram) είναι καλύτερη κατανόηση του προβλήματος.

3. Παρουσίαση Εταιρείας: DEMO A.B.E.E (DEMO S.A.)

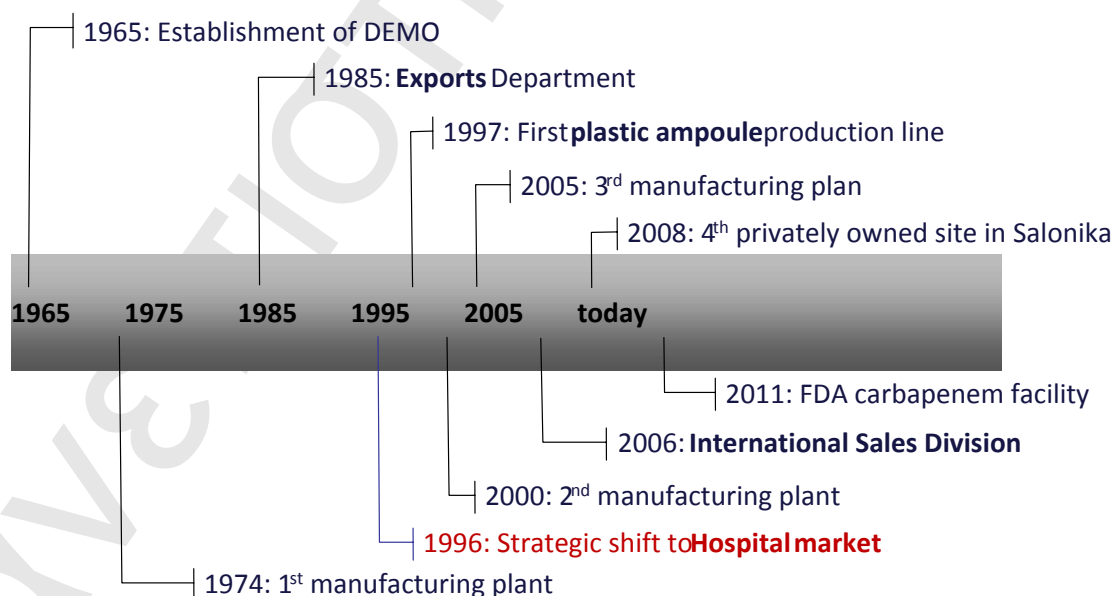
3.1 Γενικά

Η DEMO A.B.E.E. αποτελεί έναν βιομηχανικό και εμπορικό οργανισμό ο οποίος ιδρύθηκε το 1965 και δραστηριοποιείται στους τομείς της παραγωγής, εισαγωγής και πώλησης φαρμακευτικών προϊόντων.

Η εταιρεία είναι μια από τις μεγαλύτερες φαρμακοβιομηχανίες γενόσημων στην Ελλάδα με 520 εργαζόμενους και ετήσιο τζίρο της τάξης των 100 εκατ. ευρώ, η οποία κατατάσσεται ως πρώτη όσον αφορά τις πωλήσεις νοσοκομειακών προϊόντων. Επιπρόσθετα είναι μία από τις μεγαλύτερες φαρμακοβιομηχανίες ενέσιμων φαρμάκων στην Ευρώπη.

Σήμερα, η DEMO έχει ενεργή παρουσία και πωλήσεις σε 34 χώρες διεθνώς, συμπεριλαμβανομένων χωρών της Ευρώπης, Αφρικής, Ασίας και Ωκεανίας, με περισσότερα από 600 εγκεκριμένα προϊόντα. Αποτελεί στρατηγική δέσμευση της διοίκησης να διευρύνει την διεθνή παρουσία της εταιρείας ώστε να αυξηθεί η αναγνωρισιμότητα του brand της παγκοσμίως.

Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι η εταιρεία είναι πιστοποιημένη ως επίσημος προμηθευτής των Ηνωμένων Εθνών, καθώς και της Unicef.



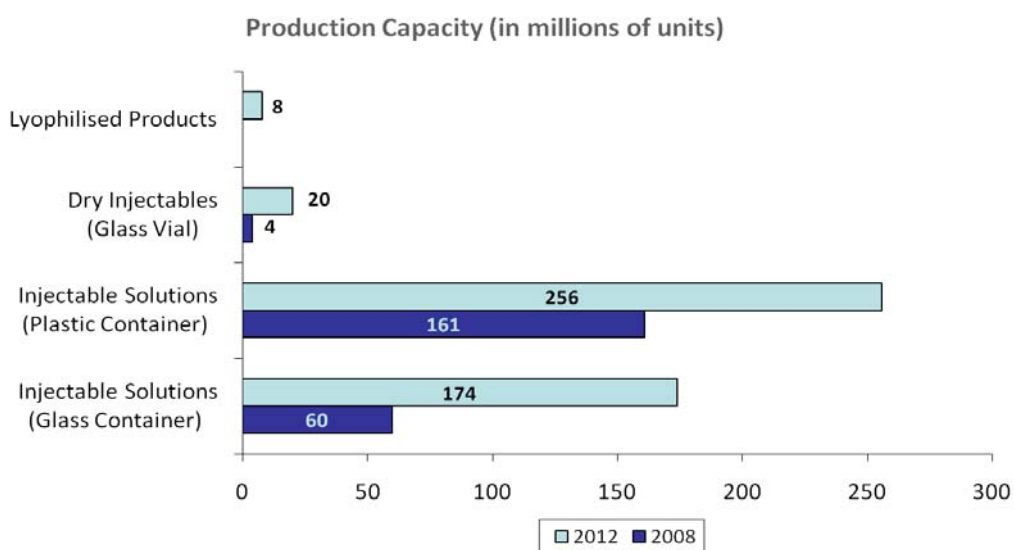
Εικόνα 3.1 – Εξέλιξη DEMO ABEE μέχρι σήμερα

3.2 Τύποι Προϊόντων

Στην Αθήνα, στην περιοχή του Κρουονερίου, βρίσκονται οι τρεις εγκαταστάσεις παραγωγής της Demo οι οποίες καλύπτουν επιφάνεια 40,000 τετραγωνικών μέτρων. Στο κτίριο Α υπάρχουν τρεις γραμμές παραγωγής για αποστειρωμένα και μη προϊόντα, ξηρά ενέσιμα και ορούς αιμοκάθαρσης. Στο κτίριο Β θα βρούμε άλλες τέσσερις γραμμές παραγωγής για τις πλαστικές αμπούλες, πλαστικά μπουκάλια, γυάλινες αμπούλες, γυάλινα μπουκάλια και γυάλινα φιαλίδια.

Τέλος, στο κτίριο Γ στεγάζονται η πτέρυγα των πενεμών και η αποθήκη των έτοιμων προϊόντων.

Οι επενδύσεις που έλαβαν χώρα τα τελευταία τέσσερα χρόνια στον τομέα της παραγωγής, απέφεραν αλματώδη αύξηση του capacity σε όλες τις γραμμές παραγωγής.



Εικόνα 3.2 – Παραγωγική Δυναμικότητα 2008 vs. 2012

Ένα πολύ ενδιαφέρον στοιχείο για την μελέτη που θα πραγματοποιήσουμε, είναι ότι το 76% (131,374,880 τεμάχια) της συνολικής παραγωγής της εταιρείας διαχειρίζεται από το τμήμα εξαγωγών.

3.3 Στάδια παραγωγικής διαδικασίας

Η στρατηγική παραγωγής που ακολουθείται όσον αφορά μόνο τις πωλήσεις του εξωτερικού είναι “make to order”, η οποία επιτρέπει μεν στους πελάτες να παραγγείλουν τα προϊόντα που είναι προσαρμοσμένα στις προδιαγραφές που θέτει ο Εθνικός Οργανισμός Υγείας κάθε χώρας, αυξάνει δε τον χρόνο ανταποκρισιμότητας στην εκτέλεση που κατά κανόνα είναι τρεις μήνες από την στιγμή που η παραγγελία επιβεβαιώνεται και καταχωρείται στο μηχανογραφικό σύστημα.

Αρχικά παραλαμβάνονται οι πρώτες ύλες και τα υλικά συσκευασίας, η αποστολή των οποίων αποτελεί υποχρέωση της DEMO ABEE. Μετά την προσωρινή αποθήκευση τους, τη δειγματοληψία τους, τον έλεγχο των δειγμάτων και την συστημική απελευθέρωση μέσα από το μηχανογραφικό σύστημα που χρησιμοποιείται, ακολουθεί το ζύγισμα των απαιτούμενων ποσοτήτων πρώτων υλών για την παραγωγή του προϊόντος. Η διαδικασία ολοκληρώνεται με το γέμισμα των πρωτοταγών περιεκτών και την συσκευασία.

Το μηχανογραφικό σύστημα που χρησιμοποιείται από το 2007 είναι το SAP και θεωρείται ως μια από τις σημαντικότερες και μεγαλύτερες επενδύσεις στην οποία έχει προχωρήσει η εταιρεία τα τελευταία χρόνια. Το εν λόγω πρόγραμμα, σχεδιάστηκε για να υποστηρίξει τον έλεγχο και την βελτιστοποίηση των παρακάτω διαδικασιών:

- Ροή πληροφοριών, από την καταχώρηση της παραγγελίας μέχρι την οργάνωση της διανομής και της μεταφοράς με κάθε δυνατή λεπτομέρεια.
- Φυσική ροή πρώτων υλών και έτοιμων προϊόντων με τελικό παραλήπτη τον πελάτη.
- Εταιρικές διαδικασίες (λειτουργίες), από την σύλληψη μιας ιδέας, μέχρι τον σχεδιασμό και την υλοποίηση της.

Η DEMO ABEE έχει την ευθύνη της προσαρμογής των μεθόδων της και της τήρησης των όρων των συμβολαίων με τους πελάτες. Η παραγωγή και ο ποιοτικός έλεγχος πρέπει να γίνονται σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή και Ελληνική

νομοθεσία και ένα επιπλέον σύνολο κανόνων. Η εταιρεία – πελάτης ελέγχει την τήρηση των παραπάνω όρων μέσα από περιοδικές προγραμματισμένες επιθεωρήσεις. Τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας είναι τα εξής:

- Ζύγισμα και έλεγχος πρώτων υλών
- Παραγωγή χύμα προϊόντος
- Έλεγχος παραμέτρων (PH, ιξώδες, ειδικό βάρος κ.ο.κ.) χύμα προϊόντος και ζύγισμα του χύμα προϊόντος για έλεγχο φύρας
- Γέμισμα των συσκευασιών
- Στα υγρά προϊόντα έχουμε τις εξής διαδικασίες έπειτα από το γέμισμα:
 - Πωμάτισμα και έλεγχος στεγανότητας
 - Επικόλληση και έλεγχος ετικέτας
 - Συσκευασία (κουτί και φύλλο οδηγιών)
- Στα προϊόντα ημι-στέρεης μορφής έχουμε τις εξής διαδικασίες έπειτα από το γέμισμα:
 - Συσκευασία (κουτί και φύλλο οδηγιών)
 - Έλεγχος στεγανότητας
- Ομαδοποίηση τελικών προϊόντων
- Τελική συσκευασία και αποθήκευση προϊόντων.

3.4 Προγραμματισμός παραγωγής

Ο προγραμματισμός παραγωγής γίνεται σε εβδομαδιαία βάση. Οι παραγγελίες πρέπει να δοθούν στο εργοστάσιο έγκαιρα, πριν από ένα ελάχιστο χρονικό διάστημα από την ημερομηνία παράδοσης της παρτίδας (leadtime) ,το οποίο συνήθως είναι τρεις μήνες. Κάθε πελάτης στέλνει στο εργοστάσιο κατάλογο με τις παραγγελίες των προϊόντων του. Ο κατάλογος των παραγγελιών μπορεί να περιλαμβάνει περισσότερες της μιας παρτίδες του ίδιου προϊόντος και όσα προϊόντα έχει ανάγκη.

Ο προγραμματισμός παραγωγής ξεκινά με την ομαδοποίηση των παραγγελιών ανάλογα με την απαιτούμενη ημερομηνία παράδοσης για να δοθεί προτεραιότητα σε όσες επείγουν. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται ένα πρόχειρο πλάνο στο οποίο φαίνονται τα κενά στην παραγωγική διαδικασία και οι προκύπτουσες ημερομηνίες παράδοσης, κάποιες από τις οποίες μπορεί να είναι εκπρόθεσμες. Κατόπιν γίνονται μικρές διορθώσεις στην σειρά παραγωγής των παρτίδων και ελέγχεται το ενδεχόμενο να γίνει τμηματική παράδοση κάποιων μεγάλων παραγγελιών, για διευκόλυνση του προγράμματος παραγωγής. Η τμηματική παράδοση των παραγγελιών προϋποθέτει την έγκαιρη συνεννόηση με την εταιρία-πελάτη και αφορά την μετάθεση της παραγωγής κάποιου αριθμού παρτίδων μιας μεγάλης παραγγελίας κάπου αργότερα μέσα στο μηνιαίο πλάνο της παραγωγικής διαδικασίας. Στην συνέχεια επανεξετάζονται οι προκύπτουσες ημερομηνίες παράδοσης και σε περίπτωση που κρίνεται σκόπιμο γίνονται νέες διορθώσεις. Έτσι, τελικά δημιουργείται ένα τελικό πλάνο, το οποίο έχει ως σκοπό να εξυπηρετήσει, κατά το δυνατόν, τόσο την DEMO ABEE όσο και τις εταιρείες-πελάτες. Πρέπει να σημειωθεί ότι όλη η διαδικασία είναι επαναληπτική και βασίζεται σε MRP based σύστημα προγραμματισμού παραγωγής.

4.Εφαρμογή διαγράμματος αιτίου – αποτελέσματος (Fishbone Diagram) – Προτάσεις Βελτίωσης & Ανάπτυξης

4.1 Περιγραφή κυκλώματος – Εντοπισμός προβλήματος

Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 3, (ενότητα 3.3), η στρατηγική παραγωγής που ακολουθείται στην φαρμακοβιομηχανία DEMO ABEE, όσον αφορά τις εξαγωγές που αποτελεί και τον κυριότερο όγκο παραγωγής, είναι make to order (MTO). Από την στιγμή που μία παραγγελία από πελάτη του εξωτερικού θα επιβεβαιωθεί και θα γίνει δεκτή, ο μέσος χρόνος ανταποκρισιμότητας ώστε να παραχθεί το προϊόν, να συσκευαστεί, να απελευθερωθεί, να αποθηκευτεί προσωρινά, να φορτωθεί και να παραδοθεί στο συμφωνηθέν σημείο παράδοσης(λιμάνι, αεροδρόμιο, τελωνείο, πόρτα του πελάτη), είναι οι τρεις (3) μήνες. Σε ελάχιστες περιπτώσεις και κατόπιν συνεννόησης με τον εκάστοτε πελάτη το διάστημα αυτό διαφέρει των τριών μηνών.

Στο παρόν κεφάλαιο θα επιχειρήσουμε να χρησιμοποιήσουμε το διάγραμμα αιτίου – αποτελέσματος (fishbone diagram) με σκοπό να αποτυπώσουμε και να αναλύσουμε τα αίτια που οδηγούν στο υφιστάμενο πρόβλημα της μη τήρησης του συμφωνηθέντος τρίμηνου leadtime για τις παραγγελίες των εξαγωγών. Η παρέκκλιση από τα χρονοδιαγράμματα και η μη έγκαιρη παράδοση των προϊόντων στους πελάτες, έχει ως αποτέλεσμα τα συνεχή και δικαιολογημένα παράπονα των πελατών, όπως επίσης και την αύξηση άμεσων και έμμεσων στοιχείων κόστους στην παραγωγική διαδικασία.

Προκειμένου να αναλύσουμε καλύτερα τα στάδια που μεσολαβούν από την αποδοχή μίας παραγγελίας εξαγωγών μέχρι την παράδοση αυτής, θα πρέπει να διαχωρίσουμε και να περιγράψουμε τα διάφορα τμήματα της εταιρείας που εμπλέκονται σε αυτή τη ροή εργασιών. Από την συζήτηση που διενεργήσαμε με τους άμεσα εμπλεκόμενους, έχουμε τα παρακάτω:

Τμήμα Διεθνών Πωλήσεων (ISD division)

Το τμήμα Διεθνών πωλήσεων συστεγάζεται δύο (2) επιμέρους τμήματα, αυτό των Πωλήσεων και Marketing και αυτό των Logistics & Customer Service. Το δυναμικό του τμήματος συνοψίζεται σε έξι (6) άτομα συμπεριλαμβανομένου και του Διευθυντή. Οι τρεις (3) area managers πωλήσεων είναι υπεύθυνοι για την πώληση και προώθηση νέων προϊόντων σε χώρες της παγκόσμιας αγοράς. Οι δύο logistics officers είναι υπεύθυνοι για την επικοινωνία με τον πελάτη όσον αφορά τις παραγγελίες τους και ενδεχόμενες αλλαγές σε αυτές, καθώς και για τον συντονισμό των τμημάτων Προγραμματισμού Παραγωγής, Προμηθειών, Αποθήκης και Τμήματος Ποιότητας για την τήρηση των χρονοδιαγραμμάτων ανά διαδικασία.

➤ **Τμήμα Προγραμματισμού Παραγωγής**

Το τμήμα Προγραμματισμού Παραγωγής είναι αρμόδιο για την κατάρτιση του προγράμματος παραγωγής και συσκευασίας σε εβδομαδιαία βάση, βάσει των παραγγελιών (εσωτερικού και εξωτερικού) και την δημιουργία των απαραίτητων αιτήσεων αγοράς προς το τμήμα Προμηθειών με σκοπό την έγκαιρη παράδοση όλων των πρώτων υλών και υλικών συσκευασίας. Επιπλέον, ο Υπεύθυνος Προγραμματισμού Παραγωγής είναι αρμόδιος για την δημιουργία και διαχείριση των μακετών των τυπωμένων υλικών συσκευασίας.

➤ **Τμήμα Προμηθειών**

Το τμήμα Προμηθειών είναι το πρόσωπο της εταιρείας προς τους προμηθευτές εξωτερικού. Είναι αρμόδιο για την πραγματοποίηση όλων των αγορών της εταιρείας που αφορούν προϊόντα τρίτων, πρώτες ύλες, υλικά συσκευασίας, έτοιμα και ημιέτοιμα προϊόντα. Επιπλέον, τα στελέχη του τμήματος είναι υπεύθυνα για την αποστολή των παραγγελιών στους προμηθευτές και έχουν την ευθύνη της οργάνωσης και του ελέγχου της σωστής αποστολής από τις αποθήκες των προμηθευτών μέχρι και τις αποθήκες της εταιρείας. Τέλος, το τμήμα είναι αρμόδιο για την αξιολόγηση προσφορών και προμηθευτών, όπως και για την

κατάρτιση νέων και για αναθεώρηση παλιότερων συμβολαίων αγορών.

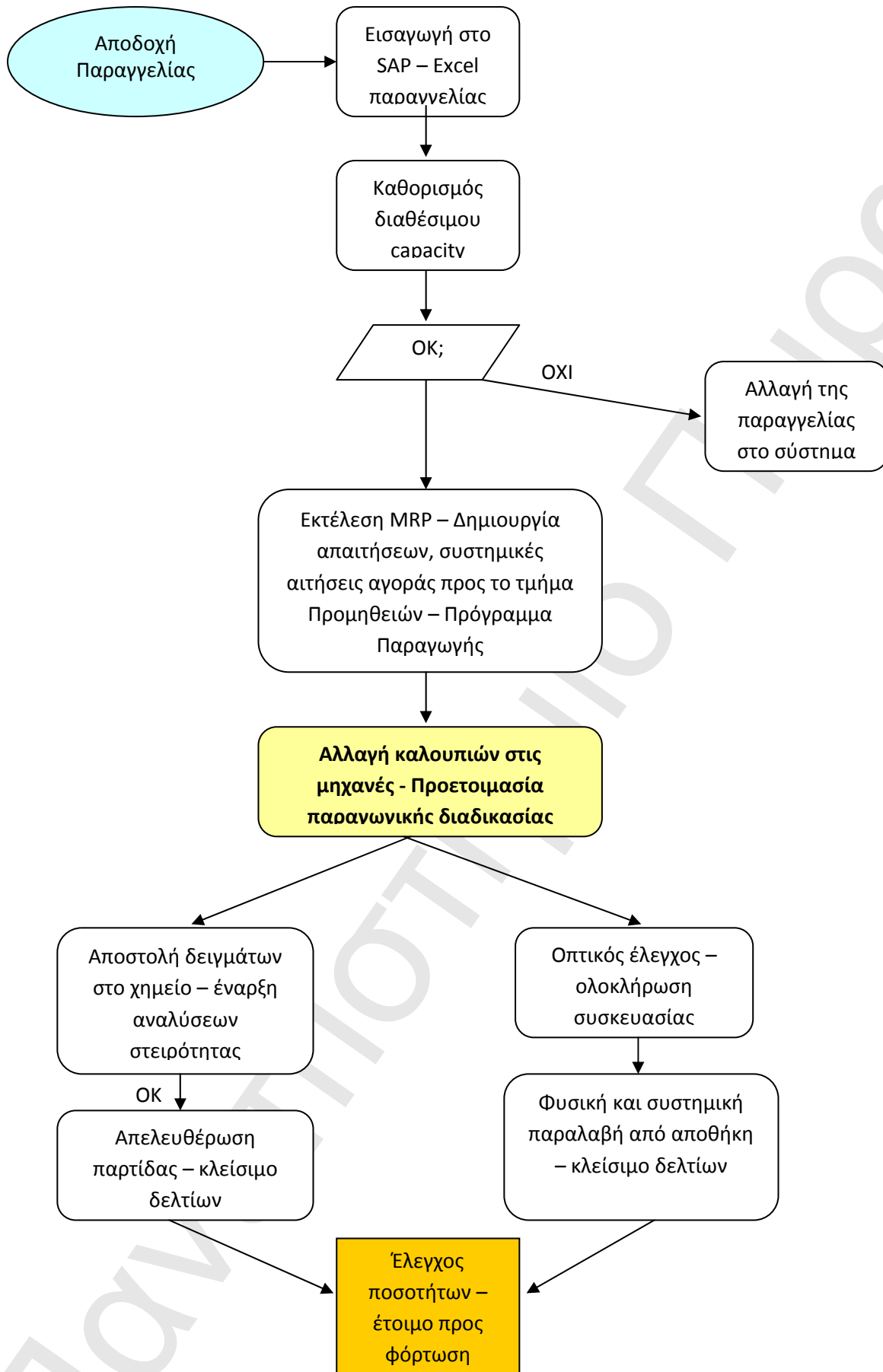
➤ **Τμήμα Αποθήκης Ετοιμών και Πρώτων Υλών**

Το τμήμα αποθήκης έχει την ευθύνη για όλες τις αποθηκευτικές μονάδες των πρώτων υλών, υλικών συσκευασίας και ετοιμών προϊόντων, την διασταύρωση φυσικού και συστημικού αποθέματος και τις κυκλικές απογραφές των αποθεμάτων. Επίσης, είναι αρμόδιο για την διανομή στους πελάτες εσωτερικού και τις φορτώσεις για τους πελάτες εξωτερικού.

➤ **Τμήμα Ποιότητας**

Το τμήμα ποιότητας έχει την ευθύνη για όλα τα θέματα ποιότητας που απαιτούνται για τη λειτουργία του εργοστασίου, καθώς και για την αντιμετώπιση και διεκπεραίωση όλων των επιστημονικών υποθέσεων που προκύπτουν στην εταιρεία. Επιβλέπει όλα τα τμήματα που εμπλέκονται στην πιστή εφαρμογή της ποιότητας, (Έλεγχος Ποιότητας, Διασφάλιση Ποιότητας, Έρευνα και Ανάπτυξη, Εγκρίσεων, Φαρμακοεπαγρύπνησης) καθώς και τα Ειδικευμένα Πρόσωπα και τον Εσωτερικό Επιθεωρητή Ποιότητας.

Στην επόμενη σελίδα παρουσιάζεται η σχηματική απεικόνιση των απαραίτητων διαδικασιών που εκτελούνται από την στιγμή που η εταιρεία αποδέχεται μία παραγγελία εξωτερικού, έως την αποστολή στον παραλήπτη.



Γράφημα 4.1 – Κύκλωμα ροής διαδικασιών επεξεργασίας παραγγελιών εξωτερικού

4.2 Δείκτης Βέλτιστης Παραγγελίας (Perfect Order)

Πριν προχωρήσουμε στην εφαρμογή του διαγράμματος, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για να προσπαθήσουμε να εντοπίσουμε τις πιθανές αιτίες ενός συγκεκριμένου προβλήματος, θα ήθελα να γίνει μία αναφορά στον όρο “Perfect Order” (Βέλτιστη Παραγγελία).

Είναι κοινή παραδοχή ότι ο ρυθμός του εμπορίου έχει αυξηθεί δραματικά, ενώ παράλληλα η υπομονή των πελατών έχει μειωθεί. Οι πελάτες σήμερα απαιτούν οι παραγγελίες τους να ετοιμάζονται και να παραδίδονται στην ώρα τους, με κόστος που αφήνει ελάχιστα περιθώρια για λάθος ή κέρδος. Σε περίπτωση που δεν ικανοποιηθούν οι προσδοκίες του πελάτη, οι συνέπειες για τις εταιρείες είναι οδυνηρές (ρήτρες συμβολαίων, χαμένες πωλήσεις, χαμένοι πελάτες κ.α.)

Για να μπορέσει μία επιχείρηση να γνωρίζει το επίπεδο εξυπηρέτησης που διαθέτει θα πρέπει να χρησιμοποιεί και να ερμηνεύει σωστά το δείκτη Perfect Order. Αυτός είναι ένας εξωστρεφής δείκτης που υπολογίζεται ως το γινόμενο των παραμέτρων που τον αποτελούν. Για παράδειγμα, σε μία επιχείρηση οι παράμετροι που έχουν οριστεί ως κρίσιμες για να συνθέσουν μία Βέλτιστη Παραγγελία και τα αντίστοιχα ποσοστά που έχουν μετρηθεί από επιμέρους δείκτες είναι οι εξής:

- Καταχώρηση στο σύστημα χωρίς λάθη: 90%
- Ποσοτικά σωστή: 90%
- Ποιοτικά σωστή: 90%
- Έγκαιρη παράδοση: 80%
- Σωστή τιμολόγηση: 95%

Για να υπολογιστεί ορθά ο δείκτης Βέλτιστης Παραγγελίας θα πρέπει να πολλαπλασιαστούν μεταξύ τους τα παραπάνω ποσοστά. Προχωρώντας σε αυτό στο παράδειγμα μας, έχουμε το εξής αποτέλεσμα:

$$\mathbf{90\% \times 90\% \times 90\% \times 80\% \times 95\% = 55\%}$$

Ερμηνεύοντας το παραπάνω αποτέλεσμα, ο δείκτης μας δείχνει ότι οι Βέλτιστες Παραγγελίες αποτελούν μόλις το 55% του συνόλου των παραγγελιών που δέχεται η επιχείρηση, ενώ καμία από τις παραπάνω παραμέτρους δεν ικανοποιείται σε ποσοστό μικρότερο του 80%. Αυτό συνέβη διότι δεν προσθέσαμε τις παραμέτρους αλλά τις πολλαπλασιάσαμε. Κάνοντας πρόσθεση, οδηγούμαστε σε λάθος συμπεράσματα, από τη στιγμή που σε μία παραγγελία υπάρχει περίπτωση να μην ικανοποιείται καμία από τις παραπάνω παραμέτρους και όχι αποκλειστικά μόνο μία.

4.3 Εφαρμογή διαγράμματος αιτίου – αποτελέσματος (Fishbone Diagram) – ανάλυση προβλήματος

Σε όλα τα συμβόλαια που έχει υπογράψει η DEMO ABEE με τους πελάτες εξωτερικού, οι οποίοι εκτελούν χρέη αντιπροσώπου της εταιρείας στις χώρες της παγκόσμιας αγοράς, έχει συμφωνηθεί η παράδοση των προϊόντων να γίνεται εντός τριών (3) μηνών, είτε πρόκειται για ιδιωτική αγορά είτε για διαγωνισμούς των υπουργείων υγείας.

Υπάρχουν βέβαια περιπτώσεις που η εταιρεία δέχεται παραγγελίες με χρόνο παράδοσης μικρότερο ή μεγαλύτερο των τριών μηνών, πάντα κατόπιν ζήτησης από τον πελάτη και επιβεβαίωσης από το αρμόδιο τμήμα διεθνών πωλήσεων. Στην πρώτη περίπτωση η ζήτηση καλύπτεται από αποθέματα του ελληνικού στοκ, με διαδικασίες ανασυσκευασίας (διαγραφή κουπονιών ΕΟΦ, barcode κ.α.), ενώ η δεύτερη περίπτωση αφορά προϊόντα που φέρουν πολύ εξειδικευμένες προδιαγραφές, κατόπιν απαίτησης από το υπουργείο υγείας της εκάστοτε χώρας που θα εισάγει το φάρμακο.

Τα τελευταία πέντε (5) χρόνια οι παραγγελίες των εξαγωγών αυξάνονται με ρυθμό 30% ετησίως. Αυτό συνεπάγεται την αλματώδη αύξηση της παραγωγικής δυναμικότητας, πολύ μεγαλύτερο όγκο προϊόντων προς εξαγωγή, εναρμόνιση παραγωγικής διαδικασίας με τις απαιτήσεις που έχουν τεθεί από κάθε πελάτη και πολύ πιο έντονη προσπάθεια από όλα τα τμήματα της εταιρείας που

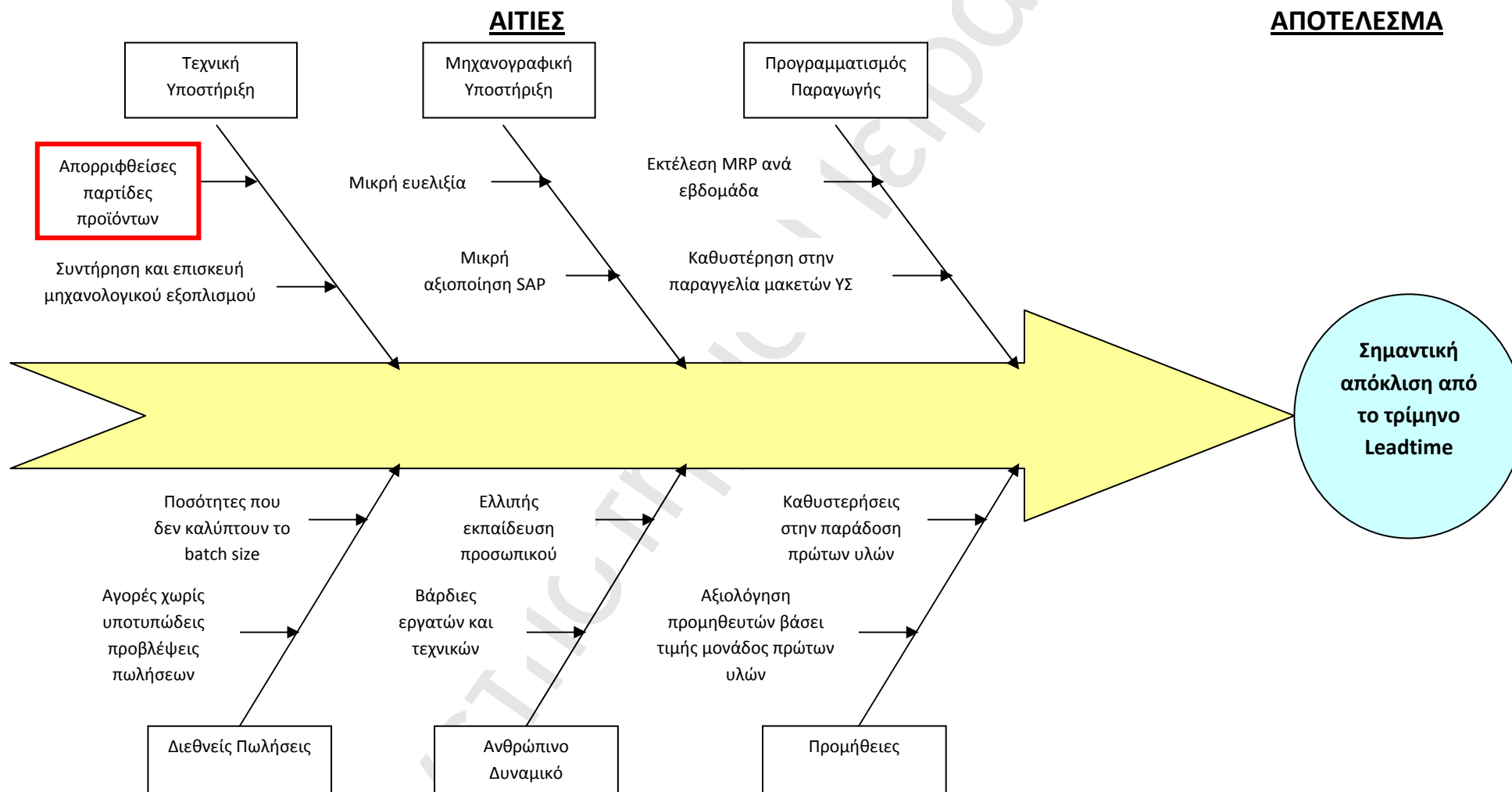
εμπλέκονται στον κύκλο εργασιών για διεκπεραίωσης της παραγγελίας, για την τήρηση του επιθυμητού χρόνου παράδοσης.

Το πρόβλημα που εντοπίζεται σε πολύ σημαντικό βαθμό είναι οι καθυστερήσεις στην παράδοση των παραγγελιών εξαγωγών. Δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις που το τρίμηνο leadtime ακυρώνεται και οι παραγγελίες παραδίδονται με καθυστέρηση ημερών, μήνα ακόμα και δύο (2) μηνών. Επί αυτού διενεργήθηκαν εντός της εταιρείας δύο συναντήσεις με στελέχη και υπεύθυνους διαδικασιών από διάφορα οργανωτικά τμήματα της εταιρείας με απώτερο σκοπό τον εντοπισμό και την απεικόνιση του προβλήματος με την χρήση του διαγράμματος αιτίου – αποτελέσματος (Fishbone Diagram). Μέσω του διαγράμματος οι αιτίες μπορούν να εξατομικευτούν και οι εξαρτήσεις μπορούν να απεικονιστούν. Το διάγραμμα αιτίου – αποτελέσματος (Fishbone Diagram) συλλέγει τη γνώση και τεχνογνωσία των συμμετεχόντων μέσω της μεθόδου «Καταιγισμού Ιδεών» (Brainstorming), παρέχει μία αποτύπωση της συλλογικής γνώσης και βοηθάει στην επίτευξη του στόχου που έχει τεθεί.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να επισημάνω ότι σε μία κριτική ανάλυση, όπως στην μελέτη περίπτωσης θα παρουσιαστεί παρακάτω, τα αποτελέσματα του διαγράμματος αιτίου – αποτελέσματος (Fishbone Diagram) δεν προσδιορίζουν κατ' ανάγκη τις πραγματικές αιτίες του προβλήματος, δεδομένου ότι εκπροσωπούν παραδοχές που έγιναν από τους συμμετέχοντες. Στατιστικά η υπόθεση ότι η αιτία που έχει προσδιοριστεί αποτελεί το κύριο αίτιο, μπορεί να επιβεβαιωθεί μέσα από ένα τεστ σημαντικότητας.

Μετά το πέρας των δύο συναντήσεων και έπειτα από πλήθος απόψεων και επιχειρημάτων σχετικά με τον εντοπισμό πιθανών αιτιών, καταλήξαμε στον σχεδιασμό του πρώτου διαγράμματος αιτίου – αποτελέσματος (Fishbone Diagram) που ακολουθεί στην επόμενη σελίδα:

Αποκλίσεις στον Χρόνο Παράδοσης – Επίπεδο 1



Γράφημα 4.2 Fishbone Diagram για το αποτέλεσμα «Σημαντική απόκλιση από το τρίμηνο Leadtime»

Το πρώτο στάδιο ανάλυσης μας έδωσε την δυνατότητα να επικεντρωθούμε στο αίτιο «**απορριφθείσες παρτίδες προϊόντων**». Ως εκ τούτου θα πρέπει εκ νέου να αναλύσουμε σε δεύτερο επίπεδο, τα πιθανά αίτια που σχετίζονται με την απόρριψη παρτίδων προϊόντων για να καταλήξουμε στα πιο σημαντικά.

Πριν προχωρήσουμε στον σχεδιασμό του δεύτερου διαγράμματος αιτίου – αποτελέσματος (Fishbone Diagram), θα περιγράψουμε συνοπτικά τις **κύριες αιτίες** που συμπεριλήφθηκαν στο πρώτο διάγραμμα:

➤ **Εκτέλεση MRP/εβδομάδα**: Ο Προγραμματισμός Παραγωγής «τρέχει» το MRP μία φορά την εβδομάδα. Όπως αναφέραμε παραπάνω, το τρίμηνο αρχίζει να ισχύει από την ημερομηνία επιβεβαίωσης της παραγγελίας. Την ίδια ημέρα γίνεται και η καταχώρηση στο SAP από το τμήμα Διεθνών Πωλήσεων. Συνεπώς, αναλώνεται πολύτιμος χρόνος όσον αφορά τις νέες παραγγελίες, αλλά και για τις ήδη υπάρχουσες μέσα στο σύστημα, σε περίπτωση που υπάρξει κάποια αλλαγή σε αυτές. Ένα άλλο πολύ σημαντικό στοιχείο είναι ότι ενώ υπάρχει η δυνατότητα να καταχωρηθούν στο SAP έντυπα με τις προδιαγραφές κάθε παραγγελίας και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των προϊόντων, που θα ήταν προσβάσιμα από όλους όσους εμπλέκονται στην προετοιμασία της παραγγελίας, κάτι τέτοιο δεν γίνεται, με αποτέλεσμα αυτά τα έντυπα να αποστέλλονται ξεχωριστά στον Προγραμματισμό Παραγωγής μέσω αλληλογραφίας. Συνεπώς, λόγω αυτής της διαδικασίας χάνεται επιπλέον χρόνος για να προχωρήσουν σημαντικές διαδικασίες (δημιουργία BOM, άνοιγμα κωδικού, σχεδιασμός μακέτας ΥΣ κ.α.)

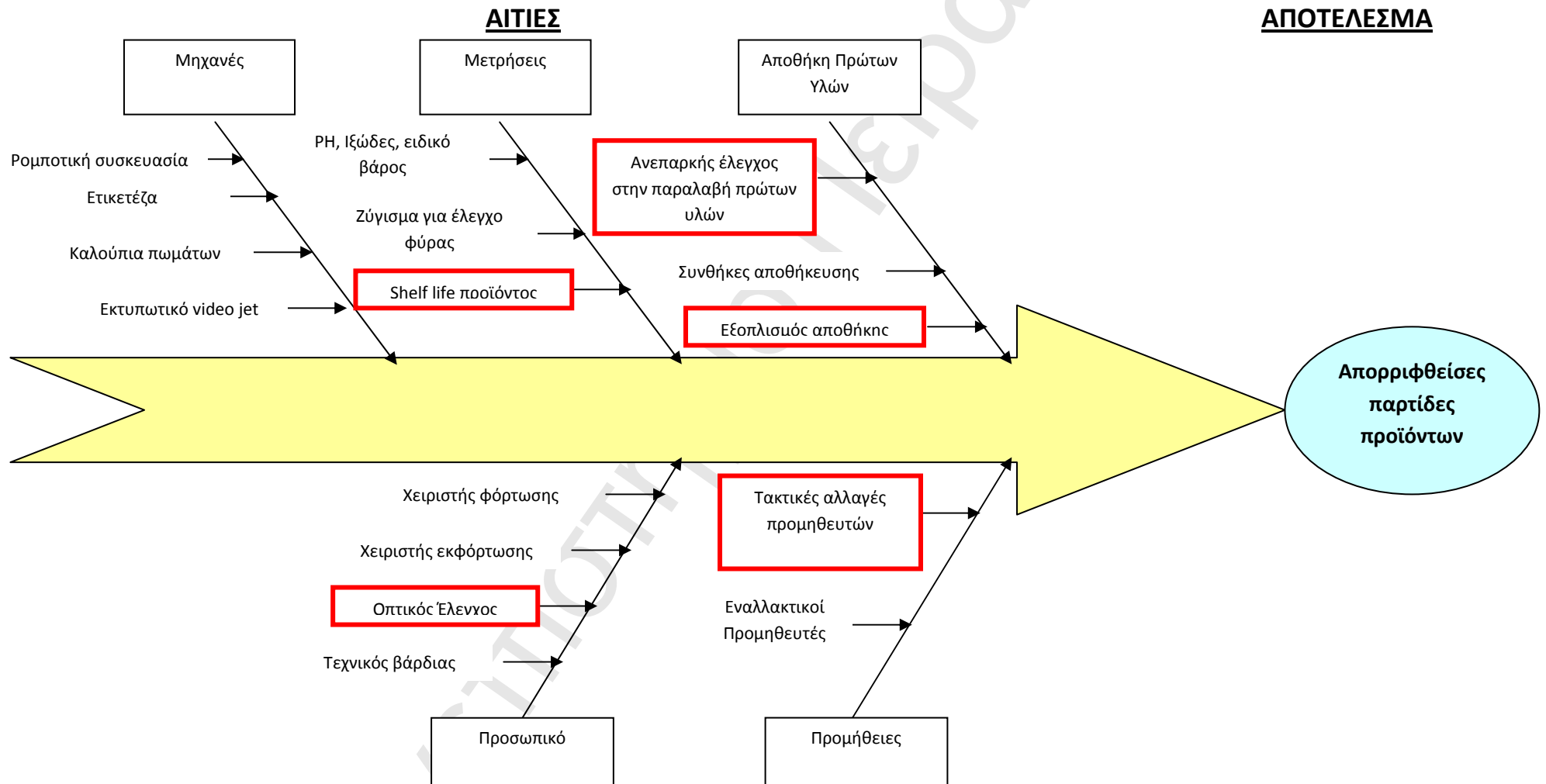
➤ **Καθυστερήσεις στην παράδοση πρώτων υλών**: Η DEMO ABEE με τους περισσότερους από τους προμηθευτές πρώτων υλών και υλικών συσκευασίας, δεν έχει συνάψει συμβάσεις ή έστω ιδιωτικά συμφωνητικά, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει καταβολή ρήτρας για τις καθυστερήσεις που παρατηρούνται στις παραδόσεις. Επίσης, ένα άλλο πολύ σημαντικό στοιχείο είναι ότι γίνονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα αλλαγές προμηθευτών πολύ σημαντικών και ακριβών πρώτων υλών με μοναδικό κριτήριο την τιμή ανά μονάδα προϊόντος, χωρίς να εξετάζονται ποιοτικά χαρακτηριστικά.

➤ **Μικρή ευελιξία::** Είναι κοινή παραδοχή ότι το SAP είναι ένα από τα πιο ολοκληρωμένα μηχανογραφικά συστήματα με δυνατότητες που αν αξιοποιηθούν σωστά, με γνώμονα τις εταιρικές διαδικασίες και την κουλτούρα κάθε εταιρείας, μπορεί να αποτελέσει μία πολύ σημαντική επένδυση. Στην DEMO ABEE το εν λόγω μηχανογραφικό σύστημα χρησιμοποιείται από το 2007. Δυστυχώς αντί να έχει γίνει πιο εύκολη η ανταλλαγή πληροφοριών και να υπάρχει real time ενημέρωση σε όλους τους χρήστες σχετικά με τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας, παρατηρείται το φαινόμενο της συχνής ανταλλαγής αλληλογραφίας μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων, κάτι που δημιουργεί σύγχυση, οδηγεί στο να παραβλέπονται σημαντικές πληροφορίες και ενισχύει τελικώς το κόστος διαχείρισης. Το τμήμα μηχανογράφησης παρουσιάζει μικρή ευελιξία στην διαχείριση αιτημάτων από χρήστες του SAP για ένα περισσότερο λειτουργικό σύστημα, καθώς τηρούνται αυστηρά πολλές διαδικασίες σχετικά με την έγκριση και τις δοκιμές σε παραγωγικό περιβάλλον.

➤ **Βάρδιες εργατών και τεχνικών:** Σε περιόδους αυξημένης ροής παραγγελιών και μαζικών παραγωγικών διαδικασιών τηρούνται μόνο δύο βάρδιες παραγωγής και συσκευασίας, δεν υπάρχει υπερωριακή απασχόληση, ούτε επιπλέον εργασία τα Σαββατοκύριακα για να καλυφθεί το χαμένο έδαφος και οι όποιες καθυστερήσεις.

➤ **Αγορές χωρίς υποτυπώδεις προβλέψεις πωλήσεων:** Ο μεγαλύτερος όγκος των πωλήσεων εξωτερικού αφορά προμήθειες σε διαγωνισμούς που κερδίζει η εταιρεία μέσω των αντιπροσώπων με τους οποίους συνεργάζεται στις χώρες της παγκόσμιας αγοράς. Ένας διαγωνισμός προμήθειας φαρμάκων δεν αφήνει περιθώρια για να δοθούν προβλέψεις επικείμενων πωλήσεων στον Προγραμματισμό Παραγωγής, καθώς δεν υπάρχουν ασφαλείς εκτιμήσεις για το αν ο διαγωνισμός θα απονεμηθεί τελικώς στην εταιρεία και τι μέρος αυτού θα κληθεί η εταιρεία να εκτελέσει.

Αποκλίσεις στον Χρόνο Παράδοσης – Επίπεδο 2



Γράφημα 4.3 Fishbone Diagram για το αποτέλεσμα «Απορριφθείσες παρτίδες προϊόντων»

Έπειτα από την ανάλυση και του 2^{ου} επιπέδου καταλήξαμε στο ότι το πρόβλημα που αντιμετωπίζουμε με την απόρριψη μερικών ή ολόκληρων παρτίδων προϊόντων μπορεί να προκαλείται από τα παρακάτω αίτια:

- Ανεπαρκής έλεγχος στην παραλαβή πρώτων υλών
- Εξοπλισμός αποθήκης
- Shelf life προϊόντος
- Οπτικός έλεγχος
- Τακτικές αλλαγές προμηθευτών

4.4 Προτάσεις Βελτιστοποίησης – Ανάπτυξης διαδικασιών

Στην παραπάνω ενότητα προχωρήσαμε στην εφαρμογή του διαγράμματος αιτίου – αποτελέσματος (Fishbone Diagram) με στόχο την εξεύρεση των κύριων αιτιών του προβλήματος που εξετάζουμε στην παρούσα μελέτη περίπτωσης. Η επιλογή και ανάλυση των κύριων σημείων που προκαλούν τον μεγαλύτερο αντίκτυπο έγινε κατόπιν εμπειρικής προσέγγισης, από τη στιγμή που το εν λόγω διάγραμμα δεν παρέχει την δυνατότητα να εξεταστούν ποσοτικά δεδομένα και μεταβλητές. Κάτι τέτοιο μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση του διαγράμματος Pareto.

Το διάγραμμα Pareto είναι ένας τύπος ιστογράμματος το οποίο χρησιμοποιείται ώστε να εξακριβωθεί ο βαθμός σοβαρότητας τους καθενός από τα αίτια. Για να δημιουργήσουμε σωστά ένα γράφημα Pareto θα πρέπει να ακολουθήσουμε τα παρακάτω στάδια:

- 1) Να αποφασίσουμε για την διαδικασία την οποία θέλουμε να εξετάσουμε και να μάθουμε περαιτέρω στοιχεία για αυτήν (π.χ. MRP μία φορά την εβδομάδα)
- 2) Να επιλέξουμε τα αίτια που θα εξετάσουμε και θα συγκρίνουμε.
- 3) Να διαλέξουμε την μονάδα μέτρησης που θεωρούμε πιο αντιπροσωπευτική (π.χ. συχνότητα, κόστος, και τα δύο).

- 4) Να επιλέξουμε για εξέταση μία χρονική περίοδο η οποία είναι αρκετά ευρεία ώστε να αναπαραστήσουμε την κατάσταση επακριβώς.
- 5) Να χρησιμοποιήσουμε έναν πίνακα ελέγχου ώστε να σημειώνουμε σε πραγματικό χρόνο δεδομένα από το παρελθόν που είναι αξιόπιστα.
- 6) Χρησιμοποιώντας το SPC XL, που είναι ένα πιο ανεπτυγμένο σύστημα του MS OFFICE XL και με περισσότερες λειτουργίες, θα εισάγουμε τα δεδομένα που συλλέξαμε προς ανάλυση.

Ένα άλλο εργαλείο που θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε σε συνέχεια του διαγράμματος αιτίου – αποτελέσματος (Fishbone Diagram) είναι ο **Πίνακας Αιτίας και Επίδρασης η Πίνακας Επιλογής Χαρακτηριστικών (Cause and Effect Matrix or Characteristic Selection Matrix – CSM)**.

Ο πίνακας CSM είναι αρκετά σημαντικός διότι μας δίνει την δυνατότητα να διαπιστώσουμε την συσχέτιση μεταξύ των εισερχομένων (KPIV's) σε μια διαδικασία και των εξερχομένων (KPOV's) ή ακόμα και των κρίσιμων για την ποιότητα χαρακτηριστικών (CTQ's) αυτής.

Με τον πίνακα CSM μπορούμε να καθορίσουμε τις προτεραιότητες των εισερχομένων με βάση το βαθμό που θα συγκεντρώσουν και έτσι μας δίνεται η δυνατότητα να επικεντρωθούμε σε εκείνα τα εισερχόμενα χαρακτηριστικά που έχουν την μεγαλύτερη επίδραση. Επιπλέον αφότου έχουμε καταλήξει στα πιο σημαντικά εισερχόμενα χαρακτηριστικά ή βήματα της διαδικασίας (process steps) μπορούμε να τα μεταφέρουμε στον πίνακα FMEA (Κατάσταση Αστοχίας και Ανάλυση Επίδρασης) για περαιτέρω ανάλυση.

Παρακάτω βλέπουμε έναν κενό πίνακα CSM με όλα τα απαιτούμενα δεδομένα που πρέπει να συμπληρωθούν για την ολοκλήρωση του. Φυσικά, τα βήματα της διαδικασίας, τα KPIV's και KPOV's μπορούν να αναζητηθούν με την βοήθεια του Cause and Effect Diagram (Fish bone Diagram), CT trees, γνώμη πελάτη, brainstorming κτλ.

Characteristic selection matrix	Αρχική ημερομηνία μελέτης		Σελ						από			
	Ημερομηνία αναθεώρησης		Προϊόν									
	Μαυροζω νάζ/Πρασινοζω νάζ		Διαδικασία									
Κλίμακα σημαντικότητας του πελάτη			6	7	8	9	10					
			1	2	3	4	5	6	7	8	Σύνολο	
ΚΡΟΝ(Σ)												
Βήμα Διαδικασίας	ΚΡΙV(Σ)											0
												0
												0
												0
												0
												0
												0
												0

Εικόνα 4.4 – Παράδειγμα Cause and Effect Matrix

Αφότου έχουμε εξακριβώσει τα βήματα της διαδικασίας, τα ΚΡΙV's και τα ΚΡΟV's, ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα:

- 1) Με την βοήθεια και την γνώμη του πελάτη πάντα βάζουμε τα ΚΡΟV's σε κλίμακα σημαντικότητας από το '1' έως '10' (το 10 είναι για το πιο σημαντικό).
- 2) Στα κίτρινα κουτάκια τοποθετούμε την βαθμολογία που έχουμε αποφασίσει μετά από π.χ. μυαλοθύελλα, γνώμη πελάτη, κτλ. σχετικά με την συσχέτιση που υπάρχει μεταξύ των ΚΡΙV's και ΚΡΟV's Η κλίμακα είναι πάλι από το '1' έως '10' (το 10 είναι για το πιο σημαντικό).
- 3) Τέλος, πολλαπλασιάζουμε τους βαθμούς σε κάθε γραμμή του πίνακα μεταξύ τους, ώστε να συγκεντρώσουμε την συνολική βαθμολογία, η οποία θα καταδεικνύει την σειρά προτεραιότητας για το τι θεωρεί ο πελάτης σημαντικό ως αποτέλεσμα.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, για την ανάλυση των πιο σημαντικών βημάτων μιας διαδικασίας με την μεγαλύτερη επίδραση στο πρόβλημα που αντιμετωπίζουμε, θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε τον **Πίνακα FMEA (Κατάσταση Αστοχίας και Ανάλυση Επίδρασης)**. Το FMEA έχει αρκετές εφαρμογές και μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε μέσω το SPC XL.

Είναι αποτελεσματικό εργαλείο για την αποτελεσματική συγκέντρωση των απαραίτητων και κρίσιμων πληροφοριών, των εισαγόμενων στοιχείων στην διαδικασία και τις μεταβλητές που επηρεάζουν την διαδικασία που εξετάζουμε.

Επιπλέον, το FMEA είναι μια δομημένη προσέγγιση για τον εντοπισμό, υπολογισμό, καθορισμό προτεραιοτήτων και αξιολόγηση ρίσκου και σκοπεύει στην πρόληψη αστοχιών καθώς και αξιολόγηση των ενδεχόμενων επιπτώσεων τους. Επίσης, προσδιορίζει διάφορες ενέργειες με σκοπό την μείωση ή ακόμα και την εξαφάνιση ενδεχόμενων αστοχιών και τέλος με τον ειδικό πίνακα γίνεται εύκολη ανάλυση των ευρημάτων.

Για να συνθέσουμε ένα FMEA πρέπει να ακολουθήσουμε τα παρακάτω στάδια:

1. Συμπληρώνουμε τα βήματα της διαδικασίας (process steps) που εξετάζουμε τα οποία μπορούν να αναγνωριστούν από την αποτύπωση της διαδικασίας που έχουμε κάνει σε προγενέστερο χρόνο.
2. Συμπληρώνουμε τις απαιτήσεις (requirements) του κάθε βήματος της διαδικασίας. Οι απαιτήσεις μπορεί να είναι είτε προδιαγραφές είτε μια δήλωση για το σκοπό και τι θέλει να επιτύχει το κάθε βήμα.
3. Συμπληρώνουμε για κάθε απαίτηση, την ενδεχόμενη κατάσταση αστοχίας (potential failure mode). Εδώ πρέπει να δίνουμε ιδιαίτερη προσοχή, διότι οι καταστάσεις αστοχίας που πρέπει να εισάγουμε δεν είναι το ίδιο με τα αίτια της αστοχίας.
4. Συμπληρώνουμε τις επιδράσεις (effects) που ενδεχομένως θα εμφανιστούν από την αστοχία. Πρέπει να εισάγουμε όλες τις ενδεχόμενες επιδράσεις της ενδεχόμενης κατάστασης αστοχίας, ώστε να είμαστε σίγουροι ότι έχουμε εντοπίσει και την χειρότερη επίδραση. Πρέπει να είμαστε συγκεκριμένοι στην

επεξήγηση που θα εισάγουμε για να μπορούμε πιο εύκολα να χαρακτηρίσουμε με βαθμό στο επόμενο στάδιο την κρισιμότητα της.

5. Συμπληρώνουμε τον βαθμό (το '10' είναι για τον πιο σοβαρό και το '1' για το πιο ήπιο) κρισιμότητας της επίδρασης. Αν δεν υπάρχει ήδη επίσημος οδηγός (standard guidelines) επιδράσεων και αντιστοιχία με βαθμό κρισιμότητας τότε βαθμολογούμε σύμφωνα με τις γνώμες των ειδικών, τεχνικών, μηχανικών, διευθυντών.

6. Συμπληρώνουμε τα πιθανά αίτια (causes) της αστοχίας τα οποία έχουν ήδη εξαχθεί σε προγενέστερο χρόνο μέσω του Fishbone Diagram.

7. Συμπληρώνουμε την πιθανότητα εμφάνισης για κάθε αιτία αστοχίας (το '10' είναι για τον πιο πιθανό και το '1' για το πιο απίθανο να εμφανιστεί). Αν δεν υπάρχει ήδη επίσημος οδηγός (standard guidelines) πιθανής εμφάνισης, συμβουλευόμαστε τα σημερινά δεδομένα ή του παρελθόντος ή από παρόμοιες διαδικασίες. Ακόμα μπορούμε να πάρουμε την γνώμη ειδικών.

8. Συμπληρώνουμε για κάθε αιτία αστοχίας την τρέχουσα διαδικασία ελέγχου που εφαρμόζεται μέχρι σήμερα, είτε είναι προληπτικός (prevention) έλεγχος είτε εντοπιστικός (detection). Δεν πρέπει να παρασυρόμαστε και να βάζουμε ελέγχους εκεί που δεν υπάρχουν αλλά πρέπει να είμαστε ειλικρινείς και ρεαλιστές.

9. Συμπληρώνουμε το βαθμό εντοπισμού της αστοχίας από την κάθε διαδικασία ελέγχου (με '10' βαθμολογούμε την μη ύπαρξη ελέγχου και με '1' ότι σχεδόν σίγουρα θα εντοπιστεί η αστοχία).

10. Συμπληρώνουμε για κάθε αιτία αστοχίας το βαθμό προτεραιότητας κρισιμότητας RPN (Risk Priority Number). Ο αριθμός αυτός υπολογίζεται από τους βαθμούς Κρισιμότητας, Εμφάνισης και Εντοπισμού, δηλαδή:

RPN = Severity x Occurrence x detection

Έτσι, με την βοήθεια του RPN μπορούμε να καθορίσουμε τις προτεραιότητες. Βέβαια οποιαδήποτε κατάσταση αστοχίας που ήδη έχει χαρακτηριστεί με υψηλό βαθμό πρέπει να εξεταστεί, ανεξαρτήτως του RPN.

11. Συμπληρώνουμε τις προτεινόμενες ενέργειες για την αντιμετώπιση των αστοχιών. Διαλέγουμε να ασχοληθούμε με τους υψηλούς βαθμούς κρισιμότητας και RPN. Καλό είναι οι προτεινόμενες ενέργειες να είναι χαμηλού κόστους και να σιγουρευτούμε ότι θα είναι αποτελεσματικές. Μέσα από μυαλοθύελλα (brainstorming) ή άλλα εργαλεία πρέπει να βρούμε τρόπους μείωσης της πιθανότητας εμφάνισης της αστοχίας ώστε να μειωθεί το ρίσκο.
12. Συμπληρώνουμε το πρόσωπο ή το τμήμα που θα είναι υπεύθυνο και την ημερομηνία ολοκλήρωσης για κάθε προτεινόμενη ενέργεια.
13. Συμπληρώνουμε ότι η ενέργεια εκτελέστηκε και την επίδραση της
14. Συμπληρώνουμε το νέο βαθμό RPN για κάθε εκτελεσθείσα ενέργεια.

The image shows a screenshot of an FMEA spreadsheet. The spreadsheet has columns for 'Process/Product', 'Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)', 'Process/Step', 'Failure Mode', 'Effect', 'Cause', 'Severity', 'Occurrence', 'Detection', 'RPN', 'Action', 'Responsible', and 'Due Date'. Red boxes with numbers 1-15 are placed around the spreadsheet, and red arrows point from these boxes to specific cells in the table. Box 1 is at the top right. Boxes 2-15 are at the bottom, with arrows pointing to various cells in the 'Process/Step', 'Failure Mode', 'Effect', 'Cause', 'Severity', 'Occurrence', 'Detection', 'RPN', 'Action', 'Responsible', and 'Due Date' columns.

Εικόνα 4.5 – Παράδειγμα Πίνακα FMEA (Επισήμανση βημάτων)

να διαλέξουμε εκείνα τα αντίμετρα που θεωρούμε ως αποτελεσματικότερα στην αντιμετώπιση της ρίζας (αίτια) του προβλήματος που έχουμε εξακριβώσει μέσω του παραπάνω διαγράμματος αιτίου – αποτελέσματος (Fishbone Diagram).

Εφόσον έχουμε συμπληρώσει όλα τα πεδία του πίνακα που βλέπουμε παραπάνω και έχουμε αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα, κάνουμε μια εκτίμηση εξοικονόμησης χρημάτων που θεωρούμε ότι μπορεί να επιτευχθεί μετά την εφαρμογή των επιλεγμένων αντίμετρων.

5. Συμπεράσματα - Συνεισφορά

Βασικός στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν να εντοπίσει και να αναλύσει τις παραγωγικές διαδικασίες που αποτελούν τα κύρια αίτια, με τον μεγαλύτερο αντίκτυπο, στο πρόβλημα που εξηγήσαμε στην ενότητα 4.3, της απόκλισης από το τρίμηνο leadtime για το οποίο δεσμεύεται η φαρμακοβιομηχανία DEMO ABEE στους πελάτες εξωτερικού.

Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο διενεργήθηκαν δυο συναντήσεις με εργαζομένους από τμήματα που εμπλέκονται στην παραγωγική διαδικασία, ώστε να προσπαθήσουμε να αναδείξουμε τους τομείς στους οποίους παρουσιάζονται προβλήματα και το κυριότερο, να αποκαλύψουμε τις πηγές των λαθών και των αστοχιών που οδηγούν σε καταστάσεις μη ικανοποιητικές.

Συλλέγοντας στοιχεία, πληροφορίες και απόψεις, ο ερευνητής χρησιμοποίησε το Διάγραμμα αιτίου – αποτελέσματος (Fishbone Diagram) για την γραφική απεικόνιση και την περαιτέρω ανάλυση τους.. Η επιλογή των κύριων αιτίων που αποτυπώθηκαν στο διάγραμμα, τα οποία χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης, έγινε κατόπιν εμπειρικής προσέγγισης και θα ήθελα να καταστεί σαφές ότι δεν υπήρξε καμία πρόθεση ανάθεσης ευθυνών.

Προκειμένου να μετρηθούν όλα τα δεδομένα για καθένα από τα αίτια που αναγνωρίστηκαν μέσω του διαγράμματος αιτίου – αποτελέσματος (Fishbone Diagram), στην ενότητα 4.4 παρατέθηκαν προτάσεις και έγιναν επεξηγήσεις για την χρήση εργαλείων και μεθόδων που εφόσον προχωρήσει η εφαρμογή τους, θα δώσουν την δυνατότητα να ποσοτικοποιήσουμε τα αποτελέσματα για κάθε προτεινόμενη αλλαγή στα στάδια επιμέρους διαδικασιών.

Η εφαρμογή των μεθόδων αυτών είναι δεν είναι δύσκολο να εκτελεστεί καθώς δεν είναι υπόθεση ενός ή δυο ανθρώπων, αλλά πρόκειται για μια ομαδική δουλειά από τον Γενικό Διευθυντή που θα καταστρώσει το πλάνο και θα μεταδώσει στο προσωπικό την αφοσίωση του στο έργο, τα Διευθυντικά στελέχη που θα δώσουν τις απαραίτητες κατευθύνσεις και φυσικά τους εργαζόμενους που θα συλλέξουν η θα παραδώσουν στοιχεία. Έτσι, η συμμετοχή όλων κρίνεται απαραίτητη και όλοι νιώθουν ότι προσφέρουν στο έργο.

Για να ενεργοποιηθούν ευρέως οι παραπάνω μέθοδοι στις Ελληνικές επιχειρήσεις, χρειάζεται να αλλάξει η νοοτροπία των εργαζομένων, είτε πρόκειται για ανώτερα στελέχη, είτε για απλούς υπαλλήλους και όλοι τους να δεχτούν ότι πάντοτε υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης μιας διαδικασίας ή ενός έργου. Δεν πρέπει να νιώθει ο υπάλληλος ότι του γίνεται έλεγχος στην δουλειά του, αλλά ότι παρεμβαίνοντας προσπαθούμε να βοηθήσουμε και τον ίδιο, παρέχοντας τα απαραίτητα, ώστε ο κόπος του να είναι πιο αποτελεσματικός. Επίσης, οι Ελληνικές επιχειρήσεις θα πρέπει να δώσουν έμφαση και να επενδύσουν στην συνεχή εκπαίδευση του προσωπικού τους, καθώς το μόνο σίγουρο είναι ότι θα έχουν ανταποδοτικά οφέλη δυνητικά.

Κλείνοντας, θα ήθελα να σημειώσω πως η εκπόνηση της παρούσας Διπλωματικής εργασίας, με βοήθησε να αντιληφθώ πόσο σημαντικό είναι να είσαι ομαδικός στην εργασία σου και να λειτουργείς μεθοδικά με ρεαλιστικούς στόχους. Επίσης, με την σωστή προσέγγιση μπορείς να συνεισφέρεις καινοτόμες ιδέες, να γίνεις περισσότερο αποτελεσματικός και να δημιουργήσεις αξία για την εταιρεία που εργάζεσαι.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- 1) Ashayeri Jalal, Selen Willem, 2005 **“An application of a unified capacity planning system”** International Journal of Operations & Production Management Vol. 25 No. 9, 2005
- 2) Frank De Leeuw, Dec., 1962 **“The Concept of Capacity”** Journal of the American Statistical Association, Vol. 57, No. 300.
- 3) Hill Joyce. (2006). **‘Capacity Requirements Planning’**. Retrieved January 10, 2006
- 4) Wheelwright S.C., 1984 **“Restoring our Competitive Edge - Competing Through Manufacturing,”** Wiley, New York,.Hayes R.H.,
- 5) Johansen J., Riis J.O., 1995 **“Managing seasonal fluctuations in demand: Practice and experience of selected industrial enterprises,”** Production Planning and Control
- 6) Buxey G., 1990 **“The myth of aggregate planning”**, Production Planning and Control 1 (4)
- 7) **Wikipedia** http://en.wikipedia.org/wiki/Capacity_planning
- 8) Olhager Jan, Rudberg Martin, Wikner Joakim 2001,**“Long-term capacity management: Linking the perspectives from manufacturing strategy and sales and operations planning”**, Int. J. Production Economics 69
- 9) **Association for Operations Management** <http://www.apics.org/default.htm>
- 10) Chryssolouris G., **“Manufacturing systems: Theory and practice”**, Second Edition, Springer-Verlag, New York, 2006
- 11) Benton W.C., Shin H., **“Manufacturing planning and control: The evolution of MRP and JIT integration”**, European Journal of Operational Research, 1998
- 12) McKay K.N., Wiers V.C.S., **“Integrated decision support for planning, scheduling, and dispatching tasks in a focused factory”**, Computers in Industry, 2003

- 13) Nagendra P.B., Das S.K., **“Finite capacity scheduling method for MRP with lot size restrictions”**, International Journal of Production Research, 2001
- 14) Plenert G., **“Focusing material requirements planning (MRP) towards performance”**, European Journal of Operational Research, 1999
- 15) Shapiro, J.F., **“Modelling the Supply Chain, Duxbury”**, Thomson Learning Inc., 2001
- 16) Shayan E., Fallah H., **“A new approach to finite scheduling”**, International Journal of Production Research, 1999
- 17) Stevenson W.J., **“Production/Operation Management”** 5th Edition, Irwin, 1996
- 18) Veral E., **“Using production and transfer batches in flowshops under MRP control”**, Journal of Operations Management, 1995
- 19) Παππής Κ.Π., **“Προγραμματισμός Παραγωγής”**, Αθήνα-Πειραιάς, Εκδόσεις Σταμούλης, 1995
- 20) Παπαδάκης Βασίλειος, **“Στρατηγική των Επιχειρήσεων: Ελληνική και Διεθνής Εμπειρία”**, 2007.
- 21) www.isigma.com/tool-templates
- 22) www.mindtools.com/pages/article/newTMC_03.htm
- 23) www.tenstep.com/pv/basicl/3.1.2CauseandEffect.html
- 24) www.discover6sigma.org/cat/methods-tools-techniques