

# Διοίκηση Λειτουργιών

## τα τετράδια μιας Οδύσσειας

τετράδιο 29

Η εφαρμογή της Συγχρονισμένης Παραγωγής

## τετράδιο 29

# Η εφαρμογή της Συγχρονισμένης Παραγωγής

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο Λορέντζος και ο Γιάννης διερευνούν ένα παράδειγμα μιας παραγωγικής γραμμής, εφαρμόζοντας τα πέντε βήματα της διαδικασίας των συνεχών βελτιώσεων. Αποδεικνύεται ότι ο συμβατικός τρόπος σκέψης (κόσμος του Κόστους) είναι ανίκανος να δώσει σωστές πληροφορίες, γιατί θεωρεί ότι όλοι οι πόροι είναι εξ ίσου σημαντικοί και ανεξάρτητοι μεταξύ τους. Στοιχείο απόφασης είναι η μέγιστη απολαβή Προσόδου για κάθε λεπτό εργασίας του, κάτι που δεν έχει καμιά σχέση με τους υπολογισμούς του κόστους του τεμαχίου, ή με το κέρδος ανά προϊόν. Στον κόσμο της Προσόδου δεν χρειάζεται να ορισθεί το πόσο μας στοιχίζει η κάθε θέση ή ενέργεια. Ακρίβεια απαιτείται μόνο στα στοιχεία αναλώσεων του Περιορισμού! Όλοι οι άλλοι πόροι πρέπει να εργασθούν μόνον τόσο, όσο επιβάλλει ο Περιορισμός.

Στη συνέχεια εξετάζουν το σύστημα συγχρονισμού της λειτουργίας DBR (Drum, Buffer, Rope), έναν απλό τρόπο προγραμματισμού και ελέγχου της παραγωγής (δεν εξαρτάται από τη λεπτομερή διοίκηση κάθε πόρου), ο οποίος διασφαλίζει γρήγορη ροή των υλικών και μικρά ενδιάμεσα αποθέματα. Το βασικό πρόγραμμα παραγωγής σχεδιάζεται με βάση τη δυναμικότητα των Πόρων Περιορισμού Δυναμικότητας - ΠΠΔ (Τύμπανο) και ελέγχονται ορισμένα σημεία της ροής: η ποσότητα στην είσοδο των υλικών, οι ΠΠΔ, οι διακλαδώσεις της ροής και τα σημεία συναρμολόγησης (Σχοινί). Τα ευάλωτα σημεία της παραγωγικής διαδικασίας προστατεύονται με κατάλληλα «χρονικά αποθέματα».

Η παρακολούθηση της διαμόρφωσης των αποθεμάτων χρόνου προ του ΠΠΔ δίνει την ευκαιρία να προχωρεί η διαδικασία συνεχούς βελτίωσης. Όταν ένα μεγάλο ποσοστό της προγραμματισμένης εργασίας είναι παρόν στο απόθεμα χρόνου που έχουμε ορίσει, σημαίνει ότι έχουμε επιβάλει υπερπροσασία στο συγκεκριμένο ΠΠΔ. Μπορούμε να μειώσουμε το απόθεμα χρόνου, οπότε μειώνονται τα εν επεξεργασία αποθέματα αλλά και ο χρόνος διέλευσης των εντολών. Αντίστοιχα στη περίπτωση ελλείψεων, επεμβαίνουμε στις μηχανές στα ανάντι της ροής που δημιουργούν ελλείψεις και καθυστερήσεις.

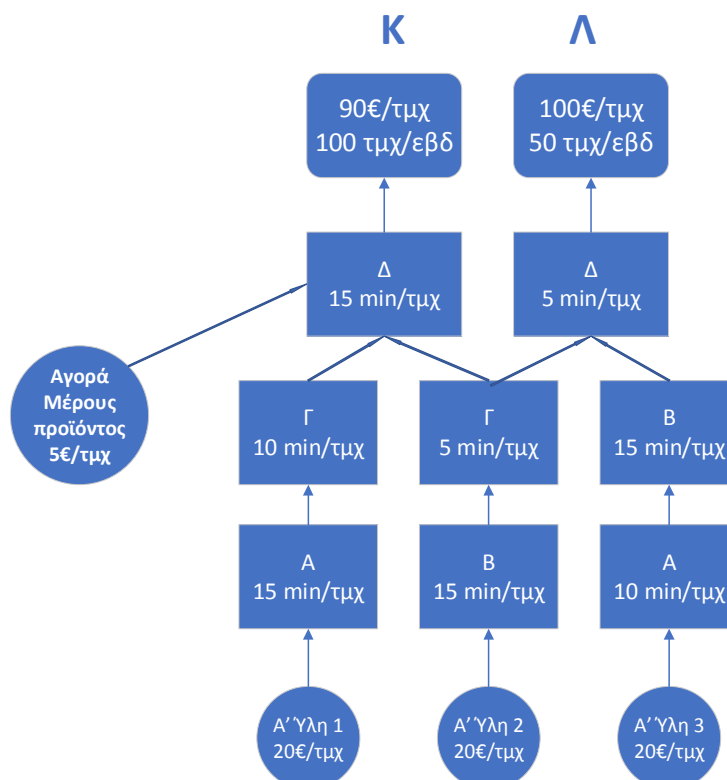
## 29η Συζήτηση

### Η εφαρμογή της Συγχρονισμένης Παραγωγής

#### Παράδειγμα ή αλλιώς τι είναι TOC

Γιάννη, μετά τη μαραθώνια συνάντηση που είχαμε προχθές για τη λογική της Συγχρονισμένης Παραγωγής, νομίζω ότι έφτασε η ώρα να συζητήσουμε το πως εφαρμόζεται στην πράξη η Θεωρία των Περιορισμών (Theory of Constraints – TOC), όσον αφορά τη διοίκηση της παραγωγής. Σου προτείνω να ξεκινήσουμε μ' ένα κλασικό παράδειγμα που αναφέρει ο Goldratt για να γίνει αντιληπτός ο ρόλος των περιορισμών στην παραγωγή. Διάβασε σε παρακαλώ την εκφώνηση του προβλήματος που σου δίνω με προσοχή και, ύστερα, να το συζητήσουμε:

*Ευχαρίστως: «Ας θεωρήσουμε μια παραγωγική διαδικασία στην οποία έχουμε αφαιρέσει κάθε αβεβαιότητα χρόνων και κόστους. Παράγονται μόνο δύο προϊόντα το Κ και το Λ χωρίς σκάρτα και με τιμή πώλησης 90 € και 100 € αντίστοιχα το τεμάχιο. Η ζήτηση είναι επίσης σταθερή σε 100 και 50 τεμάχια την εβδομάδα για κάθε προϊόν, αρκεί να είμαστε σε θέση να τα παραδώσουμε. Αν παράγουμε περισσότερα από κάποιο από αυτά δεν θα είμαστε σε θέση να πουλήσουμε τα επιπλέον τεμάχια. Τα προϊόντα παράγονται στα κέντρα επεξεργασίας Α, Β και Γ και συναρμολογούνται στη θέση Δ. Όπως γίνεται εμφανές από το διάγραμμα, το Κ χρησιμοποιεί τις πρώτες ύλες 1 και 2 και παράγει 2 ενδιάμεσα τεμάχια. Ένα παράγεται από την αριστερή γραμμή των δύο πόρων Α και Γ και ένα από τη μεσαία γραμμή από τους πόρους Β και Γ. Στη συναρμολόγηση απαιτείται και ένα έτοιμο προϊόν με πρόσθετο κόστος 5 €/τμχ. Αντίστοιχα το προϊόν Λ χρησιμοποιεί τις πρώτες ύλες 2 και 3 και παράγει ένα ενδιάμεσο τεμάχιο πάλι από τη μεσαία γραμμή και ένα από τη δεξιά, τα οποία και συναρμολογεί πάλι στην θέση Δ επίσης. Οι χρόνοι επεξεργασίας σε κάθε κέντρο, καθώς και η αξία της πρώτης ύλης ανά τεμάχιο αποτυπώνονται στο διάγραμμα. Υπολογίστε το καθαρό κέρδος μιας εβδομάδας στην οποία διατίθενται 5 ημέρες Χ 8 ώρες Χ 60 min = 2.400 min, όταν τα Λειτουργικά Έξοδα είναι 6.000 € την αντίστοιχη περίοδο».*



## 1. Η αναγνώριση του Περιορισμού

Μα νομίζω ότι είναι απλό. Με βάση την τιμή πώληση, την αξία της πρώτης ύλης και τις πωλήσεις ανά εβδομάδα, μ' έναν πρώτο υπολογισμό η Πρόσοδος είναι:

προϊόν Κ:  $100 \text{ τμχ} \times (90 - 45) = 4.500 \text{ €}$  και προϊόν Λ:  $50 \text{ τμχ} \times (100 - 40) = 3.000 \text{ €}$ .

Επομένως το κέρδος της εβδομάδας θα είναι:  $4.500 + 3.000 - 6.000 = 1.500 \text{ €}$ .

Γιάννη, τέτοια απάντηση δίνει το 99% των διευθυντών της παραγωγής, όμως είναι εντελώς λανθασμένη! Σ' ερωτώ: μπορεί το σύστημα να μας δώσει αυτές τις ποσότητες ανά εβδομάδα;

Έχεις δίκαιο. Έχουμε μάθει πως το πρώτο βήμα είναι **ν' αναγνωρίσουμε τον Περιορισμό του Συστήματος**. Επομένως πρέπει να υπολογίσουμε τον **φόρτο** του κάθε παραγωγικού πόρου ή κέντρου επεξεργασίας:

Πόρος Α:  $100 \text{ τμχ} \times 15 \text{ min} + 50 \text{ τμχ} \times 10 \text{ min} = 2.000 \text{ min}$

Πόρος Β:  $100 \text{ τμχ} \times 15 \text{ min} + 50 \text{ τμχ} \times 15 \text{ min} + 50 \text{ τμχ} \times 15 \text{ min} = 3.000 \text{ min}$  (επεξεργάζεται δύο φορές στη μεσαία γραμμή την Α' Ύλη Νο 2 για τα προϊόντα Κ και Λ, αλλά και την Α' Ύλη Νο 3 για το προϊόν Λ). Η απαίτηση χρόνου είναι μεγαλύτερη από την διαθέσιμη των 2.400 min.

Πόρος Γ:  $100 \text{ τμχ} \times 10 \text{ min} + 100 \text{ τμχ} \times 5 \text{ min} + 50 \text{ τμχ} \times 5 \text{ min} = 1.750 \text{ min}$  (επεξεργάζεται την Α' Ύλη Νο 1 για το Κ και δύο φορές την Α' Ύλη Νο 2 για τα Κ και Λ).

Πόρος Δ (συναρμολόγηση):  $100 \text{ τμχ} \times 15 \text{ min} + 50 \text{ τμχ} \times 10 \text{ min} = 1.750 \text{ min}$

## 2. Επιλογή των προϊόντων με την αποδοτική εκμετάλλευση του Περιορισμού

Άρα το κέντρο επεξεργασίας Β είναι **περιορισμός** κι επομένως δεν μπορούμε να ικανοποιήσουμε όλη τη ζήτηση της αγοράς. Ποια προϊόντα και ποσότητες θα επιλέξουμε λοιπόν για μεγιστοποίηση του κέρδους;

Λορέντζο, η κλασική λογική των πωλητών επιτάσσει να επιλέξουμε όλη την ποσότητα του Λ, μιας κι έχει μεγαλύτερη τιμή, συνεπώς και μεγαλύτερη προμήθεια για τους ίδιους, ο δε χρόνος που θα περισσέψει από τον περιορισμό μπορεί ν' αξιοποιηθεί για να παραχθεί κάποια από την ποσότητα του Κ. Η διεύθυνση προτιμά το Λ επειδή απαιτεί μικρότερη δαπάνη για τους προμηθευτές και βέβαια αποφέρει πρόσοδο 60 € αντί των 45 € του Κ. Επιπροσθέτως, η συνολική απασχόληση των μηχανών για κάθε τεμάχιο Λ είναι 50 min αντί του Κ που απαιτεί 60 min.

Αποφασίζουμε επομένως να προσφέρουμε στην αγορά όλη τη ζητούμενη ποσότητα του Λ, που σημαίνει ότι θα εκμεταλλευθούμε από τον πόρο Β (περιορισμός)  $50 \text{ τμχ} \times (15 + 15) \text{ min} = 1.500 \text{ min}$ . Διαθέσιμα για το προϊόν Κ παραμένουν ακόμη 900 min ή με τη δυνατότητα του περιορισμού Β που απαιτεί 15 min για κάθε τεμάχιο, μπορούμε να διαθέσουμε στην αγορά  $900 : 15 = 60 \text{ τμχ}$ .

Με αυτή τη λογική έχουμε συνολική Πρόσοδο  $60 \text{ τμχ} \times 45 \text{ €} + 50 \text{ τμχ} \times 60 \text{ €} = 5.700 \text{ €}$ . Επομένως το καθαρό κέρδος ανά εβδομάδα είναι  $- 300 \text{ €}$ !

Γιάννη, γίνεται σαφές ότι ο συμβατικός τρόπος σκέψης που έχει βάση τον κόσμο του κόστους, μάς οδήγησε σε ζημιά! Είναι ανίκανος να μας πληροφορήσει σωστά, γιατί **θεωρεί ότι όλοι οι πόροι είναι εξ ίσου σημαντικοί και ανεξάρτητοι μεταξύ τους**. Η έννοια του κερδοφόρου προϊόντος, ή του κέρδους ανά προϊόν, είναι άλλη μια έκφραση του τοπικού βέλτιστου. Αντίθετα η επιχείρηση είναι ένα σύστημα

από εξαρτώμενες μεταβλητές σαν αλυσίδες που η αντοχή τους καθορίζεται από τον αδύναμο κρίκο. Γι' αυτό ας γυρίσουμε στον κόσμο της Προσόδου. Ποιο είναι το επόμενο βήμα μετά την αναγνώριση του Περιορισμού; **Εκμεταλλευθείτε κατά τον αποδοτικότερο τρόπο τον Περιορισμό του Συστήματος.** Να αξιοποιήσουμε δηλαδή με τον καλύτερο τρόπο το χρόνο του περιορισμού, για να εισπράξουμε τη μέγιστη Πρόσοδο για κάθε λεπτό εργασίας του περιορισμού. Αυτή είναι:

- Προϊόν Κ: 45 € για κάθε 15 min εκμετάλλευσης του πόρου Β ή 3 € ανά min και
- Προϊόν Λ: 60 € για κάθε 30 min εκμετάλλευσης του πόρου Β ή 2 € ανά min γιατί και τα 2 ενδιάμεσα τεμάχια (παράγονται στη μεσαία και στη δεξιά γραμμή) του Λ χρησιμοποιούν τον πόρο Β.

*Δηλαδή Λορέντζο μου λες ότι πρέπει να παράγουμε όλη την ποσότητα του Κ και όποιον χρόνο περισσέψει στον πόρο Β να τον αξιοποιήσουμε για την παραγωγή του προϊόντος Λ. Πρόκειται για **μια απόφαση αντίθετη με την επικρατούσα συμβατική σκέψη στον κόσμο του κόστους!***

Ναι Γιάννη! Ας ελέγξουμε λοιπόν την ορθότητα της παραπάνω πρότασης!

*Η απόφαση αυτή σημαίνει ότι για το προϊόν Κ θα εκμεταλλευθούμε από τον πόρο Β (περιορισμός)  $100 \text{ τμχ} \times 15 \text{ min} = 1.500 \text{ min}$ . Παραμένουν διαθέσιμα για το προϊόν Λ ακόμη  $900 \text{ min}$  ή με τη δυνατότητα του περιορισμού Β που απαιτεί  $15 + 15 = 30 \text{ min}$  για κάθε τεμάχιο, μπορούμε να διαθέσουμε στην αγορά  $900 : 30 = 30 \text{ τμχ}$  του Λ. Με αυτή τη λογική έχουμε συνολική πρόσοδο  $100 \text{ τμχ} \times 45 \text{ €} + 30 \text{ τμχ} \times 60 \text{ €} = 6.300 \text{ €}$ . Επομένως το καθαρό κέρδος ανά εβδομάδα είναι  $+ 300 \text{ €}$ !*

Συμπέρασμα: η **συνεισφορά στην Πρόσοδο του χρόνου του περιορισμού**, δεν έχει καμιά σχέση με τους υπολογισμούς του κόστους του τεμαχίου, ή με το κέρδος ανά προϊόν (product profit)! Σκεφθείτε ακόμη πόση δουλειά χρειάζεται για να ορίσω το κόστος του τεμαχίου, ώστε να αποφασίσω τι θα προωθήσω στην αγορά, το οποίο τελικά μου είναι άχρηστο! Ένα άλλο σημαντικό συμπέρασμα είναι ότι, ενώ το κοστολόγιο προσπαθεί με ακρίβεια να ορίσει το πόσο μας στοιχίζει η κάθε θέση, η κάθε ενέργεια, στον κόσμο της Προσόδου, τελικά **Ακρίβεια απαιτείται μόνο στα Στοιχεία Αναλώσεων του Περιορισμού!** Όμως υποκρύπτεται ένα σημαντικό πρόβλημα. Πώς θα πεισθούν οι πωλητές να πουλήσουν όλη την ποσότητα του Κ και μόνο 30 τεμάχια από το Λ, παρότι το Κ έχει μικρότερη τιμή, μικρότερο κέρδος, που σημαίνει και μικρότερη προμήθεια;

*Λορέντζο στην προηγούμενη συνάντησή μας, ισχυριστήκαμε ότι υπάρχει ισχυρή εξάρτηση σε όλες τις ενέργειες και καταστάσεις σε μια επιχείρηση. Οπότε η αδράνεια κτυπά σε κάποιο άλλο τμήμα και γίνεται ίσως ισχυρότερος περιορισμός.*

### **3. Εξαρτήστε τις ενέργειές σας από τον τρόπο λειτουργίας του Περιορισμού**

Πολύ σωστά. Μέχρις εδώ φαίνεται ότι η απόφασή μας δεν έχει να κάνει με την παραγωγή. Ο πόρος Β, έτσι και αλλιώς, θα εργάζεται συνεχώς και στις δύο επιλογές των προϊόντων και θα τον εκμεταλλευθούμε πλήρως ως στένωση. Όμως, ουσιαστικά καθορίζει πώς θα αξιοποιηθεί όλη η παραγωγή με τον πιο αποδοτικό τρόπο. Ας συνεχίσουμε να εξετάζουμε τα επόμενα βήματα. Ποιο είναι το τρίτο βήμα της διαδικασίας της συνεχούς βελτίωσης: **Βασίστε όλες τις ενέργειές σας στον τρόπο λειτουργίας που αποφασίσατε στο δεύτερο βήμα και όλους τους άλλους πόρους από την ορθή λειτουργία του Περιορισμού.** Τι σημαίνει αυτό για τους υπόλοιπους παραγωγικούς πόρους;

*Ότι θα πρέπει να εργασθούν μόνον τόσο, όσο επιβάλλει ο Β. Ο πόρος Α πρέπει να επεξεργασθεί*

από την πρώτη ύλη 1, μόνο 100 τμχ/εβδομάδα και από την πρώτη ύλη 3 ακόμη 30 τμχ/εβδομάδα. Άρα θα αναλώσει συνολικά  $100 \text{ τμχ} \times 15 \text{ min} + 30 \text{ τμχ} \times 10 \text{ min} = 1800 \text{ min}$ . Θα εργασθεί επομένως με βαθμό απόδοσης  $1800 : 2400 = 75\%$ . Ένα βαθμό απόδοσης ανεπίτρεπτο για το μάντζμεντ της παραγωγής στον κόσμο του κόστους.

Άρα ή θα επιτρέψουμε την «κλοπή» πρώτης ύλης ώστε να έχουμε πλήρη αξιοποίηση των πόρων που δεν είναι περιορισμοί, με αποτέλεσμα τη δημιουργία βουνών από ενδιάμεσα αποθέματα ή θα πρέπει να αναθεωρήσουμε το σύστημα κινήτρων. Να ακόμη μια απόδειξη της ισχυρής εξάρτησης των μηχανών και των ενεργειών μεταξύ τους και ένας ακόμη λόγος που η ανάγκη τοπικών βελτιώσεων στον κόσμο του κόστους **δεν είναι απλά περιττή, είναι επιβλαβής.**

Λορέντζο αυτό που ζητάς είναι σχεδόν ακατόρθωτο. Η αλλαγή στο σύστημα κινήτρων δεν είναι καθόλου εύκολη. Έχουμε πει «Πες μου πως με κρίνεις για να σου πω πως συμπεριφέρομαι», γι' αυτό κάθε αλλαγή στο σύστημα κινήτρων απαιτεί αλλαγή κουλτούρας σε όλη την επιχείρηση, κάτι εξαιρετικά δύσκολο. Είναι δυνατόν ο εργοδηγός του Α να βλέπει τον εργαζόμενο στη θέση Α να κάθεται και να μην ανατριχιάζει; Αλλά και ο προϊστάμενος του τμήματος μπορεί να βλέπει τις αποδόσεις των μηχανών του στο 75% και να παραμένει ψύχραιμος, όταν επί χρόνια ο στόχος του 100% ήταν το άγιο δισκοπότηρο;

#### **4. Η άρση του Περιορισμού**

Γιάννη, έχεις απόλυτο δίκαιο. Ας διερευνήσουμε τώρα το τέταρτο βήμα της διαδικασίας: **Πάρτε όλα τα δυνατά μέτρα ώστε να άρετε τον Περιορισμό.** Κλασική περίπτωση είναι η επένδυση για τη βελτίωση της παραγωγικής ικανότητας του εξοπλισμού. Ας σκεφθούμε την παρακάτω πρόταση: Στην παραγωγή της μεσαίας γραμμής, δηλαδή των τεμαχίων που απαιτούνται και στα δύο προϊόντα Κ και Λ, κάνω μια μικρή επένδυση στον πόρο Γ, ώστε να μπορεί να κάνει την τελική φάση της επεξεργασίας που σήμερα γίνεται στον πόρο Β. Με αυτόν τον τρόπο, ξεφορτώνω κατά 1 min τον περιορισμό (πόρος Β) από ένα μικρό τμήμα της επεξεργασίας, προσθέτοντας στον πόρο Γ πρόσθετη επεξεργασία διάρκειας 2 min ανά τεμάχιο.

Λορέντζο, με αυτόν τον τρόπο από τον πόρο Β κερδίζω 130 min (παράγω 100 τμχ Κ και 30 τμχ Λ) στη μεσαία γραμμή παραγωγής. Άρα μπορώ να διαθέσω αυτόν τον χρόνο για την παραγωγή πρόσθετων τεμαχίων Λ και να έχω πρόσθετη Πρόσοδο  $130 \text{ τμχ} \times 2 \text{ €} = 260 \text{ €}$  την εβδομάδα. Αν η επένδυση που θέλω να κάνω στον πόρο Γ αποσβένεται γρήγορα από την αύξηση της Πρόσοδου χωρίς αύξηση των Λειτουργικών Εξόδων, αξίζει τον κόπο η επένδυση αυτή, παρόλη την αύξηση του συνολικού χρόνου παραγωγής του ενδιάμεσου τεμαχίου από τη μεσαία γραμμή!

Κάτι τελείως απαράδεκτο για τον κόσμο του κόστους, όπου μπορεί να καταναλίσκουμε χρόνο, κόπο και χρήμα για να μειώσουμε τον χρόνο επεξεργασίας από πόρους που δεν αποδίδουν πρόσθετη Πρόσοδο. Τι σημαίνει για παράδειγμα στην παραγωγή του αριστερού ενδιάμεσου τεμαχίου η μείωση του χρόνου επεξεργασίας στον πόρο Α;

Σαφώς δεν κερδίζω τίποτα. Όλη αυτή η συζήτηση αποδεικνύει ότι για να πάρω σωστή απόφαση στο επίπεδο της παραγωγής δεν χρειάζεται να εγκαταστήσω πανάκριβα ψηφιακά δίκτυα παρακολούθησης των στοιχείων παραγωγής όλων των μηχανών ή να ξοδεύω εργατοώρες με τον ίδιο στόχο. Ούτε να λαμβάνω αντίστοιχα ωκεανούς από δεδομένα και αναφορές για το κόστος του προηγούμενου μήνα, οι οποίες μου δίνουν λάθος στοιχεία για την αποτελεσματική αξιοποίηση των πόρων που διαθέτω.

Πράγματι το μόνο που χρειάζεται να ξέρω είναι **ποιοι πόροι είναι Περιορισμοί και πόσο μπορώ να πουλήσω το κάθε πρόσθετο λεπτό που θα μπορέσω να εξοικονομήσω από αυτούς**. Αν τελικά άρω τον περιορισμό με αύξηση της δυναμικότητας του παραγωγικού πόρου στη θέση Β, τότε ενεργοποιώ την 5η φάση της Διαδικασίας Συνεχούς Βελτίωσης:

### **5. Προσοχή στην Αδράνεια**

*Λορέντζο, το βήμα αυτό, αν θυμάμαι καλά, λέει: **Αν ο Περιορισμός έπαψε να ισχύει μετά το 4ο βήμα επέστρεψε στο 1ο βήμα. Μην αφήσεις την Αδράνεια ν' αποτελέσει τον νέο Περιορισμό του Συστήματος (δηλ. τις αποφάσεις που έλαβες στα προηγούμενα βήματα).***

Ακριβώς. Μπορώ να αξιοποιήσω και άλλες αγορές, αλλά πλέον πόρος περιορισμού της δυναμικότητας δεν θα είναι ο Β και πρέπει **ν' αρχίσω από το βήμα 1 αναγνωρίζοντας τον νέο περιορισμό** κι ελέγχοντας - επαναπροσδιορίζοντας τις αποφάσεις που έλαβα πριν.

*Τώρα αντιλαμβάνομαι το πρόβλημα που προκύπτει από τις εξαιρετικές, κατά την κρίση μας, λύσεις. Στις βιομηχανικές επιχειρήσεις ο Περιορισμός είναι λογικό να είναι κάποια μηχανή που δεν μας επιτρέπει να επιτύχουμε μεγαλύτερες αποδόσεις – απολαβές. Όμως στις περισσότερες περιπτώσεις, μετά από τη λύση κάποιου σοβαρού προβλήματος με την εφαρμογή κάποιας σημαντικής βελτίωσης, έχουμε Περιορισμούς πολιτικής, οι οποίοι κατά συνθήκη έχουν προκληθεί από την αδράνεια του συστήματος που έχει αποδεχθεί αυτή την ισχυρή λύση.*

Γιάννη, πράγματι, τέτοια ισχυρή λύση ήταν πριν από 100 χρόνια η Διοικητική Λογιστική. **Ισχυρές** λύσεις είναι αυτές που βοηθούν να ξεπεραστεί ένα σοβαρό πρόβλημα σε μια επιχείρηση και βελτιώνουν σημαντικά τις επιδόσεις της επιχείρησης. Λύσεις που οδηγούν σε δραστική αλλαγή στη συμπεριφορά των στελεχών της και στον όλο τρόπο διοίκησης. Κάτι τέτοιο όμως έχει αντίκτυπο στον περίγυρο, στην αγορά, στον ανταγωνισμό και προκύπτουν νέες προκλήσεις για καλύτερες επιδόσεις, οπότε σύντομα η λύση καταντά απαρχαιωμένη, με τελικό αποτέλεσμα ν' αποτελεί φρένο στις επιδόσεις του αύριο. Αυτό έχει συμβεί και με τη διοικητική λογιστική (στηριγμένη στο κόστος του κάθε προϊόντος) όπου από μια αναλογία των γενικών εξόδων προς το άμεσο εργατικό, από περίπου 0,1 στο ξεκίνημα της εφαρμογής της, τα γενικά έχουν φτάσει να είναι 5 – 10 φορές μεγαλύτερα. Το **πιο σημαντικό** είναι ότι θεωρεί τα φαινόμενα σε μια παραγωγική διεργασία **ότι είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους!** Η ισχυρή λύση του χθες μπορεί να είναι καταστροφική για το σήμερα, αν εξακολουθήσουμε να την χρησιμοποιούμε!

### **Το μέγεθος της Παρτίδας**

*Λορέντζο, εντυπωσιάσθηκα από το παράδειγμα, αλλά να παραμείνουμε ακόμη λίγο στη λογική και να συζητήσουμε κάτι που μου έκανε εντύπωση. Ένας από τους βασικούς Περιορισμούς που εισάγονται τόσο από το Σύστημα Προγραμματισμού κι Ελέγχου Παραγωγής όσο και από τον τρόπο Διοίκησης, είναι η λογική της Παρτίδας το μέγεθος της οποίας υπολογίζεται με βάση τον τύπο της Οικονομικής Ποσότητας Παραγγελίας (Economic Order Quantity) ή του Οικονομικού Μεγέθους Παρτίδας.*

Πράγματι, η λογική της οικονομικής ποσότητας παραγγελίας (EOQ) στηρίζεται σε τρεις λανθασμένες υποθέσεις:

- Το κόστος του αποθέματος είναι ανάλογο του μεγέθους του. Όμως είδαμε ότι όταν μεγαλώνει το απόθεμα, μπορεί να έχει καταστροφική επίδραση στους χρόνους παράδοσης - ποιότητα - και την ανταγωνιστικότητα της επιχείρησης, με καταστροφικές επιπτώσεις στα οικονομικά της.
- Το κόστος του χρόνου Προετοιμασίας (Setup) είναι το ίδιο για όλους τους πόρους. Όμως από τις αρχές 2 και 3 της Συγχρονισμένης Βιομηχανοποίησης είναι σαφές ότι το κόστος αυτό είναι σημαντικά διάφορο μεταξύ πόρων που χαρακτηρίζονται σαν «στένωση» ή ΠΠΔ (αν δεν προγραμματισθούν σωστά) και όλων των άλλων.
- Κλασικά εργαζόμαστε με ένα είδος παρτίδας, δηλαδή μια συγκεκριμένη ποσότητα υλικών που επεξεργαζόμαστε σε όλα τα απαιτούμενα στάδια. Όμως το σωστό είναι να θεωρήσουμε δύο διαφορετικές έννοιες:
  - **Παρτίδα Επεξεργασίας:** Η ποσότητα του προϊόντος που επεξεργάζεται ένας Πόρος πριν να επέμβουμε επ' αυτού για να παράγουμε ένα διαφορετικό προϊόν.
  - **Παρτίδα Μεταφοράς:** Η ποσότητα του προϊόντος που μεταφέρεται την ίδια στιγμή από τον ένα Πόρο στον επόμενο.

*Πράγματι, είναι εκπληκτικό το πόσο σαφής γίνεται η διαφοροποίηση των εννοιών αυτών, αν σκεφθούμε τη λειτουργία μιας ροϊκής **γραμμής επεξεργασίας**, όπου η παρτίδα Επεξεργασίας είναι άπειρη σε μέγεθος και η παρτίδα Μεταφοράς είναι η μονάδα.*

Το μέγεθος της παρτίδας Επεξεργασίας επηρεάζει το κόστος της προετοιμασίας (όσο μεγαλύτερο, τόσο μικρότερο το κόστος προετοιμασίας ανά τεμάχιο), ενώ το μέγεθος της παρτίδας Μεταφοράς επηρεάζει το πλήθος των υλικών σε επεξεργασία που αναμένουν πριν από κάθε παραγωγικό πόρο, επομένως και το κόστος του Αποθέματος. Έχουμε επομένως την 6η αρχή της Συγχρονισμένης Παραγωγής:

6. Η παρτίδα Μεταφοράς δεν χρειάζεται και, πολλές φορές, δεν πρέπει να ισούται με την παρτίδα Επεξεργασίας

*Λορέντζο, παρουσιάζεις ως ιδανική περίπτωση οι παρτίδες Μεταφοράς και οι παρτίδες Επεξεργασίας στους Πόρους «μη Στένωση», να είναι όσο το δυνατόν μικρότερες, για να γίνεται η ροή ομαλά χωρίς μεγάλα αποθέματα σε επεξεργασία. Όμως στις Στενώσεις θα έπρεπε οι παρτίδες να **συνδυάζονται** σε μεγάλες παρτίδες Επεξεργασίας, ώστε να κερδίζεται ο χρόνος από την προετοιμασία της Στένωσης. Μάλιστα να συνδυάζονται όχι μόνο οι μικρές παρτίδες Μεταφοράς αλλά και παρτίδες από διαφορετικές εντολές (που απαιτούν την ίδια επεξεργασία).*

Ακριβώς, το μέγεθος της **συνδυασμένης** παρτίδας εξαρτάται από τον Πόρο καθώς και το πρόγραμμα που ακολουθείται. Έτσι προκύπτει η 7η αρχή της Συγχρονισμένης Παραγωγής:

7. Το μέγεθος της παρτίδας Επεξεργασίας μπορεί να μεταβάλλεται κατά την πορεία της επεξεργασίας ή κατά τις διάφορες εντολές παραγωγής

*Γηράσκω αεί διδασκόμενος...*



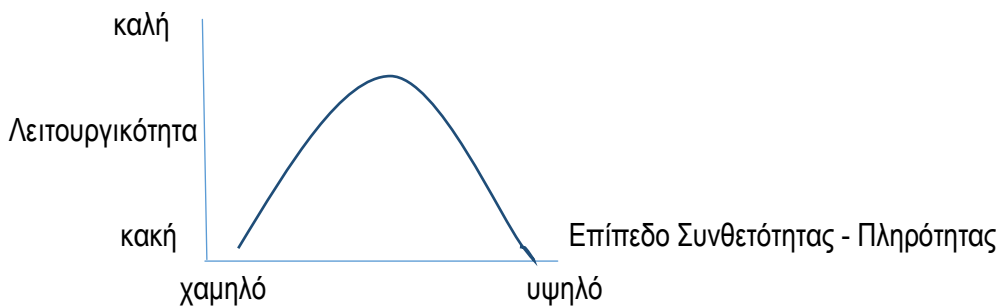
## Ο Συγχρονισμός της Λειτουργίας και το σύστημα DBR

Γιάννη, είναι σαφές ότι μας ενδιαφέρει ο συγχρονισμός της λειτουργίας των πόρων, ώστε να είναι ομαλή και γρήγορη η ροή. Κατ' αρχήν πρέπει να διατυπωθεί ο στόχος της επιχείρησης κατά τέτοιο απτό τρόπο ώστε να μπορεί να εφαρμοσθεί.

*Μα νομίζω έχουμε συμφωνήσει ότι ο Στόχος είναι:*

Η επίτευξη αυξημένης Προσόδου, με ταυτόχρονη αποδοτική διαχείριση του Αποθέματος  
και των Λειτουργικών Εξόδων

Το θέμα είναι ότι δεν είναι δυνατή η μείωση ταυτόχρονα των Α και ΛΕ. Άρα μέσα στη συνεχώς μεταβαλλόμενη αγορά πρέπει ν' ακολουθήσουμε ένα σωστό εργαλείο ελέγχου (Management Control), ώστε να πετύχουμε τους καλύτερους δυνατών συνδυασμούς Α και ΛΕ για την συγκεκριμένη Πρόσοδο. Το εργαλείο αυτό δεν μπορεί να είναι ούτε απλοϊκό, αλλά ούτε πολυσύνθετο, έτσι ώστε να είναι λειτουργικό σε ικανοποιητικό βαθμό (manageable) και να καταλήγει στον επιθυμητό συνδυασμό των Α και ΛΕ. Σε αυτές τις περιπτώσεις ισχύει το ακόλουθο γράφημα:



*Λορέντζο, το ίδιο σχήμα ισχύει και για τη σχέση μεταξύ λεπτομέρειας πληροφορίας και κατανόησης. Η πολύ χαμηλή ή η πολύ υψηλή λεπτομέρεια δεν βοηθά να αντιληφθούμε με επιτυχία την κατάσταση.*

Γιάννη πολύ ωραία παρατήρηση. Πάντως στη συγχρονισμένη ροή του προϊόντος πρέπει να αντιμετωπισθούν επιτυχώς δύο θέματα:

- Την ικανότητα εκτέλεσης της προγραμματισμένης ροής υλικών και προϊόντων μέσα στο εργοστάσιο για δεδομένη περίοδο και
- Ο αντίκτυπος της κάθε απόκλισης στην προγραμματισμένη ροή.

Και τα δυο αντιμετωπίζονται εφαρμόζοντας το σύστημα ελέγχου DBR (Drum, Buffer, Rope). Κατά το σύστημα αυτό, συντάσσεται κατ' αρχήν το Βασικό Πρόγραμμα Παραγωγής (MPS) με βάση τις δυνατότητες των Πόρων Περιορισμού Δυναμικότητας (ΠΠΔ). Μετά εξασφαλίζονται τα ευάλωτα σημεία της παραγωγικής διαδικασίας με κατάλληλα «χρονικά αποθέματα» και τέλος συνδέεται το πρόγραμμα των υπολοίπων πόρων και η παροχή της πρώτης ύλης (σχοινί) με τον ρυθμό που ακολουθεί το MPS (τύμπανο).

*Λορέντζο στο βιβλίο The Goal αναφέρεται το παράδειγμα της πορείας μιας ομάδας προσκόπων σ' ένα μονοπάτι και η εξομοίωσή της με τη ροή μιας εντολής σ' ένα βιομηχανικό περιβάλλον. Στοιχεύει να προβληθεί το θέμα της **αλληλεξάρτησης** και των **στατιστικών διακυμάνσεων**, που τονίσαμε στην προηγούμενη συνάντηση. Στην πορεία δημιουργούνται μεγάλα κενά μεταξύ των περιπατητών και*

ιδίως μπροστά από τον υπερφορτωμένο αλλά και υπέρβαρο πρόσκοπο, άρα και τον πιο αργό από όλους, τον Χέρμπι. Πίσω του οι υπόλοιποι πρόσκοποι συνωστίζονται και πάνε αναγκαστικά με τον αργό ρυθμό του. Εύκολα παρομοιάζεις τον κάθε πρόσκοπο μ' ένα σταθμό παραγωγής που βαδίζοντας, είναι σαν να επεξεργάζεται μια παρτίδα, δηλαδή το κομμάτι από το μονοπάτι που είναι μπροστά του. Υποχρεωτικά ο κάθε σταθμός /πρόσκοπος ετοιμάζει και παραδίδει σε αυτόν που τον ακολουθεί περπατημένο μονοπάτι, σαν να παράγει το ημικατεργασμένο αντικείμενο και απόθεμα για τον επόμενο σταθμό εργασίας – πρόσκοπο. Το μονοπάτι που ανοίγεται σε όλους μπροστά συμβολίζει την Πρώτη Ύλη που την επεξεργάζεται ο πρώτος στη σειρά Σταθμός/πρόσκοπος. Το τελικό προϊόν αφορά το σύνολο του μονοπατιού που έχει περπατηθεί από τον πρώτο μέχρι και τον τελευταίο πρόσκοπο. Η Πρόσοδος είναι το περπατημένο μονοπάτι, Απόθεμα το διάστημα του μονοπατιού μεταξύ του πρώτου και του τελευταίου (αρχή και τέλος της συνολικής πορείας) και Λειτουργικά Έξοδα είναι η ενέργεια που καταναλώνουν οι πρόσκοποι περπατώντας.

Εξαιρετικό παράδειγμα! Η αλληλεξάρτηση είναι εμφανής, εφόσον κάθε καθυστέρηση ενός αναγκάζει όλους όσους είναι πίσω του (στα κατάντι της παραγωγικής διαδικασίας), να καθυστερήσουν και αυτοί. Αλλά και οι στατιστικές διακυμάνσεις είναι εμφανείς, στην περίπτωση που όλοι βαδίζουν με διαφορετικό βηματισμό. Επομένως, σε συνδυασμό με την αλληλεξάρτηση, πάντα έχω έναν μπροστινό που δεν μπορώ να υπερκεράσω. Οι διακυμάνσεις δεν αλληλοαναιρούνται, αντίθετα έχω το φαινόμενο της άθροισης, της συσσώρευσης των καθυστερήσεων! Μόνο αν τρέξουν όλοι **συντονισμένα** μπορούν να καλύψουν τα κενά. Κάτι τέτοιο σημαίνει ανάλωση πρόσθετης ενέργειας (στην παραγωγή θα μπορούσε να είναι υπερωρίες) και αυτό δεν είναι πάντα δυνατόν στο βιομηχανικό περιβάλλον. Άρα η γραμμή των προσκόπων συνεχώς θα επιμηκύνεται, αφού σίγουρα όλοι θα περπατούν με διαφορετικούς ρυθμούς. Παρότι ο πρώτος μπορεί να πηγαίνει με ένα κανονικό βήμα, τα δύο φαινόμενα θα επεμβαίνουν και το τελικό προϊόν – ο περπατημένος από όλους δρόμος, θα είναι συνεχώς μικρότερος από τον προγραμματισμένο που υπολογίστηκε με βάση την ταχύτητα του πρώτου.

*Τελικά την Πρόσοδο την καθορίζει ο πλέον αργός περιπατητής, ο Χέρμπι! Ξεφορτώνοντας τον Χέρμπι και τοποθετώντας τον πρώτο στην σειρά των προσκόπων (η πρώτη μηχανή), αυξήθηκε σημαντικά η Πρόσοδος, και μειώθηκε το ενδιάμεσο Απόθεμα και τα Λειτουργικά Έξοδα. Το θέμα της αλληλεξάρτησης και των στατιστικών διακυμάνσεων παρουσιάζεται στο βιβλίο και με το «παιχνίδι των σπύριτων».*

Γιάννη, νομίζω ότι τώρα γίνονται αντιληπτές οι έννοιες Τύμπανο και Σχοινί. Επειδή δεν είναι δυνατόν να έχω τον ΠΠΔ πρώτο στη σειρά επεξεργασίας, όμοια με τον Χέρμπι, χρειάζεται τον ρυθμό του περπατήματος – της ροής στο εργοστάσιο να τον δίνει ένα **τύμπανο**. Όπως ακριβώς συμβαίνει στην παρέλαση! Επομένως όλο το βασικό πρόγραμμα παραγωγής το στήνω με βάση την δυναμικότητα των ΠΠΔ. Εάν επιπρόσθετα δέσω τους προσκόπους μ' ένα **σχοινί**, όπως δένονται οι ορειβάτες, θα τους αναγκάσω όλους ν' ακολουθούν το πρόγραμμα. Επειδή όμως έχω και προσκόπους με μεγάλη δυναμικότητα, δένω με το σχοινί μόνο ορισμένα σημεία. Το πρόγραμμα καθορίζει τα εξής: τις ποσότητες του υλικού, το πότε θα δοθούν στην πρώτη κατά σειρά μηχανή και πότε, με βάση τους χρόνους επεξεργασίας και τα αποθέματα χρόνου, θα φτάσουν σε συγκεκριμένα σημεία της ροής, τα λεγόμενα Σημεία Έκδοσης Προγράμματος, όπως θα σου εξηγήσω σε λίγο.

Η διαδικασία περιγράφεται αναλυτικότερα στις σημειώσεις που σου έδωσα:

.....

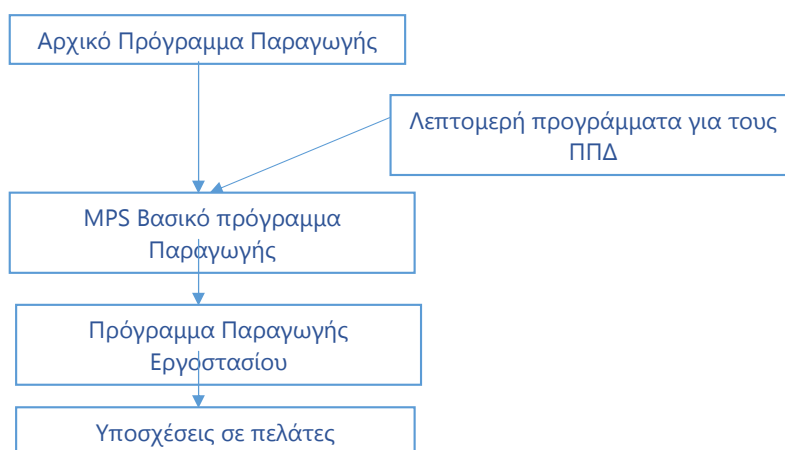
## Η Εφαρμογή της Συγχρονισμένης Παραγωγής (από τις σημειώσεις του Λορέντζου)

α. Συντάσσεται το αρχικό Πρόγραμμα Παραγωγής με βάση τους Πόρους Περιορισμού Δυναμικότητας:

Αγορά	Υλικά-πρώτες ύλες	Δυναμικότητα
προτεινόμενες ποσότητες όχι μεγαλύτερες από την πρόβλεψη της αγοράς	ύπαρξη ικανών ποσοτήτων α' υλών για υποστήριξη του πλάνου παραγωγής	η προτεινόμενη ροή προϊόντος που θα υποστηρίζει το πλάνο παραγωγής να μην υπερφορτώνει τους διατιθέμενους πόρους

β. Οριστικοποίηση Βασικού Προγράμματος Παραγωγής (MPS - master production schedule), ή καθορισμός του ρυθμού του τυμπάνου (Drum).

Το MPS στηρίζεται στα λεπτομερή προγράμματα των ΠΠΔ και είναι η βάση για τα καθημερινά προγράμματα παραγωγής. Ουσιαστικά καθορίζει την ταχύτητα ροής των προϊόντων και τη σειρά επεξεργασίας. Σχηματικά έχουμε:



γ. Τοποθέτηση χρονικής προστασίας (Time Buffer)

Για να τηρηθούν οι υποσχέσεις στους πελάτες έναντι των καθημερινών καθυστερήσεων λόγω διαφόρων δυσλειτουργιών και αποκλίσεων, χρησιμοποιούνται κατάλληλα προστατευτικά αποθέματα χρόνου. Για απλές γραμμές παραγωγής αυτά είναι:

Προγραμματισμένος χρόνος διέλευσης = Άθροισμα χρόνων επεξεργασίας και προετοιμασίας + απόθεμα χρόνου.

Σε σύνθετα προϊόντα για κάθε επί μέρους τεμάχιο ή μέρος προϊόντος, υπολογίζεται ο Χρόνος Διέλευσης με ένα απόθεμα χρόνου, όπου χρειάζεται, και στο επί μέρους προϊόν με το μεγαλύτερο (Χρόνο Διέλευσης + απόθεμα χρόνου) προστίθεται το αναγκαίο Απόθεμα Χρόνου για τη συναρμολόγηση.

δ. Δέσιμο της παραγωγής κάθε πόρου με τους πόρους ΠΠΔ που χρησιμοποιήσαμε στη πρώτη φάση (Rope).

Το MPS δομείται έτσι, ώστε να υποστηρίζει το πρόγραμμα των ΠΠΔ, οπότε και το πρόγραμμα όλων των μη ΠΠΔ πρέπει να δένεται έτσι, ώστε και αυτοί να ακολουθούν τον ρυθμό που επιβάλλει το MPS χωρίς να υπάρχει ανάγκη να ελέγχονται συνεχώς. Στη φάση αυτή (Rope) καθορίζεται και η χορήγηση της σωστής ποσότητας υλικών και κατά την κατάλληλη χρονική στιγμή στο σύστημα.

.....

## Αποθέματα Χρόνου

Γιάννη, θα πρέπει να αντιληφθούμε ότι στόχος μας είναι να εξασφαλίσουμε ότι η πραγματική ροή προϊόντων είναι αρκετή για να ικανοποιήσει τη ζήτηση! Γι' αυτό η ροή σχεδιάζεται κατά τέτοιον τρόπο, ώστε να εξασφαλισθεί ότι, παρά τις βλάβες, διακοπές, αργοπορίες, κ.λπ., η πραγματική ροή θα καλύψει τη ζήτηση. Ουσιαστικά:

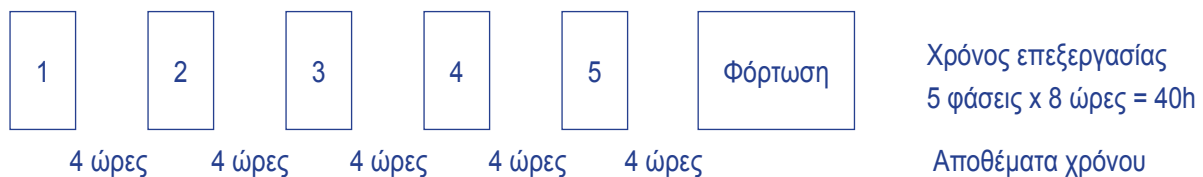
Δεν προστατεύουμε το κάθε στάδιο επεξεργασίας με κάποιο (συνήθως μεγάλο) απόθεμα υλικών. Απλώς παρέχουμε περισσότερο χρόνο από τον απαιτούμενο σε κάποια στάδια του προγράμματος, ώστε να αντιμετωπισθούν τυχόν αργοπορίες.

Ο πρόσθετος αυτός χρόνος (Απόθεμα Χρόνου - Time Buffer) βέβαια δημιουργεί κάποια πρόσθετα αποθέματα στο σύστημα. Ας δούμε πάλι από τις σημειώσεις τα σχετικά:

### α. Η θέση των Αποθεμάτων Χρόνου (Απ. Χρ).

Κλασική αντιμετώπιση: Ίση κατανομή πριν από κάθε στάδιο επεξεργασίας:

Παράδειγμα για 5 διαδοχικές φάσεις επεξεργασίας και τελική φάση φόρτωσης:



Κάθε φάση προστατεύεται με απόθεμα 4 ωρών. Επομένως ο προγραμματισμένος χρόνος διέλευσης είναι  $40+20 = 60$  ώρες, αλλά έχουμε περισσότερο Απόθεμα Χρόνου μπροστά από κάθε φάση. Η προστασία εξαρτάται από τη θέση που θα έχουμε πρόβλημα. Είναι σαφές ότι όσο πλησιέστερα προς το κατάντι εμφανισθεί το πρόβλημα, τόσο μικρότερη είναι η προστασία.

Πρόταση συγχρονισμένης παραγωγής: Όλο το Απόθεμα Χρόνου πριν τη φόρτωση, δηλαδή:



Δεν κατανέμουμε την προστασία σε κάθε φάση, άρα είναι πολύ πιθανό να έχουμε κάποιες φάσεις πίσω από το πρόγραμμα. Όλο το Απόθεμα Χρόνου προστατεύει όλο το σύστημα, ανεξάρτητα με το πού παρουσιάζεται το πρόβλημα. Η ύπαρξη ενός καθορισμένου πλήρως, ποσοτικά και τοπικά Αποθέματος Χρόνου, βοηθά στο να το προσέχουμε και να το ελέγχουμε.

**ΠΡΟΣΟΧΗ:** Στο εργοστάσιο υπάρχει έντονη αλληλεπίδραση: μια καθυστέρηση σε μια μηχανή, καθυστερεί όλες τις επόμενες, ένα σκάρτο τεμάχιο που θα παραχθεί σε μια φάση και σημαίνει ότι όλες οι προηγούμενες μηχανές πρέπει να παράγουν πάλι αυτό το αντικείμενο. Επομένως:

Τα Αποθέματα Χρόνου είναι αξιοποιήσιμα όταν τοποθετούνται **στο τέλος, πριν τη φόρτωση** καθώς και **πριν τους ΠΠΔ**.

## β. Το μέγεθος των Αποθεμάτων Χρόνου

Πρέπει στην αρχή να τοποθετηθούν κάποια αποθέματα χρόνου αυθαίρετα και μετά να διορθωθούν. Συνήθως ξεκινάμε με Απόθεμα Χρόνου ίσο με **το μισό του τρέχοντος χρόνου διελύσεως**.

### γ. Παρατηρήσεις

Αν ο ΠΠΔ είναι εφοδιασμένος με Απόθεμα Χρόνου (που είναι και το σωστό) θα υπάρχει ένα απόθεμα εξαρτημάτων διαφόρων παραγγελιών (εντολών) μπροστά του. Λόγω ανωμαλιών στους προηγούμενους σταθμούς παραγωγής, κάποιες εντολές δεν θα έχουν φθάσει στην ώρα τους μπροστά από τον ΠΠΔ.

Πρόβλημα θα παρουσιασθεί αν:

(1) Δεν υπάρχει απόθεμα ν' αναμένει. Θα παρουσιαστεί πρόβλημα στον χρονισμό της ροής του προϊόντος και αν ο ΠΠΔ είναι και bottleneck, τότε θα έχουμε απώλεια Προσόδου (Παροχής -Παραγωγής).

(2) Αν λείπει η εντολή με την υψηλότερη προτεραιότητα, τότε ο ΠΠΔ θα δουλέψει τη δεύτερης προτεραιότητας εντολή μέχρι να την εκτελέσει, και θ' αρχίσει την επεξεργασία της πρώτης μετά, αν στο μεταξύ αυτή έχει φθάσει. Υπάρχει πιθανότητα να δημιουργηθεί ανωμαλία στον χρονισμό της ροής (επίτευξη χρόνων παράδοσης) των προϊόντων, αλλά δεν θα χαθεί Παραγωγή, εκτός αν αυτό συμβεί σε ΠΠΔ με εξαρτώμενους και μεγάλους χρόνους προετοιμασίας, όπως μια ταχυβαφική ή ένας φούρνος ανόπτησης. Προγραμματίζουμε πρώτα τα ανοικτά χρώματα και μετά τα σκούρα. Αν για παράδειγμα αργοπορήσει το λευκό και αρχίσαμε να βάφουμε την επόμενη στη σειρά παραγγελία σκούρου χρώματος, θα χρειασθεί πρόσθετος χρόνος για προσεκτικό πλύσιμο μηχανής, σωληνώσεων κλπ. πριν ξεκινήσω το λευκό.

.....  
Λορέντζο, τώρα καταλαβαίνω ότι τελικά θα πρέπει να διακρίνουμε:

- **Αποθέματα Χρόνου:** Σχεδιασμένα για να προστατεύουν την Παραγωγή από εσωτερικές ανωμαλίες που συμβαίνουν συνεχώς στις Βιομηχανίες.
- **Αποθέματα Υλικών (stock buffers):** Σχεδιασμένα για να βελτιώσουν την ανταπόκριση της μονάδας στις απαιτήσεις της αγοράς (κρατώντας αποθέματα ετοιμού ή ημιετοιμού). Έτσι οι παραγγελίες εκπληρώνονται σε λιγότερο χρόνο από τον κανονικό χρόνο διέλευσης. **Όσο μικρότερος είναι ο χρόνος διέλευσης, τόσο λιγότερο αναγκαία είναι αυτού του είδους τα αποθέματα.**

Γιάννη, με αυτήν την πρακτική, φτάνουμε στην 8η αρχή της Συγχρονισμένης Βιομηχανοποίησης η οποία αναφέρει:

8. Ο Μέρφου (ατυχίες, προβλήματα) δεν είναι άγνωστος, αλλά η καταστροφική του ικανότητα μπορεί να περιορισθεί και να ελαχιστοποιηθεί.
---

## Η ανάγκη της τεχνικής του Τυμπάνου

Λορέντζο, συζητήσαμε ήδη ότι το βασικό πρόγραμμα παραγωγής (MPS) είναι ο ήχος του τυμπάνου. Ο καθορισμός του σημαίνει ότι πρέπει να γίνουν οι απαιτούμενες επεμβάσεις, ώστε να προσαρμοστεί η ζήτηση της αγοράς με τις δυνατότητες των υλικών και της δυναμικότητας του εργοστασίου. Είχαμε επίσης πει ότι οι ΠΠΔ εντοπίζονται όμοια με τις παθήσεις στην Ιατρική: Παρατηρούμε τα διάφορα προβλήματα που εμφανίζει ο συγκεκριμένος τύπος του εργοστασίου (ασθενής) και από τα

*συμπτώματα (αυξημένα αποθέματα, καθυστερήσεις) εντοπίζουμε κάποιες βασικές αιτίες που είναι οι ΠΠΔ. Εάν είναι πολλοί τι κάνουμε;*

Βλέπω πως έχεις εντυφίσει στο θέμα. Μπράβο θα σου βάλω καλό βαθμό. Όταν οι διάφορες μηχανές- εξοπλισμός, γενικά οι πόροι του εργοστασίου, αναγνωρισθούν σαν πιθανοί ΠΠΔ, τότε θα πρέπει να ελεγχθεί κατά πόσον επηρεάζουν τη ροή προϊόντων, άρα, ν' αποσαφηνισθεί αν πρέπει να αλλάξει ο φόρτος τους ή η δυναμικότητά τους. Μετά από αυτές τις αλλαγές και τις προσαρμογές, πάντα παραμένει ένας **μικρός αριθμός** ΠΠΔ που επηρεάζουν, επομένως πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στη διαμόρφωση του MPS. Μετά τον προσδιορισμό των ΠΠΔ πρέπει να γίνουν επεμβάσεις, ώστε το αρχικό πρόγραμμα παραγωγής να προσαρμοσθεί στις υπάρχουσες δυναμικότητες των ΠΠΔ. Με τον κλασικό τρόπο η προσαρμογή γίνεται με τη μέθοδο δοκιμή - λάθος (trial and error), μέχρις ότου οι φόρτοι όλων των πόρων να περιορισθούν μέσα στις δυνατότητές τους.

*Αντιλαμβάνομαι ότι με τη μέθοδο DBR γίνεται κατ' ευθείαν ο προγραμματισμός όλων των εντολών που περνούν από ΠΠΔ, χρησιμοποιώντας πλήρως την δυναμικότητα. Εφόσον οι ΠΠΔ καθορίζουν την ποσότητα και τον χρονισμό της Παροχής-Παραγωγής, χρησιμοποιούμε την προγραμματισμένη ροή μέσω των ΠΠΔ σαν βάση για το MPS. Και πώς εξασφαλίζεται η βέλτιστη ροή μέσα από τους ΠΠΔ;*

Γιάννη, τότε πρέπει να εξετάσουμε αν οι ΠΠΔ έχουν και ποιους χρόνους προετοιμασίας.

- Αν ο ΠΠΔ δεν έχει ουσιαστικά χρόνο προετοιμασίας, η σειρά προτεραιότητας καθορίζεται από την ημερομηνία παράδοσης. Η παρτίδα Επεξεργασίας είναι ίση με την ποσότητα της εντολής και αποφασίζουμε για την παρτίδα μεταφοράς ανάλογα με το πόσο θέλουμε να ομαλοποιήσουμε την ροή (και αντίστοιχα ν' αυξήσουμε ίσως το κόστος μεταφορών).
- Αν απαιτούνται μεγάλοι χρόνοι προετοιμασίας, πρέπει να καθορίζεται κάθε φορά η παρτίδα επεξεργασίας (είπαμε, θυμίζω, ότι μπορεί να αλλάζει μέσα στο χρόνο και μεταξύ των προϊόντων). Αν απλώς κρατήσουμε την προτεραιότητα των εντολών, τότε κατά συνθήκη θα έχουμε απώλεια δυναμικότητας από τους σημαντικά μεγάλους χρόνους προετοιμασίας κάθε παρτίδας. Αν πάλι δημιουργήσουμε πολύ μεγάλες παρτίδες επεξεργασίας, να μεν θα μειωθεί ο χρόνος προετοιμασίας ανά παρτίδα, αλλά:
  - ορισμένες εντολές θα υφίστανται επεξεργασία πολύ πιο νωρίς από τον απαιτούμενο χρόνο και πολύ πριν από την προτεραιότητά τους
  - άλλες θα αναμένουν αρκετά τη σειρά τους, με αποτέλεσμα να απομακρύνεται σημαντικά η ημερομηνία παράδοσης.

*Επομένως οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν το πρόγραμμα ενός ΠΠΔ:*

- Η σειρά επεξεργασίας
- Το μέγεθος της παρτίδας επεξεργασίας
- Το μέγεθος της παρτίδας μεταφοράς

Προσοχή! Και οι τρεις αυτοί παράγοντες αλληλεξαρτώνται, κυρίως οι δύο πρώτοι. Στο σημείο αυτό μπορούμε ν' αναφέρουμε την 9η αρχή της Συγχρονισμένης Βιομηχανοποίησης:

9. Η δυναμικότητα της μηχανής και οι προτεραιότητες πρέπει να εξετάζονται ταυτόχρονα και όχι με τη σειρά.

## Το Σχοινί

Λορέντζο είπαμε ότι ο στόχος του σχοινοῦ είναι να εξασφαλίσει ότι ὅλοι οι σταθμοί εργασίας θα συγχρονισθῶν με τις απαιτήσεις του MPS και αντίστοιχα να υποστηρίξει την επικοινωνία στο Εργοστάσιο ὡστε να υποστηριχθεῖ το MPS. Πρέπει λοιπόν:

- Οι πληροφορίες πρώτα να ἔχουν νόημα (δηλαδή να εἶναι σχετικές με το αντικείμενο, επίκαιρες, ισχύουσες, ὄχι φλύαρες – ὅπως στα διάφορα μηχανογραφημένα πακέτα προγραμματισμοῦ – κι επαναλαμβανόμενες με πληροφορίες ἤδη γνωστές) και δεύτερον να εἶναι απλά διατυπωμένες, ὡστε οι παραλήπτες να ἔχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιοῦν την εμπειρία τους αποδοτικά.
- Ο ἔλεγχος του προγράμματος να μὴν εξαρτάται ἀπὸ τη λεπτομερῆ διοίκηση κάθε πόρου. Ἀλλά, ὅπως το Τύμπανο προγραμματίζει ορισμένους πόρους (ΓΠΔ), ἔτσι και ἡ λειτουργία του Σχοινοῦ να στηρίζεται στον **λεπτομερῆ Ἐλεγχο Ορισμένων μόνον Σημείων**.

Πάρα πολὺ σωστά. Στο κλασικὸ MRP δίδονται λεπτομερῆ προγράμματα εργασίας μηχανῶν με ὥρα και λεπτό, που μόνον μπερδεύουν τις καταστάσεις. Απαιτεῖται ουσιαστικὰ ἓνα ξεκάθαρο πρόγραμμα προτεραιοτήτων. Ἄλλωστε, οι χρόνοι προετοιμασίας και επεξεργασίας εἶναι μόνον μέσοι χρόνοι με τη σχετικὴ τους μεταβλητότητα.

*Ἀπὸ τη μικρὴ μου εμπειρία και μελέτη ισχυρίζομαι ὅτι το βασικὸ πρόβλημα με το MRP εἶναι το ακόλουθο: υποθέτει ὅτι αν ὁ κάθε σταθμὸς εργασίας ἔχει συγκεκριμένες εντολές για να τηρήσει κάποιον πρόγραμμα, τότε και το Εργοστάσιο θα τηρήσει αὐτὸ το πρόγραμμα και οι εντολές θα εἶναι ἐντὸς του προγράμματος. Ὅμως, οι ανωμαλίες, οι δυσλειτουργίες και οι διακοπές λειτουργίας εἶναι αναπόφευκτα και προσθετικὰ στοιχεῖα στο αλληλεξαρτῶμενο σύστημα ἐνός Εργοστασίου.*

Πολὺ σωστά Γιάννη. Και τι κάνει ἡ διεύθυνση του Εργοστασίου για να το αποφύγει;

*Κρατὰ αποθέματα πριν ἀπὸ κάθε σταθμὸς εργασίας, με ἀποτέλεσμα τη σημαντικὴ αὐξηση του χρόνου διέλευσης. Ἄλλωστε τα ἀποθέματα αὐτὰ δεν προστατεύουν την ὅλη παραγωγή (παρὰ μόνον ἴσως τον συγκεκριμένο σταθμὸς εργασίας). Ἀπὸ την ἄλλη, ἀποθέματα σε κάθε σταθμὸς εργασίας δεν μποροῦν να αντιμετωπίσουν μια μεγάλη διακοπὴ παραγωγῆς (ὅπως εἶδαμε), ἄρα ἡ διεύθυνση του Εργοστασίου εἶναι αναγκασμένη να προστρέχει σε ἀκόμη πιο ακριβές λύσεις για να κρατηθεῖ στο πρόγραμμα, ὅπως τις υπερωρίες.*

Ἀντίθετα, στη συγχρονισμένη ροή, οι περισσότεροι σταθμοί εργασίας δεν ἔχουν ἀπόθεμα προστασίας και επομένως θα φύγουν ἀμέσως ἀπὸ το πρόγραμμα, με την παραμικρὴ δυσλειτουργία που θα παρουσιασθεῖ στο ἀνάντι της παραγωγικῆς ροῆς. **Ἀλλά το Εργοστάσιο θα παραμείνει στο πρόγραμμα.**

*Λορέντζο, το δεύτερο πρόβλημα με το MRP εἶναι ἡ τεράστια προσπάθεια συλλογῆς και επεξεργασίας των στοιχείων που απαιτεῖ καθημερινά. Πιθανότατα αὐτὸς εἶναι ἓνας ἀπὸ τους σοβαρότερους λόγους συνεχῶν προβλημάτων και ἀποτυχιῶν του MRP. Φαντάσου τώρα αὐτὴ τη λεπτομερῆ καταγραφή και ἔλεγχο με τα Ἑλληνικὰ δεδομένα. Συνήθως τέτοιες προσπάθειες καταλήγουν σε ἀπώλειες αξιοπιστίας και ἐλέγχου του συστήματος.*

Γιάννη, αν περιορισθεῖ ἡ ποσότητα των υλικῶν που κυκλοφοροῦν στο Εργοστάσιο και σε κάθε σταθμὸς ὑπάρχει μόνον ἡ ποσότητα για επεξεργασία και αὐτὴ ἴσως που εἶναι ὑπὸ επεξεργασία, δεν ὑπάρχει θέμα προτεραιοτήτων και λεπτομερῶν προδιαγραφῶν και επικοινωνιῶν.

*Μου λες δηλαδή ὅτι ἡ ὑπαρξη της πρώτης ὑλης, εἶναι ἡ βάση του ἐλέγχου της ροῆς. Κατὰ συνέπεια, απαιτεῖται ἔλεγχος και λεπτομερεῖς οδηγίες - προγράμματα στα σημεία εἰσόδου (τον*

πρώτο πόρο της κάθε διεργασίας) **των πρώτων υλών**. Στο DBR η κάθε παρτίδα, στις μηχανές που δεν είναι ΠΠΔ θα είναι είτε στην ώρα της είτε καθυστερημένη, έτσι δεν θα υπάρχουν περισσότερες από μια παρτίδες στην αναμονή και δεν θα εμφανίζεται πρόβλημα προτεραιοτήτων. Στα περισσότερα Εργοστάσια το πρόβλημα ξεκινά από την υπερλειτουργία (overactivation) των πόρων που δεν είναι ΠΠΔ. Στο DBR, με τον έλεγχο της εισόδου πρώτων υλών, αποφεύγεται η υπερλειτουργία και τα υπερβολικά αποθέματα.

Γιάννη, τα σημεία στα οποία γίνεται έλεγχος του προγράμματος με λεπτομέρειες λέγονται **Σημεία Έκδοσης Προγράμματος** (ΣΕΠ) (Schedule Release Points). Αυτά είναι περιορισμένα και με τον έλεγχό τους αποφεύγονται υπερλειτουργίες, άκαιρες προωθήσεις και συσσωρεύσεις υλικών και είναι:

1. Τα σημεία εισόδου υλικών. Απαιτείται πλήρης έλεγχος και πρόγραμμα στα σημεία αυτά, όπως έχουμε ήδη πει.
2. Τα κέντρα επεξεργασίας που είναι ΠΠΔ - Πόροι Περιορισμού Δυναμικότητας (Capacity Constraint Resources). Ο έλεγχός τους και προγραμματισμός τους κρατά όλο το σύστημα.
3. Τα σημεία διακλάδωσης της ροής. Όπου κάποιο υλικό ή ενδιάμεσο τεμάχιο μπορεί να κατευθυνθεί σε εναλλακτικές πορείες επεξεργασίας.
4. Τα σημεία συναρμολόγησης.

Να προσθέσω και κάτι πρακτικό για τις παρτίδες: Στη διαμόρφωση του MPS αποφασίζεται και η παρτίδα επεξεργασίας, οπότε παύει να θεωρείται μεταβλητή. Επίσης όταν διαμορφώνουμε το σχοινί, δηλαδή το λεπτομερές πρόγραμμα των ΣΕΠ, καθορίζεται και το μέγεθος της παρτίδας μεταφοράς, λαμβάνοντας υπόψη την ταχύτητα διέλευσης και το κόστος μεταφοράς.

*Κατάλαβα, απλές αποφάσεις για ελάχιστα σημεία, ώστε να είναι εύκολος ο έλεγχος και να έχω γρήγορη ροή! Επομένως, η μεγάλη ταχύτητα διέλευσης, η αυξημένη ταχύτητα ροής δεν έχει αντίκτυπο μόνο στο μέγεθος των ενδιάμεσων αποθεμάτων, αλλά και στο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα που προκύπτει από την ταχεία απόκριση στις απαιτήσεις της αγοράς. Αν το καλοσκεφθείς τα περισσότερα μικρά εργοστάσια που δεν έχουν μηχανογραφημένα συστήματα προγραμματισμού, ακολουθούν αυτή τη λογική και εργάζονται ασυνείδητα με αυτόν τον τρόπο!*

## Η Ανέλιξη των Βελτιώσεων

Γιάννη μπορώ πλέον να ισχυρισθώ ότι αξιοποιώντας τη μέθοδο DBR, εισερχόμαστε σε μια εποχή συνεχών βελτιώσεων. Τι μπορούμε, όμως, να κάνουμε για τις εταιρίες με περιορισμένη ζήτηση;

*Είναι σίγουρο ότι η πεπατημένη επιβάλλει να γίνεται μείωση του άμεσου εργατικού για οικονομία. Κάτι τέτοιο, συνήθως δημιουργεί ΠΠΔ ή και bottlenecks με πτώση της παραγωγής και ίσως προβλήματα στους χρόνους παράδοσης. Αλλά εφόσον υπάρχει ανάγκη αύξησης της ζήτησης, απαιτείται βελτίωση του ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος, που σημαίνει:*

- Προσφορά προϊόντων υψηλής ποιοτικής στάθμης.
- Ταχεία απόκριση και
- Χαμηλό κόστος

Κάτι τέτοιο επιτυγχάνεται καλύτερα με βελτίωση ποιότητας και χαμηλά αποθέματα. Εδώ λοιπόν βοηθά η συγχρονισμένη ροή προϊόντων, η οποία εξασφαλίζει χαμηλά αποθέματα, ταχεία απόκριση, χαμηλό κόστος διοίκησης, λιγότερα λάθη. Η αύξηση πωλήσεων θα φέρει αύξηση παραγωγής με πρόσθετο



κόστος μόνο το υλικό. Από την άλλη πλευρά, τι κάνουμε με τις εταιρίες που έχουν περιορισμένη δυναμικότητα παραγωγής; Συνήθως διακρίνουμε αδυναμία στο παραγωγικό δυναμικό, πολύ μεγάλους χρόνους διέλευσης κι εντολές συσσωρευμένες στην είσοδο της παραγωγής (production backlog), αλλά και πρόβλημα να τηρηθούν οι υπεσχημένες ημερομηνίες παράδοσης.

*Σ' αυτές τις περιπτώσεις η μείωση του κόστους και η βελτίωση της ποιότητας είναι μεν πάντα επιθυμητές αλλά δεν μας δίνουν λύση. Πρέπει να ελέγξουμε αν υπάρχουν bottlenecks και αν δημιουργούνται ΠΠΔ από κακό προγραμματισμό που κατά συνθήκη είναι πρόβλημα του Management. Μοναδική λύση είναι η εφαρμογή του DBR με ρεαλιστικές υποσχέσεις παράδοσης. Οι χρόνοι διέλευσης βελτιώνονται κατ' αρχήν με το DBR, αλλά οι συσσωρευμένες εντολές απαιτούν και παροδική αύξηση της παραγωγικής δυναμικότητας.*

Γιάννη τώρα που οδεύουμε προς το τέλος της συζήτησης, νομίζω ότι είναι χρήσιμο να δούμε και αυτόν τον συγκεντρωτικό πίνακα για τις τεχνικές αύξησης της παραγωγής, από τις πιο απλές και συνηθισμένες έως τις πιο ασυνήθιστες:

.....

#### **α. Αποτροπή ύπαρξης περιόδων χρόνου αργίας (idle time)**

- Αναμενόμενοι περίοδοι αργίας π.χ. φαγητό, καφές, αλλαγές μεταξύ βαρδιών κλπ. Μέτρο: Αλλαγή τακτικής με πρόσθετο(:) προσωπικό στα ΠΠΔ και bottlenecks.
- Μη αναμενόμενοι περίοδοι αργίας, π.χ.
  - Βλάβες. Μέτρο: Προληπτική συντήρηση
  - Απουσίες. Μέτρο: Εκπαίδευση άλλων εργατών και σχέδιο άμεσης αντικατάστασης οποτεδήποτε συμβαίνει.
  - Κακό πρόγραμμα. Μέτρο: Βελτίωση - έλεγχος.

#### **β. Μείωση χρόνου προετοιμασίας κι επεξεργασίας ανά μονάδα. Εστίαση στα bottlenecks και ΠΠΔ.**

##### **Ο χρόνος προετοιμασίας μπορεί να συμπιεσθεί με:**

- Μείωση του αριθμού τους π.χ. με καλύτερο πρόγραμμα, ώστε να αποφεύγονται τα ξαφνικά κι επείγοντα. Το μέγεθος όμως των παρτίδων δεν μπορεί να μεγαλώσει άκριτα και να καταστρέψει την ομαλή ροή.
- Μείωση του χρόνου, ή με λογική κάποιας σειράς προγράμματος που βοηθά, ή με μελέτη μεθόδων και μηχανισμών.

#### **γ. Βελτίωση Ελέγχου Ποιότητας**

- Έλεγχος προ του ΠΠΔ ώστε να μην επεξεργάζεται σκάρτα.
- Εξασφάλιση ότι τα προϊόντα που περνούν από ΠΠΔ δεν καταστρέφονται από λάθη επεξεργασίας σε επόμενο μη κριτικό στάδιο. Όσα όμως υφίστανται κάποια ζημιά και πρέπει να υποστούν επανεπεξεργασία, πρέπει να εξετασθεί προσεκτικά αν αξίζει να ξοδέψουν χρόνο του ΠΠΔ ή του bottleneck (και βέβαια την πιθανότητα αν γίνουν τελικά αποδεκτά ή όχι.).

#### **δ. Μείωση φόρτου εργασίας**

- Απομάκρυνση εξαρτημάτων που δεν έχουν ζήτηση. Μόνο αυτά που θα πωληθούν και θα αποφέρουν Πρόσοδο.

- Όλες οι αλλαγές που επέρχονται στα πρότυπα των απαιτήσεων ή των σχεδίων και που ίσως δεν απαιτούν πλέον επεξεργασία στον συγκεκριμένο ΠΠΔ έχουν εφαρμοσθεί;
- Επικοινωνία με πελάτη και Τεχνική Διεύθυνση για ανασχεδιασμό προϊόντων, ώστε να απαιτούν λιγότερα εξαρτήματα από ΠΠΔ.
- Χρήση παλιών μηχανών που έχουν κριθεί «αντιοικονομικές».
- Φασόν.

#### ε. Προμήθεια πρόσθετης δυναμικότητας

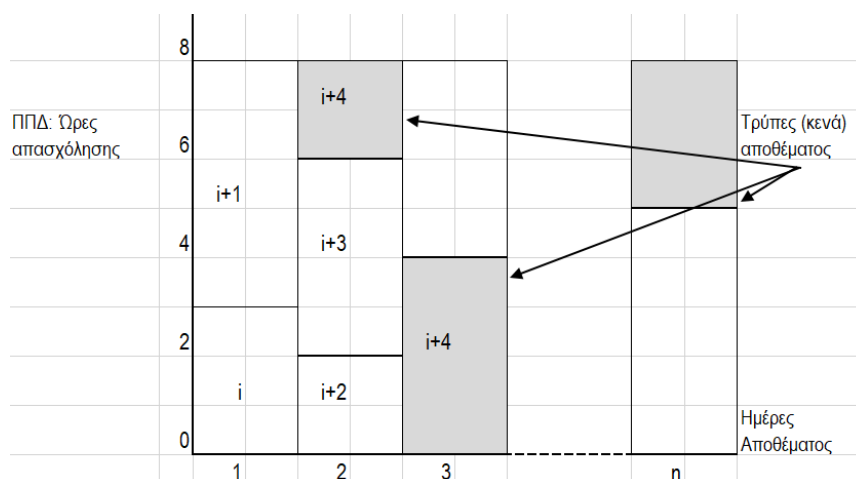
- Νέες μηχανές (προσοχή να συμπληρώσουν δυναμικότητα των ΠΠΔ).
- Πρόσθετο προσωπικό - τουλάχιστον για 2η βάρδια.
- Υπερωρίες.

#### Ποιες βελτιώσεις;

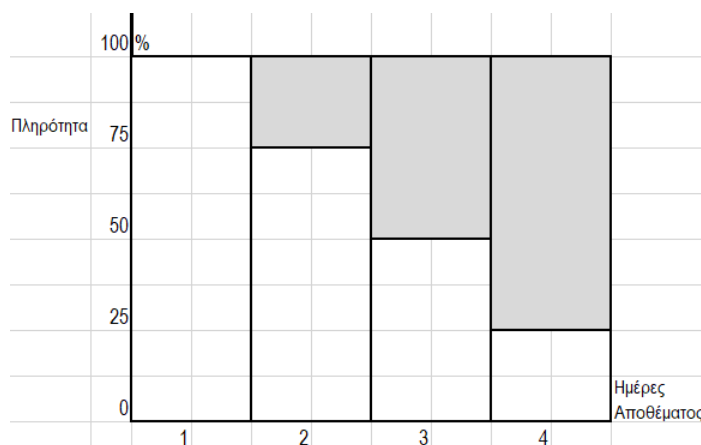
Γιάννη, ένας εξαιρετικός τρόπος για να προχωρήσει η διαδικασία συνεχούς βελτίωσης στην παραγωγή είναι η παρακολούθηση της διαμόρφωσης των αποθεμάτων χρόνου του DBR. Από τις ανωμαλίες που προκύπτουν, μπορούμε να αναγνωρίσουμε τις αιτίες τους και να λάβουμε συγκεκριμένα μέτρα που θα επιφέρουν σημαντικές βελτιώσεις στο σύστημα.

*Να ξεκαθαρίσουμε τι σημαίνει απόθεμα χρόνου; Σύμφωνα με όσα είπαμε, υποθέτω σημαίνει, πριν από το κέντρο επεξεργασίας που θέλω να προστατέψω (ΠΠΔ, σημεία διακλάδωσης ή/και συναρμολόγησης), να υπάρχουν οι εντολές, δηλαδή οι παλέτες, με τα ημιεπεξεργασμένα υλικά που θα υποστούν περαιτέρω επεξεργασία στο συγκεκριμένο κέντρο για τις επόμενες η ημέρες, αν η είναι το καθορισμένο απόθεμα χρόνου.*

Ακριβώς. Για κάθε εντολή  $i, i+1, \dots$  με τη σειρά προτεραιότητάς τους, σχεδιάζουμε ένα διάγραμμα για τον απαιτούμενο χρόνο επεξεργασίας τους (ώρες απασχόλησης). Αυτή η εικόνα μας παρουσιάζει την προγραμματισμένη μορφή του Αποθέματος Χρόνου. Αν κάποιες εντολές δεν έχουν έρθει, ώστε να περιμένουν προ του ΠΠΔ, τότε στο διάγραμμα Αποθέματος - Χρόνου με τα πραγματικά στοιχεία θα εμφανισθούν κενά ή «τρύπες» αποθεμάτων. Αν, για παράδειγμα, η 4η κατά σειρά εντολή δεν φθάσει πριν την 6η ώρα της δεύτερης ημέρας αποθέματος, θα επέλθει ανωμαλία τουλάχιστον στη σειρά των εντολών που φεύγουν έτοιμες από το συγκεκριμένο ΠΠΔ.



Από το διάγραμμα Αποθέματος - Χρόνου κατασκευάζουμε εύκολα το Ιστόγραμμα Παραγγελιών που είναι παρούσες προ της μηχανής, το οποίο μας δείχνει το ποσοστό πληρότητας εντολών στις ημέρες του Αποθέματος Χρόνου ή αλλιώς, της προγραμματισμένης εργασίας που είναι παρούσα στο Απόθεμα Χρόνου. Ένα σωστό ιστόγραμμα π.χ. για 4 ημέρες θα πρέπει να έχει την εξής περίπου μορφή:



Λορέντζο, διαβάζοντας το διάγραμμα, υποθέτω πως σε ιδανική μορφή, θα πρέπει καθημερινά μπροστά από το συγκεκριμένο κέντρο επεξεργασίας που χρειάζεται Αποθέματα Χρόνου, να έχει φθάσει περίπου το 100% των εντολών που θα υποστούν επεξεργασία την επομένη, το 75% των εντολών της δεύτερης ημέρας, και αντίστοιχα το 50 και 25 περίπου τοις εκατό των εντολών της 3ης και 4ης ημέρας.

Ακριβώς. Η διερεύνηση των ιστογραμμάτων των αποθεμάτων χρόνου στις υπό παρακολούθηση μηχανές και στα σημεία διακλάδωσης ή/και συναρμολόγησης, μας οδηγεί σε χρήσιμα συμπεράσματα. Το διάγραμμα, από τη στιγμή που εμφανίζει ένα μεγάλο ποσοστό της προγραμματισμένης εργασίας να είναι παρόν προ του ΠΠΔ, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι έχουμε επιβάλλει υπερπροστασία στο συγκεκριμένο ΠΠΔ, ίσως γιατί στα ανάντι της ροής ο εξοπλισμός και το πρόγραμμα εργάζονται με μικρό ποσοστό διακοπών και προβλημάτων.

Άρα, για μείωση του χρόνου διελεύσεως, αλλά και των αποθεμάτων, θα μπορούσε το Απόθεμα Χρόνου να περιοριστεί, χωρίς κατ' αρχήν προβλήματα, σε 3 ή/και 2 ημέρες. Επομένως θα πρέπει να εξετάζουμε και να επεμβαίνουμε, όποτε απαιτείται, στα αποθέματα χρόνου που είναι σημαντικό στοιχείο του προγραμματισμού.

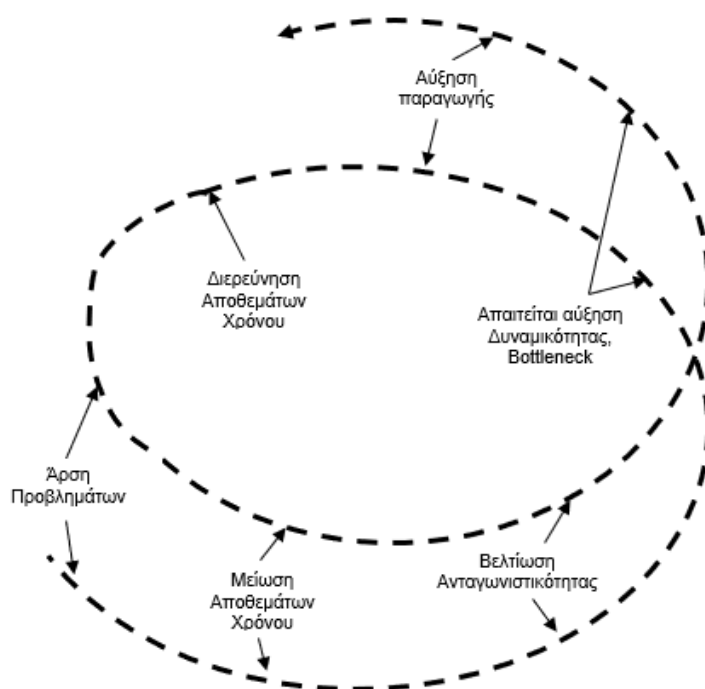
Γιάννη το πιο σημαντικό όμως σημείο είναι ότι από τη διερεύνηση των Αποθεμάτων Χρόνου, ξεκινά μια ανέλιξη συνεχών βελτιώσεων. Παρακολουθώντας τις τρύπες του αποθέματος και πηγαίνοντας προς τα ανάντι της ροής, μπορούμε να ανακαλύψουμε τις μηχανές που συνήθως δημιουργούν τις καθυστερήσεις και τα προβλήματα. Επεμβαίνοντας στα σημεία αυτά (π.χ. με προληπτική συντήρηση, εκπαίδευση κλπ.) αίρουμε τις αιτίες και αντίστοιχα τις τρύπες από το διάγραμμα Αποθεμάτων Χρόνου.

Άρα, με την απομάκρυνση των οπών αντίστοιχα τα αποθέματα χρόνου παρουσιάζουν εικόνα υπερπροστασίας και πρέπει να τα μειώσουμε για να βελτιώσουμε το ανταγωνιστικό πλεονέκτημά μας που είναι:

#### Ταχεία παράδοση και μικρό κόστος

Βέβαια, η πιθανή αύξηση των παραγγελιών μπορεί να δημιουργήσει νέα bottlenecks και σαφώς θα απαιτήσει μεγαλύτερη απασχόληση από τις υπόλοιπες μηχανές. Οι προηγουμένως μικρές ανωμαλίες

και διακοπές αρχίζουν να δημιουργούν σοβαρά προβλήματα, οπότε παρουσιάζονται σημαντικές τρύπες στα αποθέματα χρόνου που πρέπει να κτυπηθούν. Έτσι ολοκληρώνεται ο πρώτος κύκλος της συνεχούς βελτίωσης και ανέλιξης.



Οι συνεχείς βελτιώσεις στηρίζονται και στην 10η αρχή της Συγχρονισμένης Βιομηχανοποίησης:

10. Το άθροισμα των τοπικών βέλτιστων δεν ισούται με το βέλτιστο του όλου

Νομίζω ότι έχουμε πει αρκετά για αυτό το σύστημα Προγραμματισμού και Ελέγχου Παραγωγής και είναι καιρός να εγκαταλείψουμε τον αγώνα.

*Ναι είναι αργά. Έχεις καμμιά συμβουλή ως μεγαλύτερος, να μην πω «ηλικιωμένος».*

Ντροπή σου, όμως εγώ ως μεγάλοψυχος θα σου δώσω μια γενική συμβουλή που αφορά την εργασία σου ως Operation Manager ή με βάση τις γλωσσικές μας συνήθειες, ως Διευθυντής Παραγωγής:

**Να προτιμάς το πιθανόν (να συμβεί), αν και μπορεί να φαίνεται αδύνατον,  
παρά κάτι που είναι απίθανο (να συμβεί και να σε βοηθήσει),  
επειδή προβάλλει ως δυνατόν (να το διαχειρισθείς).**

*Ωχ, τώρα με βάζεις σε βαθιές σκέψεις και ήλπιζα να έχω έναν ήσυχο ύπνο.*

Γιάννη, κουράγιο!

## Έννοιες

Ο συμβατικός τρόπος σκέψης με βάση τον κόσμο του κόστους, είναι ανίκανος να μας πληροφορήσει σωστά, γιατί θεωρεί ότι όλοι οι πόροι είναι εξ' ίσου σημαντικοί και οι πόροι και οι ροές είναι ανεξάρτητοι μεταξύ τους. Η έννοια του κερδοφόρου προϊόντος, ή του κέρδους ανά προϊόν είναι άλλη μια έκφραση του τοπικού βέλτιστου.

Εκμεταλλευθείτε αποδοτικότερα τον περιορισμό σημαίνει ότι πρέπει να κάνουμε καλύτερη αξιοποίηση του χρόνου του περιορισμού. Άρα να πάρουμε τη μέγιστη Πρόσοδο για κάθε λεπτό εργασίας του.

Η ισχυρή λύση του χθες μπορεί να είναι καταστροφική για το σήμερα, αν εξακολουθήσουμε να την χρησιμοποιούμε!

Η επεξεργασία α ύλης στους πόρους που δεν είναι ΠΠΔ να γίνεται με βάση τις απαιτήσεις των ΠΠΔ έστω και με μικρό βαθμό εκμετάλλευσης.

Προγραμματισμός και Έλεγχος Παραγωγής: δεν εξαρτάται από τη λεπτομερή διοίκηση κάθε πόρου.

Το βασικό πρόγραμμα παραγωγής σχεδιάζεται με βάση τη δυναμικότητα των ΠΠΔ (Τύμπανο) και ελέγχονται ορισμένα σημεία της ροής: η ποσότητα στην είσοδο των υλικών, οι ΠΠΔ, οι διακλαδώσεις της ροής και τα σημεία συναρμολόγησης (Σχοινί).

Δεν προστατεύουμε το κάθε στάδιο επεξεργασίας με κάποιο (συνήθως μεγάλο) απόθεμα υλικών. Απλώς παρέχουμε περισσότερο χρόνο από τον απαιτούμενο σε κάποια στάδια του προγράμματος, ώστε να αντιμετωπισθούν τυχόν αργοπορίες.

Ο πρόσθετος αυτός χρόνος (απόθεμα χρόνου - Time Buffer) βέβαια δημιουργεί κάποια πρόσθετα αποθέματα στο σύστημα.

## Εμπειρίες

Οι μικρές παρτίδες Μεταφοράς και Επεξεργασίας (σε Πόρους «μη στένωση») εξασφαλίζουν ομαλή ροή και μικρά αποθέματα εν επεξεργασία. Στις στενώσεις πρέπει οι παρτίδες να συνδυάζονται σε μεγάλες παρτίδες Επεξεργασίας, ώστε να κερδίζεται χρόνος από την προετοιμασία.

Όταν κάποιες εντολές δεν έχουν έρθει ώστε να περιμένουν προ του ΠΠΔ, τότε στο διάγραμμα Αποθέματος - Χρόνου με τα πραγματικά στοιχεία θα εμφανισθούν κενά, ή «τρύπες» αποθεμάτων.

Η διερεύνηση των ιστογραμμάτων των αποθεμάτων χρόνου στους ΠΠΔ και στα σημεία διακλάδωσης ή/και συναρμολόγησης, μας οδηγεί σε σειρά από επεμβάσεις που οδηγούν σε μείωση των αποθεμάτων χρόνου. Αυτό σημαίνει μείωση αποθεμάτων σε επεξεργασία, ταχύτερη ροή, ταχύτερη παράδοση.

### **Προτεινόμενα βιβλία και κείμενα**

Blackstone H. John Jr. "Capacity Management", South -Western Publishing Co., 1989, ISBN 0-538-80277-4

Corbet, Thomas, "Throughput Accounting", The North River Press, MA, 1998, ISBN: 0-88427-158-7

Goldratt, Eliyahu M. & Cox Jeff. "The Goal: A process of ongoing improvement", North River Press, NY, 1992, 2nd rev. ed. ISBN: 0-88427-061-0

Goldratt, Eliyahu M. & Cox Jeff. "Ο Στόχος: Μία διαδικασία συνεχούς Βελτίωσης", Ψυχογιός, 2019, ISBN:9786180129090

Goldratt, Eliyahu M., & Fox, Robert E., "The Race", North River Press, NY, 1986, ISBN 0-88427-062-9

Goldratt, Eliyahu M., "The Haystack Syndrome: Sifting Information Out of the Data Ocean", The North River Press, MA, 1990, ISBN: 0-88427-061-0

Goldratt, Eliyahu M., "Critical Chain", The North River Press, MA, 1997, ISBN 0-88427-153-6

Lepore Domenico & Cohen Oded, "Deming and Goldratt: The Theory of Constraints and the System of Profound Knowledge", The North River Press, 1992 ISBN 0-88427-163-3

Smith Debra, "The Measurement Nightmare: How the Theory of Constraints Can Resolve Conflicting Strategies, Policies, and Measures", The St. Lucie Press / APICS Series on Constraints Management, 2000, ISBN1-57444-246-5

Umble M. Michael, & Srikanth, M.L, "Synchronous Manufacturing: Principles for World Class Excellence", APICS, South-Western Publishing Co., 1990, ISBN 0-538-80493-9