

# Διοίκηση Λειτουργιών

## τα τετράδια μιας Οδύσσειας

τετράδιο 28

Η λογική της Συγχρονισμένης Παραγωγής

## τετράδιο 28

# Η λογική της Συγχρονισμένης Παραγωγής

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο Λορέντζος και ο Γιάννης ασχολούνται με μια τελείως διαφορετική θεώρηση του τρόπου Διοίκησης της Παραγωγής σε εργοστάσια ή υπηρεσίες, την Συγχρονισμένη Παραγωγή (ΣΠ).

Διερευνούν τον στόχο κάθε επιχείρησης, καθώς και τα νέα κριτήρια (Πρόσοδος, Αποθέματα και Λειτουργικά Έξοδα) που βοηθούν στη λήψη των αποφάσεων στο επιχειρησιακό επίπεδο.

Στην παραγωγή τα γεγονότα είναι αλληλεξαρτώμενα και υπάρχει συναγωνισμός των εντολών για τους πόρους. Η μεταβλητότητα στους χρόνους επεξεργασίας, της αρχικής προετοιμασίας, κτλ., καθώς και τα τυχαία γεγονότα, δημιουργούν προβλήματα στην ομαλή ροή υλικών και παραγγελιών. Λόγω της αλληλεξάρτησης, η μεταβλητότητα στους χρόνους της μιας μηχανής δεν αντισταθμίζεται από τη μεταβλητότητα της επόμενης μηχανής, αλλά προστίθεται στην προηγούμενη και επομένως αυξάνει συνολικά.

Η προσπάθεια εξισορρόπησης της δυναμικότητας όλων των μηχανών με τη ζήτηση, περικόπτοντας εργαζόμενους για μείωση του κόστους, δεν αυξάνει τις Πωλήσεις, ούτε μειώνει τα Αποθέματα. Αντίθετα, η εξισορρόπηση της ροής στηρίζεται σε διαφορετική λογική και πρακτική. Στην πρώτη προκύπτει περίσσεια ενδιάμεσων υλικών από μόνη της, για την αποσύνδεση των παραγωγικών φάσεων, οπότε προκύπτουν καθυστερήσεις στις παραδόσεις και αύξηση αποθεμάτων. Στη δεύτερη πρέπει να διαθέτουμε περίσσεια χρόνου ή δυναμικότητας ορισμένων πόρων.

Οι κλασικοί δείκτες επίδοσης, που στηρίζονται στη λογική του κόστους, έχουν ως βάση ότι όσο αυξάνει η χρησιμοποίηση ενός πόρου μειώνεται το κόστος ανά τεμάχιο. Με τη λογική της ενεργοποίησης κάθε πόρου έχουμε δημιουργία μεγάλων ενδιάμεσων αποθεμάτων σε κάποιες θέσεις και ελλείψεις σε άλλες, αλλά και υπερβολική αύξηση στους χρόνους παράδοσης. Αντίθετα στη ΣΠ, επικεντρωνόμαστε σ' εκείνους τους πόρους που αποτελούν τους περιορισμούς του συστήματος και στοχεύουμε στην εξομάλυνση της ροής. Με τα μικρά αποθέματα, έχουμε μικρούς χρόνους διέλευσης και εξασφάλιση του συγκριτικού πλεονεκτήματος των μικρών χρόνων παράδοσης.

Συνεχίζουν με τις αρχές της ΣΠ, συμπεραίνοντας ότι η αξία του πρόσθετου χρόνου που εξασφαλίζουμε για παραγωγή σ' έναν παραγωγικό πόρο «Στένωση» ισούται με την αξία των πρόσθετων προϊόντων που μπορούν να παραχθούν στη «Στένωση». Ο κάθε πόρος αποτελεί τον κρίκο μιας αλυσίδας, η αντοχή της ή στην πραγματικότητα η δυνατότητά της να δώσει επιθυμητό αποτέλεσμα στο σύνολο των διεργασιών, εξαρτάται από τον πιο αδύναμο κρίκο (περιορισμοί και στενώσεις).

Τέλος η συζήτηση επικεντρώνεται στους περιορισμούς που καθορίζουν την απόδοση του συστήματος και διερευνούν τα πέντε βήματα της διαδικασίας της συνεχούς βελτίωσης.

## 28η Συζήτηση

### Η λογική της Συγχρονισμένης Παραγωγής

#### Ο Στόχος της Επιχείρησης

Λορέντζο, νομίζω ότι ήρθε ο καιρός να μιλήσουμε για τη Συγχρονισμένη Παραγωγή, την οποία θίξαμε στην προηγούμενη συνάντησή μας τη σχετική με την κοστολόγηση. Διάβασα και το πολύ ενδιαφέρον βιβλίο που μου έδωσες, «Ο Στόχος – The Goal» του Goldratt και πραγματικά εντυπωσιάστηκα από την ξεκάθαρη λογική του. Όμως σε πολλά σημεία έχω ερωτηματικά επί του πρακτέου.

Λογικό είναι μιας και πρόκειται για τελείως διαφορετική θεώρηση του τρόπου Διοίκησης της Παραγωγής. Ά! Με την ευκαιρία να σου ανακοινώσω ότι το βιβλίο κυκλοφόρησε πάλι από τον «Ψυχογιό» στο τέλος του 2019, πράγμα που σημαίνει ότι έχει γίνει κλασικό. Μην υποθέσεις βέβαια ότι θα ξεμπλέξουμε σε μια συνάντηση. Πρέπει να μελετήσεις και το “The Race” με τα πολλά παραδείγματα. Θα σου δώσω μάλιστα και αυτές τις σημειώσεις που έχω αρχίσει να γράφω, συμπληρώνοντάς τες συνεχώς, εδώ και 30 χρόνια.

Αντιλαμβάνομαι ότι η βασική λογική αφορά **κυρίως** εργοστάσια, με πολλά κέντρα επεξεργασίας και σύνθετες πορείες των πρώτων υλών και των εξαρτημάτων, μέχρι την τελική συναρμολόγηση του έτοιμου προϊόντος. Θα χρησιμοποιούσα για την περίπτωση τον καλύτερο όρο «Συγχρονισμένη Βιομηχανοποίηση».

Όμως, Γιάννη, τα γενικά συμπεράσματα της Συγχρονισμένης Παραγωγής ισχύουν σε όλες τις παραγωγικές εργασίες στις οποίες έχουμε περισσότερες από μια διεργασία και έναν αριθμό πόρων διαφορετικών δυναμικοτήτων. Σε γενικές γραμμές, ισχύουν ακόμη και για την παροχή των υπηρεσιών, όταν πραγματοποιείται μια σειρά διεργασιών, σε διαφορετικά τμήματα, όπως για παράδειγμα στις ασφαλιστικές εταιρίες. Πολλά στοιχεία, από όσα θα βρεις σε αυτές τις σημειώσεις, ισχύουν και στο μάνατζμεντ των σύνθετων έργων (project management)<sup>1</sup>. Απλά η βιομηχανική παραγωγή φαίνεται δυσκολότερη επειδή, κατά συνθήκη, είναι πιο σύνθετη και με πολλές αλληλεξαρτήσεις. Το κακό είναι ότι αποδίδαμε και εξακολουθούμε δυστυχώς να αποδίδουμε τις δυσκολίες που συναντάμε στην παραγωγή, ως αποτέλεσμα κάποιων **εξωτερικών παραγόντων** όπως:

- Ο ανταγωνισμός, αλλά και οι φτηνές εισαγωγές
- Τα συνδικάτα ή το αδιάφορο προσωπικό
- Τα υψηλά επιτόκια και εν γένει το Τραπεζικό σύστημα
- Η χρηματοδότηση της αγοράς (του εμπορίου) από τη βιομηχανία

Αληθινά, αυτά τα «προβλήματα» μας παιδεύουν, άλλους λιγότερο άλλους περισσότερο. Όμως, γιατί τα ίδια προβλήματα δεν εμποδίζουν κάποιες βιομηχανίες του κλάδου ν’ αναπτύσσονται και να κερδίζουν; Πρέπει επομένως, να υπάρχει κάποια διαφορά στον τρόπο διοίκησης, στο μάνατζμεντ, ανάμεσα στις επιτυχημένες και στις αποτυχημένες εταιρίες και όχι στο εξωτερικό περιβάλλον.

Γιάννη, «Ο Στόχος» μάς αναγκάζει ν’ αλλάξουμε τον τρόπο θεώρησης και εστίασης, άρα και τον τρόπο που ενεργούμε. Στην απλή παραγωγική λειτουργία της **γραμμής παραγωγής** είναι σαφές και πρωτεύουσα η έννοια της ροής των υλικών και των στενώσεων (bottle neck). Γιατί να μην προσπαθήσουμε ν’ αντιμετωπίσουμε και το θέμα του σύνθετου εργοστασίου με πολλές πορείες υλικών σε διαφορετικές μηχανές με την ίδια λογική, ώστε να είμαστε αποτελεσματικοί; Ελπίζω να θυμάσαι

<sup>1</sup> Βλ. Η Διοίκηση των Έργων (Project Management), Τετράδιο 24.

από όσα έχουμε πει, ότι αποτελεσματικός είναι αυτός που επιτυγχάνει τον στόχο του.

Νομίζω, λοιπόν, πως πρέπει να ξεκινήσουμε από το ερώτημα **ποιος είναι ο Στόχος** προς τον οποίον πρέπει να μας οδηγούν όλες μας οι ενέργειες. Προφανώς **δεν** μπορεί να είναι κάποια από τις προτάσεις που κυκλοφορούν κατά καιρούς ως «η μοναδική λύση» στα προβλήματά μας, όπως για παράδειγμα η ικανοποίηση του πελάτη, η παραγωγή ποιοτικών προϊόντων, η φτηνή αγορά πρώτων υλών, το χαμηλό κόστος παραγωγής, η αξιοποίηση της ψηφιακής τεχνολογίας, το μερίδιο αγοράς, κτλ. Όλα αυτά τα ζητούμενα τα συνοδεύουμε και με μια πληθώρα δεικτών!

Το κάθε ένα από όσα ανέφερες είναι αναγκαία συνθήκη για την αποτελεσματικότητα, αλλά ο Στόχος μιας Επιχείρησης δεν μπορεί να είναι άλλος από το:

**Να βγάζουμε σήμερα χρήματα με πρόβλεψη ότι θα βγάζουμε περισσότερα αύριο**

Ευτυχώς, πάρα πολλές επιχειρήσεις έχουν συνειδητοποιήσει κι έχουν ενστερνισθεί ότι αυτός είναι ο **στόχος** κάθε εταιρείας, αλλά και κάθε τμήματος, και όχι η βελτίωση κάποιου επί μέρους δείκτη. Το πρόβλημα όμως είναι ότι ακόμη και σε αυτές τις εταιρίες που συνειδητά έχουν ως στόχο το Κέρδος, οι δείκτες που χρησιμοποιούν άρα και η εστίασή τους, είναι η **μείωση του κόστους τοπικά**. Επομένως κάθε βαθμίδα διοίκησης για να παρακολουθεί πόσο αποτελεσματική είναι στις ενέργειές της, εστιάζει στο κυνήγι **τοπικών βέλτιστων** και απομακρύνεται από την ανάγκη υπηρετήσης του στόχου της όλης Επιχείρησης.

Λορέντζο, πολλές φορές διερωτώμαι πόσο με βοηθούν οι δείκτες που μου στέλνει η Κοστολόγηση (με καθυστέρηση τουλάχιστον μήνα) για να υπηρετήσω τον Στόχο; Δυσκολεύομαι να θυμηθώ τι ακριβώς κάναμε και πώς «πετύχαμε» αυτά τα αποτελέσματα. Στη συνέχεια προσπαθώ να καταλάβω σε τι θα με βοηθήσει να ξέρω πόσο αξιοποιήσαμε κάθε εργαζόμενο στο κάθε πόστο του ξενοδοχείου, τις μεταβολές στην απόδοση (;) του άμεσου εργατικού ή το πόσο έξω πέσαμε σε σχέση με τις πρότυπες αναλώσεις για το πρωινό, βάσει ενός προϋπολογισμού που συντάξαμε πριν από πολλούς μήνες. Όλα βέβαια με βάση το κόστος.

Γιάννη, σκέψου και τους ανθρώπους της παραγωγής. Ασχολούνται με δείκτες που συγκρίνουν με πρότυπα για κάθε μηχανή και εργαζόμενο που έχουν υπολογισθεί με κάποιο σταθερό Product Mix (συνήθως του προηγούμενου χρόνου) και με πλήρη απασχόληση του τμήματος! Και όλα αυτά με ακρίβεια δεύτερου κα τρίτου δεκαδικού ψηφίου! Ξεπειρίζουμε τη μαϊμού και αυτή πεθαίνει από την πείνα!

### Τα νέα Κριτήρια Απόδοσης Λειτουργίας

Στο Ίδρυμα μάθαμε ότι το κλασικό βασικό οικονομικό κριτήριο για την επίτευξη του στόχου **«να βγάζουμε χρήματα σήμερα αλλά και στο μέλλον»** είναι ο συνδυασμός των ακόλουθων τριών επιμέρους δεικτών:

- Καθαρό κέρδος (Net profit)
- Απόδοση επενδυμένων κεφαλαίων (ROI)
- Ρευστότητα (Cash flow)

Επομένως ο στόχος διαμορφώνεται ως εξής:

**Να βγάσουμε χρήματα αυξάνοντας το καθαρό κέρδος,  
ενώ ταυτόχρονα θα αυξάνεται η απόδοση των επενδύσεων και η ρευστότητα.**

Όμως τα κριτήρια αυτά δεν είναι εύχρηστα και δεν μπορούν να βοηθήσουν τη λήψη των αποφάσεων στο επιχειρησιακό επίπεδο της βιομηχανοποίησης (επίπεδο εργοστασίου, αλλά και τμήματος). Ο Goldratt προτείνει την ακόλουθη τριάδα δεικτών που είναι ριζοσπαστική, αλλά κι εξαιρετικά απλή:

**Πρόσοδος (Throughput) Π** = Η ποσότητα των χρημάτων που δημιουργείται από τις πωλήσεις σε κάποιο χρονικό διάστημα και ισούται με τις πωλήσεις μείον το κόστος των υλικών (πρώτων υλών και εξαρτημάτων) των πωληθέντων προϊόντων, καθώς και τις δαπάνες που πληρώθηκαν σε τρίτους (φασόν, προώθηση πωλήσεων από τρίτους, οι μεταφορές που γίνονται από άλλους, κτλ.)

**Απόθεμα (Inventory) Α** = Το σύνολο των χρημάτων που επενδύθηκε σε προμήθεια των αντικειμένων που η Εταιρεία προτίθεται να πωλήσει. ( Δεν περιλαμβάνονται οι λογιστικές έννοιες - τερτίπια - προστιθέμενης αξίας, γενικών εξόδων κτλ.).

**Λειτουργικά Έξοδα (Operating Expenses) ΛΕ** = Η ποσότητα των χρημάτων που δαπανάται από την Εταιρεία, ώστε να μετατρέψει το Απόθεμα σε Πρόσοδο, στο ίδιο χρονικό διάστημα.

*Λορέντζο, είναι εντυπωσιακό. Και τα τρία κριτήρια έχουν κοινή αναφορά το χρήμα:*

- **Π** = **χρήμα που μπαίνει στο σύστημα σε κάποια χρονική περίοδο**
- **Α** = **χρήμα που βρίσκεται μέσα στο σύστημα**
- **ΛΕ** = **χρήμα που πληρώνουμε προς τα έξω για να μετατρέψουμε το Απόθεμα σε Πρόσοδο στο αντίστοιχο χρονικό διάστημα**

Ακριβώς και το βασικό είναι, ότι τα κριτήρια μπορεί να εκτιμηθούν εξαιρετικά γρήγορα από λίγα στοιχεία. Δεν χρειάζεται τεράστιο πλήθος από νούμερα και λογαριασμούς κι ένας στρατός από «κοστολόγους». Όμως, ένα σημείο που χρειάζεται προσοχή, είναι το χρονικό σημείο που συμβαίνει η πώληση. Τη στιγμή που το χρήμα αλλάζει χέρια ή όταν πραγματοποιείται η συναλλαγή και είναι πια μη αναστρέψιμη (accrual accounting). Σ' αυτήν την περίπτωση οι τρέχουσες και οι μελλοντικές εισπράξεις (όπως και τα έξοδα) λογίζονται μαζί για να είναι πιο σωστή η χρηματοπιστωτική θέση της επιχείρησης. Όμως τι γίνεται αν έχουμε επιστροφές προϊόντων και αποζημιώσεις; Προφανώς η συναλλαγή ήταν αναστρέψιμη. Αυτό συμβαίνει κατά κόρον στις πάρα πολλές μεγάλες επιχειρήσεις που πωλούν έμμεσα στους καταναλωτές μέσω των καναλιών διανομής (πελάτες) π.χ. Super Market.

*Άρα εν ολίγοις (για να δω αν κατάλαβα τα δύσπεπτα λογιστικά σου), η πώληση λογίζεται ως πώληση όταν η συναλλαγή είναι μη αναστρέψιμη με τον καταναλωτή.*

Γιάννη, προσοχή και στον νέο ορισμό των Αποθεμάτων, γιατί περιλαμβάνει και την αξία των μηχανών, των κτηρίων και των εγκαταστάσεων.

*Γιατί στα Αποθέματα δεν περιλαμβάνεται και η αξία του εργατικού που δαπανήθηκε για τη μερική ή τελική επεξεργασία του, δηλαδή δεν περιλαμβάνεται η προστιθέμενη αξία, ή τουλάχιστον το άμεσο εργατικό;*

Επειδή απλούστατα, είναι αδύνατον να ξεχωρίσω τι είναι Δαπάνη και τι είναι Επένδυση και επομένως πρόσθεση αξίας. Το εργατικό που δαπανήθηκε για την επεξεργασία, δεν προσθέτει πάντα αξία, όπως για παράδειγμα όταν παράγει εκτός προτύπων ποιότητας. Επίσης προσθέτει αξία και το

έμμεσο εργατικό (πχ ποιοτικός έλεγχος και επιστασία), το οποίο για να το κατανείμω, χρειάζομαι ένα πολύπλοκο σύστημα καταγραφής χρόνων απασχόλησης, που τελικά θα καταλήξει σε ένα πολύπλοκο σύστημα αυθαίρετων κατανομών σαν αυτές που είδαμε στην προηγούμενη συνάντησή μας. Ποιο θα είναι τελικά το όφελος;

*Έχεις δίκαιο. Στο κάτω κάτω, με όσα είπες προηγουμένως, πότε προσθέτουμε αξία στην εταιρία (και όχι σε προϊόν); Μόνον όταν πουλήσουμε, ούτε ένα λεπτό νωρίτερα.*

Πρέπει ακόμη να διακρίνουμε ότι το μέρος του αποθέματος που αναλώθηκε στη διαδικασία παραγωγής, όπως υλικά που κατατάχθηκαν ως σκάρτα κατά την παραγωγή, τα καύσιμα, αλλά και οι αποσβέσεις των μηχανών, υπολογίζονται στα Λειτουργικά Έξοδα.

*Λορέντζο επέτρεψέ μου να δοκιμάσω μια μικρή «διερεύνηση» όπως λέγαμε στο σχολείο:*

- Όταν αυξάνει η Πρόσοδος, χωρίς να επηρεάζονται δυσμενώς το Α και τα ΛΕ, τότε σαφώς έχουμε σημαντική βελτίωση του καθαρού κέρδους και της απόδοσης των επενδυμένων κεφαλαίων, καθώς και της ταμειακής ρευστότητας.
- Αν αντίστοιχα μειωθεί το Απόθεμα με σταθερά την Π και τα ΛΕ, σημαίνει ότι θα μειωθεί το επενδυμένο κεφάλαιο (σε αποθέματα) και θα αυξηθεί το ROI, καθώς και η ταμειακή ρευστότητα, λόγω αποδέσμευσης κεφαλαίων. Δεν θα υπάρξει άμεση αύξηση του κέρδους παρά μόνο έμμεση από την μείωση του κόστους χρηματοδότησης του αποθέματος που είναι ΛΕ.
- Τέλος η μείωση των ΛΕ είναι προφανές ότι βελτιώνει και τα τρία κλασσικά οικονομικά κριτήρια απόδοσης της επιχείρησης.

Γιάννη, το σημαντικό είναι ότι αυτά τα κριτήρια απόδοσης, μπορούν να καθοδηγήσουν σε ορθές και σύμφωνες με τον στόχο αποφάσεις την επιχείρηση αλλά και κάθε παραγωγικό τμήμα. Τα τρία κριτήρια συνδέονται μεταξύ τους σε δύο σχέσεις με τους κλασσικούς οικονομικούς δείκτες της επιχείρησης:

$$\begin{aligned} \text{Καθαρό κέρδος} &= \text{Π} - \text{ΛΕ} \\ \text{Απόδοση υπενδεδυμένου κεφαλαίου} &= (\text{Π} - \text{ΛΕ}) / \text{Α} \end{aligned}$$

Μια άλλη λογική στη σύνδεση των 3 αυτών κριτηρίων είναι η εξής:

$$\begin{aligned} \text{Παραγωγικότητα} &= \text{Π} / \text{ΛΕ} \\ \text{Γύρισμα αποθεμάτων} &= \text{Π} / \text{Α} \end{aligned}$$

Ουσιαστικά έχουμε δύο παράλληλους κόσμους και πρέπει να αποφασίσουμε ποιόν ακολουθούμε:

Στον **κόσμο του Κόστους** βασικά στοιχεία είναι το κόστος, το κέρδος και το περιθώριο κέρδους. Τα Λειτουργικά έξοδα (ΛΕ) είναι κάτι χειροπιαστό άρα εύκολο να το υπολογίσουμε οπότε θεωρείται το πιο σημαντικό. Η Πρόσοδος (Π) δεν υπολογίζεται – ελέγχεται εύκολα οπότε στο μυαλό μας καταλήγει να θεωρείται όχι και τόσο σημαντικός δείκτης. Όμως και οι δύο είναι σημαντικοί για το Κέρδος, ROI και τη Ρευστότητα. Αντίθετα το Απόθεμα (Α) είναι σημαντικό μόνο για το ROI. Όποτε η προτεραιότητα που δίνουμε είναι ως ο πίνακας έναντι:

ΛΕ
Π
Α

Αντίθετα, στον **κόσμο της Προσόδου**, δίνουμε προτεραιότητα στην Πρόσοδο (Π) μιας και θεωρητικά δεν υπάρχει όριο στη δυνατότητα ανάπτυξης. Μετά στα Αποθέματα (Α) εφόσον επηρεάζουν σημαντικά την Πρόσοδο. Επίσης επηρεάζουν τα Λειτουργικά Έξοδα και ως κόστος διατήρησης του Αποθέματος και τις αποσβέσεις, αν θεωρήσουμε ότι και ο εξοπλισμός θεωρείται μια επένδυση χρημάτων που προτιθέμεθα, κάποια στιγμή, να πουλήσουμε. Συνεπώς η προτεραιότητα που δίνουμε είναι όπως ο πίνακας έναντι:

Π
Α
ΛΕ

## Ο Αποτελεσματικός Έλεγχος της Παραγωγής

*Λορέντζο, πριν είπες ότι οι δείκτες κατά συνθήκη εστιάζουν στο κυνήγι των τοπικών βέλτιστων, θα έλεγα καλύτερα, στη προσπάθεια **βελτιστοποίησης υποσυστημάτων αντί του συνόλου**. Εννοείς, υποθέτω, ότι η φιλοσοφία του κόστους επιβάλλει το αναλυτικό σπάσιμο των δαπανών στα στοιχεία παραγωγής, ώστε να εξασφαλισθεί η ακρίβεια. Αυτό το **κυνήγι της ακρίβειας** μας απομακρύνει από το σύνολο και εκφράζει εικόνες του μερικού ή του στοιχειώδους, που έχουν παρθεί με διάφορες παραδοχές, συνήθως πάμπολες και άσχετες με την παραγωγική διαδικασία.*

Πρόκειται για το μικρό μέρος του προβλήματος. Το κύριο είναι **το πώς** ελέγχουμε την παραγωγή. Πάρε για παράδειγμα το φαινόμενο, θα έλεγα το σύνδρομο, των αυξημένων φορτώσεων των παραγγελιών στο τέλος κάθε μήνα. Στην αρχή του μήνα, με βάση τα πρότυπα, όλοι προσπαθούν να πιάσουν τους δείκτες απόδοσης και απασχόλησης με την επεξεργασία μεγάλων παρτίδων, οπότε έχουμε λίγες καθυστερήσεις για αλλαγές (set up). Το κάθε τμήμα, στην προσπάθεια να μεγιστοποιήσει τα δικά του αποτελέσματα, ενώνει την επεξεργασία των ίδιων εξαρτημάτων από πολλές παραγγελίες σε μεγάλες παρτίδες, αδιαφορώντας για το πώς επηρεάζονται τα άλλα τμήματα. Η επεξεργασία των μεγάλων παρτίδων αργεί να περατωθεί σε κάθε μηχανή, οπότε παραδίδονται αργοπορημένες στην επόμενη ή στην συναρμολόγηση. Λόγω των μεγάλων χρόνων επεξεργασίας αυτών των παρτίδων, σταματά πρόσκαιρα η παραγωγή κάποιων άλλων εξαρτημάτων, που απαιτούνται από τη συναρμολόγηση για να ολοκληρωθεί μια παραγγελία, αλλά και κάποιες παραγγελίες δεν προχωρούν αφού δίνουμε προτεραιότητα στις μεγάλες παρτίδες. Ως αποτέλεσμα έχουμε ένα χαμηλό ρυθμό παραδόσεων. Παρατηρείται επίσης το οξύμωρο, μπροστά σε κάποιες μηχανές να αναμένουν στοίβες προϊόντων ενώ άλλες να μην έχουν προϊόντα να τα επεξεργασθούν. Τα bottlenecks φαίνεται ότι κυκλοφορούν και εμφανίζονται ακόμη και σε τμήματα με υπερεπάρκεια δυναμικότητας των μέσων (ανθρώπων ή μηχανών)! Οι μηχανές, ακόμη και αυτές με περίσσια δυναμικότητας, κάποιες φορές έχουν υπερβολική φόρτιση ενώ μπορεί λίγες ώρες πριν, να μην είχαν πρώτη ύλη και να ανέμεναν. Οι προϊστάμενοι προσπαθούν να χρησιμοποιήσουν μόνον τις αποδοτικές μηχανές και αποφεύγουν τις υπερωρίες, για να είναι εν τάξει με τα πρότυπά τους.

*Άκου τώρα τη συνέχεια όπως τη φαντάζομαι αλλά και την έχω ζήσει στο εργοστάσιο που εργαζόμουν πριν: Πλησιάζοντας το τέλος του μήνα, αρχίζει η γκρίνια από τις πωλήσεις για τις καθυστερήσεις στις παραδόσεις, οπότε επεμβαίνει ο διευθυντής του Εργοστασίου. Οι τοπικοί δείκτες απόδοσης αναστέλλονται προσωρινά για τους **πιο γενικούς δείκτες**, όπως την αξία του συνόλου των φορτώσεων. Έτσι αρχίζει το κυνήγι των ημιτελών παραγγελιών με σπάσιμο των παρτίδων, με αλλαγές προτεραιοτήτων και προγραμμάτων. Αγνοούνται οι αποδόσεις και χρησιμοποιούμε και μηχανές με μικρότερες ταχύτητες και υπερωρίες. Και βέβαια, στο τέλος του μήνα, ξαναγυρνάμε στην αρχική*

*αντιμετώπιση που επιβάλλουν οι κλασικοί δείκτες απόδοσης!*

Γιάννη, πρόκειται για ένα φαύλο κύκλο ο οποίος συνεχίζεται εσαεί. Οι κλασικοί δείκτες επίδοσης, που στηρίζονται στη λογική του κόστους, ότι δηλαδή όσο αυξάνει η χρησιμοποίηση ενός πόρου μειώνεται το κόστος ανά τεμάχιο, δεν λαμβάνουν υπ' όψη ότι πολλές παραγγελίες **ανταγωνίζονται** για τον χρόνο των πόρων, ούτε τις αλληλεξαρτήσεις των πόρων. Το κυριότερο: δεν δίνουν σημασία στην ύπαρξη ή όχι περισσείας δυναμικότητας του πόρου. Με αυτή τη λογική του προγραμματισμού έχουμε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μεγάλων αποθεμάτων σε κάποιες θέσεις και ελλείψεις σε άλλες, αλλά και υπερβολική αύξηση στους χρόνους παράδοσης.

*Φαντάζομαι την εξής εικόνα: Η **ροή των υλικών να γίνεται με μεγάλα κύματα** σε μορφή τσουνάμι, με μεγάλες κορυφές (υπερβολικά αποθέματα ημικατεργασμένων), αλλά και μεγάλες κοιλάδες (ελλείψεις)!*

*Λορέντζο, όπως περιγράφει ο Goldratt στο βιβλίο του, τα αποθέματα στα διάφορα στάδια παραγωγής υψώνονται σαν τείχη μέσα στα Εργοστάσια και υποτίθεται ότι μας εξασφαλίζουν από καθυστερημένες παραδόσεις, βλάβες, ή ποιοτικά προβλήματα σε κάποιο εξάρτημα, με την ίδια λογική που οι αρχαίοι πίστευαν ότι τα τείχη τους προφυλάσσουν από τους εχθρούς, κάτι που αποδείχθηκε πάρα πολύ σπάνιο να συμβεί. Τις περισσότερες φορές τα μεγάλα αποθέματα προκύπτουν σχεδόν από μόνα τους και οι γενναίες προσπάθειες για μείωσή τους από ορισμένους επικεφαλής, αποτυγχάνουν οικτρά.*

Γιάννη, παρά τις προσπάθειες των τελευταίων 30 χρόνων και το κίνημα lean production, ένα μεγάλο τμήμα της βιομηχανίας εργάζεται ακόμη σε όλα τα στάδια παραγωγής με μεγάλα αποθέματα. Ακόμη και στις υπηρεσίες εμφανίζεται το φαινόμενο των μεγάλων αποθεμάτων. Αποθέματα εν επεξεργασία είναι για παράδειγμα οι φάκελοι (σε χαρτί ή ψηφιακή μορφή) με τις υποθέσεις που συσσωρεύονται στα γραφεία του Δημόσιου τομέα, των ασφαλιστικών εταιριών, κτλ.

*Θεωρούμε ότι, έχοντας αποθέματα, μπορούμε ν' αντιμετωπίσουμε τα προβλήματα που προκύπτουν καθημερινά στην παραγωγή, εξασφαλίζοντας κατά κάποιο τρόπο τους χρόνους παράδοσης. Η άποψη αυτή φαίνεται κατ' αρχήν λογική, αλλά δεν μπορεί πάντα να αποτελέσει τη λύση στα τρέχοντα προβλήματα.*

## **Ο ρόλος της μηχανογράφησης**

Γιάννη, στο πρόβλημα του λάθους προγραμματισμού και ελέγχου της παραγωγής εντάσσεται και η **άκριτη** χρήση των μηχανογραφημένων συστημάτων. Πολλές επιχειρήσεις θεωρούν ότι εφόσον έχουν εγκαταστήσει ένα σχετικό πρόγραμμα ελέγχου της παραγωγής, όλα θα πηγαίνουν ρολόι.

*Ναι, αλλά η μηχανογράφηση έθεσε τις βάσεις για τον οργανωμένο τρόπο αντιμετώπισης της παραγωγικής διαδικασίας, ειδικά για τα σύνθετα προϊόντα. Οι προσπάθειες στις δεκαετίες του '70 και '80 να γίνει ένας σωστός προγραμματισμός της παραγωγής και έλεγχος των αποθεμάτων, καθώς και η ανάπτυξη των υπολογιστών, οδήγησαν στην ανάπτυξη του MRP (Materials Requirements Planning). Το MRP στηρίζεται στα συνταγολόγια, στα αποθέματα (υπάρχοντα, αναμενόμενα) και στο Βασικό Πρόγραμμα Παραγωγής, για να υπολογίζει κανείς τις απαιτήσεις σε υλικά. Χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα και σαν εργαλείο προγραμματισμού, που μας βοήθησε να ξεφύγουμε από το ανεξέλεγκτο απόθεμα ή τις ελλείψεις απαιτούμενων εξαρτημάτων και ενδιάμεσων και τελικών προϊόντων, σε σχέση με τις πραγματικές απαιτήσεις βάσει των υπεσχημένων ημερομηνιών παράδοσης.*

Επισημαίνω πως η σχετική προσπάθεια ποτέ δεν απέδωσε τα προσδοκώμενα αποτελέσματα, παρά



τις συνεχείς εξελίξεις του MRP και την εμφάνιση του MRP II (Manufacturing Resource Planning). Ποτέ τα συστήματα αυτά δεν μπόρεσαν να βοηθήσουν στη μείωση των αποθεμάτων και την ανάγκη για σύντομη απόκριση του Εργοστασίου σε ταχείες μεταβολές των απαιτήσεων της αγοράς σε ποσότητες, αλλά και σε παραλλαγές των προϊόντων, ούτε επίσης να λύσουν το φαινόμενο των αργοπορημένων παραδόσεων και των μεγάλων αποθεμάτων.

*Λορέντζο υποθέτω, με βάση την μικρή εμπειρία μου, ότι ένας από τους λόγους είναι πως τα συστήματα MRP προγραμματίζουν προς τα πίσω από την ημερομηνία παράδοσης (προς τα ανάντι δηλαδή της παραγωγής). Μάλιστα υπολογίζουν για ασφάλεια **εξαιρετικά μεγάλους χρόνους διέλευσης** (lead times), χωρίς να λαμβάνουν υπόψη τις **αλληλεπιδράσεις** των προϊόντων που συναγωνίζονται χρησιμοποιώντας τους ίδιους παραγωγικούς πόρους (resources). Με λίγα λόγια, δεν είχαν ποτέ σαν στόχο και επομένως, δεν προσπάθησαν να **επιταχύνουν** αυτό που πράγματι απαιτείται: **Τη ροή των υλικών μέσα στο Εργοστάσιο**. Βέβαια, τα συστήματα MRP απαιτήσαν εκτεταμένη μηχανογράφηση που επέβαλε αντίστοιχα αναγκαστική **πειθαρχία** διαδικασιών και ελέγχων, καθώς και σωστές γραμμές πληροφορίας. Άρα το MRP πρέπει να παραμείνει όπως άρχισε: **Πληροφοριακό εργαλείο υποστήριξης των αποφάσεων παραγωγής**.*

Γιάννη βλέπω ότι δεν διάβασες απλά το βιβλίο, αλλά το μελέτησες. Ευτυχώς οι περισσότερες βιομηχανίες, αλλά και βιοτεχνίες, πέρασαν σιγά σιγά στις εφαρμογές της λογικής της Συγχρονισμένης Παραγωγής ή όπως την ονομάζεις, της Συγχρονισμένης Βιομηχανοποίησης, η οποία έχει τα εξής τρία χαρακτηριστικά:

- Επικεντρώνει την προσοχή του συστήματος προγραμματισμού και ελέγχου σ' εκείνους τους παραγωγικούς πόρους που αποτελούν τους βασικούς **περιορισμούς** του συστήματος παραγωγής
- Στοχεύει στην εξομάλυνση της ροής των παραγγελιών και
- Απαιτεί σαφώς λιγότερα δεδομένα και καθημερινή ενημέρωση από τα συστήματα MRP.

*Να δούμε ποιοι είναι οι βασικοί περιορισμοί;*

Εντάξει, ας εξετάσουμε όμως πρώτα πιο αναλυτικά κάποιους βασικούς παράγοντες στους οποίους στηρίζεται αυτή τη τεχνική ή καλύτερα νοοτροπία.

## **Οι αλληλεξαρτήσεις και η μεταβλητότητα**

*Από το βιβλίο γίνεται εμφανές ότι **τα γεγονότα στην παραγωγική διαδικασία είναι μεταξύ τους εξαρτημένα**. Η έναρξη της κάθε φάσης επεξεργασίας εξαρτάται από το αν έχει τελειώσει η προηγούμενη, όπως καθορίζεται από το φασεολόγιο. Επίσης υπάρχει **συναγωνισμός των εντολών** για τους πόρους, εμπρός από κάθε παραγωγικό πόρο. Επομένως, οποιαδήποτε επέμβαση σε παραγωγικό πόρο ή στο πρόγραμμά του θα επηρεάσει όλο το πρόγραμμα και των άλλων παραγωγικών πόρων, αλλά και τη ροή του προϊόντος.*

Γιάννη, το δεύτερο φαινόμενο, το οποίο επαυξάνει σημαντικά τα προβλήματα της ομαλής ροής των υλικών και των παραγγελιών, είναι οι διακυμάνσεις - **μεταβλητότητα** στους χρόνους επεξεργασίας, της αρχικής προετοιμασίας, των ενδιάμεσων καθαρισμών, κτλ., καθώς και τα **τυχαία γεγονότα**. Η μεταβλητότητα των χρόνων, παρ' ότι μπορεί να μετρηθεί και να προβλεφθεί στατιστικά, εισάγει σημαντική αστάθεια στη ροή της παραγωγής. Τα τυχαία γεγονότα επίσης, σταματούν την παραγωγική διαδικασία, λίγο ή πολύ, τελείως απρόβλεπτα, από διάφορους λόγους, όπως βλάβες, απουσίες,

αστοχία πρώτης ύλης, κτλ.

*Τα προϊόντα μεταφέρουν τις δυσλειτουργίες - καθυστερήσεις που συμβαίνουν (βλάβες, παρεμβολές εργασιών, αναμονές, στατιστικές αποκλίσεις ταχύτητας κλπ.) από τον ένα παραγωγικό πόρο στους επόμενους, προς το κατάντι της ροής και οι παραγωγικοί πόροι, πάλι, μεταδίδουν τις καθυστερήσεις από προϊόν σε προϊόν.*

Θυμήσου το πολύ χαρακτηριστικό παράδειγμα του βιβλίου: Έστω μια παραγγελία 100 τεμαχίων που πρέπει να την επεξεργασθεί πρώτα μια ομάδα εργατών και μετά μία αυτόματη μηχανή με **μέση** παραγωγική ικανότητα και των δύο σταθμών επεξεργασίας 25 τεμ/ώρα. Η παραγωγή των εργατών μεταφέρεται κάθε ώρα στη μηχανή. Θα μπορούσε κάποιος να υποθέσει ότι η παραγγελία σε 4 ώρες θα τελειώσει από τους εργάτες και σε μία ακόμη ώρα από τη μηχανή. Όμως, **αν** οι εργάτες θέλουν κάποια ώρα για να προσαρμοσθούν στη νέα επεξεργασία, τότε ο χρόνος επεξεργασίας της ομάδας τους έχει σημαντική μεταβλητότητα (έστω  $\pm 8$  τεμάχια), ενώ η μηχανή έχει μεταβλητότητα σχεδόν μηδενική. Γι' αυτό πρέπει να περιμένουμε ότι μετά από 5 ώρες δεν θα έχει τελειώσει η παραγγελία!

ΟΜΑΔΑ	8 – 9	Σ	9 -10	Σ	10 -11	Σ	11 -12	Σ	12 -13	Σύνολο
Εργάτες	19	19	21	40	28	68	32	100		
Ελλείψεις		-6		-10		-7		0		
Μηχανή			19	19	21	40	25	65	25	90
Ελλείψεις				-6		-10		-10		-10

*Λορέντζο, η ίδια διαπίστωση συνάγεται παίζοντας και το παιχνίδι με τα ζάρια και τα σπέρτα που περιγράφεται στο βιβλίο του Goldratt «Ο Στόχος». Μάλιστα ισχυρίζομαι ότι η αλληλεξάρτηση και η αντίστοιχη **στατιστική συμμεταβλητότητα** σ' ένα εργοστάσιο είναι πολύ πιο σύνθετη από αυτή που περιγράφεται με το παράδειγμα της πορείας των προσκόπων. Λόγω της αλληλεξάρτησης, η μεταβλητότητα στους χρόνους της μιας μηχανής δεν αντισταθμίζεται από τη μεταβλητότητα της επόμενης μηχανής. Αντίθετα συμβαίνει ό, τι διδάσκει η στατιστική για τη συμμεταβλητότητα των εξαρτημένων γεγονότων, πως η μεταβλητότητα κάθε επεξεργασίας προστίθεται στην μεταβλητότητα της προηγούμενης και επομένως αυξάνει συνολικά. Αντίστοιχα η μέση παραγωγική ικανότητα της μηχανής αν εργαζόταν μόνη της χωρίς να πρέπει να τροφοδοτηθεί ή να τροφοδοτήσει κάποια άλλη, δεν μπορεί να επιτευχθεί ποτέ. Πάντα **θα εξαρτάται από τη θέση της** στην παραγωγική διαδικασία.*

Παρ' όλα αυτά, στη βιομηχανία, έχουμε την κακή συνήθεια να προσπαθούμε πάντα να έχουμε **εξισορροπημένη την δυναμικότητα** όλων των μηχανών με τη ζήτηση, να **μην έχουμε** δηλαδή περίσσεια δυναμικότητας στις μηχανές (ίσως οδηγούμενοι από το παράδειγμά της γραμμής παραγωγής). Αυτό γίνεται με την περικοπή των εργαζομένων για μείωση του κόστους, χωρίς να λάβουμε υπ' όψη ότι με αυτόν τον τρόπο **ούτε αυξάνουμε τις Πωλήσεις, ούτε μειώνουμε τα Αποθέματα**.

*Δυστυχώς, η εξισορροπημένη δυναμικότητα και η πλήρης φόρτιση όλων των πόρων είναι το ζητούμενο. Θα μπορούσαμε να ισχυρισθούμε ότι αποτελεί το «Άγιο Δισκοπότηρο» των Διευθυντών των εργοστασίων.*

Αυτό κυρίως συμβαίνει, γιατί δεν έχουν γίνει αντιληπτά τα φαινόμενα της **αλληλεξάρτησης** και της **στατιστικής διακύμανσης**. Η εξισορρόπηση της ροής στηρίζεται σε διαφορετική λογική και πρακτική από την εξισορρόπηση της δυναμικότητας με τη ζήτηση. Στην πρώτη **είναι αναγκαίο να διαθέτουμε**

**περίσσεια χρόνου ή της δυναμικότητας ορισμένων πόρων.** Στη δεύτερη προκύπτει περίσσεια ενδιάμεσων υλικών από μόνη της, για την αποσύνδεση των παραγωγικών φάσεων, και προκύπτουν και καθυστερήσεις στις παραδόσεις.

*Λορέντζο, το αποτέλεσμα είναι ότι όσο πετυχαίνουμε το στόχο της εξισορρόπησης και οι μηχανές παύουν να έχουν περίσσεια δυναμικότητας, τόσο το εργοστάσιο χάνει παραγωγή και αυξάνουν τα αποθέματα. Βαδίζουμε δηλαδή αντίθετα με τα κριτήρια του Στόχου. Άρα, είναι λάθος να εστιάζουμε την προσοχή μας σε μεμονωμένους παραγωγικούς πόρους, προσπαθώντας να περικόψουμε τυχόν αυξημένη δυναμικότητα, ώστε να εξισορροπήσουμε το εργοστάσιο. Ένας επί πλέον λόγος αποτυχίας είναι και το ότι η δυναμικότητα αυξομειώνεται πάντα κατά τμήματα. Δεν μπορείς για παράδειγμα να μειώσεις κατά 0,45 ένα άτομο ή μια μηχανή.*

Γιάννη, τελικά ο ρόλος του Προϊσταμένου καταντά να είναι η συνεχής παρέμβαση του στο πρόγραμμα, στην προσπάθειά του να **αντιμετωπίσει** τις συνεχείς ανωμαλίες και να **ρυθμίσει** το σύστημα στα προγραμματισμένα.

*Τώρα καταλαβαίνω τη λογική πίσω από την πρακτική που επιβάλλει ώστε κάθε μηχανή στα κατάντι της ροής να έχει σαφώς μεγαλύτερη δυναμικότητα από την προηγούμενη.*

Δες αντίστοιχα πόσο προφανής είναι η αρνητική επίπτωση που έχει στην πορεία των προσκόπων η αδυναμία τους να τρέξουν για να καλύψουν τα κενά που δημιουργούνται. Έχουμε μείωση της Προσόδου (δρόμος που έχει περπατηθεί), αύξηση του Αποθέματος (απόσταση μεταξύ πρώτου και τελευταίου), αλλά και των Λειτουργικών Εξόδων (κούραση των προσκόπων).

### **Το Συγκριτικό Ανταγωνιστικό Πλεονέκτημα της Επιχείρησης**

Λορέντζο γιατί η Συγχρονισμένη Παραγωγή θεωρείται ότι είναι το βασικό στοιχείο το οποίο στηρίζει την ανταγωνιστική θέση της επιχείρησης;

Έχουμε καταλήξει σε προηγούμενες συναντήσεις ότι οι παράγοντες που διαμορφώνουν την ανταγωνιστική θέση της επιχείρησης είναι:

- Η ποιότητα,
- Η εξυπηρέτηση του πελάτη και
- Το χαμηλό κόστος

Αλήθεια πώς ορίζεις το καθένα από αυτά;

*Μα νομίζω ότι η ποιότητα μετριέται με πολλούς τρόπους (παράπονα, κόστος **μη** ποιότητας, κτλ.) και είναι ουσιαστικά η εξασφάλιση ότι το προϊόν θα είναι σύμφωνο με τις απαιτήσεις της αγοράς. Η εξυπηρέτηση του πελάτη για μια βιομηχανία είναι να υπόσχεται μικρούς χρόνους παράδοσης **και** να παραδίδει στην υπεσχημένη ημερομηνία παράδοσης. Τέλος το χαμηλό κόστος επιτρέπει τη μείωση της τιμής και την αύξηση του μεριδίου της αγοράς ή κέρδη που εξασφαλίζουν μακροβιότητα στην εταιρεία.*

Πολύ σωστά. Βασικό πλεονέκτημα στα «συγχρονισμένα» εργοστάσια, σε αντίθεση με τα γνωστά μας τα «ασυγχρόνιστα», είναι ο **μικρός χρόνος διέλευσης** (ή χρόνος παράδοσης). Τα υλικά αναμένουν λίγο προ των διαφόρων μηχανών και γενικά το ποσοστό χρόνου επεξεργασίας προς το σύνολο του χρόνου διέλευσης είναι σχετικά υψηλό. Άρα έχουμε μια **ομαλή και συνεχή ροή** υλικών μέσα στο εργοστάσιο, με χαμηλά αποθέματα σε επεξεργασία.

*Αν σκέπτομαι σωστά, αυτό έχει και ένα ακόμη πλεονέκτημα: Την άμεση διαπίστωση των προβλημάτων της παραγωγικής διαδικασίας. Λόγω των μικρών αποθεμάτων και της ομαλής ροής, τα ελαττωματικά προϊόντα εντοπίζονται γρήγορα και, επειδή δεν έχει περάσει πολύς χρόνος από την εμφάνισή τους, είναι δυνατή η διερεύνησή τους και η σωστή επέμβαση στις διεργασίες, ώστε να μην ξαναεμφανιστούν.*

Γιάννη, πέραν αυτού, άκου και κάτι σημαντικό που συνήθως παραβλέπουμε. Είπαμε ότι εργαζόμαστε με μεγάλες παρτίδες για να προστατεύσουμε τα διάφορα τμήματα και να εξασφαλίσουμε για τις διάφορες ανεξάρτητες μηχανές υψηλούς βαθμούς απασχόλησης και απόδοσης. Αυτό σημαίνει ότι είναι περισσότερα τα αποθέματα, μεγαλύτεροι οι χρόνοι διέλευσης των προϊόντων μέσα από το εργοστάσιο (lead times) και αντίστοιχα οι χρόνοι παράδοσης. Είναι λογικό, η πρόβλεψη των πωλήσεων να βρίσκεται πολύ κοντά στην πραγματικότητα, όσον αφορά χρόνους παράδοσης κάτω από τον συνηθισμένο χρόνο παράδοσης, με τον οποίο δουλεύει κάθε αγορά και σημαντικά μακριά της για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα. Άρα, αν οι χρόνοι παράδοσης είναι μικρότεροι από τους συνήθεις της αγοράς, το πρόγραμμα παραγωγής στηρίζεται σε ισχυρή πρόβλεψη και συνήθως σε κλεισμένες παραγγελίες!

*Επομένως ισχυρίζεσαι ότι στα «ασυγχρόνιστα» εργοστάσια το πρόγραμμα παραγωγής, για να αντιμετωπίσει τους μεγάλους χρόνους παράδοσης (κυρίως λόγω των τεραστίων αποθεμάτων «προστασίας»), πρέπει από πολύ νωρίτερα να αρχίσει να παράγει προϊόντα με βάση μια **αδύναμη πρόβλεψη**, που συνήθως έχει πολλά λάθη! Αποτέλεσμα αυτής της αντιμετώπισης είναι να γεμίζει το εργοστάσιο με υλικά υπό επεξεργασία, χωρίς συγκεκριμένη ζήτηση, που (ακόμη χειρότερο), μπλοκάρουν και τις σίγουρες παραγγελίες. Τα υλικά αυτά μετατρέπονται εν τω μεταξύ σε προϊόντα και έτσι γεμίζουν και οι αποθήκες ετοίμου με αγαθά αμφίβολης ζήτησης («just-in-case»), που δεν γνωρίζουμε αν τελικά θα πωληθούν.*

Βεβαίως. Παρ' όλα αυτά, οι βαθμοί απόδοσης και παραγωγικότητας που επιτυγχάνονται είναι εντυπωσιακά υψηλοί!

*Λορέντζο, έτσι φτάνουμε στο συμπέρασμα ότι η συγχρονισμένη ροή **με τα μικρά αποθέματα**, αποτελεί τη βάση για την εξασφάλιση του συγκριτικού πλεονεκτήματος των **μικρών χρόνων παράδοσης**.*

Επίσης, στη συγχρονισμένη ροή δεν χρειάζεται ο πρόσθετος κόπος και το κόστος της παρακολούθησης του προγράμματος, με συνεχείς αλλαγές προτεραιοτήτων για να εξασφαλισθούν οι χρόνοι παράδοσης. Η τακτική αυτή (expediting), «ρίχνει», όπως είναι φυσικό, κάποιες άλλες παραγγελίες πίσω και δημιουργούνται πρόσθετα αποθέματα. Επίσης δεν χρειάζεται να λαμβάνονται συνεχώς έκτακτα μέτρα, όπως υπερωρίες. Και βέβαια σταματά ο συνηθισμένος παραλογισμός της «άκρως επείγουσας» ανάγκης για προμήθεια νέων πιο γρήγορων - υπεραυτομάτων μηχανών. Άρα, εξασφαλίζει και το συγκριτικό πλεονέκτημα της παραγωγής με το χαμηλότερο δυνατόν κόστος. Η επίδραση ανάμεσα στους παράγοντες που διαμορφώνουν το συγκριτικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα και στα κριτήρια λειτουργίας είναι αμφίδρομη. Οι τεχνικές, δηλαδή, που προκύπτουν από τη λογική της συγχρονισμένης παραγωγής, υπηρετούν πλήρως τον **στόχο κάθε επιχείρησης που είναι να δημιουργεί χρήμα (να βγάξει λεφτά!) σε μόνιμη βάση**.

## Οι Αρχές της Συγχρονισμένης Παραγωγής

Γιάννη, χρειάζεται επομένως προσοχή, όταν στην προσπάθεια μείωσης των ΛΕ αποφασίζεται η μείωση της παραγωγικής ικανότητας, με μείωση του προσωπικού και των αξιοποιούμενων μηχανών. Αυτές οι αποφάσεις συχνά οδηγούν στη δημιουργία στενώσεων και παρεμβολή εμποδίων στη ροή μέσα στο εργοστάσιο. Με αυτήν την λογική προκύπτει και η πρώτη Αρχή της Συγχρονισμένης Παραγωγής:

1. Μη προσπαθείτε να εξισορροπήσετε τη Δυναμικότητα των μηχανών ή και των εργαζόμενων στην παραγωγική διαδικασία του εργοστασίου (κυρίως όταν η μεταβλητότητα των χρόνων επεξεργασίας είναι σημαντική), αλλά να συγχρονίσετε τη Ροή

Σ' αυτό το σημείο να θυμίσω ότι ο διαθέσιμος χρόνος ενός παραγωγικού πόρου καταναλώνεται ως εξής:

Παραγωγικός Χρόνος	= Χρόνος για επεξεργασία του υλικού (Production Time)
Χρόνος Προετοιμασίας - Αλλαγής	= Ετοιμασία για να επεξεργασθεί κάποιο υλικό (Setup Time)
Χρόνος Αργίας (Idle Time)	= Μη χρησιμοποιούμενος ως παραγωγικός ή προετοιμασίας
Χαμένος Χρόνος (Waste Time)	= Για επεξεργασία υλικών που δεν μετατρέπονται σε Πρόσοδο (απαράδεκτη ποιότητα, απόθεμα που δεν χρησιμοποιείται, τελικά προϊόντα χωρίς ζήτηση).

*Και εγώ να συμπληρώσω ότι πρέπει να προσέξουμε τη διαφορά μεταξύ των περιπτώσεων του διαθέσιμου χρόνου ενός παραγωγικού πόρου και της μορφής του χρόνου που αναλύσει το υλικό σε κάθε παραγωγικό πόρο, που επιβάλλει το φασεολόγιο. Στην περίπτωση αυτή, ο χρόνος διακρίνεται στα εξής τμήματα:*

Χρόνος Επεξεργασίας	= Αναλύεται για την επεξεργασία του υλικού (αντιστοιχεί με τον παραγωγικό χρόνο του πόρου).
Χρόνος Προετοιμασίας	= Αναμονή του υλικού, ενώ ο πόρος προετοιμάζεται για την επεξεργασία.
Χρόνος Αναμονής στην ουρά (queue)	= Αναμονή του υλικού, ενώ ο πόρος επεξεργάζεται κάποιο άλλο εξάρτημα ή υλικό (αναμονή σε σειρά)
Χρόνος Παράλληλης Αναμονής (wait)	= Αναμονή του υλικού προ μιας γραμμής συναρμολόγησης μέχρις ότου φθάσουν και τα υπόλοιπα εξαρτήματα

Γιάννη, τώρα που ξεκαθαρίσαμε τους ορισμούς των αναλυσόμενων χρόνων, νομίζω ότι θα πρέπει να συνεχίσουμε με τις σημειώσεις που σου έδωσα, για να μη χάσουμε κάποιες σημαντικές λεπτομέρειες που αφορούν τις υπόλοιπες Αρχές της Συγχρονισμένης Παραγωγής:

.....

## Οι Αρχές της Συγχρονισμένης Παραγωγής (από τις σημειώσεις του Λορέντζου)

### 1. Ο Παραγωγικός Πόρος «Στένωση» (Bottleneck) και ο διαθέσιμος χρόνος

Βασικός ορισμός: Όταν η ζήτηση για τον χρόνο κάποιου παραγωγικού πόρου (μηχανής - ανθρώπου) είναι μεγαλύτερη ή ίση με τη δυναμικότητά του, τότε ο πόρος ονομάζεται **στένωση (bottleneck)** και συμβολίζεται με **X**. Αλλιώς, ονομάζεται **μη-στένωση (non-bottleneck)** και συμβολίζεται με **Y**.

Από τον ορισμό γίνεται σαφές ότι **στους πόρους X ο χρόνος τους είναι πολύτιμος**. Κάθε καθυστέρηση σαν Χρόνος Αργίας ή Χαμένος Χρόνος σημαίνει απώλεια Προσόδου (Π) για όλο το σύστημα. Άρα ο χρόνος των πόρων X πρέπει να διατίθεται για Παραγωγικό Χρόνο και Χρόνο Προετοιμασίας - Αλλαγής.

Αντίστοιχα, και κάθε αύξηση του Παραγωγικού Χρόνου (π.χ. με μείωση του Χρόνου Προετοιμασίας μέσω καλύτερου προγραμματισμού) σ' έναν πόρο X, και εφόσον δεν υπάρχουν άλλα εμπόδια, σημαίνουν ανάλογη αύξηση της Προσόδου (Π). Με τη λογική αυτή διατυπώνουμε τη δεύτερη Αρχή της Συγχρονισμένης Παραγωγής:

2. Η αξία του πρόσθετου χρόνου που εξασφαλίζουμε για παραγωγή σ' έναν παραγωγικό πόρο «Στένωση» ισούται με την αξία των πρόσθετων προϊόντων που μπορούν να παραχθούν στη «Στένωση» και εμφανίζονται σαν αυξημένη Πρόσοδος.

Αντίστοιχα **στους πόρους Y υπάρχει περίσσεια χρόνου** που συνήθως εμφανίζεται με την ύπαρξη Χρόνου Αργίας. Προσπάθειες βελτίωσης π.χ. των χρόνων Προετοιμασίας - Αλλαγής σε πόρους Y, αποφέρουν άμεση μείωση εξόδων **μόνον αν** επιτευχθεί η εξοικονόμηση ακέρατου τμήματος κάποιου παραγωγικού πόρου π.χ. ενός εργαζόμενου. Συνήθως όμως ούτε αυτό συμβαίνει. Άρα, ουσιαστικά ποτέ δεν βελτιώνουν την Πρόσοδο και πιθανόν να έχουν κάποια ελάχιστη επίδραση στα Λ.Ε.

Αντίθετα, η ύπαρξη Χρόνου Αργίας στους πόρους Y **δίνει ευελιξία** στην επιχείρηση χρησιμοποιώντας τον π.χ. με αύξηση του αριθμού των παρτίδων (πράξη που θεωρείται κλασικά ιεροσυλία) και που μπορεί να σημαίνει σημαντική μείωση των εν επεξεργασία αποθεμάτων. Επίσης, το περιθώριο χρόνου στους πόρους Y μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για πλέον σημαντικούς λόγους, όπως εκπαίδευση προσωπικού, συντήρηση των μηχανών στο οκτάωρο κλπ.

Η ύπαρξη του χρόνου αργίας στους πόρους Y επιτρέπει την απώλεια παραγωγικού χρόνου μέχρι κάποιο σημείο, χωρίς απώλεια παραγωγής στον συγκεκριμένο πόρο. Αλλά ακόμη και αν η απώλεια χρόνου είναι μεγαλύτερη από τον διαθέσιμο χρόνο αργίας, η απώλεια παραγωγής του πόρου που θα συμβεί, μπορεί να καλυφθεί σε ελάχιστο χρόνο, χωρίς να προκύψει τελικά απώλεια της Προσόδου.

Με την ιδιότητά τους αυτή **οι πόροι Y παίζουν σημαντικό ρόλο** στην ευελιξία των Συστημάτων Παραγωγής στα «συγχρονισμένα» Συστήματα.

Μπορούμε λοιπόν να συνοψίσουμε τα όσα αναφέρθηκαν, διατυπώνοντας την τρίτη Αρχή της Συγχρονισμένης Παραγωγής:

3. Η αξία του πρόσθετου χρόνου που εξασφαλίζουμε για παραγωγή σ' έναν παραγωγικό πόρο κοινό «Μη Στένωση» είναι ασήμαντη.

Είναι σαφές επομένως και η αδυναμία των κοστολογικών συστημάτων, γιατί **υπολογίζουν την αξία του χρόνου με την ίδια λογική στους υπολογισμούς κόστους των πόρων X και Y**.

Στο σημείο αυτό να διευκρινίσουμε και να τονίσουμε ότι στους πόρους Y μπορεί ο Χρόνος Αργίας να είναι επιθυμητός για λόγους ευελιξίας ή της μείωσης του μεγέθους των παρτίδων, αλλά είναι ανεπιθύμητος ο Χαμένος Χρόνος (όπως βέβαια και στους πόρους X).

## 2. Οι Αλληλεπιδράσεις των πόρων X και Y

Οι πιθανές σχέσεις μεταξύ των πόρων X και Y είναι:

- Ένας πόρος X τροφοδοτεί έναν πόρο Y.

Στην περίπτωση αυτή είναι λογικό να γίνεται κάθε δυνατή προσπάθεια για εξασφάλιση της μέγιστης δυνατής απόδοσης και εκμετάλλευσης του πόρου X.

Αντίθετα, ο πόρος Y θα στερείται πρώτης ύλης και δεν είναι δυνατόν να απαιτούμε μεγιστοποίηση βαθμού εκμετάλλευσης και απόδοσης. Τυχόν προσπάθειες προς αυτή την κατεύθυνση είναι συνήθως αντισυμβατικές.

Άρα συνάγουμε την τέταρτη Αρχή της Συγχρονισμένης Παραγωγής:

4. Το επίπεδο χρησιμοποίησης – αξιοποίησης ενός παραγωγικού πόρου Y «Μη Στένωσης» καθορίζεται από άλλους περιορισμούς που ενυπάρχουν στο σύστημα.

- Ένας πόρος Y τροφοδοτεί έναν πόρο X.

Η τελική Πρόσοδος αντιστοιχεί στην πλήρη χρησιμοποίηση πάλι του πόρου X. Κάθε προσπάθεια να εξασφαλίσουμε στον πόρο Y εξ ίσου υψηλούς βαθμούς απασχόλησης, σύμφωνα με τα κλασικά τοπικά κριτήρια απόδοσης, θα έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία υψηλών αποθεμάτων εν επεξεργασία και αντίστοιχα λειτουργικά έξοδα χωρίς την παραμικρή αύξηση της Προσόδου. Άρα ισχύει πάλι η 4η Αρχή. Θα πρέπει στο σημείο αυτό να ορίσουμε 2 έννοιες:

**Ενεργοποίηση:** Η λειτουργία ενός πόρου για την επεξεργασία κάποιων υλικών.

**Αξιοποίηση:** Η ενεργοποίηση κάποιου πόρου που συμβάλλει θετικά στην Πρόσοδο και επομένως στην απόδοση της εταιρείας.

Άρα κάποιος πόρος μπορεί να ενεργοποιηθεί χωρίς να αξιοποιείται, να παράγει δηλαδή για αποθέματα. Όταν κάποιος πόρος ενεργοποιείται πέραν των απαιτήσεων της αξιοποίησης, τότε λέμε ότι έχει υπερενεργοποιηθεί.

Στα κλασικά κριτήρια απόδοσης, ο βαθμός απασχόλησης - χρησιμοποίησης - εκμετάλλευσης, μετρά ουσιαστικά την ενεργοποίηση και όχι την αξιοποίηση, όπως την ορίσαμε εδώ. Με βάση τις έννοιες αυτές, καθορίζουμε την πέμπτη Αρχή της Συγχρονισμένης Παραγωγής:

5. Οι πόροι πρέπει να αξιοποιούνται και όχι απλά να ενεργοποιούνται.

Προσοχή: με τις κλασικές μεθόδους ακόμη και η αξιολόγηση της εργασίας του προσωπικού γίνεται με μέτρα που ασχολούνται κυρίως με την ενεργοποίηση και όχι με την αξιοποίηση.

- Ένας πόρος Y1 τροφοδοτεί έναν άλλο πόρο Y2.

Ισχύουν πάλι οι αρχές 4 και 5. Συνήθως παρατηρείται υπερενεργοποίηση με αυξημένα αποθέματα τουλάχιστον μετά τον Y2, εφόσον και οι 2 πόροι από τον ορισμό τους έχουν μεγαλύτερη δυναμικότητα από την υπάρχουσα ζήτηση.

- Ένας πόρος X1 τροφοδοτεί έναν άλλο πόρο X2.

Στην περίπτωση αυτή που και οι δύο πόροι έχουν μικρότερη δυναμικότητα από τη ζήτηση, υπάρχει πάλι ο φόβος της υπερενεργοποίησης του πόρου X1 στην περίπτωση που ο X2 έχει μικρότερη δυναμικότητα.

- Ένας πόρος X και ένας πόρος Y τροφοδοτούν μια φάση συναρμολόγησης.

Είναι εμφανές ότι ο πόρος Y μπορεί πολύ εύκολα να υπερενεργοποιηθεί και να δημιουργηθεί απόθεμα προ της συναρμολόγησης, γιατί η τελευταία μπορεί να λειτουργήσει μόνο με τον ρυθμό του πόρου X.

.....

## Οι στενώσεις και η παραγωγή

Γιάννη, σκέψου τώρα τη διαφορά στην νοοτροπία του κόσμου του Κόστους από αυτόν της Προσόδου: Έστω ότι προωθώ την παραγωγή και πώληση ενός προϊόντος A με πρόσοδο 100 € ανά τεμάχιο, σε σχέση με το B που αποφέρει αντίστοιχα 60 €, χωρίς να λάβω υπ' όψη ότι το B απαιτεί το ¼ του χρόνου που απαιτεί το A από τη στένωση της παραγωγικής διαδικασίας!

*Κάτσε να σκεφτώ. Έστω ότι το A απαιτεί 20 λεπτά από το bottleneck και επομένως το B 5 λεπτά. Αυτό σημαίνει ότι για κάθε λεπτό της στένωσης που είναι πολύτιμο και καθορίζει την συνολική δυνατή Πρόσοδο, το προϊόν A συνεισφέρει με 5 € ενώ το B με 12 €. Άρα είναι λογικότερο να παράγω και να προωθώ το B και στον εναπομένοντα χρόνο της στένωσης να παράγω τα A!*

Πολύ σωστά, έχεις αντιληφθεί αυτό που δεν είναι δυνατόν να αντιληφθεί κανένας λογιστής, κοστολόγος, πωλητής, αλλά και πολύ φοβάμαι κι επιχειρηματίας:

**Η αξία της Προσόδου ανά λεπτό της στένωσης για κάθε προϊόν είναι το κριτήριο για την επιλογή του πλέον κερδοφόρου**

Θέλω να σου τονίσω και κάτι που δεν είναι εμφανές στις σημειώσεις. Στην τελευταία περίπτωση της συναρμολόγησης, συνήθως μεγάλο ποσοστό των εξαρτημάτων προέρχεται από στενώσεις (ένας λόγος σημαντικός για τον οποίο ορισμένες, πολύ λίγες, μηχανές είναι στενώσεις). Όταν υπερενεργοποιώ τους Y παράγω και προϊόντα που δεν έχουν εξαρτήματα από X και τα οποία είναι πλεονάζοντα.

*Ένας «αποτελεσματικός» τρόπος για τη συσσώρευση, ετοιμών προϊόντων στις αποθήκες ετοιμού, με τη λογική ότι μπορεί να πωληθούν... κάποτε.*

Το εντυπωσιακό είναι ότι αν χρησιμοποιηθούν – ενεργοποιηθούν πλήρως όλοι οι πόροι, το κόστος ανά μονάδα θα μειωθεί, λόγω του επιμερισμού των εμμέσων και γενικών εξόδων σε μεγαλύτερη ποσότητα προϊόντων. Οι αποθήκες ετοιμού θα γεμίσουν με πλεονάζοντα αποθέματα και το απόθεμα σε επεξεργασία θ' ανέβει στα ουράνια. Οι βαθμοί απόδοσης θα αυξηθούν για κάθε μηχανή και εργαζόμενο και οι λογιστές θα είναι περήφανοι γιατί στον ισολογισμό θα φαίνεται αυξημένο το ενεργητικό. Μην ξεχνάς ότι με τα λογιστικά πρότυπα στην αξία των αποθεμάτων συνυπολογίζεται και το κόστος του εργατικού ως προστιθέμενη αξία!

*Αρα αν ο διευθυντής του εργοστασίου επιλέξει να εργασθεί με τη λογική της Συγχρονισμένης Παραγωγής και μειώσει τα αποθέματα των ετοιμών και των υλικών σε επεξεργασία, θα είναι ο υπαίτιος μιας σοβαρής μείωσης του ενεργητικού και επομένως των κερδών...*



Στον κόσμο του Κόστους, θεωρούμε πως είναι λογικό το κόστος διατήρησης του αποθέματος να αυξάνει, η ρευστότητα να υποφέρει και, τελικά, να αναγκάζομαστε να πουλήσουμε το πλεονάζον παλαιό εμπόρευμα με σημαντικές εκπτώσεις – απώλειες. Όμως, το πιο σημαντικό που δεν μπορούμε να αντιληφθούμε είναι οι καθυστερήσεις στις παραδόσεις και η αντίστοιχη μείωση της ανταγωνιστικής θέσης της επιχείρησης.

*Λορέντζο, ένα λογικό συμπέρασμα είναι ότι οι στενώσεις δεν είναι κατ' ανάγκη κακές ή καλές. Είναι μια πραγματικότητα και πρέπει να τις χρησιμοποιούμε για να ελέγχουμε τη ροή μέσα από το σύστημα προς την αγορά. Σε τελευταία ανάλυση οι στενώσεις καθορίζουν τόσο την Πρόσοδο όσο και το Απόθεμα. Αν δεν λάβουμε υπ' όψη την τέταρτη Αρχή, παράγεται πλεονάζον Απόθεμα και όχι μεγαλύτερη Πρόσοδος. Ας ξετυλίξουμε ακόμη λίγο το κουβάρι της συγχρονισμένης παραγωγής. Με ποιο τρόπο αναγνωρίζω τις στενώσεις;*

Από την εμπειρία μας, γνωρίζουμε πού ξεκινούν τα προβλήματα. Συνήθως βρίσκονται εκεί που παρεμβαίνουν συχνότερα οι προϊστάμενοι για να «σπρώξουν» τις παραγγελίες. Τα εξαρτήματα που λείπουν, κατά συνθήκη απαιτούν επεξεργασία από στενώσεις και η εικόνα που έχουμε είναι οι μεγάλες ποσότητες προϊόντων ή εξαρτημάτων να περιμένουν για επεξεργασία εμπρός τους. Για τα ύποπτα κέντρα επεξεργασίας, υπολογίζω τον διαθέσιμο χρόνο για το χρονικό διάστημα παράδοσης των παραγγελιών που έχω. Μετά υπολογίζω τον απαιτούμενο χρόνο που πρέπει να εργασθούν για να καλύψουν τις ανάγκες των αντίστοιχων παραγγελιών (μαζί με την αναγκαία συντήρηση). Τα κέντρα για τα οποία, ο απαιτούμενος χρόνος είναι μεγαλύτερος από τον διαθέσιμο, είναι στενώσεις για το συγκεκριμένο μίγμα προϊόντων και πρέπει να κάνω κάτι. Τι θα πρότεινες;

*Μα ότι κάνουν στο βιβλίο «Ο Στόχος»: φροντίδα να μην μένει αργός ο συγκεκριμένος πόρος (ώρα φαγητού), ή να καθυστερεί (μείωση χρόνου set up). Έρευνα για εναλλακτική πορεία των προϊόντων ή την επεξεργασία ποσοτήτων σε υποκατασκευαστή. Εξασφάλιση ότι δεν σπαταλούμε τον χρόνο του πόρου με προϊόντα που δεν θα μετατραπούν σε Πρόσοδο.*

Γιάννη, όπως ήδη συζητήσαμε, στη Συγχρονισμένη Παραγωγή απαιτείται, η εγκατάλειψη της λογικής (ουσιαστικά φαντασίωσης) ότι οι μεταβλητές που επηρεάζουν τη λειτουργία του συστήματος είναι ανεξάρτητες. Στην πραγματικότητα όπως ήδη αναφέραμε, είναι μεταξύ τους απόλυτα εξαρτώμενες η μία από την άλλη. Στον **κόσμο του Κόστους** κάθε τι, εφ' όσον κοστίζει, θεωρείται σημαντικό ανεξάρτητα από το πόσο επηρεάζει την παραγωγή. Αν παρομοιάζαμε τον οργανισμό μας με μια αλυσίδα από πολλούς κρίκους, αξιολογούμε την αλυσίδα σύμφωνα με το βάρος της και τότε κάθε κρίκος είναι σημαντικός, **μας ενδιαφέρει το βάρος (κόστος)** του και πρέπει να ελέγχεται. Ένας απλός τρόπος είναι η εφαρμογή της αρχής του Pareto (20/80) που μας λέει ότι το 20% των περιπτώσεων ή αιτιών, είναι υπεύθυνο για το 80% του αποτελέσματος. Όμως η αρχή αυτή ισχύει για **ανεξάρτητες μεταβλητές** και η βελτίωση τοπικά δεν βελτιώνει κατ' ανάγκη και το σύνολο. Έτσι έχουμε ως αποτέλεσμα: η Συνολική Βελτίωση του συστήματος να είναι πολύ μικρότερη έως μηδαμινή από το άθροισμα των Τοπικών Βελτιώσεων.

*Αντίθετα, στον **κόσμο της Προσόδου**, αποδεχόμαστε και αποδεικνύουμε ότι οι μεταβλητές είναι μεταξύ τους εξαρτώμενες. Άρα αν ο κάθε πόρος αποτελεί τον κρίκο μιας αλυσίδας, η αντοχή της ή στην πραγματικότητα η δυνατότητά της να δώσει επιθυμητό αποτέλεσμα στο σύνολο των διεργασιών, εξαρτάται από τον πιο αδύναμο κρίκο, στη συγκεκριμένη φόρτιση των μηχανών με τα συγκεκριμένα προϊόντα και τη συγκεκριμένη σειρά κατεργασίας. Με αυτή τη λογική δίνεται ιδιαίτερη σημασία στους περιορισμούς και στις στενώσεις και το 0,1% των αιτιών είναι υπεύθυνο για το 99,9% της επίπτωσης στο αποτέλεσμα της παραγωγής.*

## Οι Περιορισμοί της Παραγωγής

Γιάννη είναι απλό. Η ανάγκη για ομαλή και γρήγορη ροή των υλικών μέσω των διαφόρων φάσεων επεξεργασίας και σε συμφωνία με τις απαιτήσεις της αγοράς, επιβάλλει την αναγνώριση και σωστό έλεγχο των περιορισμών - εμποδίων που βρίσκονται σε κάθε σύστημα. Μόνο τότε μπορούμε να στήσουμε ένα παραγωγικό σύστημα με εξασφαλισμένη την ομαλή ροή. Ορίζουμε λοιπόν, ως **Περιορισμό** (Εμπόδιο) οτιδήποτε εμποδίζει το σύστημα να επιτύχει τον Στόχο του μεγαλύτερου κέρδους (για σήμερα και για το μέλλον).

*Αντιλαμβάνομαι ότι συνήθως υπάρχει μικρός αριθμός Περιορισμών οι οποίοι καθορίζουν την απόδοση του συστήματος. Σε μια υγιή εταιρεία δυναμική και εξελισσόμενη, οι Περιορισμοί αλλάζουν καθώς οι βελτιώσεις διαδέχονται η μία την άλλη.*

Έχεις απόλυτο δίκαιο. Ας ξαναδούμε τις σημειώσεις μου για να δούμε μια αναλυτική κατάταξή τους.

.....

### Τα Είδη των Περιορισμών σε μια επιχείρηση (από τις σημειώσεις του Λορέντζου)

- *Περιορισμοί-εμπόδια που εισάγονται από την Αγορά.*

Η ζήτηση καθορίζει τα όρια της Προσόδου μέσα στα οποία μπορεί να λειτουργεί η επιχείρηση. Η αγορά επίσης συνήθως καθορίζει τιμές, πρότυπα ποιότητας, απαιτήσεις χρόνων παράδοσης και ποσότητες.

- *Περιορισμοί-εμπόδια λόγω των Υλικών.*

Η ύπαρξη πρώτων υλών και ενδιάμεσων προϊόντων είναι προφανής για τη λειτουργία της Παραγωγής. Βραχυχρόνια εμπόδια και περιορισμοί, εξ αιτίας αυτού του λόγου, εμφανίζονται σε περιπτώσεις καθυστερημένων παραδόσεων, μεγάλων χρόνων παράδοσης σε συνδυασμό με μικρούς ορίζοντες προγραμματισμού. Μακροχρόνιοι περιορισμοί εμφανίζονται όταν παρουσιάζονται ελλείψεις στην αγορά. Περιορισμοί λόγω υλικών επίσης δημιουργούνται κατά την παραγωγική διαδικασία, όταν:

- Γίνεται κακός προγραμματισμός της ροής π.χ. ένα κέντρο επεξεργασίας άλλοτε έχει περίσσεια και άλλοτε στερείται πρώτης ύλης.
- Σε κάποια φάση παρήχθη μεγάλη ποσότητα σκάρτων και λείπει υλικό από τις επόμενες φάσεις για να συμπληρωθεί η εντολή.
- Κάποια φάση σταματά (π.χ. λόγω βλάβης) και σταματά η ροή προς τα κατόπι της παραγωγικής διαδικασίας.
- Γίνεται «κλοπή» υλικού που προορίζεται για κάποια άλλη εντολή ή ενδιάμεσο προϊόν, ώστε να παραχθεί άλλο προϊόν.

- *Περιορισμοί-Εμπόδια λόγω Δυναμικότητας.*

Είναι οι πλέον εμφανείς περιορισμοί μέσα στην παραγωγή. Όπως είπαμε υπάρχουν οι πόροι «στενώσεις» με δυναμικότητα μικρότερη από την υπάρχουσα γι' αυτούς ζήτηση. Όμως σε μια παραγωγική διαδικασία υπάρχουν και οι παροδικές στενώσεις, πόροι δηλαδή που άλλοτε παρουσιάζουν τα φαινόμενα της «στένωσης» και άλλοτε έχουν περίσσεια δυναμικού. Η ύπαρξη ενός πόρου «στένωσης» θέτει σε κίνδυνο την επίτευξη της Προσόδου που επιθυμούμε, αλλά και την έγκαιρη εκπλήρωση των παραγγελιών. Ακόμη όμως και σε εργοστάσια, όπου δεν υπάρχει «στένωση», ένας ή περισσότεροι πόροι έχουν τη δυνατότητα να δημιουργήσουν σημαντικά προβλήματα στον χρονισμό της ροής των προϊόντων. Οι πόροι αυτοί ονομάζονται

Πόροι Περιορισμού της Δυναμικότητας (ΠΠΔ).

Η δικαιολογία για τις απώλειες παραγωγής και χρόνων παράδοσης, συνήθως είναι η έλλειψη δυναμικότητας σε κάποιον πόρο. Συχνά όμως ο λόγος είναι απλά ο κακός προγραμματισμός και η κακοδιοίκηση κάποιου (ή κάποιων) Πόρου Περιορισμού της Δυναμικότητας, σε συνδυασμό με άλλους περιορισμούς εκτός της δυναμικότητας.

- *Περιορισμοί-Εμπόδια λόγω του συστήματος Προγραμματισμού και Ελέγχου Παραγωγής (Logistics).*

Είναι οι πλέον δυσδιάκριτοι, αλλά ίσως και οι πλέον σοβαροί. Έτσι ο τρόπος συγκέντρωσης των παραγγελιών, ο χρόνος αποστολής της εντολής παραγωγής στο εργοστάσιο, αλλά και ο τρόπος παρακολούθησης της εκτέλεσής τους, μπορεί να επηρεάσει δυσμενώς τους χρόνους παράδοσης.

- *Περιορισμοί-Εμπόδια που ενυπάρχουν στο σύστημα λόγω του τρόπου Διοίκησης (Management).*

Επιδρούν στο σύστημα παραγωγής άλλοτε μεγεθύνοντας προβλήματα που προκύπτουν από την ύπαρξη άλλων περιορισμών και άλλοτε δημιουργώντας καταστάσεις που οδηγούν σε υποβελτιστοποιήσεις.

Στη πρώτη περίπτωση ζητώντας από τους προϊσταμένους να καθορίζουν την προτεραιότητα των εργασιών για να γλυτώσουν π.χ. χρόνους προετοιμασίας σε πόρους «μη στενώσεις», προκύπτει πλήρης αναρχία στον προγραμματισμό, που είναι πολύ πιθανόν με την ύπαρξη ΠΠΔ ή στενώσεων να προκαλέσουν δυσχέρειες στη ροή και απώλειες παραγωγής.

Στη δεύτερη περίπτωση περιλαμβάνονται π.χ. τακτικές παροχής κινήτρων σε εργαζόμενους σε «μη στενώσεις» που οδηγούν σε υπερενεργοποίηση των πόρων.

- *Περιορισμοί-Εμπόδια που προκύπτουν από το κλίμα στην εργασία.*

Το κλίμα στην εργασία αντανακλά τη στάση και συμπεριφορά των εργαζομένων έναντι του Οργανισμού. Συνήθειες και πρακτικές, καθώς και η διάθεση των εργατών και των επικεφαλής μπορεί να αποτελέσουν σημαντικούς περιορισμούς του συστήματος. Τέτοια μορφή συμπεριφοράς είναι η λογική της επιλογής από τις αναμένουσες εργασίες (συνήθως της πιο εύκολης) ή η λογική του να κρατάμε όλο τον κόσμο «απασχολημένο» για να μη μας κατηγορήσει κανείς για χαμηλούς ρυθμούς.

.....

## **Ο Έλεγχος των Περιορισμών**

Γιάννη, αντιλαμβάνεσαι ότι η αναγνώριση και ο έλεγχος των Περιορισμών είναι ένας συνεχής αγώνας, γιατί συνεχώς εμφανίζονται καινούργιοι. Άλλωστε, όσο καλά και να είναι σχεδιασμένη η ροή της παραγωγής, πάντα η πραγματοποιούμενη ροή διαφέρει από την προγραμματισμένη, επειδή:

- α. Συμβαίνουν σε μη προβλεπόμενες στιγμές διακοπές στη λειτουργία κάποιων μηχανών π.χ. από βλάβες.
- β. Το σύνολο των πληροφοριών που έχουμε π.χ. για τα πρότυπα αποδόσεων, έχουν ανακρίβειες ή μεταβλητότητα.
- γ. Συνήθως δεν λαμβάνονται υπόψη κατά τον προγραμματισμό πολλές μεταβλητές που μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση κάποιου κέντρου επεξεργασίας,.

*Ουσιαστικά, η φιλοσοφία της Συγχρονισμένης Παραγωγής είναι να ελέγξει τις αντίξοες καταστάσεις που δημιουργούνται από τους υπάρχοντες Περιορισμούς - Εμπόδια. Η συνεχής βελτίωση της θέσης κάθε*

επιχείρησης γίνεται με συνεχή αγώνα εξάλειψης των Περιορισμών.

Ακριβώς. Η προτεινόμενη προσέγγιση της **συνεχούς βελτίωσης** περιλαμβάνει τα ακόλουθα πέντε βήματα και είναι ένα πραγματικά εξαιρετικό εργαλείο:

1. Αναγνωρίσατε τον Περιορισμό του συστήματος.
2. Εκμεταλλευθείτε κατά τον αποδοτικότερο τρόπο τον Περιορισμό του συστήματος.
3. Εξαρτήστε όλες τις ενέργειές σας στον τρόπο λειτουργίας που αποφασίσατε στο δεύτερο βήμα και όλους τους άλλους πόρους από την ορθή λειτουργία του Περιορισμού.
4. Πάρτε όλα τα δυνατά μέτρα, ώστε να άρετε τον Περιορισμό (πχ επένδυση).
5. Αν ο Περιορισμός έπαψε να ισχύει μετά το 4ο βήμα, πήγαινε πίσω στο 1ο βήμα. Μην αφήσεις την Αδράνεια να αποτελέσει τον νέο Περιορισμό του συστήματος (δηλ. τις αποφάσεις που έλαβες στο 2ο και στο 3ο βήμα).

Λορέντζο, πιστεύω ότι είναι ο Ελβετικός σουγιάς για τις βελτιώσεις των Λειτουργιών. Θέλω τώρα να συζητήσουμε για τους Πόρους Περιορισμού της Δυναμικότητας και ποια είναι η σημασία τους.

Ορίζουμε σαν **Πόρο Περιορισμού της Δυναμικότητας (ΠΠΔ - Capacity Constrain Resource)** κάθε παραγωγικό πόρο που αν δεν προγραμματισθεί και διοικηθεί σωστά, είναι πολύ πιθανόν ν' αναγκάσει την πραγματική ροή των προϊόντων, μέσα στο εργοστάσιο, να αποκλίνει από την προγραμματισθείσα. Είναι για πολλούς μια περίεργη έννοια, κάτι πολύ λογικό εφόσον εστιάζουμε στην παραγωγή κάθε πόρου και όχι στην ομαλοποίηση της ροής των υλικών. Ένας ΠΠΔ μπορεί να είναι ταυτόχρονα και «Στένωση» ή και να μην είναι.

Βλέπω εδώ στις σημειώσεις σου ένα παράδειγμα, Ας το παρακολουθήσουμε, για να μπορέσουμε να βγάλουμε κάποια συμπεράσματα για το πόσο επηρεάζουν και ποια στοιχεία της παραγωγής:

.....

**Παράδειγμα για τη διάκριση των Πόρων και τις επιπτώσεις τους στη Ροή** (από τις σημειώσεις του Λορέντζου)

Έστω 4 Παραγωγικοί Πόροι Π1, Π2, Π3, Π4 που χρησιμοποιούνται για να παράγουν 2 προϊόντα το Α και το Β με τα ακόλουθα στοιχεία:

	Μέση Ζήτηση ανά Ημέρα	Ώρες απασχόλησης πόρου ανά τεμάχιο προϊόντος			
		Π1	Π2	Π3	Π4
Προϊόν Α	2 τεμάχια	2	2	9	1
Προϊόν Β	5 τεμάχια	5	4	1	1
		Δυναμικότητα ανά ημέρα σε ώρες			
	Απαιτούμενη	29	24	23	7
	Διαθέσιμη	24	24	24	24

Αντιλαμβάνεσαι ότι για το Π1 χρειαζόμαστε 2 τεμ Χ 2 ώρες + 5 τεμ Χ 5 ώρες = 29 ώρες κάθε ημέρα. Εφόσον διατίθενται 24 ώρες ημερησίως εξ ορισμού οι Πόροι Π1 και Π2 είναι «Στενώσεις» και οι Π3, Π4 «Μη

Στενώσεις». Ποιοι είναι οι ΠΠΔ;

Ο Πόρος Π1 ως στένωση, είναι ο πρωτεύων Περιορισμός που καθορίζει όλη τη ροή προϊόντων στο σύστημα. Οποιαδήποτε ανωμαλία και απώλεια χρόνου από κακοδιοίκησή του, θα προκαλέσει μείωση της Προσόδου, αλλά και καθυστέρηση στις ημερομηνίες παράδοσης. Η άλλη στένωση, ο πόρος Π2, είναι δευτερεύων περιορισμός, μη ενεργός που δεν απαιτείται να ληφθεί υπόψη κατά τον προγραμματισμό. Άρα μόνον ο Π1 λαμβάνεται υπόψη κατά τον προγραμματισμό της ροής και θεωρείται ΠΠΔ (Πόρος Περιορισμού της Δυναμικότητας).

Στον συγχρονισμό της ροής, όμως, πρέπει εκτός από την παραγόμενη ποσότητα, που ουσιαστικά καθορίζουν οι στενώσεις, να λαμβάνουμε υπ' όψη και τον **χρόνο**. Να δούμε στο ακόλουθο παράδειγμα πώς κάποιοι πόροι Μη Στενώσεις μπορούν να επηρεάσουν σοβαρά τον χρονισμό του προγράμματος και να έχουμε μεγάλες καθυστερήσεις στις παραδόσεις.

Έστω ότι λαμβάνεται μια παραγγελία για 20 τεμ. Α και 50 τεμ. Β παραδοτέα σε 11 ημέρες (264 ώρες) και ότι δεν υπάρχουν άλλες εντολές στο σύστημα. Αναθέτουμε σε φασονιέρη την επεξεργασία 50 ωρών της φάσης Π1, που είναι Στένωση, οπότε ο φόρτος σε ώρες τώρα, διαμορφώνεται ως εξής:

Σύνολο απαιτούμενων ωρών	Π1	Π2	Π3	Π4
Αρχική Παραγγελία	290	240	230	70
Με τη βοήθεια φασονιέρη	240	240	230	70

Από τον πίνακα και το περιθώριο παράδοσης που είναι 264 ώρες, φαίνεται κατ' αρχήν ότι προλαβαίνουμε να παραδώσουμε. Αν λοιπόν αρχίσουμε την επεξεργασία από τα 20 τεμάχια του προϊόντος Α και συνεχίσουμε με τα 50 τεμάχια του Β και υποθέσουμε ότι μόλις τελειώνει η επεξεργασία του ενός τεμαχίου σε κάποιον πόρο οδηγείται αμέσως στον επόμενο, θα έχουμε:

Ο Π1 τελειώνει την εργασία του σε 240 ώρες (με βοήθεια 50 ωρών από τον φασονιέρη). Ο Πόρος Π2 χρειάζεται άλλες 4 ώρες να τελειώσει με το προϊόν Β, και από ακόμη μία ώρα οι πόροι Π3 και Π4. Άρα η παραγγελία είναι έτοιμη σε 246 ώρες ή 18 ώρες πριν την υπεσχρημένη ώρα της φόρτωσης.

Αν όμως αρχίσουμε από την επεξεργασία του προϊόντος Β, τότε θα συμβεί το εξής:

Ο Π1 τελειώνει την εργασία του σε 200 ώρες για το τεμάχιο Β, πάλι με τη βοήθεια των 50 ωρών ή 10 τεμαχίων Β από τον φασονιέρη.

Η επεξεργασία του πρώτου τεμαχίου του προϊόντος Α ξεκινά επομένως σε 200 ώρες και σε 2 ώρες μετακινείται στον Π2. Σε άλλες 2 ώρες τελειώνει η επεξεργασία του και μετακινείται στον Π3. Άρα ο Π3 ξεκινά την επεξεργασία των τεμαχίων του προϊόντος Α σε 204 ώρες και χρειάζεται 9 ώρες για καθένα από τα 20 τεμάχια ή 180 ώρες. Άρα θα τελειώσει μετά από  $200+2+2+180=384$  ώρες και μία ώρα ακόμη για να τελειώσει και το τελευταίο τεμάχιο Α από τον Π4, έχουμε σύνολο 385 ώρες ή 121 ώρες (5 ημέρες) καθυστερημένη η παραγγελία.

Ο Πόρος Π3 με τον τρόπο που προγραμματίστηκε έμεινε επί μακρόν σε αργία και μετά δεν προλάβει. Ενώ ο Πόρος Π1 έχει πρόβλημα δυναμικότητας, ο Π3 αποτελεί περιορισμό στη ροή κατά την επεξεργασία του προϊόντος Α. Επομένως είναι ΠΠΔ και εμποδίζει την ομαλή ροή με αποτέλεσμα να απομακρύνει τις ημερομηνίες παράδοσης, χωρίς αντίστοιχα να χάνεται Πρόσοςδος, που ουσιαστικά επηρεάζεται μόνο από τη «Στένωση».

.....

Γιάννη, όπως φαίνεται σαφώς από το παράδειγμα, μπορούμε να διακρίνουμε τους Πόρους και τις επιπτώσεις τους στη ροή και την παραγωγή με την ακόλουθη σχηματοποίηση:

	Στενώσεις	Μη Στενώσεις
ΠΠΔ	<p>Θέτουν εμπόδια στην πραγματική ροή και επηρεάζουν και την Πρόσοδο και τον χρόνο παράδοσης.</p> <p>Πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ως πραγματικά σημεία προγραμματισμού της ροής.</p>	<p>Θέτουν εμπόδια στην πραγματική ροή και επηρεάζουν τον χρόνο παράδοσης αλλά όχι την Πρόσοδο.</p> <p>Πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ως πραγματικά σημεία προγραμματισμού της ροής.</p>
Μη ΠΠΔ	<p>Μπορεί να δημιουργήσουν προβλήματα στην ποσότητα και χρονισμό της ροής προϊόντος.</p> <p>Δεν απαιτείται η συμμετοχή τους στην κατάστρωση του προγραμματισμού της ροής.</p>	<p>Δεν εμποδίζουν την ροή από καμμία άποψη.</p> <p>Δεν απαιτείται η συμμετοχή τους στην κατάστρωση του προγραμματισμού της ροής.</p>

Κατά την κατάστρωση του προγράμματος μας ενδιαφέρουν μόνον οι ΠΠΔ είτε είναι Στενώσεις, όπως ο Πόρος Π1 του παραδείγματος, είτε όχι, όπως ο Πόρος Π3.

*Λορέντζο, όπως περιγράφεται και στο βιβλίο, οι ΠΠΔ εντοπίζονται από τις παροδικές συσσωρεύσεις υλικού μπροστά τους. Μέσα στο εργοστάσιο το φαινόμενο αυτό παρουσιάζεται **σαν να μετακινούνται οι στενώσεις** και αποτελούν πονοκέφαλο για την παραγωγή.*

Ένας άλλος τρόπος για να εντοπίσουμε έναν ΠΠΔ είναι ότι θα αποτελούσαν σαφή «Στένωση» αν παρήγετο μόνο ένα προϊόν, το οποίο σε αυτόν τον πόρο απαιτεί μεγάλους χρόνους επεξεργασίας (ή προετοιμασίας). **Οι πρότυποι παραγωγικοί χρόνοι των ΠΠΔ είναι αναγκαίο να είναι ακριβείς**, ώστε να μπορεί να γίνει σωστά το πρόγραμμα, ενώ ελάχιστα ενδιαφέρει η ακρίβεια των στοιχείων για τους μη ΠΠΔ. Επίσης απαιτείται ακρίβεια στα Αρχεία Πορειών (routings), στα Αρχεία Απαιτούμενων Υλικών (Bill of materials) και βέβαια στα Αρχεία των Υπαρχόντων Ενδιαμέσων Αποθεμάτων, ώστε να στηθεί σωστά το Βασικό Πρόγραμμα Παραγωγής.

### Και η συνέχεια;

*Νομίζω Λορέντζο ότι διευκρινίσαμε αρκετά θέματα και άρχισε να φαίνεται η λογική της συγχρονισμένης παραγωγής. Χρειάζομαι λίγο χρόνο για να τα μελετήσω και κυρίως να ξαναδώ το παράδειγμα για τον καθορισμό του ΠΠΔ. Πρέπει να συνεχίσουμε τουλάχιστον με μια ακόμη συνάντηση. Ας σταματήσουμε εδώ. Καλή σου νύχτα.*

Εν τάξει Γιάννη, σίγουρα θα συνεχίσουμε τη διερεύνηση αυτής της λογικής. Το σύνθημά μας είναι:

**Hasta la Victoria Siempre - Ασταμάτητα μέχρι την (τελική) Νίκη!**

*Καληνύχτα και σε σένα!*

## Έννοιες

Ο Στόχος μιας Επιχείρησης: Να βγάζουμε σήμερα χρήματα αλλά και στο μέλλον.

Πρόσοδος: χρήμα που μπαίνει στο σύστημα σε κάποια χρονική περίοδο (πωλήσεις – κόστος υλικών).

Απόθεμα: χρήμα επενδυμένο σε προμήθεια αντικειμένων που προτιθέμεθα να πωλήσουμε (βρίσκεται μέσα στο σύστημα).

Λειτουργικά Έξοδα: χρήμα που πληρώνουμε για να μετατρέψουμε το Απόθεμα σε Πρόσοδο.

Η αλληλεξάρτηση των γεγονότων και η στατιστική συμμεταβλητότητα των χρόνων επεξεργασίας σ' ένα εργοστάσιο δημιουργούν προβλήματα στην ομαλή ροή των υλικών και των παραγγελιών.

Μην εξισορροπείτε τη Δυναμικότητα των μηχανών και των εργαζόμενων αλλά να συγχρονίζετε τη Ροή.

Η αξία του πρόσθετου χρόνου που εξασφαλίζεται για παραγωγή σε Στένωση, ισούται με την αξία των πρόσθετων προϊόντων που μπορούν να παραχθούν σ' αυτήν και εμφανίζονται σαν αυξημένη Πρόσοδος.

Η αξία πρόσθετου χρόνου που εξασφαλίζουμε σ' έναν παραγωγικό πόρο Μη Στένωση είναι ασήμαντη.

Το επίπεδο χρησιμοποίησης – αξιοποίησης ενός παραγωγικού πόρου Μη Στένωση καθορίζεται από άλλους περιορισμούς που ενυπάρχουν στο σύστημα.

Οι πόροι πρέπει να αξιοποιούνται και όχι απλά να ενεργοποιούνται.

Τα πέντε βήματα τα διαδικασίας συνεχούς βελτίωσης.

Τα είδη των περιορισμών.

## Εμπειρίες

Τα συμπεράσματα της Συγχρονισμένης Παραγωγής ισχύουν στις παραγωγικές εργασίες όπου έχουμε περισσότερες από μια διεργασία και έναν αριθμό πόρων διαφορετικών δυναμικοτήτων. Επίσης στην παροχή των υπηρεσιών, όταν πραγματοποιείται μια σειρά διεργασιών, σε διαφορετικά τμήματα, αλλά και στο και στο μάντζμεντ των σύνθετων έργων.

Στη συγχρονισμένη ροή με τα μικρά αποθέματα, έχουμε μικρούς χρόνους διέλευσης και εξασφάλιση του συγκριτικού πλεονεκτήματος των μικρών χρόνων παράδοσης.

Η εξισορρόπηση της δυναμικότητας των μηχανών με τη ζήτηση (όχι περίσσεια δυναμικότητας μηχανών) με περικοπή εργαζομένων για μείωση κόστους, δεν αυξάνει τις Πωλήσεις, ούτε μειώνει τα Αποθέματα.

Στην εξισορρόπηση της Ροής διαθέτουμε περίσσεια δυναμικότητας ορισμένων πόρων ενώ στην εξισορρόπηση δυναμικότητας με τη ζήτηση, προκύπτει περίσσεια ενδιάμεσων υλικών από μόνη της, για την αποσύνδεση των παραγωγικών φάσεων, οπότε προκύπτουν και καθυστερήσεις στις παραδόσεις.

Η Πρόσοδος ανά λεπτό στένωσης είναι το κριτήριο για την επιλογή του πλέον κερδοφόρου προϊόντος

Ο κάθε πόρος αποτελεί τον κρίκο μιας αλυσίδας, η αντοχή της ή στην πραγματικότητα η δυνατότητά της να δώσει επιθυμητό αποτέλεσμα στο σύνολο των διεργασιών, εξαρτάται από τον πιο αδύναμο κρίκο (περιορισμοί και στενώσεις).

### **Προτεινόμενα βιβλία και κείμενα**

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

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

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

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

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