



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

**Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
στη Διοίκηση Επιχειρήσεων
EXECUTIVE MBA**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΥΕΛΙΚΤΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ:
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ**

ΚΑΝΔΥΛΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ



**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Αικατερίνη Γκοτζαμάνη
Επίκουρη Καθηγήτρια**

Θεσσαλονίκη, Ιανουάριος 2011

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ την Επίκουρο Καθηγήτρια κ. Αικ. Γκοτζαμάνη για την ανάθεση, επίβλεψη και αμέριστη συμμετοχή της στην παρούσα διπλωματική εργασία.

Επίσης τη σύζυγό μου Ελευθερία, για την υποστήριξη που μου πρόσφερε σε όλο το διάστημα των σπουδών μου, πολύ περισσότερο στο διάστημα της συγγραφής της παρούσης.

ΣΥΝΟΨΗ (Abstract)

Θέμα της παρούσης εργασίας είναι η ευελιξία στη βιομηχανική παραγωγή. Ο παγκόσμιος ανταγωνισμός, η ταχέως μεταβαλλόμενη τεχνολογία, οι συντομότεροι κύκλοι ζωής των προϊόντων συνέβαλαν στο να γίνει το τρέχον παραγωγικό περιβάλλον εξαιρετικά ανταγωνιστικό. Οι παραδοσιακές προσεγγίσεις παραγωγής, όπως η μαζική παραγωγή των λίγων τυποποιημένα προϊόντα, δεν είναι πλέον αρκετές από μόνες τους ως ανταγωνιστικά εφόδια. Ο βαθμός που η κάθε επιχείρηση θα καταφέρει να προσαρμοστεί στα νέα δεδομένα, η επιτυχής υλοποίηση των αλλαγών, καθορίζεται από την «ευελιξία» που μπορεί να επιδείξει η κάθε μία. Στη βιομηχανία ειδικότερα, ολοένα και περισσότερο θεωρείται πλέον και η ευελιξία ως ένας κρίσιμος παράγοντας επιτυχίας, εκτός από το κόστος παραγωγής και την ποιότητα.

Ακόμα δεν έχει καταστεί δυνατή μια ενιαία και κοινή ονοματολογία, Στην περίπτωση που μελετάται, η παραγωγική ευελιξία αποτελεί το ζητούμενο. Η έννοια της παραγωγικής ευελιξίας είναι μια γενική έννοια. Χωρίζεται σε επιμέρους ευελιξίες, σύμφωνα με διάφορες μελέτες που έχουν γίνει. Αυτές μπορούν να ομαδοποιηθούν και να ιεραρχηθούν, καταλήγοντας τελικά σε 3 επιμέρους έννοιες, την ευελιξία Νέων Προϊόντων, την ευελιξία Όγκου Παραγωγής και την ευελιξία Εύρους/Μίγματος Παραγωγής. Από τις τρεις, οι πιο σημαντικές από λειτουργικής άποψης είναι οι ευελιξία Όγκου και η ευελιξία Εύρους.

Σημαντικός παράγοντας για την επίτευξη της ευελιξίας είναι το ανθρώπινο δυναμικό και η διοίκηση του με διαφορετικό τρόπο από τον καθιερωμένο, όπου η έμφαση δίνονταν στην απόδοση και στο κόστος.

Η μέτρηση της κάθε επιμέρους ευελιξίας ως απόλυτο μέγεθος δεν είναι εφικτή. Αυτό που είναι εφικτό, είναι ο καθορισμός διαφόρων κρίσιμων δεικτών απόδοσης, που επιτρέπουν τη μέτρηση και σύγκριση χαρακτηριστικών που σχετίζονται άμεσα με την ύπαρξη κάποιας από τις ευελιξίες που αναφέρθηκαν. Η αξιολόγηση των δεικτών ως απόλυτοι αριθμοί, είναι περιορισμένη, καθώς δεν υπάρχει κάποιο μέτρο σύγκρισης. Επιτρέπουν όμως συγκρίσεις για διαφορετικές χρονικές ή καταστάσεις, για το ίδιο εξεταζόμενο σύστημα και εξαγωγή αποτελεσμάτων, και εκεί βρίσκεται η χρησιμότητά τους. Αναφέρονται και επεξηγούνται μια σειρά από σχετικούς αριθμοδείκτες για τις διάφορες διαστάσεις της ευελιξίας.

Περνώντας στην πράξη, εξετάζουμε την περίπτωση ενός συγκεκριμένου κλάδου, της βιομηχανίας επίπλων, όπου οι αλλαγές είναι σημαντικές και η ανάγκη για ευελιξία είναι πλέον ζήτημα επιβίωσης. Μελετάμε ειδικότερα μια ελληνική παραγωγική

επιχείρηση, την εταιρεία SATO Office Systems, που προχώρησε σε εκσυγχρονισμό ενός σημαντικού παραγωγικού τμήματός του εργοστασίου της, επενδύοντας σε νέο μηχανολογικό εξοπλισμό, με κύριο ζητούμενο την αύξηση της ευελιξίας της, κυρίως την ευελιξία εύρους/μίγματος, δευτερευόντως την ευελιξία όγκου. Γίνεται μια σύντομη περιγραφή της συγκεκριμένης παραγωγικής διαδικασίας, για να γίνουν κατανοητοί οι τεχνολογικοί και οικονομικοί περιορισμοί που ισχύουν. Στη συνέχεια αναλύεται η κατάσταση που υπήρχε πριν την επένδυση, η οποία σε συνδυασμό με τις νέες απαιτήσεις της αγοράς ώθησε στην απόφαση για την επένδυση,. Ακολουθεί η περιγραφή της κατάστασης μετά την επένδυση.

Η σύγκριση των δύο καταστάσεων γίνεται με τη βοήθεια σχετικών αριθμοδεικτών που χρησιμοποιεί η ίδια η επιχείρηση, καθώς και με τους κρίσιμους δείκτες απόδοσης για τις συγκεκριμένες διαστάσεις ευελιξίας. Τα αποτελέσματα δείχνουν μια σαφή βελτίωση σε ότι αφορά την ευελιξία, τόσο του εύρους/μίγματος όσο και του όγκου. Τα οφέλη είναι πολλαπλά, μείωση χρόνων setup, μείωση εργατικού κόστους, μείωση ύψους αποθεμάτων, αύξηση διαθέσιμης παραγωγικής δυναμικότητας, βελτίωση ευκολίας χρονοπρογραμματισμού και μείωση χρόνων παράδοσης.

Υπάρχουν όμως και αρνητικές συνέπειες, όπως αύξηση κόστους παραγωγής λόγω των αποσβέσεων της επένδυσης, αυξημένες απώλειες χρόνου λόγω βλαβών και απαιτήσεων συντήρησης ενός πιο απαιτητικού και ευαίσθητου εξοπλισμού, με πολλούς αυτοματισμούς. Από μόνη της η τεχνολογία δεν είναι αρκετή για την εξασφάλιση παραγωγικής ευελιξίας. Χρειάζεται να υπάρχει επιτυχής προσαρμογή σε όλα τα επίπεδα.

Ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει το αποτέλεσμα και τα τελικά συμπεράσματα είναι και η δύσκολη οικονομική συγκυρία, με σημαντική μείωση του κύκλου εργασιών, που περιορίζει αρκετά τα προσδοκώμενα οφέλη από την επένδυση. Από την άλλη όμως, αν δεν είχε γίνει η επένδυση, στην ίδια οικονομική συγκυρία η επιχείρηση πιθανότατα θα αδυνατούσε να ανταποκριθεί σε όλο και μειούμενους όγκους παραγωγής και συχνότερες εναλλαγές παραγωγής. Η ανάγκη για παραγωγική ευελιξία ως ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έγινε ταυτόχρονα εργαλείο για να ανταπεξέλθει η επιχείρηση σε πρωτοφανή χαμηλά δεδομένα πωλήσεων, που δεν θα άντεχε με την προηγούμενη κατάσταση χωρίς ικανή ευελιξία.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	ii
ΣΥΝΟΨΗ (Abstract)	iii
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	v
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΕΥΕΛΙΞΙΑ	3
2.1 Έννοια και ορισμός της παραγωγικής ευελιξίας	3
2.2 Διαστάσεις της παραγωγικής ευελιξίας.....	5
2.3 Ευελιξία Μίγματος – Ευελιξία Όγκου	15
2.4 Παραγωγική ευελιξία – Διοίκηση Ανθρώπινου Δυναμικού.....	18
2.5 Μέτρηση Παραγωγικής Ευελιξίας.....	20
2.6 Βασικοί Δείκτες Απόδοσης για Παραγωγική Ευελιξία	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ: ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΕΥΕΛΙΞΙΑ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΕΠΙΠΛΩΝ	25
3.1 Μελέτη Εφαρμογής – Βιομηχανία επίπλων	25
3.2 Παράδειγμα εφαρμογής – SATO Office Systems.....	27
3.3 Περιγραφή παραγωγικής διαδικασίας	30
3.4 Προηγούμενη Κατάσταση.....	33
3.5 Κατάσταση μετά την επένδυση.....	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	41
4.1 Αποτελέσματα και αριθμοδείκτες.....	41
4.2 Συμπεράσματα παραδείγματος εφαρμογής	51
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	57
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	60

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τις δύο τελευταίες δεκαετίες ο γενικός όρος «ευελιξία» βρίσκεται συνεχώς στην επικαιρότητα σε θέματα Διοίκησης Λειτουργιών. Το χρονικό αυτό διάστημα, με την εξάπλωση και την επικράτηση του φαινομένου που ονομάστηκε «Παγκοσμιοποίηση», οι επιχειρήσεις άρχισαν να διαπιστώνουν όλο και περισσότερο, το ανταγωνιστικό περιβάλλον γύρω τους να αλλάζει, και μάλιστα με ταχύτατους ρυθμούς και με μη προβλέψιμα αποτελέσματα.

Συνεχείς και μεγάλες ανακατατάξεις στις αγορές ανέτρεψαν τα δεδομένα που ίσχυαν και ώθησαν τις επιχειρήσεις σε αντίστοιχες αλλαγές προσαρμογής στις νέες συνθήκες που διαμορφώνονται.

Ο παγκόσμιος ανταγωνισμός, η ταχέως μεταβαλλόμενη τεχνολογία, οι συντομότεροι κύκλοι ζωής των προϊόντων συνέβαλαν στο να γίνει το τρέχον παραγωγικό περιβάλλον εξαιρετικά ανταγωνιστικό. Οργανισμοί αντιμετωπίζουν σημαντική αβεβαιότητα και συνεχείς μεταβολές. Παραδοσιακές προσεγγίσεις παραγωγής, όπως η μαζική παραγωγή των λίγων τυποποιημένα προϊόντα, δεν είναι πλέον αρκετές από μόνες τους ως ανταγωνιστικά εφόδια. Οι πελάτες απαιτούν μεγαλύτερη ποικιλία από υψηλής ποιότητας, χαμηλού κόστους προϊόντα και υπηρεσίες (Pine, 1993). Καθώς όμως οι αλλαγές είναι πλέον συνεχείς και απρόβλεπτες, η ανάγκη των επιχειρήσεων για αλλαγές γίνεται και αυτή μια διαρκής διαδικασία για κάθε επιχείρηση που θέλει να συνεχίσει την επιτυχή δραστηριοποίησή της στο χώρο της. Οι επιχειρήσεις πρέπει συνεπώς να αναπτύσσουν νέες μεθόδους και προοπτικές για την αντιμετώπιση αυτών των αναγκών της αγοράς με έγκαιρη και οικονομικά αποδοτικό τρόπο.

Ο βαθμός που η κάθε επιχείρηση θα καταφέρει να προσαρμοστεί στα νέα δεδομένα, η επιτυχής υλοποίηση των αλλαγών, καθορίζεται από την «ευελιξία» που μπορεί να επιδείξει η κάθε μία.

Η λέξη «ευελιξία – ευέλικτη» απέκτησε θεμελιώδη σημασία. Έχει συγκεντρώσει την προσοχή των επιχειρήσεων, των κατασκευαστών εξοπλισμού και των προμηθευτών. Στο επίκεντρο της συζήτησης είναι η αντίληψη ότι η ευελιξία μπορεί να δώσει λύσεις σε πολλά προβλήματα, καθώς υπονοεί μια ενισχυμένη ικανότητα αντιμετώπισης καταστάσεων αλλαγής. Εάν συνδυάσει κανείς αυτό το υπονοούμενο πλεονέκτημα με τα πρωτοφανή επίπεδα αλλαγής που οι περισσότερες επιχειρήσεις έχουν βιώσει κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας τότε είναι εύκολο να καταλάβει γιατί οι περισσότεροι βλέπουν αυτές τις εξελίξεις ως τη μελλοντική πορεία. Βρίσκοντας τους οργανισμούς τους ανίκανους να ανταπεξέλθουν, λόγω προηγούμενων

επενδύσεων σε διαδικασίες αφιερωμένες σε προϊόντα που ήταν σε φθίνουσα πορεία, ή φορτωμένες με συστήματα πολύ στιβαρά και χωρίς δυνατότητα ανταπόκρισης σε νέες συνθήκες, οι επιχειρήσεις είδαν την ευελιξία ως τη σωτηρία τους (Hill, 1991).

Το πόσο σημαντική και επίκαιρη είναι η έννοια της ευελιξίας φαίνεται και από το μεγάλο πλήθος σχετικών δημοσιεύσεων στη διεθνή βιβλιογραφία. Πέρα όμως από την αξία της ευελιξίας για προσαρμογή στις αλλαγές, η σχετική βιβλιογραφία αποκαλύπτει ότι πολλά από τα νέα «σύνορα» ανταγωνισμού που προτείνονται από τους συγγραφείς φαίνεται να εξαρτώνται από την ευελιξία. Υποστηρίζεται για παράδειγμα ότι, ενώ είναι πολύ πιθανό ένας οργανισμός να είναι ευέλικτος χωρίς να είναι καινοτόμος, δεν ισχύει το αντίστροφο: «δεν μπορεί κάποιος να είναι καινοτόμος χωρίς να είναι ευέλικτος» (Bolwijn και Kumpe, 1990).

Στο επόμενο (2^ο) κεφάλαιο θα δούμε σε μεγαλύτερη ανάλυση την ευελιξία που σχετίζεται με τη βιομηχανική παραγωγή. Εκθέτονται διάφορες μελέτες και προσπάθειες ορισμού και ταξινόμησης της ευελιξίας στις διάφορες διαστάσεις της. Οι κύριες μορφές παραγωγικής ευελιξίας, η ευελιξία εύρους και η ευελιξία όγκου, αναφέρονται στη συνέχεια, μαζί με τους διάφορους παράγοντες που τις επηρεάζουν.

Συζητείται επίσης η συνεισφορά του ανθρώπινου δυναμικού μιας παραγωγικής επιχείρησης στην επίτευξη ευελιξίας. Στο τέλος του κεφαλαίου γίνεται αναφορά στην προσπάθεια μέτρησης της παραγωγικής ευελιξίας, μέσω κατάλληλων δεικτών, ώστε να γίνει δυνατή η ποσοτικοποίησή και η σύγκρισή της, στις συγκεκριμένες, τουλάχιστον, διαστάσεις.

Στο 3^ο κεφάλαιο μελετάται η εφαρμογή της ευελιξίας στην πράξη. Ξεκινώντας από τη βιομηχανία επίπλων, γίνεται παρουσίαση των ιδιοτεροτήτων του κλάδου και τονίζεται η σημαντικότητα της ύπαρξης ευελιξίας. Στη συνέχεια γίνεται ιδιαίτερη εστίαση σε συγκεκριμένη επιχείρηση του κλάδου που προχώρησε σε εκσυγχρονισμό της παραγωγής μέσω σημαντικής επένδυσης, με στόχο την αύξηση της παραγωγικής της ευελιξίας. Αναφέρονται τα δεδομένα που ίσχυαν πριν την επένδυση, τα βήματα υλοποίησης της επένδυσης και τα αποτελέσματα που προέκυψαν

Στο 4^ο και τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα σχετικά αριθμητικά στοιχεία και οι αριθμοδείκτες που εξήχθησαν από τα δεδομένα της συγκεκριμένης μελέτης περίπτωσης. Ακολουθεί σχολιασμός των αποτελεσμάτων και τα συμπεράσματα που προέκυψαν, ενώ γίνεται αναφορά και σε μελλοντικές σκέψεις για περεταίρω βελτίωση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΕΥΕΛΙΞΙΑ

2.1 ΕΝΝΟΙΑ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΕΥΕΛΙΞΙΑΣ

Αν και η ευελιξία ως έννοια έχει εφαρμογή σε πολλούς διαφορετικούς τομείς δραστηριοποίησης των επιχειρήσεων, εκεί που αποκτά τη μέγιστη σημαντικότητά της είναι στις βιομηχανικές παραγωγικές επιχειρήσεις. Περιορίζοντας λοιπόν το εύρος της εργασίας στις βιομηχανικές-παραγωγικές επιχειρήσεις, ο όρος που ενδιαφέρει είναι η «παραγωγική ευελιξία» (manufacturing flexibility). Όπως θα δούμε και στη συνέχεια, ακόμα και αυτός ο όρος είναι ένας γενικός όρος, που περιλαμβάνει ένα πλήθος άλλων παραμέτρων με τον αντίστοιχο επιμέρους βαθμό ευελιξίας.

Στη βιομηχανία και στον τομέα της μεταποίησης, το κόστος παραγωγής και η ποιότητα θεωρούνταν παραδοσιακά ως οι κρίσιμοι παράγοντες επιτυχίας. Ολοένα και περισσότερο, ωστόσο, θεωρείται πλέον και η ευελιξία ως ένας κρίσιμος παράγοντας επιτυχίας (Kim, 2000). Η «παραγωγική ευελιξία» έχει ανακηρυχθεί διεθνώς ως ένα σημαντικό ανταγωνιστικό όπλο για βιομηχανικές επιχειρήσεις που λειτουργούν σε όλο και πιο αβέβαιο περιβάλλον.

Στο παρελθόν, η ζήτηση ήταν πιο σταθερή, υπήρχε μικρότερη ποικιλία προϊόντων, οι κύκλοι ζωής και χρόνοι παράδοσης ήταν μεγαλύτεροι (Chambers, 1995). Τώρα, η ικανότητα απορρόφησης διακυμάνσεων στη ζήτηση με οικονομικό τρόπο, ανάπτυξης και εισαγωγής νέων προϊόντων πιο γρήγορα (Gaimon και Singhal, 1992) με χρησιμοποίηση των υφιστάμενων εγκαταστάσεων, θεωρούνται σημαντικά θέματα ανταγωνιστικότητας. Τέτοιες εκτιμήσεις λειτούργησαν ως καταλύτης για το ενδιαφέρον που επιδεικνύεται σήμερα στην παραγωγική ευελιξία.

Εδώ θα πρέπει πρώτα να τονίσουμε τη σημαντική και πραγματική διαφορά μεταξύ της ικανότητας μιας βιομηχανικής επιχείρησης (ένα σύστημα παραγωγής) να ελίσσεται και να προσαρμόζεται σε ένα ευρύ φάσμα καταστάσεων με τρόπο ώστε να μπορεί να επιστρέψει στην ακριβή αρχική του κατάσταση (ευελιξία) και μεταξύ της ικανότητας να αλλάξει οριστικά κατάσταση, από μία αρχική μορφή γρήγορα και εύκολα σε μια άλλη (ικανότητα αλλαγής). Η παραπάνω διαφορά συνδέεται άμεσα με τις έννοιες του εύρους και της χρονικής ανταπόκρισης της αλλαγής (Slack 1987, Koste & Malhotra 2000), και του λειτουργικού, τακτικού και στρατηγικού επιπέδου που αυτή υλοποιείται (Oke 2005).

Έχει υποστηριχθεί, ότι η παραγωγική ευελιξία έχει τη δυνατότητα να παρέχει στις επιχειρήσεις την ικανότητα να αλλάζουν ταχύτερα τα επίπεδα της παραγωγής, να αναπτύξουν νέα προϊόντα πιο γρήγορα και πιο συχνά, και να ανταποκρίνονται πιο γρήγορα σε απειλές του ανταγωνισμού. Προϋπόθεση όμως για να γίνει η επιχείρηση

πιο ανταγωνιστική, είναι να έχει προηγηθεί η σωστή αντιστοίχιση της επιθυμητής παραγωγικής ευελιξίας με τις ανάγκες των επιλεγμένων αγορών που δραστηριοποιείται. Πρέπει με άλλα λόγια, να έχει επιτευχθεί ταύτιση των στρατηγικών marketing και παραγωγής. Τυχόν αποτυχία ευθυγράμμισης των στρατηγικών marketing και παραγωγής όσο αφορά στην τιμολόγηση των προϊόντων και στην παραγωγική ευελιξία μίγματος προϊόντων, ενδέχεται να οδηγήσει σε σοβαρές οικονομικές συνέπειες (Berry & Cooper, 1997). Αυτό που δεν είναι ευρέως κατανοητό είναι πώς θα καθοριστεί αν η αναντιστοιχία στην ευθυγράμμιση των δύο στρατηγικών δεν θα επιτρέψει την στρατηγική αυξημένης ποικιλίας προϊόντων να επιφέρει διαρκές ανταγωνιστικό πλεονέκτημα όσον αφορά στο μερίδιο αγοράς, στην αύξηση πωλήσεων και στην κερδοφορία.

Ορισμός Παραγωγικής Ευελιξίας

Προκειμένου να εμβαθύνουμε περισσότερο στην έννοια της παραγωγικής ευελιξίας, είναι απαραίτητο δώσουμε τον ορισμό της. Όπως είδαμε και προηγουμένως, η ευελιξία γενικά, η παραγωγική ευελιξία ειδικά, είναι πιθανότατα μια από τις πιο εκτενώς συζητούμενες έννοιες στη «βιομηχανική» βιβλιογραφία. Και όμως, η έννοιά τους ορίζεται με κάπως γενικό και αόριστο τρόπο. Ένας λόγος για αυτό είναι ότι κατά καιρούς έχουν δοθεί διαφορετικές ονομασίες για τον ίδιο τύπο ευελιξίας. Ένας άλλος είναι η οπτική από την οποία παρακολουθείται η εκάστοτε ευελιξία, πώς δηλαδή την αντιλαμβάνεται εξωτερικά η αγορά, πώς την χαρακτηρίζει το ίδιο το παραγωγικό σύστημα και ποια είναι τα πραγματικά εργαλεία και τεχνικές που χρησιμοποιούνται για να επιτευχθεί.

Ένας πρώιμος ορισμός της παραγωγικής ευελιξίας που παρέχεται από τους Gupta και Goyal (1989), είναι «η ικανότητα ενός συστήματος παραγωγής να αντιμετωπίζει μεταβαλλόμενες συνθήκες ή αστάθεια που προκαλείται από το περιβάλλον». Ο Cox (1989) ορίζει την παραγωγική ευελιξία ως «την ταχύτητα και την ευκολία με την οποία τα εργοστάσια μπορούν να ανταποκρίνονται στις μεταβολές των συνθηκών της αγοράς». Ο Nagarur (1992) υιοθέτησε μια πιο λειτουργική άποψη, ορίζοντας την ως «την ικανότητα του συστήματος να προσαρμοστεί γρήγορα σε οποιαδήποτε αλλαγή στους σχετικούς παράγοντες, όπως το προϊόν, η διαδικασία, τα φορτία και αστοχία μηχανής». Ακόμα ένας, ίσως πιο ολοκληρωμένος ορισμός είναι, «η ικανότητα αλλαγής ή αντίδρασης με μικρή ποινή σε χρόνο, προσπάθεια, κόστος ή απόδοση» (Upton, 1994). Οι παραπάνω ορισμοί παρουσιάζουν τρία σημαντικά σημεία. Αντανακλούν το εύρος και την ποικιλομορφία στην κατανόηση του θέματος, αναφέρονται στην ικανότητα ανταπόκρισης στην αλλαγή, και τονίζουν τη χρήση της ευελιξίας για να αντιμετωπιστεί η αβεβαιότητα.

Μια αρκετά διαδεδομένη και κοινά αποδεκτή αντίληψη για τον ορισμό της, είναι ότι η **«παραγωγική ευελιξία είναι το πόσο γρήγορα μπορεί μια παραγωγική οργάνωση να προσαρμόσει τις λειτουργίες της ώστε να ανταποκρίνονται στις ανάγκες των διαφοροποιούμενων συνθηκών και των ανταγωνιστικού περιβάλλοντος στο οποίο λειτουργεί»**.

Ευέλικτος παραγωγός θεωρείται εκείνος που μπορεί να προσαρμόσει τις λειτουργίες του σε γεγονότα όπως αλλαγές στη ζήτηση των προϊόντων του, αλλαγές στις επιθυμίες των καταναλωτών, μεταβολές στην ποιότητα και το χρόνο παράδοσης των προμηθευτών και εμφανίσεις νέων προϊόντων και διαδικασιών παραγωγής.

Πέρα από την αυτονόητη προσαρμογή στις αλλαγές που αναφέρουμε παραπάνω, που είναι μια παθητική αντιμετώπιση, μπορούμε να προεκτείνουμε την ευελιξία και σε ενεργητικό επίπεδο. Προτείνεται λοιπόν, ότι η ευελιξία της παραγωγής δεν είναι μόνον το πόσο γρήγορα ένας κατασκευαστής μπορεί να προσαρμοστεί στις μεταβαλλόμενες συνθήκες και περιβάλλοντα, αλλά και το πόσο καλά ένας κατασκευαστής μπορεί να είναι ηγέτης και να οδηγήσει ο ίδιος πρώτος αλλάζοντας αυτές τις συνθήκες και περιβάλλοντα, αναγκάζοντας έτσι τον υπόλοιπο ανταγωνισμό να ακολουθεί (Kim 1991).

2.2 ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΕΥΕΛΙΞΙΑΣ

Μελετώντας τη σχετική βιβλιογραφία, διαπιστώνουμε ότι υπάρχει μια πληθώρα ορισμών και περιγραφών για το τι περιλαμβάνει η παραγωγική ευελιξία, χωρίς όμως να συμφωνούν μεταξύ τους σε ένα κοινό τελικό αποτέλεσμα. Ο λόγος είναι ότι ο κάθε συγγραφέας μελετάει το θέμα από τη δική του διαφορετική κατά περίπτωση σκοπιά. Έτσι ο ίδιος όρος χρησιμοποιείται άλλες φορές για να χαρακτηρίσει τις ιδιότητες της οργάνωσης της επιχείρησης σε στρατηγικό επίπεδο και άλλες φορές χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσει το μίγμα των ανταγωνιστικών προτεραιοτήτων που έχουν επιλεγεί σε λειτουργικό επίπεδο, στο πλαίσιο της παραγωγικής στρατηγικής.

Μπορούμε δηλαδή με κριτήριο το χρόνο, αλλά και με βάση το στόχο, να εντοπίσουμε δύο διαφορετικούς βασικούς τύπους παραγωγικής ευελιξίας, έναν τύπο που ασχολείται με βραχυπρόθεσμα θέματα όπως αλλαγές στο μίγμα προϊόντων και τις ποσότητες, που μπορεί να ονομαστεί «λειτουργική ευελιξία» (operational flexibility), και έναν άλλο τύπο που ασχολείται με πιο μακροπρόθεσμα θέματα όπως ανταγωνιστικές προτεραιότητες και αλλαγές στην οργάνωση και την παραγωγική τεχνολογία, που μπορούμε αντίστοιχα να ονομάζουμε «στρατηγική ευελιξία» (strategic flexibility).

Η απόφαση ενός παραγωγού να υλοποιήσει μια αλλαγή στο ανταγωνιστικό του περιβάλλον με δική του ενέργεια, ή μια απόφαση αντίδρασης σε αλλαγές που προκλήθηκαν από άλλους, είναι θέματα στρατηγικής ευελιξίας. Η ικανότητα του παραγωγού να υλοποιήσει αυτές τις αποφάσεις και τα βήματα που θα πρέπει να ακολουθήσει, είναι θέματα λειτουργικής ευελιξίας. Η λειτουργική ευελιξία του παραγωγού είναι αυτή που δίνει τη δυνατότητα, ταυτόχρονα όμως θέτει και το όριο, στη στρατηγική ευελιξία του. Συνεπώς, όλοι οι παραγωγοί, ανεξάρτητα από τη στρατηγική ευελιξία που ίσως να διαθέτουν, μπορούν να ωφεληθούν με το να γίνουν περισσότερο λειτουργικά ευέλικτοι.

Η αύξηση της λειτουργικής ευελιξίας επιτυγχάνεται με οποιαδήποτε ενέργεια η οποία επιτρέπει σε ένα παραγωγό να κάνει τα πράγματα γρηγορότερα ή νωρίτερα από ότι ήταν σε θέση προηγουμένως. Έτσι, ενέργειες όπως μειώσεις στους χρόνους set-up, στους χρόνους επεξεργασίας των μηχανών, στους χρόνους παράδοσης προμηθευτών, στους χρόνους σχεδιασμού, έχουν όλες ως αποτέλεσμα την αύξηση της λειτουργικής ευελιξίας. Αντίστοιχα, και κάθε άλλη δραστηριότητα που οδηγεί έμμεσα σε μείωση αυτών των χρονικών παραγόντων, επίσης θα αυξήσει τη λειτουργική ευελιξία. Σαφώς λοιπόν, επενδύσεις σε νέο μηχανολογικό εξοπλισμό των εργοστασίων, σε ανθρώπινο δυναμικό, ή σε υποδομές, μπορούν να έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της λειτουργικής ευελιξίας. (Kim, 1991)

Υπάρχει βέβαια και η αντίθετη περίπτωση, να έχουμε δηλαδή καταστάσεις που ενδέχεται να μειώνουν τη λειτουργική ευελιξία. Η απόλυτη αξιοπιστία των μηχανών, το μηδενικό ποσοστό σκάρτων, οι αξιόπιστες παραδόσεις προμηθευτών μπορεί να θεωρούνται δεδομένα και να μην έχουν περεταίρω θετική επίδραση στη λειτουργική ευελιξία. Όταν όμως αποκλίνουν από το ιδανικό και προκύπτουν π.χ. βλάβες στις μηχανές, σκάρτα στην παραγωγή ή καθυστερημένες αναξιόπιστες παραδόσεις προμηθευτών, θα έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση της λειτουργικής ευελιξίας του παραγωγού.

Τύποι λειτουργικής βιομηχανικής ευελιξίας που προτείνονται από τον Sweeney (1986), περιλαμβάνουν εκείνους που σχετίζονται με το μίγμα της παραγωγής (product mix), τη χρήση εξαρτημάτων και υλικών (alternative BOMs), τη διέλευση από διαφορετικές μηχανές (alternative routings), την αλλαγή σχεδίου (design change), την αλλαγή όγκου παραγωγής (volume flexibility), την διαδικασία παραγωγής (process flexibility), την ποιότητα (quality flexibility), τους χρόνους lead time, τον χρόνο παράδοσης (delivery time flexibility), την εργασία (workforce flexibility), την τεχνολογία και την οργανωτική δομή.

Μια άλλη προσπάθεια ορισμού και ταξινόμησης των διαφόρων τύπων ευελιξίας έγινε από τους Sethi & Sethi (1990). Στη μελέτη τους, που ήταν και από τις πρώτες

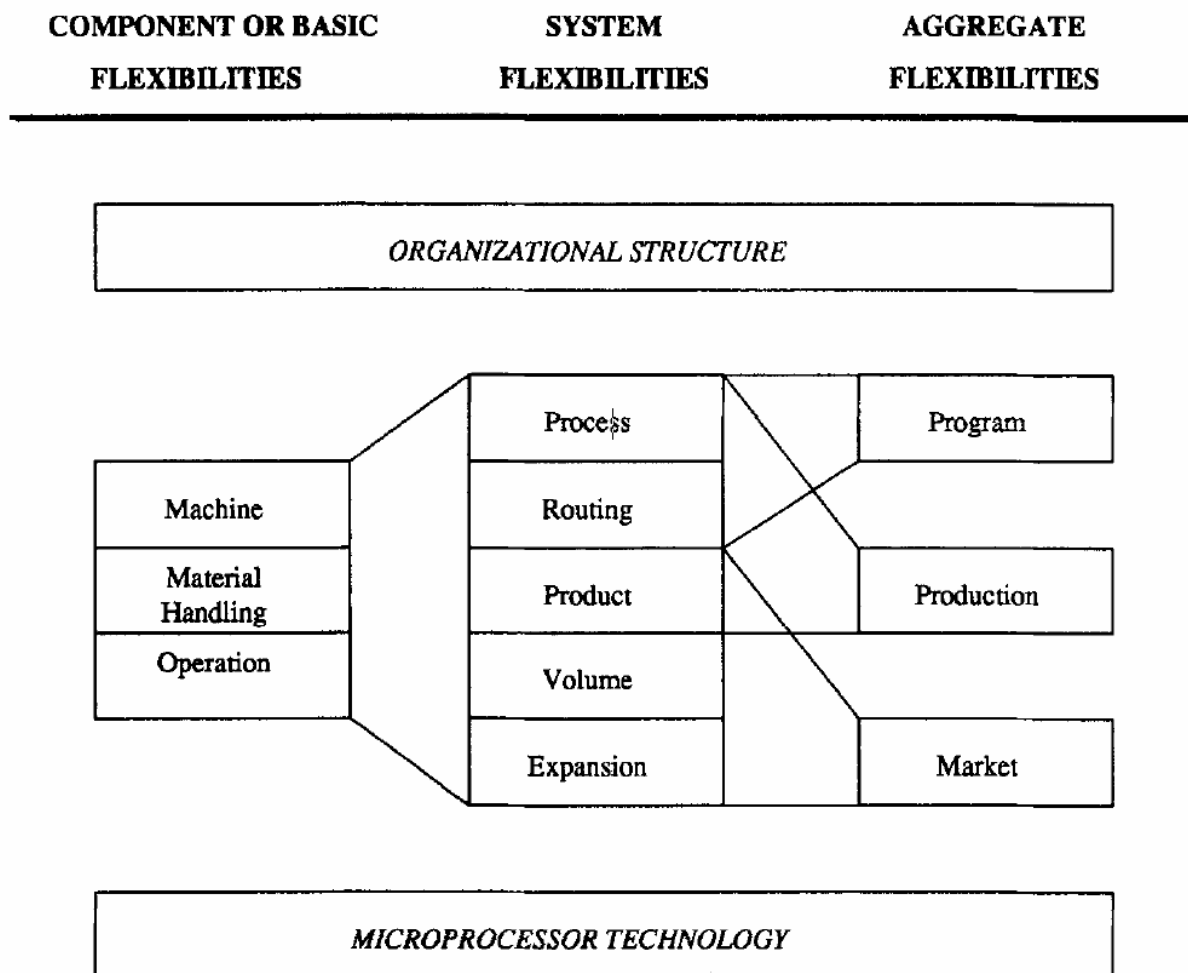
προσπάθειες συλλογής της σχετικής βιβλιογραφίας, οι Sethi & Sethi κατέγραψαν 11 διαφορετικούς τύπους ευελιξίας:

1. **Ευελιξία μηχανής:** αναφέρεται στα διάφορα είδη λειτουργιών που η μηχανή μπορεί να εκτελέσει χωρίς απαιτεί απαγορευτικά μεγάλη προσπάθεια για τη μεταστροφή από τη μια λειτουργία στην άλλη.
2. **Ευελιξία χειρισμού υλικών:** είναι η ικανότητα του συστήματος χειρισμού υλικών να μετακινεί διαφορετικά είδη τεμαχίων αποδοτικά, για τη σωστή τοποθέτηση και επεξεργασία στην παραγωγική εγκατάσταση που εξυπηρετεί.
3. **Ευελιξία λειτουργίας:** Η ευελιξία λειτουργίας ενός τεμαχίου αναφέρεται στην ικανότητά του να παράγεται με διαφορετικούς τρόπους.
4. **Ευελιξία διαδικασίας:** Η ευελιξία διαδικασίας ενός συστήματος παραγωγής αφορά το σύνολο των τύπων τεμαχίων που το σύστημα μπορεί να παράγει χωρίς σημαντικές ρυθμίσεις (setups)
5. **Ευελιξία προϊόντος:** Η ευελιξία προϊόντος είναι η ευκολία με την οποία νέοι τύποι τεμαχίων μπορούν να προστεθούν ή να αντικατασταθούν από υπάρχοντες τύπους.
6. **Ευελιξία διαδρομής:** Η ευελιξία διαδρομής (routing) ενός συστήματος παραγωγής είναι η ικανότητα του συστήματος να παράγει ένα τεμάχιο από εναλλακτικές διαδρομές μέσω του συστήματος.
7. **Ευελιξία όγκου:** Ευελιξία όγκου ενός συστήματος παραγωγής είναι η ικανότητά του να λειτουργεί επικερδώς σε διαφορετικά συνολικά επίπεδα παραγωγής.
8. **Ευελιξία επέκτασης:** Ευελιξία επέκτασης ενός συστήματος παραγωγής είναι η ευκολία με την οποία μπορεί να αυξηθεί η δυναμικότητα και ικανότητα του, όταν χρειάζεται.
9. **Ευελιξία προγράμματος:** Ευελιξία προγράμματος είναι η ικανότητα του συστήματος να λειτουργεί σχεδόν χωρίς επίβλεψη για αρκετά μεγάλη χρονική περίοδο.
10. **Ευελιξία παραγωγής:** Ευελιξία παραγωγής είναι το σύνολο των τύπων τεμαχίων που μπορεί να παραγάγει το σύστημα παραγωγής, χωρίς την προσθήκη μεγάλου κεφαλαιουχικού εξοπλισμού.
11. **Ευελιξία αγοράς:** Ευελιξία αγοράς είναι η ευκολία με την οποία το σύστημα παραγωγής μπορεί να προσαρμοστεί σε ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον αγοράς.

Το έργο των Sethi και Sethi εντάσσει την παραγωγική ευελιξία στο ευρύτερο πλαίσιο της οργάνωσης και του επιχειρηματικού περιβάλλοντος και κατά συνέπεια στη στρατηγική ευελιξία, τονίζοντας τον ρόλο των ευρύτερων αυτών θεμάτων στην επιδίωξη της ευελιξίας. Αναγνωρίζει επίσης ότι κάθε τύπος ευελιξίας διέπεται από την

ύπαρξη εξελιγμένης τεχνολογίας υπολογιστών και πληροφορικής και από ευέλικτες οργανωτικές δομές.

Οι παραπάνω τύποι ευελιξίας, η ταξινόμησή τους και η σχέσεις αλληλεπίδρασης μεταξύ τους, αποτυπώνονται στο σχήμα 2.1.



Σχήμα 2.1: οι 11 τύποι ευελιξίας των Sethi & Sethi (1990), η ταξινόμηση και σχέσεις μεταξύ τους

Όπως φαίνεται από τις παραπάνω αναφορές, αλλά και από πλήθος άλλων θεωρητικών μελετών, η έννοια της ευελιξίας έχει πολυδιάστατο και σύνθετο χαρακτήρα. Αρχικά, πολλές εμπειρικές μελέτες και αναλυτικά μοντέλα για την ευελιξία, προσπάθησαν να προσεγγίσουν το θέμα, ορίζοντας την όμως με μια μονοδιάστατη αντίληψη και μη λαμβάνοντας υπόψη τις υπόλοιπες παραμέτρους, κάτι που οδήγησε σε ελλειπή συμπεράσματα. Σύμφωνα όμως με τους Beach & Muhleman (2000b), η ευελιξία έχει περισσότερες διαστάσεις που πρέπει να μελετηθούν ξεχωριστά, μέσα όμως σε ένα κοινό πλαίσιο όπου αλληλεπιδρούν. Με το σκεπτικό αυτό είναι σύμφωνο το μοντέλο που πρότεινε ο Slack (1991), που κατατάσσει την ευελιξία σε ευελιξία

πόρων (resource flexibility) και σε ευελιξία παραγωγικού συστήματος (manufacturing system flexibility). Η ευελιξία πόρων σχετίζεται με τα συγκεκριμένα εργαλεία και τεχνικές που χρησιμοποιούνται για να προσδώσουν ευέλικτα χαρακτηριστικά, όπως π.χ. τεχνολογία παραγωγής, όροι απασχόλησης κλπ. Η ευελιξία του παραγωγικού συστήματος περιλαμβάνει τέσσερεις αναγνωρίσιμους τύπους:

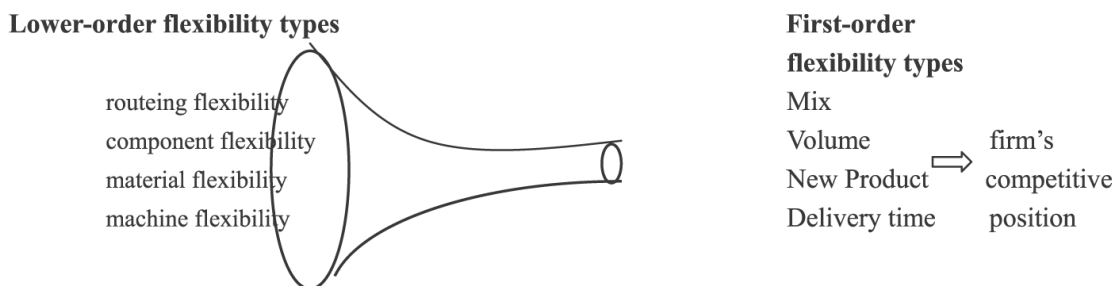
- (1) ευελιξία νέου προϊόντος. Η δυνατότητα εισαγωγής και παράγωγής καινούργιων προϊόντων, ή η τροποποίηση ήδη υπαρχόντων.
- (2) ευελιξία εύρους/μίγματος. Η δυνατότητα τροποποίησης του εύρους φάσματος των προϊόντων που παράγονται από το σύστημα παραγωγής εντός συγκεκριμένης χρονικής περιόδου.
- (3) ευελιξία όγκου. Η δυνατότητα αλλαγής του επιπέδου του συνολικού όγκου παραγωγής.
- (4) ευελιξία χρόνου παράδοσης. Η δυνατότητα αλλαγής του προγραμματισμένου ή αναμενόμενου χρόνου παράδοσης

Στη συνέχεια, ο Slack υποστήριξε ότι η ευελιξία των πόρων (resource flexibility) συμβάλει, ή κατά μία έννοια, επιτρέπει την ευελιξία του συνόλου του βιομηχανικού συστήματος. Με τη σειρά του αυτό βελτιώνει την απόδοση της παραγωγής και στη συνέχεια αυξάνει την ανταγωνιστικότητα της επιχείρησης.

Παρόμοιος διαχωρισμός ήταν το αποτέλεσμα της μελέτης των Suarez et.al. (1996), που χαρακτήρισαν τις τέσσερις προτεινόμενες κατηγορίες ευελιξίας του Slack ως ευελιξίες «πρώτης τάξεως» (first-order), καθώς είναι εκείνες που άμεσα επηρεάζουν την ανταγωνιστική θέση μιας εταιρίας.

Οι συγκεκριμένοι μελετητές θεωρούν ότι όλες οι υπόλοιπες κατηγορίες ευελιξίας που αναφέρονται στη βιβλιογραφία, όπως της διέλευσης (routing), των υλικών (material), των μηχανών (machine) κ.α. δεν επηρεάζουν άμεσα την ανταγωνιστική θέση της εταιρίας, αλλά μάλλον λειτουργούν μέσω των ευελιξιών «πρώτης τάξεως». Ονομάζουν αυτά τα βοηθητικά εργαλεία ως τύπους ευελιξίας «χαμηλότερης τάξης» (lower-order). Η προτεινόμενη αυτή ανάλυση αποτυπώνεται στο σχήμα 2-2.

Γίνεται άμεσα αντιληπτό ότι οι «χαμηλότερης τάξης» ευελιξίες του Suarez, σε μεγάλο βαθμό ταυτίζονται με τις ευελιξίες πόρων που πρότεινε ο Slack, που το σύνολό τους αποτελεί την ευελιξία του παραγωγικού συστήματος, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως.



Σχήμα 2-2: το «χωνί» της ευελιξίας – ανάλυση των τύπων ευελιξίας σε «πρώτης τάξης» και «χαμηλότερης τάξης» [Suarez et al.]

Παρόλο που οι «χαμηλότερης τάξης» ευελιξίες είναι θεμελιώδους σημασίας για την επίτευξη της συνολικής ευελιξίας του παραγωγικού συστήματος, συχνά δεν τους αναγνωρίζονται οι θετικές επιπτώσεις τους στην ανταγωνιστικότητα. Δεν είναι καθόλου φανερός ο τρόπος που επηρεάζουν την ανταγωνιστική θέση της επιχείρησης και συνήθως δεν γίνονται αντιληπτές άμεσα από τους πελάτες, όπως γίνονται οι πρώτης τάξης τύποι ευελιξίας. Είναι όμως αυτές που έχουν τύχει τη μεγαλύτερη προσοχή στις μελέτες για την ευελιξία. Πολύ περισσότερες εργασίες έρευνας έχουν γίνει για χαμηλότερης τάξης ευελιξίες από ότι για πρώτης τάξης, παρά την σημαντικότητα των τελευταίων για την ανταγωνιστικότητα της επιχείρησης. Κύριος λόγος για αυτό είναι ότι η έρευνα για την ευελιξία χαμηλής τάξης μπορεί να πραγματοποιηθεί εξ ολοκλήρου στο εσωτερικό της επιχείρησης και να αντιμετωπιστεί ως ένα τεχνικό ζήτημα. Η έρευνα για την ευελιξία πρώτης τάξης απαιτεί αναγκαστικά μια εξωτερική προοπτική.

Ορισμένοι ερευνητές, όπως οι Cox (1989), New (1996), Oke (2003a) και Zhang (2003) ισχυρίστηκαν ότι, σε όρους ανταγωνισμού, η ευελιξία όγκου και η ευελιξία εύρους/μίγματος είναι οι δύο πιο σημαντικές μορφές παραγωγικής ευελιξίας. Η ευελιξία χρόνου παράδοσης και η ευελιξία νέων προϊόντων θεωρούνται δευτερεύουσες, δεδομένου ότι είναι απλώς συνέπειες της ικανότητας ενός εργοστασίου όσον αφορά την ευελιξία που έχει για μεταβαλλόμενο όγκο και για μεταβαλλόμενο μίγμα αντίστοιχα.

Για την ευελιξία του χρόνου παράδοσης, το παραπάνω σημαίνει ότι ένα εργοστάσιο που δεν μπορεί να παραδώσει μεταβαλλόμενο όγκο παραγγελιών προς τους πελάτες του στο χρόνο που απαιτούνται, δεν μπορεί να ειπωθεί ότι διαθέτει την ευελιξία του όγκου σε επιχειρησιακό επίπεδο, ακόμη και αν είναι σε θέση να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις του όγκου σε μεταγενέστερη ημερομηνία (Oke, 1999). Όσον αφορά τον αρχικό ορισμό του Slack, ένα τέτοιο εργοστάσιο θα μπορούσε να έχει ικανότητα εύρους (μακροπρόθεσμη), αλλά όχι ικανότητα έγκαιρης απόκρισης (βραχυπρόθεσμη). Έτσι, ο ορισμός της ευελιξίας όγκου φαίνεται αυτόματα να εμπεριέχει και τον χρόνο παράδοσης ως παράμετρο. Με άλλα λόγια, ένα εργοστάσιο που διαθέτει ευελιξία όγκου, είναι εξ ορισμού ικανό για ευελιξία στο χρόνο παράδοσης.

Το κρίσιμο ζήτημα είναι ότι η ευελιξία όγκου παραγωγής δεν είναι αυτοσκοπός, αλλά μόνο ένα μέσο δημιουργίας ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος και αυτό που ο πελάτης βλέπει δεν είναι η ίδια η ευελιξία του όγκου, αλλά οι συνέπειές της όσον αφορά την ικανότητα έγκαιρης παράδοσης. Υποστηρίζεται ότι ο ορισμός απλά αντικατοπτρίζει τις διαφορετικές οπτικές γωνίες των επιχειρήσεων: Επιχειρήσεις που δουλεύουν με λογική make-to-stock (παραγωγή για απόθεμα) θεωρούν το θέμα ως ζήτημα όγκου παραγωγής, ενώ επιχειρήσεις που δουλεύουν με λογική make-to-order (κατά παραγγελία πελάτη) το βλέπουν ως ένα θέμα που σχετίζεται με την παράδοση των συγκεκριμένων παραγγελιών. Συνεπώς πράγματι, η ευελιξία του χρόνου παράδοσης μπορεί να θεωρηθεί ότι εμπεριέχεται στην ευελιξία του όγκου παραγωγής.

Για την ευελιξία των νέων προϊόντων, ο παραπάνω ισχυρισμός, ότι πρόκειται απλά για μια ειδική περίπτωση ευελιξίας μίγματος παραγωγής, δεν ευσταθεί απόλυτα. Αν το δούμε από πρακτική άποψη, φαίνεται να είναι σημαντικό να διατηρηθεί η σαφής διάκριση μεταξύ α) της ικανότητας ενός εργοστασίου να αλλάζει παραγωγή μεταξύ υφιστάμενων προϊόντων εύκολα και γρήγορα και β) της ικανότητας να φέρνει καινοτόμα προϊόντα στην αγορά εύκολα και φθηνά.

Με βάση τα παραπάνω, ο Oke (2005) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι στην πραγματικότητα υπάρχουν μόνο τρεις τύποι ευελιξίας σε ένα παραγωγικό σύστημα: η ευελιξία του νέου προϊόντος, η ευελιξία του εύρους/μίγματος παραγωγής και η ευελιξία του όγκου παραγωγής.

Υποστήριξε επιπλέον, ότι όλοι οι μηχανισμοί ευελιξίας που αναφέρονται στη βιβλιογραφία, μπορούν να περιληφθούν στο πλαίσιο των τριών τύπων ευελιξίας του παραγωγικού συστήματος, όπως ορίστηκαν παραπάνω, επιτρέποντας έτσι μια ολοκληρωμένη κατάταξη της παραγωγικής ευελιξίας. Επιπλέον, οι χαμηλής τάξης τύποι ευελιξίας που συμβάλουν ως παράγοντες στην ευελιξία του συστήματος μπορούν επίσης να χωριστούν σε τρεις υποκατηγορίες, ανάλογα με το σε πόσους τύπους ευελιξίας συμβάλουν:

Υπάρχουν παράγοντες που επηρεάζουν μόνο ένα τύπο ευελιξίας, για παράδειγμα η συμφωνία με το εργατικό δυναμικό για υπερωρίες, επηρεάζει άμεσα την ευελιξία όγκου, καθόλου όμως την ευελιξία μίγματος. Οι παράγοντες αυτοί μπορούν να θεωρηθούν ως διαχωρίσιμες και ανεξάρτητες μεταβλητές και ο Suarez et al. τους ονομάζει «θεμελιώδεις παράγοντες».

Υπάρχουν παράγοντες που επηρεάζουν δύο τύπους ευελιξίας και ονομάζονται «διπλοί παράγοντες», για παράδειγμα οι δεξιότητες του προσωπικού έχουν επίδραση τόσο στην ευελιξία μίγματος (γρήγορες αλλαγές παραγωγής) όσο και στην ευελιξία όγκου (αποδοτική παραγωγή).

Τέλος, υπάρχουν παράγοντες, συνήθως εξωτερικοί, που έχουν ουσιαστική επίδραση και στους τρεις τύπους ευελιξίας, όπως η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, και ονομάζονται «γενικοί παράγοντες».

Η σχέση αυτή φαίνεται, με ενδεικτικούς παράγοντες φαίνεται στο υπόδειγμα του σχήματος 2-3.

Γενικός παράγοντας	Ευελιξία Συστήματος	Θεμελιώδης παράγοντας	Διπλός παράγοντας
Εφοδιαστικές αλυσίδες	Νέο προϊόν	Διαδικασία R&D	Προϊόντα με κοινά εξαρτήματα
Τεχνολογία Παραγωγής	Εύρος/Μίγμα	Χρόνος αλλαγής setup	
Τεχνολογία Πληροφορικής	Όγκος	Όροι απασχόλησης	Δεξιότητες εργατικού δυναμικού

Σχήμα 2-3: Ευελιξία παραγωγικού συστήματος και συμβάλλοντες παράγοντες [Oke, 2005]

Μπορούμε να αναγνωρίσουμε τους παρακάτω θεμελιώδεις παράγοντες για κάθε τύπο ευελιξίας συστήματος:

- Ο θεμελιώδης παράγοντας που καθορίζει την ευελιξία νέου προϊόντος είναι η ίδια η διαδικασία R&D, το σύνολο δηλαδή των πρακτικών και διαδικασιών που ακολουθούνται για να βγει ένα νέο προϊόν σε κανονική παραγωγή.
- Ο θεμελιώδης παράγοντας για πολλά συστήματα βιομηχανικής παραγωγής που καθορίζει την ευελιξία μίγματος, είναι ο χρόνος αλλαγής setup, που είναι η κύρια αιτία για απώλειες αποτελεσματικότητας
- Ο θεμελιώδης παράγοντας που καθορίζει την ευελιξία όγκου είναι το είδος των όρων απασχόλησης εργατικού δυναμικού που εφαρμόζονται, καθώς ανάλογα με τις διαθέσιμες λύσεις, μεταβάλλεται η παραγωγική δυναμικότητα

Παράδειγμα διπλού παράγοντα, όπως αναφέρεται και στο σχήμα 2, είναι ο τρόπος με τον οποίο σχεδιάζεται ένα νέο προϊόν. Εάν έχει γίνει πρόβλεψη και χρησιμοποιούνται κατά το σχεδιασμό ήδη υπάρχοντα υλικά ή υποεξαρτήματα (modules), αυτό έχει επίδραση τόσο στον ίδιο το σχεδιασμό (λιγότερα κομμάτια για ανάπτυξη) όσο και στην ευελιξία μίγματος αργότερα (κοινά εξαρτήματα για περισσότερα προϊόντα άρα μείωση ανάγκης για αλλαγές setup).

Άλλο παράδειγμα διπλού παράγοντα είναι οι δεξιότητες του εργατικού δυναμικού, που ανάλογα με το επίπεδό τους, μπορούν να επηρεάσουν τόσο την ευελιξία μίγματος όσο και την ευελιξία όγκου του παραγωγικού συστήματος.

Οι γενικοί παράγοντες επιτρέπουν την επίτευξη όλων των τύπων ευελιξίας συστήματος. Ωστόσο, το επίπεδο στο οποίο έχει επίδραση κάθε ένας από αυτούς τους παράγοντες στην ευελιξία του συστήματος μπορεί να ποικίλει και να εξαρτάται από τον κλάδο της βιομηχανίας ή το εν λόγω εργοστάσιο. Οι γενικοί παράγοντες που προσδιορίζονται στο υπόδειγμα στο σχήμα 2 είναι οι Αλυσίδες Εφοδιασμού (supply-chain management), η Τεχνολογία Παραγωγής (process technology) και η Τεχνολογία Πληροφορικής (information technology).

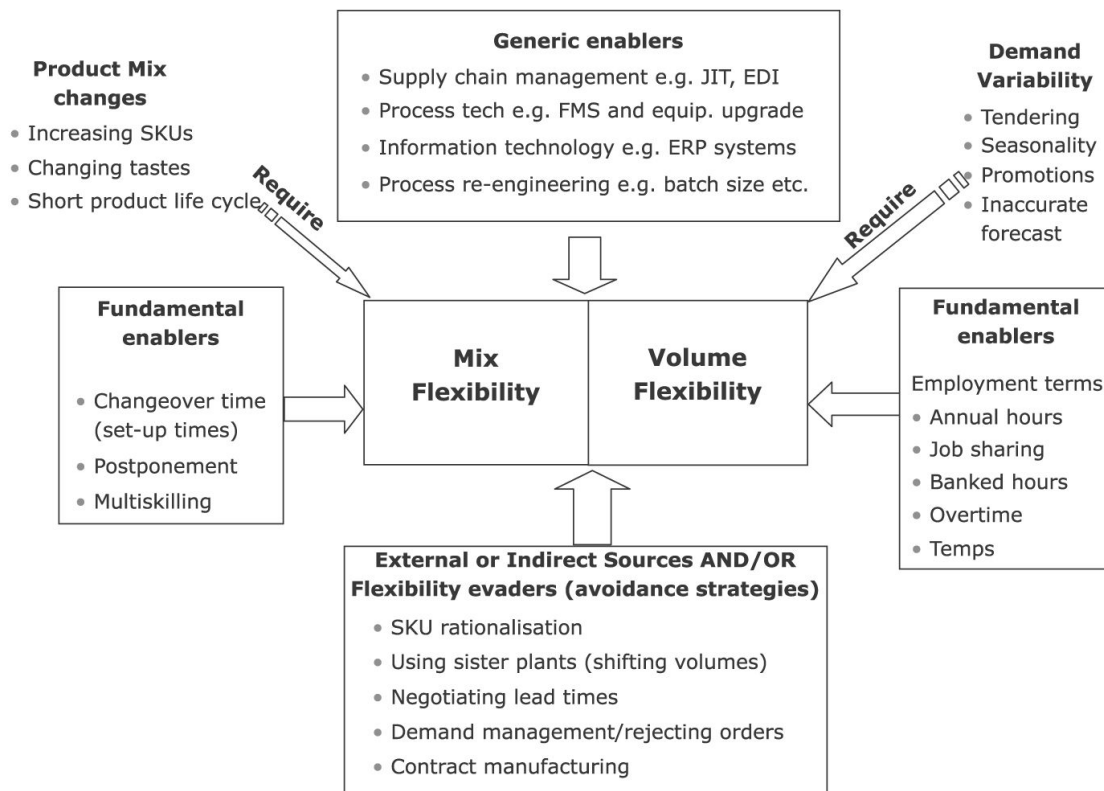
Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας διευρύνει την έννοια της λειτουργικής ενοποίησης πέραν της επιχείρησης, σε όλες τις επιχειρήσεις της αλυσίδας εφοδιασμού. Επιδιώκει την ενίσχυση της ανταγωνιστικής απόδοσης μέσα από τη στενή ενσωμάτωση των εσωτερικών λειτουργιών της επιχείρησης και την αποτελεσματική σύνδεσή τους με τις εξωτερικές δραστηριότητες των προμηθευτών και των μελών της αλυσίδας (Vickery et al., 1999). Οι Jack και Raturi (2002) υποστηρίζουν ότι η αποτελεσματική διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας επιτρέπει μια επιχείρηση να χρησιμοποιεί αποτελεσματικά το δίκτυο των προμηθευτών της για να ανταποκριθεί στις αβεβαιότητες της ζήτησης.

Σε ότι αφορά στην Τεχνολογία Παραγωγής, η επένδυση σε τεχνολογίες CIM (Computer Integrated Manufacturing) μπορεί θεωρητικά να οδηγήσει σε βελτίωση της παραγωγικής ευελιξίας. Στην πράξη διαπιστώθηκαν πολλές περιπτώσεις που αυτό δεν συνέβη. Το κατά πόσο θα επιτευχθεί πραγματικά βελτίωση της ευελιξίας, εξαρτάται κυρίως από τη διαχείριση της συγκεκριμένης τεχνολογίας και της επιτυχούς εφαρμογής της.

Τέλος, η Τεχνολογία Πληροφορικής, σύμφωνα με τους Closs et al. (1997) είναι ένα από τα λίγα εργαλεία παραγωγικότητας που είναι ικανά να αυξήσουν την παραγωγικότητα μέσω βελτιωμένου σχεδιασμού και προγραμματισμού και ταυτόχρονα να μειώνουν το κόστος. Οι Ody και Newman (1991) προτείνουν ότι η Τεχνολογία Πληροφορικής μπορεί να θεωρηθεί ως ένας τρόπος μείωσης των χρόνων πωλήσεων, αναπαραγγελιών και παραδόσεων. Ο McKinnon (1990) προτείνει επίσης ότι η Τεχνολογία Πληροφορικής οδηγεί σε μείωση των χρόνων παράδοσης παραγγελιών και στη βελτίωση της ανταπόκρισης του συστήματος παραγγελιών, πιο πίσω κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας, με αποτέλεσμα τη βελτίωση της ευελιξίας.

Επικεντρώνοντας ο Οκε το ενδιαφέρον του στην ευελιξία μίγματος και την ευελιξία όγκου, προτείνει ένα πιο εξειδικευμένο πλαίσιο, που απεικονίζεται στο σχήμα 2-4. Σε αυτό περιλαμβάνονται, εκτός από τους παράγοντες που αναφέραμε παραπάνω

(γενικοί, θεμελιώδεις, κοινοί), και οι παράμετροι που βελτιώνουν το επίπεδο ευελιξίας, είτε με θετική συνεισφορά ως διευκολυντές (enablers), είτε έμμεσα με αρνητική συνεισφορά ως αρνητικά ως λύσεις αποφυγής (evaders) της ανάγκης για ευελιξία.



Σχήμα 2-4: Εξειδικευμένο πλαίσιο για την επίτευξη ευελιξίας ενός παραγωγικού συστήματος [Oke, 2005]

Αυτές είναι τελικά οι κύριες μορφές ευελιξίας, που καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τη συνολική ευελιξία που μπορεί να επιδεικνύει μια παραγωγική μονάδα.

Ποια από τις δύο είναι επικρατέστερη, εξαρτάται από τη συγκεκριμένη περίπτωση που μελετάται και τις συνθήκες που επικρατούν. Για παράδειγμα, εάν η επιχείρηση χαρακτηρίζεται από παραγωγή σχετικά μικρού πλήθους διαφορετικών προϊόντων, αλλά με σημαντική εποχικότητα και μεταβολή στη ζήτηση, προφανώς η ευελιξία όγκου είναι σημαντικότερη. Αν από την άλλη, ο όγκος της παραγωγής δεν σημειώνει σημαντικές διακυμάνσεις, υπάρχει όμως μεγάλο εύρος παραγόμενων προϊόντων, τότε η ευελιξία μίγματος υπερτερεί ως προτεραιότητα.

2.3 ΕΥΕΛΙΞΙΑ ΟΓΚΟΥ – ΕΥΕΛΙΞΙΑ ΕΥΡΟΥΣ/ΜΙΓΜΑΤΟΣ

Ευελιξία όγκου

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η ευελιξία όγκου παραγωγής καθορίζεται κατά κύριο λόγο από το ανθρώπινο δυναμικό και τους σχετικούς όρους που διέπουν την απασχόλησή του. Δεν είναι τόσο πολύ θέμα υποδομής ή εξοπλισμού, όσο θέμα διαθεσιμότητας των ανθρώπων στις κατάλληλες χρονικές περιόδους. Προϋπόθεση φυσικά είναι η ύπαρξη του αντίστοιχου μηχανολογικού εξοπλισμού, ώστε να εξασφαλίζεται η διαθέσιμη παραγωγική δυναμικότητα από πλευράς μηχανών.

Η πραγματική ευελιξία όγκου δεν προκύπτει με παραγωγή για αποθεματοποίηση, ώστε να καλυφθούν μελλοντικές αυξημένες ανάγκες από ήδη παραχθέντα προϊόντα. Η λύση αυτή είναι λύση ανάγκης, συνεπάγεται αυξημένα κόστη αποθήκευσης και εφαρμόζεται ελλείψει άλλης εναλλακτικής.

Ο στόχος είναι να μην προκύπτει σημαντική διαφοροποίηση στο μοναδιαίο κόστος παραγωγής, κρατώντας ταυτόχρονα το κόστος αποθήκευσης όσο πιο χαμηλό γίνεται. Η πιο εύκολη εφαρμοζόμενη λύση, η υπερωριακή εργασία, μπορεί να θεωρηθεί ότι προσφέρει ευελιξία όγκου μόνο μέχρι ένα σημείο, που το εργατικό κόστος δεν επιβαρύνεται από υπερβολικές προσαυξήσεις. Αυτό όμως ισχύει για υπερωριακή απασχόληση έως 10%-20% σε σχέση με την κανονική εργασία, που σίγουρα δεν είναι αρκετή για να δώσει την απαιτούμενη ευελιξία, π.χ. σε διπλασιασμό της ζήτησης σε μια εποχική διακύμανση.

Μια λύση που εφαρμόζεται συχνά σε τέτοιες περιπτώσεις είναι αυτή των εποχιακών εργαζομένων, με συμβάσεις ορισμένου χρόνου. Επιτυγχάνεται έτσι η απαιτούμενη μεταβαλλόμενη παραγωγική δυναμικότητα, προκύπτουν όμως άλλα σοβαρά θέματα. Πρώτο είναι η εύρεση κατάλληλα εκπαιδευμένων εργαζομένων, ειδικά σε επιχειρήσεις με μεγάλο βαθμό τεχνικής εξειδίκευσης και απαιτούμενης εμπειρίας. Δεύτερο, η εξασφάλιση της δέσμευσης από πλευράς εργαζομένων στον τρόπο εργασίας και στα ποιοτικά επίπεδα της επιχείρησης. Τρίτο, η προσαρμογή τους, η σχέση και η συνεργασία τους με τους μόνιμους εργαζόμενους, γνωρίζοντας τον προσωρινό χαρακτήρα της πρόσληψής τους. Γενικά η χρήση εποχικών υπαλλήλων έχει νόημα και εφαρμογή σε εργασίες όπου οι απαιτήσεις για ικανότητες των εργαζομένων δεν είναι ιδιαίτερα υψηλές, και το οικονομικό όφελος αντισταθμίζει τα όποια προβλήματα προκύπτουν.

Σε περιπτώσεις όπου απαιτούνται υψηλά επίπεδα ικανοτήτων από τους εργαζόμενους, μια κατάλληλη λύση είναι η ελαστικοποίηση των προγραμμάτων εργασίας. Για την ώρα όμως δεν υπάρχει όμως το απαραίτητο νομικό πλαίσιο για μια

πλήρη εφαρμογή. Σε περίπτωση που θα γινόταν κάτι τέτοιο, η κεντρική ιδέα είναι οι εργαζόμενοι να μπορούν να εργάζονται περισσότερες ώρες όταν υπάρχει υψηλή ζήτηση – μεγάλος όγκος παραγωγής, και να αναπληρώνουν τις ώρες αυτές σε περιόδους που υπάρχει χαμηλή ζήτηση – χαμηλός όγκος παραγωγής. Στο εξωτερικό εφαρμόζεται σε αρκετές περιπτώσεις, με κατάλληλες συμφωνίες που διασφαλίζουν και τις δύο πλευρές. Τα πλεονέκτημα για την επιχείρηση είναι η ύπαρξη του ίδιου εκπαιδευμένου προσωπικού και η κάλυψη της ανισομερούς ζήτησης με τρόπο σταθερό και οικονομικά προβλέψιμο. Για τους εργαζόμενους, η σταθεροποίηση και η διασφάλιση της θέσης εργασίας, ενδεχομένως με καλύτερους όρους σε σχέση με κανονική απασχόληση, χάνοντας βέβαια τα οφέλη της υπερωρίας.

Ευελιξία μίγματος

Ευελιξία μείγματος προϊόντος ορίζεται ως η ικανότητα παραγωγής ενός πλήθους σειρών προϊόντων και/ή πολλών παραλλαγών εντός μιας σειράς. Αντιπροσωπεύει τη δυνατότητα παραγωγής ενός ευρέως φάσματος προϊόντων ή παραλλαγών αυτών, με χαμηλά κόστη αλλαγής. (Gerwin, 1993)

Εάν δεν γίνουν οι κατάλληλες αλλαγές στη στρατηγική της παραγωγής και των επενδύσεων, ενδέχεται να προκύψει δραστική μείωση της κερδοφορίας από την εισαγωγή αυξημένης ποικιλίας προϊόντων για παραγωγή. Τα κόστη που συνδέονται με διαδικασίες παραγωγής κατάλληλες για μεγάλες ποσότητες, δεν μπορούν να διατηρήσουν τα κέρδη από το ευρύ φάσμα προϊόντων με μικρό όμως όγκο παραγωγής. Εάν μια επιχείρηση στοχεύει σε αγορές που απαιτούν αυξημένη ποικιλία προϊόντων, θα πρέπει να υποστηρίξει την ευελιξία μίγματος προϊόντων με νέες επενδύσεις, που θα μειώνουν τους χρόνους και τα κόστη αλλαγή (setup).

Λανθασμένα θεωρείται συχνά ότι η επιλογή της παραγωγικής διαδικασίας για τα προϊόντα χαμηλού όγκου (μικρές παρτίδες παραγωγής) μπορεί να είναι η ίδια με εκείνη για τα προϊόντα υψηλού όγκου.

Οι διεργασίες παραγωγής παρτίδων μεγάλου όγκου σχεδιάζονται συνήθως με κριτήριο χαρακτηριστικά όπως σύντομοι χρόνοι επεξεργασίας ανά μονάδα, εκτεταμένα συστήματα παρακολούθησης της διαδικασίας, καθώς και χαμηλές απαιτήσεις δεξιοτήτων από τους εργαζόμενους, που επιτρέπουν την επίτευξη χαμηλού κόστους παραγωγής.

Οι διεργασίες παραγωγής παρτίδων χαμηλού όγκου σχεδιάζονται με χαρακτηριστικά όπως μικροί χρόνοι και κόστη αλλαγής, απαιτήσεις υψηλών δεξιοτήτων από τους εργαζόμενους, που παρέχουν την απαραίτητη ευελιξία για να μπορεί να υποστηριχτεί η στρατηγική αυξημένης ποικιλίας προϊόντων.

Λόγω των διαφορών αυτών στο σχεδιασμό των διεργασιών, απαιτούνται σημαντικές επενδύσεις στην τεχνολογία και τις υποδομές για να είναι εφικτή η μετάβαση από παραγωγές μεγάλου όγκου σε μικρού όγκου, αλλά και για το αντίστροφο.

Ένα ακόμα σημείο που πρέπει να ληφθεί υπόψη, είναι ότι συχνά γίνεται η υπόθεση ότι η παραγωγή προϊόντων σε χαμηλό όγκο (μικρές παρτίδες) είναι απλά ένα θέμα που ασχολείται με μια αύξηση στο πλήθος των αλλαγών setup. Ωστόσο, σε πολλές βιομηχανικές διαδικασίες, υπάρχουν πολύπλοκες σχέσεις κόστους που σχετίζονται με το πλήθος και τη διάρκεια των αλλαγών, την απόδοση της διαδικασίας αλλά και την απόδοση της ίδιας της παραγωγής, που εξαρτάται άμεσα από τον όγκο παραγωγής ανά παρτίδα. Η απώλεια παραγωγικότητας στις μικρές παρτίδες δεν εξηγείται μόνο από το χρόνο που απαιτείται για την αλλαγή, αλλά και από την απώλεια της παραγωγικότητας κατά το χρόνο εκτέλεσης. Χαμηλότερες ταχύτητες γραμμής, ρυθμίσεις της διαδικασίας και νεκρός χρόνος λόγω της διαδικασίας μπορούν να επηρεάσουν την παραγωγικότητα της παραγωγής, όταν γίνεται επεξεργασία μικρών παρτίδων. Ορισμένοι χρόνοι που δεν αφορούν στο setup αλλά σχετίζονται με την έναρξη και τη λήξη της παραγωγής, είναι σταθεροί και ανεξάρτητοι από το μέγεθος της παρτίδας και έχουν αρνητική επίδραση στην παραγωγικότητα και στο κόστος.

Ευελιξία εύρους/μίγματος – μέγεθος παρτίδας παραγωγής

Όπως είδαμε, η ευελιξία μίγματος είναι συνυφασμένη με μικρούς χρόνους setup, αλλά και μικρές σχετικά παρτίδες παραγωγής, σε σύγκριση πάντα με πιο παραδοσιακές μεθόδους παραγωγής που εστίαζαν στην απόδοση και σε παραγωγές μεγάλης διάρκειας. Ο κύριος περιοριστικός παράγοντας για την ευελιξία μίγματος είναι η συνολική διάρκεια των setup, με τα επακόλουθα κόστη. Ταυτόχρονα όμως, στόχος της παραγωγικής διαδικασίας είναι και η παραγωγή με όσο πιο αποδοτικό τρόπο γίνεται, από πλευράς κόστους.

Σύμφωνα με τη θεωρία για τη διαχείριση αποθεμάτων (Heizer & Render 2004), σε κάθε παραγωγή η βέλτιστη παρτίδα είναι εκείνη που εξασφαλίζει το ελάχιστο συνολικό κόστος, όπως αυτό προκύπτει από το κόστος ρύθμισης (setup cost) και το κόστος διατήρησης αποθέματος (inventory keeping cost).

Η εύρεση της βέλτιστης ποσότητας παρτίδας παραγωγής προσδιορίζεται από το ακόλουθο μαθηματικό μοντέλο: $Q^* = \sqrt{(2DS / H)}$

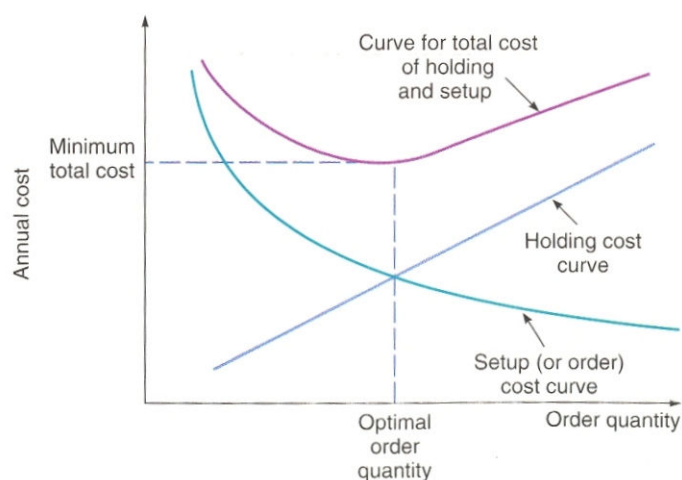
Όπου Q^* = βέλτιστη ποσότητα παραγωγής (οικονομική παρτίδα)

D = ετήσια ζήτηση του υπό εξέταση προϊόντος

S = κόστος ρύθμισης παραγωγής (setup)

H = ετήσιο κόστος διατήρησης αποθέματος ανά μονάδα προϊόντος

Η παραπάνω εξίσωση απεικονίζεται ενδεικτικά στο διάγραμμα 2-5:



Διάγραμμα 2-5: καμπύλη συνολικού κόστους παρτίδας παραγωγής, σε συνάρτηση του μεγέθους της παρτίδας [Heizer & Render, 2004]

Αυτό που φαίνεται και στο διάγραμμα και που προκύπτει ουσιαστικά από το μοντέλο είναι ότι στην βέλτιστη ποσότητα παραγωγής έχουμε το συνολικό ελάχιστο κόστος παραγωγής και οποιαδήποτε απόκλιση από τη βέλτιστη ποσότητα παραγωγής, είτε προς τα πάνω είτε προς τα κάτω, έχει ως αποτέλεσμα αύξηση του μοναδιαίου κόστους παραγωγής:

- Ενδεχόμενη αύξηση της ποσότητας παρτίδας παραγωγής αυξάνει το κόστος λόγω αυξημένου κόστους διατήρησης αποθέματος.
- Ενδεχόμενη μείωση της ποσότητας παρτίδας παραγωγής αυξάνει το κόστος λόγω αυξημένου κόστους προετοιμασίας (setup) τις παραγωγής.

2.4 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΕΥΕΛΙΞΙΑ - ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ

Όπως ήδη φάνηκε από τις προηγούμενες αναφορές, το ανθρώπινο δυναμικό αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα σε κάθε παραγωγική μονάδα για ότι έχει σχέση με την ευελιξία της. Η συμμετοχή του δεν περιορίζεται απλά στην εκτέλεση της παραγωγικής εργασίας και στην απόδοση που θα προκύψει. Έχει άμεσο μερίδιο και στην ευελιξία που παρουσιάζει το σύστημα. Είναι λοιπόν ιδιαίτερα σημαντική η αντιμετώπιση της διοίκησης παραγωγής στη διαχείριση του προσωπικού, καθώς και οι πρακτικές που εφαρμόζει για τη διαχείριση της ευελιξίας.

Η δυσκολία στην επίτευξη της ευελιξίας μπορεί, εν μέρει, να οφείλεται στην ίδια τη διοίκηση και στην έλλειψη εστίασης της στις διαχειριστικές πτυχές της ευελιξίας

(Gerwin, 1993). Πράγματι, παρόλο που υπάρχει σαφής μετατόπιση της έμφασης των επιχειρήσεων προς την ευελιξία για απόκτηση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος, φαίνεται πως δεν υπάρχουν αρκετές κατευθυντήριες γραμμές για το είδος των υποδομών και της οργάνωσης που θα διευκολύνει την επίτευξη της ευελιξίας. Η έλλειψη έρευνας για τις διοικητικές πτυχές της ευελιξίας οδηγεί στο ερώτημα αν θα πρέπει οι διευθυντές παραγωγής να διαχειρίζονται την εργασία όπως το έκαναν όταν είχαν για προτεραιότητα τη βελτίωση της παραγωγικότητας και την μέγιστη απόδοση των εργοστασίων, ή αν θα πρέπει να υιοθετηθεί μια διαφορετική προσέγγιση για να αυξηθεί η παραγωγική ευελιξία.

Λίγες είναι οι μελέτες στη βιβλιογραφία που ερεύνησαν συγκεκριμένες διοικητικές πρακτικές που θα ευνοήσουν την επίτευξη ευελιξίας σε επίπεδο εργοστασίου. Κάποιες μελέτες ασχολούνται με θέματα όπως εκπαίδευση εργαζομένων και ανάθεση εργασιών. Για παράδειγμα οι Fisher et al (1994) παρατηρούν ότι ο λόγος που οργανισμοί αποτυγχάνουν να επιτύχουν ευελιξία δεν είναι ότι δεν έχουν τη σωστή τεχνολογία, αλλά ότι είτε δεν κάνουν επαρκή κατάρτιση των εργαζομένων είτε δεν κατανοούν τη σημαντικότητά της. Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγουν και οι Gupta & Somers (1996), ότι ο καλύτερος τρόπος να αυξηθεί η ευελιξία είναι να γίνουν επενδύσεις και στην κατάρτιση εργαζομένων, και όχι μόνο στην τεχνολογία και τα συστήματα οργάνωσης. Οι Suarez et al. (1996) επιβεβαίωσαν την ανάγκη για καλύτερες και ευρύτερες δεξιότητες από τους εργαζόμενους για την επίτευξη ευελιξίας μίγματος. Διαπίστωσαν ότι η αύξηση της εξουσίας των εργαζομένων και του συντονισμού τους, θα βοηθήσει στην βελτίωση της ευελιξίας μίγματος, νέου προϊόντος και όγκου. Σε άλλη έρευνα (Urton, 1995) παρατηρήθηκε ότι η διαχείριση του εργατικού δυναμικού ήταν ένας ισχυρός παράγοντας ευελιξίας.

Στο ερώτημα ποιες διοικητικές πρακτικές κυρίως εφαρμόζουν οι διευθυντές παραγωγής όταν η έμφαση στην ευελιξία είναι υψηλή, οι μελέτες έδειξαν ότι όταν η έμφαση σε ευελιξία είναι υψηλή, πρακτικές όπως οικοδόμηση ομάδας, έμπνευση, αναγνώριση, υποστήριξη, καθοδήγηση και ανάθεση, φαίνονται πιο χρήσιμες για την επίτευξη των σχετικών καθηκόντων. Οι πρακτικές αυτές φαίνεται να ενθαρρύνουν τους εργαζόμενους να αντιμετωπίσουν την αβεβαιότητα και τις αλλαγές, στο μίγμα προϊόντων, στους χρόνους παράδοσης, στην προσαρμογή της παραγωγικής δυναμικότητας κ.α., που χαρακτηρίζουν μια μεγάλη έμφαση στην ευελιξία.

Αντίστροφα, πρακτικές προσανατολισμένες προς την εργασία, όπως επίλυση προβλημάτων, διευκρίνιση, παρακολούθηση και πληροφόρηση, δεν χρησιμοποιούνται από διευθυντές, όταν η κατάσταση χαρακτηρίζεται από υψηλή έμφαση σε ευελιξία. Οι διευθυντές παραγωγής που αντιμετωπίζουν με έμφαση την ευελιξία στα εργοστάσιά τους, πρέπει ένθερμα να χρησιμοποιούν πρακτικές με κατεύθυνση τις σχέσεις, για να

παρακινήσουν το προσωπικό τους να αντιμετωπίσει αποτελεσματικά την αβεβαιότητα που χαρακτηρίζει την παραγωγική ευελιξία. Οι παραδοσιακές ευθύνες των διευθυντών παραγωγής, όπως η επίλυση προβλημάτων, η παρακολούθηση εργασιών κ.α. ήταν ίσως κατάλληλες όταν η έμφαση ήταν στην απόδοση και στον έλεγχο κόστους σε ένα περιβάλλον λίγων τυποποιημένων προϊόντων.

Σε εργοστάσια που αγωνίζονται για ευελιξία, είναι προτιμότερο η διοίκηση να εμπιστεύεται στους εργαζόμενους τις ευθύνες αυτές. Οι διευθυντές παραγωγής, σε τέτοιες περιστάσεις, πρέπει να ενθαρρύνουν τους εργαζόμενους να εργάζονται σε αυτοδιαχειριζόμενες ομάδες να αναζητήσουν πληροφορίες για να εκτελέσουν την εργασία τους, να παρακολουθούν την πρόοδο και την ποιότητα της εργασίας τους και να διορθώνουν τα προβλήματα μόλις αυτά προκύπτουν (Kathuria, 1998).

Οι διευθυντές πρέπει να λειτουργούν κυρίως ως καθοδηγητές και παρακινητές σε εργοστάσια όπου υλοποιούνται συχνές εισαγωγές νέων προϊόντων, γίνονται συχνές αλλαγές στα σχέδια σύμφωνα με απαιτήσεις πελατών, αναπτύσσονται δεξιότητες για επίτευξη αλλαγών στον όγκο και τους χρόνους παράδοσης, καθώς και ταχείες προσαρμογές της παραγωγικής δυναμικότητας.

2.5 ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΕΥΕΛΙΞΙΑΣ

Ένα από τα πρώτα βήματα για την κατανόηση και τη βελτίωση μιας παραγωγικής ικανότητας όπως π.χ. η ποιότητα ή η ευελιξία, είναι η δυνατότητα της μέτρησής της. Αυτός ήταν και ο πρωταρχικός στόχος πίσω από την ανάγκη να καθοριστεί ο χαρακτήρας και η φύση της παραγωγικής ευελιξίας, η επιθυμία δηλαδή να μετρηθεί ή να ποσοτικοποιηθεί η ιδιότητα αυτή, ώστε στη συνέχεια να ληφθούν εκείνα τα μέτρα που χρειάζονται για τη βελτίωσή της.

Στην κατεύθυνση αυτή κινήθηκαν πολλοί μελετητές επί σειρά ετών, προσπαθώντας να ορίσουν ένα σύστημα μέτρησης, που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως σημείο αναφοράς για τις επιχειρήσεις. Αρχικά, οι περισσότερες προτάσεις βασίζονταν στη μελέτη πραγματικών περιπτώσεων επιχειρήσεων, συνήθως ομοειδών από συγκεκριμένους κλάδους. Για παράδειγμα, ο Dixon (1992) ανέπτυξε μετρήσεις για τρεις διαστάσεις της ευελιξίας στον τομέα της κλωστοϋφαντουργίας, ενώ οι Suarez et al. (1996) εξερεύνησαν την ευελιξία στη βιομηχανία πλακετών τυπωμένων κυκλωμάτων. Ο Upton (1995) εστίαστηκε σε ένα μόνο είδος ευελιξίας στον κλάδο της χαρτοβιομηχανίας. Βασισμένοι στις πραγματικές περιπτώσεις, πρότειναν στη συνέχεια διάφορα μοντέλα μέτρησης, τα οποία όμως δεν μπόρεσαν να εφαρμοστούν γενικευμένα και σε άλλους κλάδους παραγωγής, καθώς δεν ταίριαζαν τα χαρακτηριστικά.

Ο Gerwin (1993) επανέλαβε την έλλειψη ευρέως αποδεκτής εφαρμογής της μέτρησης ευελιξίας για γενικευμένες λειτουργίες. Διαπίστωσε επίσης αρκετά κενά στη βιβλιογραφία, όπως την ανάγκη για μια μέθοδο που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκ των προτέρων για την θέσπιση της έννοιας της ευελιξίας, και την ανάπτυξη μετρήσεων ευελιξίας που να μπορούν να εκτείνονται σε διαφορετικούς βιομηχανικούς κλάδους.

Στον κατεύθυνση της μέτρησης της παραγωγικής ευελιξίας κινήθηκαν και οι Koste L., Malhotra M. και Sharma S (2000, 2004) που ανέπτυξαν ένα ιδιαίτερα πολύπλοκο μοντέλο, αναλύοντας όλες τις διαστάσεις ευελιξίας που έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία με βάση τέσσερις στοιχεία – δείκτες:

- Πλήθος εύρους – R-N (Range-number)
- Ετερογένεια εύρους – R-H (Range-heterogeneity)
- Κινητικότητα – M (mobility)
- Ομοιογένεια – U (Uniformity)

και προσπαθώντας να μελετήσουν τους συσχετισμούς τους και να τις εντάξουν σε ένα πλαίσιο σημαντικότητας και ιεραρχίας. Αν και το πλαίσιο δίνει μια σαφή ποιοτική εικόνα, η ποσοτική μέτρηση δεν καταλήγει σε κάποιο συγκεκριμένο αποτέλεσμα.

Ως συνέπεια όλων των παραπάνω, φαίνεται ότι υπάρχουν αρκετές απόψεις που δίστανται για το κατά πόσο η παραγωγική ευελιξία μπορεί να μετρηθεί (Lenz, 1992). Σε ορισμένες μάλιστα περιπτώσεις, με βάση τη δυσκολία της μέτρησης αλλά και των αμφιλεγόμενων αποτελεσμάτων προκύπτει το ερώτημα αν χρειάζεται να μετρηθεί (De Groot, 1994).

Σε αντιδιαστολή με ένα απόλυτο μέγεθος, η ευελιξία είναι ένα σχετικό χαρακτηριστικό (Tidd, 1991). Οπότε η απόλυτη μέτρησή της μοιάζει μάλλον ανέφικτη.

Η ευελιξία πάντα εξετάζεται σε σχέση με μια εναλλακτική λύση, για την εκτίμηση του μεγέθους της. Τα μαθηματικά μοντέλα επένδυσης συγκρίνουν την ευελιξία ενός εργοστασίου ή ενός μηχανήματος σε σύγκριση με ένα άλλο εργοστάσιο ή μηχανήμα (Fine & Lee 1988, Gaimon & Singhal, 1992). Μόνο έτσι προκύπτει κάποιο νόημα από τη μέτρηση, η σύγκριση δηλαδή δύο διαφορετικών καταστάσεων της ίδιας μελετούμενης εγκατάστασης.

Οι διάφορες ερευνητικές προσεγγίσεις που έχουν χρησιμοποιηθεί για τον καθορισμό και τη μέτρηση της ευελιξίας μπορούν γενικά να ταξινομηθούν ως είτε ποιοτικές είτε ποσοτικές (Brill και Mandelbaum, 1989).

Η ποιοτική έρευνα στον τομέα της ευελιξίας τείνει να ασχολείται με ζητήματα σε γενικές γραμμές, εστιάζοντας σε έννοιες όπως αυτές που σχετίζονται με τη τεχνολογία παραγωγής και την επιχειρηματική στρατηγική.

Αντίθετα, η ποσοτική έρευνα τείνει να αντιμετωπίζει συγκεκριμένα ζητήματα παραγωγής και συνήθως είναι επιχειρησιακού χαρακτήρα. Παραδείγματα αυτής της εργασίας είναι των Son και Park (1987) και του Nagarur (1992), οι οποίοι ανέπτυξαν μαθηματικά μοντέλα και μετρήσεις της ευελιξίας για πολλούς τύπους χαμηλότερης τάξης ευελιξίας, ειδικότερα μάλιστα για την ευελιξία διαδρομής και την ευελιξία μηχανής, που θεωρούνται από τις πιο θεμελιώδεις μορφές ευελιξίας (Chandra and Tombak, 1992).

Ένα ευρύ φάσμα τεχνικών έχει χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη ποσοτικών μετρήσεων ευελιξίας. Πολλές από αυτές είναι θεωρητικές και κατά κανόνα εστιάζουν μόνο σε δύο ή τρεις τύπους ευελιξίας. Στην πραγματεία τους για το θέμα των μετρήσεων, οι Gupta και Goyal (1989) παρέχουν πολυάριθμα παραδείγματα και των δύο προσεγγίσεων, αποδίδοντας την προφανή ποικιλομορφία στο «ευρύ φάσμα των διαστάσεων, οι οποίες χαρακτηρίζουν τα σύγχρονα, προηγμένα συστήματα παραγωγής». Ωστόσο, αργότερα ο Gupta (1993) εικάζει ότι η αιτία τόσων πολλών διαφορετικών συστημάτων μέτρησης και η έλλειψη καθολικής αποδοχής κάποιου συστήματος οφείλεται στο γεγονός ότι κάθε μέτρηση της ευελιξίας πρέπει λόγω της φύσης της, να είναι ειδική κατά χρήστη ή κατά περίπτωση.

Μελετώντας την ευελιξία παραγωγής σε συστημικό επίπεδο, μια περαιτέρω και πιο χρήσιμη ταξινόμηση των προσεγγίσεων για την έρευνα στον τομέα αυτόν είναι αυτή που εισήγαγαν οι Sarker et al. (1994): αθροιστική και κατά χαρακτηριστικό. Οι δυο προσεγγίσεις εστιάζοντας στη συνολική αντιμετώπιση του θέματος και όχι στις επιμέρους τεχνικές που χρησιμοποιούνται, οι δύο προσεγγίσεις ορίζονται: **Αθροιστική** - η ενοποίηση ή η ενσωμάτωση των μετρήσεων ευελιξίας των επιμέρους υποσυστημάτων σε μια ποσοτική εκτίμηση των συστημάτων παραγωγικής ευελιξίας **Κατά χαρακτηριστικό** - η κατασκευή μιας μέτρησης παραγωγικής ευελιξίας που βασίζεται σε παραμέτρους που επιλέγονται από ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα εκείνων των λειτουργιών του συστήματος παραγωγής που συμβάλλουν στην ευελιξία.

2.6 ΒΑΣΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΕΥΕΛΙΞΙΑ

Η ευελιξία ως έννοια είδαμε ότι ορίζεται με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Είναι σαφές ότι δεν πρόκειται για ένα μέγεθος μετρήσιμο, αλλά μάλλον για μια ποιοτική έννοια. Συνεπώς δεν έχει βρεθεί ακόμα κάποιος τρόπος ή τύπος να την αποτυπώνει ως μέγεθος. Αυτό που μπορεί να μετρηθεί και να ποσοτικοποιηθεί, είναι επιμέρους διαστάσεις της, για τις οποίες έχει νόημα η ύπαρξη βασικών δεικτών απόδοσης (Key Performance Indicators - K.P.I.s) που επιτρέπουν την αριθμητική σύγκριση μεταξύ παραγωγικών μονάδων ή μεταξύ καταστάσεων της ίδιας παραγωγικής μονάδας σε διαφορετικές χρονικές στιγμές.

Στη βιβλιογραφία βρίσκουμε διάφορους Βασικούς Δείκτες Απόδοσης (K.P.I.s) για διάφορες διαστάσεις ευελιξίας (Cox, 1989; Suarez et al., 1996; New, 1996), ενδεικτικά αναφέρονται:

Για την εκτίμηση ευελιξίας συστήματος:

Μέσος όρος ποσοστού παραγγελιών που παραδόθηκαν εμπρόθεσμα – όσο μεγαλύτερο το ποσοστό, τόσο πιο ευέλικτη σαν σύστημα η παραγωγική μονάδα.

Για την εκτίμηση ευελιξίας όγκου:

Διακύμανση πραγματικού όγκου παραγωγής – Λόγος της υψηλότερης παραγωγής σε μία χρονική περίοδο προς τη χαμηλότερη παραγωγή σε άλλη περίοδο, για το υπό μελέτη χρονικό διάστημα. Όσο μεγαλύτερος ο λόγος, τόσο πιθανότερο είναι το εργοστάσιο να έχει ευελιξία όγκου. Ο δείκτης όμως θα πρέπει να εξισορροπείται για τα αυξημένα κόστη μεταβολής του όγκου και τις επιπτώσεις στην ποιότητα.

Ποσοστό μεταβολής μοναδιαίου κόστους εργασίας μέσα στο έτος – Για ένα πραγματικά ευέλικτο εργοστάσιο, αυτό θα πρέπει να είναι μηδενικό. Όσο μεγαλύτερο, τόσο περισσότερο κοστίζει στο εργοστάσιο η αλλαγή του όγκου παραγωγής

Για την εκτίμηση ευελιξίας μίγματος

Μέσος όρος διαφορετικών κωδικών ειδών (SKU – Stock Keeping Unit) – Όσο μεγαλύτερος είναι , τόσο πιο πιθανό είναι το εργοστάσιο να έχει εσωτερική ευελιξία μίγματος. Χρειάζεται εξισορρόπηση με τα κόστη αλλαγής ανάμεσα σε SKUs, όπως η απόδοση των παραδόσεων και οι επιπτώσεις στην ποιότητα.

Ποσοστό δυναμικότητας που χρησιμοποιείται για αλλαγές παραγωγής – Όσο χαμηλότερο είναι, τόσο μεγαλύτερη η ευελιξία μίγματος του εργοστασίου

Ποσοστό επιπέδου ελαττωματικών κατά τις αλλαγές παραγωγής – Όσο χαμηλότερο είναι, τόσο λιγότερη επίδραση έχουν οι αλλαγές παραγωγής στο επίπεδο ποιότητας. Ποσοστό κάτω από 1% φανερώνει ότι οι αλλαγές έχουν μηδαμινή επίδραση στην ποιότητα.

Εκτός από τους βασικούς δείκτες απόδοσης που ορίστηκαν παραπάνω, σημαντική έννοια για την παραγωγή είναι η υπολογισμός της απόδοσης. Ο γενικός ορισμός της απόδοσης είναι: **Απόδοση** = *πραγματικό αποτέλεσμα / αναμενόμενο αποτέλεσμα* ((Heizer & Render 2004), όπου το αναμενόμενο αποτέλεσμα είναι αυτό

που αναμένεται να προκύψει, με δεδομένα το μίγμα παραγωγής, τις μεθόδους προγραμματισμού, συντήρησης, τα επίπεδα ποιότητας. Το αποτέλεσμα μπορεί να μετριέται σε μονάδες παραγωγής, οικονομικά ή άλλα μετρήσιμα οφέλη.

Υπάρχει όμως η περίπτωση που τα αποτελέσματα ως ποσότητα είναι ίδια και μας ενδιαφέρει ο χρόνος επίτευξης τους, οπότε έχουμε αντιστροφή των όρων και πλέον ο όρος που ενδιαφέρει είναι ο βαθμός απόδοσης, που ορίζεται ως:

$$\text{βαθμός απόδοσης} = \text{πρότυπος χρόνος} / \text{απολογιστικός χρόνος}$$

Την χρήση διαφόρων βαθμών απόδοσης, ανάλογα με την εστίαση, θα τη δούμε και στη συνέχεια, στη μελέτη περίπτωσης που θα ακολουθήσει.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ: ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΕΥΕΛΙΞΙΑ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΕΠΙΠΛΩΝ

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας, για να μελετήσουμε την παραγωγική ευελιξία, τις προϋποθέσεις ύπαρξης και τις συνέπειές της, θα χρησιμοποιηθεί μελέτη περίπτωσης πραγματικής εταιρείας. Ένας κλάδος που αντιμετωπίζει την ευελιξία ως ένα πρωταρχικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα είναι ο κλάδος της βιομηχανίας επίπλων. Η επιλογή της εταιρείας από τον συγκεκριμένο κλάδο έγινε, καθώς σχετικά πρόσφατα υλοποιήθηκε μια σημαντική επένδυση μηχανολογικού εξοπλισμού στο εργοστάσιο της, με κύριο στόχο την αύξηση της παραγωγικής του ευελιξίας.

Στόχος της διπλωματικής είναι να δούμε πως επηρεάστηκε η παραγωγική ευελιξία του εργοστασίου και η άμεση σύγκριση των δύο καταστάσεων. Μέσω της προσωπικής γνώσης του κλάδου και της ίδιας της εταιρείας, υπήρχε η σχετική δυνατότητα συλλογής στοιχείων και πληροφορικών για τη μελέτη της περίπτωσης και για την άντληση συμπερασμάτων από την επεξεργασία τους.

Τα στοιχεία που αφορούν την παραγωγή προήλθαν από τη Διεύθυνση Εργοστασίου και το Τμήμα Προγραμματισμού της εταιρείας, αλλά και από τα απολογιστικά στατιστικά στοιχεία της παραγωγής, ώστε να μπορέσουν να εξαχθούν αποτελέσματα από την μετάβαση σε ένα πιο ευέλικτο σύστημα παραγωγής. Στα πλαίσια της διερεύνησης της σκοπιμότητας της επένδυσης, έγιναν αρκετές συζητήσεις με τους υπεύθυνους των σχετιζόμενων παραγωγικών τμημάτων αλλά και με το αντίστοιχο εμπορικό τμήμα της εταιρείας (Εμπορικός Διευθυντής – Διευθυντής Marketing) και τα στοιχεία που προέκυψαν παρουσιάζονται στη συνέχεια.

3.1 ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ - ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΕΠΙΠΛΩΝ

Τόσο στην Ευρώπη όσο και στη χώρα μας, είναι ένας κλάδος που δέχτηκε αρκετή πίεση από τις δυνάμεις της παγκοσμιοποίησης είναι ο κλάδος της βιομηχανίας επίπλων. Η παγκόσμια οικονομική ολοκλήρωση εξέθεσε ουσιαστικά βιομηχανίες που μπορεί να ήταν κερδοφόρες / ανταγωνιστικές σε εθνικό επίπεδο, αλλά όταν τέθηκαν αντιμέτωπες στους νέους κανόνες του παγκόσμιου ανταγωνισμού (ελεύθερο εμπόριο ή απελευθέρωση εμπορίου), έγιναν εμφανείς οι λανθάνουσες αδυναμίες και προβλήματα ανταγωνιστικότητας. Ο αποτρεπτικός περιορισμός που ίσχυε παλαιότερα, του αυξημένου κόστους μεταφοράς, έπαψε να έχει την ίδια ισχύ, καθώς η ανάπτυξη της τεχνολογίας διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων (container) μείωσε σε μεγάλο βαθμό τα έξοδα διηπειρωτικών διακινήσεων. Η πίεση έτσι και ο ανταγωνισμός από χώρες με

χαμηλότερο κόστος παραγωγής, έφερε σε θέση άμυνας τον κλάδο, σε συνδυασμό με τις ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις της αγοράς για μεγαλύτερη ποικιλία στα προσφερόμενα είδη.

Ο κλάδος της βιομηχανίας επίπλων γενικά, αποτελεί ένα πολύ καλό παράδειγμα για τη μελέτη της παραγωγικής ευελιξίας, λόγω της εγγενούς πολυπλοκότητάς του. Η παραγωγή επίπλων επιδεικνύει πολυπλοκότητα τόσο από την άποψη των χαρακτηριστικών του κλάδου όσο και από την άποψη της διαδικασίας παραγωγής επίπλων.

Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά του κλάδου, η πολυπλοκότητα απορρέει από τα ακόλουθα:

- Οι παραγωγοί διατηρούν συνήθως μεγάλο εύρος προσφερόμενων προϊόντων με συνέπεια μεγάλο και ποικιλόμορφο πληθυσμό τεμαχίων.
- Η φύση της μόδας των πωλήσεων επίπλων δημιουργεί πιέσεις για τη συχνή εισαγωγή νέων προσφερόμενων προϊόντων και για συχνούς ανασχεδιασμούς.
- Υπάρχουν σημαντική ανταγωνιστική πίεση για μείωση του απαιτούμενου χρόνου, ώστε να εξασφαλιστεί η ταχεία παράδοση στους πελάτες.
- Ένα έπιπλο συνεπάγεται το σχεδιασμό των 10-30 επιμέρους στοιχείων. Λόγω του συνήθως μεγάλου αριθμού νέων προϊόντων, μια παραγωγική μονάδα να χρειαστεί να σχεδιάσει και να εισάγει στην παραγωγή αρκετές εκατοντάδες νέων εξαρτημάτων σε ετήσια βάση.

Όσον αφορά τη διαδικασία παραγωγής επίπλων χαρακτηριστικά του κλάδου, η πολυπλοκότητα απορρέει από τα ακόλουθα:

- Πολλά μέρη επίπλων, δεν είναι απλά μηχανολογικά εξαρτήματα.
- Στην περίπτωση φυσικής ξυλείας, η πρώτη ύλη δεν είναι ομοιογενής. Το ξύλο έχει διαφορετικές μηχανικές ιδιότητες σε διαφορετικές κατευθύνσεις οι οποίες επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά επεξεργασίας και τις διαδικασίες.
- Η παρουσία των ατελειών της επιφανείας επηρεάζει σημαντικά την ποιότητα του τελικού προϊόντος και, ως εκ τούτου, η παρουσία των ατελειών πρέπει να παρακολουθούνται στενά και να ελέγχεται.
- Στην περίπτωση τεχνητής ξυλείας, η ύπαρξη πολλών διαφορετικών χρωμάτων και διαστάσεων, με αποτέλεσμα ο διαχωρισμός των επιμέρους τεμαχίων να γίνεται από πολύ νωρίς στην παραγωγική πορεία και να μην επιτρέπει ομαδοποιημένη επεξεργασία.
- Η διαδικασία επεξεργασίας μπορεί να παράγει μεγάλα κομμάτια φύρας που πρέπει να αποκοπούν από τα χρήσιμα, να διακινηθούν και να απορριφθούν.

Λόγω του σύγχρονου ανταγωνιστικού περιβάλλοντος και της πληθώρας διαθέσιμων προϊόντων, ο καταναλωτής έχει στη διάθεσή του πολύ περισσότερες επιλογές, από ότι στο παρελθόν, σε ότι αφορά σχέδια, χρώματα κλπ. Είναι απαραίτητη από πλευράς προμηθευτή, η ικανότητα να μπορεί να προσφέρει στον πελάτη το μεγαλύτερο δυνατό «εύρος προϊόντων («γκάμα»), ώστε να μην κινδυνεύει να χάσει την προτίμησή του και κατ' επέκταση, την πώληση.

Η παραγωγή επίπλων, λόγω των συνήθως δυναμικών και πολύπλευρων σειρών προϊόντων, χαρακτηρίζεται κυρίως ως εντάσεως εργασίας. Η ευέλικτη αυτοματοποίηση υιοθετείται όλο και περισσότερο σε μια προσπάθεια να μειωθεί το κόστος παραγωγής και να συρρικνωθούν τα μεγέθη των οικονομικών παρτίδων. Με τη μείωση του μεγέθους των παρτίδων, η ευέλικτη αυτοματοποίηση επιτρέπει τη γρήγορη παραγωγή σχεδίων, άρα και την εναλλαγή τους, συντομεύοντας έτσι τους χρόνους παράδοσης και βελτιώνοντας την εξυπηρέτηση των πελατών. Η ευέλικτη αυτοματοποίηση μπορεί επίσης να διαφυλάσσει την ελευθερία του σχεδιασμού, που είναι τόσο απαραίτητη σε αυτό τον κλάδο. Τα ευέλικτα συστήματα παραγωγής, κατά συνέπεια, θεωρούνται μείζονος σημασίας, ώστε να υπάρξει ανταπόκριση στις απαιτήσεις αυτού του πολύπλοκου περιβάλλοντος κατασκευής επίπλων. Τα ευέλικτα συστήματα παραγωγής επίπλων θα πρέπει να μπορούν να:

- Λειτουργούν κάτω από την πολυπλοκότητα της διαδικασίας παραγωγής επίπλων, που προκύπτει από τα σχήματα, την πρώτη ύλη, καθώς και τις συνεχείς συχνές αλλαγές στην προσφορά προϊόντων
- Παράγουν ένα σημαντικό πλήθος διαφορετικών κωδικών
- Επιτρέπουν την οικονομική παραγωγή παρτίδων ενός τεμαχίου - «lot size 1»
- Επιτρέπουν την γρήγορη προετοιμασία (setup) ανάμεσα σε αλλαγές παραγωγής

Όλα τα παραπάνω φανερώνουν την μεγάλη ανάγκη του κλάδου, για ευελιξία μίγματος. Αντίθετα, σε ότι αφορά στην ευελιξία όγκου, ο κλάδος του επίπλου χαρακτηρίζεται από μέτρια εποχικότητα. Το ύψος των πωλήσεων εντός του έτους δεν έχει σημαντικές αποκλίσεις από το μέσο ετήσιο όρο. Συνεπώς η ευελιξία όγκου, αν και επιθυμητή, κρίνεται λιγότερο σημαντική, σε σχέση με την ευελιξία μίγματος.

3.2 ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ – SATO OFFICE SYSTEMS

Μια περίπτωση παραγωγικής επιχείρησης επίπλων που αντιμετωπίζει αρκετές από τις προκλήσεις που αναφέραμε παραπάνω, είναι η εταιρεία SATO OFFICE SYSTEMS.

Η εταιρεία SATO ιδρύθηκε το 1966 στη Θεσσαλονίκη. Από το 1990 είναι εισηγμένη στο Χ.Α.Α. Κύριο αντικείμενο της είναι η παραγωγή και εμπορία επίπλων γραφείου και σπιτιού. Τα έπιπλα σπιτιού είναι καθαρά εμπορική δραστηριότητα και δε θα μας απασχολήσει στη συνέχεια, καθώς είναι εκτός αντικειμένου. Τα έπιπλα γραφείου μπορούν να είναι είτε κινητά είτε διαχωριστικά χώρου. Ως κινητά λογίζονται τα γραφεία, τα καθίσματα τα ερμάρια, οι βιβλιοθήκες και λοιπός κινητός εξοπλισμός γραφείου. Ως διαχωριστικά, λογίζονται σταθερά τοποθετημένες κατασκευές, που επιτρέπουν τη δημιουργία ξεχωριστών χώρων εργασίας, χωρίς όμως την ύπαρξη μόνιμων δομικών κτιριακών στοιχείων.

Η εταιρεία κατά την ανάπτυξή της, συνδύασε την παράλληλη εξέλιξη τόσο του εμπορικού μέρους (Marketing και πωλήσεις), όσο και του τεχνολογικού μέρους (σχεδιασμός και παραγωγή), χτίζοντας έτσι στην αγορά ένα ισχυρό «brand name», υποστηριζόμενο από τεχνολογικά εξελιγμένα προϊόντα ποιότητας.

Η μακροχρόνια αυτή στρατηγική είχε ως αποτέλεσμα εδώ να καθιερωθεί ως ηγέτης στο χώρο του επίπλου γραφείου στην Ελλάδα, τόσο σύμφωνα με μελέτες του κλάδου, όσο και στην ίδια την αντίληψη των πελατών και της αγοράς.

Από την έναρξη της δραστηριοποίησης της, οι πωλήσεις της εταιρείας αφορούσαν αποκλειστικά προϊόντα ίδιας παραγωγής. Σταδιακά, προκειμένου να αποκτήσει μεγαλύτερο πλήθος προσφερομένων προϊόντων, ανέπτυξε και την εισαγωγή και μεταπώληση. Στα έπιπλα γραφείου όμως, ο κύριος όγκος παραμένει η παραγωγή. Το σύνολο των παραγομένων προϊόντων της εταιρείας παράγεται στο εργοστάσιο της στη Θέρμη Θεσσαλονίκης. Εκεί στεγάζονται όλες οι λειτουργίες που σχετίζονται με την Παραγωγή, καθώς και οι βοηθητικές λειτουργίες του R&D, των Προμηθειών, τη Αποθήκευσης και της Συντήρησης.

Προτού όμως προχωρήσουμε σε πιο αναλυτική παρουσίαση της κατάστασης, κρίνεται σκόπιμη μια σύντομη παρουσίαση της ίδιας της εταιρείας, της δομής και της οργάνωσης του εργοστασίου της, καθώς βέβαια και της παραγωγικής διαδικασίας για τη συγκεκριμένη περίπτωση που μελετάμε, ώστε να εντοπιστούν οι κρίσιμοι παράγοντες που επηρεάζουν την ευελιξία.

Στο εργοστάσιο βρίσκουμε όλες τις λειτουργίες που σχετίζονται άμεσα με την Παραγωγή, καθώς και τις βοηθητικές λειτουργίες του Προγραμματισμού Παραγωγής, των Προμηθειών A-B υλών, της Αποθήκευσης A-B υλών και ημιετοιμών προϊόντων, της Συντήρησης. Λόγω της ιδιαιτερότητας του κλάδου, που απαιτεί μεγάλη τεχνική εξειδίκευση και γνώση τόσο των προϊόντων, όσο και των παραγωγικών διαδικασιών, στο εργοστάσιο στεγάζεται επίσης το τμήμα R&D, που φροντίζει για το σχεδιασμό των νέων προϊόντων και την εισαγωγή τους στην παραγωγική διαδικασία.

Το είδος της παραγωγής ως διαδικασία είναι σχεδόν αποκλειστικά παραγωγή παρτίδων (batch production). Λίγες είναι οι διαδικασίες στο εργοστάσιο που υπάρχει παραγωγή ροής (flow ή process production), και αυτές πάλι αφορούν συγκεκριμένες ποσότητες ανά κωδικό και όχι διαρκείς γραμμές επεξεργασίας.

Αναλύοντας την Παραγωγή, αυτή χωρίζεται αρχικά με βάση τη λειτουργία αλλά και για οργανωτικούς λόγους, σε Πρωτογενή και σε Δευτερογενή:

- Πρωτογενής παραγωγή ονομάζεται η επεξεργασία Α υλών, με σκοπό την παραγωγή ενδιάμεσων «ημιετοιμών προϊόντων» (W.I.P. – work in progress).
- Δευτερογενής παραγωγή ονομάζεται η επεξεργασία των ενδιάμεσων ημιετοιμών, ώστε αυτά να αποκτήσουν την τελική τους μορφή και μετά από την τελική συσκευασία να προωθηθούν στην Αποθήκη Ετοιμών - ως μέρος του Supply Chain.

Τα τμήματα πρωτογενούς παραγωγής είναι τα:

- α) Τμήμα Ξυλουργείου
- β) Τμήμα Βαφείου Ξύλου
- γ) Τμήμα Μετάλλου
- δ) Τμήμα Βαφείου Μετάλλου

Τα τμήματα δευτερογενούς παραγωγής είναι τα τμήματα μοντάζ:

- α) Γραφείων – Βιβλιοθηκών
- β) Ερμαρίων – Συρταροθηκών
- γ) Διαχωριστικών “Wall System”
- δ) Καθιστικών

Στα Τμήματα Μοντάζ γίνεται η προσθήκη διάφορων εξαρτημάτων στα ημιέτοιμα της πρωτογενούς παραγωγής. Ακολουθεί η συναρμολόγησή τους σε τελικά μέρη επίπλων (π.χ. λυόμενων γραφείων) ή ολοκληρωμένα προϊόντα (π.χ. καθίσματα) και η τελική συσκευασία τους, προκειμένου να διακινηθούν στις αποθήκες και στον πελάτη. Όπως γίνεται εύκολα κατανοητό, τα πρωτογενή τμήματα είναι εκείνα όπου γίνεται η κύρια κατεργασία και όπου προκύπτουν τα σχεδόν ολοκληρωμένα τελικά προϊόντα. Εκεί συναντάμε την κύρια ύπαρξη τεχνολογίας, αλλά και πολυπλοκότητας, καθώς εκεί αποκτούν την τελική τους μορφή. Οποιαδήποτε διαφοροποίηση απαιτείται, αυτή υλοποιείται στα πρωτογενή τμήματα. Στα πρωτογενή τμήματα βρίσκεται το κύριο πλήθος των εργαζομένων στην παραγωγή (70%), αλλά και του μηχανολογικού εξοπλισμού του εργοστασίου (95%).

Στο τμήμα Μετάλλου γίνονται κοπές και διαμορφώσεις λαμαρίνας, σωλήνων, προφίλ αλουμινίου, μηχανουργικές κατεργασίες, συγκολλήσεις διαφόρων τύπων. Τα ολοκληρωμένα μεταλλικά εξαρτήματα βάφονται στο Βαφείο Μετάλλου.

Στο τμήμα Ξυλουργείου γίνονται αντίστοιχες κατεργασίες κοπής, διαμόρφωσης, συγκόλλησης σε φυσική, κυρίως όμως σε τεχνητή βιομηχανική ξυλεία. Αν πρόκειται για προϊόντα φυσικής ξυλείας ή για προϊόντα με λακαριστή επιφάνεια, ακολουθεί επεξεργασία στο Βαφείο Ξύλου για βερνίκωμα ή βαφή.

Η κύρια δραστηριότητα του τμήματος ξυλουργείου, αλλά και του ίδιου του εργοστασίου, είναι η «Γραμμή Συνεχούς Παραγωγής», στην οποία επικεντρώνεται και η παρούσα Εργασία. Πρόκειται ουσιαστικά για την κύρια παραγωγική δραστηριότητα του τμήματος Ξυλουργείου, καθώς από εκεί περνάει το 90% σε ποσότητα τεμαχίων, αλλά και σε πλήθος κωδικών, της συνολικής παραγωγής του τμήματος. Με εξαίρεση τα καθίσματα, όλα τα υπόλοιπα προϊόντα της εταιρείας αποτελούνται κατά βάση σε τεμάχια που έχουν παραχθεί στη γραμμή παραγωγής.

Γίνεται συνεπώς κατανοητό ότι η γραμμή παραγωγής του ξυλουργείου αποτελεί και για το σύνολο του εργοστασίου ένα νευραλγικό παραγωγικό τμήμα, το κυριότερο από πλευράς εγκατεστημένης ισχύος, απασχόλησης ατόμων, κόστους λειτουργίας αλλά και αξίας επένδυσης μηχανολογικού εξοπλισμού. Σε αυτό ακριβώς το τμήμα είναι που καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό η ευελιξία του εργοστασίου, σε ότι αφορά τα παραγόμενα προϊόντα με βάση το ξύλο.

Τα τμήματα μοντάζ που ακολουθούν στην διαδικασία παραγωγής, είναι κυρίως εντάσεως εργασίας, οπότε η όποια απαιτούμενη ευελιξία εξασφαλίζεται από τους ίδιους τους εργαζόμενους, μέσα από την εμπειρία και την ικανότητα του να προσαρμόζονται στα πολλά διαφορετικά προϊόντα που θα περάσουν από τα χέρια τους.

3.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Πριν αναλύσουμε περισσότερο τα ποσοτικά στοιχεία που σχετίζονται με τη γραμμή παραγωγής, κρίνουμε ότι είναι απαραίτητη μια σύντομη περιγραφή της παραγωγικής διαδικασίας του Τμήματος Ξυλουργείου, προκειμένου να γίνουν αντιληπτά τα προβλήματα και οι περιορισμοί που ισχύουν και καθορίζουν τις παραγωγικές δυνατότητες του, αλλά και τις ανάγκες που οδηγούν στην αναζήτηση και επίτευξη μεγαλύτερης ευελιξίας.

Τα ξύλινα έπιπλα γραφείου αποτελούνται κατά κανόνα από επίπεδα κομμάτια (panels) που συνδέονται μεταξύ τους με διάφορα συνδετικά στοιχεία. Το υλικό

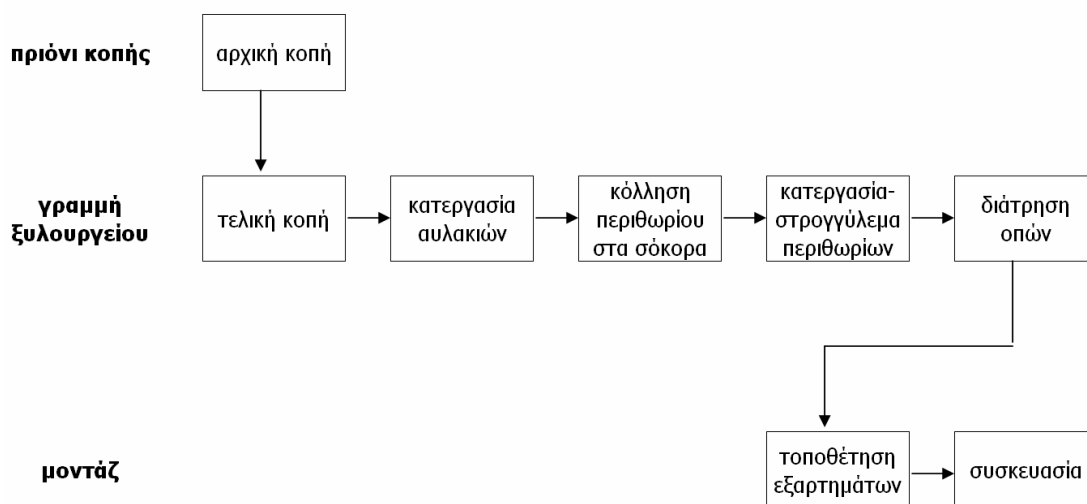
κατασκευής των κομματιών είναι κατά κύριο λόγο τεχνητή ξυλεία. Εδώ και αρκετά χρόνια, ελάχιστα είναι τα έπιπλα βιομηχανικής παραγωγής που αποτελούνται από panel με επένδυση καπλαμά, δεν ξεπερνούν το 5% του συνολικού όγκου παραγωγής, ενώ έπιπλα κατασκευασμένα εξ' ολοκλήρου από φυσική ξυλεία δεν υφίστανται πλέον, εδώ και δεκαετίες. Αυτό ισχύει για το σύνολο των βιομηχανικών εταιρειών που δραστηριοποιούνται στο χώρο του επίπλου γραφείου.

Η τεχνητή ξυλεία είναι συνήθως μορισανίδα (γνωστό εμπορικά και ως νοβοπάν), σπανιότερα χρησιμοποιείται ινοσανίδα (MDF – medium density fiber board). Η τεχνητή ξυλεία είναι αμφίπλευρα επικαλυμμένη με ειδικό τυπωμένο χαρτί, εμποτισμένο σε ρητίνες μελαμίνης. Για αυτό το λόγο είναι διαδεδομένη στην αγορά με την ονομασία «μελαμίνη». Το εμποτισμένο χαρτί είναι αυτό που δίνει την επιφανειακή αντοχή σε χτυπήματα, γδαρσίματα, υγρασία κλπ, ενώ με την τύπωση υπάρχει η δυνατότητα αναπαράστασης από διάφορες αποχρώσεις ξύλου, ή και απλού μονόχρωμου φινιρίσματος, φυσικά στην αντίστοιχη ποικιλία. Η μελαμίνη ως πρώτη ύλη διατίθεται σε φύλλα μεγάλων διαστάσεων (3,6 X 1,8 μέτρα), και κατηγοριοποιείται ανάλογα με το πάχος του φύλλου και την απόχρωση της επιφάνειας. Για λόγους που σχετίζονται με την αγορά και το marketing, το πλήθος των επιλεγμένων αποχρώσεων ξεπερνάει τις 10 χρωματικές παραλλαγές.

Ανάλογα με το έπιπλο, την προβλεπόμενη χρήση του και τις απαιτήσεις αντοχής και λειτουργικότητας του κάθε στοιχείου του επίπλου, όπως αυτές προκύπτουν κατά την ανάπτυξη και το σχεδιασμό του νέου προϊόντος, είναι δυνατή η χρήση φύλλων με διαφορετικά πάχη, από 6, 12, 18, 22, 25 έως και 38 χιλιοστών. Από τα παραπάνω γίνεται ήδη αντιληπτό, ότι η κύρια Α' ύλη (μελαμίνη) εμφανίζεται στο εργοστάσιο σε πάνω από 60 διαφορετικούς κωδικούς (συνδυασμοί πάχους – χρώματος).

Για να φτάσουμε από την Α' ύλη στα τελικά κομμάτια προς συσκευασία, χρειάζεται να περάσουμε από διάφορες φάσεις παραγωγής και αντίστοιχα μηχανήματα, σύμφωνα με το ενδεικτικό φασεολόγιο του **σχήματος 3-1**.

Πρέπει να σημειωθεί ότι το εικονιζόμενο φασεολόγιο μας δίνει μόνο την παραγωγική αλληλουχία, καθώς υπάρχουν διάφορες εναλλακτικές μηχανές από τις οποίες μπορούν να περάσουν τα κομμάτια (routing flexibility). Η γραμμή παραγωγής είναι στην ουσία μια σειρά συνδεδεμένων μηχανημάτων, που επιτρέπει τη συνεχή επεξεργασία σε χρόνους χαμηλότερους από τις υπόλοιπες διαδρομές, για αυτό και προτιμάται, καθώς επιτρέπει την παραγωγή με το ελάχιστο κόστος. Σε ειδικές περιπτώσεις ακολουθούνται άλλες πορείες διέλευσης από την παραγωγή.



Σχήμα 3-1: Ενδεικτικό φασεολόγιο κατεργασίας ξύλινων panel μελαμίνης

Πρώτο βήμα στην παραγωγή είναι η ομαδοποίηση των αναγκών μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου, συνήθως μιας εβδομάδας, ανάλογα με το χρώμα και το πάχος των ζητούμενων κομματιών. Οι ποσότητες ανά κωδικό που απαιτούνται από το σύστημα M.R.P., εισάγονται σε ειδικό πρόγραμμα βελτιστοποίησης κοπής (nesting), που υπολογίζει τη βέλτιστη διάταξη κοπής ανά ομάδα υλικού (χρώμα-πάχος), ώστε να ελαχιστοποιείται η φύρα της μελαμίνης και να προκύπτει η καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση της Α' ύλης.

Από αυτή την Α' ύλη κόβονται (αρχική κοπή, σε διαστάσεις λίγο μεγαλύτερες από τα τελικά μέτρα), πολλά διαφορετικά κομμάτια, που θα αποτελέσουν τα διάφορα μέρη των τελικών προϊόντων. Η κοπή γίνεται σε ειδικές μηχανές-πριόνια που καθοδηγούνται ηλεκτρονικά, σύμφωνα με το κάθε πλάνο κοπής.

Η επόμενη φάση παραγωγής είναι η πλέον σημαντική, καθώς εκεί έχουμε την πραγματική επεξεργασία του κάθε κομματιού, ώστε να προκύψει το τελικό κομμάτι. Η πολυπλοκότητα έγκειται στο πλήθος των μεταβλητών - παραμέτρων που ενδέχεται να διαφοροποιούνται από κομμάτι σε κομμάτι. Αυτές οι μεταβλητές-παραμέτροι μπορούν κατά περίπτωση να είναι:

- Μήκος
- Πλάτος
- Πάχος μελαμίνης
- Απόχρωση μελαμίνης
- Πάχος πλαστικών περιθωρίων
- Απόχρωση πλαστικών περιθωρίων
- Ύπαρξη κατεργασιών (αυλάκια, εγκοπές)
- Σχέδιο τρυπημάτων

Οποιαδήποτε διαφοροποίηση ενός ή περισσότερων από τα παραπάνω χαρακτηριστικά έχει ως αποτέλεσμα ένα διαφορετικό προϊόν, ένα διαφορετικό κωδικό παραγόμενου είδους. Και καθώς τα παραπάνω χαρακτηριστικά οριστικοποιούνται με την επεξεργασία στη γραμμή παραγωγής, είναι αναγκαία η δυνατότητα αλλαγής της ρύθμισης της γραμμής παραγωγής (setup), ώστε να προκύπτει το επιθυμητό προϊόν κατά περίπτωση. Η ευκολία ή μη, της εκτέλεσης της αλλαγής, είναι αυτή που καθορίζει σε μεγάλο βαθμό και την ευελιξία της γραμμής παραγωγής.

3.4 ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Περιγραφή κατάστασης

Κατά την προηγούμενη κατάσταση στη συγκεκριμένη θέση παραγωγής, υπήρχε μια «συμβατική» γραμμή παραγωγής. Ο όρος «συμβατική» χρησιμοποιείται εδώ σε αντιδιαστολή με τις όρους «ηλεκτρονική» ή «CNC», «computerized» κλπ.

Η εγκατάσταση της παλιάς γραμμή παραγωγής έγινε το έτος 1991. Αποτέλεσε τότε μια σημαντική επένδυση για το εργοστάσιο, καθώς επέτρεψε την γρήγορη παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων, κάτι που πρώτα δεν ήταν εφικτό με τα μεμονωμένα ανεξάρτητα μηχανήματα που είχε το εργοστάσιο. Αντίστοιχης βέβαια λογικής ήταν και η τροφοδοσία της μηχανής, καθώς οι συνήθεις παρτίδες είχαν μέσο όρο μεγέθους τα 500 τεμάχια, ενώ τα διαθέσιμα χρώματα ήταν μόλις 5. Το πλήθος των παραγόμενων ειδών ήταν συνεπώς σαφώς μικρότερο, σε σχέση με την κατάσταση που επικρατεί σήμερα (10 χρώματα), ενώ και το πλήθος των διαφορετικών προϊόντων ήταν αρκετά μικρότερο, περίπου 400 κωδικοί. Η έμφαση δινόταν στην κατά το δυνατό καλύτερη και αποδοτικότερη εκμετάλλευση της μηχανής, κάτι που μεταφράζεται σε μακράς διάρκειας παραγωγές λίγων σε πλήθος κωδικών, ώστε ο νεκρός χρόνος λόγω setup να είναι ο μικρότερος δυνατός.

Στη συμβατική γραμμή παραγωγής οι μόνες ρυθμίσεις που γίνονται ηλεκτρονικά είναι οι ρυθμίσεις των διαστάσεων, όπου ο χειριστής πληκτρολογεί την επιθυμητή διάσταση (μήκος/πλάτος) και η μηχανή «ανοίγει» ή «κλείνει» στα επιθυμητά μέτρα. Όλες οι υπόλοιπες ρυθμίσεις γίνονται με χειροκίνητη επέμβαση των χειριστών. Το εύρος των πιθανών ρυθμίσεων, και ενδεικτικοί χρόνοι για κάθε είδος αλλαγής φαίνονται στον **πίνακα 3-1**.

Όπως αναγράφεται και στον πίνακα, η γραμμή χωρίζεται άτυπα σε δύο μέρη που λειτουργούν όμως σε σειρά: την συγκολλητική μηχανή (κοπές, κατεργασίες και κολλήσεις περιθωρίων) και το πολυτρύπανο (οριζόντιες και κατακόρυφες διατρήσεις).

Σε κάθε μέρος την ευθύνη για την λειτουργία αλλά και για την προετοιμασία παραγωγής την είχαν 2 χειριστές, 4 συνολικά.

Πίνακας 3-1: Διαφορετικά είδη setup και απαιτούμενοι χρόνοι στην προηγούμενη κατάσταση

Μηχανή <i>είδος αλλαγής - ρύθμισης</i>	Απαιτούμενος χρόνος σε ανθρωπολεπτά (Amin) Μέσος όρος – max
Συγκολλητική	2 χειριστές
<i>Μήκος ή πλάτος τεμαχίου</i>	2 – 10
<i>Πλάτος τεμαχίου</i>	2 – 4
<i>Πάχος τεμαχίου (συνεπάγεται αλλαγή περιθωρίων)</i>	10 – 15
<i>Απόχρωση μελαμίνης</i>	2 – 3
<i>Πάχος περιθωρίων</i>	20 – 30
<i>Απόχρωση περιθωρίων</i>	7 – 10
<i>Κατεργασίες αυλακιών</i>	10 – 15
Πολυτρύπανο	2 χειριστές
<i>Σχέδιο τρυπημάτων</i>	30 – 60

Όσο αφορά στους χρόνους setup, αυτό ξεκινούσε ταυτόχρονα στο κάθε τμήμα, και όποιο από τα δύο ήταν το πιο χρονοβόρο, καθόριζε και το συνολικό χρόνο του setup. Έτσι, για παράδειγμα, αν επρόκειτο μόνο για αλλαγή χρώματος, η διάρκεια ήταν 7 λεπτά στο πρώτο μέρος και 0 στο δεύτερο, αν όμως υπήρχε και αλλαγή σχεδίου διάτρησης, ο χρόνος ήταν 7 λεπτά στην πρώτη και 30 λεπτά στη δεύτερη, συνεπώς 30 λεπτά για το σύνολο της γραμμής. Στον χρόνο που διαρκούσε η αλλαγή στο δεύτερο μέρος, οι χειριστές του πρώτου μέρους είχαν τον χρόνο να ετοιμάσουν κάποια επόμενη εργασία, ή απλά να περιμένουν.

Λόγοι αλλαγής

Με τις συνθήκες παραγωγής που ίσχυαν στο παρελθόν, (παρτίδες ικανού μεγέθους, λίγες χρωματικές παραλλαγές, παραγωγές για μεγάλο ορίζοντα προγραμματισμού) ο χρόνος που απαιτούνταν για το setup κυμαίνονταν στο 20-25% του συνολικού διαθέσιμου χρόνου για παραγωγή. Η αλλαγή ήταν σταδιακή, αλλά σημαντική. Το 2006, 15 χρόνια αργότερα, ο χρόνος αυτός έφτασε να αντιστοιχεί στο 44% του συνολικού χρόνου, με αυξητική τάση. Ουσιαστικά δηλαδή, η γραμμή παραγωγής και το προσωπικό που τη λειτουργούσε, έφτασαν να απασχολούνται παραγωγικά μόλις στο 50% του χρόνου παρουσίας τους.

Παράλληλα, άρχισε να διαφαίνεται μια γενικότερη δυσκολία στη λειτουργία της γραμμής, καθώς απαιτούσε ένα συγκεκριμένο τρόπο χρονοπρογραμματισμού, προκειμένου να πετυχαίνει κατά το δυνατόν ελάχιστο setup. Δηλαδή, με άλλη σειρά στη λίστα παραγωγής, το ποσοστό θα ξεπερνούσε το 50-55%. Επιπλέον, λόγω του αυξημένου χρόνου για setup, υπήρχε πλέον σοβαρό θέμα και παραγωγικής δυναμικότητας (capacity) καθώς η γραμμή λειτουργούσε ήδη σε 3 βάρδιες σε πενθήμερη βάση, έχοντας εξαντλήσει όλο το spare capacity και παρουσιάζοντας ελάχιστη ευελιξία όγκου. Έτσι, σε περιόδους με αυξημένη ζήτηση το εργοστάσιο δεν μπορούσε να ανταποκριθεί στο σύνολο των εισερχόμενων παραγγελιών, καθώς δεν υπήρχε περιθώριο ούτε για υπερωριακή εργασία, με αποτέλεσμα εργασία τα Σαββατοκύριακα με πολύ αυξημένο κόστος και αρκετά συχνές καθυστερήσεις στις παραδόσεις.

Λαμβάνοντας υπόψη τα ποσοτικά στοιχεία και τις μετρήσεις απόδοσης της γραμμής, καθώς και τις ποιοτικές πληροφορίες σχετικά με την τάση και τις ανάγκες της αγοράς, έγινε ξεκάθαρο τόσο στη διοίκηση του εργοστασίου όσο και στη διοίκηση της εταιρείας, ότι η ανάγκη για αλλαγή του μηχανολογικού εξοπλισμού ήταν επιβεβλημένη. Η αγορά είχε πλέον αλλάξει και οι απαιτήσεις των πελατών δεν μπορούσαν να ικανοποιηθούν με την υφιστάμενη κατάσταση, σε αποδεκτό κόστος και ικανοποιητικούς χρόνους παράδοσης. Η αύξηση ευελιξίας μίγματος που ήταν το ζητούμενο, δεν μπορούσε να υλοποιηθεί με τον υφιστάμενο εξοπλισμό και έπρεπε να πραγματοποιηθεί επένδυση σημαντικού ύψους σε νέο εξοπλισμό.

Διαδικασία αλλαγής

Ετοιμάστηκε μια προκαταρκτική οικονομοτεχνική μελέτη από τη διεύθυνση εργοστασίου και παρουσιάστηκε στο Διοικητικό Συμβούλιο της εταιρείας. Μετά την σχετική έγκριση από τη διοίκηση, ξεκίνησε η διαδικασία διερεύνησης για την επένδυση. Επιλέχθηκαν 3 κορυφαίοι ευρωπαϊκοί οίκοι κατασκευής ξυλουργικών μηχανημάτων και κλήθηκαν για εκδήλωση ενδιαφέροντος για τη συγκεκριμένη αγορά.

Συντάχθηκε ένας προκαταρκτικός φάκελος με τις τεχνικές προδιαγραφές και τις επιθυμητές δυνατότητες του εξοπλισμού, βασισμένος σε στοιχεία και πληροφορίες από προηγούμενες συναντήσεις και κλαδικές εκθέσεις, πάνω στις οποίες θα μπορούσαν να βασιστούν οι κατασκευαστές για να καταθέσουν τις αρχικές τεχνικές προτάσεις τους. Ακολούθησε μια σειρά συναντήσεων με κάθε ένα προσφέροντα ξεχωριστά, για να συζητηθούν οι απαιτήσεις, να παρουσιαστούν γενικές προτάσεις και να επιλυθούν απορίες και από τις δύο πλευρές, όπου συμμετείχαν πέραν του διευθυντή εργοστασίου, ο προϊστάμενος του τμήματος ξυλουργείου και ο προϊστάμενος

συντήρησης, που θα είχε την κύρια ευθύνη της υλοποίησης και της υποστήριξης της νέας γραμμής παραγωγής.

Η συγκεκριμένη διαδικασία διερεύνησης βοήθησε να ξεκαθαρίσουν στα στελέχη του εργοστασίου ποιες ήταν οι εναλλακτικές τεχνικές λύσεις που υπήρχαν διαθέσιμες, εντός ενός σχετικού εύρους κόστους, που ήταν διατεθειμένη να δεχτεί η εταιρεία. Στη συνέχεια οργανώθηκαν επισκέψεις του διευθυντή εργοστασίου και του προϊστάμενου συντήρησης, στα έδρες των τριών κατασκευαστικών οίκων. Εκτός από τα εργοστάσια κατασκευής των μηχανημάτων έγιναν επισκέψεις και σε εργοστάσια επίπλων όπου είχαν ήδη εγκατασταθεί παρόμοιες γραμμές παραγωγής, ώστε να σχηματιστεί μια σφαιρική εικόνα, τόσο από την κατασκευή, την ποιότητα και τις τεχνικές λεπτομέρειες των μηχανημάτων, όσο και από την λειτουργία τους σε πραγματικές συνθήκες.

Αποτέλεσμα των επισκέψεων και των συναντήσεων που έγιναν, ήταν η συγκεκριμενοποίηση των αναγκών και η συγγραφή της τελικής τεχνικής προδιαγραφής, κοινής για όλους τους κατασκευαστές, ώστε να παραδώσουν τις τελικές τεχνικές και οικονομικές προσφορές τους. Για την τελική επιλογή λήφθησαν υπόψη τόσο τα οικονομικά δεδομένα, όσο και η τεχνική αξιολόγηση, και μετά τις απαραίτητες διαπραγματεύσεις επιλέχθηκε η εταιρεία για την ανάληψη του έργου.

Όταν ολοκληρώθηκε η κατασκευή των μηχανημάτων και πλησίαζε ο καιρός πλέον της υλοποίησης, άρχισαν οι ενέργειες για την εγκατάσταση της νέας γραμμής. Αυτό ήταν ένα αρκετά δύσκολο έργο, γιατί λόγω περιορισμένου χώρου, η θέση που αποφασίστηκε να στηθεί η γραμμή έπρεπε να είναι η ίδια όπου βρίσκονταν η παλιά γραμμή. Αυτό σήμαινε ότι έπρεπε πρώτα να γίνει η απεγκατάσταση της παλιάς γραμμής, στη συνέχεια η προετοιμασία του χώρου για την νέα γραμμή (θεμελιώσεις, παροχές ρεύματος - αέρα, εξαερισμοί κλπ). η εγκατάσταση της νέας, το θέσιμο σε λειτουργία και οι τελικές ρυθμίσεις ώστε να παραδοθεί έτοιμη προς λειτουργία. Ως συνολική διάρκεια των παραπάνω υπολογίστηκε ότι θα χρειαστούν 8-10 εβδομάδες, αρκετά μεγάλος χρόνος, λογικός όμως για το μέγεθος και την πολυπλοκότητα του έργου. Ο μεγάλος αυτός χρόνος είχε και μια σοβαρή συνέπεια, αν αναλογιστεί κανείς ότι σε αυτό το διάστημα το εργοστάσιο πρακτικά δεν θα μπορούσε να παράγει προϊόντα. Έτσι, εγκαίρως είχε αποφασιστεί για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα, ο χρόνος της εγκατάστασης να συμπέσει με την καλοκαιρινή άδεια του εργοστασίου. Για τις υπόλοιπες 4-6 εβδομάδες όμως, έπρεπε να παραχθεί ικανή ποσότητα προϊόντων εκ των προτέρων, ώστε να μην παρουσιαστούν σημαντικές ελλείψεις σε μελλοντικές παραγγελίες πελατών. Μετά από υπολογισμούς του τμήματος Προγραμματισμού Παραγωγής, έγιναν οι σχετικές προβλέψεις και δόθηκαν στην παραγωγή για υλοποίηση. Οι αστοχίες που ήταν φυσικό να υπάρξουν, αντιμετωπίστηκαν με τη χρήση

άλλων μηχανημάτων, λιγότερο παραγωγικών, αλλά διαθέσιμων για χρήση όσο διάστημα δεν υπήρχε παραγωγική δυνατότητα από την γραμμή παραγωγής.

Παράλληλα, ξεκίνησε η εκπαίδευση 3 χειριστών στον προγραμματισμό της γραμμής παραγωγής. Η εκπαίδευση για το συγκεκριμένο μηχάνημα ήταν εξαιρετικής σημασίας για την επιτυχή, ή μη, υλοποίηση της επένδυσης. Οι χειριστές επιλέχθηκαν με δύο κριτήρια: το πρώτο ήταν η γνώση της συγκεκριμένης θέσης εργασίας, των προϊόντων και της τεχνογνωσίας παραγωγής, το δεύτερο ήταν η ευκολία με την οποία θα προσαρμόζονταν στον χειρισμό ενός πολύπλοκου ηλεκτρονικού μηχανήματος και στη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή, που μέχρι τότε δεν γνώριζαν.

Μετά από κάποια εισαγωγικά σεμινάρια στη χρήση Η/Υ, η αρχική εκπαίδευση στα συγκεκριμένα μηχανήματα έγινε στο εξωτερικό, σε κατάλληλο εκπαιδευτικό κέντρο του εργοστασίου παραγωγής. Το τελικό στάδιο εκπαίδευσης έγινε πάνω στην ίδια τη γραμμή παραγωγής, κατά τη διάρκεια των δοκιμών, αλλά και της αρχικής λειτουργίας υπό την επίβλεψη των ξένων τεχνικών. Με την παράδοση της μηχανής, οι χειριστές γνώριζαν σε ικανοποιητικό βαθμό τον προγραμματισμό και τη λειτουργία για τις περισσότερες περιπτώσεις που θα συναντούσαν.

Οι ίδιες αυξημένες απαιτήσεις εμφανίστηκαν και για το τμήμα συντήρησης του εργοστασίου, καθώς έπρεπε άμεσα να μπορεί να υποστηρίξει ένα εντελώς νέο μηχάνημα, διαφορετικής τεχνολογίας από το προηγούμενο, με πολύ περισσότερους αυτοματισμούς και λιγότερα μηχανικά μέρη από εκείνα που είχαν συνηθίσει οι τεχνικοί να αντιμετωπίζουν όλα τα προηγούμενα χρόνια.

3.5 ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΝΔΥΣΗ

Η νέα γραμμή παραγωγής του ξυλουργείου τέθηκε σε λειτουργία το φθινόπωρο του 2006.

Το κύριο χαρακτηριστικό της νέας γραμμή παραγωγής, σε θεωρητικό τουλάχιστον επίπεδο, είναι η ευκολία και η ταχύτητα αλλαγής. Η νέα γραμμή είναι εξ ολοκλήρου ηλεκτρονική και δεν χρειάζεται καμία χειροκίνητη ρύθμιση στις αλλαγές. Για κάθε διαφορετικό κωδικό προϊόντος δημιουργείται ένα πρόγραμμα και αποθηκεύεται στη μνήμη του κεντρικού υπολογιστή της γραμμής, όπου σώζονται όλες οι σχετικές επιλογές για το συγκεκριμένο κωδικό. Η διάρκεια δημιουργίας του προγράμματος είναι 3-10 λεπτά, ανάλογα με την πολυπλοκότητα, και ο προγραμματισμός μπορεί να εκτελείται και την ώρα που η γραμμή λειτουργεί παραγωγικά, χωρίς έτσι να προκαλείται καθυστέρηση στη ροή της παραγωγής.

Εφόσον υπάρχει το πρόγραμμα αποθηκευμένο στη βάση δεδομένων της γραμμής, την επόμενη φορά που θα χρειαστεί η παραγωγή του συγκεκριμένου

κωδικού αρκεί να γίνει μια αναζήτηση και να κληθεί το πρόγραμμα για εκτέλεση. Ο καθαρός χρόνος της μηχανής, από την κλήση του νέου προγράμματος μέχρι την ετοιμότητα παραγωγής, είναι 20-30 δευτερόλεπτα, και δεν απαιτείται καμία χειροκίνητη επέμβαση από το χειριστή. Πρακτικά, όλα τα μέρη της μηχανής «παίρνουν θέση» για τον νέο κωδικό, ανεξάρτητα από την προηγούμενη θέση που είχαν.

Σε ότι αφορά στα χρώματα περιθωρίων, η παλιά γραμμή είχε μόνο μια υποδοχή για ταινία περιθωρίου, σε τέσσερα σημεία (1 για κάθε πλευρά του ορθογώνιου τεμαχίου). Όπως είδαμε προηγουμένως, για να αλλάξει το χρώμα χρειαζόταν 7-10 λεπτά, καθώς έπρεπε να αφαιρεθούν στους 4 σταθμούς συγκόλλησης οι κουλούρες με το προηγούμενο υλικό περιθωρίου, και να τοποθετηθούν οι 4 επόμενες κουλούρες. Στην νέα γραμμή, σε κάθε σταθμό συγκόλλησης υπάρχει μια «ηλεκτρονική αποθήκη», με θέσεις για 24 διαφορετικά περιθώρια. Τα περιθώρια τοποθετούνται στην αποθήκη και δηλώνονται με τον κωδικό τους. Ο ίδιος κωδικός περιλαμβάνεται και στο πρόγραμμα του κωδικού προς παραγωγή, οπότε με το που καλείται το νέο πρόγραμμα, ο υπολογιστής της γραμμής αναζητάει στις αποθήκες τα δηλωμένα περιθώρια και αυτόματα τροφοδοτεί από τις συγκεκριμένες κατά περίπτωση θέσεις. Σε περίπτωση που για κάποιο λόγο δεν υπάρχει το δηλωμένο περιθώριο, η γραμμή δεν μπορεί να ξεκινήσει, εμφανίζεται προειδοποιητικό μήνυμα ενημέρωσης του χειριστή, που πρέπει να τοποθετήσει το ζητούμενο υλικό, με τη σχετική βέβαια καθυστέρηση.

Το προηγούμενο παράδειγμα είναι μια χαρακτηριστική περίπτωση της διαφοράς του χρόνου setup της «γραμμής-μηχανή», με τον πραγματικό χρόνο setup της «γραμμής-σύστημα). Η επίτευξη του ιδανικού χρόνου setup, του χρόνου ελάχιστου χρόνου που εξαρτάται μόνο από τη μηχανή, είναι εφικτή μόνο εφόσον το συνολικό σύστημα «μηχανή + χειριστές + υλικά» είναι έτοιμο εγκαίρως για την νέα παραγωγή. Αν για παράδειγμα δεν έχει δηλωθεί το σωστό υλικό περιθωρίου, ή αν λείπουν τα κομμάτια προς κατεργασία από την είσοδο της γραμμής και πρέπει να αναζητηθούν, προκύπτει καθυστέρηση στο setup, που δεν οφείλεται στον εξοπλισμό αλλά στους χειριστές και στον τρόπο που έχει οργανωθεί η εργασία στο τμήμα. Όσο πιο σωστά γίνει αυτή η οργάνωση, τόσο πιο κοντά στο ιδανικό είναι οι χρόνοι.

Μια δεύτερη παράμετρος που επηρεάζει το χρόνο setup είναι ο ποιοτικός έλεγχος. Είναι τέτοια η φύση της συγκεκριμένης παραγωγικής διαδικασίας, που αν γίνει οποιοδήποτε λάθος κατά τη ρύθμιση, θα έχει ως αποτέλεσμα την αχρήστευση ολόκληρης της παρτίδας παραγωγής. Επειδή το κόστος αυτό είναι αρκετά υψηλό, και καθώς ο κύριος έλεγχος ποιότητας στο εργοστάσιο γίνεται κατά την ίδια την παραγωγή και όχι εκ των υστέρων, ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία: Με την κλήση του προγράμματος, ανεξάρτητα από το μέγεθος της παρτίδας, ο χειριστής στέλνει μόνο 1 κομμάτι μέσα στη γραμμή για κατεργασία. Το κομμάτι αυτό ελέγχεται οπτικά για

ατέλειες, μετριέται για τυχόν αποκλίσεις και μόνο εφόσον είναι αποδεκτό δίνεται η εντολή για την εκτέλεση της υπόλοιπης παραγωγής. Ο ποιοτικός έλεγχος ολοκληρώνεται με το τελευταίο κομμάτι της κάθε παραγωγής, για να εξασφαλιστεί ότι δεν άλλαξε κάτι στην πορεία (π.χ. θραύση κάποιου τρυπανιού).

Θεωρητικά βέβαια, η ηλεκτρονική γραμμή βασίζει τη λειτουργία της σε ηλεκτρονικό υπολογιστή, οπότε αποκλείεται να γίνει λάθος ρύθμιση και τα κομμάτια πρέπει να βγαίνουν σωστά με την πρώτη φορά. Αυτό συμβαίνει στην πολύ μεγάλη πλειοψηφία των κωδικών. Όπως όμως είδαμε παραπάνω, πολλές από τις πληροφορίες που λαμβάνει η μηχανή για να λειτουργήσει προέρχονται από καταχώρηση ανθρώπινου παράγοντα, οπότε εκεί υπάρχει η περίπτωση σφάλματος. Μπορεί για παράδειγμα να δηλωθεί λάθος θέση για το περιθώριο και η μηχανή να μην τραβήξει το σωστό χρώμα αλλά κάποιο άλλο, από καθαρά ανθρώπινο λάθος. Τα λάθη αυτά περιορίζονται με τον αρχικό έλεγχο του πρώτου κομματιού, με την όποια καθυστέρηση αυτό συνεπάγεται. Και αυτό γιατί χρειάζονται περίπου 3 λεπτά για τη διέλευση του κομματιού από τη γραμμή και τον έλεγχό του.

Μαζί με κάποιες άλλες μικρές καθυστερήσεις, απαραίτητες όμως για την παραγωγή (π.χ. τοποθέτηση παλετών για τα εξερχόμενα κομμάτια κ.λ.π.) ο θεωρητικός χρόνος setup προκύπτει περίπου 4 λεπτά. Αποκλίσεις προς τα κάτω υπάρχουν, αν π.χ. το επόμενο κομμάτι έχει το ίδιο χρώμα με το προηγούμενο, οι χειριστές γνωρίζουν ότι θα είναι σωστό. Αντίστοιχα υπάρχουν και αποκλίσεις προς τα πάνω, αν για παράδειγμα πρόκειται για αρκετά πολύπλοκο σχέδιο διάτρησης, όπου πρέπει να μετρηθεί η κάθε τρύπα (συντεταγμένες, διάμετρος, βάθος διάτρησης).

Ο αρχικός πίνακας 3-1 λοιπόν που είδαμε προηγουμένως για τα διάφορα είδη set-up, διαμορφώνεται με τα νέα δεδομένα ως εξής:

Πίνακας 3-2: Διαφορετικά είδη setup και απαιτούμενοι χρόνοι στην προηγούμενη κατάσταση και την νέα κατάσταση

Μηχανή παράμετρος	Απαιτούμενος χρόνος σε ανθρωπολεπτά (Amin) Μέσος όρος – max	
	Παλιά γραμμή	Νέα γραμμή
Συγκολλητική	2 χειριστές	2 χειριστές
<i>Μήκος ή πλάτος τεμαχίου</i>	2 – 10	2-4
<i>Πλάτος τεμαχίου</i>	2 – 3	2-4
<i>Πάχος τεμαχίου (συνεπάγεται αλλαγή περιθωρίων)</i>	10 – 15	3-4

<i>Απόχρωση μελαμίνης</i>	2 – 3	2-3
<i>Πάχος περιθωρίων</i>	20 – 30	4-6
<i>Απόχρωση περιθωρίων</i>	7 – 10	2-4
<i>Κατεργασίες αυλακιών</i>	10 – 15	2-4
Πολυτρύπανο	2 χειριστές	1 χειριστής
<i>Σχέδιο τρυπημάτων</i>	30 – 60	5-10

Ήδη από μια πρώτη ανάγνωση του Πίνακα 3-2, διακρίνεται μια σαφής μείωση των απαιτούμενων χρόνων για αλλαγές setup. Ανεξάρτητα από το είδος της αλλαγής, μειώνεται τόσο η μέση διάρκεια του setup, όσο και η μέγιστη αναμενόμενη διάρκεια.

Το αποτέλεσμα αυτό από μόνο του φανερώνει μια σαφή βελτίωση στη ικανότητα συχνότερων αλλαγών παραγωγής. Τα ποσοτικά στοιχεία που ακολουθούν στο επόμενο κεφάλαιο θα δώσουν μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

4.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΑΡΙΘΜΟΔΕΙΚΤΕΣ

Όπως είδαμε στο 2^ο Κεφάλαιο, δεν υπάρχει συγκεκριμένος τρόπος μέτρησης της ευελιξίας. Μετρήσεις μπορούν να γίνουν μόνο σε συγκεκριμένες διαστάσεις της ευελιξίας, και αυτές όμως χωρίς να λαμβάνονται ως απόλυτα νούμερα, αλλά ως σχετικά μεγέθη σε σχέση με μια προηγούμενη κατάσταση.

Τα έτη για τα οποία υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία από την εταιρεία είναι από το 2006 έως το 2010. Με δεδομένο ότι η υλοποίηση της επένδυσης έγινε το φθινόπωρο του 2006, για τα δεδομένα του 2006 λήφθησαν υπόψη και οι τρεις τελευταίοι μήνες του 2005, για να διατηρηθεί και η διακύμανση λόγω εποχικότητας. Ακολουθούν οι τιμές για τους δείκτες μέτρησης ευελιξίας που αναφέρθηκαν στο σχετικό κεφάλαιο, όπου ήταν εφικτή η συλλογή και επεξεργασία στοιχείων:

Εκτίμηση ευελιξίας συστήματος:

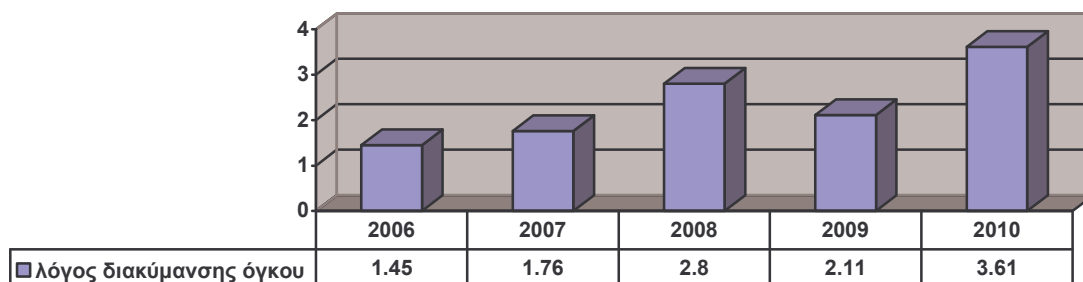
Μέσος όρος ποσοστού παραγγελιών που παραδόθηκαν εμπρόθεσμα

Δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, καθώς δεν υπήρχε αντίστοιχη δυνατότητα από το μηχανογραφικό σύστημα της εταιρείας. Επιπλέον, υπήρξαν πολλές περιπτώσεις καθυστέρησης στην παράδοση, χωρίς ευθύνη της εταιρείας ή της λειτουργίας της παραγωγής, π.χ. αλλαγή μηχανογραφικού συστήματος εταιρείας, αλλαγή κεντρικής αποθήκης, ανέτοιμοι χώροι από πλευράς πελάτη κ.α., που δεν επιτρέπουν εξαγωγή σωστών αποτελεσμάτων για την ευελιξία του συστήματος, με βάση μόνο ημερομηνίες.

Εκτίμηση ευελιξίας όγκου:

Διακύμανση πραγματικού όγκου παραγωγής

Για κάθε μήνα μέσα στο έτος, εξαιρουμένου του Αύγουστου που το εργοστάσιο είναι κατά βάση κλειστό, βρέθηκαν οι μήνες με την μεγαλύτερη και τη μικρότερη παραγωγή (τεμαχιακά). Το πηλίκό τους είναι ο δείκτης για τη διακύμανση του όγκου παραγωγής. Το αποτέλεσμα φαίνεται στο διάγραμμα 4-1.

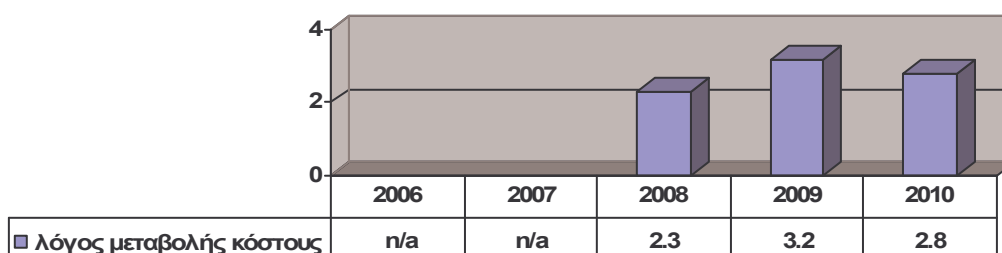


Διάγραμμα 4-1: Λόγος διακύμανσης όγκους παραγωγής ανά μήνα έτη 2006-2010

Γενικά στην αγορά του επίπλου γραφείου υπάρχει μια σχετική ανομοιομορφία στον όγκο πωλήσεων. Συνήθως είναι αυξημένος στα τέλη των τριμήνων, με μεγαλύτερο το τελευταίο τρίμηνο όπου κλείνει το οικονομικό έτος και τα budget πολλών επιχειρήσεων. Η ανομοιομορφία που παρατηρείται, στα τελευταία χρόνια της έντονης οικονομικής αβεβαιότητας τείνει να αυξάνεται ακόμα περισσότερο, καθώς ο σχεδιασμός των περισσότερων επιχειρήσεων γίνεται όλο και πιο βραχυπρόθεσμος, με αποτέλεσμα μεγαλύτερη αστάθεια στην ροή και επεξεργασία παραγγελιών.

Ποσοστό μεταβολής μοναδιαίου κόστους εργασίας μέσα στο έτος

Για κάθε μήνα του έτους, εξαιρούμενου του Αύγουστου λόγω καλοκαιρινής αδείας, ο λόγος του μεγαλύτερου μοναδιαίου κόστους προς το μικρότερο.



Διάγραμμα 4-2: Λόγος μεταβολής κόστους παραγωγής ανά μήνα έτη 2006-2010

Εξετάζοντας τα ποσοστά μεταβολής του κόστους και αναλύοντας τα αποτελέσματα αλλά έχοντας πρόσβαση και στα πρωτογενή στοιχεία της κοστολόγησης, διαπιστώνεται ότι κατά ένα μεγάλο ποσοστό τα αποτελέσματα αυτά δεν συμβαδίζουν με την πραγματική εικόνα του κόστους. Ο λόγος είναι ότι το σύστημα κοστολόγησης που εφαρμόζει η εταιρεία (απολογιστική σωρρευτική κοστολόγηση ανά μήνα) δεν μελετάει το κόστος τους κάθε μήνα, αλλά το σωρρευτικό κόστος από την αρχή του έτους μέχρι

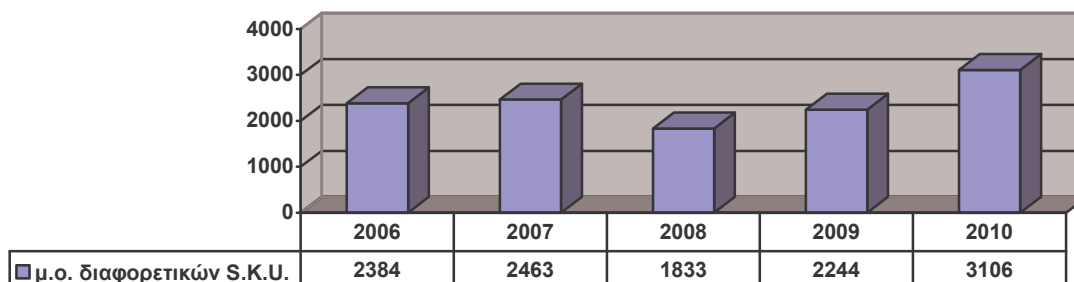
τον εκάστοτε τρέχοντα μήνα. Η προσπάθεια να υπολογιστεί το κόστος ανά μήνα (παίρνοντας τις διαφορές) έχει και αυτή ανακριβή αποτελέσματα, καθώς η καταχώρηση των λογιστικών εγγραφών δεν γίνεται πάντα στην περίοδο κατά την οποία έγιναν οι δαπάνες, οπότε θα προκύπτει αλλοίωση αποτελέσματος αν μελετάται ο κάθε μήνας ξεχωριστά. Επιπλέον, λόγω αλλαγής του μηχανογραφικού συστήματος δεν είναι δυνατή η συλλογή κοστολογικών στοιχείων για τα έτη πριν το 2008, καθώς το παλιό σύστημα δεν είναι πλέον διαθέσιμο.

Εκτίμηση ευελιξίας εύρους/μίγματος:

Μέσος όρος διαφορετικών κωδικών ειδών (SKU – Stock Keeping Unit)

Το πλήθος των διαφορετικών κωδικών που επεξεργάστηκαν στη γραμμή

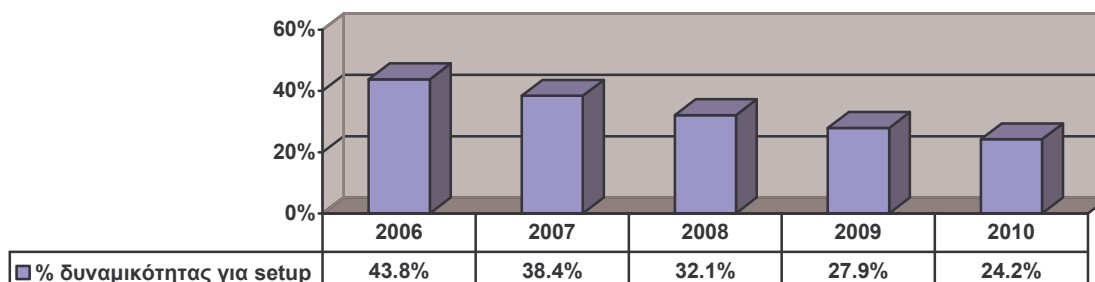
ΕΤΟΣ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝΟΛΟ
2006	342	485	567	498	624	532	559	201	484	579	703	716	2384
2007	369	393	724	588	747	567	664	194	554	751	739	504	2463
2008	526	556	670	639	471	357	298	19	136	356	342	380	1833
2009	367	596	434	521	308	486	465	187	364	388	554	558	2244
2010	577	286	668	497	332	411	411	135	402	274	734	686	3106



Διάγραμμα 4-3: Μέσος όρος πλήθους διαφορετικών κωδικών, έτη 2006-2010

Γενικά φαίνεται μια ανοδική πορεία στο πλήθος των διαφορετικών κωδικών. Ειδικά το 2010 φαίνεται καθαρά η αυξητική τάση στο πλήθος των κατεργασμένων κωδικών, σχεδόν 70% περισσότεροι από το 2006 και περισσότεροι από κάθε άλλη χρονιά.

Ποσοστό δυναμικότητας που χρησιμοποιείται για αλλαγές παραγωγής



Διάγραμμα 4-4: Ποσοστό δυναμικότητας χρόνου για setup, έτη 2006-2010

Φαίνεται κάθαρα η μείωση του απαιτούμενου χρόνου για αλλαγές setup. Από το 2006 μέχρι το 2010 έχουμε μείωση 50%. Σε συνδυασμό με τον προηγούμενο δείκτη, του πλήθους των διαφορετικών κωδικών, φαίνεται ξεκάθαρα μια πολύ αυξημένη ευελιξία μίγματος που επιδεικνύει η νέα γραμμή παραγωγής.

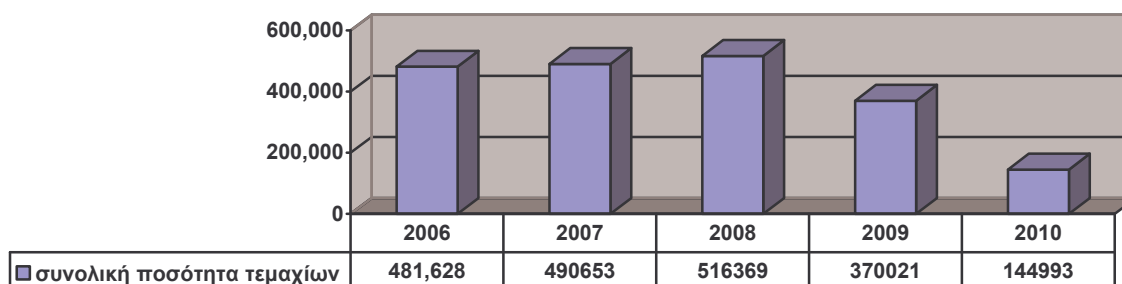
Ποσοστό επιπέδου ελαττωματικών κατά τις αλλαγές παραγωγής

Δεν καταγράφεται με αξιόπιστο τρόπο, δεν μπορεί να οριστεί ο δείκτης. Από τα ποιοτικά στοιχεία που υπάρχουν δεν προκύπτει σημαντική διακύμανση στο επίπεδο των ελαττωματικών, κυρίως γιατί η διαδικασία προβλέπει έναρξη παραγωγής μόνο εφόσον έχει εξασφαλιστεί η απαιτούμενη ποιότητα, μέσω του πρώτου δοκιμαστικού τεμαχίου.

Άλλοι δείκτες – αποτελέσματα μετρήσεων

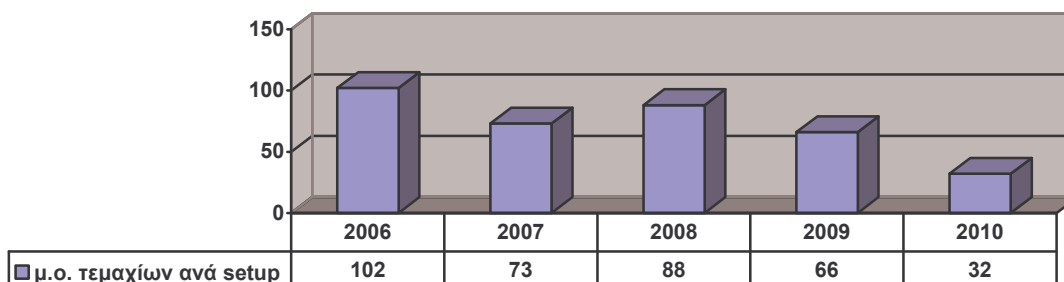
Εκτός από τους παραπάνω δείκτες που προτείνονται στη βιβλιογραφία, από την επεξεργασία των δεδομένων προέκυψαν και άλλα στοιχεία που βοηθούν στην εξαγωγή χρήσιμων αποτελεσμάτων:

Συνολική ποσότητα τεμαχίων που επεξεργάστηκε στη γραμμή



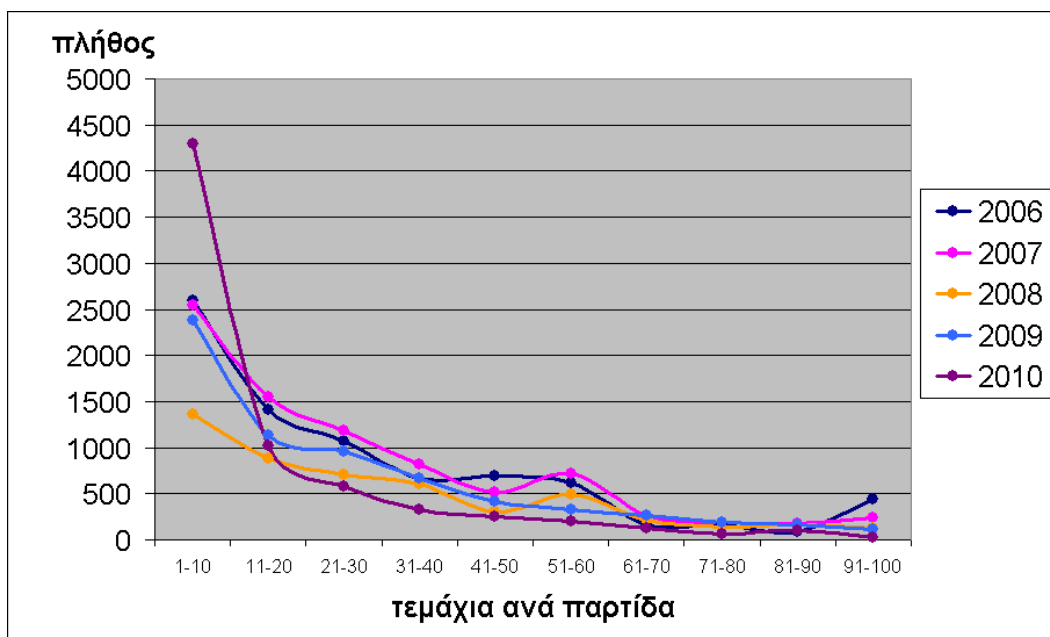
Διάγραμμα 4-5: Συνολική ποσότητα επεξεργασμένων τεμαχίων, έτη 2006-2010

Για πολλά χρόνια η συνολική ετήσια ποσότητα παραγωγής είχε μια σχετική σταθερότητα, με διακυμάνσεις όχι μεγαλύτερες από 15-20%. Τα τελευταία χρόνια φαίνεται όμως σημαντική κάμψη, που σχετίζεται άμεσα με την μείωση πωλήσεων της εταιρείας, λόγω της οικονομικής κρίσης που διανύει η χώρα. Παρόλη όμως τη μείωση του όγκου παραγωγής και την ταυτόχρονη αύξηση πλήθους κωδικών, που συνεπάγεται πολύ περισσότερα setup, το ποσοστό των setup όπως είδαμε προηγουμένως μειώνεται, δείγμα της αυξημένης ευελιξίας μίγματος.

Μέσος όρος τεμαχίων ανά setup**Διάγραμμα 4-6: Μέσος όρος τεμαχίων ανά setup, έτη 2006-2010**

Χαρακτηριστικός δείκτης που δείχνει τη σταδιακή μείωση της μέσης ποσότητας ανά παρτίδα. Σε συνδυασμό με την εξέλιξη της συνολικής ποσότητας, γίνεται φανερό ότι οι παραγωγές πλέον γίνονται για πολύ μικρότερες ποσότητες και οι αλλαγές είναι πολύ πιο συχνές. Κάτι που γίνεται μόνο εφόσον υπάρχει η απαραίτητη ευελιξία μίγματος, που επιτρέπει συχνές αλλαγές, χωρίς μεγάλες απώλειες χρόνου.

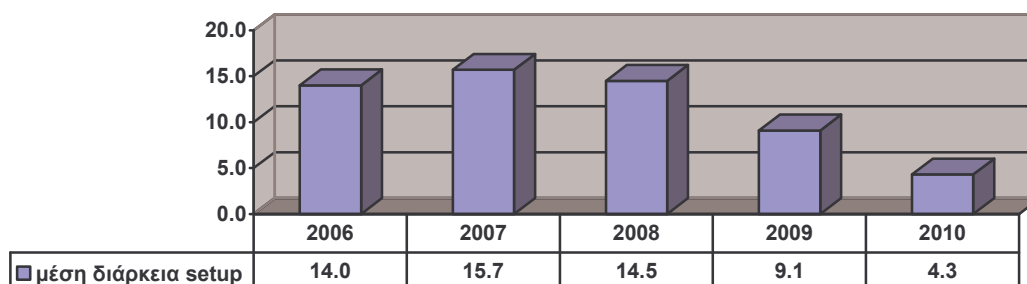
Ο δείκτης γίνεται ακόμα πιο χαρακτηριστικός, αναλύοντας την κατανομή του πλήθους τεμαχίων ανά setup, στο διάγραμμα 4-7

**Διάγραμμα 4-7: Κατανομή πλήθους setup, ανάλογα με τεμάχια/setup έτη 2006-2010**

Οι μικρές παρτίδες παραγωγής (1-10 και 11-20 τεμάχια ανά παρτίδα) αντιπροσώπευαν για τα έτη 2006-2009 ποσοστό 32% και 18% επί του συνολικού πλήθους παραγωγών, δηλαδή το 50% των παρτίδων είχε πλήθος έως 20 τεμάχια. Το υπόλοιπο ήταν παραγωγές με μεγαλύτερη ποσότητα.

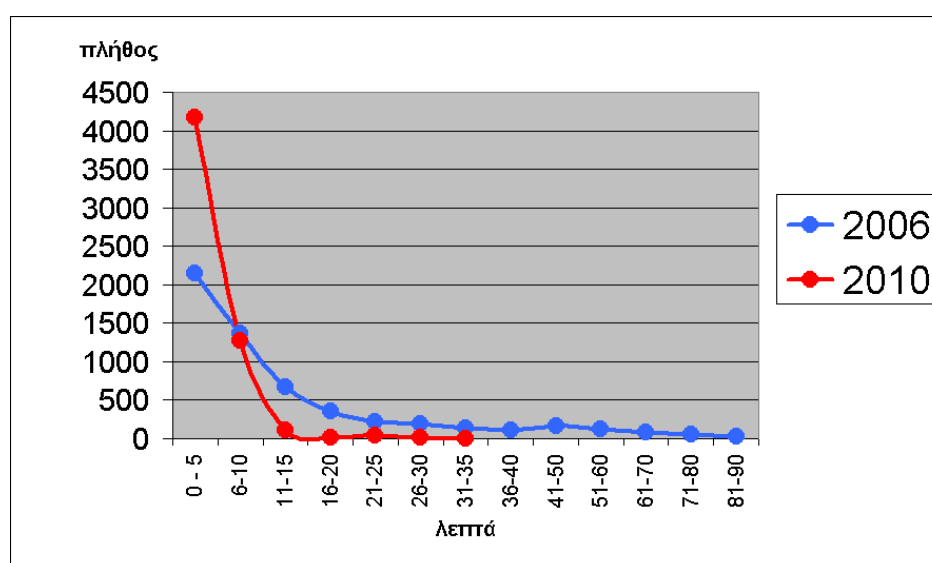
Το 2010, το ποσοστό έγινε 61% για 1-10 και 16% για 11-20, ανέβηκε δηλαδή συνολικά στο 77%, δείχνοντας μια σαφή τάση μείωσης των τεμαχίων ανά παρτίδα, λόγω και του μειωμένου όγκου παραγωγής. Και όμως, το ποσοστό χρόνου για setup, όπως είδαμε προηγουμένως, μειώθηκε περαιτέρω, παρά τη μεγάλη διασπορά.

Μέση διάρκεια setup (min)

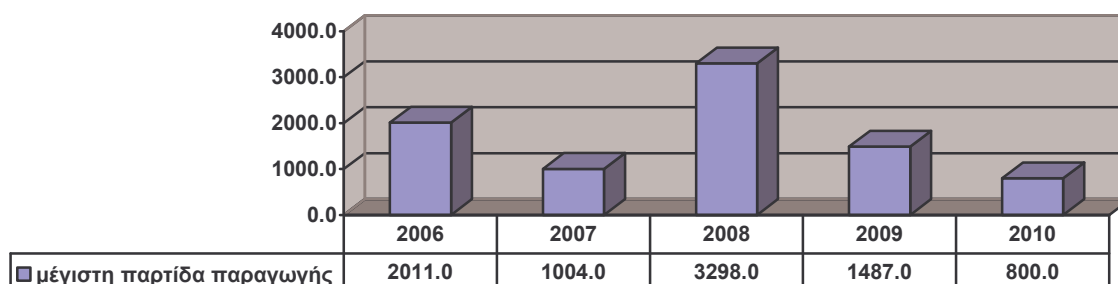


Διάγραμμα 4-8: Μέση διάρκεια setup, έτη 2006-2010

Ανεξάρτητα από το πλήθος των παραγόμενων ποσοτήτων ανά παρτίδα, ο δείκτης μας δείχνει τη βελτίωση που επήλθε στο μέσο χρόνο setup, σχεδόν στο 30% του αρχικού μέσου όρου. Η μείωση ήταν σταδιακή, όσο δημιουργούνταν και ελέγχονταν τα νέα προγράμματα και όσο βελτιώνονται οι διαδικασίες αλλά όσο και οι χειριστές εξοικειώνονται με τον εξοπλισμό, τον προγραμματισμό και τη λειτουργία του. Επιβεβαίωση των προηγούμενων στοιχείων, ότι πλέον τα setup, απαιτώντας πολύ λιγότερο χρόνο, επιτρέπουν πολλές συχνές αλλαγές χωρίς ουσιαστική χρονική ή κοστολογική επιβάρυνση.



Διάγραμμα 4-9: Κατανομή πλήθους setup, ανάλογα με τη διάρκεια setup έτη 2006-2010

Μέγιστη παρτίδα παραγωγής (τεμάχια)**Διάγραμμα 4-10: Μέγιστη παρτίδα παραγωγής, έτη 2006-2010**

Μπορεί ως δείκτης να μην φανερώνει άμεσα κάτι για την ευελιξία, δείχνει όμως την ξεκάθαρη πτωτική τάση στα μεγέθη παραγωγής, ειδικά τα τελευταία δύο έτη. Όσο μεγαλύτερη γίνεται η ευελιξία μίγματος, τόσο μικρότερες μπορούν να είναι οι παρτίδες παραγωγής, επιτρέποντας έτσι συχνότερη εναλλαγή κωδικών ανάλογα με τις ανάγκες, με αποτέλεσμα μείωση χρόνων παράδοσης με το δυνατόν λιγότερα αποθέματα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, αιτία είναι και ο συνολικά μειωμένος όγκος παραγωγής, που οδηγεί όμως ως αποτέλεσμα στην ανάγκη για αυξημένη ευελιξία μίγματος.

Παραγωγικότητα – συντελεστές απόδοσης

Όπως ορίστηκε και στο αντίστοιχο κεφάλαιο, η εταιρεία χρησιμοποιεί για την αξιολόγηση της παραγωγής μια σειρά από δείκτες – βαθμούς απόδοσης.

Κάθε επιχείρηση έχει διαφορετικό τρόπο μέτρησης και αξιολόγησης της παραγωγής και τα αποτελέσματα διαφέρουν από κλάδο σε κλάδο, ακόμα και από εταιρεία σε εταιρεία. Δεν υπάρχει κάποιο συγκεκριμένο benchmark για το που πρέπει να βρίσκονται οι δείκτες ευελιξίας και οι βαθμοί απόδοσης. Όπως αναφέρθηκε, η κύρια αξία και χρησιμότητα για εξαγωγή συμπερασμάτων προκύπτει από τη σύγκριση σε διαφορετικές χρονικές περιόδους για το ίδιο παρακολουθούμενο σύστημα.

Για τον πρότυπο χρόνο, που είναι ο αναμενόμενος χρόνος για την υλοποίηση μιας συγκεκριμένης εργασίας, στην περίπτωση της εταιρείας SATO εδώ και αρκετά χρόνια εφαρμόζεται το σύστημα καθορισμού πρότυπων χρόνων, όπως αυτοί ορίζονται κατά REFA, (Reichsausschuß für Arbeitszeitermittlung - Γερμανική εθνική επιτροπή για τον προσδιορισμό του χρόνου εργασίας).

Σύμφωνα με την REFA, για κάθε κωδικό παραγωγής, ορίζονται με ακρίβεια οι παράμετροι και οι συνθήκες παραγωγής, κάτω από τις οποίες χρονομετρείται η παραγωγή. Στη συνέχεια, λαμβάνοντας υπόψη πλήθος παραμέτρων, όπως η ταχύτητα του εργαζόμενου, προσωπικοί χρόνοι εργαζομένων, διάρκεια παραγωγής κ.α., υπολογίζεται ο μέσος χρόνος που απαιτείται για την παραγωγή του, ο οποίος ορίζεται και ως πρότυπος χρόνος. Συμπερασματικά, πρότυπος χρόνος ενός

εργαζομένου (ή μηχανής ή συστήματος) για μια παραγωγή είναι ο χρόνος που θα μπορεί να κάνει ένας μέσος εργαζόμενος (ή μηχανή ή σύστημα) για την παραγωγή, αν δουλεύει υπό τις συγκεκριμένες συνθήκες, για όσο διάστημα προβλέπεται, με διατηρήσιμο ρυθμό, χωρίς υπερβολική κόπωση, αλλά και χωρίς χαλάρωση.

Επί του παρόντος δεν χρειάζεται περισσότερη ανάλυση της REFA, στα πλαίσια αυτής της εργασίας, η ουσία που ενδιαφέρει είναι ότι για κάθε κωδικό που παράγεται στο εργοστάσιο καταγράφεται από το Τμήμα Μελέτης Εργασίας ο πρότυπος χρόνος παραγωγής του.

Ο δε απολογιστικός χρόνος είναι ο χρόνος που προκύπτει από την ηλεκτρονική καταγραφή σε πραγματικό χρόνο, κατά την εκτέλεση της παραγωγής, μέσω του αντίστοιχου λογισμικού shop-floor control που εφαρμόζει η εταιρεία.

Ο ένας βαθμός απόδοσης, όπως ορίστηκε προηγουμένως, δεν επαρκεί για μια αναλυτική καταγραφή της κατάστασης σε πραγματικές συνθήκες, γιατί η απόδοση μπορεί να επηρεάζεται από πολλές διαφορετικές αιτίες. Για το λόγο αυτό, στη SATO αναλύεται σε επιμέρους, πιο λεπτομερείς δείκτες. Συγκεκριμένα, η εταιρεία μετράει την απόδοση για τις διάφορες θέσεις εργασίας ή και για ολόκληρα τμήματα με τους εξής βαθμούς απόδοσης - παραγωγικότητας:

- *Καθαρή παραγωγικότητα* = πρότυπος χρόνος / απολογιστικός χρόνος (όπως ορίστηκε παραπάνω)
- *Μικτή παραγωγικότητα* = πρότυπος χρόνος / συνολικός απολογιστικός χρόνος παρουσίας, χωρίς τους χρόνους setup
- *Ολική παραγωγικότητα* = πρότυπος χρόνος / συνολικός απολογιστικός χρόνος παρουσίας, μαζί και με τους χρόνους setup

Η καθαρή παραγωγικότητα δε λαμβάνει υπόψη κανένα εξωγενή παράγοντα, όπως βλάβες, setup, βοηθητικές εργασίες και συγκρίνει την πραγματική παραγωγή με τη θεωρητική. Με αυτή κρίνεται ο εργαζόμενος (ή η ομάδα εργαζομένων) για την ταχύτητα και την απόδοσή τους. Κανονικά πρέπει να προσεγγίζει το 100%.

Η μικτή παραγωγικότητα λαμβάνει υπόψη και εξωτερικούς παράγοντες που απορροφούν χρόνο, όπως βλάβες, καθυστερήσεις, όχι όμως τα setup. Αποτελεί μέτρο κρίσης του συστήματος «μηχανή-άνθρωποι-συντήρηση», πόσο καλά δουλεύει σαν σύνολο, ανεξάρτητα από τα setup που θα χρειαστεί να γίνουν.

Η ολική παραγωγικότητα λαμβάνει υπόψη και τα setup, αντιμετωπίζει έτσι το τμήμα συνολικά, σαν «μηχανή-άνθρωποι-συντήρηση-προγραμματισμός».

Ισχύει : Καθαρή παραγωγικότητα \geq μικτή παραγωγικότητα \geq ολική παραγωγικότητα.

Για την περίοδο που μελετάμε (2006-2010) τα αποτελέσματα για τη γραμμή παραγωγής της SATO συνοψίζονται στους πίνακες 4-3, 4-4 και στο διάγραμμα 4-11 :

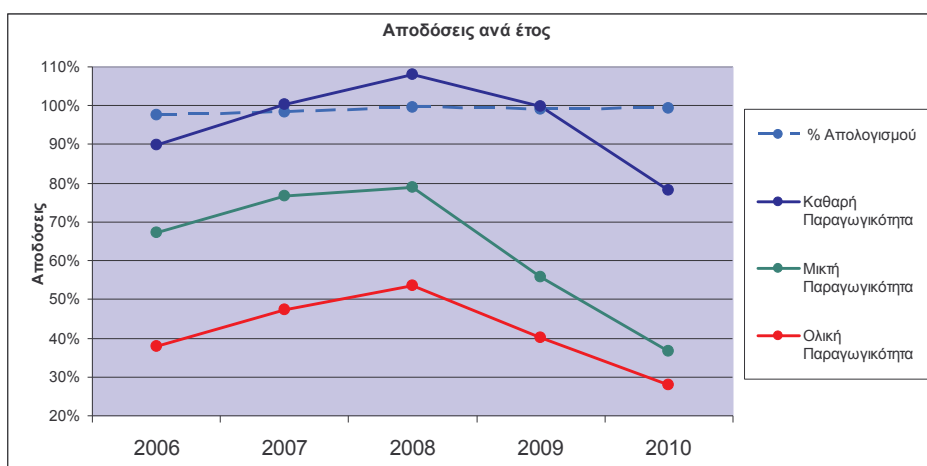
Πίνακας 4-3: Απολογιστικά χρονικά δεδομένα γραμμής, έτη 2006-2010

Συγκεντρωτικά Απολογιστικά Παραγωγής ανά έτος
Τμήμα Ξυλουργείου - Γραμμή

Έτος	Δεδομένα																
	Ποσότητα		Πρότυπο Run		Απολογιστικό Run		Υπέρβαση Run		Setup		Βοηθ. Εργ.		Διακοπές		Μη Απολογισμένες		Παρουσία
	Τμχ	(Ah)	%	Ah	%	Ah	%	Ah	%	Ah	%	Ah	%	Ah	%	Ah	
2006	481628	6326	37,8%	7043	42,1%	717	4,3%	7329	43,8%	1426	8,5%	539	3,2%	390	2,3%	16727	
2007	490653	6741	47,3%	6724	47,2%	-17	-0,1%	5469	38,4%	1342	9,4%	477	3,3%	244	1,7%	14256	
2008	516369	7078	53,6%	6554	49,7%	-524	-4,0%	4231	32,1%	1505	11,4%	837	6,3%	73	0,6%	13200	
2009	370021	3736	40,3%	3739	40,3%	3	0,0%	2592	27,9%	1301	14,0%	1555	16,8%	94	1,0%	9281	
2010	144993	1005	27,9%	1285	35,6%	280	7,8%	872	24,2%	575	15,9%	848	23,5%	27	0,7%	3607	
Σύνολο	2003664	24886	43,6%	25345	44,4%	459	0,8%	20493	35,9%	6149	10,8%	4256	7,5%	828	1,5%	57071	

Πίνακας 4-4: Απολογιστικές παραγωγικότητες γραμμής, έτη 2006-2010

Έτος	% Απολογισμού	Αποδόσεις		
		Καθαρή Παραγωγικότητα	Μικτή Παραγωγικότητα	Ολική Παραγωγικότητα
2006	97,7%	89,8%	67,3%	37,8%
2007	98,3%	100,3%	76,7%	47,3%
2008	99,4%	108,0%	78,9%	53,6%
2009	99,0%	99,9%	55,9%	40,3%
2010	99,3%	78,2%	36,7%	27,9%
Σύνολο	98,5%	98,2%	68,0%	43,6%



Διάγραμμα 4-11: Απολογιστικές παραγωγικότητες γραμμής, έτη 2006-2010

Σημαντικά στοιχεία που προκύπτουν από τους πίνακες και το διάγραμμα είναι η πτώση του ποσοστού setup, όπως είδαμε και στον αντίστοιχο δείκτη. Ταυτόχρονα όμως η ξεχωρίζει αύξηση του ποσοστού βοηθητικών εργασιών και διακοπών

παραγωγής. Η αύξηση των βοηθητικών εργασιών οφείλεται σε διαφορετικές τεχνολογικές απαιτήσεις της νέας γραμμής (χρόνοι θέρμανσης, ημερήσιας προετοιμασίας, κλεισίματος) καθώς και στις αυξημένες ανάγκες σε συντήρηση, μια και πρόκειται για πιο ευαίσθητο τεχνολογικά εξοπλισμό.

Οι αυξημένες διακοπές οφείλονται σε σημαντικά αυξημένο ποσοστό βλαβών, κυρίως ηλεκτρονικών και επικοινωνίας μεταξύ των ηλεκτρονικών υπολογιστών των επιμέρους μηχανημάτων, ακριβώς λόγω του ευαίσθητου χαρακτήρα τους σε βιομηχανικό περιβάλλον. Ένα σημαντικό μέρος των διακοπών, ειδικά στο 2010 οφείλεται και στο εξαιρετικά αυξημένο πλήθος νέων κωδικών (πάνω από 800) που χρειάστηκε να παραχθούν χωρίς να είναι έτοιμα τα προγράμματα επεξεργασίας τους. Αυτό είχε ως συνέπεια να είναι αναγκαστική η διακοπή της παραγωγής μέχρι να γίνουν τα σχετικά προγράμματα, κάτι που δεν μπορούσε να γίνει στον υπόλοιπο χρόνο λειτουργίας. Αν και σε μελλοντική νέα παραγωγή των κωδικών αυτών, ο χρόνος προγραμματισμού θα είναι μηδενικός και θα υπάρχει μόνο ο χρόνος setup, η απώλεια απόδοσης καταγράφηκε και είναι σημαντική.

Σε ότι αφορά στην καθαρή παραγωγικότητα, είναι αξιοσημείωτη ότι ενώ αρχικά παρουσίαση βελτίωση και έφτασε στο θεωρητικό βέλτιστο 100% (πρακτικά μπορεί να είναι και λίγο μεγαλύτερη) στα τελευταία χρόνια επήλθε μια σημαντική μείωση. Και αυτό γιατί με τη σημαντική μείωση του όγκου παραγωγής και του μεγέθους των παρτίδων παραγωγής, επηρεάστηκε και η απόδοση λειτουργίας, λόγω π.χ. του χρόνου εξισορρόπησης της λειτουργίας, των διαφόρων μικρορυθμίσεων στη διαδικασία κ.α., όπως αναφέρθηκε στο σχετικό κεφάλαιο. Ενδεχόμενη σταθεροποίηση των ποσοτήτων σε μόνιμα χαμηλές τιμές ανά παρτίδα, μπορεί να σημαίνει μόνιμη αλλαγή των παραμέτρων, οπότε θα πρέπει να γίνει νέος υπολογισμός των πρότυπων χρόνων (αυξημένοι φυσικά), καθώς θα έχουμε αλλαγή των τεχνολογικών δεδομένων για τους οποίους ισχύουν οι πρότυποι χρόνοι. Έτσι όμως υπάρχει ο κίνδυνος να χαθεί η ιστορικότητα και η δυνατότητα σύγκρισης μεταξύ των διαφόρων ετών.

Μια τελευταία παρατήρηση, έχει να κάνει με τη μονάδα μέτρησης του χρόνου. Οι ώρες δεν αναφέρονται στη μηχανή (μηχανο-ώρες), αλλά στους χειριστές (ανθρωπο-ώρες). Μια σύγκριση των ετών 2006-2007 δείχνει ότι παράχθηκαν περισσότερα τεμάχια, με λιγότερες συνολικά ανθρωποώρες παρουσίας. Ο λόγος είναι ότι ενώ αρχικά η γραμμή λειτουργούσε με τέσσερεις χειριστές, μετά την αντικατάσταση της παλιάς γραμμής ήταν εφικτή η λειτουργία με τρεις χειριστές.

4.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εταιρεία SATO αντιμετωπίζει τα τελευταία χρόνια μια σημαντική διαφοροποίηση στο εξωτερικό της περιβάλλον. Η αγορά του επίπλου γραφείου έχει διαφοροποιηθεί αισθητά την τελευταία δεκαετία, με κύριο χαρακτηριστικό την αύξηση των προσφερόμενων λύσεων από πολλούς ανταγωνιστές. Για να μπορέσει η εταιρεία να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις των πελατών, έπρεπε να αυξήσει το πλήθος και την ποικιλία των διαθέσιμων προϊόντων της. Η αύξηση αυτή αρχικά δεν μπόρεσε να υποστηριχθεί από την παραγωγή, με εύκολο, άμεσο και οικονομικά συμφέροντα τρόπο. Αιτία ήταν η μειωμένη ευελιξία μίγματος που μπορούσε να επιδείξει το εργοστάσιο της εταιρείας, που ήταν οργανωμένο για παραγωγές μεγάλων παρτίδων, με το κυριότερο πρόβλημα να εντοπίζεται στη γραμμή παραγωγής του ξυλουργείου.

Εκεί παρατηρήθηκε αρκετά μεγάλη αύξηση στο χρόνο setup, σε σημείο να δαπανάται σχεδόν ο μισός χρόνος παραγωγής μόνο για αλλαγές παραγωγής. Η επένδυση που υλοποιήθηκε είχε στόχο τη μείωση του χρόνου setup, τουλάχιστον στο μισό από ότι ήταν, δηλαδή στο 25% του συνολικού χρόνου.

Είδαμε στην αρχή του κεφαλαίου τα βασικά αριθμητικά αποτελέσματα. Ακολουθούν τα συμπεράσματα που βγαίνουν από αυτά.

Ευελιξία όγκου

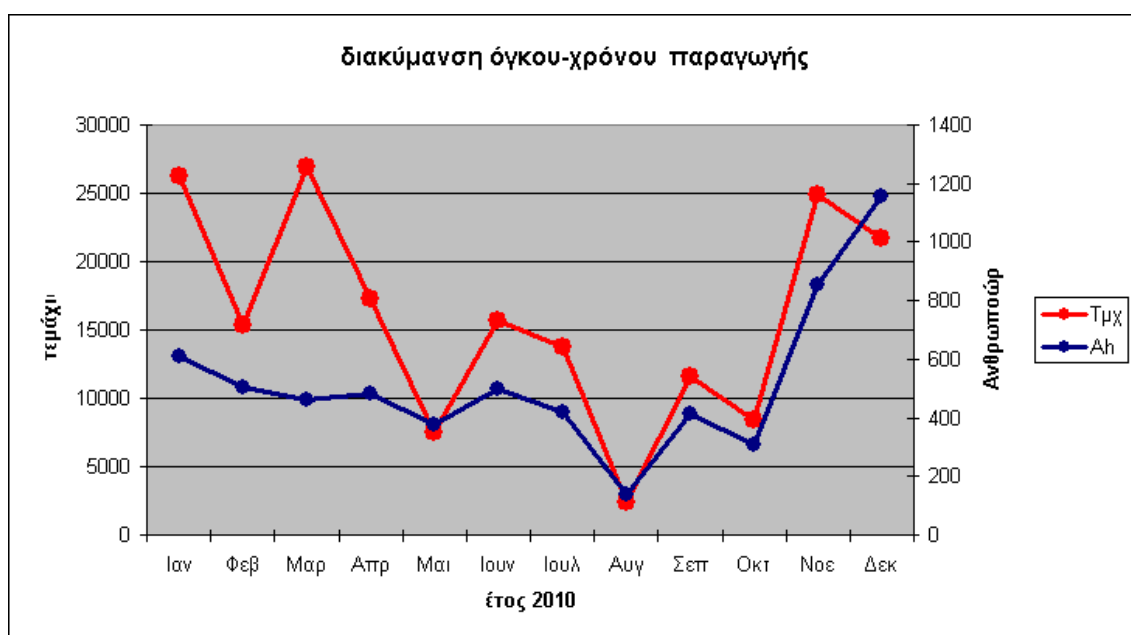
Ένα από τα προσδοκώμενα οφέλη από την επένδυση, ήταν η εξοικονόμηση χρόνου παραγωγής. Η εργασία σε 24-ωρη βάση σήμαινε ότι το σύστημα είχε πιάσει το 100% της σχεδιασμένης δυναμικότητας. Οποιαδήποτε αύξηση χρόνου παραγωγής μπορούσε να γίνει μόνο με εργασία Σάββατο και Κυριακή, με αρνητική συνέπεια στο κόστος (σημαντικές προσαυξήσεις στα εργατικά) αλλά και στις αντοχές του προσωπικού (ελάχιστος χρόνος για ξεκούραση) και κατά συνέπεια στην ποιότητα (ελλιπής προσοχή και συγκέντρωση).

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς του τμήματος Προγραμματισμού, για τον ίδιο όγκο παραγωγής και τον ίδιο τρόπο εργασίας, σε συνδυασμό με τους μειωμένους χρόνους setup αλλά και με την μεγαλύτερη ταχύτητα επεξεργασίας της νέας γραμμής, προέκυψε ότι αν χρειαζόταν εργασία σε 3 βάρδιες για την παραγωγή με την παλιά γραμμή, η ίδια εργασία με την νέα μπορούσε να γίνει σε 2 βάρδιες. Από πλευράς εξοπλισμού λοιπόν, προέκυψε 50% αυξημένη διαθέσιμη δυναμικότητα, με προφανή αύξηση της διαθέσιμης ευελιξίας σε όγκο παραγωγής.

Ο δεύτερος παράγοντας για την ευελιξία όγκου είναι η διαθεσιμότητα ανθρώπινου δυναμικού, χωρίς διαφοροποίηση του κόστους εργατικών (υπερωρίες κλπ).

Μια επιπλέον συνέπεια της επένδυσης, πέρα από τη βελτίωση του χρόνου setup, ήταν η μείωση του αριθμού των χειριστών ανά βάρδια. Ενώ παλαιότερα απαιτούνταν 4 χειριστές (2 στις συγκολλητικές και 2 στο πολυτρύπανο), με την νέα μηχανή χρειάζονται 3 χειριστές (2 στις συγκολλητικές και 1 στο πολυτρύπανο), καθώς η αυτοματοποίηση επέτρεψε πολύ γρήγορα setup, εκεί που πρώτα υπήρχε στενωπός στην ταχύτητα υλοποίησης. Μειώθηκε έτσι κατά 25% το απαιτούμενο προσωπικό, ως άμεσο οικονομικό όφελος από την επένδυση)

Η εξοικονόμηση τόσο του 4^{ου} χειριστή της κάθε βάρδιας, όσο και των χειριστών της τρίτης νυχτερινής βάρδιας επέτρεψε στη διοίκηση του εργοστασίου να προχωρήσει σε μειώσεις του πλεονάζοντος προσωπικού, με ταυτόχρονη όμως αναδιάταξη των έμπειρων χειριστών σε άλλες θέσεις εργασίας, έπειτα από αντίστοιχη εκπαίδευση, ώστε να μπορούν να απασχοληθούν σε βάρδια αν απαιτηθεί στο μέλλον. Με τον τρόπο αυτό η επιχείρηση έχει την επιθυμητή ευελιξία να αντιμετωπίσει σημαντικές διακυμάνσεις στον όγκο παραγωγής, που είναι πλέον ο κανόνας της εποχής, όπως αποτυπώνεται και στο διάγραμμα 4-12 από τα στοιχεία του 2010.



Διάγραμμα 4-12: Διακύμανση όγκου – χρόνου παραγωγής ανά μήνα Έτος 2010

Ευελιξία εύρους/μίσγματος

Όπως είδαμε από τους δείκτες και τις μετρήσεις προκύπτει σημαντικός περιορισμός του χρόνου setup, τόσο σε μέσο όρο, όσο και ως ποσοστό επί της συνολικού χρόνου λειτουργίας της γραμμή παραγωγής. Η παραγωγή σαφώς

χαρακτηρίζεται από αυξημένη ευελιξία μίγματος. Ο χρόνος των setup καθορίζεται πλέον από το χρόνο διέλευσης του πρώτου κομματιού, και τον έλεγχό του για να δοθεί ελεύθερο στη συνεχόμενη παραγωγή.

Αναλύοντας τις επιμέρους παραμέτρους της ευελιξίας εύρους/μίγματος, προκύπτουν τα αντίστοιχα συμπεράσματα:

Διάρκεια setup

Όπως προκύπτει από τον πίνακα και τα διαγράμματα διάρκειας setup, πλέον η διάρκεια των setup είναι πολύ πιο περιορισμένη, καθώς και πολύ πιο προβλέψιμη. Έχει μειωθεί τόσο ο μέσος όρος διάρκειας, όσο και οι διάρκειες γενικότερα. Δεν υπάρχουν πλέον χρονοβόρα setup.

Ποιότητα

Με δεδομένο τον τρόπο εργασίας που αναφέρθηκε παραπάνω, δηλαδή τον πλήρη έλεγχο του πρώτου κομματιού και του τελευταίου, η ποιότητα σε μεγάλο βαθμό είναι διασφαλισμένη εκ των προτέρων. Συνεπώς δεν αναμενόταν σημαντική διαφοροποίηση. Αυτό που ήρθε σαν αποτέλεσμα ήταν ο χρόνος που χρειαζόταν κατά την προετοιμασία, για να επιτευχθεί η απαιτούμενη ποιότητα. Με ένα ηλεκτρονικό μηχάνημα, η επαναληψιμότητα και η ακρίβεια επανατοποθέτησης είναι πολύ μεγαλύτερη, οπότε δεν χρειάζεται πολλές επεμβάσεις από τους χειριστές για μικρορυθμίσεις. Επίσης, είναι αναμενόμενο ότι μια γραμμή παραγωγής με αρκετά χρόνια λειτουργίας (17) δεν μπορεί να είναι στην κατάσταση ενός καινούργιου μηχανήματος. Η κύρια δυσκολία για την επίτευξη της ποιότητας στη συγκεκριμένη περίπτωση, είναι η κατανόηση του τρόπου λειτουργίας της νέας γραμμής και η τήρηση κοινών κανόνων και προδιαγραφών, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της μηχανής. Συμπερασματικά πάντως, η όποια αλλαγή στην ποιότητα ήταν προς την θετική κατεύθυνση, χωρίς όμως να θεωρείται σημαντική ή να προσδώσει καλύτερα χαρακτηριστικά στο τελικό προϊόν.

Προγραμματισμός παραγωγής

Ο χρονοπρογραμματισμός της παραγωγής (scheduling) στην προηγούμενη κατάσταση ακολουθούσε ορισμένους άτυπους κανόνες, με στόχο την ομαδοποίηση κατά το δυνατόν και διαδοχική επεξεργασία, συναφών κωδικών με στόχο την βελτίωση των setup. Για παράδειγμα, με δεδομένο τη στενωπό (bottleneck) στο πολυτρύπανο, που είχε το μεγαλύτερο χρόνο setup, γινόταν πρώτα η προετοιμασία για το σχέδιο διάτρησης και στη συνέχεια η επεξεργασία όλων των κωδικών με το ίδιο σχέδιο, αλλά διαφορετικό χρώμα. Ήταν απαραίτητα λοιπόν αρκετά setup χρώματος. Καθορίζονταν

όμως έτσι αυστηρά και η σειρά της επεξεργασίας, δηλαδή ανά «άχρωμο» κωδικό, σε όλες τις χρωματικές παραλλαγές του. Η πρώτη ύλη όμως, τα φύλλα μελαμίνης, κόβονται κατά χρώμα. Συνεπώς, για να μπορεί να δουλέψει αποδοτικά η γραμμή, έπρεπε πρώτα να κοπούν όλα τα κομμάτια σε όλους τους χρωματισμούς, και μετά να γίνουν νέες ομαδοποιήσεις, με αρκετό ενδιάμεσο απόθεμα σε αναμονή.

Με την νέα κατάσταση, κάτι τέτοιο δεν είναι απαραίτητο. Μπορεί να γίνει, αλλά δεν αποτελεί περιοριστικό παράγοντα. Θεωρητικά και πρακτικά, ότι κωδικός κόβεται στις μηχανές αρχικής κοπής στην απαιτούμενη ποσότητα, μπορεί να κατεργαστεί στη γραμμή ανεξαρτήτως άλλων περιορισμών, με κύριο γνώμονα το χρόνο απαίτησης από παραγγελίες.

Τα άμεσο αποτέλεσμα αυτής της εξέλιξης είναι η απλούστευση του χρονοπρογραμματισμού, καθώς αρκεί μια λίστα με τις χρονικές προτεραιότητες, χωρίς πολύπλοκους υπολογισμούς. Το έμμεσο αποτέλεσμα είναι η μείωση του χρόνου παραμονής των προϊόντων στο τμήμα, από τη στιγμή της αρχικής κοπής μέχρι την ολοκλήρωση της τελικής φάσης. Και βέβαια σε σύνολο εργοστασίου, αυτό συντέλεσε στη βελτίωση του συνολικού χρόνου παράδοσης.

Αποθέματα

Σημαντικό οικονομικό όφελος προέκυψε και στο ύψος των αποθεμάτων α ύλης, που χρησιμοποιείται στη συγκεκριμένη φάση παραγωγής, φύλλα μελαμίνης και πλαστικές ταινίες περιθωρίου για τα σόκορα.

Το μέσο ύψος αποθέματος για τα έτη 2006 και 2010 αντίστοιχα ήταν:

Υλικό	αξία αποθέματος		διαφορά	
	2006	2010	€	%
Μελαμίνες	250.000€	170.000€	-80.000€	-32%
Περιθώρια PVC	129.000€	87.000€	-42.000€	-33%
Σύνολο	379.000€	257.000€	-122.000€	-32%

Η μείωση του δεσμευμένου αποθέματος σε πρώτες ύλες, έγινε δυνατή με την υλοποίηση της επένδυσης, καθώς οι συχνότερες αλλαγές παραγωγής και οι παραγωγές όλο και μικρότερων παρτίδων, επέτρεψαν την παραγωγή ποσοτήτων πιο κοντινών σε αυτές που πραγματικά απαιτούνταν. Αντίστοιχη μείωση, μη μετρήσιμη όμως, προέκυψε και στα διάφορα παραγόμενα υλικά (ημιέτοιμα και τελικά προϊόντα).

Κόστος παραγωγής

Σε ότι αφορά στο κόστος παραγωγής, η επένδυση είχε διπλή επίδραση. Προέκυψαν τόσο οφέλη, όσο και επιβαρύνσεις: Στα οφέλη, αρχικά υπήρξε σημαντικό όφελος από τη μείωση του χρόνου παραγωγής κατά μία βάρδια, τη νυχτερινή, που είχε και το μεγαλύτερο κόστος από τις τρεις. Μειώθηκε τόσο το εργατικό κόστος, όσο και το κόστος ενέργειας. Μια πρόσθετη ωφέλεια κόστους προήλθε του ενός από τους τέσσερις χειριστές. Έτσι, για τον ίδιο όγκο εργασίας, εάν πρώτα απαιτούνταν 12 άτομα (3 βάρδιες x 4 άτομα), με τη νέα γραμμή απαιτούνταν 6 άτομα (2 βάρδιες x 3 άτομα), υπήρξε δηλαδή μείωση εργατικού κόστους κατά 50%. Αυτό μεταφράστηκε σε σημαντικό ποσό, σε ετήσια βάση, και αποτέλεσε σημαντικό αντιστάθμισμα του κόστους της επένδυσης, σε συνδυασμό με την αυξημένη ευελιξία.

Υπήρξε όμως και πρόσθετη σημαντική επιβάρυνση στο κόστος παραγωγής. Η αγορά και η εγκατάσταση του νέου εξοπλισμού και το συνακόλουθο κόστος απόσβεσης, μαζί με το αυξημένο κόστος συντήρησης και προμήθειας νέων ανταλλακτικών, βραχυπρόθεσμα περιόρισαν το παραπάνω όφελος.

Ανθρώπινο δυναμικό

Σε ότι αφορά το ανθρώπινο δυναμικό, η αντιμετώπιση του προς τη νέα επένδυση καθόρισε σε μεγάλο βαθμό το τελικό αποτέλεσμα. Η ομαδική εργασία και η συνεργασία των τμημάτων παραγωγής και συντήρησης βοήθησε στην ομαλή εισαγωγή του νέου εξοπλισμού, παρά τους χρονικούς περιορισμούς και την πίεση που υπήρχε. Το δύσκολο μέρος όμως ήταν στη συνέχεια, καθώς έπρεπε να μάθουν να λειτουργούν τον νέο εξοπλισμό με παραγωγικό τρόπο από πολύ νωρίς, κάτι όχι ιδιαίτερο εύκολο. Ειδικά καθώς υπήρξαν αρκετά «βρεφικά» προβλήματα ηλεκτρονικής φύσεως, που δεν είχαν συνηθίσει να αντιμετωπίζουν, ούτε είχαν άμεσα τις εξειδικευμένες γνώσεις για ξεπεράσουν.

Σε συνδυασμό με την ανησυχία και τον φόβο απέναντι προς οτιδήποτε καινούργιο, αλλά και την πραγματική ανησυχία για το επαγγελματικό μέλλον τους από την επερχόμενη μείωση του προσωπικού που θα είχε ως συνέπεια η νέα επένδυση, η όποια αρνητική αντίδραση θα ήταν απόλυτα φυσιολογική. Χρειάστηκαν αρκετοί μήνες για να αρχίσουν να συνηθίζουν στα νέα δεδομένα, αλλά και να επανέλθει η κανονική «ρουτίνα» παραγωγής, ώστε να αρχίσουν να δουλεύουν πάλι ως ένα σύστημα ομοιογενές και αποδοτικό.

Μελλοντικές ενέργειες

Η επένδυση της νέας γραμμής ξυλουργείο έφερε σε μεγάλο βαθμό τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Αυτό πιστοποιείται από αρκετούς από τους δείκτες που

παρουσιάστηκαν. Τα αποτελέσματα θα ήταν ακόμα πιο θετικά, αν εξακολουθούσε να υπάρχει το ίδιο επίπεδο όγκου παραγωγής, για να φανούν περισσότερο οι διαφορές και η βελτίωση που επιτεύχθηκε.

Και σε αυτή όμως την αρνητική κατάσταση, η επένδυση απέδωσε. Και επιπλέον να αποτέλεσε ένα ισχυρό μέσο να ανταπεξέλθει το εργοστάσιο στην κρίση. Γιατί να έπρεπε να γίνει η ίδια παραγωγή με τις συνθήκες και τις ποσότητες του 2010, με τον προηγούμενο εξοπλισμό του 2006, τότε ο απαιτούμενος χρόνος και τα επακόλουθα κόστη θα ήταν απαγορευτικά για την ανταγωνιστικότητα του εργοστασίου. Και καθώς οι προβλέψεις εξακολουθούν να είναι αρνητικές και για τη συνέχεια, κρίνεται απαραίτητη η συνεχής προσπάθεια για ακόμα περισσότερη ευελιξία.

Από πλευράς επένδυσης και εξοπλισμού δεν υπάρχει ανάγκη να γίνει κάτι επιπλέον, ούτε και σκέψη, καθώς δεν αναμένεται πλέον κάποιο σημαντικό όφελος. Και αυτό γιατί πλέον η όποια περαιτέρω βελτίωση της ευελιξίας δεν εξαρτάται άμεσα από τον εξοπλισμό. Είναι περισσότερο θέμα οργάνωσης της παραγωγής και της συντήρησης, και αποτελεί τον επόμενο στόχο του εργοστασίου.

Η επόμενη κίνηση που μπορεί να επιφέρει σημαντική βελτίωση στους χρόνους setup, κατά συνέπεια και στην ευελιξία εύρους/μίγματος, είναι να αλλάξει ο τρόπος εργασίας και να ξεκινάει η επόμενη παραγωγή αμέσως μετά την προηγούμενη, χωρίς παραγωγή δοκιμαστικού κομματιού. Αυτό προϋποθέτει 100% ορθότητα, τόσο των προγραμμάτων όσο και της κατάστασης των μηχανών, καθώς και πλήρη αποφυγή σφαλμάτων από πλευράς χειριστών. Στην παρούσα φάση, ο κύριος περιοριστικός παράγοντας είναι η εξασφάλιση ακρίβειας από τις μηχανές και η οργάνωση κανόνων ελέγχου για τη διασφάλισή της. Τα προγράμματα είναι εύκολο να ελεγχθούν, ενώ και τα σφάλματα χειριστών έχουν περιοριστεί σημαντικά πλέον. Μεγάλο βάρος πέφτει στο τμήμα συντήρησης, που θα πρέπει να έχει τη μηχανή σε κατάσταση απόλυτα σωστής και ακριβούς λειτουργίας.

Ο έλεγχος του πρώτου κομματιού θα γίνεται σε κάθε περίπτωση, απλά για μικρές παρτίδες θα είναι έλεγχος εκ των υστέρων. Σε μεγάλες παραγωγές θα γίνεται κατά τη λειτουργία της γραμμής. Κάτι τέτοιο θα έχει – θεωρητικά – ως αποτέλεσμα ακόμα μεγαλύτερη μείωση των χρόνων setup, από 4 λεπτά μέσο όρο στα 1-1,5 λεπτό, προσδίδοντας ακόμα μεγαλύτερη ευελιξία μίγματος στην παραγωγή.

Ενδεχόμενη αλλαγή του τρόπου εργασίας, όπως περιγράφηκε παραπάνω, με κατάργηση του δοκιμαστικού τεμαχίου, θα έχει σίγουρα επίπτωση στο ποσοστό των σκάρτων και θα είναι πραγματικός δείκτης για την ευελιξία μίγματος και πολύ μεγάλης σημασίας, όταν πραγματοποιηθεί η νέα αλλαγή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Beach, R., Muhlemann, A., Price, D., Paterson, A. (2000a), "A review of manufacturing flexibility", *European Journal of Operational Research*, Vol. 122 No. 1, pp. 41-57

Beach, R., Muhlemann, A., Price, D. (2000b), "Manufacturing operations and strategic flexibility: survey and cases", *Journal of Operations Management*, Vol. 20 No. 1, pp. 7-30

Berry, W. and Cooper, M. (1997), "Manufacturing flexibility: methods for measuring the impact of product variety on performance in process industries", *Journal of Operations Management* Vol 17, pp.163–178

Bolwijn, P.T. and Kumpe, T. (1990), "Manufacturing in the 1990s – productivity, flexibility and innovation", *Long Range Planning*, Vol. 23 No. 4.

Brill, P.H. and Mandelbaum, M. (1989), "On measures of flexibility in manufacturing systems", *International Journal of Production Research* 27 (5), pp. 747-756.

Chambers, S. (1995), "Flexibility in the Context of Manufacturing Strategy", Chapman & Hall, London, pp. 283-295.

Closs, D.J., Goldsby, T.J. and Clinton, S.R. (1997), "Information technology influence on world class logistics capability", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 27 No. 1, pp. 4-17.

Cox, T. (1989), "Toward the measurement of manufacturing flexibility", *Production and Inventory Management Journal*, 1st Quarter, pp. 68-72.

Culbreth, C.T., Miller M. and O'Grady, P. (1996), "A concurrent engineering system to support flexible automation in furniture production", *Robotics & Computer-Integrated Manufacturing*, Vol. 12, No. 1, pp. 81-91

De Groote, X. (1994), "The flexibility of production processes: A general framework", *Management Science* 40 (7), pp. 945- 993.

Dixon, R. (1992), "Measuring manufacturing flexibility: An empirical investigation", *European Journal of Operational Research* 60, pp. 131-143.

Fine, C.H. and Lee, L. (1988), "Technology choice, product life cycles, and flexible automation", *Journal of Manufacturing Operation Management* 1, pp. 372–399.

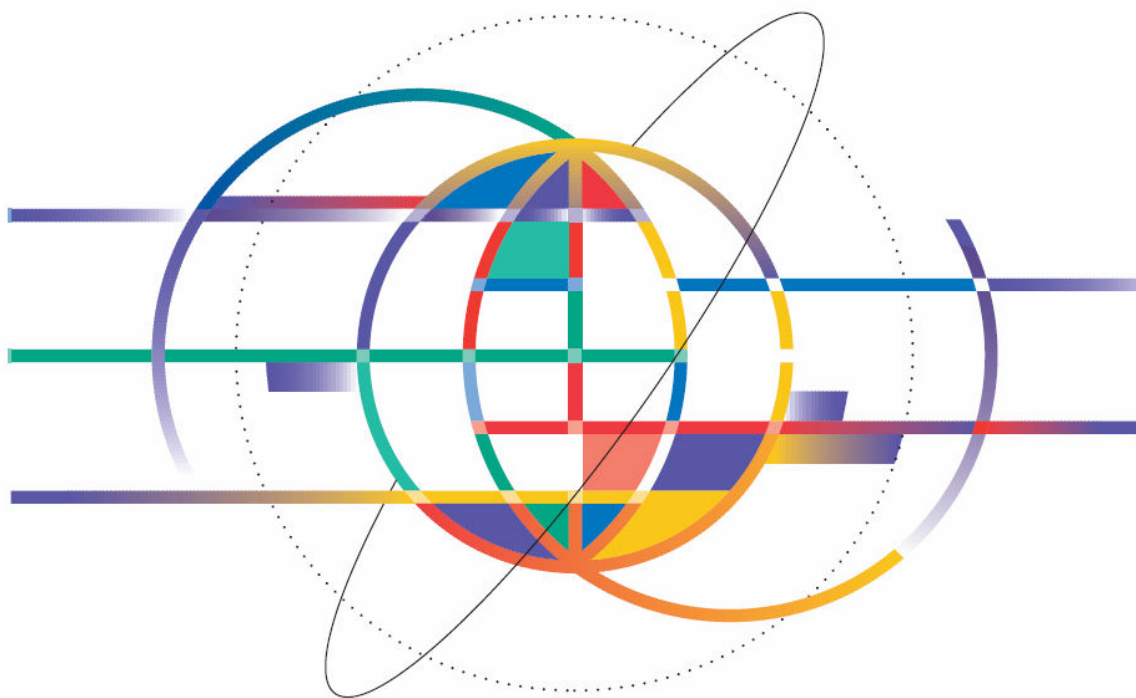
Fisher, M.L., Jain, A. and MacDuffie, J.P. (1994), "Beyond black", *Harvard Business Review*, Vol. 72 No. 6, pp. 13-14.

Gaimon, C. and Singhal, V. (1992), "Flexibility and the choice of manufacturing facilities under short product life cycles", *European Journal of Operational Research* 60, pp. 211-223.

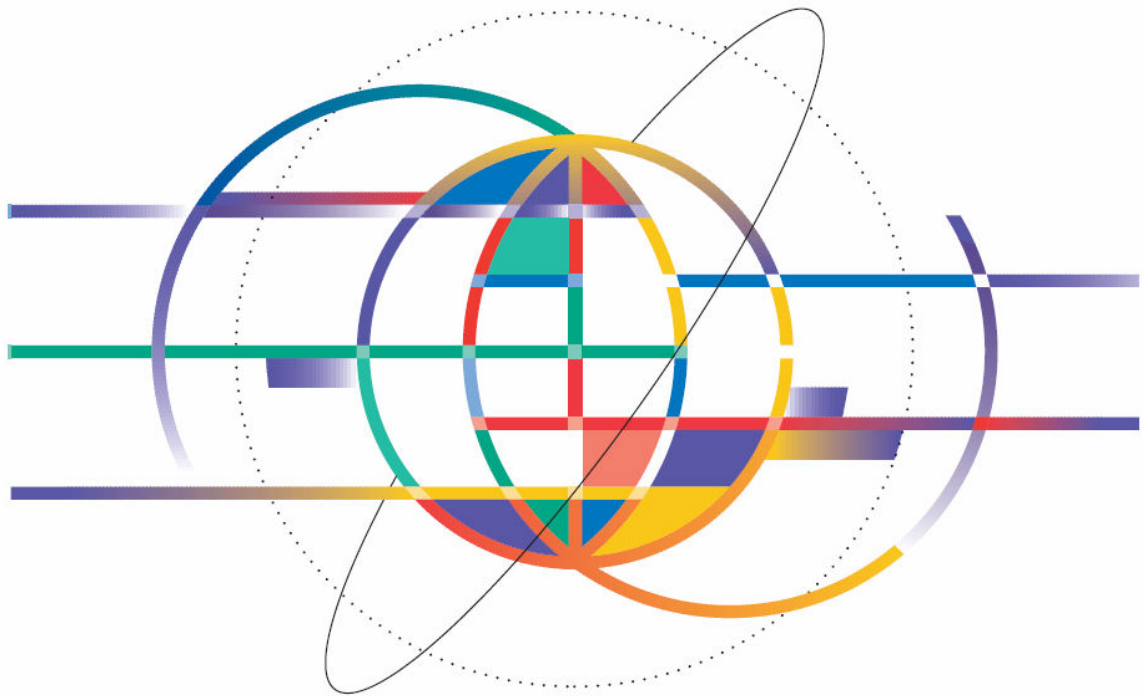
Gerwin, D. (1993), "Manufacturing flexibility: a strategic perspective", *Management Science* 39-4.

- Gupta, Y.P. (1993). "On measurement and valuation of manufacturing flexibility", *International Journal of Production Research* 31 (12), pp. 2947-2958.
- Gupta, Y.P. and Somers, T.M. (1996), "Business strategy, manufacturing flexibility, and organizational performance relationships: a path analysis approach", *Production and Operations Management*, Vol. 5 No. 3, pp. 204-33.
- Gupta, Y.P. and Goyal, S. (1989), "Flexibility of manufacturing systems: Concepts and measurement", *European Journal of Operational Research* 43, pp. 119-135.
- Heizer, J., Render B. (2004), "Operations Management", Prentice Hall
- Hill, T. and Chambers S. (1991), "Flexibility — A Manufacturing Conundrum", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol.11 No.2, pp. 5-13
- Hill, T. and Swenson, M. (1994), "Sales technology applications; the impact of electronic data interchange on the sales function", *The Journal of Personal Selling and Sales Management*, Vol. 14 No. 3, pp. 79-84.
- Jack, E. and Raturi, A. (2002), "Sources of volume flexibility and their impact on performance", *Journal of Operations Management*, Vol. 20 No. 5, pp. 519-48.
- Kathuria, R. (1998), "Managing for flexibility: a manufacturing perspective", *Industrial Management & Data Systems* 98/6, pp. 246–252
- Kim, C. (1991), "Issues on Manufacturing Flexibility", *Integrated Manufacturing Systems*, Vol. 2 No. 2, pp. 4-13
- Koste, L. and Malhotra, M.K. (1999), "A theoretical framework for analyzing the dimensions of manufacturing flexibility", *Journal of Operations Management*, Vol. 18 No. 1, pp. 75-93
- Koste, L. and Malhotra, M.K. (2000), "Trade-offs among the elements of flexibility: a comparison from the automotive industry", *Journal of Operations Management*, Vol. 18 No. 6, pp. 693-710
- Koste, L., Malhotra, M. and Sharma, S. (2004), "Measuring dimensions of manufacturing flexibility", *Journal of Operations Management*, Vol.22 No.2, pp. 171-196
- Lenz, J.E. (1992), "How well can flexibility be measured", *Industrial Engineering*, 14-15.
- Nagarur, N. (1992), "Some performance measures of flexible manufacturing systems", *International Journal of Production Research* 30 (4), pp. 799-809.
- New, C.C. (1996), "The building blocks of manufacturing excellence", *GEC Journal of Research*, Vol. 13 No. 2, pp. 67-75.
- Ody, P. and Newman, S. (1991), "Speeding up the supply chain", *International Journal of Retail & Distribution Management*, Vol. 19 No. 5, pp. 4-6.
- Oke, A. (1999), "The analysis and implementation of volume flexibility in manufacturing plants", PhD thesis, Cranfield University School of Management, Cranfield
- Oke, A. (2003a), "You may not use inventory levels to fill orders if . . . : evidence from a survey of UK manufacturing plants", *International Journal of Production Economics*, Nos 81/82, pp. 85-94

- Oke, A. (2003b), "Drivers of volume flexibility requirements in manufacturing plants", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 23 No. 12, pp. 1497-513
- Oke, A. (2005), "A framework for analysing manufacturing flexibility", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 25 No. 10, pp. 973-996
- Pine, J. (1993). "Mass Customization: The New Frontier in Business Competition", Harvard Business School Press.
- Schuler, A. and Buehlmann, U. (2002), "Identifying Future Competitive Business Strategies for the U.S.: Residential Wood Furniture Industry", United States Department of Agriculture - Forest Service - General Technical Report NE-304
- Sethi, A.K. and Sethi, P.S. (1990), "Flexibility in manufacturing: a survey", *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, No. 2, pp. 289-328
- Slack, N. (1983), "Flexibility as a manufacturing objective", *International Journal of Production Management*, Vol. 3 No. 3, pp. 4-13
- Slack, N., 1987. «The flexibility of manufacturing systems», *International Journal of Operations and Production Management* 7 4., 35–45.
- Slack, N. (1991), «The Manufacturing Advantage», Mercury, London
- Suarez, F.F., Cusumano, M.A. and Fine, C.F. (1996), "An empirical study of manufacturing flexibility in printed circuit board assembly", *Operations Research*, Vol. 44 No. 1, pp. 223-40
- Sweeney, M.T. (1986), "Flexible Manufacturing Systems - Managing their Integration", in Voss, C., *Managing Advanced Manufacturing Technology*, Springer-Verlag.
- Tidd, J. (1991), "Flexible Manufacturing Technologies and International Competitiveness", Pinter Publishers, London.
- Upton, D.M. (1994), "The management of manufacturing flexibility", *California Management Review*, Winter, pp. 72-89.
- Upton, D.M. (1995), "Flexibility as process mobility: the management of plant capabilities for quick response manufacturing", *Journal of Operations Management*, Vol. 12, pp. 205-24.
- Vickery, S., Calantone, R. and Droge, C. (1999), "Supply chain flexibility: an empirical study", *The Journal of Supply Chain Management*, pp. 16-24.
- Wright, P. and Snell, S. (1998), "Toward a unifying framework for exploring fit and flexibility in strategic human resource management", *The Academy of Management Review*, Vol. 23, No. 4, pp. 756-772
- Zhang, Q., Vonderembse, M. and Lim, J. (2003), "Manufacturing flexibility: defining and analyzing relationships among competence, capability, and customer satisfaction", *Journal of Operations Management*, Vol. 21 No. 2, pp. 173-91.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



**ΕΥΕΛΙΚΤΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ:
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ**

ΚΑΝΔΥΛΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

Θεσσαλονίκη, Ιανουάριος 2011