

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ



ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

Εφαρμογή ευέλικτων μεθόδων στην παραγωγή κρητικού
ελαιόλαδου.

Φοιτήτρια:

Ρενιέρη Αιμιλία

2014010131

Επιβλέπων Καθηγητής:

Μουστάκης Βασίλειος

Χανιά 2020

Ευχαριστίες

Κατά τη συγγραφή αυτής της διπλωματικής εργασίας υπήρξαν κάποιοι άνθρωποι που συνεισέφεραν σημαντικά στην ολοκλήρωσή της και οφείλω να ευχαριστήσω.

Αρχικά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Μουστάκη Βασίλειο για την ένθερμη αποδοχή του θέματος και την υποστήριξή του σε συνεργασία με την κ. Μπακατσάκη Μαρία.

Τον κ. Σαριδάκη Κώστα που με την καθοδήγηση και την εμπειρία του στον κλάδο της Διοίκησης Λειτουργιών κατείχε σημαντικό ρόλο στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας. Τον κ. Ρενιέρη Γιάννη που υπήρξε το βασικό άτομο επικοινωνίας με την υπό μελέτη επιχείρηση και παρείχε όλα τα στοιχεία που χρειάστηκαν.

Φυσικά την οικογένεια μου για την ηθική και έμπρακτη στήριξή της καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου, όπως επίσης έναν ακόμα άνθρωπο – κλειδί των φοιτητικών μου χρόνων, την κ. Αϊνατζόγλου Κωνσταντίνα, που υπήρξε φίλη, στήριγμα και έμπνευσή μου ιδιαίτερα το διάστημα συγγραφής της παρούσης.

Σύνοψη

Στόχος της εν λόγω εργασίας είναι η μελέτη του φαινομένου της παραγωγικής ευελιξίας με πρακτική εφαρμογή στη βιομηχανία του κρητικού ελαιόλαδου. Οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις της αγοράς σε συνδυασμό με τη μικρή διάρκεια ζωής των προϊόντων έχουν καταστήσει την ευελιξία κατά την παραγωγή απαραίτητο στοιχείο για τη βιωσιμότητα μιας επιχείρησης. Η μελέτη λοιπόν αυτής της νέας προσέγγισης στη βιομηχανική παραγωγή θα ωφελήσει τις επιχειρήσεις που ασχολούνται με τον τομέα των τροφίμων και συγκεκριμένα με ένα από τα σπουδαιότερα κρητικά προϊόντα, το ελαιόλαδο.

Μέρη της διπλωματικής εργασίας αποτελούν τόσο το θεωρητικό υπόβαθρο και οι αναφορές για τη βιομηχανική ευελιξία σε διάφορες περιπτώσεις όσο και μία ποσοτική προσέγγιση που στόχο έχει την πρακτική εφαρμογή των αποτελεσμάτων σε επιχείρηση που ασχολείται με τις εξαγωγές ελαιόλαδου. Η μελέτη περιέχει δείκτες υπολογισμού της ευελιξίας που προέκυψαν μετά από συλλογή δεδομένων από τη συγκεκριμένη επιχείρηση. Οι δείκτες αυτοί καθορίζουν πόσο ευέλικτη είναι μέχρι στιγμής η παραγωγική διαδικασία ως προς την ποικιλία προϊόντων, τον προγραμματισμό της παραγωγής, το ανθρώπινο δυναμικό. Κατά το τελευταίο μέρος γίνονται προτάσεις για το πώς και πόσο μπορεί να βελτιωθεί η διαδικασία και πώς θα μπορούσε να εφαρμοστεί κατά τη διαχείριση μιας νέας επένδυσης με αυξημένες απαιτήσεις.

Πίνακας Περιεχομένων

Ευχαριστίες	2
Σύνοψη (Abstract)	3
Πίνακας περιεχομένων	4
Κεφάλαιο 1 ^ο : Εισαγωγή	5
Κεφάλαιο 2 ^ο : Παραγωγική Ευελιξία	8
2.1 Έννοια και ορισμοί της παραγωγικής ευελιξίας	8
2.2 Είδη και διαστάσεις στην ευέλικτη παραγωγή	11
2.3 Ευελιξία Όγκου	19
2.4 Ευελιξία Εύρους/Μίγματος	20
2.5 Ευελιξία και Ανθρώπινο Δυναμικό	22
2.6 Αξιολόγηση και αριθμοδείκτες	24
Κεφάλαιο 3 ^ο : Το κρητικό ελαιόλαδο και η παραγωγική ευελιξία	27
3.1 Μελέτη Εφαρμογής – Ελληνικό ελαιόλαδο	27
3.2 Μελέτη Εφαρμογής – Olive oil A.E.....	30
3.3 Περιγραφή Παραγωγικής Διαδικασίας (Flow chart)	31
3.4 Κριτήρια Ευελιξίας – Δεδομένα	35
Κεφάλαιο 4 ^ο Αποτελέσματα – Αριθμοδείκτες.....	38
Κεφάλαιο 5 ^ο Συμπεράσματα – Προτάσεις	46
Βιβλιογραφία	50

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή

Τις τελευταίες περίπου τέσσερις δεκαετίες, στη διεθνή βιβλιογραφία, συναντάμε όλο και πιο συχνά τον όρο παραγωγική ευελιξία (manufacturing flexibility). Η σημασία της συγκεκριμένης έννοιας είναι αυξημένη, καθώς πλήθος δημοσιεύσεων όσων μελετούν θέματα Διοίκησης Λειτουργιών, συνδέουν την ευελιξία στην παραγωγική διαδικασία με το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα βιομηχανιών και επιχειρήσεων.

Η εξέλιξη της παγκόσμιας οικονομίας έχει γενικότερα εντείνει τον ανταγωνισμό και πολλές επιχειρήσεις καλούνται να προσφέρουν αυξημένα επίπεδα εξυπηρέτησης πελατών προκειμένου να επιβιώσουν. Η αστάθεια στις αγορές, οι μικρότεροι κύκλοι ζωής των προϊόντων, η ανάγκη για μεγαλύτερη ποικιλία βραχύβιων προϊόντων προκειμένου να ικανοποιήσουν τις προσδοκίες των πελατών, έχουν καταστήσει σαφές πως πλέον βασικό ζητούμενο είναι οι ανώτερες επιδόσεις των συστημάτων παραγωγής από πλευράς ποιότητας, κόστους και χρόνου παράδοσης. Τα δεδομένα που ήθελαν η μαζική παραγωγή με μικρό κόστος να αρκεί, δεν ισχύουν πλέον και ζητούμενο τώρα αποτελεί η ποικιλία προϊόντων και υπηρεσιών ανώτερης ποιότητας και χαμηλού κόστους. Οι επιχειρήσεις πρέπει, επομένως, να αναθεωρήσουν τις στρατηγικές τους και να αναπτύξουν νέες μεθόδους, ώστε να ανταπεξέλθουν στις απαιτήσεις των αγορών έγκαιρα και αποδοτικά.

Η επιτυχημένη ή μη αντίδραση των επιχειρήσεων σε συνθήκες αβεβαιότητας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την «ευελιξία» που αυτές μπορούν να επιδείξουν. Όλο και πιο διαδεδομένη είναι η αντίληψη ότι η ευελιξία μπορεί να προσφέρει λύσεις σε προβλήματα που σχετίζονται με καταστάσεις αναγκαστικών αλλαγών και αβεβαιότητας. Όπως αποδεικνύεται από τη διεθνή βιβλιογραφία, η ενίσχυση της

ικανότητας των επιχειρήσεων να προσαρμόζονται στις αλλαγές είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ανταγωνιστικότητα. Χαρακτηριστικά αναφέρεται πως «δεν μπορεί κάποιος να είναι καινοτόμος χωρίς να είναι ευέλικτος» (Bolwijn & Kumpe, 1990) παρόλο που το αντίστροφο θα μπορούσε να ισχύει.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, παρουσιάζεται αναλυτικότερα η έννοια της ευελιξίας στη βιομηχανική παραγωγή. Μέσω των διαφορετικών μελετών και δημοσιεύσεων γίνεται προσπάθεια ορισμού και ταξινόμησης της ευελιξίας και των διάφορων διαστάσεων αυτής. Πιο συγκεκριμένα, αναφέρονται η ευελιξία όγκου και η ευελιξία εύρους/μίγματος, που αποτελούν τους καθοριστικότερους παράγοντες ευελιξίας εντός μίας επιχείρησης. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στο ρόλο του ανθρώπινου δυναμικού στο δρόμο προς την επίτευξη παραγωγικής ευελιξίας. Τέλος, παρατίθεται μία προσπάθεια ποσοτικοποίησης μέσω της δημιουργίας δεικτών και συλλογής δεδομένων που φανερώνουν το επίπεδο ευελιξίας στις συγκεκριμένες διαστάσεις.

Στο τρίτο κεφάλαιο, μελετάται η εφαρμογή των ευέλικτων αυτών μεθόδων έμπρακτα στη βιομηχανία ελαιολάδου. Σε συνεργασία με επιχείρηση που διαθέτει μονάδα συσκευασίας ελαιολάδου γίνεται διερεύνηση των συγκεκριμένων διαστάσεων ευελιξίας που αποτελούν καθοριστικό παράγοντα για την επίδοσή της. Αναφέρονται οι μέχρι στιγμής δράσεις της επιχείρησης και ο τρόπος που προσεγγίζουν το ζήτημα της ευελιξίας. Πραγματοποιείται συλλογή σχετικών δεδομένων, προκειμένου να καθοριστεί ο βαθμός ευελιξίας της επιχείρησης και να υπάρξει περαιτέρω ανάλυση.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των σχετικών μετρήσεων και η ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν. Πραγματοποιείται σε αυτό το στάδιο μία ανάλυση SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats)

με βάση τα δεδομένα ώστε να καθοριστούν πιο εύστοχα οι συνθήκες εντός της επιχείρησης.

Ως τελευταίο στάδιο της εργασίας, στο πέμπτο κεφάλαιο, η κατάσταση της επιχείρησης αναλύεται με στόχο να προταθούν τα επόμενα βήματα που θα πρέπει να ακολουθήσει, προκειμένου να διασφαλίσει αυξημένα επίπεδα ευελιξίας και καλύτερη απόδοση, ενισχύοντας το ανταγωνιστικό της πλεονέκτημα.

Κεφάλαιο 2^ο : Παραγωγική Ευελιξία

2.1. Έννοια και ορισμοί της παραγωγικής ευελιξίας

Η παραγωγική ευελιξία αποτελεί βασικό στρατηγικό στόχο πολλών βιομηχανικών-παραγωγικών επιχειρήσεων. Οι Adam & Swamidass (1989) υποστηρίζουν ότι «ο βασικός πυρήνας μιας παραγωγικής στρατηγικής περιλαμβάνει το κόστος, την ποιότητα, την ευελιξία και την τεχνολογία», ενώ οι Collins & Schemenner (1993) σημειώνουν ότι οι συνήθεις προτεραιότητες παραγωγικών εργασιών περιλαμβάνουν «ποιότητα προϊόντων, κόστος προϊόντων, αξιοπιστία παράδοσης και ευελιξία». Παρόλο που το είδος της ευελιξίας στη συγκεκριμένη περίπτωση δε διευκρινίζεται, φαίνεται πως η ικανότητα παραγωγής στο ελάχιστο κόστος δεν είναι πλέον ο κυρίαρχος παράγοντας στη διατήρηση της ανταγωνιστικότητας. Στο παρελθόν, που η ζήτηση ήταν πιο σταθερή, υπήρχε μικρότερη ποικιλία προϊόντων και οι κύκλοι ζωής αλλά και οι χρόνοι παράδοσης (lead times) ήταν μεγαλύτεροι (Chambers, 1995). Πλέον, η ικανότητα να απορροφώνται οι διακυμάνσεις στη ζήτηση με οικονομικό τρόπο, να αναπτύσσονται και να εισάγονται νέα προϊόντα γρηγορότερα (Gaimon & Singhal, 1992), χρησιμοποιώντας υπάρχουσες εγκαταστάσεις, θεωρούνται σημαντικά ζητήματα ανταγωνιστικότητας.

Παρά την αναγνώριση, όμως, ότι η διαχείριση παραγωγής έχει να προσφέρει σημαντικά στην επίτευξη των στόχων των επιχειρήσεων, η παραγωγική ευελιξία παραμένει γενικότερα στα πλαίσια της διοίκησης λειτουργιών και συνδέεται στενότερα με την τεχνολογία παραγωγής. Έτσι η χρήση της υπήρξε κατά κύριο λόγο μέσο αντίδρασης (Gerwin, 1993) δίνοντας στη διαδικασία παραγωγής τη δυνατότητα να τροποποιείται σε περιπτώσεις αβεβαιότητας (Kulatilaka & Marks, 1989). Εμφανώς, όμως, για να γίνουν αντιληπτές οι πλήρεις δυνατότητες της παραγωγικής ευελιξίας, η

απόκτησή της κατά τη διαδικασία λήψης αποφάσεων, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί σε στρατηγικό επίπεδο και όχι απλά σε λειτουργικό. Βασική προϋπόθεση για αυτό, αποτελεί ο διαχωρισμός μεταξύ της ικανότητας ενός παραγωγικού συστήματος να προσαρμόζεται σε ένα ευρύ φάσμα καταστάσεων με ευκολία, έχοντας πάντα τη δυνατότητα να επιστρέψει στην ακριβή αρχική του κατάσταση (ευελιξία), και μεταξύ της ικανότητας να μεταλλάσσεται από μία αρχική κατάσταση σε μία διαφορετική που είναι όμως και οριστική (ικανότητα αλλαγής). Η διαφορά αυτή συνδέεται άμεσα με τις έννοιες του εύρους και της χρονικής απόκρισης της αλλαγής (Slack 1987, Koste & Malhorta 2000), και του λειτουργικού, τακτικού και στρατηγικού επιπέδου που αυτή υλοποιείται (Oke, 2005).

Ορισμός Παραγωγικής Ευελιξίας

Προκειμένου να γίνει καλύτερα κατανοητός ο όρος «παραγωγική ευελιξία» είναι αναγκαίο να δοθεί ο ορισμός της έννοιας. Η ευελιξία αποτελεί μία από τις πιο δημοφιλείς έννοιες στον τομέα της διοίκησης λειτουργιών. Παρόλα αυτά, ο ορισμός της παραμένει αρκετά γενικός και πολλοί είναι οι μελετητές που προτείνουν διάφορες εναλλακτικές για τον καλύτερο προσδιορισμό της. Η δυσκολία έγκειται στις διαφορετικές ονομασίες που έχουν δοθεί κατά καιρούς για το ίδιο είδος ευελιξίας, αλλά και στην οπτική από την οποία μελετάται κάθε φορά εντός ενός παραγωγικού συστήματος. Αυτό οδήγησε σε μη ενιαίο ορισμό της παραγωγικής ευελιξίας και κάποιες από τις πιο αντιπροσωπευτικές προτάσεις παρατίθενται παρακάτω (Beach, 2000).

Ένας αρχικός ορισμός δόθηκε από τον Swamidass (1988) που όρισε την παραγωγική ευελιξία ως «την ικανότητα ενός συστήματος παραγωγής να προσαρμόζεται επιτυχώς σε συνθήκες αλλαγής περιβάλλοντος και απαιτήσεων

διαδικασιών.» Αργότερα ο Olhager (1993) διατύπωσε τον ορισμό ως εξής: «Βραχυπρόθεσμα, ευελιξία σημαίνει η ικανότητα να προσαρμόζεται σε καταστάσεις αλλαγής χρησιμοποιώντας τους ήδη υπάρχοντες πόρους. Μακροπρόθεσμα, μετράει την ικανότητα να εισάγεις νέα προϊόντα, νέους πόρους και μεθόδους παραγωγής, και να τους ενσωματώνεις στο υπάρχον σύστημα παραγωγής», δίνοντας μία πιο στρατηγική σκοπιά στο ζήτημα της ευελιξίας. Ο Upton (1994) εντάσσει στον ορισμό περισσότερους λειτουργικούς παράγοντες αναφέροντας ότι η παραγωγική ευελιξία είναι «η ικανότητα να αλλάζει ή να αντιδρά (ένα σύστημα παραγωγής) με ελάχιστη ποινή σε χρόνο, προσπάθεια, κόστος και απόδοση». Σε ίδια λογική κινείται και ο Watts et al. (1993) που ορίζει την ευελιξία ως «την ικανότητα (του συστήματος παραγωγής) να εφαρμόζει αλλαγές στο εσωτερικό λειτουργικό του περιβάλλον έγκαιρα, σε λογικό κόστος ως αντίδραση στις αλλαγές των συνθηκών της αγοράς».

Στους παραπάνω ορισμούς της παραγωγικής ευελιξίας υπάρχουν εμφανείς ομοιότητες. Συγκεκριμένα όλοι ορίζουν την παραγωγική ευελιξία ως την ικανότητα μιας παραγωγικής μονάδας να αντιδρά στις αλλαγές του περιβάλλοντός του. Επιπροσθέτως, οι περισσότεροι ορισμοί κάνουν αναφορά στο χρόνο, το κόστος και την προσπάθεια που απαιτούν αυτές οι ρυθμίσεις για να γίνουν. Παράλληλα, οι ορισμοί που παρατίθενται παραπάνω υπογραμμίζουν και τρία βασικά σημεία. Αντικατοπτρίζουν το εύρος και την ποικιλομορφία στην κατανόηση του όρου παραγωγική ευελιξία, αναφέρουν την ικανότητα ανταπόκρισης στην αλλαγή και προτείνουν τη χρήση της ευελιξίας για την αντιμετώπιση της αβεβαιότητας.

Συνοψίζοντας, λοιπόν, όλα τα παραπάνω σε μία κοινά αποδεκτή θεώρηση θα μπορούσε να οριστεί ότι η «παραγωγική ευελιξία είναι η ταχύτητα και ευκολία με την οποία ένα σύστημα μεταβάλλει τις λειτουργίες του, προκειμένου να ανταπεξέλθει στις

ανάγκες που προκύπτουν από την αβεβαιότητα του ανταγωνιστικού περιβάλλοντος στο οποίο δραστηριοποιείται».

Η προέκταση της ευελιξίας σε πιο ενεργητικό επίπεδο, και όχι απλά με την έννοια της προσαρμογής στις αλλαγές είναι αυτό που καθορίζει κατά πόσο ένας παραγωγός είναι και ηγέτης. Πέρα δηλαδή από την ικανότητα να ανταπεξέλθει στις αλλαγές στη ζήτηση των προϊόντων, στις μεταβολές στο χρόνο παράδοσης και την ποιότητα, ο κατασκευαστής-ηγέτης θα πρέπει να μπορεί να οδηγήσει πρώτος σε αλλαγές των συνθηκών, αναγκάζοντας τον υπόλοιπο ανταγωνισμό να ακολουθήσει.

2.2. Είδη και διαστάσεις στην ευέλικτη παραγωγή

Αδιαμφισβήτητα, η παραγωγική ευελιξία αποτελεί πολυδιάστατο αντικείμενο, γεγονός εμφανές από την πληθώρα ορισμών και διαφορετικών οπτικών από κάθε μελετητή. Άλλες φορές, επομένως, χρησιμοποιείται για να περιγράψει την οργάνωση σε στρατηγικό επίπεδο και άλλες για να χαρακτηρίσει τις διάφορες ανταγωνιστικές προτεραιότητες προς εφαρμογή σε λειτουργικό επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα, μπορούν να διαχωριστούν δύο διαφορετικά είδη ευελιξίας ανάλογα με τους στόχους και το χρόνο. Η βραχυπρόθεσμη προσέγγιση που εστιάζεται σε αλλαγές στο μίγμα προϊόντων και τις ποσότητες ορίζεται ως «λειτουργική ευελιξία», ενώ η πιο μακροπρόθεσμη προσέγγιση που αφορά ανταγωνιστικές προτεραιότητες και αλλαγές στην τεχνολογία διεργασιών ορίζεται ως «στρατηγική ευελιξία».

Η απόφαση ενός παραγωγού σχετικά με το αν θα επιφέρει αλλαγές στο ανταγωνιστικό του περιβάλλον μέσω δικών του πρωτοβουλιών, ή μία απόφαση σχετικά με το πώς θα αντιδράσει σε αλλαγές που προκλήθηκαν από τρίτους, αποτελεί μέρος της στρατηγικής ευελιξίας. Αντίστοιχα, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ο όρος λειτουργική ευελιξία για να οριστεί η ικανότητα του παραγωγού να αντιδρά στις

αλλαγές του περιβάλλοντος αλλά και να φέρνει ο ίδιος τέτοιες αλλαγές. Η λειτουργική ευελιξία, επομένως, είναι αυτή που επιτρέπει, ή οριοθετεί, τη στρατηγική ευελιξία. Όλοι οι παραγωγοί, ανεξάρτητα από τη στρατηγική τους ευελιξία, επωφελούνται από την αύξηση της λειτουργικής τους ευελιξίας.

Η αύξηση της λειτουργικής ευελιξίας μπορεί να επέλθει από οποιαδήποτε κίνηση επιτρέπει στον παραγωγό να δρα γρηγορότερα ή συντομότερα από ότι προηγουμένως. Επομένως, μειώσεις στους χρόνους set-up, στους χρόνους επεξεργασίας των μηχανών, στους χρόνους παράδοσης προμηθευτών, στους χρόνους σχεδιασμού, θα προκαλέσουν αύξηση της λειτουργικής ευελιξίας. Παράλληλα, οποιαδήποτε κίνηση προκαλέσει ακόμα και έμμεσα μείωση αυτών των χρόνων, όπως επενδύσεις σε νέα μηχανήματα, σε ανθρώπινο δυναμικό ή εγκαταστάσεις, θα οδηγήσει επίσης σε αύξηση της λειτουργικής ευελιξίας (Kim, 1991).

Εύκολα αντιλαμβάνεται κανείς από τα παραπάνω ότι η παραγωγική ευελιξία είναι πολυδιάστατη έννοια. Οι ερευνητές ανά τις δεκαετίες, λοιπόν, έχουν διαμορφώσει διαφορετικές απόψεις για το ποιες θα πρέπει να είναι αυτές οι διαστάσεις. Οι Sethi & Sethi (1990) προτείνουν 11 διαφορετικές διαστάσεις παραγωγικής ευελιξίας, οι Gupta & Somers (1996) αναγνωρίζουν εννέα, ενώ η ταξινομία του Gerwin (1993) αποτελείται από 7 διαστάσεις.

Οι 11 τύποι ευελιξίας των Sethi & Sethi είναι οι εξής:

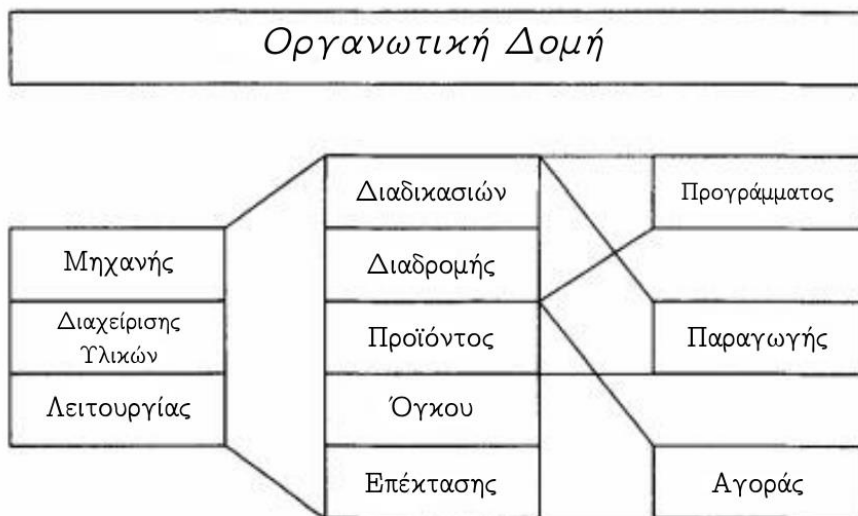
1. Ευελιξία μηχανής: τα διαφορετικά είδη λειτουργιών που μπορεί να πραγματοποιήσει μία μηχανή χωρίς να απαιτεί απαγορευτική προσπάθεια για την εναλλαγή από μία λειτουργία σε μία άλλη.
2. Ευελιξία διαχείρισης υλικών: είναι η ικανότητα του συστήματος χειρισμού υλικών να μετακινεί διαφορετικά είδη τεμαχίων αποδοτικά, για τη σωστή

τοποθέτηση και επεξεργασία στην παραγωγική εγκατάσταση που εξυπηρετεί.

3. Ευελιξία λειτουργίας: η ικανότητα για παραγωγή ενός τεμαχίου με διαφορετικούς τρόπους.
4. Ευελιξία διαδικασιών: το σύνολο των τύπων τεμαχίων που μπορεί να κατασκευάσει ένα σύστημα παραγωγής χωρίς σημαντικές ρυθμίσεις (setup).
5. Ευελιξία προϊόντος: η ευκολία με την οποία νέα τεμάχια μπορούν να προστεθούν ή να αντικαταστήσουν ήδη υπάρχοντα.
6. Ευελιξία διαδρομής: η ικανότητα ενός συστήματος παραγωγής να παράγει ένα τεμάχιο με εναλλακτικές διαδρομές εντός του συστήματος.
7. Ευελιξία όγκου: η ικανότητα ενός συστήματος να λειτουργεί επικερδώς σε διαφορετικά συνολικά επίπεδα παραγωγής.
8. Ευελιξία επέκτασης: η ευκολία με την οποία ένα σύστημα παραγωγής αυξάνει τη δυναμικότητα και ικανότητά του, όταν είναι απαραίτητο.
9. Ευελιξία προγράμματος: η ικανότητα ενός συστήματος να λειτουργεί σχεδόν χωρίς επίβλεψη για μεγάλο χρονικό διάστημα.
10. Ευελιξία παραγωγής: το σύνολο των τύπων τεμαχίων που το σύστημα παραγωγής μπορεί να κατασκευάσει χωρίς την προσθήκη σημαντικού κεφαλαιουχικού εξοπλισμού.
11. Ευελιξία αγοράς: η ευκολία με την οποία ένα σύστημα παραγωγής μπορεί να προσαρμοστεί στις αλλαγές του περιβάλλοντος αγοράς.

Οι Sethi & Sethi, όπως φαίνεται από την προσπάθεια καθορισμού των διάφορων ειδών παραγωγικής ευελιξίας, εξετάζουν την έννοια τόσο σε λειτουργικό όσο και σε στρατηγικό επίπεδο. Δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στη σημασία του

Βασικοί Τύποι Ευελιξίας	Ευελιξίες Συστήματος	Ευελιξίες Συνόλου
-------------------------------	-------------------------	----------------------



τελευταίου, εξέτασαν τις σχέσεις που συνδέουν τα είδη ευελιξίας και θεωρώντας τα 3 πρώτα ως τα κυριότερα δημιούργησαν το Διάγραμμα 1, που παρατίθεται παρακάτω.

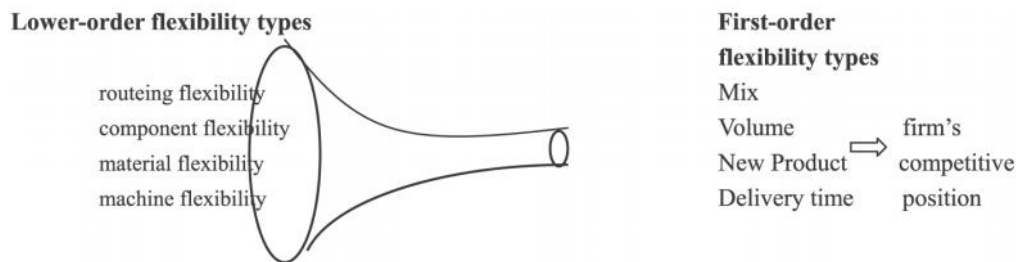
Διάγραμμα 1: Σχέσεις μεταξύ των 11 τύπων ευελιξίας από τους Sethi & Sethi (1990)

Η θεωρία αυτή δίνει μία μορφή ιεραρχικής κατάταξης της παραγωγικής ευελιξίας, υποστηρίζοντας ότι μία βάση τύπων ευελιξίας ευνοεί την ύπαρξη υψηλότερου επιπέδου τύπων ευελιξίας. Αντίστοιχη θεώρηση ανέπτυξε ο Slack (1987, 1991) οποίος παρουσίασε μία ταξινόμηση 7 τύπων ευελιξίας που όμως διαρθρώνονται σε δύο επίπεδα. Πιο συγκεκριμένα, κατατάσσει την ευελιξία σε ευελιξία πόρων (resource flexibility) και σε ευελιξία παραγωγικού συστήματος (manufacturing flexibility). Η ευελιξία πόρων περιλαμβάνει εργαλεία και τεχνικές που επιτρέπουν σε ένα σύστημα να είναι ευέλικτο, όπως η τεχνολογία παραγωγής, όροι απασχόλησης κλπ. Η ευελιξία παραγωγικού συστήματος περιλαμβάνει τους παρακάτω τύπους:

1. Ευελιξία νέου προϊόντος: Δυνατότητα εισαγωγής και παραγωγής καινούργιων προϊόντων, ή τροποποίηση ήδη υπαρχόντων.

2. Ευελιξία εύρους / μίγματος: Δυνατότητα τροποποίησης του εύρους φάσματος των προϊόντων που παράγονται από ένα σύστημα παραγωγής σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.
3. Ευελιξία όγκου: Δυνατότητα αλλαγής επιπέδου του συνολικού όγκου παραγωγής.
4. Ευελιξία χρόνου παράδοσης: Δυνατότητα τροποποίησης του προγραμματισμένου ή αναμενόμενου χρόνου παράδοσης.

Πολλοί μελετητές, ταυτόχρονα, παρουσιάζουν μία πιο στρατηγική οπτική στους διάφορους τύπους ευελιξίας, λαμβάνοντας υπόψιν την αλληλεπίδραση μεταξύ εταιρειών και περιβάλλοντος, καθώς επίσης και το βαθμό που οι καταναλωτές αντιλαμβάνονται τις συνέπειες της αλληλεπίδρασης αυτής. Γίνεται, λοιπόν, διαχωρισμός σε εξωτερικούς (external) και εσωτερικούς (internal) τύπους ευελιξίας. Ως εξωτερικοί τύποι ευελιξίας θεωρούνται όσοι συνδέονται απευθείας με την ικανότητα ανταπόκρισης στις δυναμικές αλλαγές των αγορών και κατ' επέκταση επηρεάζουν άμεσα την ανταγωνιστική θέση μιας εταιρείας. Οι εσωτερικοί τύποι ευελιξίας, αντιθέτως, σχετίζονται με τους βιομηχανικούς πόρους και τη διοίκηση. Είναι επίσης γνωστές και ως ευελιξίες χαμηλότερης τάξης (lower-order) που υποστηρίζουν τους εξωτερικούς τύπους ευελιξίας ή πρώτης τάξης ευελιξίες (first-order). Οι απαρχές αυτής της θεωρίας βρίσκονται στα έργα του Slack (1983) και Gerwin (1987) που ήταν οι πρώτοι που υποστήριξαν ότι οι τύποι ευελιξίας αντιστοιχούν σε συγκεκριμένα ήδη αβεβαιότητας. Στο Σχήμα 1 παρουσιάζονται γραφικά, οι τύποι πρώτης και χαμηλότερης τάξης όπως προτάθηκαν από τους Suarez et al. Αξίζει να σημειωθεί πως ορισμένοι μελετητές ισχυρίστηκαν ότι οι τύποι ευελιξίας που καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την ανταγωνιστικότητα μίας επιχείρησης είναι η ευελιξία όγκου και η ευελιξία εύρους/μίγματος.



Σχήμα 1 Το χωνί των τύπων ευελιξίας κατά Suarez et al.

Σε συνέχεια αυτών των θεωρήσεων για την παραγωγική ευελιξία ο Oke (2005) διατύπωσε την άποψη ότι οι ευελιξίες ενός παραγωγικού συστήματος συνοψίζονται σε τρία βασικά είδη. Την ευελιξία νέου προϊόντος, την ευελιξία όγκου παραγωγής και την ευελιξία εύρους/μίγματος. Υποστήριξε, επιπλέον, ότι ορισμένοι παράγοντες που συμβάλλουν στην ευελιξία ενός συστήματος μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με το πόσους τύπου ευελιξίας επηρεάζουν. Πιο συγκεκριμένα, αναφέρονται ως θεμελιώδεις παράγοντες εκείνοι που επηρεάζουν μόνο έναν τύπο ευελιξίας και ως διπλοί παράγοντες εκείνοι που επηρεάζουν δύο τύπους ευελιξίας. Τέλος, υπάρχουν παράγοντες που επηρεάζουν και τους τρεις τύπους ευελιξίας και ονομάζονται γενικοί παράγοντες. Οι σχέσεις αυτές με διάφορα παραδείγματα που δίνονται από τον Oke (2005) φαίνονται στο Σχήμα 2.

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	Ώροι απασχόλησης	Δεξιότητες εργατικού δυναμικού

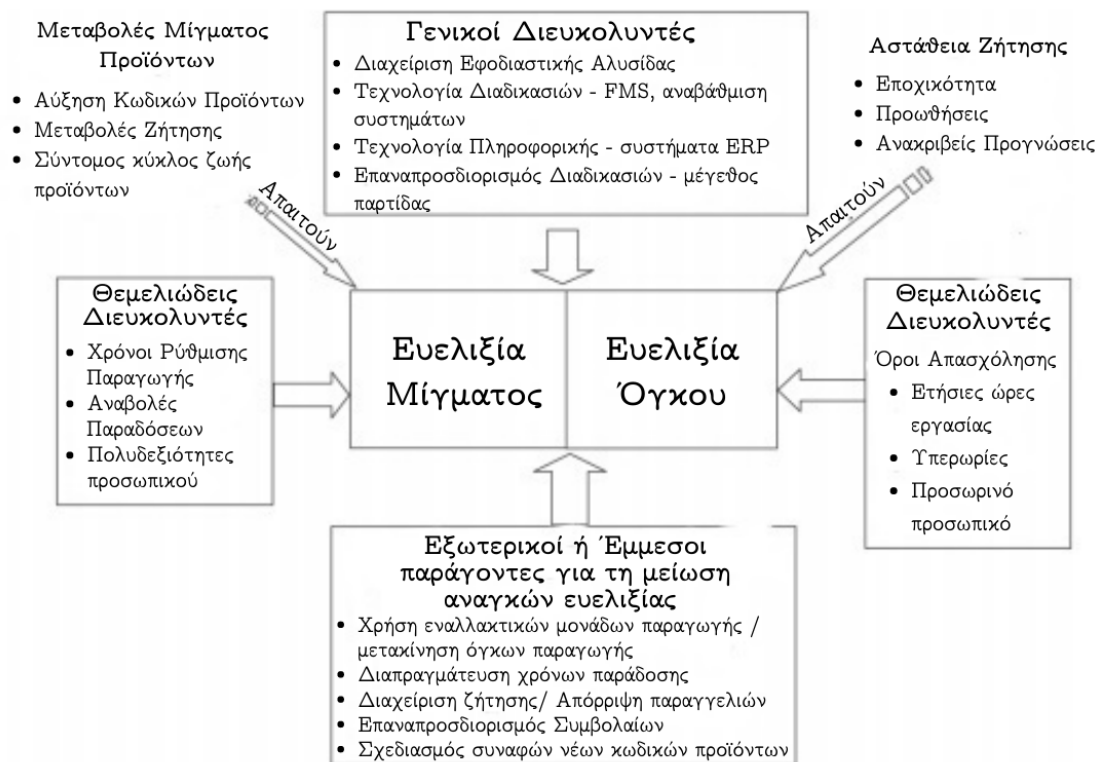
Σχήμα 2 Παράγοντες που επηρεάζουν την ευελιξία παραγωγικού συστήματος. (Oke, 2005)

Από το Σχήμα 2 γίνεται αντιληπτό ότι θεμελιώδης παράγοντας για την ευελιξία νέου προϊόντος θεωρείται ολόκληρη η διαδικασία Research & Development κατά την οποία γίνεται ο σχεδιασμός και η έρευνα προκειμένου να βγει ένα νέο προϊόν στην αγορά. Για την ευελιξία μίγματος θεμελιώδη παράγοντα αποτελούν οι χρόνοι αλλαγής setup που καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την αποτελεσματικότητα και τις επιδόσεις ενός συστήματος παραγωγής. Τέλος, για την ευελιξία όγκου βαρύνουσας σημασίας είναι οι όροι απασχόλησης του ανθρώπινου δυναμικού.

Ως παραδείγματα διπλού παράγοντα δίνονται, ο τρόπος σχεδιασμού ενός προϊόντος, που μπορεί να επηρεάσει τόσο την ευελιξία νέου προϊόντος όσο και την ευελιξία μίγματος, και οι δεξιότητες του ανθρώπινου δυναμικού που επηρεάζουν τις ευελιξίες όγκου και εύρους/μίγματος. Οι γενικοί παράγοντες που συμβάλλουν στην ανάπτυξη και των τριών ειδών ευελιξίας είναι οι Αλυσίδες Εφοδιασμού, η Τεχνολογία Παραγωγής και Τεχνολογία Πληροφορικής. Η διαχείριση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας μπορεί να λειτουργήσει ως συνδετικός κρίκος ανάμεσα στις εσωτερικές λειτουργίες μίας επιχείρησης και των εξωτερικών δραστηριοτήτων των προμηθευτών, προς επίτευξη ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος. Η Τεχνολογία Παραγωγής, παράλληλα, αποτελεί μέσο σημαντικής αύξησης της παραγωγικής ευελιξίας όταν βέβαια εφαρμοστεί επιτυχώς και στοχευμένα στις ανάγκες της επιχείρησης. Η Τεχνολογία Πληροφορικής συνεισφέρει στην παραγωγική ευελιξία, δίνοντας τη δυνατότητα σε ένα σύστημα να μειώσει τους χρόνους πωλήσεων, αναπαραγγελιών και παραδόσεων, μειώνοντας ταυτόχρονα το κόστος, αφού μέσω βελτιωμένου σχεδιασμού και προγραμματισμού αυξάνει την παραγωγικότητα.

Εξειδικεύοντας περισσότερο την θεωρία του ο Oke (2005) και δίνοντας περισσότερη έμφαση στις ευελιξίες όγκου και εύρους/μίγματος, εισάγει τις έννοιες των διευκολυντών (enablers) αλλά και παραγόντων που χρησιμοποιούνται όταν στόχος

είναι η μείωση της ανάγκης για ευελιξία (evaders). Οι σχέσεις των παραγόντων αυτών με τις ευελιξίες και παραδείγματα αλλαγών που επηρεάζουν την ανάγκη για ευελιξία φαίνονται στο Σχήμα 3 παρακάτω.



Σχήμα 3. Εξειδικευμένο πλαίσιο ανάλυσης ευελιξίας ενός παραγωγικού συστήματος. (Oke 2005)

Εν κατακλείδι, οι δύο αυτοί τύποι ευελιξίας επηρεάζουν εντονότερα τη συνολική ευελιξία που επιδεικνύει ένα σύστημα παραγωγής. Κάθε σύστημα ανάλογα με τις ανάγκες, τους στόχους και τη στρατηγική που ακολουθεί ως μέρος της αγοράς δίνει μεγαλύτερη βαρύτητα στον τύπου ευελιξίας που θα το ωφελήσει περισσότερο. Αν για παράδειγμα, μία επιχείρηση λειτουργεί παράγοντας μικρό πλήθος διαφορετικών προϊόντων αλλά παρατηρεί σημαντικές μεταβολές στη ζήτηση, εστιάζει στην απόκτηση ευελιξίας όγκου. Αντιθέτως, ευελιξία εύρους/μίγματος επιδιώκει η επιχείρηση που δεν παρατηρεί διακυμάνσεις στον όγκο παραγωγής, αλλά επενδύει σε μεγάλο εύρος παραγόμενων προϊόντων.

2.3. Ευελιξία Όγκου

Η ευελιξία όγκου, όπως ορίστηκε και νωρίτερα, αφορά την ικανότητα ενός παραγωγικού συστήματος να λειτουργεί σε διαφορετικά επίπεδα όγκου παραγωγής επικερδώς. Συνυφασμένο με την ύπαρξη ευελιξίας όγκου είναι το ανθρώπινο δυναμικό που αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για το βαθμό της. Οι όροι απασχόλησης και η διαθεσιμότητα του προσωπικού στις κατάλληλες χρονικές περιόδους υπερτερούν ακόμα και της υποδομής σε ορισμένες περιπτώσεις. Φυσικά βασική προϋπόθεση παραμένει ο μηχανολογικός εξοπλισμός ώστε να διασφαλίζεται η απαιτούμενη παραγωγική δυναμικότητα από πλευράς μηχανών. Η ευελιξία όγκου, όμως, δε συνδέεται με την αποθεματοποίηση που οδηγεί σε αυξημένα κόστη αποθήκευσης. Στόχος είναι η διατήρηση του μοναδιαίου κόστους παραγωγής σχετικά σταθερό ενώ παράλληλα το κόστος αποθήκευσης κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα.

Η πιο συνηθισμένη λύση στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι η υπερωριακή εργασία που προσφέρει ευελιξία όγκου μέχρι ένα βαθμό, όταν δηλαδή το κόστος εργασίας δεν επιβαρύνεται τόσο ώστε να γίνει ζημιογόνο. Βέβαια, ο περιορισμός σε αυτή την περίπτωση υπολογίζεται σε ένα ποσοστό 10-20% υπερωριακής απασχόλησης σε σχέση με την κανονική εργασία, που πολλές φορές δεν αρκεί για να επιτευχθεί η επιθυμητή ευελιξία όγκου. Για το λόγο αυτό άλλες τακτικές που ακολουθούνται περιλαμβάνουν την πρόσληψη εποχιακών εργαζομένων, με συμβάσεις ορισμένου χρόνου, που λύνει το πρόβλημα της απαιτούμενης μεταβαλλόμενης παραγωγικής δυναμικότητας αλλά δημιουργεί θέματα άλλου είδους. Αρχικά, σε παραγωγικά συστήματα που απαιτούν εξειδίκευση και γνώσεις για το χειρισμό μηχανημάτων είναι δύσκολη η εύρεση κατάλληλα εκπαιδευμένου προσωπικού. Επίσης, ρίσκο βρίσκεται και στην εξασφάλιση της δέσμευσης των εργαζομένων στον τρόπο εργασίας και στα ποιοτικά επίπεδα της επιχείρησης. Τέλος, ζήτημα αποτελεί η προσαρμογή και

συνεργασία τους με τους μόνιμους υπαλλήλους λόγω του προσωρινού χαρακτήρα της πρόσληψής τους.

Όταν το είδος της εργασίας απαιτεί εξειδίκευση και γνώσεις προκειμένου να εκτελεστεί αποτελεσματικά η λύση που προτείνεται είναι αυτή της ελαστικοποίησης των προγραμμάτων εργασίας. Αν και το νομικό πλαίσιο για πλήρη εφαρμογή τέτοιας τακτικής δεν υπάρχει στη χώρα μας, στο εξωτερικό θεωρείται συνηθισμένος τρόπος για να ανταπεξέρχονται οι επιχειρήσεις στις αλλαγές του όγκου παραγωγής. Πιο συγκεκριμένα, όταν υπάρχει υψηλή ζήτηση – υψηλός όγκος παραγωγής οι εργαζόμενοι μπορούν να εργάζονται περισσότερες ώρες και να τις αναπληρώνουν όταν η ζήτηση είναι χαμηλότερη – χαμηλός όγκος παραγωγής. Το πλεονέκτημα από πλευράς διοίκησης είναι προφανές, αφού διοχετεύει το ήδη υπάρχον εκπαιδευμένο προσωπικό στο σύστημα παραγωγής με τέτοιο τρόπο ώστε να καλύπτει τις διακυμάνσεις της ζήτησης με σταθερό κόστος. Οι εργαζόμενοι παράλληλα επωφελούνται από τη σταθερότητα και τη διασφάλιση της θέσης εργασίας, με καλύτερους όρους συμφωνίας σε σχέση με την κανονική απασχόληση.

2.4. Ευελιξία Εύρους/Μίγματος

Ως ευελιξία εύρους/μίγματος έχει οριστεί ως η δυνατότητα τροποποίησης του εύρους φάσματος των προϊόντων που παράγονται από ένα σύστημα παραγωγής σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Πόσες παραλλαγές προϊόντων παράγονται, δηλαδή, με χαμηλά κόστη αλλαγής. Έχει παρατηρηθεί από πολλούς μελετητές ότι η ευελιξία μίγματος λειτουργεί πολλές φορές ανταγωνιστικά προς την ευελιξία όγκου. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι ότι η παραγωγική στρατηγική για μεγάλες παρτίδες μικρού εύρους φάσματος προϊόντων διαφέρουν από τη στρατηγική μικρών παρτίδων όπου όμως παρατηρείται ευελιξία μίγματος.

Τα κόστη που συνδέονται με παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων δε μπορούν να υποστηρίξουν ευρύ φάσμα προϊόντων και την ίδια στιγμή αν η παραγωγική διαδικασία δεν τροποποιηθεί κατάλληλα η αυξημένη ποικιλία προϊόντων οδηγεί σε σημαντική μείωση της κερδοφορίας. Για να υποστηριχθεί μία στρατηγική με έμφαση στην ευελιξία μίγματος θα πρέπει να υπάρξει επένδυση σε τεχνολογίες που επιτρέπουν μείωση των χρόνων και του κόστους αλλαγής (setup).

Η ευελιξία μίγματος είναι, επομένως, άρρηκτα συνδεδεμένη με σχετικά μικρές παρτίδες και μειωμένους χρόνους setup, σε σχέση, πάντα, με παραδοσιακές μεθόδους παραγωγής που εστίαζαν στην απόδοση και το μεγάλο όγκο. Για το λόγο αυτό, οι χρόνοι setup λειτουργούν περιοριστικά για την ευελιξία μίγματος, ταυτόχρονα όμως στόχος παραμένει η αποδοτική και λιγότερο δαπανηρή παραγωγή. Οι Heizer & Render (2004) υποστηρίζουν ότι 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 βέλτιστη ποσότητα παρτίδας παραγωγής, σύμφωνα με τους Heizer & Render (2004), υπολογίζεται μαθηματικά με βάση τον παρακάτω τύπο: $Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$.

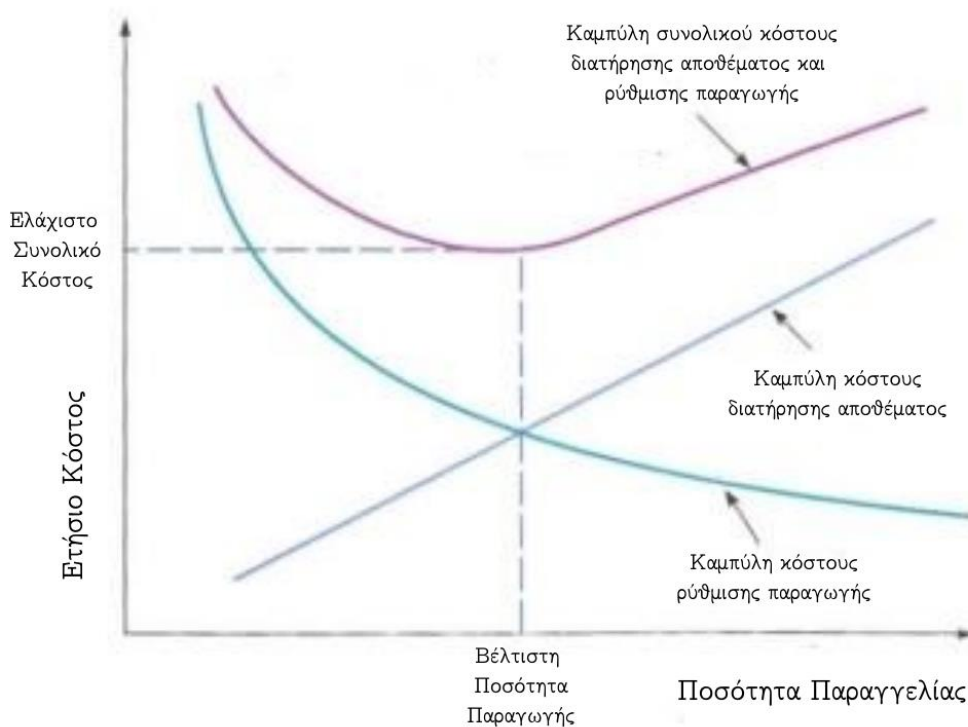
Όπου: Q^* = βέλτιστη ποσότητα παραγωγής (οικονομική παρτίδα)

D = ετήσια ζήτηση του υπό εξέταση προϊόντος

S = κόστος ρύθμισης παραγωγής (setup)

H = ετήσιο κόστος διατήρησης αποθέματος ανά μονάδα προϊόντος

Σχεδιαγραμματικά η εξίσωση παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.



Σχήμα 4 Συνολικό κόστος παρτίδας συναρτήσει μεγέθους παρτίδας. (Heizer & Render, 2004)

Από το διάγραμμα γίνεται αντιληπτό ότι σε οποιαδήποτε περίπτωση η ποσότητα παραγωγής αποκλίνει από τη βέλτιστη συνεπάγεται αύξηση του μοναδιαίου κόστους παραγωγής.

Έτσι: 1) Αύξηση της ποσότητας της παρτίδας παραγωγής προκαλεί αύξηση του κόστους διατήρησης αποθέματος.

2) Μείωση της ποσότητας της παρτίδας παραγωγής προκαλεί αύξηση του κόστους προετοιμασίας (setup) της παραγωγής.

2.5. Ευελιξία και Ανθρώπινο Δυναμικό

Αδιαμφισβήτητα, ο παράγοντας Ανθρώπινο Δυναμικού έχει σημαντικό ρόλο στην ύπαρξη και το βαθμό της παραγωγικής ευελιξίας μίας μονάδας παραγωγής. Η συμμετοχή του προσωπικού δε θα πρέπει να περιορίζεται στην απλή εκτέλεση της εργασίας και στην απόδοση που προκύπτει από αυτή. Ιδιαίτερης σημασίας είναι οι

πρακτικές που χρησιμοποιούνται από τη διοίκηση παραγωγής στη διαχείριση του δυναμικού, συμβάλλοντας άμεσα στη διαχείριση της ευελιξίας.

Η εφαρμογή ανεπτυγμένων πρακτικών διοίκησης ανθρώπινου δυναμικού θα έχουν θετικό αντίκτυπο στην ικανότητα της επιχείρησης να ανταποκρίνεται στις αλλαγές. Προσεκτική επιλογή υπαλλήλων, έμφαση στη διαρκή εκπαίδευση και παροχές ανάλογες των επιδόσεων επηρεάζουν θετικά την πιθανότητα οι εταιρείες να βελτιώσουν το ανθρώπινο κεφάλαιο (human capital) και να ενισχύσουν το κίνητρο του δυναμικού τους. Μελέτες όπως αυτή των Fisher et al. (1994) παρατηρούν ότι παρά την τεχνολογική ανάπτυξη ορισμένων παραγωγικών μονάδων, αυτές αποτυγχάνουν να αυξήσουν την ευελιξία τους όταν δε δίνουν επαρκώς έμφαση στην κατάρτιση του προσωπικού τους και δεν κατανοούν τη σημαντικότητά του. Το ίδιο υποστηρίζουν και οι Gupta & Somers (1996) καθώς και οι Suarez et al. (1996) που συνδέουν άμεσα την επίτευξη ευελιξίας μίγματος με την εκπαίδευση και τις δεξιότητες των εργαζομένων.

Οι πρακτικές που εφαρμόζονται συνήθως από εταιρείες που στόχο έχουν την ευελιξία, περιλαμβάνουν ευρύ φάσμα ανάθεσης εργασιών, υψηλό επίπεδο επικοινωνίας, αυτοδιοικούμενες ομάδες εργασίας καθώς και πρακτικές που επενδύουν στην εκπαίδευση, την ίση μεταχείριση και τις συνδεδεμένες με την απόδοση της ομάδας αποδοχές. Πρόκειται για μεθόδους με άμεσα αποτελέσματα την αύξηση του κινήτρου του προσωπικού, την ενθάρρυνσή του να αναλαμβάνει ευθύνες και να ανταπεξέρχεται στις αλλαγές, βελτιώνοντας έτσι την ευελιξία μίγματος, νέου προϊόντος και όγκου. Αντιθέτως, πρακτικές κατά τις οποίες το προσωπικό εργάζεται σε ένα αυστηρό πλαίσιο κανόνων και διαδικασιών που ορίζονται από τους ανώτερους, λειτουργούν υπό συνεχή επίβλεψη με μικρό περιθώριο πρωτοβουλιών, θα πρέπει να αποφεύγονται από διευθυντές που στοχεύουν στην παραγωγική ευελιξία.

Οι διευθυντές παραγωγής, θα πρέπει να ενθαρρύνουν τους εργαζομένους να εργάζονται σε αυτοδιαχειριζόμενες ομάδες, να αναζητούν πληροφορίες για να εκτελέσουν την εργασία τους, να παρακολουθούν την πρόοδο και την ποιότητα της εργασίας τους και να διορθώνουν τα προβλήματα μόλις αυτά ανακύψουν (Kathuria, 1998). Ο ρόλος του διευθυντή σε εργοστάσια που απαιτούν ύπαρξη παραγωγικής ευελιξίας θα πρέπει να είναι αυτός του καθοδηγητή και συντονιστή.

2.6. Αξιολόγηση και αριθμοδείκτες

Η έννοια της ευελιξίας όπως παρουσιάστηκε παραπάνω είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη και πλήθος βιβλιογραφικών αναφορών την προσδιορίζουν με διαφορετικούς τρόπους. Είναι εμφανές, λοιπόν, η δυσκολία μετατροπής της ευελιξίας σε ποσοτικό μέγεθος που μπορεί να μετρηθεί και να μελετηθεί ως σύνολο. Για το λόγο αυτό, οι μελετητές εστίασαν στην ποσοτικοποίηση των επιμέρους διαστάσεων της ευελιξίας μέσω Βασικών Δεικτών Απόδοσης (Key Performance Indicators – KPIs), που επιτρέπουν την αριθμητική σύγκριση καταστάσεων της παραγωγικής μονάδας. Χαρακτηριστικό είναι το έργο των D'Souza & Williams (2000) αλλά και πολλών άλλων (Cox, 1989; Suarez et al., 1996) από τους οποίους προκύπτουν οι παρακάτω δείκτες.

Για την ευελιξία διαδικασιών:

- Αριθμός των εργασιών που μπορεί να εκτελέσει μία μηχανή χωρίς να απαιτεί απαγορευτικό κόστος και χρόνο αλλαγής – όσο μεγαλύτερος ο αριθμός, τόσο περισσότερο ευέλικτες οι διαδικασίες.

Για την ευελιξία συστήματος:

- Μέσος όρος ποσοστού παραγγελιών που παραδόθηκαν εμπρόθεσμα – όσο μεγαλύτερο το ποσοστό, τόσο πιο ευέλικτο το σύστημα παραγωγής.

Για την ευελιξία όγκου:

- Διακύμανση πραγματικού όγκου παραγωγής – Λόγος υψηλότερης παραγωγής σε ένα χρονικό διάστημα προς τη χαμηλότερη παραγωγή σε άλλο χρονικό διάστημα, κατά την υπό εξέταση χρονική περίοδο. Όσο μεγαλύτερος ο λόγος, τόσο ισχυρότερη η ευελιξία όγκου της παραγωγικής μονάδας.
- Χρόνος και κόστος που απαιτείται για την αύξηση ή μείωση του παραγόμενου όγκου – όσο μικρότερες οι μετρήσεις τόσο ισχυρότερη η ευελιξία όγκου.
- Ποσοστό μεταβολής μοναδιαίου κόστους εργασίας μέσα στο έτος – Ιδανικά το ποσοστό θα πρέπει να είναι μηδενικό, άρα όσο μεγαλύτερο τόσο αυξημένο το κόστος του εργοστασίου για την αλλαγή όγκου παραγωγής.

Για την ευελιξία μίγματος:

- Αριθμός διαφορετικών κωδικών (SKU – Stock Keeping Unit) – όσο μεγαλύτερος είναι τόσο πιθανότερο η παραγωγική μονάδα να παρουσιάζει εσωτερική ευελιξία μίγματος.
- Ποσοστό δυναμικότητας που χρησιμοποιείται για αλλαγές παραγωγής – όσο χαμηλότερο το ποσοστό, τόσο μεγαλύτερη η ευελιξία μίγματος της μονάδας παραγωγής.
- Ποσοστό επιπέδου ελαττωματικών κατά τις αλλαγές παραγωγής – όσο χαμηλότερο είναι, τόσο λιγότερο επηρεάζεται το επίπεδο ποιότητας από τις αλλαγές παραγωγής. Αν βρίσκεται σε επίπεδα κάτω του 1% φανερώνει ότι η επίδραση των αλλαγών στην ποιότητα είναι μηδαμινή.

Πέρα από τους δείκτες που προαναφέρθηκαν, βαρύνουσας σημασίας για ένα σύστημα παραγωγής αποτελεί η μέτρηση της απόδοσης με τη γενικότερη έννοια του όρου. Ως απόδοση ορίζεται ο λόγος του πραγματικού αποτελέσματος προς το αναμενόμενο αποτέλεσμα. Το αναμενόμενο αποτέλεσμα περιλαμβάνει παραμέτρους όπως τα επίπεδα ποιότητας, τις μεθόδους προγραμματισμού και συντήρησης καθώς και το μίγμα παραγωγής. Μέτρο της απόδοσης μπορεί να είναι οικονομικές μονάδες ή μονάδες παραγωγής και άλλα οφέλη.

Στην περίπτωση όμως που το αναμενόμενο αποτέλεσμα συμπίπτει με το πραγματικό ο καθοριστικός παράγοντας για τον προσδιορισμό της απόδοσης είναι πλέον ο χρόνος επίτευξης των αποτελεσμάτων. Επομένως ο βαθμός απόδοσης ορίζεται ως:

$$\text{Βαθμός Απόδοσης} = \text{πρότυπος χρόνος} / \text{απολογιστικός χρόνος}.$$

Κεφάλαιο 3^ο : Το κρητικό ελαιόλαδο και η παραγωγική ευελιξία

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής, προκειμένου να μελετηθεί η παραγωγική ευελιξία σε πρακτικό επίπεδο υπήρξε επικοινωνία με πραγματική εταιρεία που δραστηριοποιείται στον κλάδο του συσκευασμένου ελαιολάδου. Ο συγκεκριμένος κλάδος απαιτεί την ύπαρξη ευελιξίας σε μεγάλο βαθμό για τη διατήρηση του ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος σε μία ρευστή παγκόσμια αγορά. Στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι να προσδιοριστεί το επίπεδο ευελιξίας της επιχείρησης, καθώς και να προτείνει τρόπους αύξησης αυτής όπου κρίνεται απαραίτητο. Δεδομένης της νέας επένδυσης της εταιρείας με την επέκτασή της στο εξευγενισμένο ή ραφινारισμένο ελαιόλαδο η διαχείριση της παραγωγικής διαδικασίας με ευέλικτες μεθόδους θα προσφέρει πλήθος οφελών.

Για την εκπόνηση της εργασίας συλλέχθηκαν στοιχεία σε συνεργασία με τον Υπεύθυνο Παραγωγής της εταιρείας καθώς και τη Διεύθυνση Εργοστασίου, ώστε να μπορέσουν να εξαχθούν αποτελέσματα για το επίπεδο ευελιξίας. Πέρα από τις μετρήσεις που καταγράφονται αριθμητικά, πολλά στοιχεία προέκυψαν από συνεντεύξεις σε σχέση με την οργάνωση της παραγωγικής διαδικασίας και τον τρόπο κατανομής των καθηκόντων στο προσωπικό της εταιρείας.

3.1. Μελέτη Εφαρμογής – Ελληνικό ελαιόλαδο

Γεωγραφικά, η ευρωπαϊκή αγορά ελαιολάδου αντιπροσώπευε το μεγαλύτερο μερίδιο εσόδων το 2019 και είναι έτοιμη να κυριαρχήσει στην αγορά κατά την περίοδο πρόβλεψης 2020-2025, λόγω της αύξησης της ζήτησης στον τομέα των τροφίμων. Οι καινοτόμες και δημιουργικές συσκευασίες θα έχουν καθοριστικό ρόλο στη διαφοροποίηση και αναγνωρισιμότητα των προϊόντων, οδηγώντας σε αύξηση των πωλήσεων. Ο ανταγωνισμός στο συγκεκριμένο κλάδο, όπως γίνεται αντιληπτό, είναι

διεθνούς επιπέδου και η πίεση από άλλες χώρες υψηλότερης πρωτογενούς παραγωγής είναι έντονη.

Ο κλάδος του ελαιολάδου, και δη του συσκευασμένου, αποτελεί εξαιρετικό παράδειγμα μελέτης για την παραγωγική ευελιξία, λόγω της πολυπλοκότητάς του. Καθώς πρόκειται για τρόφιμο οι περιορισμοί και οι δυσκολίες προκύπτουν τόσο κατά την παραγωγή του σε πρωτογενές επίπεδο παραγωγής όσο και κατά τη συσκευασία του και των προδιαγραφών που πρέπει να τηρούνται. Πιο αναλυτικά, η πολυπλοκότητα αυτή προκύπτει από τις ακόλουθες συνθήκες:

- Η τιμή της πρώτης ύλης καθορίζεται κυρίως από τον όγκο παραγωγής στον πρωτογενή τομέα από τις χώρες – κυρίαρχους (Ισπανία, Ιταλία) με βάση και την ποιότητα του ελαιολάδου κάθε έτος.
- Οι χημικές αναλύσεις για τον καθορισμό τόσο του επιπέδου ποιότητας όσο και των φυτοφαρμάκων είναι εξαντλητικές και οι απαιτήσεις διαφέρουν ανάλογα με τον πελάτη.
- Κατά την τυποποίηση χρειάζεται μεγάλη προσοχή και μέριμνα για τη χρήση των γραμμών παραγωγής σε ίδιου επιπέδου ποιότητας ελαιόλαδο ώστε να μην υπάρξει αλλοίωση του τελικού προϊόντος.
- Οι προδιαγραφές των υλικών συσκευασίας αλλά και των δεδομένων που αναγράφονται στις ετικέτες διαφέρουν ανάλογα τη χώρα εξαγωγής των προϊόντων.
- Υπάρχει σημαντική ανταγωνιστική πίεση για το ελληνικό ελαιόλαδο προερχόμενη από τις χώρες – κυρίαρχους της αγοράς.
- Απαιτείται πολύ εξειδικευμένος εξοπλισμός παραγωγής και επεξεργασίας ελαιολάδου, αλλά και εξειδικευμένο ανθρώπινο δυναμικό.

- Απαραίτητη η δημιουργία αποθέματος πρώτης ύλης για την κάλυψη των αναγκών ζήτησης καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.
- Δυσκολία πρόβλεψης ζήτησης σε πολλές περιπτώσεις, καθώς οι παραγγελίες βασίζονται σε απρόβλεπτη κατανάλωση.

Λόγω των έντονων ανταγωνιστικών συνθηκών στο συγκεκριμένο προϊόν οι προμηθευτές θα πρέπει να μεριμνήσουν για τη διατήρηση του ενδιαφέροντος των πελατών στο προϊόν τους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω της ικανότητας του προμηθευτή να προσφέρει ευρεία γκάμα προϊόντων που θα ανταποκρίνονται στις ανάγκες του πελάτη. Η παραγωγή και συσκευασία ελαιολάδου λόγω των υψηλών απαιτήσεων του κλάδου, χρήζει εφαρμογής ευέλικτων μεθόδων που θα επιτρέψουν την ανταπόκριση στις απαιτήσεις του πολύπλοκου περιβάλλοντος αγοράς. Η ευελιξία στην παραγωγή θα πρέπει να προσφέρει στον κλάδο:

- Την ικανότητα να ανταποκρίνεται στην πολυπλοκότητα της διαδικασίας παραγωγής, της διοχέτευσης της πρώτης ύλης καθώς και αλλαγές στη ζήτηση προϊόντων.
- Παράγουν πλήθος διαφορετικών κωδικών με βάση τη συσκευασία και τις ζητούμενες προδιαγραφές.
- Επιτρέπουν γρήγορη προετοιμασία (setup) ανάμεσα σε αλλαγές παραγωγής.
- Επιτρέπουν με ευκολία την αλλαγή στον όγκο παραγωγής προκειμένου να καλυφθούν γρήγορα έκτακτες παραγγελίες.

Τα παραπάνω στοιχεία φανερώνουν την ανάγκη του κλάδου τόσο για ευελιξία μίγματος, προς διατήρηση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος και θέσης στην αγορά, όσο και ευελιξία όγκου καθώς είναι πιθανές οι διακυμάνσεις στη ζήτηση. Παρόλο που δεν

παρουσιάζεται υψηλή εποχικότητα, η αδυναμία πρόβλεψης του όγκου παραγγελιών ορισμένων πελατών καθιστά αυτό τον τύπο ευελιξίας απαραίτητο.

3.2. Μελέτη Εφαρμογής – Olive Oil A.E.

Στη συγκεκριμένη εργασία μελετάται ένα παράδειγμα τοπικής παραγωγικής επιχείρησης ελαιολάδου η οποία θα αναφέρεται στο εξής με την πλασματική ονομασία «Olive Oil A.E.». Η εταιρεία ιδρύθηκε το 1982 όταν έκτισε ελαιοτριβείο και το 1989 επεκτάθηκε πέρα από την παραγωγή ελαιολάδου στην εμπορία και τυποποίησή του. Το 1996 η εταιρεία αποφάσισε να σταματήσει τη δραστηριότητά της στην ελληνική αγορά και να αφιερωθεί εξ ολοκλήρου στις εξαγωγές. Πρόκειται επομένως για μια αμιγώς εξαγωγική εταιρεία που συνεργάζεται με κάποιους από τους μεγαλύτερους διανομείς και εμπόρους λιανικής σε περισσότερες από 40 χώρες στον κόσμο.

Το προϊόν που παράγει κυρίως είναι το εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο, ενώ πρόσφατα (2015) εγκατέστησε μία υπερσύγχρονη μονάδα εξευγενισμού ελαιολάδου και πυρηνελαίου, επεκτείνοντας τη δράση της σε μία διαφορετική αγορά. Η δραστηριοποίηση στον τομέα του εξευγενισμένου ελαιολάδου, λόγω της πρόσφατης επένδυσης, παραμένει σε χαμηλά επίπεδα συγκριτικά με το εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο. Επομένως, η μελέτη στη συγκεκριμένη περίπτωση θα εστιαστεί περισσότερο στο εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο λόγω καλύτερων δεδομένων, πάντα όμως με στόχο την επέκταση των εύελικτων μεθόδων στη νέα αυτή επένδυση και τη νέα πραγματικότητα που αυτή θα φέρει στην παραγωγική διαδικασία.

Η εταιρεία προσφέρει στους πελάτες της τη δυνατότητα επιλογής υλικού συσκευασίας σε διάφορα σχήματα καθώς τη δημιουργία εξατομικευμένης ιδιωτικής ή μη ετικέτας. Μπορεί, δηλαδή, ο πελάτης να διαμορφώσει σε συνεργασία με την εταιρεία το τελικό του προϊόν που θα βρίσκεται στη συνέχεια στο ράφι των

σουπερμάρκετ. Οι επιλογές που δίνονται από την εταιρεία αναφέρονται σε όλο το επιτρεπόμενο εύρος ποσότητας συσκευασμένου ελαιολάδου καθώς και σε 3 τύπους υλικών συσκευασίας. Οι ποσότητες που συσκευάζονται ξεκινούν από τα 250 ml και φτάνουν μέχρι τα 5 λίτρα, ενώ τα υλικά συσκευασίας είναι το γυάλινο μπουκάλι, το πλαστικό δοχείο (PET) και τα μεταλλικά δοχεία (TIN).

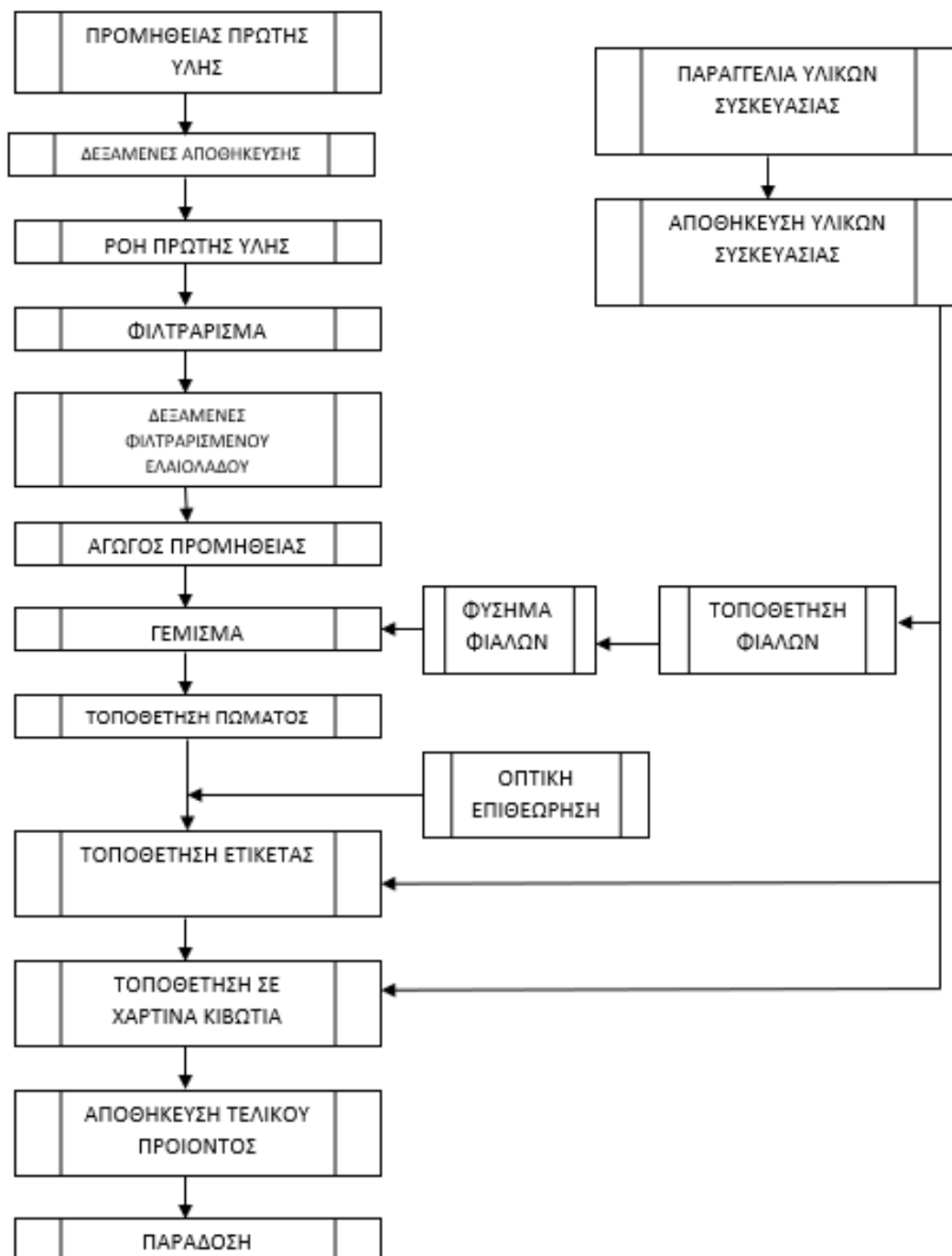
Αναλυτικά η διαδικασία και τα στάδια παραγωγής θα αναφερθούν στην επόμενη υποενότητα, όπου θα δίνεται ολόκληρη η πορεία του προϊόντος μέχρι το τελικό στάδιο. Παρόλα αυτά, αξίζει να σημειωθεί ότι η γραμμή εμφιάλωσης αποτελεί το νευραλγικό τμήμα της παραγωγής, το κυριότερο από πλευράς εγκατεστημένης ισχύος, κόστους λειτουργίας, αξίας επένδυσης μηχανολογικού εξοπλισμού αλλά και απασχόλησης ατόμων. Για όλα τα παραπάνω, κρίνεται ως το τμήμα που κατέχει ισχυρότερο ρόλο στην ευελιξία του εργοστασίου σε ότι αφορά τα συσκευασμένα προϊόντα.

3.3. Περιγραφή Παραγωγικής Διαδικασίας (Flow chart)

Παρότι η διαδικασία τυποποίησης ελαιολάδου είναι φαινομενικά απλή, στην πραγματικότητα είναι αρκετά πολύπλοκη εφόσον στόχος είναι η εξασφάλιση της απαιτούμενης ποιότητας για τους καταναλωτές. Στην προκειμένη περίπτωση, που μελετάται το εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο, ένα αμιγώς φυσικό προϊόν που παρέχεται απευθείας από το ελαιοτριβείο, η τυποποίησή του πραγματοποιείται ύστερα από αυστηρούς ελέγχους από αρμόδιους φορείς. Οι προδιαγραφές είναι υψηλές και καθορίζονται από την ευρωπαϊκή νομοθεσία, ως δικλείδα ασφαλείας για την ασφάλεια και τη μη νόθευση του προϊόντος. Η χημική ανάλυση, επομένως, αποτελεί ουσιαστικά το πρωταρχικό στάδιο της τυποποίησης του ελαιολάδου.

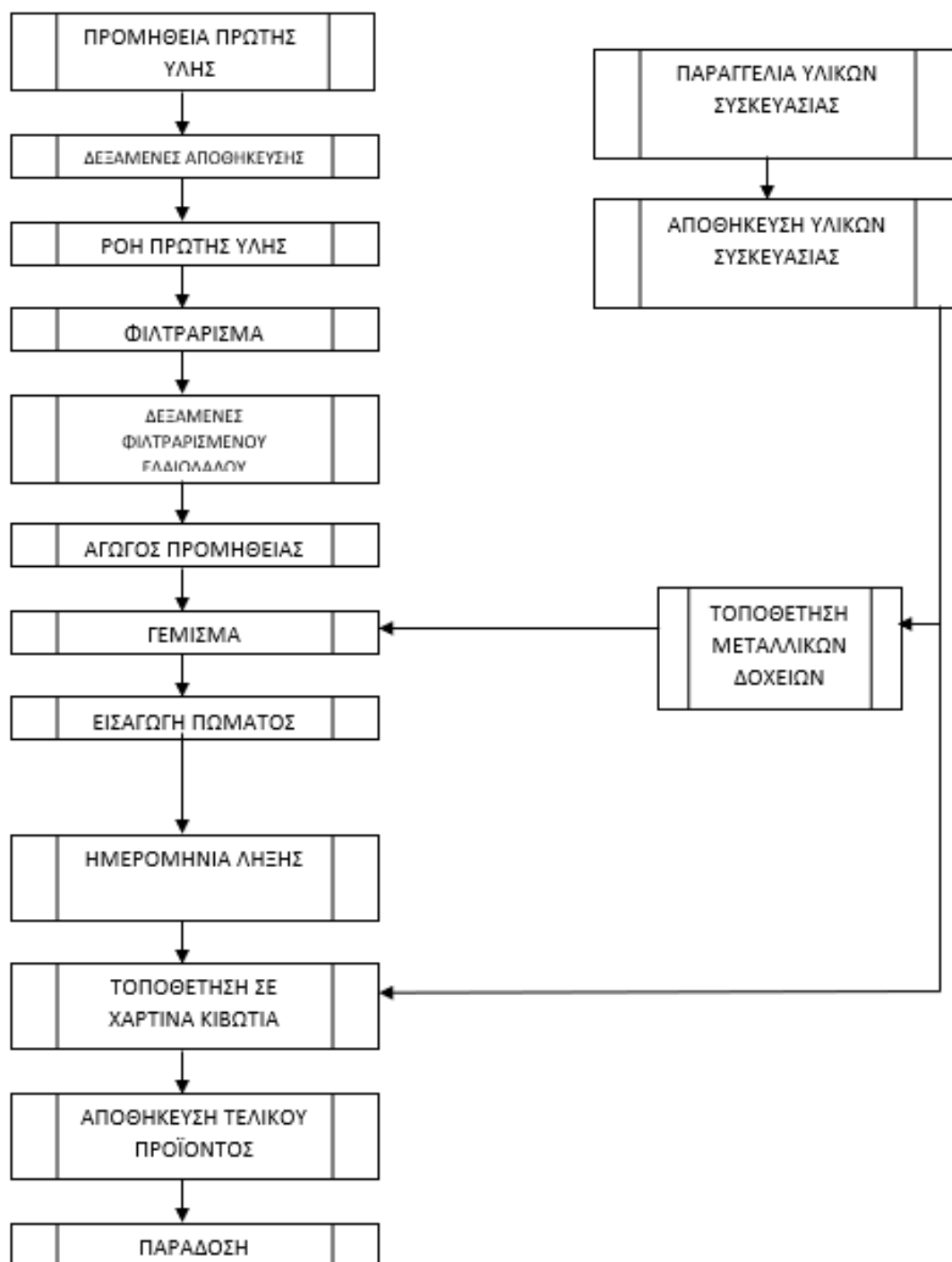
Στα σχεδιαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής της παραγωγικής διαδικασίας για τη γραμμή παραγωγής στην οποία συσκευάζονται όλων των ειδών υλικά συσκευασίας (γυαλί, μέταλλο, PET) και για τη γραμμή στην οποία συσκευάζονται τα μεταλλικά δοχεία (TIN) μεγαλύτερης χωρητικότητας.

Διάγραμμα ροής Παραγωγής (1) – Production Flow Chart



Εικόνα 1 Διάγραμμα ροής παραγωγικής διαδικασίας (γυαλί, μέταλλο, PET)

Διάγραμμα ροής Παραγωγής (2) (ΤΙΝ) – Production Flow Chart (ΤΙΝ)



Εικόνα 2 Διάγραμμα ροής παραγωγικής διαδικασίας (μέταλλο)

Όπως φαίνεται στα σχεδιαγράμματα η παραγωγή ξεκινά με την προμήθεια των πρώτων υλών που όπως αναφέρθηκε παραπάνω έχουν υποστεί τις κατάλληλες χημικές αναλύσεις. Στη συνέχεια το ελαιόλαδο φιλτράρεται ώστε να καθαριστεί από τυχόν υπολείμματα και μέσω ειδικών σωληνώσεων διοχετεύεται στα μηχανήματα

τυποποίησης. Φυσικά, πριν ξεκινήσει το στάδιο της τυποποίησης από τον υπεύθυνο αποθήκης έχει πραγματοποιηθεί η κατάλληλη παραγγελία όλων των υλικών συσκευασίας συμπεριλαμβανομένων των ετικετών, οι οποίες υπόκεινται σε ξεχωριστό έλεγχο προκειμένου να διασφαλιστεί η ύπαρξη των κατάλληλων προδιαγραφών. Στο σημείο αυτό παρατηρούνται διαφοροποιήσεις στα δύο διαγράμματα ροής, αφού στο Διάγραμμα (1) προστίθεται ο καθαρισμός των φιαλών με χρήση αέρα πριν το γέμισμα. Επιπλέον, κατά την εμφιάλωση σε γυάλινα ή PET μπουκάλια, μετά την τοποθέτηση του πώματος, είναι εφικτή η οπτική επιθεώρηση (visual inspection) του περιεχομένου, ώστε σε περίπτωση που γίνει αντιληπτό αιωρούμενο ξένο σώμα στη φιάλη αυτή να αφαιρείται, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα άμεσου ποιοτικού ελέγχου. Μία επιπλέον διαφορά παρατηρείται στο κομμάτι της ετικέτας, καθώς η τοποθέτηση ετικετών δεν είναι απαραίτητη κατά τη συσκευασία σε μεταλλικά δοχεία, στα οποία είναι ήδη τυπωμένη η επωνυμία του προϊόντος. Γίνεται, λοιπόν, απευθείας εκτύπωση της ημερομηνίας λήξης.

Τα επόμενα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας στις δύο διαφορετικές γραμμές ταυτίζονται ξανά μετά τις διαφοροποιήσεις. Τα έτοιμα πλέον προϊόντα τοποθετούνται σε χάρτινα κιβώτια, τα οποία στοιβάζονται σε παλέτες και τυλίγονται με προστατευτικό πλαστικό περίβλημα. Τέλος, οι έτοιμες παραγγελίες αποθηκεύονται προσωρινά έως ότου παραδοθούν στους μεταφορείς. Το συγκεκριμένο στάδιο απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, καθώς οι παραγγελίες πρέπει να σταλούν σε εύλογο χρονικό διάστημα ώστε να μην δημιουργηθεί πρόβλημα με την ημερομηνία λήξης των προϊόντων αλλά και για να αποφευχθούν επιπλέον κόστη αποθήκευσης. Η μέριμνα για το ζήτημα αυτό πραγματοποιείται σε πολύ νωρίτερο στάδιο, κατά τον προγραμματισμό της παραγωγής δημιουργώντας κατάλληλο χρονοδιάγραμμα για τη διαχείριση των παραγγελιών.

3.4. Κριτήρια Ευελιξίας – Δεδομένα

Όπως έγινε αντιληπτό στα προηγούμενα κεφάλαια οι κυριότεροι τύποι ευελιξίας που επηρεάζουν τη συνολική ευελιξία ενός παραγωγικού συστήματος είναι η ευελιξία όγκου και η ευελιξία μίγματος. Αυτοί είναι, επομένως, οι τύποι που εξετάστηκαν κατά τη μελέτη της κατάστασης του εργοστασίου. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν προέρχονται τόσο από τις μετρήσεις του εργοστασίου όσο και από συνεντεύξεις με τον Υπεύθυνο Παραγωγής, κυρίως στον τομέα που αφορά το ανθρώπινο δυναμικό και τη διαχείρισή του. Πιο αναλυτικά:

Εκτίμηση ευελιξίας όγκου

Βρέθηκαν τα δεδομένα στα οποία καταγράφονται οι ποσότητες ελαιολάδου που συσκευάζονται και εξάγονται κάθε μήνα για τα έτη 2017, 2018 και 2019. Από τα συγκεκριμένα δεδομένα είναι εφικτό να υπολογιστεί η διακύμανση πραγματικού όγκου παραγωγής, που προκύπτει από το λόγο της υψηλότερης μηνιαίας παραγωγής προς τη χαμηλότερη εντός του έτους.

Καθώς δεν υπήρχαν μετρήσεις από πλευράς της εταιρείας των χρόνων για την αύξηση ή μείωση του παραγόμενου όγκου αλλά και του κόστους των αλλαγών, η εκτίμηση της ευελιξίας όγκου πραγματοποιήθηκε δίνοντας έμφαση στον παράγοντα ανθρώπινο δυναμικό. Όπως έχει αναφερθεί πρόκειται εξάλλου για έναν βασικό παράγοντα που επηρεάζει την ευελιξία όγκου ενός παραγωγικού συστήματος. Επιπλέον εξετάστηκε η ταχύτητα λειτουργίας των μηχανημάτων ανά ομάδα προϊόντος (χωρητικότητα, υλικό συσκευασίας) σε σχέση με τις εργοστασιακές τους προδιαγραφές. Τα δεδομένα αυτά, λοιπόν, συλλέχθηκαν μέσω συνέντευξης και οι ερωτήσεις παρατίθενται παρακάτω.

Σε γενικότερο πλαίσιο ζητήθηκε από τους υπεύθυνους να δηλώσουν ποιες τεχνικές αύξησης της ευελιξίας χρησιμοποιούν συχνά, μερικές φορές και ποτέ. Οι τεχνικές βρίσκονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1).

	Συχνά	Μερικές Φορές	Ποτέ
Υπερωρίες			
Πρόσληψη Προσωρινού Προσωπικού			
Καθυστέρηση παραγωγής παραγγελιών για stock			
Εισαγωγή επιπλέον βάρδιας εργασίας			
Μετακίνηση προσωπικού μεταξύ γραμμών παραγωγής			
Μετακίνηση παραγωγής μεταξύ γραμμών			

Πίνακας 1. Ερωτηματολόγιο τακτικών αύξησης ευελιξίας

Επιπλέον ερωτήσεις που έγιναν για τον προσδιορισμό της ευελιξίας όγκου ήταν:

- Ποια είναι η μέση ταχύτητα παραγωγής ανά ομάδα προϊόντων; (τεμάχια/ώρα)
- Με τι βάρδιες λειτουργείτε;
- Πώς διαμορφώνεται το χρονοδιάγραμμα της παραγωγής; Πόσο σταθερό είναι και πόσο συχνά αλλάζει μέσα στην εβδομάδα; Ποιοι οι λόγοι για αυτές τις αλλαγές;

Εκτίμηση ευελιξίας μίγματος

Ο κύριος δείκτης ευελιξίας μίγματος είναι το πλήθος των διαφορετικών κωδικών που παράγει ένα σύστημα ανά ομάδα προϊόντων. Όσο μεγαλύτερος είναι αυτός ο αριθμός τόσο μεγαλύτερη ευελιξία μίγματος παρουσιάζει η επιχείρηση. Για τον προσδιορισμό της εν λόγω ευελιξίας βρέθηκε το πλήθος αυτό που καταδεικνύει την κατάσταση της εταιρείας στο συγκεκριμένο τομέα. Στην προκειμένη περίπτωση δεν υπήρχαν δεδομένα μέτρησης χρόνων setup που αποτελούν βασικό μέσο μέτρησης της ευελιξίας μίγματος, όπως επίσης δεν υπήρχαν μετρήσεις του επιπέδου ελαττωματικών κατά τις αλλαγές παραγωγής.

Παρόλα αυτά, και σε αυτή την περίπτωση βασικό ρόλο κατέχει το ανθρώπινο δυναμικό της επιχείρησης. Στα πλαίσια καθορισμού του επιπέδου της ευελιξίας μίγματος έμφαση δόθηκε στην εξειδίκευση των εργαζομένων και τι ποσοστό αυτών μπορούν να αναλάβουν παραπάνω αρμοδιότητες βάσει των δεξιοτήτων τους. Τα στοιχεία σχετικά με τις δεξιότητες του προσωπικού προήλθαν επίσης από συνέντευξη, ενώ υπήρξε η δυνατότητα για παρακολούθηση και χρονομέτρηση της διαδικασίας αλλαγής της γραμμής παραγωγής (setup) από έναν κωδικό προϊόντος σε έναν άλλον. Οι ερωτήσεις που έγιναν στον υπεύθυνο παραγωγής ήταν:

- Ποιες είναι οι κύριες δεξιότητες που απαιτούνται για το προσωπικό;
- Ποιες μηχανές απαιτούν περισσότερες δεξιότητες για το χειρισμό τους;
- Πόσοι χειριστές είναι αναγκαίοι για τη ρύθμιση των μηχανημάτων μεταξύ κωδικών;

Τα στοιχεία αυτά, παρότι δε βασίζονται κατά βάση σε μετρήσεις και αριθμητικά δεδομένα, είναι επαρκή για να διαπιστωθεί το επίπεδο ευελιξίας της παραγωγικής μονάδας και να προταθούν τρόποι βελτίωσης. (Cousens, 2009)

Κεφάλαιο 4^ο : Αποτελέσματα – Αριθμοδείκτες

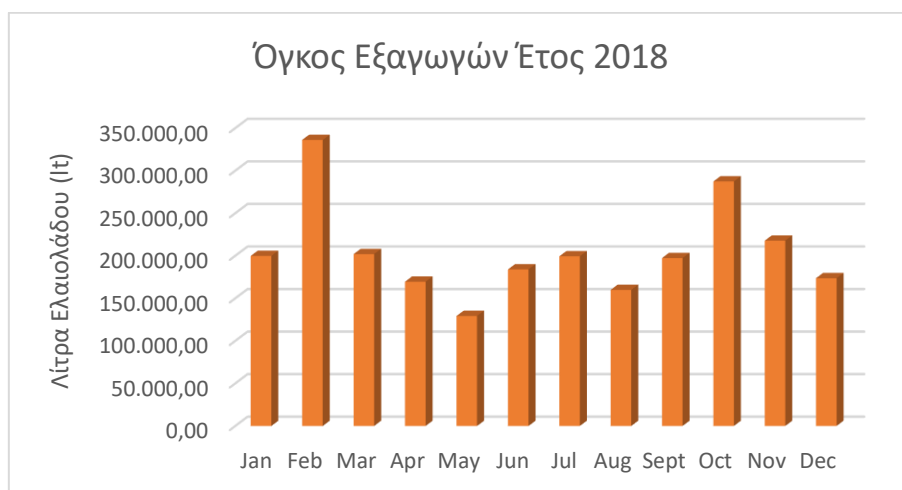
Ο τρόπος μέτρησης της ευελιξίας δεν έχει καθοριστεί προς το παρόν συγκεκριμένα στη διεθνή βιβλιογραφία. Οι μετρήσεις εστιάζονται περισσότερο στους διάφορους τύπους ευελιξίας, και αυτές όμως χωρίς να λαμβάνονται ως απόλυτα νούμερα, αλλά ως ενδείξεις και σε σύγκριση με προηγούμενες καταστάσεις. Τα έτη για τα οποία υπάρχουν στοιχεία από την εταιρεία, όπως προαναφέρθηκε, είναι από το 2017 έως το 2019. Παρακάτω αναφέρονται οι τιμές για τους δείκτες μέτρησης της ευελιξίας, όπου ήταν εφικτή η συλλογή και επεξεργασία στοιχείων.

Στα Γραφήματα 1 – 3 που ακολουθούν παρουσιάζεται ο όγκος εξαγωγών ανά μήνα για τα έτη από το 2017 έως το 2019 αντίστοιχα. Παρατηρείται ότι ο μέγιστος όγκος για το 2017 εμφανίστηκε τον Οκτώβριο, για το 2018 το Φεβρουάριο και για το 2019 τον μήνες Μάρτιο και Οκτώβριο. Παρόλο που τα δεδομένα αυτά δεν αποτελούν άμεσο τρόπο μέτρησης της ευελιξίας είναι ενδεικτικά της εποχικότητας της ζήτησης. Αυτό που διαπιστώνεται, επομένως, είναι ότι το εργοστάσιο παρουσιάζει μικρή εποχικότητα που δεν είναι όμως σε τέτοιο επίπεδο ώστε να μπορεί να γίνει πρόβλεψη της ζήτησης μέσα στο έτος. Κάτι τέτοιο ενισχύει την ανάγκη ύπαρξης ευελιξίας στην παραγωγική διαδικασία και την καθιστά πρωταρχικό στόχο για τη διατήρηση της βιωσιμότητας της επιχείρησης.

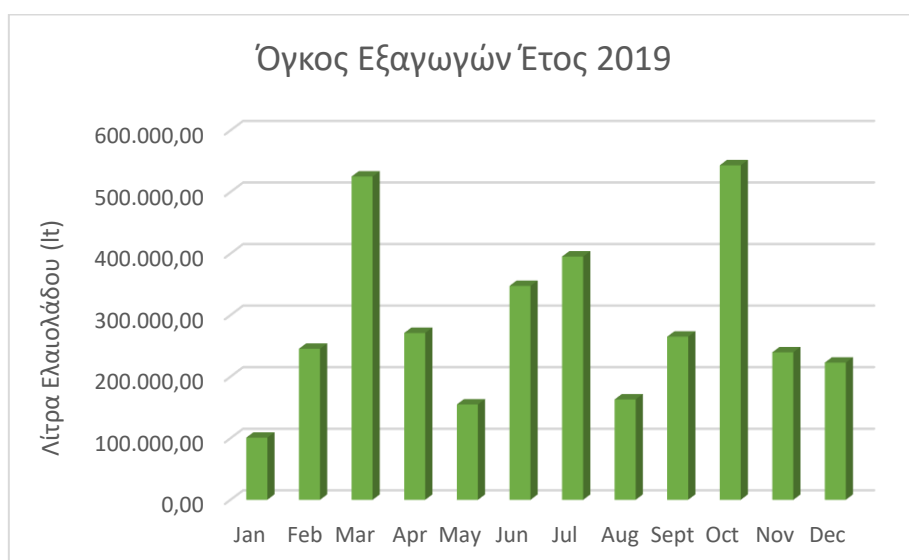
Βρίσκοντας το μήνα με τη μεγαλύτερη και τη μικρότερη παραγωγή για τα έτη αυτά και διαιρώντας τα, μπορεί να βρεθεί ο δείκτης για τη διακύμανση του όγκου παραγωγής, που αποτελεί και τρόπο μέτρησης της ευελιξίας όγκου. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων αυτών βρίσκονται στο Γράφημα 4 όπου ορίζονται ως KPI-1 για το 2017, KPI-2 για το 2018 και KPI-3 για το 2019.



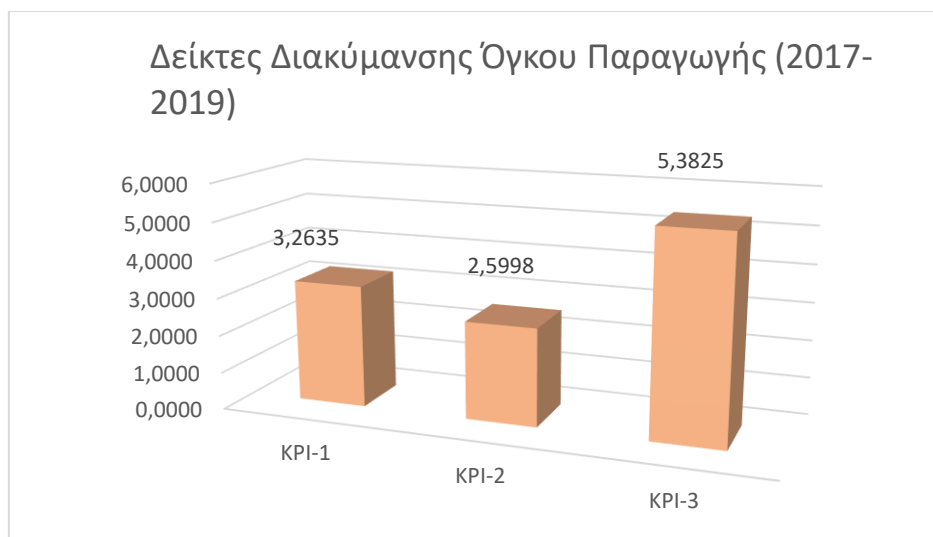
Γράφημα 1. Όγκος Εξαγωγών 2017



Γράφημα 2. Όγκος Εξαγωγών 2018



Γράφημα 3. Όγκος Εξαγωγών 2019



Γράφημα 4. Key Performance Indicator - Διακύμανση Όγκου

Παρατηρείται στο παραπάνω γράφημα αξιοσημείωτη αύξηση του δείκτη για το έτος 2019 που αντικατοπτρίζει τη βελτίωση της ευελιξίας όγκου του εργοστασίου και παράλληλα καταδεικνύει τις δυνατότητες εξέλιξης της παραγωγικής διαδικασίας εφόσον γίνει σωστός χειρισμός και υπάρξουν μετρήσεις για τους χρόνους και το κόστος αυξομειώσεων του παραγόμενου όγκου.

Αναφορικά με τη συνέντευξη του υπεύθυνου παραγωγής του εργοστασίου και τις απαντήσεις που δόθηκαν στα ερωτήματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 1, οι τακτικές προς αύξηση της ευελιξίας που χρησιμοποιούνται συχνά είναι η προσωρινή πρόσληψη προσωπικού, η μετακίνηση του προσωπικού αλλά και της παραγωγής μεταξύ γραμμών. Μερικές φορές χρησιμοποιούνται οι τακτικές των υπερωριών και της επιπλέον βάρδιας εργασίας, ενώ ποτέ δε χρησιμοποιείται η τακτική καθυστέρησης της παραγωγής παραγγελιών που προορίζονται για stock. Αξιοσημείωτη είναι διαφορά στην προτίμηση των τακτικών πρόσληψης επιπλέον προσωπικού και εισαγωγής επιπλέον βάρδιας εργασίας έναντι των υπερωριών. Κάτι τέτοιο είναι κατανοητό αφού η υπερωριακή εργασία επιφέρει επιπλέον κόστη εφόσον απαιτείται συχνά, ενώ παράλληλα δεν αποτελεί επαρκές μέτρο κάλυψης του αυξημένου όγκου παραγωγής σε

περίπτωση που χρειαστεί. Γενικότερα η επιχείρηση αποφεύγει την παραγωγή παραγγελιών που προορίζονται για αποθήκευση λόγω του αυξημένου κόστους αποθήκευσης αλλά και της μη διαθεσιμότητας χωρητικότητας για αυτό το σκοπό. Παρακάτω παρουσιάζεται ο Πίνακας 2 με συμπληρωμένες τις απαντήσεις που δόθηκαν από τον υπεύθυνο παραγωγής.

	Συχνά	Μερικές Φορές	Ποτέ
Υπερωρίες		X	
Πρόσληψη Προσωρινού Προσωπικού	X		
Καθυστέρηση παραγωγής παραγγελιών για stock			X
Εισαγωγή επιπλέον βάρδιας εργασίας		X	
Μετακίνηση προσωπικού μεταξύ γραμμών παραγωγής	X		
Μετακίνηση παραγωγής μεταξύ γραμμών	X		

Πίνακας 2. Ερωτηματολόγιο τακτικών αύξησης ευελιξίας (Συμπληρωμένο)

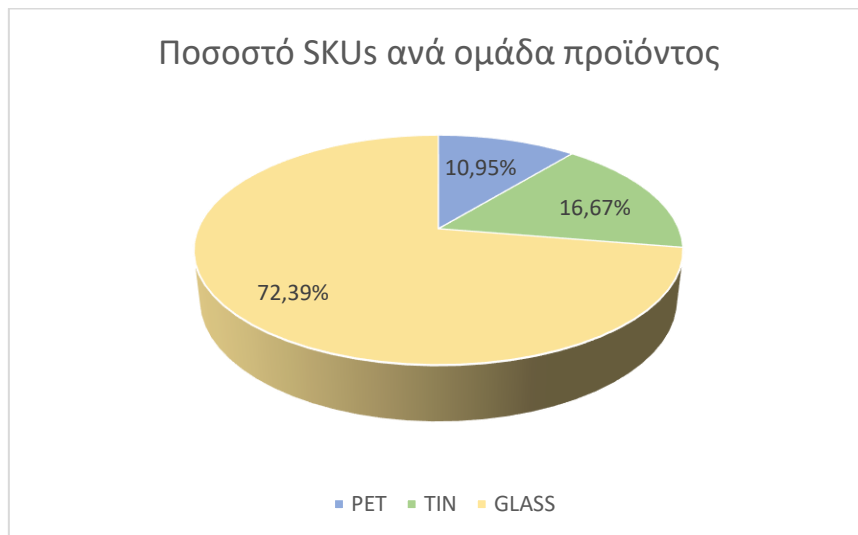
Η αυξημένη συχνότητα με την οποία χρησιμοποιούνται κάποιες από αυτές τις τακτικές είναι χαρακτηριστική της ευελιξίας όγκου που παρουσιάζει η επιχείρηση και συνδέεται άμεσα με την απουσία εποχικότητας που αναφέρθηκε νωρίτερα. Το ερώτημα που σχετίζεται άμεσα με τη διαχείριση του ανθρώπινου δυναμικού και φανερώνει τους λόγους που χρησιμοποιούνται οι προαναφερθείσες τακτικές είναι οι βάρδιες με τις οποίες λειτουργούν, οι οποίες είναι το επιτρεπόμενο οκτάωρο. Όποτε, λοιπόν, η ζήτηση είναι αυξημένη είναι επιτακτική η ανάγκη εισαγωγής επιπλέον βάρδιας.

Προκειμένου να καθοριστεί σε τι βαθμό αξιοποιούνται οι ικανότητες των μηχανημάτων σε σχέση με τις προδιαγραφές τους βρέθηκε η ταχύτητα παραγωγής ανά ομάδα προϊόντος. Έτσι, στη γραμμή παραγωγής για τις γυάλινες και PET φιάλες (Διάγραμμα ροής 1), με μέγιστη εργοστασιακή ταχύτητα 5000 φιάλες/ώρα προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα. Για τις γυάλινες φιάλες χωρητικότητας από 250 ml – 750 ml η ταχύτητα παραγωγής, ανάλογα και με την πολυπλοκότητα του σχήματος της φιάλης, κυμαίνεται από 4000 έως 4500 φιάλες/ώρα, ενώ για τις φιάλες PET φτάνει μόλις τις 1000 φιάλες/ώρα. Αυτό συμβαίνει λόγω του περιορισμού που προκύπτει από το υλικό, το οποίο αν θερμανθεί υπερβολικά αλλοιώνεται το σχήμα του. Στην περίπτωση της δεύτερης γραμμής παραγωγής των μεταλλικών δοχείων (Διάγραμμα ροής 2) οι προδιαγραφές των μηχανημάτων επιτρέπουν ταχύτητες έως 1000 δοχεία/ώρα και η πραγματική τους λειτουργία φτάνει τα 600 δοχεία/ώρα. Παρατηρείται ότι τα περιθώρια βελτίωσης της ταχύτητας παραγωγής δεν είναι μεγάλα και η αύξησή της θα μπορούσε να προκαλέσει αύξηση των ελαττωματικών που προκύπτουν κατά την παραγωγική διαδικασία.

Τέλος, εξετάστηκε το χρονοδιάγραμμα παραγωγής όσον αφορά τον τρόπο που αυτό διαμορφώνεται, τη σταθερότητά του και τους λόγους των αλλαγών σε αυτό. Όπως είναι λογικό το πρόγραμμα διαμορφώνεται με βάση τις παραγγελίες που πρέπει να παραδοθούν. Καθώς οι χρόνοι παράδοσης καθορίζονται κατά κύριο λόγο σε συνεννόηση της εταιρείας με τους πελάτες ένας άλλος παράγοντας για τη διαμόρφωση του προγράμματος είναι και η ομοιότητα των κωδικών προϊόντων. Το συγκεκριμένο στοιχείο μπορεί να ενταχθεί και στα πλαίσια της ευελιξίας μίγματος αφού ο λόγος που επιλέγεται κάτι τέτοιο είναι η προσπάθεια μείωσης των χρόνων setup. Αλλαγές στο χρονοδιάγραμμα αυτό μπορεί να προκύψουν 2 με 3 φορές την εβδομάδα και οι πιο συνηθισμένοι λόγοι είναι οι έκτακτες παραγγελίες που απαιτούν συντομότερους

χρόνους παράδοσης (lead time), το απρόβλεπτο πρόγραμμα των εταιρειών μεταφοράς καθώς και η πιθανότητα έλλειψης υλικών είτε λόγω καθυστέρησης παράδοσης είτε λόγω απρόβλεπτου αριθμού ελαττωματικών συσκευασιών. Παρόλο που οι παράγοντες αυτοί είναι κατά κύριο λόγο εξωγενείς, για ακόμη μία φορά επιβεβαιώνεται η ανάγκη ευελιξίας, ως μέσο αντιμετώπισης καταστάσεων που δεν μπορούν να προβλεφθούν.

Περνώντας στην ευελιξία μίγματος και στους δείκτες μέτρησης αυτής, βρέθηκε το πλήθος των διαφορετικών κωδικών που παράγει η εταιρεία ανά ομάδα προϊόντων. Συγκεκριμένα, η εταιρεία παράγει σύνολο 402 διαφορετικούς κωδικούς και οι ομάδες καθορίστηκαν με βάση το υλικό συσκευασίας. Ο διαχωρισμός μεταξύ των κωδικών γίνεται με βάση τη χωρητικότητα και το σχήμα του δοχείου, καθώς επίσης και με βάση την ετικέτα που τοποθετείται. Από τους διαφορετικούς αυτούς κωδικούς, λοιπόν, οι 291 αφορούν γυάλινες φιάλες, οι 44 PET φιάλες και οι 67 μεταλλικά δοχεία. Ποσοστιαία επί του συνόλου εμφανίζονται οι ομάδες προϊόντων στο Γράφημα 5 που ακολουθεί.

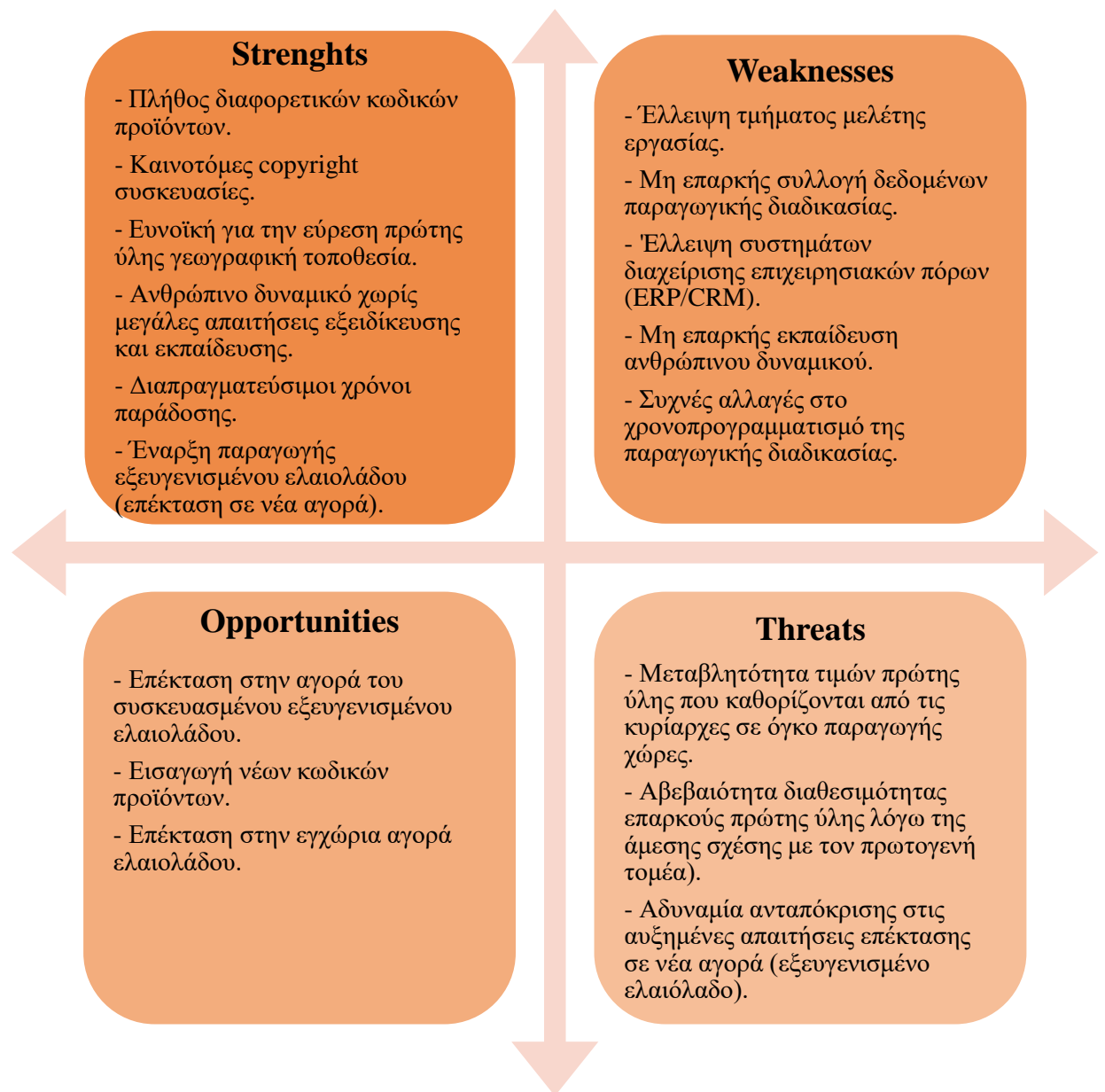


Γράφημα 5. Ποσοστιαία κατανομή SKUs ανά ομάδα προϊόντος

Ο αριθμός των διαφορετικών κωδικών είναι αξιοσημείωτος και είναι φανερό πως η ευελιξία μίγματος αποτελεί στρατηγική προτεραιότητα της εταιρείας για τη

διατήρηση του ανταγωνιστικού της πλεονεκτήματος. Καθώς, όπως προαναφέρθηκε, δεν υπήρχαν επιπλέον αριθμητικά δεδομένα για τον προσδιορισμό της ευελιξίας μίγματος έμφαση δόθηκε στις δεξιότητες του προσωπικού. Μέσω της συνέντευξης, λοιπόν, διαπιστώθηκε πως οι απαιτήσεις για δεξιότητες είναι περιορισμένες με εξαίρεση κάποιων συγκεκριμένων μηχανημάτων και χειρισμού έκτακτων καταστάσεων. Το ανθρώπινο δυναμικό που απαιτείται να έχει αυξημένες δεξιότητες είναι όσοι συνεργάζονται με τον υπεύθυνο παραγωγής για την αλλαγή των γραμμών παραγωγής (setup), όπως επίσης και όσοι εργάζονται σε θέσεις που πραγματοποιούν ποιοτικό έλεγχο των τεμαχίων (τοποθέτηση ετικέτας, ευκρίνεια ημερομηνίας λήξης, τελικό προϊόν). Οι χειριστές που είναι απαραίτητοι για την αλλαγή της γραμμής παραγωγής κυμαίνονται μεταξύ 2 – 3 ατόμων σε συνεργασία και υπό την καθοδήγηση πάντα του υπεύθυνου παραγωγής. Ενδεικτικά, ένας χρόνος setup που χρονομετρήθηκε κατά την επίσκεψη στις εγκαταστάσεις είναι περίπου 2 ώρες, χωρίς να είναι έγκυρο αποτέλεσμα χρόνιων μετρήσεων που θα βοηθούσε στην ύπαρξη συμπερασμάτων.

Προκειμένου να καθοριστεί ακριβέστερα το επίπεδο ευελιξίας της εταιρείας, καθώς επίσης και να προκύψουν προτάσεις σχετικά με το ζήτημα, πραγματοποιήθηκε μία ανάλυση SWOT. Κατά την ανάλυση αυτή διερευνήθηκαν τα δυνατά σημεία της εταιρείας (Strengths), οι αδυναμίες της (Weaknesses), οι ευκαιρίες για ανάπτυξη της (Opportunities) και οι παράγοντες που μπορεί να αποτελέσουν απειλή για την εξέλιξή της (Threats). Στον Πίνακα 3 που ακολουθεί βρίσκονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση.



Σχήμα 5. SWOT ανάλυση εταιρείας Olive Oil A.E.

Παρατηρείται από το παραπάνω Σχήμα 5 ότι αρκετά από τα στοιχεία που εντοπίζονται ως αδυναμίες της επιχείρησης μπορούν να επιλυθούν και να δώσουν τη δυνατότητα της ανάπτυξης της εταιρείας με τέτοιο τρόπο, ώστε να ανταπεξέλθει στις προκλήσεις που εντοπίστηκαν αλλά και να ανταποκριθεί στις ευκαιρίες που συνδέονται με την αγορά στην οποία δραστηριοποιείται η εταιρεία. Αναλυτικότερα οι προτάσεις για την επίλυση των αδυναμιών αναλύονται στο επόμενο κεφάλαιο.

Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα – Προτάσεις

Η εταιρεία Olive Oil A.E. την τελευταία δεκαετία περίπου έχει αναπτυχθεί αρκετά με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι απαιτήσεις για οργάνωση και ευελιξία. Το επόμενο διάστημα, ειδικά, προβλέπεται επιπλέον αύξηση των απαιτήσεων αυτών δεδομένης της επέκτασης της εταιρείας στη νέα αγορά του εξευγενισμένου ελαιολάδου. Παρόλο που ήδη έχει ξεκινήσει η παραγωγή και η συσκευασία λίγων κωδικών εξευγενισμένου ελαιολάδου οι όγκοι συσκευασίας δεν έχουν φτάσει ακόμα στα μεγέθη εξαγωγών του εξαιρετικού παρθένου ελαιόλαδου. Η βαθμιαία προσαρμογή, βέβαια, στα νέα δεδομένα είναι απαραίτητη και σε αυτό το σημείο προτείνονται τρόποι ώστε να διατηρηθεί το απαραίτητο επίπεδο κατά τη διαχείριση της παραγωγής. Πολλά από τα στοιχεία που προτείνονται παρακάτω προκύπτουν από την ανάλυση SWOT στην οποία εντοπίστηκαν βασικές αδυναμίες της επιχείρησης. Οι λύσεις για αυτά τα ζητήματα αντιμετωπίζονται από την οπτική της απόκτησης επιπλέον ευελιξίας προκειμένου η επιχείρηση να μπορέσει να ανταπεξέλθει σε αυξανόμενες απαιτήσεις.

Ευελιξία όγκου

Όπως παρατηρήθηκε, η επιχείρηση παρουσιάζει καλό επίπεδο ευελιξίας όγκου που δεν επηρεάζει αισθητά την παραγωγικότητά της. Παρά ταύτα, προκειμένου να αυξηθεί η παραγωγικότητα αυτή είναι σκόπιμο να πραγματοποιηθεί αντίστοιχη μελέτη μέσω ειδικών εργαλείων για την επίτευξη του στόχου. Ο βαθμός απόδοσης είναι πολύ σημαντική μέτρηση και ο προσδιορισμός των χρόνων εργασίας είναι αναγκαίος. Ένα εξειδικευμένο τμήμα μελέτης εργασίας θα πρέπει να λειτουργήσει προκειμένου να υπολογιστούν, για παράδειγμα με σύμφωνα με τη REFA, για κάθε κωδικό παραγωγής, με ακρίβεια οι παράμετροι και οι συνθήκες παραγωγής κάτω από τις οποίες θα γίνει η

χρονομέτρηση της παραγωγής. Με χρήση παραμέτρων όπως η ταχύτητα του εργαζομένου, οι προσωπικοί χρόνοι εργαζομένων, η διάρκεια παραγωγής υπολογίζεται ο μέσος ή πρότυπος χρόνος παραγωγής. Απαραίτητος είναι και ο υπολογισμός του απολογιστικού χρόνου ώστε να μπορέσουν τελικά να υπολογιστούν μεγέθη όπως η καθαρή, η μικτή και η ολική παραγωγικότητα. Όσον αφορά το χρονοπρογραμματισμό της παραγωγής ο τρόπος απλούστευσής του, ακόμα και στις περιπτώσεις εξωγενών παραγόντων, συνδέεται άμεσα με την ευελιξία μίγματος και τη διάρκεια setup.

Ευελιξία μίγματος

Όντας το κύριο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα της επιχείρησης, η ευελιξία μίγματος είναι εκείνη που θα πρέπει να μελετηθεί εκτενώς. Αναλύονται λοιπόν όλες οι επιμέρους παράμετροι της ευελιξίας μίγματος και προτείνονται τα εξής:

- Διάρκεια setup: Η τακτική χρονομέτρηση της διάρκειας setup θα πρέπει να αποτελέσει προτεραιότητα καθώς είναι αρκετά χρονοβόρα διαδικασία. Η διάρκεια αυτή δεν εξαρτάται τόσο από τις μηχανολογικές υποδομές αφού στο συγκεκριμένο τομέα οι βελτιώσεις είναι περιορισμένες. Θα πρέπει επομένως να δοθεί έμφαση στο ανθρώπινο δυναμικό και το πόσο αυτό καθορίζει την ευκολία και την ταχύτητα που γίνονται οι αλλαγές. Αποτέλεσμα αυτών των ενεργειών προς βελτίωση της διάρκειας setup είναι και η απλούστευση του χρονοδιαγράμματος παραγωγής.
- Ποιότητα: Ο τρόπος εργασίας στη συγκεκριμένη περίπτωση, εφόσον πραγματοποιείται έλεγχος στα διάφορα κρίσιμα στάδια παραγωγής, είναι επαρκής για τη διασφάλιση ενός καλού επιπέδου ποιότητας. Βέβαια, η μέτρηση των ελαττωματικών που προκύπτουν κατά την παραγωγική διαδικασία, η εξακρίβωση των σταδίων όπου αυτά εμφανίζονται και η διερεύνηση με

ταυτόχρονη καταγραφή των λόγων εμφάνισης, θα επιτρέψουν αισθητή βελτίωση του ποσοστού ελαττωματικών. Παράλληλα, θα μειωθεί ο αριθμός ελαττωματικών που προκύπτουν κατά τη ρύθμιση της γραμμής παραγωγής στη μετάβαση από κωδικό σε κωδικό.

- Ανθρώπινο δυναμικό: Σε αυτή την εργασία έχει αναφερθεί αρκετές φορές η σημασία του ανθρώπινου δυναμικού στην ύπαρξη ευελιξίας. Στην προκειμένη περίπτωση εκείνο που κρίνεται αναγκαίο για την επίτευξη του στόχου της ευελιξίας είναι η συνεχής και δυναμική εκπαίδευση του προσωπικού. Παρατηρήθηκε ότι καθ' όλη τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας ήταν απολύτως απαραίτητη η διαρκής επίβλεψη από τον υπεύθυνο παραγωγής. Τόσο κατά τη διάρκεια του setup όσο και κατά τις περιπτώσεις βλαβών (breakdown) το προσωπικό δεν είχε λάβει επαρκή εκπαίδευση ώστε να λειτουργεί υπό την ελάχιστη επίβλεψη. Κάτι τέτοιο επηρεάζει άμεσα τους χρόνους αντίδρασης, τους χρόνους breakdown και κατ' επέκταση ολόκληρη τη διαδικασία παραγωγής. Παράλληλα, εφόσον δοθούν τα απαραίτητα εφόδια στους εργαζόμενους εκείνοι θα λειτουργούν υπό ένα καθεστώς ελευθερίας κινήσεων, με περιθώρια πρωτοβουλιών, αυξάνοντας το κίνητρό τους και την απόδοσή τους. Η εκπαίδευση του προσωπικού ταυτόχρονα θα συμβάλλει στη μείωση του κόστους που σχετίζεται τόσο με τους χρόνους που αναφέρθηκαν προηγουμένως όσο και με την ορθή αντίδραση σε καταστάσεις που μπορεί να αποβούν ζημιογόνες. (Urtasun et al., 2014)

Όλα τα παραπάνω μπορούν να επιτευχθούν μέσω εξειδικευμένων λογισμικών που η χρήση τους σχετίζεται με τη μελέτη εγκαταστάσεων παραγωγής (Shop - floor data collection), ενώ απαραίτητη προϋπόθεση για τη διαχείριση αποθεμάτων αλλά και ολόκληρης της ροής των προϊόντων είναι ένα σύστημα ενδοεπιχειρησιακού

σχεδιασμού (ERP – Enterprise Resource Planning). Με αυτό τον τρόπο θα δοθεί η δυνατότητα στην επιχείρηση να εφαρμόσει τακτικές Λιτής Παραγωγής (Lean Manufacturing), όπως η χαρτογράφηση της ροής αξίας (Value Stream Mapping) για συνεχή βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας. Φυσικά, οι προτάσεις αυτές θα πρέπει να συμπεριλαμβάνουν τον παράγοντα κόστος και να συμβαδίζουν με τις στρατηγικές προτεραιότητες της επιχείρησης.

Βιβλιογραφία

Adam, E. & Swamidass, P. (1989), “Assessing Operations Management from a Strategic Perspective.” *Journal of Management* 15, pp. 181-203

Beach, R. Muhlemann, A., Paterson, A. (2000), “A review of manufacturing flexibility”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 122 No.1, pp. 41 – 57.

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

Chambers, S. (1995), “Flexibility in the Context of Manufacturing Strategy”, In: Voss, C.A. (Ed.), *Manufacturing Strategy – Process and Content*. Chapman & Hall, London, pp. 283 – 291.

Collins, R.S., Schemmener, R. (1993) “Achieving rigid flexibility: Factory focus for the 1990s”, *European Management Journal* 11, pp. 443 – 447.

Cousens A., Szwajczewski, M., Sweeney, M. (2009), “A process for managing manufacturing flexibility”, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 29 No. 4, pp. 357 – 385.

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

D’Souza, D. E., Williams, F.P. (2000) “Toward a taxonomy of manufacturing flexibility dimensions”, *Journal of Operational Management*, Vol. 18, pp. 577 – 593.

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

- Gaimon, C., Singhal, V. (1992), "Flexibility and the choice of manufacturing facilities under short production life cycles", *European Journal of Operational Research* 60, pp. 211 – 223.
- Gerwin, D. (1987), "An Agenda for Research on the Flexibility of Manufacturing Processes", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 7 No. 1, pp. 38-49.
- Gerwin, D. (1993), "Manufacturing Flexibility: A strategic perspective", *Management Science* 39, pp. 39-49.
- Gupta, Y.P., Goyal, S. (1989), "Flexibility of manufacturing systems: Concepts and measurement", *European Journal of Operational Research*, Vol. 43, pp. 119-135.
- Gupta, Y.P. & Sommers, 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 - 233.
- Heizer, J., Render, B. (2004), "Operations Management", *Prentice Hall*
- Kathuria, R. (1998), "Managing for flexibility: a manufacturing perspective", *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 98 No. 6, pp. 246 – 252.
- Kim, C. (1991), "Issues on Manufacturing Flexibility", *Integrated Manufacturing Systems*, Vol. 2 No. 2, pp. 4 – 13.
- Koste, L., Malhotra, M.K. (2000), "Trade-offs among the elements of flexibility: a comparison from the automotive industry", *Journal of Operational Management*, Vol. 18 No. 6, pp. 693 – 710.
- Kulatilaka, N., Marks, S.G. (1988), "The strategic value of flexibility: Reducing the ability to compromise", *The American Economic Review* 78, pp. 574-580.

- Oke, A. (2005), “A framework for analysing manufacturing flexibility”, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 25 No. 10, pp. 973- 996.
- Olhager, J. (1993), “Manufacturing flexibility and profitability” *International Journal of Production Economics*, pp. 30–31, 67–78.
- Sethi, A., Sethi, S. (1990), “Flexibility in manufacturing, a survey” *International Journal of Flexible Manufacturing Systems* Vol. 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 & Production Management*, Vol. 7 No. 4, pp. 35 – 45.
- Slack, N. (1991), “The Manufacturing Advantage”, *Mercury, London*
- Suarez, F.F., Cusumano, M.A., Fine, C. F. (1996), “An empirical study of manufacturing flexibility on printed circuit board assembly”, *Operations Research*, Vol.44 No.1, pp. 223 – 240.
- Swamidass, P.M. (1988), “Manufacturing Flexibility”, *Monograph No. 2. Operations Management Association, Waco, TX*
- Upton, D. (1994), “The management of manufacturing flexibility” *Calif. Manage. Rev.* Vol. 36 No. 2, pp. 72–89.
- Urtasun – Alonso, A., Larazza – Kintana, M., Garcia – Olaverri, C., Huert – Arribas, E. (2014), “Manufacturing Flexibility and advanced human resources management practices”, *Production Planning & Control*, Vol. 25 No. 4, pp. 303 – 317.

Watts, C., Hahn, C., Sohn, B., (1993), “Manufacturing flexibility: concept and measurement”, *Operations Management Rev. Vol. 9 No. 4*, pp. 33–44.