



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ & ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ»

**“Αξιολόγηση της οικονομικής και λειτουργικής απόδοσης ενός παραγωγικού συστήματος υπό αβέβαιους όρους εφοδιασμού –
Μια προσέγγιση προσομοίωσης με την μέθοδο Monte Carlo”**

Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια : Αθανασία Γεωργίου Νταγολούδη

**Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Βασιλική Καζαντζή, Καθηγήτρια Πανεπιστημίου
Θεσσαλίας με γνωστικό αντικείμενο "Συστήματα παραγωγής - Εφοδιαστική"**

2020

Υπεύθυνη δήλωση

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στη διπλωματική εργασία. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε είναι παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι αυτή η πτυχιακή εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του ΔΠΜΣ Επιχειρηματικότητα.

Λάρισα, 16/10/2020

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια της διπλωματικής μου εργασίας κυρία Βασιλική Καζαντζή. Οι πολύτιμες γνώσεις της και η εμπειρία της μου προσφέρθηκαν γενναιόδωρα. Η άμεση επικοινωνία και η καθοδήγησή της υπήρξαν εξαιρετικά πολύτιμα εργαλεία στην προσπάθεια μου να ολοκληρώσω την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές που ο καθένας με το δικό του γνωστικό αντικείμενο, εμπλούτισαν τις γνώσεις μας. Με τον προγραμματισμό και τον συντονισμό τους, ολοκληρώθηκε το μεταπτυχιακό πρόγραμμα σε μία ιδιαίτερη χρονιά με νέες συνθήκες διδασκαλίας.

Επίσης, πολλές ευχαριστίες στους συμφοιτητές μου με τους οποίους συνεργάστηκα κατά την διάρκεια του έτους και μοιραστήκαμε στιγμές μαζί.

Στις ευχαριστίες μου δεν θα μπορούσα να μην αναφέρω την οικογένεια μου. Νιώθω απέραντη ευγνωμοσύνη για την αδιάκοπη υποστήριξη τους και την πίστη τους σε εμένα.

Και τελευταία, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον γιο μου Μάριο που παρά την μικρή του ηλικία, η ενσυναίσθηση και η ενθάρρυνση του καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου με συγκίνησαν βαθιά.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
1.1 ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	6
1.2 ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ.....	7
1.3 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΕΥΝΑΣ	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο	10
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	10
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
2.2 ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΖΗΤΗΣΗ	11
2.3 ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ ΣΤΟΝ ΧΡΟΝΟ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ.....	12
2.4 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ	13
2.5 Η ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ.....	16
2.6 ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΜΟΝΤΕ CARLO	17
2.7 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο	21
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	21
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	21
3.2 ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ	23
3.3 ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ	24
3.4 ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	24
3.4.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	24
3.5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο	26
ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ	26
4.1 ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ	26
4.2 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ	26
4.3 ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ	27
4.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο	42
ΣΥΝΟΨΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	42
5.1 ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	42
5.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	44
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	48
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	50

**Αξιολόγηση της οικονομικής και λειτουργικής απόδοσης ενός παραγωγικού συστήματος
υπό αβέβαιους όρους εφοδιασμού –**

Μια προσέγγιση προσομοίωσης με την μέθοδο Monte Carlo

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πολυπλοκότητα των συστημάτων παραγωγής και η αβεβαιότητα στις παραμέτρους που υπεισέρχονται στη λειτουργία τους, προκαλούν δυσκολίες στην αποτίμηση των δεικτών απόδοσης μιας παραγωγικής επιχείρησης και της αλυσίδας εφοδιασμού στην οποία ανήκει.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η διερεύνηση του αντίκτυπου και του βαθμού επιρροής που έχουν οι διακυμάνσεις του χρόνου παράδοσης β υλών σε μία παραγωγική διαδικασία τελικών προϊόντων, στη λειτουργική και οικονομική απόδοση του συστήματος παραγωγής. Μια από τις ισχυρότερες πηγές αβεβαιότητας στην παραγωγή αφορά το χρόνο παράδοσης υλικών που μπορεί να μεταβάλλεται με τρόπο που συχνά υπαγορεύεται από άγνωστα και εντελώς τυχαία αίτια, εποχικές διακυμάνσεις, μεταβολές των συνθηκών της αγοράς, καταστάσεις κρίσης, κλπ.

Η ερευνητική αυτή προσπάθεια φιλοδοξεί να επιτρέψει στην επιχείρηση να χρησιμοποιήσει ένα μεθοδολογικό πλαίσιο ανάλυσης των δυσλειτουργιών που συχνά προκύπτουν στον συντονισμό των διαδικασιών του συστήματος παραγωγής και εφοδιασμού της και επηρεάζουν τη λειτουργική και οικονομική της απόδοση, και να εξετάσει την έκταση της επίδρασης αυτής σε πραγματικές, και συνεπώς αβέβαιες, συνθήκες λειτουργίας του συστήματος.

Λέξεις κλειδιά: αποθέματα, αβεβαιότητα, ζήτηση, χρόνος παράδοσης, προσομοίωση

**Evaluating the Economic and Operational Performance of a Productive System under
Uncertain Supply Conditions-
A Monte Carlo Simulation Approach**

ABSTRACT

The complexity of the production systems and the uncertainty in the parameters inherent in the operational system, cause difficulties in evaluating the performance indicators of a productive enterprise and the supply chain to which it belongs.

The purpose of this thesis is to investigate the impact and degree of influence that lead time variation of input materials has on a production process of final products., as well as on the functional and economic efficiency of the production system. One of the main sources of uncertainty in production is the lead time of materials that can change in a way that is dictated by unknown and completely random causes, seasonal variation, changes in market conditions, crisis situations, etc.

This research effort aims to enable the company to use a methodological framework for analyzing the malfunctions that often arise in the coordination of the processes of its production and supply system and affect its operational and economic efficiency, as well as to examine the extent of this effect in real, and therefore uncertain, operating conditions of the system.

Key words: inventory, uncertainty, demand, lead time, simulation

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Προκειμένου να παραμείνουν ανταγωνιστικές οι επιχειρήσεις, οι παραγωγικές μονάδες υποχρεούνται να παράγουν προϊόντα μίας ποιότητας αποδεκτής από τους πελάτες αλλά να διασφαλίζουν παράλληλα αξιόπιστους χρόνους παράδοσης με ανταγωνιστικό κόστος. Η επίτευξη υψηλών επιπέδων ποιότητας, η αξιοπιστία των παραδόσεων, και οι αποτελεσματικές διαδικασίες σε όλους τους κρίκους της αλυσίδας εφοδιασμού δεν μπορούν να βασίζονται σε έναν μόνο οργανισμό, αλλά θα πρέπει να διασφαλίζεται μέσω συνεργασιών και συντονισμού με τους εταίρους.

Η αυξανόμενη αβεβαιότητα έχει κάνει το έργο της ικανοποίησης των πελατών πιο δύσκολο. Η αποτελεσματικότητα κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι σημαντική για τη διατήρηση τιμών αποδεκτών από την αγορά. Οι τιμές ενσωματώνουν όλα τα κόστη που μπορεί να προκύψουν σε όλη την διαδρομή της αλυσίδας από τις πρώτες ύλες έως την διάθεση του τελικού προϊόντος.

Η αβεβαιότητα έχει θεωρηθεί ως ένας σημαντικός παράγοντας πίσω από την ανάγκη για ευελιξία στην αλυσίδα εφοδιασμού, στην οποία αποσκοπεί κάθε οργανισμός για την αντιμετώπιση της χρονικής μεταβλητότητας ή της μεταβαλλόμενης δυναμικής της ζήτησης. Το θέμα της ευελιξίας υπάρχει στη βιβλιογραφία για περισσότερες από δύο δεκαετίες. Αυτό το ζήτημα σχετίζεται ιδιαίτερα με την αβεβαιότητα, τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό περιβάλλον μιας εταιρείας ή μιας εφοδιαστικής αλυσίδας. Η ευελιξία της εφοδιαστικής αλυσίδας ορίζεται ως η ικανότητα ενός συστήματος να ανταποκρίνεται σε απροσδόκητες και απρόβλεπτες αλλαγές λόγω αβεβαιότητας στο περιβάλλον όπως μια ποικιλία στις ανάγκες ή στις απαιτήσεις των πελατών, διατηρώντας παράλληλα την ικανοποίηση τους χωρίς να προστίθεται σημαντικό κόστος.

Οι Koste και Malhotra (1999) ανέφεραν ότι η ευελιξία μπορεί να είναι αντίδραση είτε πρόληψη. Ο αντιδραστικός χαρακτήρας της ευελιξίας αντιμετωπίζει την αβεβαιότητα του εξωτερικού και εσωτερικού περιβάλλοντος του οργανισμού. Ενώ η προληπτική φύση της ευελιξίας επιτρέπει σε έναν οργανισμό να επαναπροσδιορίζει την αβεβαιότητα της αγοράς ή να επηρεάζει αυτό που οι πελάτες περιμένουν.

Όλοι οι συμμετέχοντες στην εφοδιαστική αλυσίδα θα πρέπει να είναι περισσότερο ευέλικτοι διότι υπάρχει πιθανότητα για αύξηση ή μείωση της ζήτησης, ακύρωσης των παραγγελιών από τους πελάτες ή μεταβολής στον προγραμματισμένο χρόνο παράδοσης των παραγγελιών(είτε πιο άμεσα είτε αναβάλλοντας το για αργότερα). Το σχέδιο ευελιξίας μπορεί να περιλαμβάνει την ανάγκη για μεταβολές στον τρόπο μεταφοράς, στην αλλαγή προμηθευτή, μεταβολές στα μεγέθη παρτίδων κα.

Οι ερευνητές θεώρησαν ότι η ευελιξία, μαζί με την ποιότητα, το κόστος και την ταχύτητα παράδοσης, είναι ζωτικής σημασίας για την ανταγωνιστικότητα (Avittathur & Swamidass, 2007; Gong, 2008; Shin, Collier, & Wilson, 2000) και πρέπει να εξεταστούν με τρόπο συνεργατικό στα πλαίσια μιας εφοδιαστικής αλυσίδας.

Ερευνητές όπως οι Slack (1988) και Gupta (Gupta & Goyal, 1989; Gupta & Somers, 1992) έχουν δείξει μεγάλο ενδιαφέρον για την ευελιξία. Στις μέρες μας η ευελιξία αντιμετωπίζεται περισσότερο όχι μόνο από την οπτική γωνία των εσωτερικών λειτουργικών συστημάτων, αλλά δίνεται σημασία στη σύνδεση της σε ένα ευρύτερο πλαίσιο της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Οι παραγωγικές μονάδες πρέπει να αντιμετωπίσουν την μεταβλητότητα και την αβεβαιότητα, οι οποίες αυξάνουν την πολυπλοκότητα λήψης αποφάσεων καθώς και την εύρυθμη λειτουργία των διαδικασιών παραγωγής. Επίσης μπορεί να οδηγήσουν σε χαμηλές αποδόσεις του οικονομικού συστήματος του οργανισμού. Οι εταιρείες επιδιώκουν να μειώσουν την αβεβαιότητα ώστε να διαχειρίζονται τα προϊόντα και τις διαδικασίες με τρόπο λειτουργικό. Στόχος δεν είναι να εξαλειφθεί η μεταβλητότητα, αφού αποτελεί εγγενές χαρακτηριστικό όλων των συστημάτων, αλλά να αναπτυχθούν μέθοδοι για την πρόβλεψη και τον έλεγχο της ώστε να υπάρχει γρήγορη ανταπόκριση και ως εκ τούτου να μειωθούν οι αρνητικές συνέπειες της αβεβαιότητας.

Κυρίαρχη τάση των ερευνών σήμερα είναι η επίδραση της πανδημίας COVID-19 στην διακοπή της παγκόσμιας εφοδιαστικής αλυσίδας.

1.2 ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ

Η ανάλυση δεδομένων που θα αναπτυχθεί στην παρούσα εργασία, έχει στηριχθεί σε πραγματικά ποσοτικά δεδομένα που αφορούν παραγωγική μονάδα πλαστικών μίας χρήσης.

Πρόκειται για μία αμιγώς ελληνική επιχείρηση η οποία έχει εμπορική δραστηριότητα τόσο στην Ελλάδα αλλά και στο εξωτερικό (ΕΕ και τρίτες χώρες).

Όπως και άλλες εταιρείες σε αυτόν τον τομέα (βιομηχανική παραγωγική μονάδα), η εταιρεία προς μελέτη (η οποία θα αναφέρεται ως «εταιρεία» ή «επιχείρηση» από εδώ και στο εξής), έχει επικεντρωθεί όλο και περισσότερο στη μείωση του κόστους, ενώ παράλληλα παρέχει υψηλό επίπεδο εξυπηρέτησης στους πελάτες της όπως και την έγκαιρη παράδοση των παραγγελιών της. Ο χρόνος παράδοσης είναι ένα σημείο που αποτελεί ανταγωνιστικό της πλεονέκτημα. Για να είναι αυτό το επίπεδο εξυπηρέτησης εφικτό, σημαίνει ότι τα περιθώρια διαχείρισης των εσωτερικών χρόνων είναι στενά. Εσωτερικοί χρόνοι διαχείρισης είναι η έγκαιρη και συνεχής τροφοδοσία των μηχανών με πρώτες ύλες, ο χρόνος παράδοσης των υλικών συσκευασίας (εφ' εξής θα αναφέρονται ως β ύλες), ο χρόνος συναρμολόγησης διαφορετικών μερών του τελικού προϊόντος, ο χρόνος επαναλειτουργίας των μηχανών έπειτα από πιθανή βλάβη.

Η επιχείρηση εξάγει το 60%-70% των παραγόμενων εμπορευμάτων της στο εξωτερικό, τόσο στην Ευρώπη όσο και σε τρίτες χώρες. Αυτό προσθέτει μία ακόμη δυσκολία στον συγχρονισμό των διαδικασιών ώστε να επιτευχθεί ο συμφωνημένος χρόνος παράδοσης στους πελάτες καθώς πρέπει να πραγματοποιηθούν εγκαίρως διαδικασίες όπως, η προγραμματισμένη κράτηση για container σε πλοίο, ο εκτελωνισμός των εμπορευμάτων.

Μεγάλος όγκος των παραγγελιών αφορά την αποστολή ίδιων κωδικών προϊόντων σε διαφορετική συσκευασία που φέρει το brand name κατά παραγγελία του πελάτη. Αυτό σε διαχειριστικό επίπεδο των β υλών είναι μία πρόκληση εφόσον τα αποθέματα πρέπει να διατηρούνται σε χαμηλά επίπεδα για δυο λόγους. Ο πρώτος είναι η δέσμευση κεφαλαίου σε υλικά συσκευασίας φασόν που δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε άλλο πελάτη, και ο δεύτερος αφορά τον κίνδυνο που ελλοχεύει από την ενδεχόμενη ξαφνική παύση της συνεργασίας μεταξύ της εταιρίας και του πελάτη.

Επομένως οι αποφάσεις που αφορούν την ποσότητα των παραγγελιών θα πρέπει να συνυπολογίσουν τα παραπάνω με την συμβολή του μοντέλου της Οικονομικής Ποσότητας Παραγγελίας ώστε τρόπο τινά να συμβαδίζει με την ζήτηση του τελικού προϊόντος.

Η εταιρεία διερευνά διάφορες προτάσεις για τη μείωση του λειτουργικού κόστους, μία από τις οποίες είναι η μείωση των αποθεμάτων. Εντός του λειτουργικού περιβάλλοντος της εταιρίας, υπάρχουν διαφορετικά είδη αποθεμάτων (τελικών προϊόντων, πρώτων υλών, β υλών, ανταλλακτικών για τις μηχανές παραγωγής). Ως σημεία λήψης αποφάσεων για την διαχείριση των αποθεμάτων θα πρέπει να ληφθούν υπόψη η μεταβλητότητα στην ζήτηση, η πολιτική των

παραγγελιών, ο κύκλος ζωής προϊόντος, η χωρητικότητα των αποθηκευτικών χώρων, ο χρόνος παράδοσης και η αβεβαιότητα αυτού.

Σε αυτή την διπλωματική εργασία διερευνάται η επίδραση που έχει η αβεβαιότητα της ζήτησης και του χρόνου παραλαβής των β' υλών στο συνολικό κόστος διαχείρισης των αποθεμάτων των β' υλών. Κατ' επέκταση στο βαθμό που αναλογεί στην συνολική οικονομική απόδοση της εταιρίας.

1.3 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η πολυπλοκότητα των συστημάτων παραγωγής και η αβεβαιότητα στις παραμέτρους που υπεισέρχονται στη λειτουργία τους, προκαλούν δυσκολίες στην αποτίμηση των δεικτών απόδοσης μιας παραγωγικής επιχείρησης και της αλυσίδας εφοδιασμού στην οποία ανήκει (Βιδάλης, 2009).

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η διερεύνηση του αντίκτυπου και του βαθμού επιρροής που έχουν οι διακυμάνσεις του χρόνου παράδοσης β' υλών σε μία παραγωγική διαδικασία τελικών προϊόντων, στη λειτουργική και οικονομική απόδοση του συστήματος παραγωγής.

Ένα σημείο που συχνά παραβλέπεται όταν γίνεται αναφορά στα προϊόντα είναι ότι ως προϊόν νοείται το παραγόμενο τελικό είδος ως αποτέλεσμα της παραγωγικής διαδικασίας. Όμως το προϊόν συσκευάζεται σε κάποιο υλικό ώστε να αποθηκευτεί και να μεταφερθεί με ασφάλεια στον επόμενο κρίκο της εφοδιαστικής αλυσίδας με τελικό προορισμό τον καταναλωτή.

Μια από τις ισχυρότερες πηγές αβεβαιότητας στην παραγωγή αφορά το χρόνο παράδοσης (lead time) υλικών που μπορεί να μεταβάλλεται με τρόπο που υπαγορεύεται από άγνωστα και εντελώς τυχαία αίτια, εποχικές διακυμάνσεις, μεταβολές των συνθηκών της αγοράς, καταστάσεις κρίσης (π.χ. η επιδημιολογική κρίση του COVID-19 που δημιούργησε το φαινόμενο της διακοπής εφοδιαστικών), κ.α.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εφοδιαστική αλυσίδα είναι ένα δίκτυο πελατών, κατασκευαστών, χονδρεμπόρων, ενδιάμεσων, λιανοπωλητών και κύριος στόχος της είναι η μεγιστοποίηση της συνολικής κερδοφορίας. Τα σημεία αναφοράς της επιτυχίας αφορούν στο σύνολο των κρίκων της αλυσίδας και όχι η μονομερής κερδοφορία ενός μόνο σημείου της αλυσίδας (π.χ των πωλήσεων) καθώς με αυτό τον τρόπο υποβαθμίζεται η σημασία των συνδέσμων μεταξύ των κρίκων της αλυσίδας και είναι πιθανό να παρουσιάζεται μείωση του συνολικού αποτελέσματος κέρδους.

Το σημερινό περιβάλλον που αφορά τον τομέα της παραγωγής είναι όλο και πιο περίπλοκο με τους πελάτες να απαιτούν μια ευρύτερη γκάμα προϊόντων ταχύτερα και ποιοτικά καλύτερα. Οι παραγωγικές μονάδες αναζητούν την επίτευξη των στόχων οι οποίοι αφορούν στην ικανοποίηση των παραγγελιών, την μείωση του χρόνου παράδοσης, την βελτίωση της απόδοσης με χαμηλότερο κόστος. Η γρήγορη απόκριση είναι ζωτικής σημασίας παράγοντας που οδηγεί μία επιχείρηση στην επιτυχία. Αντιδρώντας άμεσα στις αλλαγές των απαιτήσεων των πελατών η επιχείρηση έχει τον έλεγχο, και την ευελιξία να κινείται στις καταναλωτικές αγορές.

Ως εκ τούτου, τα παραγωγικά συστήματα πρέπει να αντιμετωπίσουν τη μεταβλητότητα η οποία συχνά μετατρέπεται σε αβεβαιότητα. Ως αβεβαιότητα μπορεί να οριστεί ως ένα απροσδόκητο γεγονός το οποίο διαταράσσει την λειτουργία και την παραγωγή ενός παραγωγικού συστήματος (Koh, 2004). Κάτι τέτοιο αυξάνει την πολυπλοκότητα της λήψης αποφάσεων καθώς και των διαδικασιών παραγωγής. Η αβεβαιότητα μπορεί να οδηγήσει σε αναξιόπιστα αποτελέσματα με δυσοίωνα οικονομική απόδοση. Για τον λόγο αυτό οι εταιρείες επιδιώκουν να αναπτύξουν μεθόδους για την πρόβλεψη και τον έλεγχό της. Με αυτό τον τρόπο ο χρόνος απόκρισης στην μεταβλητότητα μειώνεται και οι αρνητικές επιδράσεις στα αποτελέσματα εξομαλύνονται.

Η εφοδιαστική αλυσίδα παρουσιάζει αβεβαιότητα τόσο στην ζήτηση όσο και στον χρόνο παράδοσης.

2.2 ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΖΗΤΗΣΗ

Οι αιτίες της αβεβαιότητας της ζήτησης μπορεί να προκύψουν από εγγενή χαρακτηριστικά της επιχείρησης και της πελατειακής της βάσης ή από εξωτερικούς παράγοντες.

Οι εποχιακές διακυμάνσεις, για παράδειγμα, είναι ένας τύπος εγγενούς αβεβαιότητας, αν και οι βιομηχανίες που αντιμετωπίζουν εποχιακές διακυμάνσεις μπορούν συχνά να χρησιμοποιούν αρχεία από τα περασμένα έτη για να προβλέψουν και να εκτιμήσουν την τρέχουσα εποχιακή αλλαγή. Οι επιχειρήσεις με ένα πολύ καινοτόμο προϊόν ή υπηρεσία θα αντιμετωπίσουν μεγάλη αβεβαιότητα ζήτησης, απλώς και μόνο επειδή η μοναδικότητά τους σημαίνει ότι δεν υπάρχει ιστορικό από το οποίο μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με τη ζήτηση.

Η προτίμηση των πελατών, ωστόσο, μπορεί να αλλάξει γρήγορα και χωρίς προειδοποίηση. Ορισμένες φορές αυτό συμβαίνει γιατί αναδύεται μια νέα τάση στην αγορά. Η ζήτηση των καταναλωτών μπορεί να αλλάξει λόγω των τεχνολογικών εξελίξεων που καθιστούν τα προϊόντα που ήδη κυκλοφορούν ξεπερασμένα.

Η είσοδος νέων ανταγωνιστών στον κλάδο μπορεί να αποτελέσει αιτία μεταβολής της ζήτησης. Η οικονομία σε εγχώριο και παγκόσμιο επίπεδο επηρεάζει τη ζήτηση των καταναλωτών, με μια ισχυρή οικονομία να οδηγεί σε αυξημένη ζήτηση, ενώ μια αδύναμη οικονομία την καταστέλλει.

Οι φυσικές ή ανθρωπογενείς καταστροφές και οι πολιτικές αναταραχές είναι παραδείγματα εξωτερικών παραγόντων που συμβάλλουν τόσο στην αβεβαιότητα της ζήτησης όσο και στην αβεβαιότητα της προσφοράς.

Όταν η ζήτηση είναι αβέβαιη, είναι δύσκολο να προσδιοριστεί η σωστή ποσότητα προμηθειών και αγαθών για παραγγελία ώστε να συνεχιστούν οι πωλήσεις. Μια επιχείρηση που προβλέπει ένα κανονικό ή υψηλό επίπεδο πωλήσεων, στην περίπτωση που υπάρξει μείωση της ζήτησης θα βρεθεί αντιμέτωπη με αποθέματα τα οποία πρέπει να αποθηκευτούν, να επιστραφούν ή να καταστραφούν. Κάθε ένα από αυτά τα σενάρια οδηγεί σε επιπλέον κόστος. Εάν, ωστόσο, αυξηθεί η ζήτηση και η εταιρεία δεν διαθέτει επαρκή προσφορά αγαθών για πώληση, το αποτέλεσμα θα είναι δυσαρεστημένοι πελάτες, ορισμένοι από τους οποίους ενδέχεται να αγοράσουν από έναν ανταγωνιστή. Ορισμένοι πελάτες ενδέχεται να συνεχίσουν τις αγορές τους από τον ανταγωνιστή και να μην επιστρέψουν στον αρχικό προμηθευτή τους, με αποτέλεσμα την απώλεια δραστηριότητας για την εταιρεία.

Τα προβλήματα που προκαλούνται από την αβεβαιότητα της ζήτησης δεν περιορίζονται μόνο στην αποθήκευση αγαθών. Για παράδειγμα όταν η ζήτηση παρουσιάζει έντονη διακύμανση, καθίσταται δύσκολο να επιτευχθεί η κατάλληλη στελέχωση καθώς επίσης μπορεί να επηρεαστούν και άλλοι τομείς δαπανών, όπως αγορές εξοπλισμού ή ανάπτυξη εγκαταστάσεων.

2.3 ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ ΣΤΟΝ ΧΡΟΝΟ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ

Η αβεβαιότητα μιας επιχείρησης παρουσιάζεται και στον χρόνο παράδοσης, Σε συστήματα αγορών, ο χρόνος μεταξύ αναγνώρισης της ανάγκης για παραγγελία και παραλαβής της, σε συστήματα παραγωγής, είναι ο χρόνος παραγγελίας, αναμονής, μετακίνησης, αναμονής σε ουρά, ρύθμισης και ο χρόνος παραγωγής για κάθε συστατικό (Heizet et al. 2017).

Στην βιβλιογραφία συχνά εξετάζονται διάφορες στοχαστικές διαδικασίες ζήτησης όπου οι χρόνοι παράδοσης είναι σταθεροί. Στην πραγματικότητα, ο χρόνος παράδοσης είναι σπάνια σταθερός. Απρόβλεπτα συμβάντα στο σύστημα προμήθειας προκαλούν απρόβλεπτες καθυστερήσεις. Οι διακυμάνσεις του χρόνου παράδοσης επηρεάζουν σημαντικά την απόδοση όπως ακριβώς και η αβεβαιότητα της ζήτησης.

Οι Koh και Saad (2003) εντόπισαν οκτώ αβεβαιότητες που είναι πιθανότερο να επηρεάσουν την απόδοση της παράδοσης προς τους πελάτες. Αυτά είναι εξωτερική καθυστερημένη προμήθεια, εσωτερική καθυστέρηση προμήθειας, υπέρβαση προγραμματισμένου χρόνου συναρμολόγησης, βλάβες των μηχανημάτων παραγωγής, μη διαθεσιμότητα του εργατικού δυναμικού, μη διαθεσιμότητα εργαλείων και μεθόδων, μεγέθυνση της παρτίδας ζήτησης και αλλαγές που προκύπτουν από τους πελάτες.

Ένα βασικό ζήτημα για τις εταιρείες είναι η επίτευξη ισορροπίας μεταξύ προσφοράς και ζήτησης (Christopher, 2008), αυξάνοντας την κερδοφορία τους. Έτσι, προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η απόδοση της εφοδιαστικής αλυσίδας, η διαθεσιμότητα των προϊόντων πρέπει να ικανοποιείται ακριβώς με τη ζήτηση των πελατών. Η βελτιστοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας γίνεται μέσω της διαχείρισης των αποθεμάτων. Ακόμα κι αν οι τρέχουσες εξελίξεις όπως το JIT και οι οικονομικά αποδοτικές αρχές είναι αντίθετες με την κατοχή αποθεμάτων (Waters, 2011), υπάρχουν πολλοί λόγοι για την διατήρηση αποθέματος.

2.4 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ

Σε οποιαδήποτε επιχείρηση ή οργανισμό, όλες οι λειτουργίες συνδέονται μεταξύ τους και συχνά επικαλύπτονται. Ορισμένες βασικές λειτουργίες όπως η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, τα logistics και τα αποθέματα αποτελούν τον κορμό της παράδοσης στον πελάτη.

Η ικανοποίηση του πελάτη είναι τα πιο πολύτιμα περιουσιακά στοιχεία μιας επιχείρησης. Η μέτρηση του επιπέδου εξυπηρέτησης είναι σημαντική λόγω της σύνδεσής της με τη διαχείριση αποθεμάτων, διότι μπορεί να επηρεάσει τη σχέση με τους πελάτες της και ανάλογα με τη φύση της επιχείρησης, μπορεί να έχει σημαντικό αντίκτυπο στην κερδοφορία. Παρόλο που πολλές εταιρείες θεωρούν τα αποθέματα ως στοιχείο κόστους, υπάρχουν εταιρείες που τις θεωρούν ενεργά συστατικά που συμβάλλουν στην ηγεσία ενός συγκεκριμένου μεριδίου αγοράς μέσω ενός υψηλού επιπέδου υπηρεσιών, προσφέροντας διαθεσιμότητα προϊόντων στις ποσότητες που απαιτούνται όταν ζητούνται από τους πελάτες. Οι πιο σημαντικοί στόχοι για τη βελτίωση της διαχείρισης των αποθεμάτων είναι:

- Μείωση του κόστους απογραφής και άλλων σχετικών.
- Η διατήρηση του πελατολογίου και η σύνδεση αυτού με την βελτίωση του επιπέδου εξυπηρέτησης.
- Η υποστήριξη που προσφέρει ώστε να αναπτυχθεί ένα νέο κανάλι.
- Νέο μερίδιο αγοράς μέσω της διαθεσιμότητας των προϊόντων (βέλτιστη εξυπηρέτηση).

Η διαχείριση αποθέματος είναι μια πολύ σημαντική λειτουργία που καθορίζει την αποδοτικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας καθώς και τις επιπτώσεις στον ισολογισμό. Κάθε οργανισμός προσπαθεί συνεχώς να διατηρεί το βέλτιστο απόθεμα για να είναι σε θέση να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις του και να αποφύγει την διατήρηση περισσότερων ή λιγότερων αποθεμάτων διότι η κακή διαχείριση μπορεί να επηρεάσει τα οικονομικά μεγέθη.

Το απόθεμα έχει πάντα δυναμική. Η διαχείριση αποθέματος απαιτεί συνεχή και προσεκτική αξιολόγηση εξωτερικών και εσωτερικών παραγόντων καθώς και έλεγχο μέσω του προγραμματισμού και της αναθεώρησης. Οι περισσότεροι από τους οργανισμούς έχουν ένα ξεχωριστό τμήμα που παρακολουθεί συνεχώς και ελέγχει το απόθεμα καθώς διασυνδέεται με τα τμήματα παραγωγής, προμήθειας και χρηματοδότησης.

Η αποθήκευση των υλικών πραγματοποιείται σε διάφορα στάδια και τμήματα μιας επιχείρησης. Μία παραγωγική μονάδα διατηρεί αποθέματα πρώτων υλών και αναλωσίμων που

απαιτούνται για την παραγωγή. Διατηρεί επίσης αποθέματα ημιτελών προϊόντων για διαφορετικά στάδια της παραγωγικής διαδικασίας. Το απόθεμα τελικών αγαθών διατηρείται είτε σε αποθήκες της μονάδας είτε σε κέντρα διανομής κ.λπ.

Πίνακας 2.4.1 Τύποι αποθέματος ανά λειτουργία

Εισερχόμενα	Διεργασίας	Εξερχόμενα
Α' ύλες	Εργασία σε εξέλιξη	Τελικά προϊόντα
Αναλώσιμα που απαιτούνται για την επεξεργασία. Π.χ. Απαιτούνται καύσιμα, μπουλόνια κ.λπ.	Ημιτελή προϊόντα	Τελικά προϊόντα σε κέντρα διανομής
Είδη συντήρησης/ αναλώσιμα	Απορρίμματα και θρύμματα παραγωγής (scrap)	Τελικά εμπορεύματα σε χώρο αναμονής για μεταφορά
Υλικά συσκευασίας	Ελαττωματικά προϊόντα	Επιστροφές, προϊόντων, ελαττωματικά
		Επιδιορθωμένα ελαττωματικά προϊόντα
		Αποθέματα δειγμάτων και υλικά προώθησης

Η διατήρηση αποθεμάτων έχει τόσο οφέλη όσο και ζημιές. Προστατεύει τις εταιρείες από απρόβλεπτες διακυμάνσεις στην προσφορά και στη ζήτηση.(καλύτερη εξυπηρέτηση πελατών).Τα αποθέματα διασφαλίζουν σταθερότητα στην ροή του εφοδιασμού σε όλη την παραγωγική διαδικασία, επίσης μπορούν να δημιουργήσουν οικονομίες κλίμακος είτε στις εισερχόμενες ύλες (καλύτερες τιμές λόγω ποσοτήτων από τον προμηθευτή) είτε στην παραγωγή των τελικών προϊόντων. Από την άλλη τα αποθέματα απαιτούν υψηλή συμμετοχή κεφαλαίων, η οποία μειώνει την οικονομική αποδοτικότητα του οργανισμού. Ένα σημαντικό ζήτημα είναι η μείωση της χωρητικότητας του αποθηκευτικού χώρου και η διαχείρισή του (κόστος διαχείρισης αποθέματος). Μία ενδεχόμενη απαξίωση του αποθέματος δημιουργεί πρόβλημα στην χρηματοοικονομική κατάσταση του οργανισμού.

Οι παραπάνω λόγοι συνθέτουν την πολυπλοκότητα αλλά και την σημασία της σωστής διαχείρισης των αποθεμάτων.

Η διαχείριση αποθέματος είναι κάτι περισσότερο από το να μετράμε αυτό που έχουμε. Πρόκειται για την κατανόηση της επιχειρηματικής πραγματικότητας και τη λήψη αποφάσεων που εξισορροπούν την τρέχουσα ζήτηση με τις μελλοντικές ανάγκες, διατηρώντας παράλληλα τα γενικά έξοδα και το λειτουργικό κόστος στο ελάχιστο.(Muller, 2011)

ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΩΝ ΥΛΩΝ

Οι περισσότερες παραγωγικές μονάδες παράγουν τα προϊόντα σταδιακά. Μία τυπική μονάδα παραγγέλνει υλικά εισαγωγής από έναν προμηθευτή, παραλαμβάνει και συνδυάζει τα υλικά με άλλα για την παραγωγή του τελικού προϊόντος. Συχνά κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας η εταιρεία παράγει το δικό της ενδιάμεσο προϊόν. Επιπλέον, πολλές εταιρίες πωλούν την τελική τους παραγωγή σε άλλες, οι οποίες ουσιαστικά λαμβάνουν τα εξερχόμενα προϊόντα ως δικά τους εισερχόμενα.

Το να αγνοήσουμε τη διαφορετική δυναμική που κρύβεται στην διαχείριση των εισερχομένων υλικών (άρα και των αποθεμάτων αυτών) ενέχει κινδύνους για δύο βασικούς λόγους.

Ο πρώτος λόγος είναι εννοιολογικός: Τα αποθέματα εισροών αποτελούν τον άξονα της διαδικασίας των σταδίων παραγωγής. Τα αποθέματα των εισερχόμενων υλικών προκύπτουν κάθε φορά που η παραλαβή και η χρήση των υλικών εισόδου διαφοροποιούνται. Με άλλα λόγια, οι επιχειρήσεις δεν λαμβάνουν και χρησιμοποιούν υλικά στην παραγωγή άμεσα. Επιπλέον, εφόσον η χρήση των εισερχομένων υλικών αποτελεί έναν παράγοντα της παραγωγής, οι αποφάσεις σχετικά με την εξομάλυνση της παραγωγής και την επένδυση αποθέματος παραγωγής εγγενώς σχετίζονται με αποφάσεις σχετικά με την διαχείριση των αποθεμάτων εισερχομένων υλικών. Ως συνέχεια η ικανότητα της επιχείρησης για τον σχεδιασμό διαχείρισης αυτών των εισερχομένων υλικών εξαρτάται από τις σχέσεις που διατηρεί με τους προμηθευτές (εγχώριων και διεθνών), καθώς και από τις τιμές αγοράς των και επηρεάζουν την διαδικασία λήψης αποφάσεων παραγωγής.

Ο δεύτερος λόγος είναι περισσότερο εμπειρικός, τα αποθέματα εισόδου είναι πιο σημαντικά από τα αποθέματα παραγωγής. Ο Romer (1986) καταδεικνύει, ότι η επένδυση αποθέματος εισερχομένων υλικών αφορά το στάδιο πριν τον κύκλο του παραγόμενου προϊόντος και επομένως η παραγγελία και η χρήση των εισαγόμενων υλικών δεν συγχρονίζεται απόλυτα με την παραγωγική διαδικασία και η απουσία εξισορρόπησης δημιουργεί αναλογικές του αποθέματος δαπάνες.

2.5 Η ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ

Το σημερινό επιχειρηματικό κλίμα αλλάζει γρήγορα και έχει γίνει πιο ανταγωνιστικό από ποτέ. Οι επιχειρήσεις όχι μόνο πρέπει να λειτουργούν με χαμηλότερο κόστος για να ανταγωνιστούν, αλλά πρέπει επίσης να αναπτύξουν τις δικές τους βασικές ικανότητες ώστε να διακρίνονται από τους ανταγωνιστές και να ξεχωρίζουν στην αγορά. Οι επιχειρήσεις ανταγωνίζονται τώρα σε παγκόσμιο επίπεδο και τα παραδοσιακά εμπόδια μεταξύ βιομηχανιών καταρρέουν.

Έτσι, οι κύριοι στόχοι για τις επιχειρήσεις είναι η μεγιστοποίηση της προστιθέμενης αξίας και η μείωση του συνολικού κόστους σε ολόκληρη τη διαδικασία διαπραγμάτευσης μέσω της εστίασης στην ταχύτητα και τη βεβαιότητα της απόκρισης στην αγορά. Υπάρχει μια πραγματική πρόκληση για τα δίκτυα της εφοδιαστικής αλυσίδας ώστε να γίνουν πιο αποτελεσματικά και να ανταποκρίνονται καλύτερα στις αυξανόμενες απαιτήσεις των πελατών, που οφείλονται στις ανταγωνιστικές πιέσεις και τις εξελίξεις στην τεχνολογία των πληροφοριών. Λόγω των προαναφερθέντων πιέσεων της αγοράς και των ζητημάτων που σχετίζονται με την επιτυχία της παγκόσμιας αγοράς, όλοι οι συμμετέχοντες στην εφοδιαστική αλυσίδα πρέπει να συνεργαστούν προς τους ίδιους στόχους για να είναι πιο κερδοφόροι στην αγορά και να παρέχουν ένα ποιοτικό προϊόν σε λιγότερο χρόνο παράδοσης.

Η αποτίμηση αποθέματος αναφέρεται στην πρακτική της λογιστικής που υπολογίζει την αξία του αποθέματος μιας επιχείρησης. Τα αποθέματα μίας επιχείρησης αναφέρονται σε όλα εκείνα που είναι αναγκαία για την λειτουργία της επιχείρησης είτε χρησιμοποιούνται στην παραγωγή είτε αφορούν τα τελικά διαθέσιμα προς πώλησα προϊόντα. Η αποτίμηση βασίζεται στο κόστος που πραγματοποιήθηκε για την απόκτηση του αποθέματος και την προετοιμασία για να πωληθεί. Τα αποθέματα είναι τα μεγαλύτερα τρέχοντα περιουσιακά στοιχεία της επιχείρησης.

Σε γενικές γραμμές, η διατήρηση του αποθέματος είναι δαπανηρή και η λειτουργία με όσο το δυνατόν μικρότερο απόθεμα είναι συχνά βέλτιστη λύση ως προς την κερδοφορία.

Τα αποθέματα τείνουν επίσης να χάνουν απαξιώνονται ή να υποτιμώνται με την πάροδο του χρόνου. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τις βιομηχανίες όπου υπάρχουν συνεχείς αλλαγές και εξελίξεις στα προϊόντα που προσφέρονται στην αγορά.

Σήμερα, με τις εξελίξεις στον τομέα της τεχνολογίας, και την καινοτομία να αποτελεί ζητούμενο για την κάθε επιχείρηση, οι διαδικασίες παραγωγής/κατασκευής μελετώνται ώστε να ενισχύεται η αποδοτικότητα των πόρων και κατά συνέπεια της βιωσιμότητας. Για να κατευθύνουμε αυτές τις τάσεις στην οικονομική επιτυχία, απαιτούνται πρώιμες οικονομικές

αξιολογήσεις. Αυτό είναι ένα δύσκολο έργο, καθώς η γνώση κόστους είναι ελάχιστα διαθέσιμη. Όμως μία συστημική διαχείριση γνώσεων είναι χρήσιμη καθώς η διαχείριση του κόστους στην αλυσίδα της παραγωγικής διαδικασίας μπορεί να οδηγήσει την επιχείρηση στην αειφορία.

2.6 ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ MONTE CARLO

Η αξιοποίηση των ποσοτικών μεθόδων στη διαχείριση διαδόθηκε σημαντικά μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο σε σχέση με την ταχεία ανάπτυξη της πληροφορικής και των πληροφοριακών συστημάτων και τεχνολογιών. Στη δεκαετία του '60 και του '70, η εφαρμογή ποσοτικών μεθόδων και μοντέλων βελτιστοποίησης αναπτύχθηκε κυρίως στο πλαίσιο της λεγόμενης Έρευνας Επιχειρήσεων. Αυτό που υπογραμμίστηκε από την αρχή ήταν η προσέγγιση του συστήματος στην επίλυση προβλημάτων.

Η σημερινή διαχείριση της εφοδιαστικής προχωρά με γρήγορο ρυθμό από την διαχείριση ροής υλικών σε ξεχωριστές επιχειρήσεις προς την ολοκληρωμένη διαχείριση ροής υλικών σε ολόκληρες τις αλυσίδες εφοδιασμού των δικτύων. Βασικά, είναι μια αλλαγή από τη μερική βελτιστοποίηση σε ξεχωριστές λειτουργίες και μερικές διαδικασίες προς τη βελτιστοποίηση των παγκόσμιων διαδικασιών σε ολόκληρα τα δίκτυα εφοδιασμού.

Στον επιχειρηματικό κόσμο, και στην πραγματικότητα, σχεδόν σε κάθε πτυχή της καθημερινής ζωής, ποσοτικές τεχνικές χρησιμοποιούνται για να βοηθήσουν στη λήψη αποφάσεων.

Η ανεπάρκεια της παραδοσιακής αξιολόγησης οικονομικών επιδόσεων και μεθοδολογιών αποτίμησης που εφαρμόζονται σε λειτουργικά συστήματα και οι τεχνολογικές επιλογές υπό συνθήκες αβεβαιότητας έχουν παρουσιαστεί στη σχετική βιβλιογραφία, οδηγώντας ενδεχομένως σε μη ικανοποιητικά αποτελέσματα οικονομικής απόδοσης και εκτίμησης (Savage, 2003; Brealey et al., 2008; deNeufville and Scholtes, 2011).

Οι παραδοσιακές μέθοδοι αποτίμησης δεν προσφέρουν έναν σαφή τρόπο ενσωμάτωσης και ποσοτικοποίησης αβέβαιων συνθηκών που θα μπορούσαν να έχουν ασύμμετρες επιπτώσεις στα αποτελέσματα της οικονομικής απόδοσης, δηλαδή η αξιολόγηση της οικονομικής απόδοσης σε συνθήκες μέσου όρου δεν αντιπροσωπεύει απαραίτητα τον μέσο όρο της οικονομικής απόδοσης. Αυτό είναι γνωστό ως «ελάττωμα των μέσων όρων» στη θεωρία πιθανότητας και είναι μία άμεση συνέπεια της ανισότητας του Jensen (Savage, 2003; deNeufville & Scholtes, 2011).

Διενεργώντας προβλέψεις ή ανάλυση κινδύνου οι μεταβολές και η αβεβαιότητα του συστήματος είναι αναπόφευκτο γεγονός το οποίο πρέπει να ληφθεί υπόψη. Ακόμη και στην περίπτωση που υπάρχει μεγάλος όγκος δεδομένων από προηγούμενες αποδόσεις του συστήματος, το μέλλον είναι απρόβλεπτο και απροσδόκητα γεγονότα μπορούν να αλλάξουν την πορεία ενός σχεδιασμού.

Οι τεχνικές της μεθόδου μπορούν να ενσωματωθούν στο πλαίσιο αξιολόγησης των οικονομικών επιδόσεων, μέσω του οποίου οι πιθανές προκλήσεις που σχετίζονται με το «ελάττωμα του μέσου όρου» ξεπερνιούνται αποτελεσματικά, ενώ ταυτόχρονα γίνεται εφικτή η ταυτόχρονη εισαγωγή διαφόρων πηγών αβεβαιότητας ως πολλαπλών εισροών μοντέλων (τυχαίες) σε αντίθεση με τη συμβατική ανάλυση ευαισθησίας όπου ένα μοντέλο εισόδου κάθε φορά θεωρείται διαφορετικό. Ως αποτέλεσμα, τα προφίλ κατανομής των οικονομικών επιδόσεων προκύπτουν παρουσία της αβεβαιότητας.

Η προσομοίωση Monte Carlo δεν προσπαθεί να εξαλείψει τον κίνδυνο, αλλά χρησιμοποιεί χιλιάδες ή εκατομμύρια παραλλαγές τυχαίων μεταβλητών για τον υπολογισμό όλων των πιθανών αποτελεσμάτων.

Οι τυχαίες μεταβλητές ή input variables διαμορφώνονται βάσει των κατανομών πιθανότητας. Εκτελούνται διαφορετικές επαναλήψεις ή προσομοιώσεις για τη δημιουργία διαδρομών και το αποτέλεσμα προκύπτει χρησιμοποιώντας κατάλληλους αριθμητικούς υπολογισμούς. Η μέθοδος προσομοίωσης Monte Carlo θεωρείται από τις πιο αξιόπιστες μεθόδους που χρησιμοποιούνται όταν ένα μοντέλο έχει αβέβαιες παραμέτρους και πρέπει να αναλυθεί.

Η μέθοδος χρησιμοποιείται εκτενώς σε ένα ευρύ φάσμα τομέων όπως η φυσική επιστήμη, η υπολογιστική βιολογία, οι στατιστικές, η τεχνητή νοημοσύνη και η χρηματοδότηση. Είναι μια πιθανολογική μέθοδος μοντελοποίησης του κινδύνου σε ένα σύστημα και όχι ντετερμινιστική. Ωστόσο, δεδομένης της αβεβαιότητας ή του κινδύνου που απορροφάται σε ένα σύστημα, είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την προσέγγιση της πραγματικότητας.

Παρόλο που έχουμε στη διάθεσή μας πολλές πληροφορίες, είναι δύσκολο να προβλέψουμε το μέλλον με απόλυτη ακρίβεια. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στους δυναμικούς παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν το αποτέλεσμα μιας πορείας δράσης. Η μέθοδος Monte Carlo μας δίνει τη δυνατότητα να δούμε τα πιθανά αποτελέσματα μιας απόφασης, η οποία μπορεί έτσι να μας βοηθήσει να λάβουμε καλύτερες αποφάσεις υπό αβεβαιότητα. Επιτρέπει στον υπεύθυνο λήψης αποφάσεων να δει τις πιθανότητες των αποτελεσμάτων.

Διαφορετικές κατανομές πιθανότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μοντελοποίηση των μεταβλητών εισόδου, όπως κανονικές, ομοιόμορφες και τριγωνικές. Μετά την εισαγωγή των πιθανολογικών κατανομών, δειγματοληπτικές τυχαίες τιμές για κάθε μεταβλητή εισόδου χρησιμοποιούνται για μία προσομοίωση και με τον τρόπο αυτό η αβεβαιότητα εξαπλώνεται μέσω του μοντέλου υπολογισμού. Αυτό το βήμα επαναλαμβάνεται αρκετές φορές για τη δημιουργία επαρκών αποτελεσμάτων.

Αυτός ο τύπος ανάλυσης παρέχει πολύτιμες πληροφορίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων για τη λήψη πιο ενημερωμένων αποφάσεων όταν επιλέγουν μεταξύ διαφορετικών επιλογών πολιτικής αγορών / αποθέματος.

Σε σύγκριση με την ντετερμινιστική ανάλυση, η μέθοδος Monte Carlo παρέχει μια ανώτερη προσομοίωση κινδύνου. Δίνει μια ιδέα όχι μόνο για το αναμενόμενο αποτέλεσμα αλλά και για την πιθανότητα εμφάνισης αυτού του αποτελέσματος. Είναι επίσης δυνατό να μοντελοποιηθούν συσχετισμένες μεταβλητές εισόδου.

2.7 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ

Η επιχείρηση για την προμήθεια των β' υλών που αφορούν προϊόν που πωλείται σε πελάτη συμβολαίου χρειάζεται υλικά συσκευασίας όπως είναι το χαρτοκιβώτιο για την συσκευασία και αποθήκευση συγκεκριμένου προϊόντος. Η ανάλυση των δεδομένων της ζήτησης των β' υλών καθώς και του χρόνου παράδοσης των παραγγελιών από τους προμηθευτές, έδειξαν ότι οι μεταβλητές αυτές παρουσιάζουν αβεβαιότητα.

Το ερευνητικό ερώτημα το οποίο εγείρεται υπό τις επικρατούσες συνθήκες λειτουργίας της επιχείρησης είναι πως μπορούμε να αναγνωρίσουμε και να εντάξουμε τις πηγές αβεβαιότητας στο μοντέλο ανάλυσης της οικονομικής και λειτουργικής απόδοσης ενός παραγωγικού συστήματος στα πλαίσια μίας μελέτης περίπτωσης.

Επιμέρους ερευνητικά ερωτήματα που άρχονται του κυρίως ερωτήματος είναι τα εξής:

1. Πως μπορεί να υπολογιστεί πιθανολογικά το συνολικό κόστος αποθεμάτων των β' υλών λαμβάνοντας υπόψη δυο βασικούς παράγοντες αβεβαιότητας του συστήματος;
2. Πόσο επηρεάζουν οι διακυμάνσεις των χρόνων παράδοσης των β' υλών την πολιτική αναπλήρωσης του αποθέματος τους;

3. Με ποιο τρόπο θα μπορούσε η επιχείρηση να επιλέξει την βέλτιστη πολιτική διαχείρισης προμηθειών και αποθεμάτων ώστε η αβεβαιότητα να λαμβάνεται υπόψη;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η επιλογή της επιχείρησης της οποίας τα στοιχεία μελετώνται, έγινε με κριτήριο την προσβασιμότητα στα στοιχεία. Η θέση της υπευθύνου για την προμήθεια των β' υλών στην εταιρία μου έδωσε την δυνατότητα να έχω τα δεδομένα και τις πληροφορίες που ήταν απαραίτητα ώστε να πραγματοποιηθεί η έρευνα, της οποίας η μεθοδολογία παρουσιάζεται σε αυτό το κεφάλαιο.

Για να διερευνήσουμε, με βάση τα δεδομένα, τη σχέση μεταξύ χρόνου παράδοσης και αποθέματος στο συγκεκριμένο σύστημα παραγωγής υπό τις παρούσες συνθήκες λειτουργίας του, πραγματοποιήθηκε καταρχάς μελέτη του συστήματος και ανάπτυξη του κατάλληλου μοντέλου διαχείρισης αποθεμάτων.

Στην αρχή αυτής της μελέτης, παρουσιάζονται τα προϊόντα και οι διαδικασίες, και προσδιορίζονται οι τομείς στους οποίους θα εστιάσουμε. Στην συνέχεια κατόπιν της συλλογής ιστορικών στοιχείων των χρόνων παράδοσης και της ζήτησης, καθώς και των τιμών των παραμέτρων (όπως τα κόστη αποθέματος) πραγματοποιείται εμπειρική και στατιστική ανάλυση που βασίζεται στην τεχνική προσομοίωσης Monte Carlo.

Η μεθοδολογία έρευνας που πραγματοποιήθηκε είναι ποσοτική καθώς έχουν συλλεγεί και αναλυθεί αριθμητικά δεδομένα, με στόχο την πιθανοκρατική πρόβλεψη του κόστους αποθεμάτων που σχετίζεται με την προμήθεια β' υλών υπό το πρίσμα μίας μελέτης περίπτωσης, της συγκεκριμένης επιχείρησης της οποίας μελετάται.

Η μέθοδος Monte Carlo ή η προσομοίωση Monte Carlo είναι μια μαθηματική μέθοδος που χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη η οποία λαμβάνει υπόψη τον κίνδυνο, την αβεβαιότητα και τη μεταβλητότητα. Η μέθοδος χρησιμοποιείται σε ένα ευρύ φάσμα πεδίων όπως η διαχείριση έργων, η φυσική επιστήμη, τα επενδυτικά σχέδια, κα, για να διαμορφώσουμε τα αποτελέσματα σε δυναμικά συστήματα. Η ανάλυση διευκολύνει στον προσδιορισμό του δυνητικού οφέλους/απόδοσης από την άποψη της διαχείρισης του αποθέματος των εισερχόμενων υλικών (β' υλών) σε συνθήκες αβεβαιότητας. Τα αποτελέσματα απόδοσης λαμβάνονται ως τιμές αντίστοιχων πιθανοτήτων (πιθανοκρατική ανάλυση), προσφέροντας μια συνολική εικόνα της πραγματικής έκτασης που μπορεί το σύστημα να αποδώσει, λειτουργικά και οικονομικά,

εντοπίζοντας παράλληλα το φάσμα των κινδύνων και ευκαιριών που μπορεί να προκύψουν στον πραγματικό αυτό σύστημα (values at risk and values at opportunity).

Συνοπτικά τα βήματα της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε στην έρευνα παρουσιάζονται στον πίνακα 3.1.1.

Πίνακας 3.1.1 Βήματα μεθοδολογίας της έρευνας

<i>Βήμα</i>	<i>Μεθοδολογία</i>	<i>Περιγραφή</i>
1	Προκαταρκτική μελέτη διαδικασίας	Κατανόηση των βασικών διαδικασιών της αλυσίδας εφοδιασμού και σημαντικά σημεία διατήρησης αποθεμάτων του δικτύου.
2	Ομαδοποίηση υλικών και συλλογή	Προσδιορισμός των ομάδων υλικών που χρειάζονται μελέτη
3	Χαρτογράφηση ροής υλικών/προϊόντων	Προσδιορισμός βέλτιστων πρακτικών μεταξύ συγκρίσιμων κόμβων και δικτύων.
4	Συλλογή δεδομένων	Μεταφορά όλων των δεδομένων, έλεγχος για σφάλματα, ακραίες τιμές, ειδικές περιπτώσεις κλπ
5	Ανάλυση δεδομένων	Εφαρμογή πρακτικών που συνδέουν την μεταβλητότητα του χρόνου παράδοσης και της ζήτησης με το απόθεμα των β υλών στα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας. Μελέτη της επίδρασης αυτών στην οικονομική απόδοση της επιχείρησης.
6	Προσομοίωση	Εκτέλεση προσομοίωσης με το πρόγραμμα @Risk ¹
7	Συμπεράσματα	Συγκέντρωση όλων των πληροφοριών και αποτελεσμάτων, σε ένα συνοπτικό σύνολο ευρημάτων.

Σε γενικές γραμμές, η συλλογή δεδομένων και η μελέτη διεργασίας έχουν πραγματοποιηθεί μέσω έρευνας, των δεδομένων που ελήφθησαν από το ERP και το WMS και από την προσωπική εμπειρία της ερευνήτριας σε θέση υπεύθυνης προμηθειών της μελετώμενης επιχείρησης που αφορούν τον ανεφοδιασμό των β' υλών .

Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε μια βασική τμηματοποίηση για την επιλογή των υλών. Ακολούθησαν έλεγχοι της αξιοπιστίας των δεδομένων. Η διαδικασία καταλήγει στη

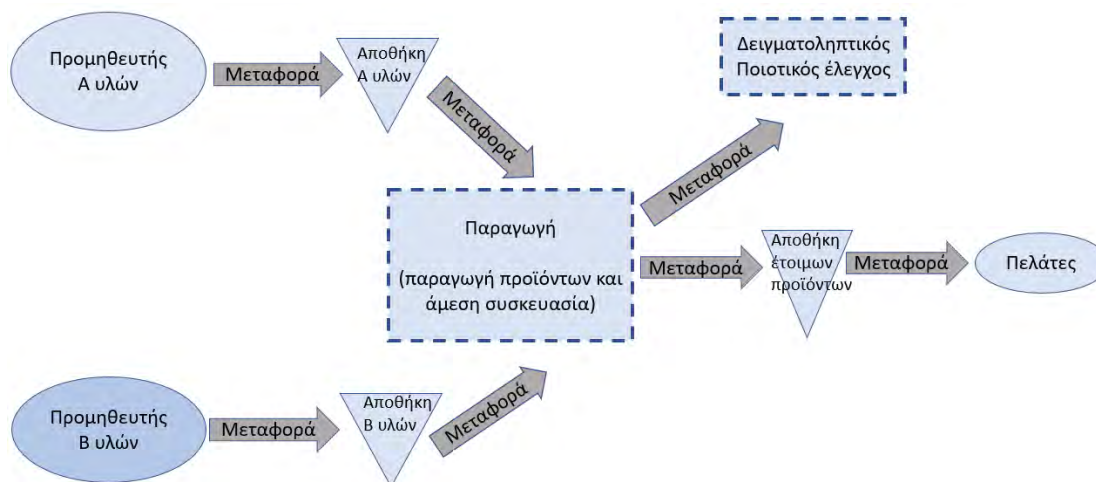
¹ Το @RISK (προφέρεται "σε κίνδυνο") είναι ένα πρόσθετο στο Microsoft Excel που επιτρέπει να αναλύουμε τον κίνδυνο χρησιμοποιώντας την προσομοίωση Monte Carlo. Το @RISK μας δείχνει σχεδόν όλα τα πιθανά αποτελέσματα για οποιαδήποτε κατάσταση αναφέρει πόσο πιθανό είναι να συμβούν.

μοντελοποίηση του συστήματος αποθεμάτων και στη συνέχεια στη χρήση της τεχνικής προσομοίωσης για την εκτίμηση της απόδοσης λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη τις αβέβαιες μεταβλητές εισόδου.

3.2 ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Αρχικά θα παρουσιαστούν οι διαδικασίες που οδηγούν στην παραγωγή των τελικών προϊόντων με τις επιμέρους λειτουργίες στις οποίες υπεισέρχονται παράγοντες αβεβαιότητας.

Οι ενότητες που ακολουθούν παρουσιάζουν το τρέχον σύστημα αλυσίδας εφοδιασμού της εταιρείας. Όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί (Σχήμα 3.2.1 Ροή εφοδιασμού της επιχείρησης) υπάρχουν τρία στάδια στη διεργασία. Αρχικά είναι η προμήθεια και η αποθήκευση εισαγόμενων υλών, όπως οι α' ύλες οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή του προϊόντος, καθώς επίσης και οι β' ύλες οι οποίες είναι εκείνες που θα χρησιμοποιηθούν για την συσκευασία του προϊόντος, την αποθήκευσή του και την μεταφορά του στον πελάτη. Κάθε μία ύλη, ανάλογα αν ανήκει στις α' ή στις β' ύλες, θα αποθηκευτεί σε ξεχωριστό χώρο αποθήκευσης έως ότου έρθει η στιγμή που θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί. Τότε είναι που μεταφέρεται στον χώρο της παραγωγής και αφού γίνει χρήση αυτών, παράγεται το τελικό προϊόν. Γίνεται δειγματοληπτικός ποιοτικός έλεγχος ενώ στην συνέχεια μεταφέρεται στην αποθήκη έτοιμων προϊόντων. Σε τελικό στάδιο διανέμεται στους πελάτες.



Σχήμα 3.2.1 Ροή εφοδιασμού της επιχείρησης

3.3 ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ

Δεδομένου ότι η επιχείρηση παράγει προϊόντα που ανήκουν σε συγγενείς ομάδες, κατά συνέπεια και οι β' ύλες είναι παρόμοιες. Παρόλα αυτά έγινε μία διάκριση των β' υλών σε αυτές που χρησιμοποιούνται για την συσκευασία πολλών διαφορετικών κωδικών προϊόντων (ως συνέπεια αυτού διατηρούν πάντα μεγάλα αποθέματα ασφαλείας) και σε εκείνα που η εισαγωγή τους στην διαδικασία ροής της παραγωγής ενεργοποιείται με την ενεργοποίηση παραγωγής συγκεκριμένου κωδικού προϊόντος.

Η επιλογή αυτών των υλών έγινε με κριτήριο την αβεβαιότητα χρησιμοποίησης τους στην παραγωγική διαδικασία (αβεβαιότητα ζήτησης) καθώς και την αβεβαιότητα του χρόνου παράδοσης τους από την ημέρα παραγγελίας (lead time). Η διαχείριση αυτής της κατηγορίας των β' υλών είναι άξια διερεύνησης διότι το κόστος διαχείρισης των αποθεμάτων αυτών των υλών αποτελεί ένα 35-40% των αποθεμάτων του αποθηκευτικού χώρου για τις β' ύλες στις εγκαταστάσεις της επιχείρησης.

Σ' αυτό το σημείο, είναι σκόπιμο να επισημανθεί η διαφοροποίηση του χρόνου παράδοσης από τον προμηθευτή των β' υλών στις εγκαταστάσεις της επιχείρησης από τον συνολικό χρόνο που απαιτείται ώστε να φτάσει στην παραγωγή για να αναλωθεί.

3.4 ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τους σκοπούς αυτής της μελέτης περιλαμβάνουν δύο πηγές: (α) Ιστορικά δεδομένα των χρόνων παράδοσης, ζήτησης και αποθεμάτων β υλών που κυμαίνεται για περίοδο των 3 τελευταίων ετών (β) Πληροφορίες από το τμήμα διαχείρισης προμηθειών β υλών, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για την καλύτερη κατανόηση των δεδομένων και των ορίων ώστε να πραγματοποιηθεί η προσομοίωση που θα παρουσιαστεί.

3.4.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Η εταιρεία παρείχε ιστορικά δεδομένα αποθέματος, ζήτησης, παραγγελιών και χρόνων παράδοσης, που εκτείνονται σε ένα χρονικό ορίζοντα 36 μηνών (Ιανουάριος 2017 έως Δεκέμβριος 2019).

Όσον αφορά το απόθεμα, τα δεδομένα διατέθηκαν στις μονάδες της κάθε β ύλης και αποσαφηνίστηκαν από άλλες κατηγορίες αποθεμάτων όπως το απόθεμα ασφαλείας. Όσον

αφορά τα δεδομένα ζήτησης, προήλθαν από τις παραγγελίες των β υλών στο προαναφερθέν διάστημα των τριών ετών .Ο χρόνος παράδοσης ήταν διαθέσιμος σε όρους πραγματικών και προγραμματισμένων τιμών (ημέρες) για ορισμένα στάδια.

Κατά την εργασία με τα αρχεία δεδομένων, δόθηκε η δέουσα προσοχή στη διασφάλιση της εμπιστευτικότητας των δεδομένων.

3.5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Κατά την διάρκεια της συλλογής και ανάλυσης των δεδομένων , υπήρξαν πληροφορίες οι οποίες έχουν αξιολογηθεί και χρησιμοποιηθεί έπειτα από πλήρη έλεγχο των πληροφοριών που πολλές φορές ελήφθησαν από διαφορετικά τμήματα από αυτό της διαχείρισης των β υλών εξαιτίας των συχνών αλλαγών στην θέση του προϊσταμένου του αντίστοιχου τμήματος. Κάτι τέτοιο απέκλεισε μερικό όγκο πληροφοριών εξαιτίας μη διασταύρωσης από τους ιθύνοντες.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ

Τα αποθέματα τα οποία τέθηκαν προς διερεύνηση ήταν αυτά που αφορούν τις β ύλες χωρίς να περιλαμβάνουν την κατηγορία των αποθεμάτων έτοιμων προϊόντων όπως επίσης και εκείνα των πρώτων υλών.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ

Η προσοχή στο πεδίο που αφορά την ζήτηση των β υλών δόθηκε ιδιαίτερα ώστε η ζήτηση των συγκεκριμένων β υλών προς εξέταση να αντικατοπτρίζει την ζήτηση συγκεκριμένων κωδικών έτοιμων προϊόντων. Δηλαδή η ζήτηση του τελικού προϊόντος ταυτίζεται με την ζήτηση των β υλών που είναι αναγκαία για την συσκευασία και την αποθήκευση τους.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ

Σ' αυτό το στοιχείο η εστίαση έγινε στους χρόνους παράδοσης σε πραγματική αποτύπωση συγκριτικά με τον αρχικά προγραμματισμένο χρόνο. Έχουν καταγραφεί επίσης οι παραγγελίες που δεν εκτελέστηκαν στον αρχικά προγραμματισμένο χρόνο αλλά χρειάστηκε να επαναπροσδιοριστούν σε παραγγελίες με γρήγορο χρόνο παράδοσης (fast orders).

Η συνέχεια στο επόμενο στάδιο της μεθοδολογίας, αυτό της προσομοίωσης με την τεχνική Monte Carlo, παρουσιάζεται αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ

4.1 ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Το μεταβλητό συνολικό κόστος του αποθέματος για υλικά τα οποία δεν συγκεντρώνουν συνήθως το ενδιαφέρον για μελέτη μπορεί να παρουσιάσει σημαντικές μεταβολές στα συνολικά κόστη της επιχείρησης αλλά να τροποποιήσει συνήθειες σχετικά με τις προμήθειες και την αποθήκευση αυτών των υλών (β' υλών). Η αβεβαιότητα των συνθηκών όπως της ζήτησης και του χρόνου παράδοσης, είναι ικανή να μεταβάλει σημαντικά τον τρόπο εκτίμησης του κόστους.

Μέσω προσομοιώσεων, θα προσπαθήσουμε να μετρήσουμε και να αξιολογήσουμε ποια στοιχεία δράσης αξίζουν περισσότερο να εστιάσουμε ώστε να οδηγηθούμε στις κοστολογικά πιο συμφέρουσες εναλλακτικές δράσεις.

4.2 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Για τη διεξαγωγή προσομοίωσης, έγιναν κάποιες παραδοχές ώστε να διατηρηθούν σε μεγάλο βαθμό οι πραγματικές συνθήκες στις οποίες δρα η επιχείρηση. Οι παραδοχές που παρατίθενται αναφέρονται παρακάτω:

1. Η ομάδα των προϊόντων για τα οποία έγινε η έρευνα αφορούν ομάδα προϊόντων για τα οποία υπάρχει συμβολοιακή ετήσια απαίτηση που πραγματοποιείται με σταθερό ρυθμό. Δηλαδή η διοχέτευση στα δίκτυα των πελατών συμβολαίου γίνεται με σταθερό ρυθμό. Επομένως η ζήτηση είναι σταθερή .
2. Η παραγωγική διαδικασία λειτουργεί 7ημέρες/24ώρες οπότε έχει υπολογιστεί ότι η ζήτηση κατανέμεται σε 340 ημέρες λειτουργίας ανά έτος. Δυο φορές ανά έτος η παραγωγική διαδικασία σταματά για να γίνουν οι συντηρήσεις των μηχανημάτων.
3. Ο χρόνος παραλαβής είναι γνωστός και σταθερός.
4. Στην εφοδιαστική αλυσίδα δεν υπάρχουν περιορισμοί σχετικά με τη χωρητικότητα. Οι νέες εγκαταστάσεις των αποθηκών των β υλών είναι ικανές να χειρίζονται πολλαπλά προϊόντα και είναι αρκετά ευέλικτες ως προς την διαθέσιμη χωρητικότητα.

5. Ο χρόνος που απαιτείται για τους δειγματοληπτικούς ελέγχους κατά την παραλαβή των β υλών έχει θεωρηθεί μη υπολογίσιμος.

6. Η ημέρα παραλαβής των β υλών στον αποθηκευτικό χώρο θεωρείται και ως ημέρα 0 για την χρήση των υλών. Δηλαδή την ίδια μέρα που γίνεται η παραλαβή μπορεί να γίνει και χρήση των υλών στην παραγωγική διαδικασία.

7. Στην ανάλυση δεδομένων δεν ελήφθησαν υπόψη στοιχεία πρόσφατα από τον Μάρτιο 2020 και έπειτα. Τόσο η ζήτηση όσο και ο χρόνος παράδοσης αντιμετώπισαν τις συνθήκες της πανδημίας COVID-19 με μεγάλη απόκλιση από οποιοδήποτε μοντέλο.

4.3 ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Το μοντέλο έχει σχεδιαστεί για να προσεγγίσει το τρέχον σύστημα σχεδιασμού της εταιρείας. Έχει αποτυπωθεί ως σχεδιασμός ενός σταδίου προμηθειών, αυτό για τις β' ύλες (υλικά συσκευασίας). Ο γενικός προγραμματισμός παραγωγής είναι εκείνος που θέτει τον κύριο προγραμματισμό τόσο του σταδίου της προμήθειας πρώτων υλών όσο και του σταδίου προμήθειας β υλών. Αυτό συμβαίνει έως τώρα χωρίς να έχει μελετηθεί στο παρελθόν ή να έχει λειτουργήσει κάποιο σύστημα όπου ο εβδομαδιαίος προγραμματισμός παραγωγής θα είναι συντονισμένος με τις προμήθειες β υλών.

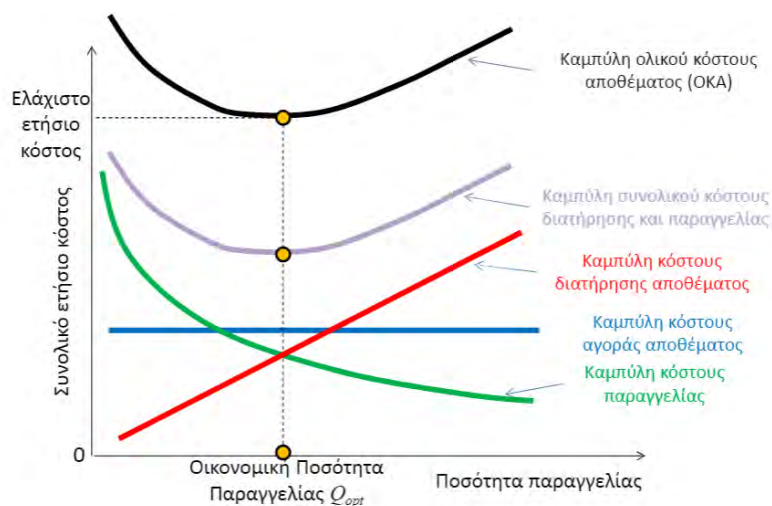
Όσον αφορά τις α' ύλες είναι σε αρμονία εφόσον τα περισσότερα προϊόντα έχουν την ίδια σύσταση α' υλών απλώς διαφοροποιείται η δοσολογία με μικρές αποκλίσεις. Τον λόγο έχουν κυρίως τα διαφορετικά καλούπια όπου επιτρέπουν την παραγωγή διαφορετικών κωδικών προϊόντων.

Οι προμήθειες των β' υλών αντιμετωπίζονται ως αναγκαιότητα της παραγωγής αλλά χωρίς να δίνεται η αντίστοιχη αξία που σχετίζεται με το κόστος. Επομένως με την μελέτη του συστήματος προμηθειών β' υλών θα δοθεί η ευκαιρία όχι μόνο για βελτιστοποίηση του κόστους αποθεμάτων β' υλών αλλά για να δοθεί η σημασία στην πολιτική διαχείρισής τους.

Το μοντέλο διαχείρισης αποθέματος που θα ακολουθείται είναι το μοντέλο της Οικονομικής Ποσότητας Παραγγελίας (EOQ). Το μοντέλο EOQ εφαρμόζεται βασιζόμενο σε κάποιες από τις παραδοχές:

- Η ζήτηση είναι σταθερή και γνωστή.
- Ο χρόνος παράδοσης είναι γνωστός και συνεπής
- Η παραλαβή του αποθέματος είναι στιγμιαία και πλήρης.

- Οι εκπτώσεις λόγω ποσότητας δεν είναι δυνατές.
- Η μεταβλητότητα αφορά μόνο το κόστος ρύθμισης (set up) ή το κόστος παραγγελίας και το κόστος διατήρησης.
- Οι ελλείψεις μπορούν να εξαλειφθούν εάν οι παραγγελίες τοποθετηθούν την κατάλληλη στιγμή.



Διάγραμμα 4.3.1. Μοντέλο Οικονομικής Ποσότητας Παραγγελίας (EOQ)

Σκοπός του μοντέλου της EOQ είναι η ελαχιστοποίηση του κόστους. Η οικονομική ποσότητα παραγγελίας είναι εκείνη που ελαχιστοποιεί το συνολικό κόστος. Εφόσον η ποσότητα ανά παραγγελία αυξάνεται, ο αριθμός των παραγγελιών μειώνεται επομένως το συνολικό ετήσιο κόστος παραγγελίας μειώνεται. Παράλληλα όμως αυξάνεται το κόστος διατήρησης εξαιτίας του υψηλότερου μέσου όρου αποθέματος που διατηρείται.

Η μείωση του κόστους παραγγελίας θα μειώσει την συνολική καμπύλη του κόστους και το σημείο όπου τέμνονται η καμπύλη κόστους παραγγελίας και η καμπύλη κόστους διατήρησης ορίζεται ως το σημείο της οικονομικής ποσότητας παραγγελίας (Διάγραμμα 4.3.1 Μοντέλο Οικονομικής Ποσότητας Παραγγελίας (EOQ)).

Το μοντέλο EOQ εκφράζεται μέσα από τις παρακάτω σχέσεις:

Q = αριθμός μονάδων ανά παραγγελία

Q^* = βέλτιστος αριθμός μονάδων ανά παραγγελία

D = ετήσια ζήτηση σε μονάδες για το στοιχείο αποθέματος

S= κόστος παραγγελίας για κάθε παραγγελία

H=κόστος διατήρησης ανά μονάδα ανά έτος.

c = τιμή αγοράς μονάδας

1.Ετήσιο κόστος ρύθμισης =

= (αριθμός παραγγελιών ανά έτος) x (κόστος ρύθμισης ανά παραγγελία)

= $\left(\frac{\text{ετήσια ζήτηση}}{\text{αριθμός μονάδων σε κάθε παραγγελία}}\right) \times (\text{κόστος ρύθμισης ανά παραγγελία})$

$$= \left(\frac{D}{Q}\right) (S) = \frac{D}{Q} S \quad (1)$$

2. Ετήσιο κόστος διατήρησης =

=(μέσο επίπεδο αποθέματος) x (κόστος διατήρησης ανά μονάδα ανά έτος)

= $\left(\frac{\text{ποσότητα παραγγελίας}}{2}\right) (\text{κόστος διατήρησης ανά μονάδα ανά έτος})$

$$= \left(\frac{Q}{2}\right) (H) = \frac{Q}{2} H \quad (2)$$

3. Η βέλτιστη ποσότητα παραγγελίας επιτυγχάνεται όταν το ετήσιο κόστος παραγγελίας ισούται με το ετήσιο κόστος διατήρησης.

$$\frac{D}{Q} S = \frac{Q}{2} H \quad (3)$$

4.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad (4)$$

Ο αναμενόμενος αριθμός παραγγελιών προσδιορίζεται από την εξίσωση

$$N = \frac{\text{Ζήτηση}}{\text{ποσότητα παραγγελίας}} = \frac{D}{Q^*} \quad (5)$$

Αναμενόμενος χρόνος μεταξύ παραγγελιών T

$$T = \frac{\text{Αριθμός εργασιμων ημερών ανά έτος}}{N} \quad (6)$$

5. Η εξίσωση που θα μας δώσει το συνολικό μεταβλητό κόστος αποθέματος είναι η εξής:

$$TC = \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H + cD, \text{ δηλαδή} \quad (7)$$

Συνολικό ετήσιο κόστος αποθέματος = Κόστος παραγγελίας + κόστος διατήρησης + κόστος κτήσης

Ο χρόνος παράδοσης της παραγγελίας (lead time) δηλαδή ο χρόνος από την ημέρα τοποθέτησης της παραγγελίας στον προμηθευτή και της στιγμής που είναι παραδοτέα την αποθήκη, είναι εκείνος που καθορίζει το χρονικό σημείο όπου θα γίνει η παραγγελία ώστε να μην προκύψουν ελλείψεις στο απόθεμα.

Το σημείο αναπαραγγελίας (ROP) εκφράζεται ως εξής:

ROP = Ζήτηση ανά ημέρα x χρόνος παράδοσης μίας νέας παραγγελίας σε ημέρες

$$ROP = d \times L \quad (8)$$

Όμως θα χρειαστεί να προσθέσουμε και ένα απόθεμα ασφαλείας στην εξίσωση το οποίο θα ορίσουμε ως ss, επομένως

$$ROP = d \times L + ss \quad (9)$$

d είναι η ημερήσια ζήτηση, και προκύπτει από την διαίρεση της συνολικής ζήτησης με τον αριθμό των εργάσιμων ημερών ανά έτος

$$d = \frac{D}{\text{αριθμός εργάσιμων ημερών ανά έτος}} \quad (10)$$

Το μοντέλο EOQ εφαρμόζεται για τις παραγγελίες των β υλών που αφορούν τους πελάτες συμβολαίων όπου η ζήτηση είναι σταθερή. Όμως έχει παρατηρηθεί ότι τα συμβόλαια αφορούν ποσότητες οι οποίες είναι οι αυτές που έχει προβλέψει ο πελάτης και στην πραγματικότητα διαφοροποιούνται. Επομένως μιλάμε για αβεβαιότητα στην ζήτηση των προϊόντων επομένως και των β υλών.

Το επόμενο βήμα για να μπορέσουμε να αφουγκραστούμε αυτή την παρατήρηση είναι να εντάξουμε την αβεβαιότητα της ζήτησης στην εξίσωση του τελικού κόστους αποθέματος.

Μελετώντας τα δεδομένα της ζήτησης για την ομάδα των β υλών με όμοια χαρακτηριστικά που αναλύθηκαν παραπάνω, η ζήτηση ακολουθεί τριγωνική κατανομή με ελάχιστη, μέγιστη και πιθανά προκείμενη τιμή. Επομένως θα αντικαταστήσουμε το D και αντί για σταθερή τιμή θα είναι μία τριγωνική κατανομή.

Στο μοντέλο της EOQ έχουμε προσθέσει ένα απόθεμα ασφαλείας σε περίπτωση που ο χρόνος παράδοσης δεν είναι σταθερός. Η συνέπεια στον χρόνο παράδοσης εξαρτάται από παράγοντες όπως η αξιοπιστία του προμηθευτή, τα δρομολόγια διανομής αλλά και από παράγοντες που δεν μπορούν να προβλεφθούν. Γι' αυτό θα λέγαμε ότι και ο χρόνος παράδοσης (lead time) εμπεριέχει έντονα το στοιχείο της αβεβαιότητας.

Η ενσωμάτωση της αβεβαιότητας του lead time στον υπολογισμό του κόστους αποθέματος μπορεί να γίνει με αντικατάσταση μίας σταθερής τιμής με τριγωνική κατανομή, με ελάχιστη, μέγιστη και πιθανά προκειμένη τιμή. Όμοια δηλαδή όπως ορίσαμε την κατανομή πιθανότητας για την ζήτηση.

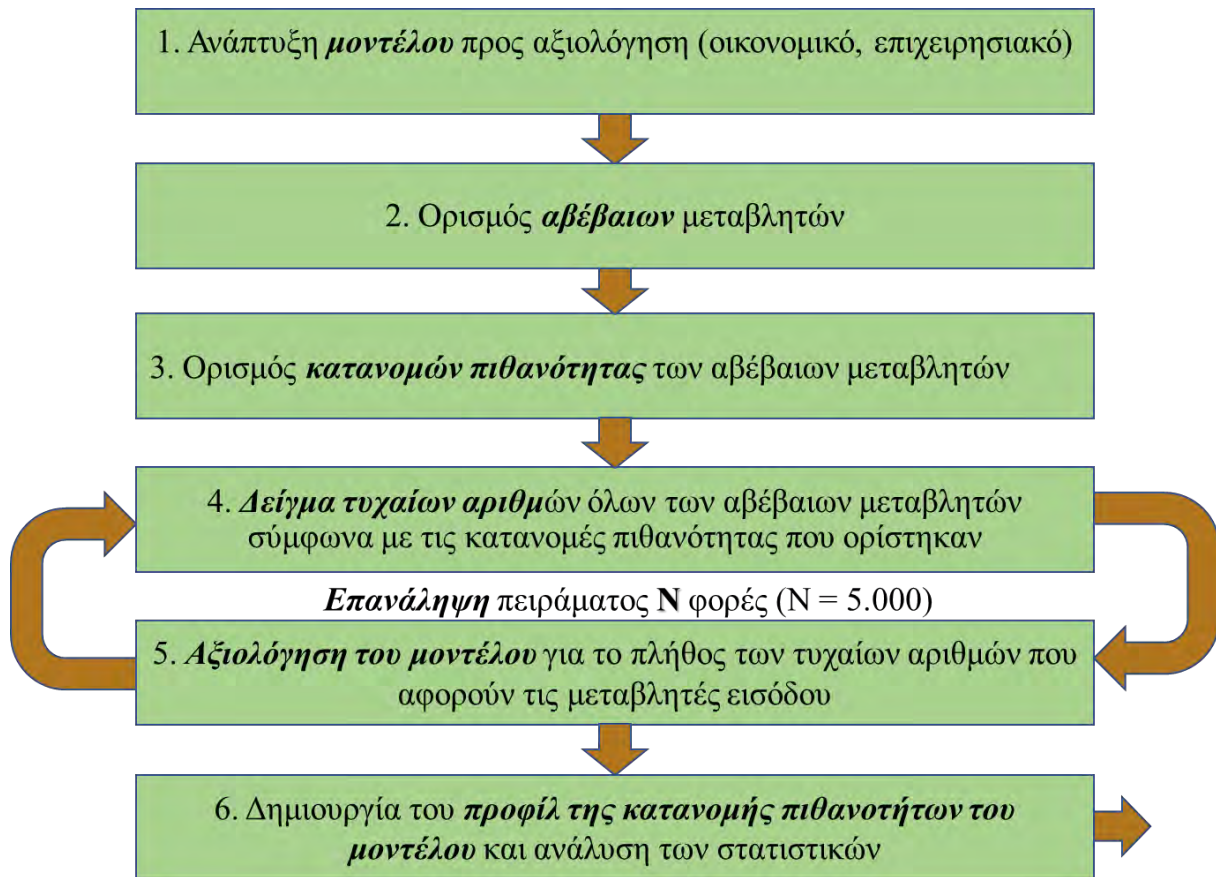
Επίσης η σταθερή τιμή απόκτησης της μονάδας αντικαταστάθηκε με την κατανομή pert (όπου υπάρχει διακύμανση της τιμής αλλά με όρια).

Η επιχείρηση έχει συλλέξει προσφορές και έχει επιλέξει για προμηθευτή της εκείνον που έχει προσφέρει την χαμηλότερη τιμή αγοράς. Η απόφαση του τμήματος προμηθειών έχει παρθεί λαμβάνοντας υπόψη την χαμηλότερη τιμή κόστους καθώς και τον τρόπο πληρωμής στον προμηθευτή.

Κατόπιν συλλογής των δεδομένων που αφορούν την ζήτηση για τις β ύλες, η έρευνα επεκτάθηκε στην τιμή αγοράς της μονάδας των β υλών. Όντως ο προμηθευτής από τον οποίο προμηθεύεται αυτήν την περίοδο η επιχείρηση τις β ύλες είναι ο φθηνότερος και εφ' εξής θα αναφέρεται ως προμηθευτής Α.

Ανατρέχοντας στα αρχεία των προσφορών υπήρξε ένας άλλος προμηθευτής, εφ' εξής θα αναφέρεται ως προμηθευτής Β ο οποίος υπήρξε στο παρελθόν ο κύριος προμηθευτής αλλά λόγω υψηλότερης τιμής από τον προμηθευτή Α, δεν διατήρησε την θέση του κύριου προμηθευτή.

Τα βήματα για την διαδικασία ανάλυσης αβεβαιότητας με την χρήση μεθόδου Monte Carlo, παρουσιάζονται στο σχήμα 4.3.2.



Σχήμα 4.3.2 Βήματα διαδικασίας ανάλυσης αβεβαιότητας με την χρήση μεθόδου Monte Carlo

4.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Αρχικά το μοντέλο διαμορφώθηκε ως εξής για την β' ύλη του χαρτοκιβωτίου για τον προμηθευτή Α.

Το μοντέλο της EOQ εφαρμόστηκε αρχικά στα δεδομένα τα οποία έχουν συλλεγεί με σταθερή ζήτηση και χρόνο παράδοσης. Οι γνωστές μεταβλητές ήταν η ετήσια ζήτηση $D=120.000$ μονάδες (χαρτοκιβώτια), ο χρόνος παράδοσης (lead time) = 7 ημέρες και το απόθεμα ασφαλείας $ss=500$ μονάδες, η τιμή αγοράς $c=0,285\text{€}$, το κόστος διατήρησης μία μονάδας χαρτοκιβωτίου $H=0,04275\text{€}$ (ως ποσοστό 15% του κόστος κεφαλαίου c μίας μονάδας χαρτοκιβωτίου).

Επιθυμητός (ανεκτός) χρόνος παράδοσης έχουν οριστεί οι 7 ημέρες ώστε να μην δημιουργούνται προβλήματα στην ροή του εφοδιασμού στο επόμενο στάδιο.

Τα υπόλοιπα μεγέθη υπολογίστηκαν βάση των εξισώσεων που ισχύουν για το EOQ μοντέλο.

Προμηθευτής Α

Συγκεντρωτικά παρουσιάζονται τιμές των όλων μεγεθών πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 4.4.1, Μεγέθη και τιμές του EOQ του προμηθευτή Α).

Πίνακας 4.4.1 , Μεγέθη και τιμές του EOQ του προμηθευτή Α

ΠΡΟΙΟΝ Β-ΧΑΡΤΟΚΙΒΩΤΙΑ (σταθερά D & L) ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ Α	
Ετήσια Ζήτηση(D)	120.000 τμχ
Lead Time (L)	7 ημέρες
c	0,285 €
H	0,04275 €
ss	500 τμχ
Q	6701,663 τμχ
T	0,055847
N	17,906
ROP	2970,588 τμχ
S	8 €
TC	34.486,50€

Θέλοντας να εισάγουμε την αβεβαιότητα στο μοντέλο της EOQ για τον υπολογισμό του κόστους αποθέματος για τα χαρτοκιβώτια τα στοιχεία που θα προκύψουν για τις μεταβλητές της ζήτησης (D), του χρόνου παράδοσης (lead time) και της τιμής αγοράς της μονάδας (τιμή ανά τεμάχιο χαρτοκιβωτίου), παρουσιάζονται στον πίνακα 4.4.2.

Πίνακας 4.4.2 Αβεβαιότητα Ζήτησης και Χρόνου παράδοσης προμηθευτή Α

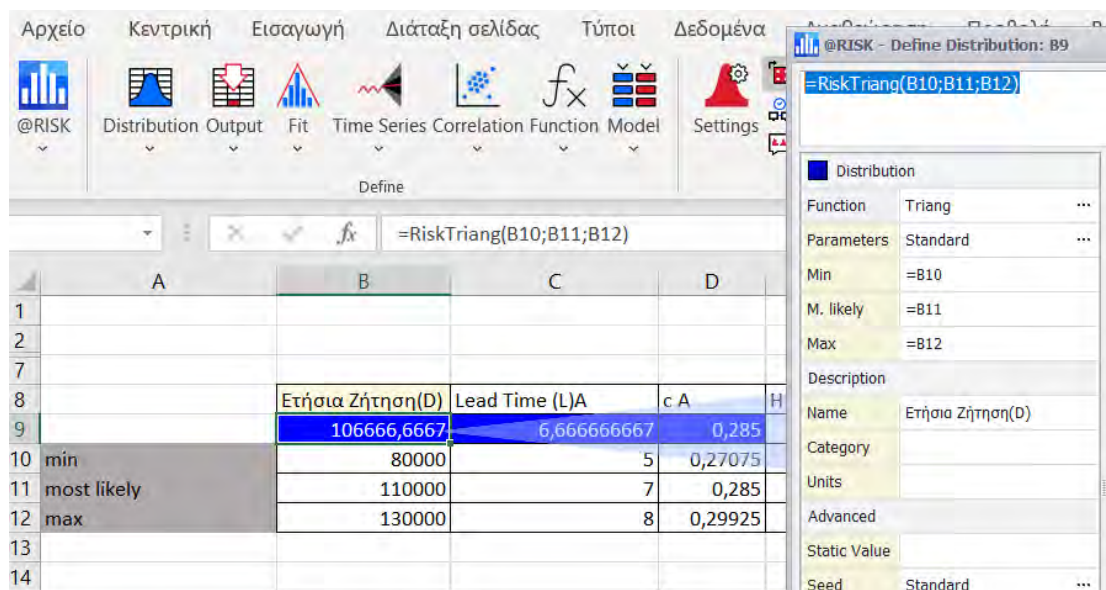
	Ετήσια Ζήτηση(D) Α	Lead Time (L) Α	c Α
	<i>τριγωνική κατανομή</i>	<i>τριγωνική κατανομή</i>	<i>κατανομή pert</i>
min	80000	5	0,27075
most likely	110000	7	0,285
max	130000	8	0,29925

Με την βοήθεια του εργαλείου @Risk στο excel, και ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα πραγματοποιήθηκαν πειράματα με την μέθοδο Monte Carlo.

Βήματα προσομοίωσης και ρυθμίσεις προσομοίωσης

1. Προσδιορισμός INPUT : Ορίσουμε τις κατανομές πιθανοτήτων για τις μεταβλητές της ζήτησης (τριγωνική κατανομή), του χρόνου παράδοσης (τριγωνική κατανομή) και της τιμής αγοράς μονάδας (κατανομή pert).
2. Προσδιορισμός OUTPUT : Επιλέγοντας το κελί στο οποίο επιθυμούμε να έχουμε το αποτέλεσμα εν προκειμένω το κελί του συνολικού κόστους αποθέματος TC A και το ορίζουμε ως output με στατιστικό αποτέλεσμα του μέσου όρου του συνόλου των επαναλήψεων του πειράματος.
3. Προσομοίωση. Πριν πατήσουμε την προσομοίωση για να λάβουμε αποτελέσματα θα πρέπει να ορίσουμε τις επαναλήψεις της προσομοίωσης. Η επιλογή των επαναλήψεων συγκεκριμένα έγινε για 5000 φορές. Οπότε μετά από 5000 επαναλήψεις του πειράματος, έχουμε τα αποτελέσματα που θα παρουσιαστούν στην συνέχεια. Όσες περισσότερες φορές «τρέξουμε» την προσομοίωση δηλαδή επαναλάβουμε το πείραμα η ακρίβεια των αποτελεσμάτων μεγαλώνει.

Παρακάτω απεικονίζεται ένα τμήμα από την οθόνη όπου φαίνεται πως από το κελί της ζήτησης (D) προσδιορίστηκε ως triang δηλαδή τριγωνική την κατανομή της μεταβλητής D με min τιμή ίση με το κελί B10(80.000 τεμάχια) , max τιμή ίση με το κελί B12(130.000 τεμάχια) και πιθανά προσκείμενη τιμή ίση με το κελί B11 (110.000 τεμάχια). (Σχήμα 4.4.1 Εισαγωγή κατανομής της ζήτησης).



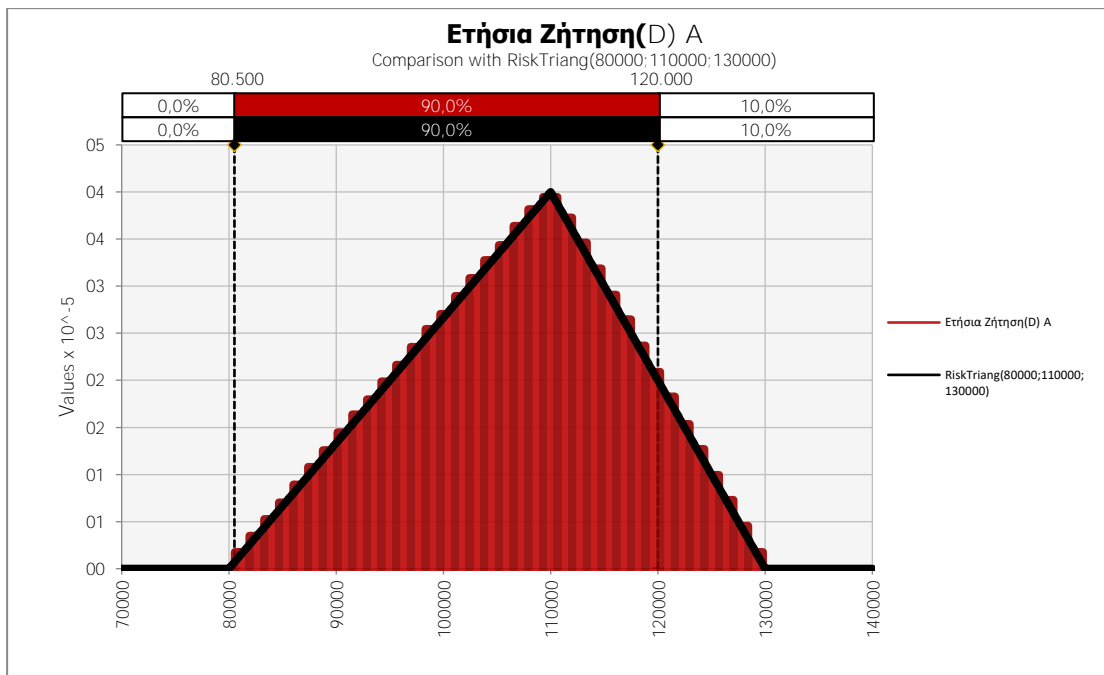
Σχήμα 4.4.1 Εισαγωγή κατανομής της ζήτησης

Ομοίως έγινε για το κελί του χρόνου παράδοσης, αντικαταστάθηκε με τριγωνική κατανομή με τις τιμές min 5 ημέρες, max 8 ημέρες και πιο πιθανός χρόνος παράδοσης τις 7 ημέρες.

Αναφορικά με την τιμή αγοράς της μονάδας (τεμαχίου) χαρτοκιβωτίου η οποία συμβολίζεται ως c, έχει εισαχθεί στο κελί η κατανομή pert όπου η τιμή min, max και πιο πιθανή έχουν μεταξύ τους μία απόκλιση της τάξεως του 5% όπου είναι συνήθως το ποσοστό διαφοροποίησης που μπορεί να προκύψει από την αλλαγή τιμής του χαρτιού. Η τιμή του χαρτιού μεταβάλλεται και τα όρια στα οποία κινούνται οι ανατιμολογήσεις του προμηθευτή είναι συνήθως $\pm 5\%$ στην διάρκεια του έτους.

Ανάλυση της ζήτησης προμηθευτής A

Μετά από την πραγματοποίηση της προσομοίωσης για τα δεδομένα του προμηθευτή A η κατανομή πιθανοτήτων της ετήσιας ζήτησης διαμορφώθηκε ως εξής:

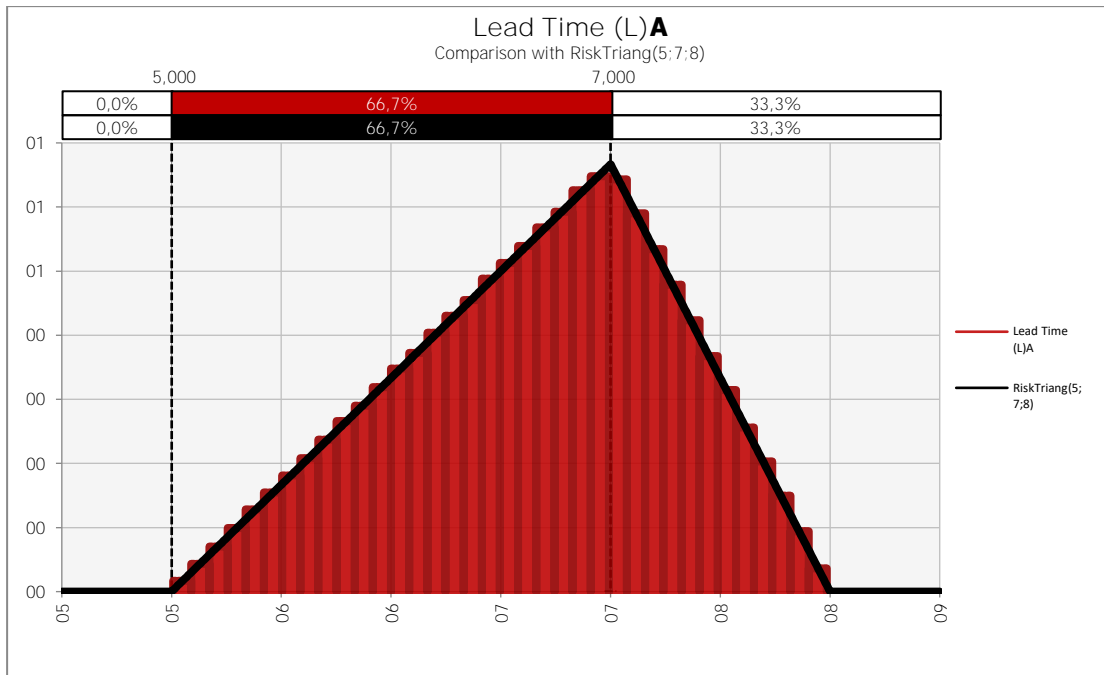


Διάγραμμα 4.4.2, Ετήσια Ζήτηση μετά την προσομοίωση

Από την γραφική απεικόνιση της ζήτησης (Διάγραμμα 4.4.2, Ετήσια Ζήτηση μετά την προσομοίωση) μετά την προσομοίωση παρατηρούμε ότι υπάρχει 90% πιθανότητα η ζήτηση να φτάσει τα 120.000 τεμάχια (η σταθερή τιμή που του μοντέλου της EOQ). Υπάρχει επομένως ένα ποσοστό πιθανότητα της τάξεως του 10% η ζήτηση να υπερβεί τις 120.000 τεμάχια που αρχικά είχαμε θεωρήσει ως σταθερή και γνωστή. Επομένως υπάρχει το ενδεχόμενο να προκύψουν ελλείψεις στα χαρτοκιβώτια και να μην μπορεί να προχωρήσει η παραγωγή του προϊόντος, με συνέπειες όπως η δυσαρέσκεια του πελάτη, απώλεια κέρδους. Το άλλο ενδεχόμενο είναι να πρέπει να προβούμε σε νέες παραγγελίες με άμεση παράδοση και το κόστος αποθέματος να αυξηθεί.

Ανάλυση του χρόνου παράδοσης προμηθευτή A

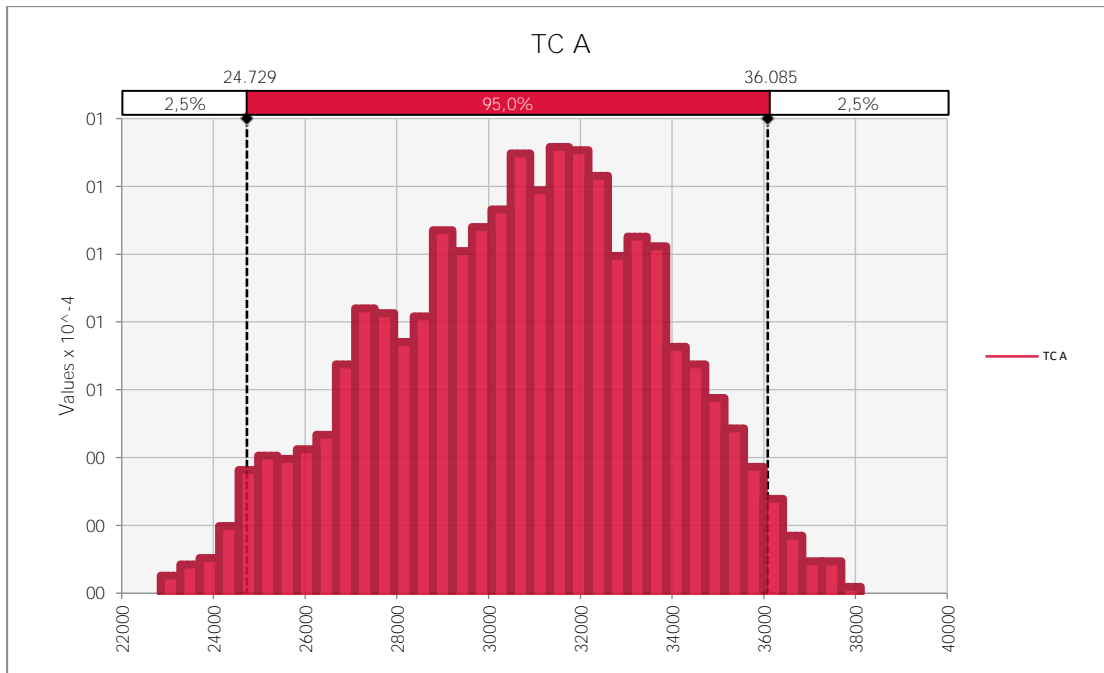
Αρχικά η σταθερή τιμή του χρόνου παράδοσης για τον προμηθευτή A έχει οριστεί στις 7 ημέρες. Τρέχοντας την προσομοίωση η κατανομή του χρόνου απεικονίζεται στο διάγραμμα 4.4.3



Διάγραμμα 4.4.3, Χρόνος Παράδοσης του προμηθευτή Α μετά την προσομοίωση

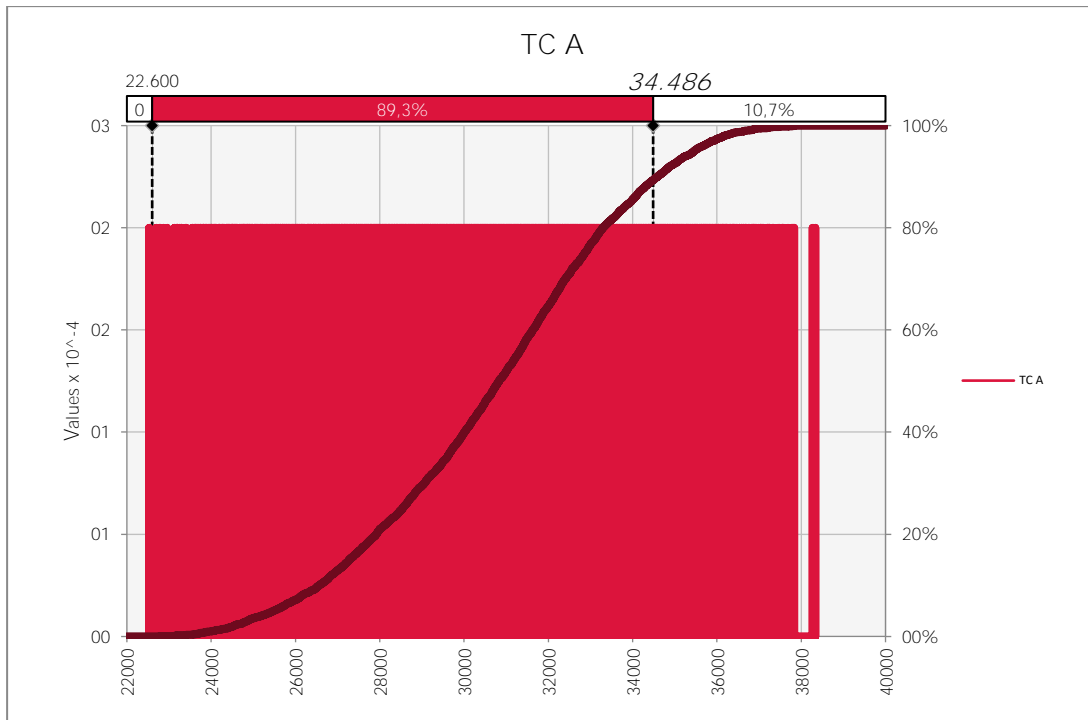
Παρότι ο μικρότερος χρόνος που μπορεί να παραδώσει ο προμηθευτής Α είναι 5 ημέρες, η πιθανότητα να παραδώσει τα χαρτοκιβώτια σε 7 ημέρες είναι 66,7%. Υπάρχει πιθανότητα 33,3% να παραδώσει αργότερα όμως αυτό είναι ικανό να δημιουργήσει αρκετά προβλήματα στην ροή υλικών στην εφοδιαστική αλυσίδα. Είναι ένας εύθραυστος κρίκος της αλυσίδας που μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα στον προγραμματισμό της παραγωγικής διαδικασίας. Το ποσοστό αβεβαιότητας και ανασφάλειας σχετικά με την αρχική θεώρηση του lead time είναι μεγάλο.

Το συνολικό κόστος αποθέματος για τα χαρτοκιβώτια στο οποίο οδηγεί η επιλογή του προμηθευτή Α είναι ότι κατά 95% υπάρχει πιθανότητα να κυμαίνεται μεταξύ 24.729€ και 36.085€ όπως φαίνεται στο διάγραμμα 4.4.4.



Διάγραμμα 4.4.4 Συνολικό κόστος προμηθευτή Α μετά την προσομοίωση πιθανότητα 90%

Συγκριτικά με το συνολικό κόστος λύνοντας το μοντέλο της EOQ με σταθερά μεγέθη (34.486€), το συνολικό κόστος του αποθέματος από τον προμηθευτή Α παρουσιάζει 89,3% πιθανότητα να είναι έως 34.486€. Υπάρχει 10,7% πιθανότητα να υπερβαίνει το κόστος που είχε αρχικά υπολογιστεί άρα κάτι τέτοιο θα μπορούσε να δημιουργήσει προβλήματα στον προϋπολογισμό του τμήματος εφοδιασμού β υλών. Η πιθανότητα αυτή φαίνεται στο διάγραμμα 4.4.5 που ακολουθεί.



Διάγραμμα 4.4.5, Συνολικό κόστος προμηθευτή A μετά την προσομοίωση, σύγκριση με σταθερό L

Σε τι συμπεράσματα θα οδηγούμασταν αν γινόταν μία σύγκριση μεταξύ του προμηθευτή A (τρέχουσα επιλογή της επιχείρησης ως κύριο προμηθευτή της) και του προμηθευτή B ; Τόσο η τιμή αγοράς της μονάδας του χαρτοκιβωτίου όσο και ο χρόνος παράδοσης είναι διαφορεούν.

Προμηθευτής B

Τα δεδομένα που ισχύουν για τον προμηθευτή B παρουσιάζονται στον πίνακα 4.4.3

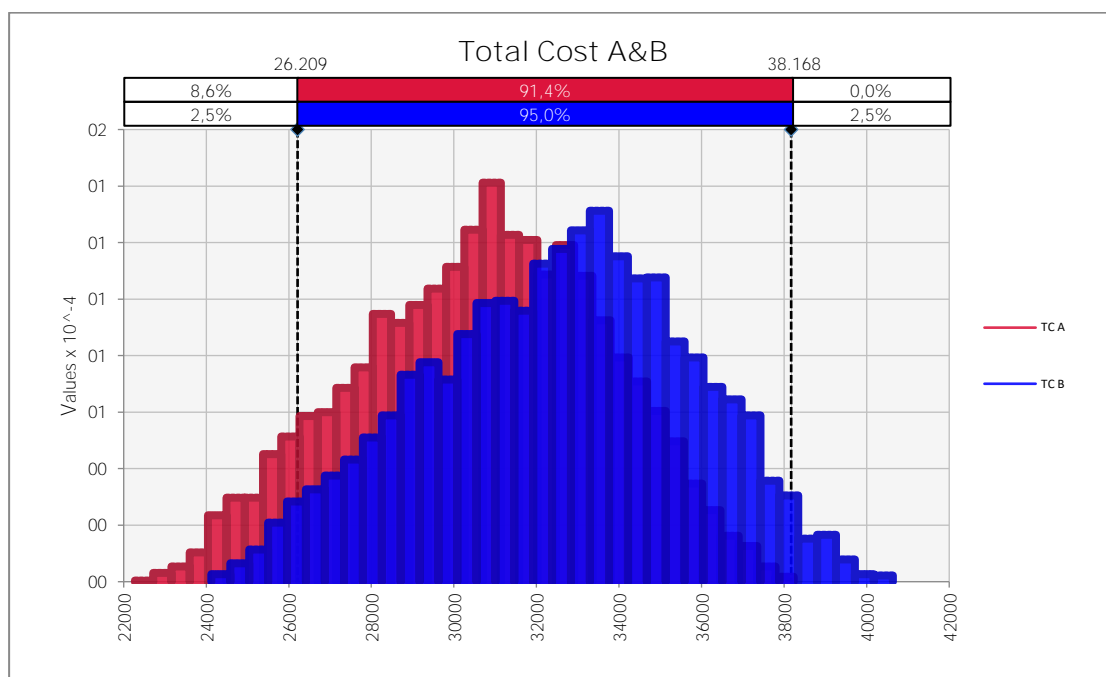
Πίνακας 4.4.3, Αβεβαιότητα Ζήτησης και Χρόνου παράδοσης προμηθευτή B

	Ετήσια Ζήτηση(D) B	Lead Time (L) B	c B
	<i>τριγωνική κατανομή</i>	<i>τριγωνική κατανομή</i>	<i>κατανομή pert</i>
min	80000	4	0,2869
most likely	110000	6	0,302
max	130000	7	0,3171

Σύγκριση συνολικού κόστους αποθέματος προμηθευτή A και B

Αυτό που είναι διακριτό από την απεικόνιση ακόμη (Διάγραμμα 4.4.6, Σύγκριση συνολικού κόστους προμηθευτή A και B μετά την προσομοίωση) είναι ότι το ποσοστό επικάλυψης της κατανομής πιθανότητας για το συνολικό κόστος αποθέματος του A και του B προμηθευτή είναι αρκετά μεγάλο.

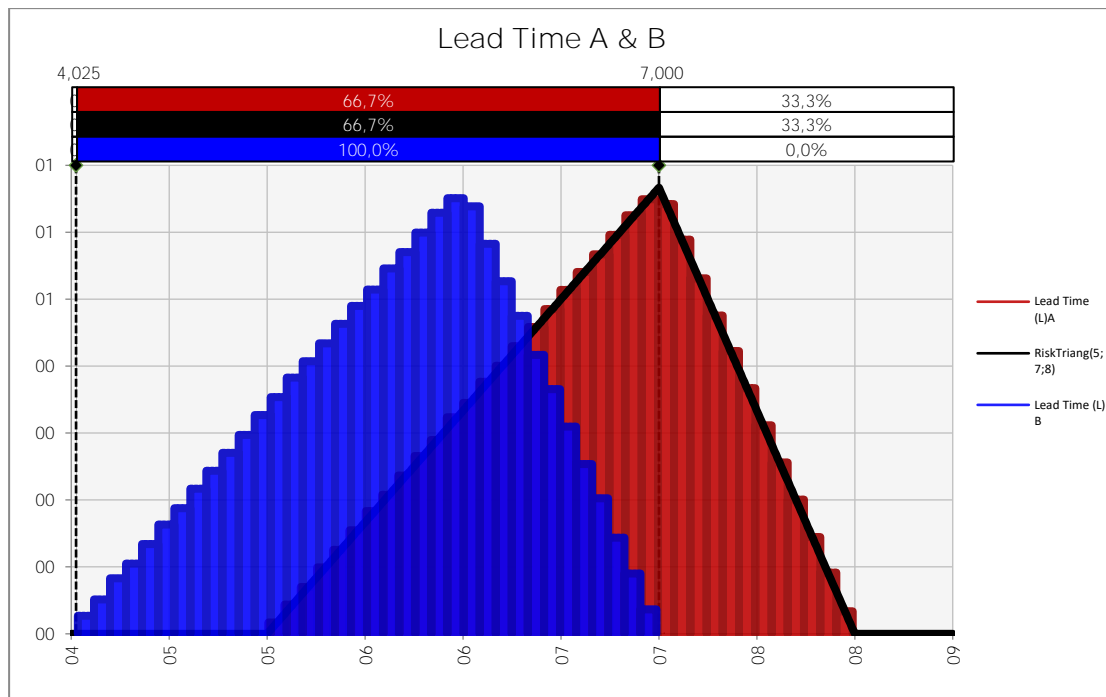
Παρατηρούμε ότι υπάρχει μία μετατόπιση προς τα δεξιά του προμηθευτή B δηλαδή έχει μεγαλύτερη πιθανότητα να εμφανίσει μεγαλύτερο κόστος αποθέματος συγκριτικά με τον προμηθευτή A. Όμως για ένα ποσοστό πιθανότητας 95% για τον προμηθευτή B, η αντίστοιχη πιθανότητα για τον προμηθευτή A είναι 91,4%. Η διαφορά είναι μικρή.



Διάγραμμα 4.4.6, Σύγκριση συνολικού κόστους προμηθευτή A και B μετά την προσομοίωση

Σύγκριση χρόνου παράδοσης προμηθευτή A και B

Άρα θα μπορούσαμε να υποθέσουμε ότι μέχρι στιγμής η σύγκριση των πιθανοτήτων του τελικού κόστους δεν έχει δημιουργήσει κάποιο ενδιαφέρον. Όμως συγκρίνοντας τους χρόνους παράδοσης των προμηθευτών A και B, απεικονίζονται στο σχήμα 4.4.7.



Διάγραμμα 4.4.7, Σύγκριση Lead time προμηθευτή A και B μετά την προσομοίωση

Σύμφωνα με τις παραδοχές ο επιθυμητός χρόνος παράδοσης έχουν οριστεί οι 7 ημέρες ώστε να διασφαλιστεί η εύρυθμη λειτουργία της αλυσίδας εφοδιασμού με τα υλικά συσκευασίας.

Καθώς αντικαταστήσαμε με τριγωνικές κατανομές τους χρόνους παράδοσης των προμηθευτών A και B, μετά την πραγματοποίηση της προσομοίωσης μόνο ο προμηθευτής B καταφέρνει να παραδώσει τα χαρτοκιβώτια στις 7 ημέρες. Ο προμηθευτής A ο οποίος όπως αναφέρθηκε και παραπάνω είναι η επιλογή της επιχείρησης ως κύριος προμηθευτής μπορεί να παραδώσει στον επιθυμητό χρόνο των 7 ημερών με πιθανότητα μόνο 66,70%.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΣΥΝΟΨΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

5.1 ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Μετά την εκτέλεση των προσομοιωμένων δοκιμών για την καθορισμένη διάρκεια (5.000 δοκιμές) τα αποτελέσματα των πιθανοτήτων παρουσιάστηκαν πιο πάνω. Η προσομοίωση έχει εκτελεστεί λαμβάνοντας υπόψη τα επίπεδα υπηρεσιών και άλλες παραμέτρους που ισχύουν για την επιχείρηση. Επίσης, άλλες ενδογενείς και εξωγενείς μεταβλητές εκτός από τους χρόνους παραλαβών και την ζήτηση, υπάρχουν στο πραγματικό σύστημα, το οποίο θα μπορούσαν ενδεχομένως να μεταβάλουν τον αντίκτυπο που προβάλλεται μέσω αυτής της προσομοίωσης.

Η αρχική απαίτηση από μια επιχείρηση είναι να ελαχιστοποιήσει το κόστος των αποθεμάτων της. Αρχικά σύμφωνα με τις συνθήκες λειτουργίας της εφοδιαστικής αλυσίδας στην επιχείρηση, το μοντέλο της Οικονομικής Ποσότητας Παραγγελίας (EOQ) είναι αυτό που ταιριάζει περισσότερο για την συγκεκριμένη ομάδα β υλών που αναφέρθηκε παραπάνω.

Η προσομοίωση του μοντέλου με την εισαγωγή της αβεβαιότητας έδειξε από την αρχή ότι τα αποτελέσματα δεν είναι ίδια με αυτά του μοντέλου με σταθερές μεταβλητές, Είναι πιθανό κατά 10,7% το συνολικό κόστος αποθεμάτων να υπερβαίνει τον αρχικό υπολογισμό. Ποσοστό ικανό να οδηγήσει σε διακριτή απόκλιση κατά την σχεδίαση του προϋπολογισμού του τμήματος προμηθειών β υλών.

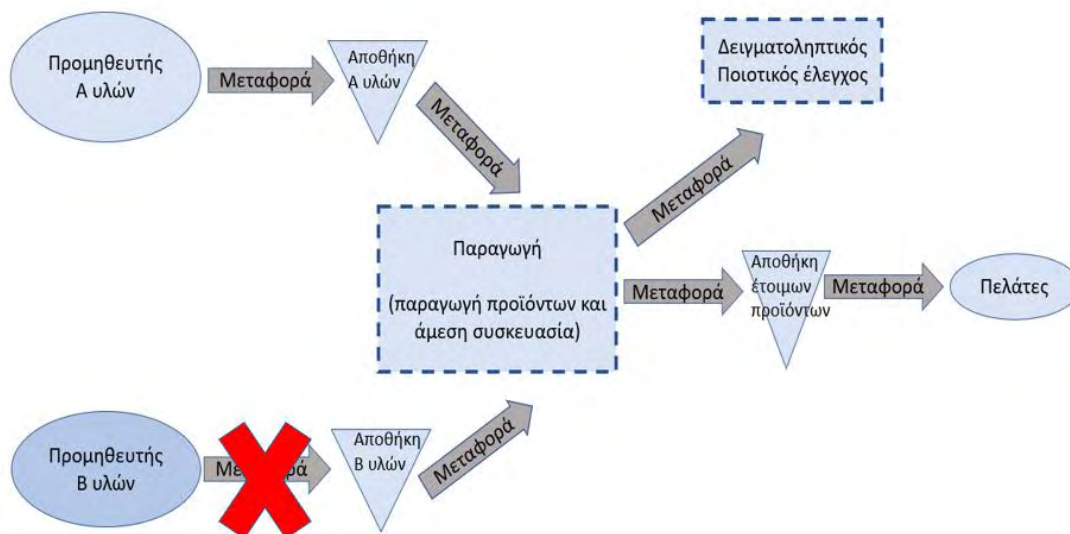
Στην συνέχεια η σύγκριση μεταξύ των προμηθευτών Α και Β , μόνο κατά το συνολικό κόστος αποθέματος οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο προμηθευτής Α διατηρεί μεγαλύτερη πιθανότητα το κόστος να είναι μικρότερο από εκείνο του προμηθευτή Α επομένως η επιλογή τους ως κύριο προμηθευτή των χαρτοκιβωτίων είναι η σωστή.

Λαμβάνοντας όμως υπόψη τον σημαντικό περιορισμό των 7 ημέρων ως επιθυμητό χρόνο παράδοσης, η σύγκριση μεταξύ του προμηθευτή Α και Β λειτουργεί με ένα διαφορετικό τρόπο.

Στο σημείο αυτό οι πιθανότητες να έχει παραδοθεί μία παραγγελία στις 7 ημέρες βαραίνει την απόφαση της επιχείρησης ως προς την επιλογή του κύριου προμηθευτή της. Καθώς η πιθανότητα να συμβεί αυτό για τον προμηθευτή Α είναι 66,7% ενώ για τον προμηθευτή Β είναι 100%.

Η διαφορά είναι αξιοπρόσεκτη αλλά θα μπορούσε κάποιος να πει ότι και πάλι παραμένει πιθανότητα και ότι η ωφέλεια από την χαμηλότερη τιμή που μας προσφέρει ο προμηθευτής Α είναι μεγαλύτερη.

Ας εξετάσουμε το σενάριο όπου ο προμηθευτής Α δεν παραδίδει την παραγγελία στις 7 ημέρες. Ο αντίκτυπος για την επιχείρηση θα είναι διακοπή της εφοδιαστικής αλυσίδας. Όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 5.5.1 Διακοπή Ροής εφοδιασμού της επιχείρησης) η ροή διακόπτεται άρα δεν μπορεί να συνεχίσει στο επόμενο στάδιο.



Σχήμα 5.5.1 Διακοπή Ροής εφοδιασμού της επιχείρησης

Αυτό έχει σοβαρές συνέπειες στον προγραμματισμό της παραγωγικής διαδικασίας. Όπως

- Διακοπή της παραγωγικής διαδικασίας.
- Κόστος εργατικού δυναμικού.
- Έκτακτος προγραμματισμός για να συνεχίσει την λειτουργία η μηχανή επομένως απόθεμα αρκετό σε β ύλες για να συνεχίσει με την παραγωγή διαφορετικού τελικού προϊόντος.
- Δυσaráσκεια εργατών που ειδοποιήθηκαν τελευταία στιγμή να καλύψουν το πόστο.
- Καθυστέρηση εκτέλεσης παραγγελίας.
- Επαναπροσδιορισμός διοχέτευσης του τελικού προϊόντος στο κανάλι διανομής.(αλλαγή προγραμματισμένων ημερομηνιών αποστολή , εκ νέου συνεννόηση με τις ναυτιλιακές αν πρόκειται για εξαγωγή σε τρίτες χώρες κα).

Το κόστος από αυτή την καθυστέρηση στην παράδοση της παραγγελίας είναι μεγάλο, και υπολογίζεται ξεχωριστά σε κάθε στάδιο. Μία παραγωγική μονάδα είναι ανελαστική στην ανοχή του χρόνου παράδοσης διότι ο αντίκτυπος εκτιμάται τόσο στο εσωτερικό περιβάλλον της επιχείρησης αλλά και στο εξωτερικό της περιβάλλον (πελάτες).

Ο βαθμός επιρροής του χρόνου παράδοσης των β' υλών σε μία παραγωγική μονάδα είναι μεγάλος σε ολόκληρη την εφοδιαστική αλυσίδα. Επηρεάζει πολλά τμήματα όπως το τμήμα παραγωγής, το τμήμα πωλήσεων, την διανομή των τελικών προϊόντων και τους πελάτες.

5.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σε αυτή την διπλωματική εργασία, διερευνήθηκε ο αντίκτυπος και ο βαθμός επιρροής που έχουν οι διακυμάνσεις του χρόνου παράδοσης β' υλών σε συνδυασμό με την αβεβαιότητα της ζήτησης σε μία παραγωγική διαδικασία τελικών προϊόντων, στη λειτουργική και οικονομική απόδοση του συστήματος.

Μέσω της επιλογής του κατάλληλου μοντέλου διαχείρισης αποθέματος και προσομοίωσης του μοντέλου σε πραγματικές και επομένως αβέβαιες συνθήκες, προέκυψε το πιθανολογικό προφίλ απόδοσης του συστήματος με σκοπό την μείωση του κόστους των αποθεμάτων παράλληλα με την διασφάλιση της εύρυθμης λειτουργίας της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η επιλογή της επιχείρησης για προμηθευτή/ές β' υλών είναι καθοριστικής σημασίας για την ροή του εφοδιασμού στην παραγωγική διαδικασία. Τα κριτήρια της απόφασης θα πρέπει να στηρίζονται όχι μόνο την τιμή αγοράς, αλλά και στην τήρηση του χρόνου παράδοσης εντός των ανοχών του συστήματος.

Η ερευνητική αυτή προσπάθεια αποτελεί το έναυσμα για την χρησιμοποίηση ενός μεθοδολογικού πλαισίου ανάλυσης των δυσλειτουργιών που συχνά προκύπτουν στον συντονισμό των διαδικασιών του συστήματος παραγωγής και εφοδιασμού της και επηρεάζουν την λειτουργική και οικονομική της απόδοση.

Τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν μέσω της μεθόδου Monte Carlo, μπορούν να επαναληφθούν για να εντάξουν αβεβαιότητα στο σύστημα οποιαδήποτε στιγμή. Στην ουσία στιγμιαία δημιουργούμε συνθήκες, εκτελούμε το πείραμα και μελετάμε τα αποτελέσματα. Η διαφορά με ένα πείραμα που εκτελείται σε κάποιο εργαστήριο είναι ότι οι συνθήκες που

προσομοιώνονται δεν είναι κάθε φορά ίδιες αλλά κατανέμονται σε πιθανότητες να συμβούν. Έτσι μετά την εκτέλεση του πειράματος το αποτέλεσμα κατανέμεται ως πιθανότητα.

Στον επιχειρηματικό κόσμο με τις αβεβαιότητες, τις τάσεις, την μεταβλητότητα, είναι σημαντικό να έχουμε την δυνατότητα να παρατηρήσουμε, να προσομοιώσουμε και να μελετήσουμε τα σενάρια μίας απόφασης πριν την λάβουμε. Ακολουθώντας τα στάδια της προτεινόμενης μεθοδολογίας οι συνέπειες από τις δυσλειτουργίες που προκύπτουν από την αβεβαιότητα είναι πιο εύκολο να αποτυπωθούν και να συνυπολογιστούν πριν παρθεί μία απόφαση που μπορεί να επηρεάσει το σύστημα και όχι αποτιμώντας μία σειρά λάθος χειρισμών μετά την εφαρμογή ενός θεωρητικά ωφέλιμου μοντέλου διαχείρισης του αποθέματος.

Έπειτα από την ολοκλήρωση της ερευνητικής διαδικασίας, η επιλογή της επιχείρησης για έναν κύριο προμηθευτή, εκείνον που προσφέρει χαμηλότερη τιμή αγοράς χρήζει επανεξέτασης διότι εύκολα μπορεί κάποιος να υποθέσει ότι έτσι θα μειωθεί το κόστος αποθεμάτων. Όμως μία προσεκτική μελέτη και προσομοίωση σε πραγματικές συνθήκες, η επιλογή ενός προμηθευτή χρειάζεται να εμπλουτιστεί και με άλλα κριτήρια όπως ο χρόνος παράδοσης των παραγγελιών, του οποίου η σημασία διερευνήθηκε.

Η επιχείρηση θα μπορούσε να εξετάσει την προμήθεια β' υλών από δύο προμηθευτές. Η επιλογή αυτή δρώντας συνδυαστικά διαθέτει την ευελιξία που χρειάζεται ένα σύστημα προμηθειών. Τα οφέλη μίας τέτοιας επιλογής δηλαδή αυτή των πολλών πηγών εφοδιασμού είναι οι εξής:

- Ο ανταγωνισμός μεταξύ των υποψήφιων προμηθευτών θα αυξήσει την θέληση τους για να λάβουν μεγαλύτερο μερίδιο των αγορών, θα προβούν σε καλύτερες προσφορές και έτσι η επιχείρηση ωφελείται.
- Η επιλογή ενός τοπικού προμηθευτή για την εξυπηρέτηση των fast orders, ακόμη και αν είναι πιο ακριβός, θα αυξήσει την πιθανότητα η παράδοση της παραγγελίας να είναι έγκαιρη ώστε να μην χρειαστεί να έχουμε διακοπή της ροής του εφοδιασμού με όλες τις συνέπειες που αναλύθηκαν παραπάνω.
- Η ένταξη αυστηρού όρου με ρήτρες σχετικά με τον χρόνο παράδοσης θα μπορούσε να ασκήσει πίεση στον προμηθευτή ώστε να διατηρεί την αξιοπιστία του ως προς τις παραδόσεις. Ο όρος αυτός θα μπορούσε να γίνει πιο ελαστικός, εντάσσοντας την προειδοποίηση της καθυστερημένης παράδοσης τουλάχιστον κάποιες ημέρες νωρίτερα. Με τον τρόπο αυτό δίνεται στην επιχείρηση ικανός χρόνος αντίδρασης ώστε να τοποθετήσει επείγουσα παραγγελία (fast order) σε άλλον προμηθευτή (προσαύξηση της

τιμής αγοράς) ή να αλλάξει εγκαίρως το πρόγραμμα παραγωγή χωρίς να προκληθούν μεγάλα προβλήματα.

Η μελέτη των ποσοτικών δεδομένων που υπάρχουν στην διάθεση κάθε επιχείρησης, με μεθόδους όπως η προσομοίωση, μπορεί να διαμορφώσει το πλαίσιο μέσα στο οποίο καλείται η επιχείρηση να πάρει στρατηγικές αποφάσεις. Παρόλα αυτά υπάρχει μία δυσκολία στην αποτύπωση των ποιοτικών δεδομένων σε αριθμούς, ώστε να λάβουν το κομμάτι της πίτας που τους αναλογεί στην λήψη αποφάσεων.

Κάποια από αυτά τα ποιοτικά κριτήρια είναι:

- Η ποιότητα των υλικών (πόσα παράπονα έγιναν για τα εισερχόμενα υλικά ετησίως, πόσες επιστροφές λόγω αστοχίας υλικού έγιναν και σε τι ποσότητες;)
- Η ποιότητα της επικοινωνίας μεταξύ των αρμόδιων τμημάτων πωλήσεων και προμηθειών (καθυστερήσεις στην συνεννόηση, ευχάριστο κλίμα επικοινωνίας)
- Προτάσεις για βελτιωμένα υλικά, νέα υλικά. Εξέλιξη της τεχνογνωσίας

Είναι σημαντικό να ενταχθούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά ή η «εντύπωση» που υπάρχει για κάθε υποψήφιο προμηθευτή, με την μορφή ποσοτικών μεγεθών ώστε δια μέσου της σύγκρισης των προμηθευτών, η επιχείρηση να οδηγηθεί στην καλύτερη απόφαση με τεκμήρια.

Το επόμενο βήμα ώστε να απαντήσουμε κρίσιμα ερωτήματα όπως αυτό της επιλογής του καταλληλότερου προμηθευτή είναι να προχωρήσουμε την έρευνα σε μία διαδικασία αναλυτικής ιεράρχησης (AHP). Η AHP είναι μία μέθοδος η οποία στηρίζεται στην ανάλυση του προβλήματος σε μία ιεραρχία κριτηρίων και εναλλακτικών επιλογών, αναλύοντας και ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα.

Η ανάγκη για αποτελέσματα που πλησιάζουν τις πραγματικές συνθήκες του επιχειρηματικού κόσμου και η ανάγκη να αποφευχθεί το ελάττωμα του μέσου όρου, οδήγησε την έρευνα στην εφαρμογή της μεθόδου προσομοίωσης Monte Carlo.

Η χρησιμοποίηση της μεθόδου έγινε για την εκτίμηση του οικονομικού και λειτουργικού κόστους, των δυσλειτουργιών ενός παραγωγικού οργανισμού όπως παρουσιάζονται εξαιτίας της αβεβαιότητας.

Το μη ντετερμινιστικό αποτέλεσμα της εκτίμησης αλλά η αποτύπωση του σε ένα πιθανολογικό προφίλ, καθώς και η δυνατότητα εισαγωγής αβέβαιων μεταβλητών στο μοντέλο οποιαδήποτε στιγμή, αποτυπώνουν την χρησιμότητα της μεθόδου.

Η μελέτη που πραγματοποιήθηκε αφορά την συγκεκριμένη επιχείρηση και αυτό αποτελεί έναν περιορισμό καθώς η γενίκευση των αποτελεσμάτων και σε άλλες επιχειρήσεις ενέχει κινδύνους διασφάλισης της ορθότητας αυτών. Επιπλέον οι τιμές που προσομοιώθηκαν στο μοντέλο είναι πιθανόν να μεταβληθούν και να οδηγήσουν σε διαφορετικά συμπεράσματα.

Παρόλο τους περιορισμούς, η έρευνα παρουσιάζει έναν νέο τρόπο προσέγγισης της αξιολόγησης ενός παραγωγικού συστήματος σε συνθήκες αβεβαιότητας.

Πρόκειται για μία συστημική μέθοδο εκτίμησης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο λήψης αποφάσεων. Συνίσταται η επέκταση της έρευνας σε άλλες επιχειρήσεις προς διεύρυνση των συμπερασμάτων συνδυάζοντας την μελέτη τόσο ποσοτικών όσο και ποιοτικών δεδομένων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βιδάλης Μ.,2009,Εφοδιαστική – Logistics Μια ποσοτική μέθοδος, Αθήνα: Κλειδάριθμος.
- Λάιος Λ.,(2016), «Inventory management: επίδραση στη κερδοφορία», <http://humantec.gr/el/how-to/scm/inventory-management-epidراسi-sti-kerdoforia> (προσπελάστηκε 07/08/2020)
- Aguilar-Saven, R.S. (2004). Business process modelling: Review and framework. *International Journal of Production Economics*, 90
- Alfred L. Guiffrida, Mohamad Y. Jaberb, (2008), “*Managerial and economic impacts of reducing delivery variance in the supply chain*”, ScienceDirect, *Applied Mathematical Modelling* 32 (2008) 2149–2161
- Begen M.,Pun H.,Yan X., 2016, Supply and demand uncertainty reduction efforts and cost comparison, Research Gate
- Bermedo J, Calinescu A, Efstathiou I, Schirn J, (1997) “*Dealing With Uncertainty In Manufacturing: The Impact On Scheduling*”, *Proceedings of the Thirty-Second International Matador Conference*
- Chan, C., Kingsman, B. & Wong H. (1999). The value of combining forecasts in inventory management – A Case study in banking. *European Journal of Operational Research*. 117(2); P. 199:210.
- Costa, M. T. & Ferreira, J. S. (1999), “A simulation analysis of sequencing rules in a flexible flowline”, *European Journal of Operational Research*, 119
- Guillaume R., Thierry C., Grabot B., (2011), “MRP with imprecise demand and uncertain lead time”, *EUSFLAT-LFA*
- Gupta, V., & Seth, D., (2007). Application of value stream mapping for lean operations and cycle time reduction: An Indian case study. *Production Planning & Control*.16 (1); P. 44:59.
- Heizer J, Render B., Munson C,2020, Διοίκηση Λειτουργιών-Βιωσιμότητα και Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας, Broken Hill Publishers.
- Humphreys B., Maccini L, Schuhc S, (2001),” *Input and output inventories*”, *Journal of Monetary Economics* ,Volume 47, Issue 2, P 347-375

- Ionescu L, Toma M, Founanou M., (2018), “*Applied Analysis of the Impact of Inventory Valuation Methods on the Financial Situation and Financial Performance*”, Valahian Journal of Economic Studies, Volume 9 (23) , Issue 1
- Jafar Heydari, Yousef Norouzinassab, (2016), “*Coordination of pricing, ordering, and lead time decisions in a manufacturing supply chain*”, Journal of Industrial and Systems Engineering Vol. 9, special issue on supply chain, pp 1 – 16
- Lester R.(2017), “What is Lead Time, why is it important, and how do you reduce it?”, <https://www.linkedin.com/pulse/what-lead-time-why-important-how-do-you-reduce-roland-lester>, (accessed 03/08/2020)
- Muller M., 2011, Essentials of Inventory Management, Amacom
- Ouyang, L., and Chuang, B., (2000). A periodic review inventory model of involving variable lead time with a service level constraint. International Journal of Systems Science, 31(10); P. 1209:1215.
- P.W, Szechtman, Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo Methods 2000, 2003, ResearchGate
- Ranga V. Ramasesh, (1991), “*Procurement under uncertain supply lead times - A dual- sourcing technique could save costs*”, Elsevier, Engineering Costs and Production Economics, 2 1 (199 1) 59-68 59
- Reina Angkiriwang, I Nyoman Pujawan and Budi Santosa, (2014), “*Managing uncertainty through supply chain flexibility: reactive vs. proactive approaches*”, Production & Manufacturing Research: An Open Access Journal, Vol. 2, No. 1, 50–70
- Siderova S, (2018), “Quantifying the Uncertainty: Monte Carlo Simulation”, <https://getnave.com/blog/monte-carlo-simulation/>, (accessed 10/08/2020)
- Zbigniew M, Nielsen P, Nielsen I.,(2017), “The impact of stochastic lead times on the bullwhip effect – a theoretical insight”, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21693277.2018.1484822>, (accessed 07/08/2020)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Σημείο αναπαραγγελίας (ROP) προμηθευτή Α και Β



Outputs

Report:

Summary Statistics Report

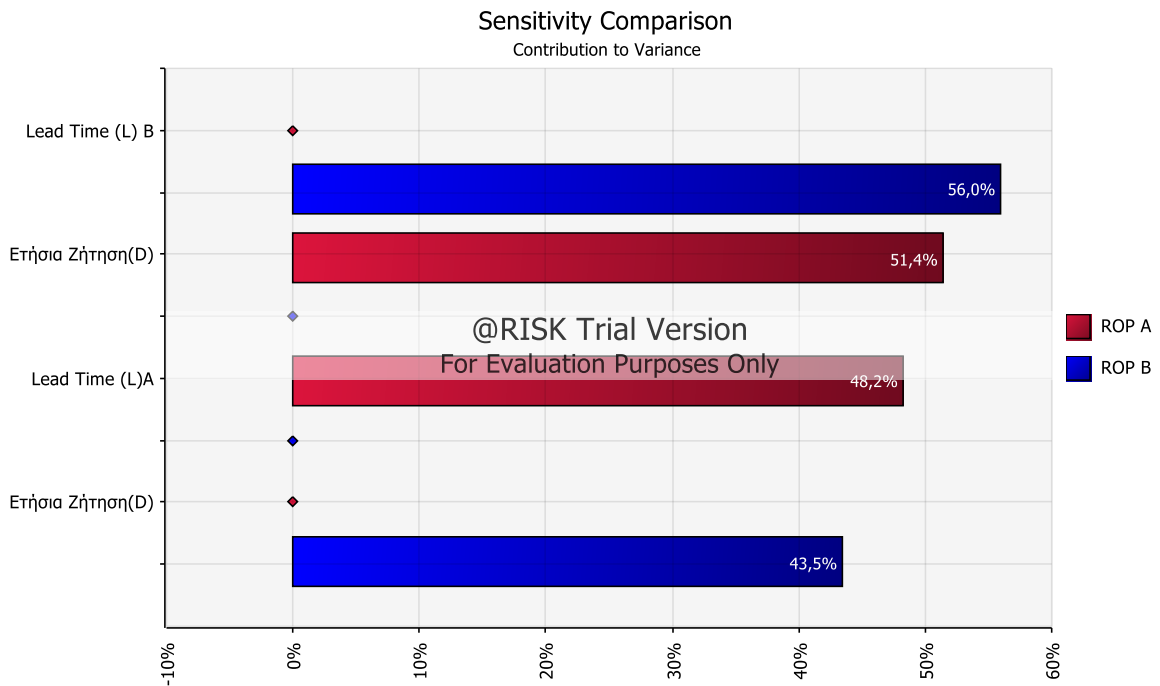
Performed By:

user

Date:

Summary Statistics									
Output	Cell	Graphs	Function	Minimum	Maximum	Mean	Std Dev	5%	95%
ROP A	J9		RiskOutput(ROP A)	1817,678584	3476,397477	2591,525311	282,0140201	2127,959753	3064,006374
ROP B	X9		RiskOutput("ROP B")	1576,627577	3100,897657	2277,628751	260,0878844	1851,504456	2710,602225

Ανάλυση ευαισθησίας σημείου αναπαραγγελίας (ROP) προμηθευτή Α και Β



Συνολικό κόστος αποθέματος προμηθευτή Α (μεταβλητές και αποτελέσματα)



TC A - L9

Report:

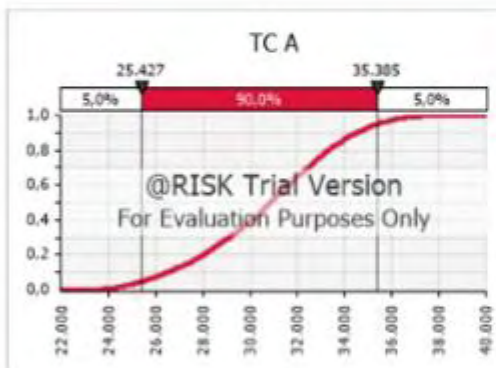
Performed By:

Date:



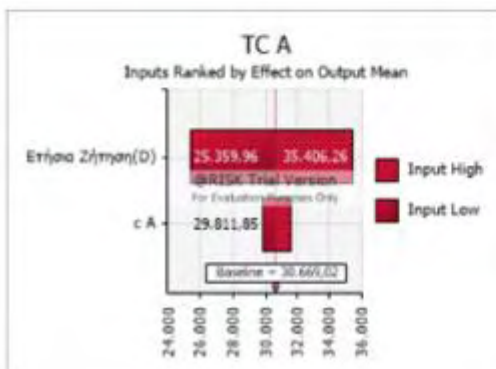
Summary Statistics

Statistic	Value
Minimum	22.446,28
Maximum	38.394,33
Mean	30.669,02
Std. Deviation	2.990,22
Variance	8.941.416
Skewness	-0,1653
Kurtosis	2,4543
Median	30.842,84
Mode	31.884,52
Left X	25.427,45
Left P	5%
Right X	35.385,46
Right P	95%



Percentiles

Percentile	Value
1%	24.066,64
2,5%	24.716,88
5%	25.427,45
10%	26.462,64
20%	27.979,91
25%	28.539,44
50%	30.842,84
75%	32.846,83
80%	33.303,58
90%	34.507,06
95%	35.385,46
97,5%	36.064,93
99%	36.807,60



Change in Output

Rank	Name	Lower	Upper
1	Ετήσια Ζήτηση(D)	25.359,96	35.406,26
2	c A	29.811,85	31.578,22

Συνολικό κόστος αποθέματος προμηθευτή Β (μεταβλητές και αποτελέσματα)

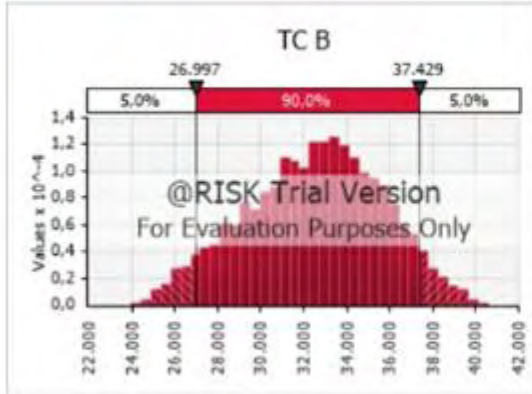


TC B - Z9

Report:

Performed By:

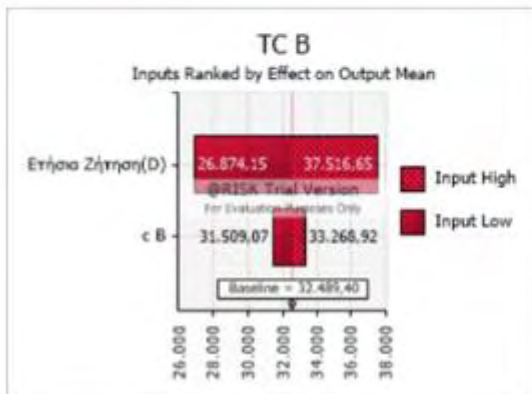
Date:



Summary Statistics	
Statistic	Value
Minimum	23.959,50
Maximum	40.572,72
Mean	32.489,40
Std. Deviation	3.159,99
Variance	9.985,515
Skewness	-0,1599
Kurtosis	2,4561
Median	32.673,27
Mode	32.883,33
Left X	26.997,24
Left P	5%
Right X	37.429,28
Right P	95%



Percentiles	
Percentile	Value
1%	25.501,79
2,5%	26.192,19
5%	26.997,24
10%	28.105,04
20%	29.640,98
25%	30.280,48
50%	32.673,27
75%	34.794,82
80%	35.319,88
90%	36.537,55
95%	37.429,28
97,5%	38.241,16
99%	39.053,14



Change in Output			
Rank	Name	Lower	Upper
1	Ετήσια Ζήτηση(D)	26.874,15	37.516,65
2	c B	31.509,07	33.268,92

Τα μεγέθη προσομοίωσης και τα αποτελέσματα



Inputs

Report: Detailed Statistics Report

Performed By: user

Date:

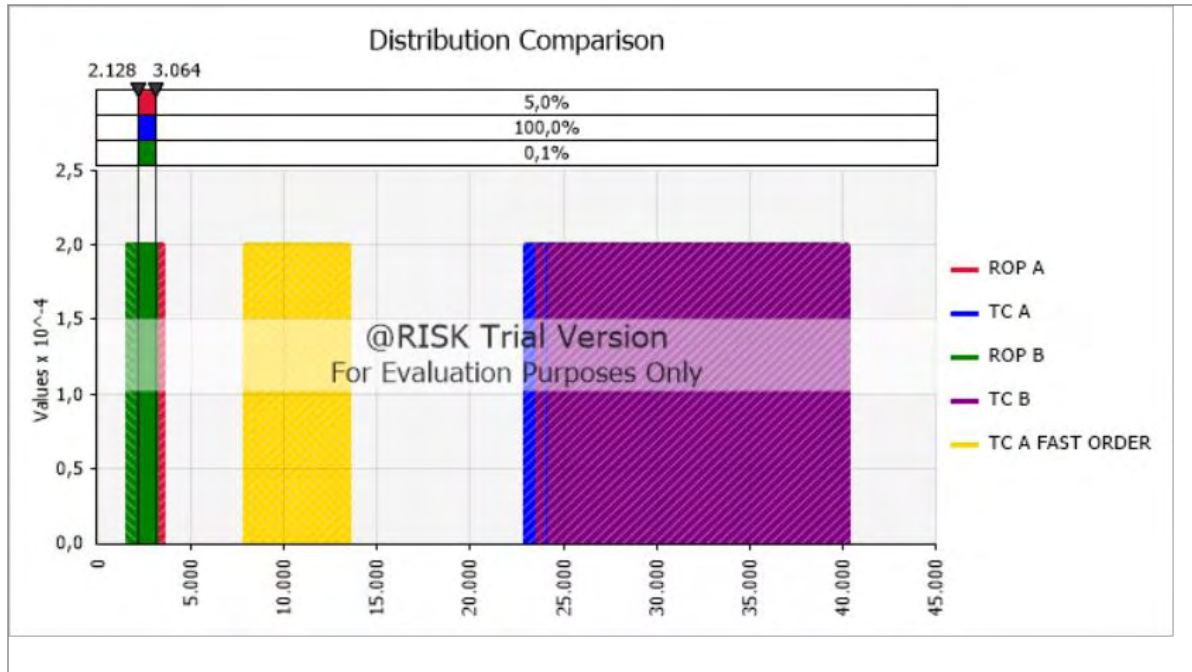
Input	Ετήσια Ζήτηση(D)	Lead Time (L)A	c A	Ετήσια Ζήτηση(D)	Lead Time (L) B	c B	Ετήσια Ζήτηση(D)
Function	RiskTriang(B10; B11; B12)	RiskTriang(C10; C11; C12)	RiskPert(D10; D11; D12; RiskStatic(0,285))	RiskTriang(P10; P11; P12)	RiskTriang(Q10; Q11; Q12)	RiskPert(R10; R11; R12)	RiskTriang(B17; B18; B19)
Graphs							
Cell	B9	C9	D9	P9	Q9	R9	B16
Statistic							
Minimum	80202,80638	5,034263359	0,271327401	80396,83507	4,013488476	0,287321296	25512,85807
Maximum	129745,2964	7,97784824	0,298839229	129625,2225	6,991375463	0,316622143	41164,69031
Mean	106666,5773	6,666669338	0,285000077	106666,7239	5,666675801	0,301999989	33813,35752
Mode	109368,3361	6,997484035	0,284923976	109622,7197	6,012609151	0,301597222	34909,91386
Std. Deviation	10275,13429	0,623666189	0,005386634	10275,0399	0,623671429	0,005708074	3257,194336
Variance	105578384,682	00,000	2,902E-008	105576445,042	00,000	3,258E-008	10609314,940
Skewness	-0,1914	-0,3056	0,0002	-0,1913	-0,3055	0,0000	-0,1913
Kurtosis	2,4008	2,4005	2,3342	2,4006	2,4008	2,3345	2,4006
Errors	0	0	0	0	0	0	0
Percentiles							
1%	83836,6496	5,243975143	0,27374486	83841,02008	4,24424949	0,290087312	26586,08965
3%	86106,05928	5,386822468	0,274920075	86102,38423	4,386475489	0,291327828	27296,09188
5%	88659,91274	5,547656049	0,276142149	88652,0357	4,54707656	0,292607593	28104,79647
10%	92246,57536	5,77384522	0,277773737	92238,30594	4,774214552	0,294343543	29239,64466
20%	97317,59616	6,095337909	0,280056478	97316,67505	5,094922447	0,296762915	30850,06785
25%	99364,72747	6,224331391	0,280990634	99360,69135	5,224269448	0,297753922	31496,32295
50%	107380,7455	6,732047295	0,284998226	107381,0695	5,731759794	0,301999055	34041,09758
75%	114185,8591	7,133732181	0,28900537	114183,7848	6,13367165	0,306242711	36196,21342
80%	115854,3247	7,225223678	0,289939728	115856,0606	6,225033796	0,307235695	36725,45998
90%	119995,7918	7,452099108	0,292218638	119995,4503	6,45211374	0,309647474	38038,18835
95%	122919,4634	7,61269665	0,293855757	122920,5598	6,612055772	0,311383254	38964,03074
98%	124985,0851	7,726093491	0,295066023	124984,2605	6,72506195	0,312661637	39621,39401
99%	126829,942	7,82604267	0,296226643	126818,6318	6,825850779	0,313905818	40199,70861
Filters							
Minimum							
Maximum							
Type							
# Values Filtered	0	0	0	0	0	0	0

Αποτελέσματα-Διακριτές πιθανότητες



Outputs

Report: Overlay Outputs Report
 Performed By:
 Date:



Summary Statistics for Outputs

Statistic	ROP A	TC A	ROP B	TC B	TC A FAST ORDER
Cell	J9	L9	X9	Z9	L16
Minimum	1817,678584	22934,65926	1576,627577	23619,83959	7953,563246
Maximum	3476,397477	38142,97466	3100,897657	40272,90102	13458,86233
Mean	2591,525311	30670,47663	2277,628751	32492,38369	10759,88694
Std. Deviation	282,0140201	3005,809417	260,0878844	3189,260814	1049,269327
Variance	79531,908	9034890,251	67645,708	10171384,539	1100966,120
Skewness	0,0464	-0,1508	0,0465	-0,1661	-0,1724
Kurtosis	2,5665	2,4347	2,5388	2,4079	2,4237
Median	2590,596549	30834,31821	2273,435211	32678,03752	10835,73961
Mode	2755,40576	31572,43725	2413,792088	33070,62501	11077,13851
1%	1983,409166	24029,26403	1718,201506	25477,20958	8458,645135
3%	2068,055249	24762,11331	1789,829949	26091,57677	8691,122485
5%	2127,959753	25449,84782	1851,504456	26988,5387	8924,870544
10%	2219,349784	26465,13603	1935,679469	28012,91866	9282,377605
20%	2340,460125	27968,62199	2044,697009	29584,4913	9808,807545
25%	2387,167663	28560,78636	2086,370283	30172,3993	10008,16303
50%	2590,596549	30834,31821	2273,435211	32678,03752	10835,73961
75%	2790,209147	32820,81207	2465,113429	34832,06771	11538,25647
80%	2839,99319	33350,60823	2508,110255	35318,65004	11699,66178
90%	2960,893613	34567,1514	2616,32118	36669,18372	12128,69251
95%	3064,006374	35449,71676	2710,602225	37494,40205	12399,23896
98%	3136,264239	36090,3247	2775,711804	38179,1497	12620,16781
99%	3213,504206	36756,04259	2852,846381	38839,88846	12881,33963