



**ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΕΥΕΛΠΙΔΩΝ**

**Τμήμα Στρατιωτικών
Επιστημών**

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

**ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ**

**ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΕΤΟΥΣ
2016-2017**

ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ

**ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΑ &
ΑΝΑΛΥΣΗ**

**(ΠΔ 97 /2015/ΦΕΚ
163Α/20.08.2014)**



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

**Σχολή Μηχανικών
Παραγωγής & Διοίκησης**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**Προσομοίωση Συστήματος Διαχείρισης Αποθεμάτων με
Συσχετισμένη Αξιοπιστία**

**Διατριβή που υπεβλήθη για την μερική ικανοποίηση των
απαιτήσεων για την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος
Ειδίκευσης**

Υπό:

Κωνσταντίνου Ζωγλοπότη

A.M.: 2016018031

ΣΕΛΙΔΑ ΣΚΟΠΙΜΑ ΚΕΝΗ

Η Μεταπτυχιακή Διατριβή του Κωνσταντίνου Ζωγλοπότη εγκρίνεται:

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ



Καθηγητής

ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ ΜΠΟΥΡΝΕΤΑΣ (Επιβλέπων)

Nikolaos
Matsatsin
is

Digitally signed by Nikolaos
Matsatsinis
DN: cn=Nikolaos Matsatsinis,
o=Technical University of Crete,
ou=Production Engineering and
Management,
email=nikos@ergasya.tuc.gr,
c=GR
Date: 2019.12.02 08:24:07
+02'00'

Καθηγητής

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΜΑΤΣΑΤΣΙΝΗΣ



Επίκουρος Καθηγητής

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΑΡΑΜΑΤΣΟΥΚΗΣ

ΣΕΛΙΔΑ ΣΚΟΠΙΜΑ ΚΕΝΗ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου Δρ. κύριο Απόστολο Μπουρνέτα, για την συνεχή καθοδήγησή και βοήθειά του καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης την διατριβής αυτής, καθώς και όλους τους καθηγητές του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών για τις γνώσεις που μου προσέφεραν.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την υπομονή και την κατανόηση καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας διατριβής και ιδιαιτέρως τη σύζυγό μου Σοφία – Ευαγγελία και τους γιούς μου Αλέξανδρο και Βασίλειο, για την στήριξη και την ανοχή που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω και τον φίλο και συμμαθητή από τη Στρατιωτική Σχολή Ευελπίδων, Σταύρο Πετρουλάκη για την παρότρυνση του αλλά και τη βοήθειά του να ασχοληθώ με την επιστήμη της Εφαρμοσμένης Επιχειρησιακής έρευνας και Ανάλυσης.

ΣΕΛΙΔΑ ΣΚΟΠΙΜΑ ΚΕΝΗ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη του αντικειμένου της διαχείρισης των αποθεμάτων και της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ειδικότερα επιχειρείται η μελέτη της εφοδιαστικής αλυσίδας που εξαρτάται από προμηθευτές μειωμένης αξιοπιστίας καθώς και η παρουσίαση μοντέλων προσομοίωσης με την εξαγωγή αναλόγων συμπερασμάτων. Τα υπόψη συμπεράσματα αποσκοπούν στο να διαπιστωθεί το κατά πόσο επηρεάζεται η λειτουργία μίας επιχείρησης από την επιλογή προμηθευτών οι οποίοι πιθανόν να έχουν μειωμένη αξιοπιστία στην παράδοση των προϊόντων τους. Αξιοπιστία η οποία θα εξαρτάται από συγκεκριμένες μεταβλητές όπως είναι μία φυσική καταστροφή αλλά και μία δυσλειτουργία της επιχείρησης λόγω βλάβης στην γραμμή παραγωγής των προϊόντων της κ.λ.π

ΣΕΛΙΔΑ ΣΚΟΠΙΜΑ ΚΕΝΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σημασία του προγραμματισμού σε μία οποιαδήποτε οικονομική οντότητα είναι καθοριστική για την πορεία της επίτευξης των στόχων και τη συνεχή βελτίωσή της. Έτσι ανεξάρτητα από τη φύση του οργανισμού, ό όρος προγραμματισμός δηλώνει το σύνολο των διαδικασιών και ενεργειών που απαιτούνται για τη λήψη και υλοποίηση αποφάσεων που οδηγούν στην επίτευξη των στόχων της.

Στη κατεύθυνση αυτή της λήψης , υλοποίησης αποφάσεων αλλά και επίτευξης των τεθέντων στόχων, αναπτύχθηκε ο κλάδος της επιστήμης που ονομάζεται επιχειρησιακή έρευνα η οποία επιβάλλει μια ποσοτική προσέγγιση στην ανάλυση και λύση των επιχειρησιακών προβλημάτων.

Η επιστημονική προσέγγιση στην επίλυση επιχειρησιακών προβλημάτων βασίζεται σε δεδομένα. Τις περισσότερες φορές για την επίλυση ενός προβλήματος θα πρέπει να θεωρήσουμε τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά δεδομένα. Έτσι με την χρήση μεθόδων ποσοτικής ανάλυσης μπορούμε να επιλέξουμε έναν συνδυασμό επενδυτικού φακέλου που θα οδηγή στη μέγιστη αναμενόμενη απόδοση με δεδομένο ένα ανεκτό επίπεδο κινδύνου. Εκτός όμως από τους ποσοτικούς παράγοντες θα πρέπει να εξετάσουμε και ποιοτικούς παράγοντες όπως είναι οι αλλαγές στη νομοθεσία, η τεχνολογική εξέλιξη, οι πολιτικές αλλαγές κ.ο.κ.

Ένας βασικό παράγοντας της επιχειρησιακής έρευνας αποτελεί η εφοδιαστική αλυσίδα και ο έλεγχος των αποθεμάτων. Παράγοντας ο οποίος θα απασχολήσει τη συγκεκριμένη διατριβή και ποιο συγκεκριμένα η ενασχόληση με τα μοντέλα εφοδιασμού όπου οι προμηθευτές χαρακτηρίζονται ως μειωμένης αξιοπιστίας.

ΣΕΛΙΔΑ ΣΚΟΠΙΜΑ ΚΕΝΗ

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	15
ΓΕΝΙΚΑ	15
1.α. Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας	15
1.β. Δομή Διπλωματικής Εργασίας.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	17
Επιχειρησιακή Έρευνα	17
2.α. Ορισμός Επιχειρησιακής Έρευνας	17
2.β. Εφαρμογές Επιχειρησιακής Έρευνας.....	17
2.ε. Τρέχουσες και μελλοντικές εξελίξεις.....	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	21
Διαχείριση Αποθεμάτων (Logistics 2005) (Υψηλάντης 2015)	21
3.α. Εισαγωγή.....	21
3.β. Βασικές έννοιες	21
3.β.(1) Απόθεμα	21
3.β.(2) Προγραμματισμός αποθεμάτων.....	21
3.β.(3) Κόστος αποθεμάτων	21
3.γ. Πολιτική Αποθεμάτων	22
3.γ.(1) Κατηγορίες Πολιτικής Αποθεμάτων	22
3.γ.(2) Μοντέλα Διαχείρισης των Αποθεμάτων	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	43
Εφοδιαστική Αλυσίδα.....	43
4.1. Εφοδιαστική Αλυσίδα.....	43
4.1.α. Εισαγωγή – Ορισμοί	43
4.1.α.(2) Διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας.....	44
4.1.β. Σπουδαιότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας	44
4.1.γ. Σχέση μεταξύ Διαχείρισης αποθεμάτων και Διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας. 45	

4.1.δ.	Κρίσιμα στοιχεία για την απόδοση και την ολοκλήρωση της εφοδιαστικής αλυσίδας	45
4.1.ε.	Αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας.....	46
4.1.στ.	Δραστηριότητες που περιλαμβάνονται στην διαδικασία διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας	47
4.1.στ. (1)	Καθορισμός Επιθυμητού Επιπέδου Εξυπηρέτησης του Πελάτη	47
4.1.στ. (2)	Διαδικασία Παραγγελιών	48
4.1.στ.(3)	Επικοινωνίες Διανομής	48
4.1.στ. (4)	Διαχείριση Αποθεμάτων	49
4.1.στ. (5)	Πρόβλεψη Ζήτησης	49
4.1.στ. (6)	Μεταφορές	50
4.1.στ. (7)	Αποθήκευση και Φύλαξη	50
4.1.στ. (8)	Επιλογή Τοποθεσίας Χώρου Εγκαταστάσεων και Αποθήκευσης	51
4.1.στ. (9)	Διαχείριση Υλικών	52
4.1.στ. (10)	Ανεφοδιασμός - Διαδικασίες Προμηθειών	52
4.1.στ. (11)	Πρόσθετες ή Βοηθητικές Υπηρεσίες και Διαδικασίες	52
4.1.στ. (12)	Συσκευασία.....	53
4.1.στ. (13)	Διάθεση Αποβλήτων	54
4.1.στ. (14)	Διαχείριση επιστροφών	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....		56
Μοντέλα μιας περιόδου με τυχαία ζήτηση (ΜπουρνέταςΑπόστολος n.d.) (Παπαχρήστου Νικολάος Οκτώβριος 2016)		56
5.1.	Το πρόβλημα του εφημεριδοπώλη και οι κατηγορίες του.	56
5.1.α.	Το πρόβλημα του εφημεριδοπώλη με αξιόπιστο προμηθευτή.....	56
5.1.β.	Το πρόβλημα του εφημεριδοπώλη με αναξιόπιστο προμηθευτή.....	61
5.1.β.(1)	Γενικά.....	61
5.1.β.(2)	Το μαθηματικό μοντέλο του εφημεριδοπώλη με αναξιόπιστο προμηθευτή. 62	
5.1.γ.	Το πρόβλημα του εφημεριδοπώλη με εφεδρικό προμηθευτή.	63
5.1.γ.(1)	Γενικά.....	63
5.1.γ.(2)	Το μαθηματικό μοντέλο του εφημεριδοπώλη με εφεδρικό προμηθευτή ...	63
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....		65
6.1	Προσομοίωση μοντέλου εφημεριδοπώλη με αναξιόπιστο προμηθευτή	65
6.1.α.	Εισαγωγή	65

6.1.β.	Το Yasai ως πρόσθετο του Excel	65
6.1.γ.	Οι λειτουργίες YASAI για τη δημιουργία τυχαίων μεταβλητών	66
6.1.δ.	Σενάριο προσομοίωσης.....	67
6.1.ε.	Περιβάλλον εργασίας	68
6.1.στ.	Ορισμοί μεταβλητών προβλήματος	69
6.1.στ.	Προϋποθέσεις σεναρίου	80
6.1.στ.(1)	Θετική συσχέτιση	81
6.1.στ.(2)	Αρνητική συσχέτιση	82
6.1.στ.(3)	Μηδενική συσχέτιση	83
6.1.ζ.	Προσομοίωση σεναρίου προβλήματος	84
6.1.ζ.(1)	Ορισμός τιμών πιθανοτήτων με ΘΕΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ.....	88
6.1.ζ.(2)	Ορισμός τιμών πιθανοτήτων με ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ.	89
6.1.ε.	Εκτέλεση προσομοίωσης σεναρίου προβλήματος.....	91
6.1.ε.(1)	Ακολουθούμεθα βήματα για την εκτέλεση της προσομοίωσης	91
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.....		98
7.1.	Συμπεράσματα Προσομοίωσης	98
7.1.α.	Συμπεράσματα Προσομοίωσης για την Περίπτωση με Sample size 1000,2000,3000.....	98
7.1.α.(1).	Συμπεράσματα Προσομοίωσης Περίπτωση ΘΕΤΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ με Sample size 1000,2000,3000	98
7.1.α.(2).	Συμπεράσματα Προσομοίωσης Περίπτωση ΑΡΝΗΤΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ με Sample size 1000,2000,3000.....	100
7.1.β.	Συμπεράσματα Προσομοίωσης για την Περίπτωση με Sample size 1000,2000,3000Περίπτωση με Sample size 3000	110
7.1.β.(1).	Συμπεράσματα Προσομοίωσης Περίπτωση ΘΕΤΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ με Sample size 3000	110
7.1.β.(2).	Συμπεράσματα Προσομοίωσης Περίπτωση ΑΡΝΗΤΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ με Sample size 3000	112
7.1.β.(3).	Συμπεράσματα Προσομοίωσης Περίπτωση ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ με Sample size 3000.....	115
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8.....		121
Επίλογος.....		121
Βιβλιογραφία		123

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΓΕΝΙΚΑ

1.α. Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη μέσω της επιστήμης της επιχειρησιακής έρευνας του αντικειμένου της διαχείρισης των αποθεμάτων και της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ειδικότερα επιχειρείται η μελέτη της εφοδιαστικής αλυσίδας που εξαρτάται από προμηθευτές μειωμένης αξιοπιστίας καθώς και η παρουσίαση μοντέλων προσομοίωσης με την εξαγωγή αναλόγων συμπερασμάτων. Τα υπόψη συμπεράσματα αποσκοπούν στο να διαπιστωθεί το κατά πόσο επηρεάζεται η λειτουργία μίας επιχείρησης από την επιλογή προμηθευτών οι οποίοι πιθανόν να έχουν μειωμένη αξιοπιστία στην παράδοση των προϊόντων τους. Αξιοπιστία η οποία θα εξαρτάται από συγκεκριμένες μεταβλητές όπως είναι μία φυσική καταστροφή αλλά και μία δυσλειτουργία της επιχείρησης λόγω βλάβης στην γραμμή παραγωγής των προϊόντων της κ.λ.π.

1.β. Δομή Διπλωματικής Εργασίας

Η δομή της παρούσας διπλωματικής εργασία περιλαμβάνει οκτώ (8) βασικά κεφάλαια όπως φαίνονται παρακάτω:

Στο **πρώτο κεφάλαιο**, παρουσιάζεται ο σκοπός της διπλωματικής εργασίας καθώς και η δομή της,

Στο **δεύτερο κεφάλαιο**, πραγματοποιείται μία εισαγωγή στην επιστήμη της επιχειρησιακής έρευνας και τα επιστημονικά πεδία που αυτή βρίσκει εφαρμογή με μία πρώτη αναφορά στη διαχείριση των αποθεμάτων και στην διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας και στο κρίσιμο ρόλο που αυτή κατέχει στην επιτυχία μιας επιχείρησης.

Στο **τρίτο κεφάλαιο**, αναφέρεται στη Διαχείριση Αποθεμάτων, στις βασικές της Βασικές έννοιες της Διαχείρισης Αποθεμάτων, στην Πολιτική Αποθεμάτων και στα Μοντέλα Διαχείρισης τους

Στο **τέταρτο κεφάλαιο**, πραγματοποιείται αναφορά στην εφοδιαστική αλυσίδα και στο ρόλο τη σπουδαιότητα της που αυτή διαδραματίζει στην όλη λειτουργία μιας επιχείρησης. Επιπλέον δίδονται ορισμοί και αναλύεται η Σχέση μεταξύ Διαχείρισης αποθεμάτων και Διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας.

Στο **πέμπτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται το κλασσικό πρόβλημα του εφημεριδοπώλη και οι κατηγορίες του. Οι κατηγορίες του εν λόγω προβλήματος αναλύονται στο πρόβλημα του εφημεριδοπώλη με αξιόπιστο ,αναξιόπιστο και εφεδρικό προμηθευτή ενώ επιχειρείται και παρουσίαση των μαθηματικών τους μοντέλων.

Στο **έκτο κεφάλαιο** επιχειρείται με τη χρήση κατάλληλου μοντέλου προσομοίωσης της εφοδιαστικής αλυσίδας να μελετηθεί η εφοδιαστική αλυσίδα με προμηθευτές μειωμένης αξιοπιστίας.

Στο **έβδομο κεφάλαιο** εξάγονται κατάλληλα συμπεράσματα σχετικά με το μοντέλο το οποίο προσομοιώσαμε προκειμένου οι πολιτικές παραγγελιών να οδηγούν στη μεγιστοποίηση του αναμενόμενου κέρδους, όταν υπάρχει αβεβαιότητα ως προς την παράδοση των ποσοτήτων που παραγγέλλονται.

Στο **όγδοο κεφάλαιο** τοποθετείται ο επίλογος της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Επιχειρησιακή Έρευνα

2.α. Ορισμός Επιχειρησιακής Έρευνας (Υψηλάντης 2015)

Όπως είναι γνωστό Επιχειρησιακή Έρευνα (Ε.Ε.), καλείται το επιστημονικό πεδίο που περιλαμβάνει την ανάπτυξη και την εφαρμογή προηγμένων αναλυτικών – ποσοτικών μεθόδων και τεχνικών για την ανάλυση επιχειρησιακών προβλημάτων με σκοπό να υποστηριχθεί και να βελτιωθεί η διαδικασία λήψης αποφάσεων. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται τεχνικές από κλάδους των μαθηματικών, όπως η μαθηματική μοντελοποίηση, η στατιστική ανάλυση, οι αλγόριθμοι, η μαθηματική βελτιστοποίηση η θεωρία παιγνίων, η στατιστική και στοχαστική ανάλυση κ.α.

2.β. Εφαρμογές Επιχειρησιακής Έρευνας (Υψηλάντης 2015)

Από την πλευρά των εφαρμογών της, η επιχειρησιακή έρευνα μπορεί να οριστεί ως ο κλάδος της διοίκησης επιχειρήσεων που εξετάζει την επίλυση πολύπλοκων επιχειρησιακών προβλημάτων με ένα λογικό, επιστημονικό και συστηματικό τρόπο, με χρήση ποσοτικών δεδομένων και εφαρμογή σε πολλά επιστημονικά πεδία μία εκ των οποίων είναι η Διαχείριση Αποθεμάτων και η Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας. Οι τεχνικές της επιχειρησιακής έρευνας βρίσκουν εφαρμογή σε πολλά επιστημονικά πεδία όπως Βιομηχανική διοίκηση, Διοίκηση λειτουργιών και υπηρεσιών Μάρκετινγκ, Διαχείριση έργων, Εφοδιαστική και διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας Στρατιωτικές Εφαρμογές κ.λπ.

2.γ. Στόχοι Επιχειρησιακής έρευνας (Υψηλάντης 2015)

Βασικός στόχος των τεχνικών της επιχειρησιακής έρευνας είναι η βελτίωση της αποτελεσματικότητας της διοίκησης οργανισμών και επιχειρήσεων ο οποίος επιτυγχάνεται με τη λήψη αποφάσεων που οδηγούν στη βέλτιστη αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων για την επίτευξη του καλύτερου δυνατού αποτελέσματος. Στο σύγχρονο οικονομικό και κοινωνικό περιβάλλον, οργανισμοί και επιχειρήσεις τόσο του ιδιωτικού όσο και του δημόσιου τομέα καλούνται να σχεδιάσουν τις λειτουργίες

τους ανάλογα, προκειμένου να καταφέρουν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις των πολιτών και των καταναλωτών με τον πιο αποδοτικό και αποτελεσματικό τρόπο. Αυτό δύναται να επιτευχθεί μόνο μέσω ενός μελετημένου προγραμματισμού και ανάλυσης.

2.δ. Ιστορική εξέλιξη (Υψηλάντης 2015)

Η ανάπτυξη του επιστημονικού πεδίου της επιχειρησιακής έρευνας όπως είναι γνωστό σήμερα ξεκίνησε στο Ηνωμένο Βασίλειο στη διάρκεια του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου για να εξυπηρετήσει αρχικά στρατιωτικούς σκοπούς. Μερικά από τα προβλήματα που αντιμετώπιζαν οι επιστήμονες της εποχής ήταν η βέλτιστη επιλογή τοποθεσιών για την εγκατάσταση των πυροβόλων, των ραντάρ, ώστε να υπάρχει όσο το δυνατόν καλύτερη αμυντική κάλυψη, ο καθορισμός του άριστου μεγέθους των πολεμικών αποστολών, η επιλογή τρόπων προστασίας των άμαχων πληθυσμών, ο συνεχής ανεφοδιασμός των στρατευμάτων στα μέτωπα των πολεμικών επιχειρήσεων κ.α. Για την επίλυση των προβλημάτων αυτών αναπτύχθηκαν συγκεκριμένα μαθηματικά μοντέλα τα οποία μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τη βέλτιστη κατανομή των πόρων, τον έλεγχο των στρατιωτικών αποθεμάτων, τον προσδιορισμό των πιο σύντομων διαδρομών μεταξύ των τοποθεσιών.

Ένα από τα πρώτα προβλήματα στρατιωτικής φύσης τα οποία αναφέρονται στη βιβλιογραφία, το οποίο επιλύθηκε με τη βοήθεια ενός μαθηματικού μοντέλου, αφορούσε τη συνοδεία των νηοπομπών εφοδιασμού των συμμαχικών πλοίων στη διάρκεια του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου. Οι νηοπομπές των φορτηγών πλοίων έπρεπε να συνοδεύονται από πολεμικά πλοία του ναυτικού για την ασφάλεια της μεταφοράς των εφοδίων. Βασικός στόχος σε κάθε νηοπομπή ήταν να μεταφερθεί ένα δεδομένο φορτίο με φορτηγά πλοία με τη συνοδεία όσο το δυνατόν μικρότερου αριθμού πολεμικών πλοίων συνοδείας, δεδομένου ότι τα δεύτερα ήταν τα απαραίτητα και στα πεδία των μαχών.

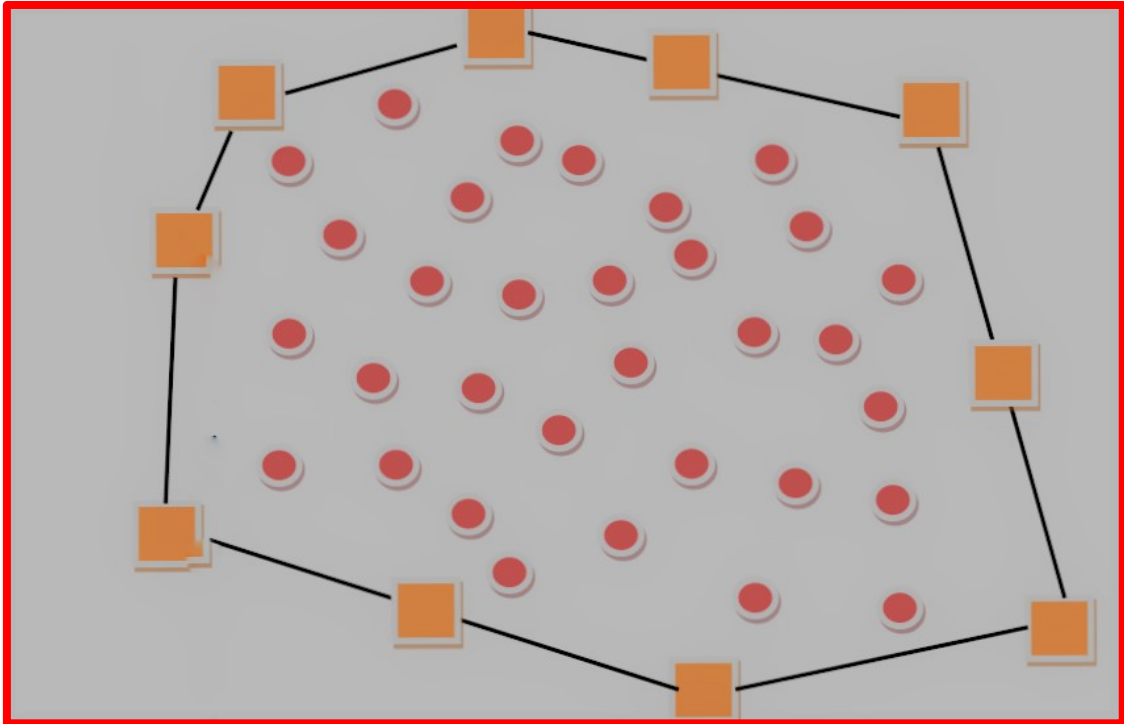
Η παράσταση του προβλήματος φαίνεται γραφικά στο παρακάτω σχήμα, το οποίο στην ορολογία του της επιχειρησιακής έρευνας μπορεί

να θεωρηθεί ότι αποτελεί ένα μαθηματικό υπόδειγμα ή μοντέλο του πραγματικού προβλήματος.

Ας υποθέσουμε ότι στο παρακάτω σχήμα οι κουκίδες είναι τα φορτηγά πλοία τα οποία καταλαμβάνουν μία συγκεκριμένη επιφάνεια στο θαλάσσιο χώρο, δεδομένων των αποστάσεων ασφαλείας μεταξύ του και τα οποία θα πρέπει να είναι περικυκλωμένα από στρατιωτικά πλοία τα οποία παριστάνονται από τα τετραγωνάκια και τα οποία είναι τοποθετημένα στην περίμετρο αυτής της επιφάνειας με συγκεκριμένα όρια αποστάσεων μεταξύ τους.

Κάτω από αυτές τις προϋποθέσεις, το συγκεκριμένο επιχειρησιακό πρόβλημα είναι ισοδύναμο με το μαθηματικό πρόβλημα της εύρεσης εκείνου του γεωμετρικού σχήματος που για δεδομένη επιφάνεια έχει τη μικρότερη δυνατή περίμετρο.

Η απάντηση που δίνουν τα μαθηματικά στο συγκεκριμένο ερώτημα είναι ότι από όλα τα γεωμετρικά σχήματα ο κύκλος είναι εκείνο το σχήμα που έχει αυτή την ιδιότητα. Επομένως, αν τα φορτηγά πλοία τοποθετηθούν με τέτοια διάταξη ώστε να σχηματίζουν την επιφάνεια ενός κύκλου, ο αριθμός των συνοδευτικών στρατιωτικών πλοίων για την προστασία τους θα είναι ο μικρότερος δυνατός.



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΤΑ ΤΟΝ Β'ΠΠ 1

ΣΧΗΜΑ 1

Μέτα τη λήξη του πολέμου, πολλά από τα ίδια μαθηματικά μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν στην επίλυση προβλημάτων στα μέτωπα των στρατιωτικών επιχειρήσεων βρήκαν εφαρμογή στην επίλυση επιχειρησιακών προβλημάτων, ξεκινώντας τη δεκαετία του 1950 και του 1960, με πρωτοπόρους τους Dantzig, Bellman, Ackoff και άλλους, δίνοντας βαρύτητα στον όρο διοικητική επιστήμη.

2.ε. Τρέχουσες και μελλοντικές εξελίξεις (Υψηλάντης 2015)

Παρατηρώντας τις εξελίξεις στο επιστημονικό πεδίο της επιστημονικής έρευνας, θα μπορούσε κανείς να διαπιστώσει πως υπάρχει μια τάση σε εφαρμογές για υποστήριξη αποφάσεων σε στρατηγικό πλέον επίπεδο και όχι μόνο σε βελτιστοποίηση λειτουργιών, εφαρμογές δηλαδή που αποσκοπούν στη δημιουργία στρατηγικού πλεονεκτήματος σε τομείς όπως Μεταφορές και συγκοινωνίες, Εξυπηρέτηση πελατών, Παραγωγή και εφοδιαστική αλυσίδα Ηλεκτρονικό εμπόριο, Κεντρική διακυβέρνηση Υγεία κ.λ.π.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Διαχείριση Αποθεμάτων (Logistics 2005) (Υψηλάντης 2015)

3.α. Εισαγωγή

Η θεωρία της Διαχείριση Αποθεμάτων αποτελεί ένα πεδίο όπου βρίσκουν εφαρμογή τόσο αναλυτικά όσο και στοχαστικά μοντέλα επιχειρησιακής έρευνας. Για επιχειρήσεις όπου η επιχειρηματική τους δραστηριότητα βασίζεται πρωτίστως στον όγκο των πωλήσεων και λειτουργούν υπό συνθήκες έντονου ανταγωνιστικού κλίματος η αποτελεσματική διαχείριση των αποθεμάτων δύναται να οδηγήσει σε μείωση του λειτουργικού κόστους δρώντας έτσι επικουρικά στη κατεύθυνση της οικονομικής ευρωστίας τους.

3.β. Βασικές έννοιες

3.β.(1) Απόθεμα

Ως απόθεμα μπορεί να οριστεί το αγαθό ή τα αγαθά που είναι δυνατόν να αποθηκευτούν προκειμένου να ικανοποιηθούν τρέχουσες ή μελλοντικές ανάγκες. Τέτοιου είδους αγαθά μπορεί να είναι πρώτες ύλες ημικατεργασμένα και έτοιμα προϊόντα, ταμειακά διαθέσιμα, εμπορεύματα, φιάλες αίματος κ.λ.π.

3.β.(2) Προγραμματισμός αποθεμάτων

Ως προγραμματισμός αποθεμάτων μπορεί να οριστεί η διαδικασία η οποία αποσκοπεί στον καθορισμό κανόνων και πολιτικών που έχουν ως στόχο, τη διατήρηση του βέλτιστου δυνατού ύψους αποθεμάτων προκειμένου να ικανοποιούνται οι ανάγκες για τη λειτουργία μίας επιχείρησης ή ενός οργανισμού με την επίτευξη του δυνατόν μικρότερου κόστους.

3.β.(3) Κόστος αποθεμάτων

Η διατήρηση αποθεμάτων κάθε είδους αγαθών έχει ως άμεσο αντίκτυπο την δημιουργία κόστους το οποίο θα μπορούσε να μεταφράζεται σε

κόστος κεφαλαίων , αποθηκευτικών χώρων, ασφάλειας , κόστος φθορών και ζημιών κ.λ.π.

3.γ. Πολιτική Αποθεμάτων

Η διαχείριση των αποθεμάτων περιλαμβάνει τα στοιχεία του σχεδιασμού, του προγραμματισμού και του ελέγχου. Στόχος στον καθορισμό του σχεδιασμού της πολιτικής αποθεμάτων είναι η ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους ,με την διατήρηση συγκεκριμένου επιπέδου εξυπηρέτησης πελατών, ο καθορισμός μέγιστου επιπέδου αποδεκτού κινδύνου ελλείψεων από εξάντληση του αποθέματος και ικανοποίηση συγκεκριμένων λειτουργικών περιορισμών, όπως διαθεσιμότητα αποθηκευτικών χώρων, κεφαλαίων κίνησης κ.λ.π.

3.γ.(1) Κατηγορίες Πολιτικής Αποθεμάτων

Η πολιτική αποθεμάτων που εφαρμόζεται από μία επιχείρηση για κάποιο προϊόν εξαρτάται από τη φύση της επιχείρησης και το συγκεκριμένο προϊόν. Ένας αρχικός διαχωρισμός μπορεί να είναι ο εξής:

3.γ.(1).(α) Συστήματα αποθεμάτων ανεξάρτητης ζήτησης όπου η ζήτηση για κάθε προϊόν που διατηρείται σε απόθεμα είναι ανεξάρτητη της ζήτησης των υπολοίπων προϊόντων.

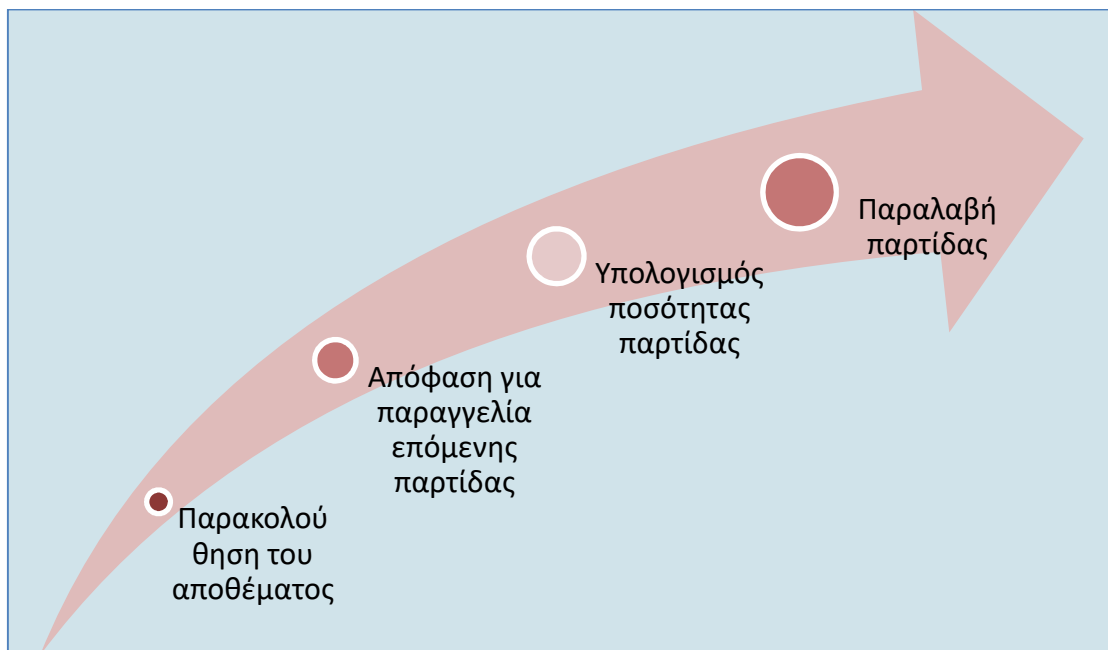
3.γ.(1).(β) Συστήματα Διαχείρισης αποθεμάτων αλληλοεξαρτώμενης ζήτησης όπου η σχεδιαζόμενη πολιτική λαμβάνει υπόψη της τη ζήτηση και το κόστος όλων των προϊόντων συγχρόνως.

3.γ.(2) Μοντέλα Διαχείρισης των Αποθεμάτων

Τα μοντέλα διαχείρισης των αποθεμάτων χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες τα ντετερμινιστικά μοντέλα όπου γίνεται υπόθεση ότι όλες οι ποσότητες είναι γνωστές στον αποφασίζοντα, και τα στοχαστικά μοντέλα, όπου η εύρεση της βέλτιστης πολιτικής επιδιώκεται μέσω των πιθανοτήτων και της στατιστικής.

3.γ.(2).(α) Ντετερμινιστικά Μοντέλα

Στα ντετερμινιστικά μοντέλα με ανεξάρτητη ζήτηση γίνεται αρχικά η απλουστευτική υπόθεση ότι η ζήτηση για τα αποθέματα των προϊόντων των πρώτων υλών και υλικών έχει σταθερό ρυθμό για το συγκεκριμένο διάστημα προγραμματισμού και δεν συνδέεται με τη ζήτηση άλλων ειδών που περιλαμβάνονται στον προγραμματισμό. Οι διαδικασίες που ακολουθούνται στην εν λόγω περίπτωση φαίνονται διαγραμματικά παρακάτω:



Ντετερμινιστικά Μοντέλα

ΣΧΗΜΑ 2

Επιπλέον για τη υλοποίηση της πολιτικής αποθεμάτων ανεξάρτητης ζήτησης εφαρμόζουμε συνήθως τα παρακάτω συστήματα:

Σύστημα παραγγελίας σταθερού μεγέθους

Στο σύστημα αυτό η ποσότητα παραγγελίας παραμένει σταθερή κάθε φορά. Αναλύοντας το εν λόγω σύστημα παρατηρούμε ότι το ύψος των αποθεμάτων παρακολουθείται συνέχεια και μόλις αυτό κατέβει κάτω από ένα προκαθορισμένο όριο το οποίο έχει εξ αρχής οριστεί ως το σημείο παραγγελίας τότε δίνεται εντολή

για την προμήθεια της επόμενης παρτίδας σταθερής πάντα ποσότητας, η οποία προστίθεται στο υπάρχον απόθεμα και η κυκλική αυτή διαδικασία επαναλαμβάνεται συνεχώς. Το μειονέκτημα του εν λόγω συστήματος εστιάζεται στο γεγονός ότι μπορεί να παρουσιαστούν ελλείψεις κατά το διάστημα αναμονής για την παραλαβή της επόμενης παραγγελθείσας παρτίδας

Σύστημα σταθερής περιόδου παραγγελιών.

Στην περίπτωση αυτή το ύψος της ποσότητας των αποθεμάτων ελέγχεται ανά σταθερά διαστήματα και στη συνέχεια δίνεται εντολή για παραγγελία ποσότητας τέτοιας που θα αναπληρώσει το κενό που έχει δημιουργηθεί προκειμένου να το απόθεμα να επανέλθει στο επίπεδο που έχει προκαθοριστεί. Στο υπόψη σύστημα θα πρέπει να τονιστεί ότι ενέχεται ο κίνδυνος τα αποθέματα να εξαντληθούν πριν τον προκαθορισμένο έλεγχο τους στην περίπτωση απρόβλεπτης αύξησης της ζήτησης.

Εξετάζοντας λεπτομερέστερα το Σύστημα σταθερής περιόδου παραγγελιών καταλήγουμε ότι τα επιμέρους μοντέλα του είναι τα εξής (Υψηλάντης 2015):

3.γ.(2).(α).1/ Το μοντέλο της οικονομικής ποσότητας παραγγελίας(Economic Order Quantity,EOQ)

Στην περίπτωση αυτή το μέγεθος της παραγγελίας υπολογίζεται έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται το συνολικό κόστος. Προκειμένου να εφαρμόσουμε το εν λόγω μοντέλο κάνουμε δύο βασικές παραδοχές που αφορούν στη λειτουργία της επιχείρησης και στα οικονομικά στοιχεία που λαμβάνονται υπόψη. Πιο συγκεκριμένα αφορούν στις:

3.γ.(2).(α).1/α/ Λειτουργικές παραδοχές μοντέλου:

Η ζήτηση για ένα συγκεκριμένο προϊόν είναι εκ των προτέρων γνωστή και σταθερή

Ο χρόνος που μεσολαβεί από την παραγγελία έως την παράδοση του προϊόντος είναι εκ των προτέρων γνωστός και σταθερός.

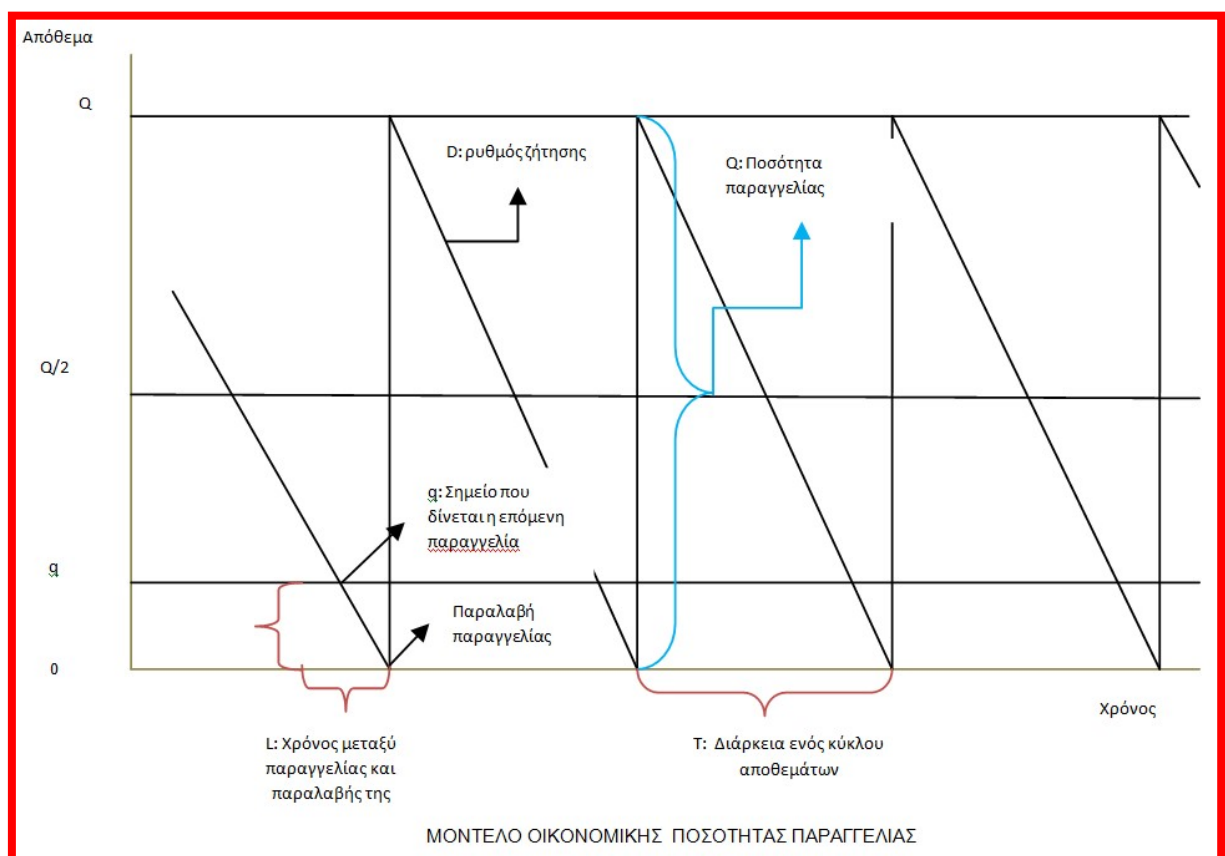
Η παραγγελθείσα ποσότητα του προϊόντος παραλαμβάνεται συνολικά και όχι κατά τμήματα.

Δεν επιτρέπεται λήψη παραγγελιών όταν εξαντλούνται τα αποθέματα.

3.γ.(2).(α).1/β/ Οικονομικές παραδοχές μοντέλου:

Η τιμή αγοράς ή το κόστος για την παραγωγή του προϊόντος δεν επηρεάζεται από τη συνολική ποσότητα της παραγγελίας ή την της παραγωγής.

Με βάση τις παραπάνω παραδοχές η διαχείριση αποθεμάτων του μοντέλου που εξετάζουμε μπορεί να παρασταθεί γραφικά σε ένα σύστημα αξόνων Χρόνου - Αποθεμάτων όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα.



Μοντέλο οικονομικής ποσότητας παραγγελίας

ΣΧΗΜΑ 3

Μελετώντας το ανωτέρω σχήμα παρατηρούμε ότι βασικές μεταβλητές του υπό εξέταση μοντέλου μας είναι ο ρυθμός ζήτησης D , το απόθεμα Q και ο χρόνος T . Κάνοντας την παραδοχή ότι ο ρυθμός ζήτησης είναι σταθερός τότε το απόθεμα μειώνεται γραμμικά. Συνεπώς όταν το απόθεμα εξαντληθεί ($Q=0$) προγραμματίζεται καινούργια παραγγελία μεγέθους. Προκειμένου να αποφευχθούν οποιαδήποτε έλλειψη η παραγγελία θα πρέπει να δοθεί σε χρονική στιγμή που θα εξασφαλίζει ότι θα εξασφαλίζεται ότι θα καλύπτεται η ζήτηση η οποία προκύπτει από την παραγγελία ως την παραλαβή της. Την εν λόγω χρονική στιγμή η εναπομείνασα ποσότητα αποθέματος συμβολίζεται με q και καλείται σημείο παραγγελίας.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι το ύψος των αποθεμάτων κυμαίνεται μεταξύ 0 και Q και μεταβάλλεται γραμμικά με τη ζήτηση να είναι σταθερή συμπεραίνουμε ότι το μέσο ύψος των αποθεμάτων είναι $Q/2$. Τα κρίσιμα ερωτήματα που θα πρέπει να απαντώνται προκειμένου η ακολουθητέα πολιτική των αποθεμάτων να είναι πλήρως καθορισμένη είναι τα εξής:

1 Ποια είναι η τιμή του Q ; δηλαδή ποιο το μέγεθος της οικονομικής ποσότητας παραγγελίας;

2 Ποια είναι η τιμή του q ; δηλαδή σε ποια χρονική στιγμή είναι σκόπιμο να πραγματοποιηθεί η επόμενη παραγγελία και επομένως ποιο θα είναι το ελάχιστο ύψος των αποθεμάτων το οποίο θα ληφθεί ως κρίσιμη τιμή προκειμένου να δοθεί εντολή για προμήθεια ή παραγωγή προϊόντων λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη το χρόνο που μεσολαβεί από τη στιγμή που δίνεται η παραγγελία μέχρι αυτή να παραληφθεί.

Θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι τόσο οι τιμές του μεγέθους της παρτίδας παραγγελίας (Q) όσο και του σημείου της παραγγελίας (q) είναι αυτές που καθορίζουν την εφαρμοστέα πολιτική, στη διαχείριση αποθεμάτων και παρουσιάζουν μία περιοδικότητα στην εμφάνιση τους, μέχρι τα δεδομένα μεταβληθούν οπότε τότε θα πρέπει να μεταβληθούν τόσο η τιμή του Q όσο και η τιμή του q .

Βέβαια η πολιτική της διαχείρισης των αποθεμάτων είναι άμεσα συνδεδεμένη με το κόστος αποθεμάτων που προκύπτει κατά την εφαρμογή της και το οποίο υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$\Sigma KA = K\Pi + K\Delta A \quad (1)$$

ΣKA = Ετήσιο συνολικό κόστος αποθεμάτων

$K\Pi$ = Ετήσιο κόστος παραγγελιών

$K\Delta A$ = Ετήσιο κόστος αποθεμάτων

$$K\Pi = \frac{D}{Q} * A = \frac{D * A}{Q} \quad (2)$$

$$K\Delta A = \left(\frac{Q}{2}\right) * C * r \quad (3)$$

D = Ετήσια ζήτηση του προϊόντος (μονάδες προϊόντος ανά έτος)

A = Σταθερό κόστος κάθε παραγγελίας

C = Κόστος μονάδας του προϊόντος

r = Ποσοστιαία επιβάρυνση διατήρησης αποθεμάτων (ποσοστό επί της μέσης ετήσιας αξίας των αποθεμάτων)

Q = Ποσότητα της παραγγελίας

T = Διάρκεια ενός κύκλου αποθεμάτων ($T=Q/D$)

N = Αριθμός ανανεώσεων αποθέματος στη διάρκεια του έτους ($N=D/Q$)

Επομένως το συνολικό κόστος των αποθεμάτων θα είναι από τις σχέσεις (1), (2), (3):

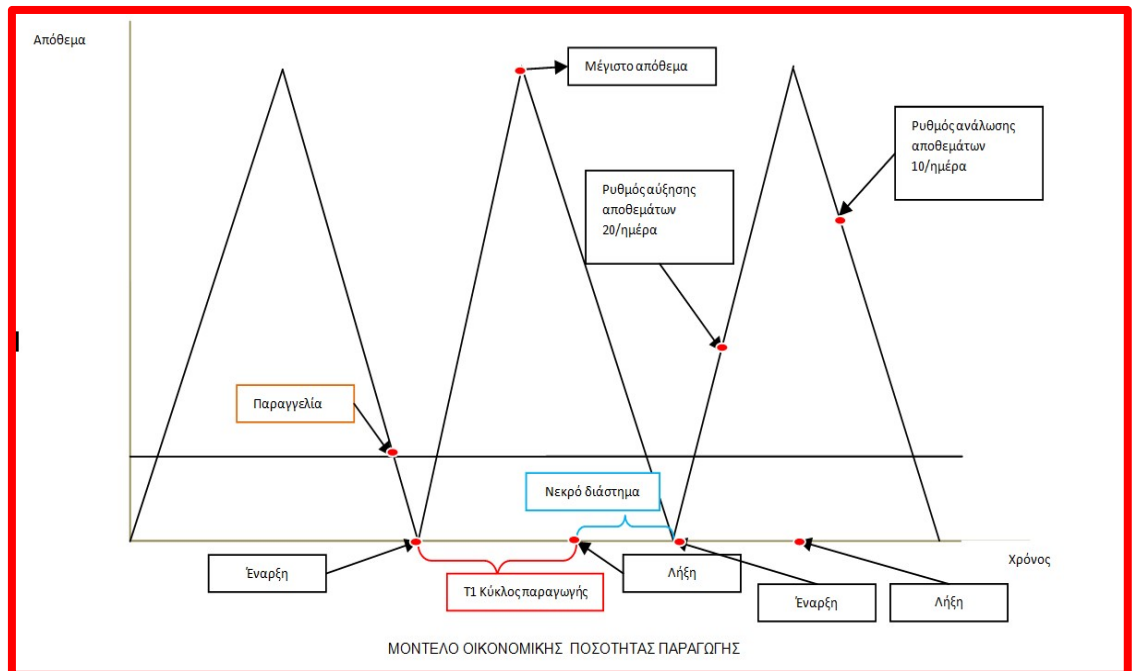
$$\Sigma KA = K\Pi + K\Delta A = \frac{D * A}{Q} + \left(\frac{Q}{2}\right) * C * r \quad (4)$$

Από την παραπάνω σχέση προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Όσο αυξάνεται η ποσότητα «Q» της παραγγελίας τόσο μειώνεται ο αριθμός των παραγγελιών που θα δοθούν σε ένα έτος.
- Όσο μειώνεται ο αριθμός των παραγγελιών μειώνεται και το κόστος «A» της παραγγελίας.
- Παραγγελίες με μεγάλες ποσότητες αυξάνουν το απόθεμα και συνεπώς και το αντίστοιχο κόστος διατήρησης του αποθέματος.

3.γ.(2).(α).2/ Το μοντέλο της οικονομικής ποσότητας παραγωγής

Μετά από τη μελέτη του μοντέλου της οικονομικής ποσότητας παραγγελίας (Economic Order Quantity, EOQ), θα εξετάσουμε το μοντέλο της οικονομικής ποσότητας παραγωγής. Στην περίπτωση αυτή τα αποθέματα του προϊόντος αυξάνονται κατά τη διάρκεια παραγωγής του όπως αυτά αποδίδονται από την παραγωγή στο απόθεμα και επομένως πάντα θα υπάρχει μία διαφορά μεταξύ του μέγιστου ύψους αποθεμάτων και της παραγομένης ποσότητας αφού στο μεσοδιάστημα που μεσολαβεί θα υπάρχει ανάλωση προϊόντος. Με βάση τα προαναφερθέντα το μοντέλο που εξετάζουμε μπορεί να παρασταθεί γραφικά σε ένα σύστημα αξόνων Χρόνου - Αποθεμάτων όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα.



Μοντέλο οικονομικής ποσότητας παραγωγής 1

ΣΧΗΜΑ 4

Όπως προκύπτει από τη μελέτη του παραπάνω σχήματος, το διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών σημείων έναρξης της παραγωγής χωρίζεται σε δύο τμήματα

- Το τμήμα στο οποίο πραγματοποιείται η παραγωγή των Q μονάδων του προϊόντος στο τέλος του οποίου το ύψος των αποθεμάτων φτάνει στ μέγιστο σημείο και
- Το τμήμα στο οποίο δεν πραγματοποιείται παραγωγή του προϊόντος παρά μόνο ανάληψη των αποθεμάτων του.

Όπως προαναφέραμε και στη μελέτη του προηγούμενου μοντέλου η πολιτική της διαχείρισης των αποθεμάτων είναι άμεσα συνδεδεμένη με το κόστος αποθεμάτων που προκύπτει κατά την εφαρμογή της και το οποίο υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$\Sigma KA = K\Pi + K\Delta A$$

ΣKA = Ετήσιο συνολικό κόστος αποθεμάτων

ΚΠ= Ετήσιο κόστος παραγγελιών

ΚΔΑ= Ετήσιο κόστος αποθεμάτων

$$ΚΠ = \frac{D}{Q} * A = \frac{D * A}{Q}$$

Η μεταβλητή η οποία διαφοροποιείται στο συγκεκριμένο μοντέλο είναι η ΚΔΑ για την οποία ισχύουν τα παρακάτω:

D= Ετήσια ζήτηση του προϊόντος (μονάδες προϊόντος ανά έτος)

P= Ετήσιο δυναμικό παραγωγής (μονάδες προϊόντος ανά έτος)

Q= Παραγόμενη ποσότητα σε κάθε κύκλο παραγωγής (μονάδες προϊόντος)

T₁= Διάστημα κάθε κύκλου παραγωγής

$$T_1 = \frac{Q}{P} \quad (5)$$

T₂= Νεκρός χρόνος παραγωγής, δηλαδή διάστημα μέσα στο οποίο δεν γίνεται παραγωγή παρά μόνο ανάλωση του προϊόντος.

$$T_2 = \frac{Q}{D} - \frac{Q}{P} = Q * \left(\frac{1}{D} - \frac{1}{P} \right) \quad (6)$$

T= Διάστημα ενός κύκλου συμπλήρωσης αποθεμάτων:

$$T = T_1 + T_2 \quad (7)$$

N: Αριθμός κύκλου παραγωγής/ αποθεμάτων κατ' έτος:

$$N = \frac{D}{Q} \quad (8)$$

Q_{max}: Μέγιστο απόθεμα στο τέλος του κύκλου παραγωγής(παραχθείσα ποσότητα μείον ποσότητα που αναλώθηκε κατά το διάστημα του κύκλου παραγωγής T₁):

$$Q_{max} = Q - D * T_1 = Q - D * \frac{Q}{P} = Q * \left(1 - \frac{D}{P} \right) \quad (9)$$

A= Σταθερό κόστος κάθε παραγγελίας

C = Κόστος μονάδας του προϊόντος

r = Ποσοστιαία επιβάρυνση διατήρησης αποθεμάτων (ποσοστό επί της μέσης ετήσιας αξίας των αποθεμάτων)

Q = Οικονομική ποσότητα παραγωγής δηλαδή η ζητούμενη ποσότητα παραγωγής που ελαχιστοποιεί το συνολικό κόστος αποθεμάτων.

Επομένως:

$$\Sigma KA = K\Pi + K\Delta A$$

Από τις σχέσεις (5) έως (9) θα έχουμε:

$$\Sigma KA = \frac{D * A}{Q} + \left(\frac{Q}{2}\right) * \left(1 - \frac{D}{P}\right) * C * r \quad (10)$$

3.γ.(2).(α).3/ Το μοντέλο της οικονομικής ποσότητας παραγωγής με εκπτώσεις ποσοτήτων

Από τη μελέτη του υπόψη μοντέλου θα μπορούσε να ειπωθεί ότι οι προμηθευτές δεν διατηρούν σταθερή τη τιμή του προϊόντος αλλά τη διαφοροποιούν ανάλογα με την ποσότητα της παραγγελίας δίνοντας έτσι τις αποκαλούμενες εκπτώσεις ποσοτήτων. Δηλαδή επιτυγχάνονται χαμηλότερες τιμές όταν οι παραγγελθείσες ποσότητες είναι μεγάλες. Στην περίπτωση αυτή δημιουργείται το πλεονέκτημα της χαμηλότερης τιμής από την αγορά μεγαλύτερων ποσοτήτων. Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση της παραγωγής αφού η παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων επιφέρει και μείωση του κόστους ανά μονάδα παραγωγής.

Στο υπό εξέταση μοντέλο το Συνολικό Κόστος Αποθεμάτων δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$\Sigma KA = K\Pi + K\Delta A + KA \quad (11)$$

Όπου KA = Ετήσιο Κόστος Αγοράς Προϊόντων

$$KA = D * C \quad (12)$$

D= Ετήσια ζήτηση του προϊόντος

C= Το κόστος Μονάδας

Επομένως από τη σχέση (11) θα έχουμε για το Συνολικό Κόστος Αποθεμάτων:

$$\Sigma KA = \frac{D * A}{Q} + \left(\frac{Q}{2}\right) * C * r + D * C(Q) \quad (13)$$

Όπου C(Q)= η τιμή μονάδας που αντιστοιχεί σε ποσότητα παραγγελίας Q.

3.γ.(2).(α).4/ Το μοντέλο της διαχείρισης αποθεμάτων με προγραμματισμένες ελλείψεις.

Στα μοντέλα που έχουμε προαναφέρει έχει γίνει η βασική παραδοχή ότι δεν πρόκειται να σημειωθούν ελλείψεις και ότι πάντα θα υπάρχει διαθέσιμο απόθεμα προϊόντος το οποίο και θα μπορεί να καλύψει τη ζήτηση. Υπάρχει όμως περίπτωση όπου θα πρέπει να σχεδιάσουμε κατά τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπεται για ορισμένα χρονικά διαστήματα να υπάρχει έλλειψη απόθεμα όπως συμβαίνει κυρίως σε προϊόντα υψηλού κόστους όπως αυτοκίνητα , οικιακές συσκευές κ.λ.π. Στην εν λόγω περίπτωση οι πωλήσεις πραγματοποιούνται από το υπάρχον απόθεμα αλλά όταν αυτό εξαντληθεί η επιχείρηση συνεχίζει να δέχεται παραγγελίες εφαρμόζοντας την πολιτική των παραγγελιών σε εκκρεμότητα οι οποίες θα ικανοποιηθούν όταν παραληφθεί η παραγγελθείσα ποσότητα του προϊόντος.

Στην υπόψη εφαρμοζόμενη πολιτική των αποθεμάτων το βασικό πρόβλημα που τίθεται είναι ποιο ποσοστό της παραγγελθείσας ποσότητας θα τεθεί σε απόθεμα και ποιο ποσοστό θα χρησιμοποιηθεί για να εξυπηρετήσει τις εκκρεμείς παραγγελίες. Όπως προφανώς γίνεται κατανοητό το πλεονέκτημα της εν λόγω πολιτικής είναι ότι μειώνεται το ύψος των τηρούμενων αποθεμάτων μειώνοντας έτσι ταυτόχρονα και το κόστος διατήρησή τους. Από την άλλη πλευρά ένα βασικό μειονέκτημα είναι η απώλεια πωλήσεων , πελατών λόγω ετεροχρονισμένης ικανοποίησης των αναγκών των πελατών.

Στο υπό εξέταση μοντέλο το Συνολικό Κόστος Αποθεμάτων δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$\Sigma KA = K\Pi + K\Delta A + KE \quad (11)$$

KΠ= Ετήσιο σταθερό κόστος παραγγελιών(Αριθμός Παραγγελιών – Σταθερό Κόστος Παραγγελίας)

KΔΑ= Ετήσιο κόστος διατήρησης αποθεμάτων (Μέσο ύψος αποθεμάτων *Κόστος Μονάδας Προϊόντος *Συντελεστή Επιβάρυνσης Αποθεμάτων)

KE= Ετήσιο Κόστος Εκκρεμοτήτων (Μέσο ύψος εκκρεμοτήτων *Κόστος Μονάδας Εκκρεμοτήτων)

Ts= Διάστημα σε κάθε κύκλο αναπλήρωσης αποθεμάτων κατά το οποίο υπάρχει απόθεμα του προϊόντος (όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα).

$$Ts = \frac{Q - B}{D} \quad (12)$$

Tb= Διάστημα σε κάθε κύκλο αναπλήρωσης αποθεμάτων κατά το οποίο δεν υπάρχει απόθεμα του προϊόντος και συγκεντρώνονται εκκρεμότητες (όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα)

$$Tb = \frac{B}{D} \quad (13)$$

T= Διάστημα ενός κύκλου αναπλήρωσης αποθεμάτων:

$$T = Ts + Tb \quad (14)$$

$$T = \frac{Q}{D} \quad (15)$$

N= Αριθμός κύκλου ανανέωσης αποθεμάτων κατ' έτος

$$N = \frac{D}{Q} \quad (16)$$

D= Ετήσια ζήτηση του προϊόντος (μονάδες προϊόντος ανά έτος)

Q= Ποσότητα παραγγελίας σε κάθε κύκλο αναπλήρωσης αποθεμάτων (μονάδες προϊόντος)

B= Ποσότητα εκκρεμοτήτων (μονάδες προϊόντος ανά έτος)

A= Σταθερό κόστος κάθε παραγγελίας

C= Κόστος μονάδας του προϊόντος

r= Ποσοστιαία επιβάρυνση διατήρησης αποθεμάτων (ποσοστό επί της μέσης ετήσιας αξίας των αποθεμάτων)

b= Κόστος εκκρεμοτήτων για κάθε μονάδα σε εκκρεμότητα σε ετήσια βάση

Q= Οικονομική ποσότητα παραγωγής δηλαδή η ζητούμενη ποσότητα παραγωγής που ελαχιστοποιεί το συνολικό κόστος αποθεμάτων.

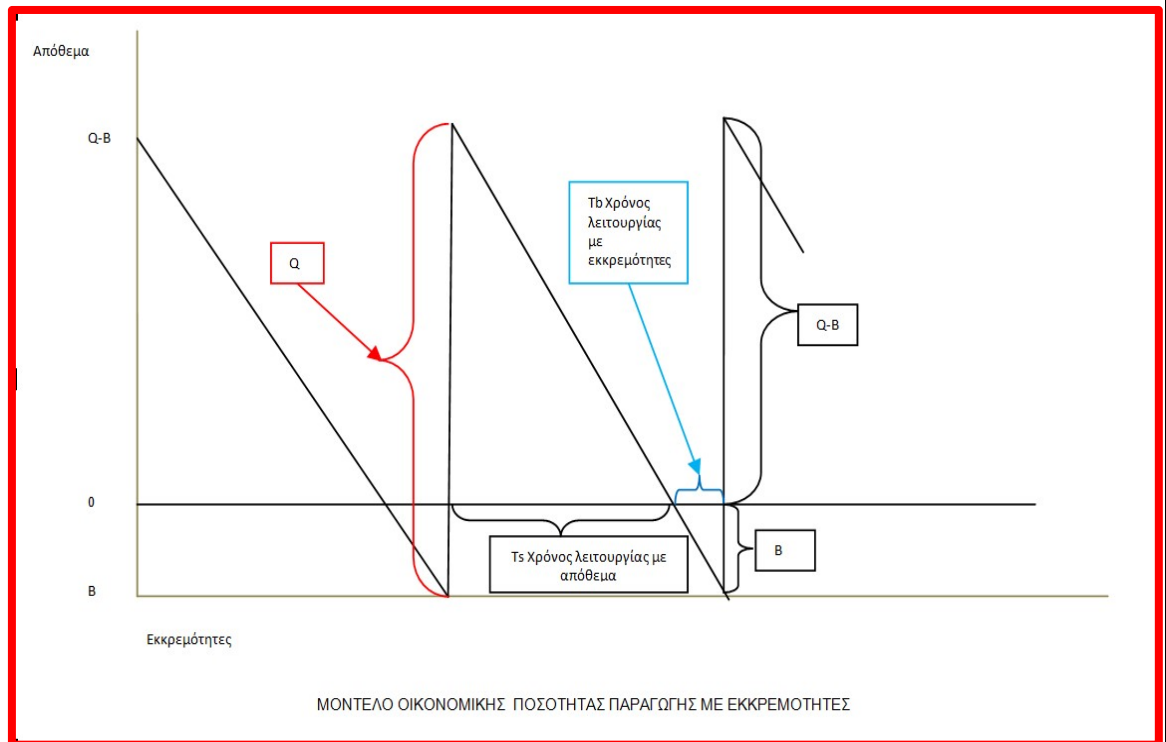
Μέσο ύψος αποθεμάτων

Στην περίπτωση όπου έχουμε διαχείριση αποθεμάτων με εκκρεμότητες, το απόθεμα κυμαίνεται μεταξύ του μέγιστου αποθέματος, που είναι το Q-B και του ελαχίστου που είναι το μηδέν. Αυτή η διεργασία λαμβάνει χώρα στο διάστημα Ts ενώ για το διάστημα Tb το απόθεμα είναι μηδέν. Συνεπώς, στη διάρκεια ενός κύκλου αναπλήρωσης αποθεμάτων Ta, για το πρώτο διάστημα Ts το μέσο απόθεμα είναι (Q-B)/2, ενώ για το δεύτερο διάστημα Tb το μέσο απόθεμα είναι 0. Έτσι οδηγούμαστε στον υπολογισμό του σταθμισμένου μέσου ύψους αποθεμάτων:

$$\text{Μέσο ύψος αποθεμάτων} = \left(\frac{Q-B}{2}\right) * \left(\frac{\frac{Q-B}{D}}{\frac{Q}{D}}\right) = \frac{(Q-B)^2}{2 * Q} \quad (17)$$

Μέσο ύψος εκκρεμοτήτων

Αντίστοιχα οι εκκρεμότητες κυμαίνονται μεταξύ του 0 στο σημείο εξάντλησης αποθεμάτων και του μέγιστου αριθμού εκκρεμοτήτων B πριν την παραλαβή της επόμενης παρτίδας όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Αυτό συμβαίνει για το διάστημα Tb, ενώ για το διάστημα Ts οι εκκρεμότητες είναι 0.



Μοντέλο οικονομικής ποσότητας παραγωγής με εκκρεμότητες

ΣΧΗΜΑ 5

Έτσι οδηγούμαστε στον υπολογισμό του σταθμισμένου μέσου ύψους εκκρεμοτήτων:

$$\text{Μέσο ύψος εκκρεμοτήτων} = \left(\frac{B}{2}\right) * \left(\frac{\frac{B}{D}}{\frac{Q}{D}}\right) = \frac{(B)^2}{2 * Q} \quad (18)$$

Επομένως

$$\Sigma KA = \frac{D * A}{Q} + \frac{(Q - B)^2}{2 * Q} * C * r + \frac{B^2}{2 * Q} * b$$

Σημείο παραγγελίας

Όπως προαναφέρθηκε δύο είναι οι βασικές μεταβλητές που προσδιορίζουν μια πολιτική διαχείρισης αποθεμάτων με σταθερή ποσότητα παραγγελίας, το μέγεθος της παραγγελίας και το σημείο της παραγγελίας. Μέχρι τώρα έχουμε εξετάσει το μέγεθος της παραγγελίας και απομένει η μελέτη του σημείου παραγγελίας. Ουσιαστικά καλούμαστε να απαντήσουμε στο ερώτημα ποιο θα

πρέπει να είναι το ύψος των αποθεμάτων προκειμένου να προχωρήσουμε στην εντολή για παραγγελία της επόμενης παρτίδας ούτως ώστε να παραληφθεί σύμφωνα με τον προγραμματισμό που έχει γίνει.

Επομένως η παραλαβή της δοθείσας παραγγελίας θα πρέπει να γίνει όταν το ύψος του αποθέματος:

- Είναι σε μηδενικό σημείο στην περίπτωση που δεν επιτρέπεται η τήρηση παραγγελιών πελατών σε εκκρεμότητα.
- Όταν οι εκκρεμότητες φτάσουν στο σημείο που έχει εξ αρχής οριστεί στην περίπτωση που έχουν προβλεφθεί προγραμματισμένες ελλείψεις.

Ο χρόνος που μεσολαβεί από τη στιγμή που θα δοθεί η παραγγελία μέχρι την παραλαβή της καλείται χρόνος παράδοσης ή διάστημα παραλαβής και τον συμβολίζουμε με το σύμβολο L .

Ορισμός σημείου παραγγελίας χωρίς εκκρεμότητες

$$q = d * L$$

d = Ημερήσια ζήτηση (=ετήσια ζήτηση/αριθμού εργάσιμων ημερών)

L = Χρόνος παράδοσης

Ορισμός σημείου παραγγελίας χωρίς εκκρεμότητες

ΠΙΝΑΚΑΣ

ΟΡΙΣΜΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑΣ

Περίπτωση	Σημείο Παραγγελίας
$q < B$	Το σημείο όπου έχουν συσσωρευτεί $B-q$ εκκρεμείς παραγγελίες πελατών
$q = B$	Όταν το απόθεμα μηδενιστεί
$q > B$	Το σημείο που το απόθεμα φτάνει σε $q-B$ μονάδες

ΠΙΝΑΚΑΣ «1»

B= ποσότητα εκκρεμοτήτων (μονάδες προϊόντος)

3.γ.(2).(β) Στοχαστικά Μοντέλα

Τα προς μελέτη μοντέλα έχουν ως βασικό χαρακτηριστικό τους τις τυχαίες διακυμάνσεις της ζήτησης του προϊόντος. Αποτελεί επομένως ουσιαστικό παράγοντα επιτυχίας ο προσδιορισμός της ποσότητας της παραγγελίας αλλά και του σημείου που αυτή θα δοθεί υπό συνθήκες αβεβαιότητας δηλαδή όταν η ζήτηση υπόκειται σε τυχαίες διακυμάνσεις.

Τα στοχαστικά μοντέλα διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

(1) Στοχαστικά μοντέλα διαχείρισης αποθεμάτων συνεχούς παρακολούθησης.

(2) Στοχαστικά μοντέλα διαχείρισης αποθεμάτων περιοδικής παρακολούθησης

(3) Στοχαστικά μοντέλα διαχείρισης αποθεμάτων μιας περιόδου

Αναλύοντας τα εν λόγω μοντέλα μπορούμε να αναφέρουμε τα εξής:

3.γ.(2).(β).1/ Στοχαστικά μοντέλα διαχείρισης αποθεμάτων συνεχούς παρακολούθησης.

Το βασικό τους χαρακτηριστικό είναι η συνεχής παρακολούθηση του αποθέματος και η έκδοση εντολής παραγγελίας συγκεκριμένης και σταθερής κάθε φορά ποσότητας για την αναπλήρωση του αποθέματος όταν αυτό φτάσει σε ένα προκαθορισμένο σημείο που ονομάζεται σημείο παραγγελίας. Το σημείο παραγγελίας είναι ένα προκαθορισμένο ύψος αποθέματος το οποίο καλύπτει τη ζήτηση κατά το διάστημα παραλαβής της επόμενης παρτίδας και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$q = d * L$$

L: το διάστημα παραλαβής (χρόνος παράδοσης)

d : ημερήσια ζήτηση

Επειδή η εξάντληση των αποθεμάτων μπορεί να συμβεί κατά το διάστημα που μεσολαβεί από την έκδοση της παραγγελίας έως την παραλαβή της και προκειμένου να εξαλειφτεί ο εν λόγω κίνδυνος υιοθετούμε τον όρο απόθεμα ασφαλείας s μονάδων. Με βάση το απόθεμα ασφαλείας η νέα παραγγελία θα δοθεί όταν υπάρχει απόθεμα $q+s$ μονάδων του προϊόντος. Συνεπώς θα πρέπει να προσδιοριστεί ποια θα είναι η τιμή του s προκειμένου να προχωρήσουμε στην παραγγελία. Οι παράγοντες που επηρεάζουν το ύψος των αποθεμάτων ασφαλείας είναι το αποδεκτό επίπεδο επιχειρηματικού κινδύνου, δηλαδή όσο μικρότερο είναι το ανεκτό επίπεδο κινδύνου τόσο μεγαλύτερο θα πρέπει να είναι το απόθεμα ασφαλείας και η διασπορά της ζήτησης δηλαδή η διακύμανση που παρουσιάζει η ζήτηση του συγκεκριμένου προϊόντος. Ένας επιπλέον παράγοντας ο οποίος θα πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι αυτός του κόστους των αποθεμάτων ασφαλείας αφού η προσθήκη του αποθέματος ασφαλείας όπως είναι προφανές αυξάνει το κόστος διατήρησης των αποθεμάτων αφού αυξάνει ο μέσος όρος των αποθεμάτων.

Όταν έχουμε τον υπολογισμό αποθέματος ασφαλείας με τυχαία ζήτηση και σταθερό χρόνο παραλαβής το απόθεμα ασφαλείας υπολογίζεται από τη σχέση:

$$F(d_L + s) \geq 1 - a$$

$$\text{Όπου } F(d_L + s) =$$

$$\text{Πιθανότητα}(Z_L \leq d_L + s), \text{ η αθροιστική κατανομή της πιθανότητας της } f(Z_L) \Rightarrow 1 - \\ F(d_L + s) = \text{Πιθανότητα}((Z_L \geq d_L + s))$$

Z_d =Τυχαία μεταβλητή που συμβολίζει την ημερήσια ζήτηση ενός προϊόντος που τηρείται σε απόθεμα με μέση τιμή $E(Z_d)=d$ και τυπική απόκλιση σ_z

Z_L =Τυχαία μεταβλητή της ζήτησης στη διάρκεια του διαστήματος παραλαβής της επόμενης παραγγελίας, που ορίζεται ως το άθροισμα L ανεξάρτητων μεταβλητών
 $Z_L = Z_d^1 + Z_d^2 + \dots + Z_d^L$

α = Το μέγιστο ανεκτό αποδεκτό επίπεδο εξάντλησης του αποθέματος πριν από την παραλαβή της επόμενης παρτίδας.

L = Ο σταθερός χρόνος παραλαβής

s = Το απόθεμα ασφαλείας

$f(Z_L)$ = στατιστική κατανομή της Z_L με

Μέση τιμή : $d_L = E(Z_L) = \sum_{i=1}^L E(Z_d^i) = L * d_Z$

Διακύμανση: $\sigma_L^2 = Var(Z_L) = \sum_{i=1}^L Var(Z_d^i) = L * \sigma_Z^2$ και

Τυπική απόκλιση: $\sigma_L = \sqrt{L} * \sigma_Z$

Όταν έχουμε τον υπολογισμό αποθέματος ασφαλείας με σταθερή ζήτηση και τυχαίο χρόνο παραλαβής το απόθεμα ασφαλείας υπολογίζεται από τη σχέση:

$$F(d_L + s) \geq 1 - \alpha$$

$$\text{Όπου } F(d_L + s) =$$

Πιθανότητα($Z_L \leq d_L + s$), η αθροιστική κατανομή της πιθανότητας της $f(Z_L) \Rightarrow 1 - F(d_L + s) = \text{Πιθανότητα}((Z_L \geq d_L + s))$

Z_L =Τυχαία μεταβλητή της ζήτησης στη διάρκεια του διαστήματος παραλαβής της επόμενης παραγγελίας, που ορίζεται ως $Z_L = d * L$

α = Το μέγιστο ανεκτό αποδεκτό επίπεδο εξάντλησης του αποθέματος πριν από την παραλαβή της επόμενης παρτίδας.

L = Ο σταθερός χρόνος παραλαβής

s = Το απόθεμα ασφαλείας

T = τυχαία μεταβλητή που συμβολίζει τον χρόνο παραλαβής της παραγγελίας, με μέση τιμή $E(T)=L$ και τυπική απόκλιση σ_T .

d = Η σταθερή ημερήσια ζήτηση του προϊόντος που τηρείται σε απόθεμα.

$f(Z_L) =$ στατιστική κατανομή της Z_L με

Μέση τιμή: $d_L = d * L$ και

Τυπική απόκλιση: $\sigma_L = d * \sigma_T$

3.γ.(2).(β)./2 Στοχαστικά μοντέλα διαχείρισης αποθεμάτων περιοδικής παρακολούθησης.

Στα υπόψη μοντέλα το βασικό χαρακτηριστικό τους είναι η έκδοση των παραγγελιών σε τακτά χρονικά διαστήματα με την παραγγελθείσα ποσότητα να μην είναι πάντα σταθερή αλλά να προσδιορίζεται ανάλογα με το απόθεμα που υπάρχει σε συνδυασμό με το μέγιστο όριο αποθέματος που έχει καθοριστεί. Βασικό παράγοντα αποτελεί ο καθορισμός της ποσότητας παραγγελίας η οποία θα παραδοθεί σε χρόνο T που μεσολαβεί μεταξύ της παράδοσης της επόμενης παραγγελίας και της τρέχουσας παράδοσης. Επομένως η υπόψη ποσότητα θα πρέπει να καλύψει την ζήτηση που υπάρχει το διάστημα παραλαβής και τη ζήτηση μέχρι την παραλαβή της επόμενης παρτίδας. Στην εξεταζόμενη ποσότητα που αντιστοιχεί στην αναμενόμενη ζήτηση προκειμένου να εξασφαλιστεί η κάλυψη τη ζήτησης και η πιθανή εξάντληση του απόθεμα θα πρέπει να προστεθεί το λεγόμενο απόθεμα ασφαλείας.

Έτσι εάν:

L = Ο χρόνος παράδοσης κάθε παραγγελίας

T = Το διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών παραγγελιών

Z_d = Τυχαία μεταβλητή που συμβολίζει τη ζήτηση ενός προϊόντος που τηρείται σε απόθεμα στη μονάδα του χρόνου με μέση τιμή $E(Z_d)=d$ και τυπική απόκλιση σ_z .

Z_{L+T} =Τυχαία μεταβλητή της ζήτησης στη διάρκεια του διαστήματος παραλαβής της επόμενης παραγγελίας, που ορίζεται ως το άθροισμα $L+T$ ανεξάρτητων μεταβλητών Z_d

$F(Z_{L+T})=H$ στατιστική κατανομή της Z_{L+T} με

Μέση τιμή: $d_{L+T} = d * (L+T)$ και

Τυπική απόκλιση $\sigma_{L+T} = \sqrt{L+T} * \sigma_z$

Το μέγεθος του αποθέματος ασφαλείας για τη περίοδο $L+T$ καθορίζεται ως η μικρότερη τιμή του s που ικανοποιεί τη σχέση:

$$F(d_{L+T} + s) \geq 1 - \alpha$$

$$\text{Όπου } F(d_L + s) =$$

Πιθανότητα($Z_L \leq d_L + s$), η αθροιστική κατανομή της πιθανότητας της $f(Z_L) \Rightarrow 1 -$

$$F(d_{L+T} + s) = \text{'Πιθανότητα}((Z_{L+T} \geq d_{L+T} + s)$$

α = Το μέγιστο ανεκτό επίπεδο κινδύνου εξάντλησης του αποθέματος πριν την παραλαβή της επόμενης παρτίδας.

Επομένως ορίζουμε την ποσότητα της παραγγελίας από τη σχέση:

$$Q = d_{L+T} + s - I$$

Όπου

S= το απόθεμα ασφαλείας

I =το τρέχον απόθεμα κατά τη στιγμή της παραγγελίας

3.γ.(2).(β)./3 Στοχαστικά μοντέλα διαχείρισης αποθεμάτων μίας περιόδου.

Τα μοντέλα αυτά αφορούν στα προϊόντα που παρουσιάζουν συγκεκριμένη περίοδο ζωής η οποία είναι συνήθως σύντομη και έτσι η δυνατότητα για παραγγελία τους γίνεται μόνο μία φορά στην αρχή της περιόδου με τη ζήτηση του να είναι τυχαία παρουσιάζοντας συνεχώς μεταβολές. Ο τύπος αυτό του προϊόντος είναι τέτοιος που εάν δεν διατεθεί δεν μπορεί να αποθηκευτεί ως απόθεμα. Παραδείγματα τέτοιου είδους προϊόντων αποτελούν τα εποχιακά προϊόντα, γενικός ευπαθή προϊόντα και αυτά που σχετίζονται με τις τάσεις της μόδας. Αξίζει να αναφερθεί ότι το συγκεκριμένο μοντέλο είναι γνωστό και ως το πρόβλημα του πωλητή των εφημερίδων (the newsvendor ή the newsboy problem) αφού όπως είναι κατανοητό η αξία μιας εφημερίδας εστιάζει στα ημερήσια νέα στα οποία αναφέρεται, οπότε την επόμενη ημέρα η αξία της έγκειται μόνο στην αξία του χαρτιού προς ανακύκλωση. Στο υπόψη μοντέλο το κυριότερο πρόβλημα είναι η ποσότητα του προϊόντος που θα πρέπει να παραγγελθεί. Μεγάλη ποσότητα παραγγελίας οδηγεί ορισμένες φορές σε αδιάθετο προϊόν, το οποίο είτε είμαστε αναγκασμένοι να πουλάμε σε χαμηλότερη τιμή, είτε να είναι άχρηστο

δημιουργώντας έτσι ζημιές στην επιχείρηση. Στην αντίθετη περίπτωση όπου η ποσότητα της παραγγελίας είναι μικρή συγκριτικά με τη ζήτηση, τότε αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αδυναμία ανταπόκρισης στις ανάγκες του αγοραστικού κοινού και κατ' επέκταση σε δυσαρέσκεια των πελατών. Το υπόψη μοντέλο θα αναλυθεί ενδελεχώς στο επόμενο κεφάλαιο που θα αναφέρεται στην Εφοδιαστική Αλυσίδα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Εφοδιαστική Αλυσίδα

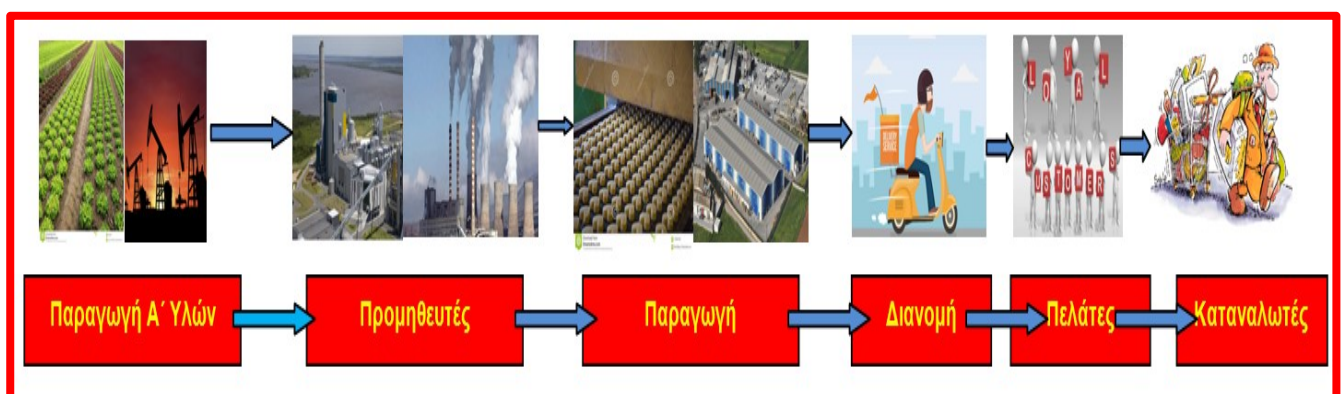
4.1. Εφοδιαστική Αλυσίδα

4.1.α. Εισαγωγή – Ορισμοί

Όπως προαναφέραμε στο 1^ο Κεφάλαιο της παρούσης Διπλωματικής εργασίας, μία από τις εφαρμογές της επιχειρησιακής έρευνας είναι η εφοδιαστική αλυσίδα (supply chain).

4.1.α.(1) Ορισμός Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Με τον όρο εφοδιαστική αλυσίδα εννοούμε το σύνολο των μονάδων – οργανισμών, που έχουν ως αποστολή τη διάθεση προϊόντων από το στάδιο των πρώτων υλών από τις οποίες αυτά προέρχονται ως τους διανομείς οι οποίοι είναι επιφορτισμένοι με την παράδοση του προϊόντος στον τελικό καταναλωτή. Το δίκτυο στο οποίο αναφερόμαστε δεν περιλαμβάνει μόνο υλικά στοιχεία αλλά και άυλα όπως είναι οι πληροφορίες και τα κεφάλαια που απαιτούνται για να έρθει σε πέρας η αποστολή της παραλαβής του προϊόντος από τον καταναλωτή. Δεδομένου ότι ο όρος αλυσίδα μας οδηγεί στην σχηματική απεικόνιση της ως γραμμική εν τούτοις στην πραγματικότητα έχουμε ένα πολυεπίπεδο δίκτυο μονάδων – οργανισμών μέσω του οποίου διακινούνται προϊόντα, πληροφορίες και κεφάλαια. Μία ενδεικτική απεικόνιση της εφοδιαστικής αλυσίδας φαίνεται παρακάτω:



Απεικόνιση της εφοδιαστικής αλυσίδας 1

ΣΧΗΜΑ 5

4.1.α.(2) Διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας

Ένα άλλο κομμάτι της επιχειρησιακής έρευνας αποτελεί η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Με τον όρο διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας (Supply Chain Management - SCM) εννοούμε τη διεργασία κατά την οποία διενεργείται διαχείριση των ροών προϊόντων, χρημάτων και πληροφοριών εντός της εφοδιαστικής αλυσίδας ώστε να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα και η αποδοτικότητα του συστήματος.

4.1.β. Σπουδαιότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας

Προκειμένου οι εταιρείες να είναι ανταγωνιστικές, θα πρέπει να αναζητήσουν συνεχώς νέες λύσεις σε σημαντικά θέματα διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας, όπως είναι:

- Η μελέτη των τρόπων μεταφοράς
- Ο τρόπος διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας
- Ο προσεκτικός και μεθοδικός σχεδιασμός φόρτωσης
- Ο σχεδιασμός διαδρομών και του δικτύου διανομής.

Οι εταιρείες πρέπει να αντιμετωπίσουν έγκαιρα τις εταιρικές προκλήσεις που επηρεάζουν τη διαχείριση της εφοδιαστικής προκειμένου τα προϊόντα τους να φτάνουν έγκαιρα στους πελάτες τους. Εξάλλου η μεγαλύτερη και γρηγορότερη διαθεσιμότητα των προϊόντων είναι το κλειδί για την αύξηση των πωλήσεων, Υπάρχει ένα σημαντικό πλεονέκτημα κέρδους για το επιπλέον χρόνο που η επιχείρηση δραστηριοποιείται στην αγορά τη στιγμή που οι ανταγωνιστές σας δεν είναι λέει. Το πλεονέκτημα αυτό αφορά στην αναγκαιότητα η επιχείρηση να βρίσκεται πρώτη στις ανάγκες των καταναλωτών, προκειμένου να έχει μεγαλύτερο μερίδιο παραγγελιών και επομένως και της αγοράς. Ως παράδειγμα θα μπορούσαμε να αναφέρουμε την ύπαρξη δύο ίδιων προϊόντων με τα ίδια χαρακτηριστικά τα οποία ο καταναλωτής μπορεί να αγοράσει. Το ερώτημα που τίθεται είναι ποια θα είναι η επιλογή του. Η εμπειρία λέει ότι θα οδηγηθεί στην αγορά αυτού του προϊόντος που θα είναι πιο άμεσα διαθέσιμο. Συνεπώς φαίνεται ότι η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στον παράγοντα αμεσότητα στη μετακίνηση των αγαθών. (Zigiaris 2000)

4.1.γ. Σχέση μεταξύ Διαχείρισης αποθεμάτων και Διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας.

Με την πάροδο των ετών, έχει επικρατήσει η άποψη ότι η διαχείριση των αποθεμάτων αποτελεί το τμήμα της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας που σχεδιάζει, υλοποιεί και ελέγχει την αποδοτική και αποτελεσματική ροή και αποθήκευση των προϊόντων, υπηρεσιών και πληροφοριών από το σημείο προέλευσής τους, έως το σημείο κατανάλωσής τους (Logistics 2005).

Τελικά, μπορεί να ειπωθεί ότι η διαχείριση των αποθεμάτων είναι υποσύνολο της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας η οποία έχει πιο ευρύ και διεπιχειρησιακό πεδίο εφαρμογής και μεγαλύτερο αριθμό διαδικασιών. Συγκεκριμένα, υπό τη σκέπη της διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας ερευνώνται οι σχέσεις μεταξύ των επιχειρήσεων που διαμορφώνουν τη συνολική αξία προϊόντος - υπηρεσίας και εξετάζονται όλες οι διαδικασίες που διατρέχουν την αλυσίδα.

4.1.δ. Κρίσιμα στοιχεία για την απόδοση και την ολοκλήρωση της εφοδιαστικής αλυσίδας

Προκειμένου μια εφοδιαστική αλυσίδα να είναι αποδοτική και αποτελεσματική πρέπει να οδηγεί σε σωστές αποφάσεις και απαντήσεις στα εξής βασικά ζητήματα:

- Παραγωγή: Τί προϊόντα χρειάζεται η αγορά; Σε τί ποσότητα το κάθε προϊόν και μέχρι πότε;
- Αποθέματα: Ποιά εμπορεύματα πρέπει να αποθηκευτούν σε κάθε στάδιο της αλυσίδας; Πόσα αποθέματα θα πρέπει να αποθηκευτούν ως ακατέργαστο υλικό, ως προϊόντα υπό διαμόρφωση ή τελικά αγαθά;
- Χωροθέτηση: Πού είναι η καταλληλότερη τοποθεσία για την εγκατάσταση της παραγωγικών δραστηριοτήτων και της αποθήκευσης των αποθεμάτων; Ποιά χωροθέτηση είναι η πλέον συμφέρουσα από πλευράς κόστους; Να χρησιμοποιηθούν υπάρχουσες εγκαταστάσεις ή να κατασκευαστούν νέες;

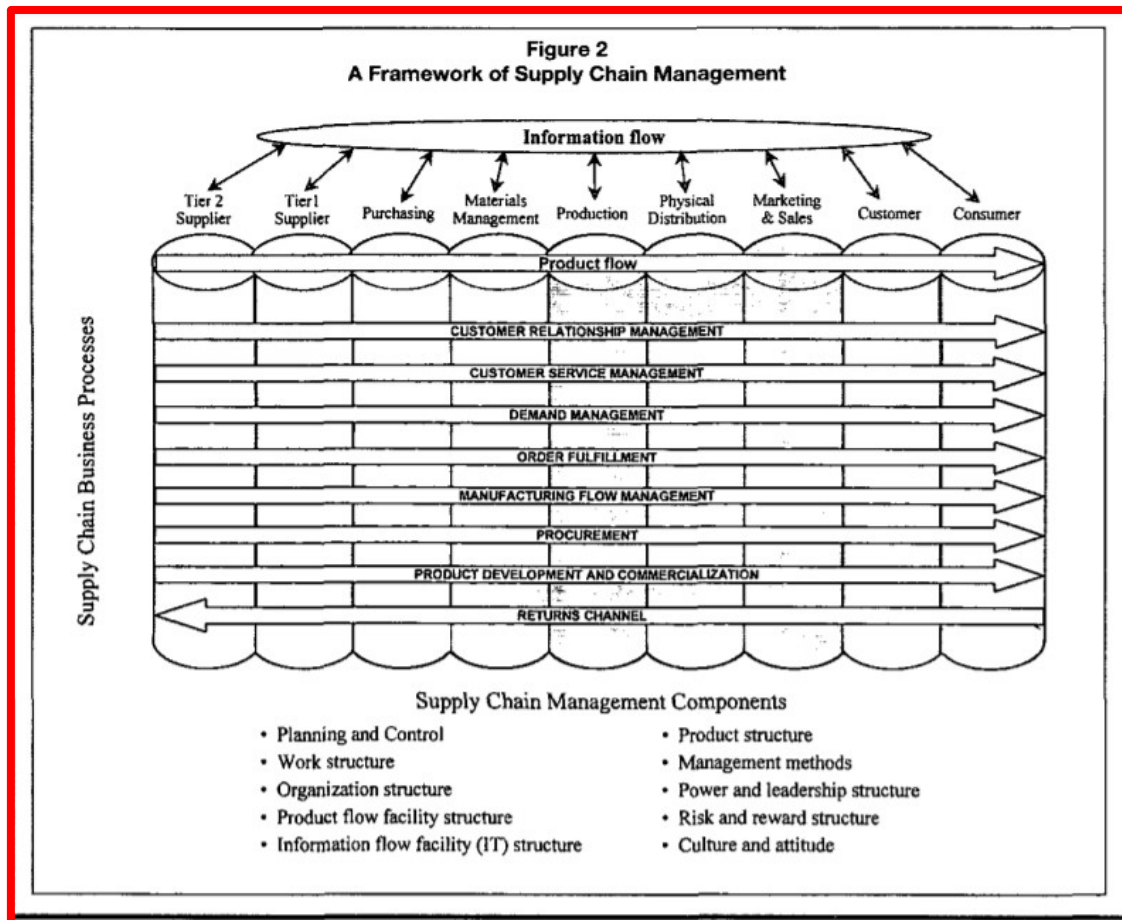
- Μεταφορές: Πώς θα μεταφερθούν τα αποθέματα από μία τοποθεσία της αλυσίδας σε άλλη; Ποιό μεταφορικό μέσο είναι καλύτερα να χρησιμοποιείται και πότε; Ποιά θα είναι η διαδρομή και με τί φορτίο;
- Πληροφορία: Πόσα δεδομένα πρέπει να συλλέγονται και πόσα να διαμοιράζονται στην αλυσίδα; Πώς αξιοποιούνται οι πληροφορίες και τί συστήματα απαιτούνται;

4.1.ε. Αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας (Martha Cooper 1997)

Ένα μεγάλο ερώτημα που απασχολεί ολοένα και περισσότερο είναι το πώς η εφοδιαστική αλυσίδα είναι δυνατόν να είναι αποδοτική και αποτελεσματική σε ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο επιχειρησιακό περιβάλλον με αυξημένες ανάγκες καταναλωτών και σύνθετα δίκτυα εφοδιασμού με τεράστιες ποσότητες δεδομένων από ανόμοια και ανεξάρτητα πληροφοριακά συστήματα και εφαρμογές.

Η απάντηση στο ερώτημα αυτό δίνεται από την ολοκλήρωση των κεντρικών λειτουργιών της εφοδιαστικής αλυσίδας και τη δημιουργία μιας αλυσίδας αξίας. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι οκτώ κρίσιμες επιχειρησιακές λειτουργίες που πρέπει να λειτουργούν αδιάσπαστα υπό τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι επιχειρησιακές λειτουργίες εκτείνονται κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας από το σημείο προμήθειας ως το σημείο κατανάλωσης και εμπλέκουν όλα τα SC μέλη σε πληροφοριακές ροές και αλληλεπιδράσεις.

Οι λέξεις-κλειδιά στην ολοκληρωμένη διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας είναι η εποπτεία (visibility) της εφοδιαστικής αλυσίδας, η συνεργασία (collaboration) μεταξύ των SC μελών και η μείωση του κόστους που δεν προσδίδει αξία στην αλυσίδα, με σκοπό να γίνει περισσότερο λιτή (lean) και κατ' επέκταση περισσότερη ευέλικτη (agile).



Οι οκτώ κρίσιμες επιχειρησιακές λειτουργίες 1

ΣΧΗΜΑ 6

4.1.στ. Δραστηριότητες που περιλαμβάνονται στην διαδικασία διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας

Προκειμένου να έχουμε μία σαφή εικόνα του συστήματος της Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας είμαστε υποχρεωμένοι να αναγνωρίσουμε τις δραστηριότητες και τις λειτουργίες του οι οποίες είναι οι παρακάτω:

4.1.στ. (1) Καθορισμός Επιθυμητού Επιπέδου Εξυπηρέτησης του Πελάτη

Η σημασία του όρου αυτού έγκειται στο γεγονός ότι η επιχείρηση θα πρέπει να έχει θεσπίσει μια φιλοσοφία και μια πολιτική, η οποία να απευθύνεται στις ανάγκες του πελάτη σε συνάρτηση όμως τις δυνατότητες που αυτή έχει πάντα. Έτσι υλοποιεί ενέργειες τοποθετώντας τον πελάτη και τις επιθυμίες στην κορυφή της προτεραιοποίησης της καταφέροντας να ικανοποιεί τους πελάτες της και να ταυτόχρονα να διατηρεί σταθερή την πελατεία της.

4.1.στ. (2) Διαδικασία Παραγγελιών

Πρόκειται για την πολύ σημαντική διαδικασία μέσα σε μια επιχείρηση, ίσως και την ουσιαστικότερη από πλευράς επίτευξης αποτελέσματος διότι αποτελείται από πολλές επιμέρους εργασίες όπως:

- Η είσοδος της παραγγελίας: πως λαμβάνεται, σε τι χρόνο και με τι μέσο η κάθε παραγγελία.
- Η καταγραφή της παραγγελίας: πως αποτυπώνεται, με τι στοιχεία, τι ιδιαιτερότητες υπάρχουν και τι διευκρινήσεις δίνονται.
- Ο προγραμματισμός εκτέλεσης της παραγγελίας: σε τι χρόνο θα κατασκευαστεί, θα μεταποιηθεί και θα είναι έτοιμο ή ολοκληρωμένο, ένα προϊόν ή υπηρεσία
- Η μεταφορά και αποστολή της παραγγελίας: ο τρόπος που θα επιλεγεί ώστε να φτάσει στον πελάτη το προϊόν γρήγορα και με ασφάλεια. Θα πρέπει να τονίσουμε πως ο χρόνος που απαιτείται για μια παραγγελία, από τη στιγμή που γίνεται μέχρι να φτάσει στα χέρια του τελικού πελάτη, αποτελεί ένα κρίσιμο παράγοντα εξυπηρέτησης και ικανοποίησής του.
- Η τιμολόγηση και η πιστωτική πολιτική προς τον πελάτη: ιδιαιτερότητες κατά την τιμολόγηση και συμφωνία για την πληρωμή με τον πελάτη

4.1.στ.(3) Επικοινωνίες Διανομής

Στις επιχειρήσεις, η βοήθεια της τεχνολογίας είναι πολύ σημαντική καθώς με την εφαρμογή της στις καθημερινές μεθόδους που ακολουθεί η επιχείρηση, κάνει ευκολότερη τη διαχείριση της πληροφορίας προς την κατεύθυνση της εξυπηρέτησης του πελάτη.

Η χρήση των δικτύων επικοινωνιών δίνει τη δυνατότητα της μεταβίβασης, αποθήκευσης, τροποποίησης, ανάκλησης και επεξεργασίας της πληροφορίας, αναλόγως με τη χρήση για την οποία προορίζεται προκειμένου να επιτευχθεί το βέλτιστο δυνατό αποτέλεσμα από την διαχείρισή της. Έτσι τα μέλη μιας επιχείρησης θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα πρόσβασης στις

πληροφορίες οποιαδήποτε στιγμή και χωρίς την οποιαδήποτε διακοπή προκειμένου να επιτευχθεί στο μέγιστο βαθμό η εξυπηρέτηση του πελάτη.

Η επικοινωνία όμως επιτυγχάνεται και με τις διαπροσωπικές σχέσεις οι οποίες είναι σημαντικές για την επίτευξη των εταιρικών στόχων και χωρίζονται σε δυο ομάδες:

(α) Στις εσωστρεφείς σχέσεις: Είναι οι σχέσεις μεταξύ των ατόμων που εργάζονται εντός της εταιρίας και σε διάφορα τμήματα που έχουν ως κοινό στόχο την ικανοποίηση του πελάτη αλλά και τη μεγιστοποίηση των κερδών του τμήματός τους και σε προέκταση και της εταιρίας που αποτελούν έμπυχο δυναμικό της.

(β) Και στις εξωστρεφείς σχέσεις: Και συγκεκριμένα στις σχέσεις μεταξύ πελάτη και προμηθευτή.

4.1.στ. (4) Διαχείριση Αποθεμάτων

Όπως αναφερθήκαμε εκτενώς στο 2^ο Κεφάλαιο μέσω της σωστής διαχείρισης αποθεμάτων υπάρχει στην αποθήκη μια συγκεκριμένη ποσότητα αποθέματος, ώστε να μπορεί να ικανοποιείται η αναμενόμενη ζήτηση κατά τον επιθυμητό βαθμό καθώς επίσης και η θεσμοθέτηση επιπέδων αποθήκευσης τα οποία θα ενεργοποιούν δραστηριότητες όπως η τοποθέτηση νέας παραγγελίας, η έναρξη μιας συγκεκριμένης παραγωγικής διαδικασίας, κλπ.

4.1.στ. (5) Πρόβλεψη Ζήτησης

Κρίσιμο συστατικό της αποτελεσματικής Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας είναι ο καθορισμός της αναμενόμενης ζητούμενης ποσότητας του δεδομένου προϊόντος, αλλά και των συνοδευτικών υπηρεσιών που οι πελάτες θα αναζητήσουν μέσα σε κάποιο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα στο μέλλον. Έτσι ανάλογα με τις προβλέψεις σχετικά με τη μελλοντική ζήτηση που θα έχουν τα προϊόντα της επιχείρησης, καθορίζονται διαφορετικές στρατηγικές - πολιτικές, τόσο στην προώθηση πωλήσεων όσο και σε άλλες διαδικασίες ή και εξωγενείς παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν τη ζήτηση (π.χ καιρικά φαινόμενα, καταστροφές, πόλεμοι – συράξεις, μόδα και τελευταίως οικονομικοί παράγοντες). Η Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας θα πρέπει να είναι σε θέση να αξιολογήσει

αυτές τις πολιτικές, τις προβλέψεις και τους εξωγενείς παράγοντες και να τις ενσωματώσει στις επιχειρησιακές λειτουργίες, οργανώνοντας αντίστοιχες στρατηγικές αγοράς πρώτων υλών και άλλων παραγωγικών συντελεστών, ή ακόμη και στρατηγικές παραγωγής και διανομής, σε συνδυασμό με την τεχνολογία που είναι κάθε φορά διαθέσιμη. Όπως καταλαβαίνουμε το να γίνει μια σωστή πρόβλεψη σχετικά με τη ζητούμενη ποσότητα των προϊόντων που παράγονται από την επιχείρηση είναι πολύ σημαντικό καθώς καθορίζει το μετέπειτα επιχειρηματικό σχεδιασμό.

4.1.στ. (6) Μεταφορές

Οι μεταφορές αποτελούν έναν πάρα πολύ σημαντικό παράγοντα για τη διαδικασία Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας. Η μεταφορά ως αυτόνομη διαδικασία μπορεί να εξοικονομήσει τεράστια κεφάλαια όταν αυξάνεται η γεωγραφική έκταση που πρέπει να καλυφθεί. Θα πρέπει να τονίσουμε ότι η μετακίνηση αγαθών από την επιχείρηση στον τελικό καταναλωτή δεν είναι κάτι απλό αλλά πρόκειται για μια διαδικασία που απαιτεί αυστηρό και προσεκτικό σχεδιασμό. Οι επιχειρήσεις – ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια - προσπαθούν να βρουν τρόπους ώστε να ελαχιστοποιήσουν το κόστος της μεταφοράς, βέβαια με τη χρήση των απαραίτητων παραμέτρων (όπως πιθανή εξάρτηση από «τρίτους» διανομείς, κλπ). Όπως αναφέραμε και πριν οι μεταφορές είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες της Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας αλλά παραμένει και ένας από τους πιο δαπανηρούς.

4.1.στ. (7) Αποθήκευση και Φύλαξη

Η αναγκαιότητα για αποθέματα από την επιχείρηση, δημιουργεί μια ακόμη διαδικασία για αυτήν η οποία και αυτή έχει το δικό της ειδικό βάρος. Πρόκειται για τη διαδικασία αποθήκευσης και φύλαξης των προϊόντων. Μέσω της διαδικασίας αποθήκευσης και φύλαξης αναφερόμαστε στην ασφάλιση των προϊόντων κυρίως από εξωτερικούς παράγοντες. Είναι ακόμη μια διαδικασία αρκετά δαπανηρή για την επιχείρηση και οι κυριότεροι λόγοι είναι οι εξής δύο:

α) Η δημιουργία κόστους μεταφοράς: και συγκεκριμένα η μεταφορά των προϊόντων από τα σημεία παραγωγής προς τα σημεία αποθήκευσης αλλά και από τα σημεία αποθήκευσης προς τα σημεία πώλησης.

β) Δημιουργία κόστους από την ίδια την μικρο-αποθηκευτική διαδικασία. Με λίγα λόγια δηλαδή είναι οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται εντός της επιχείρησης για την βέλτιστη ταξινόμηση των αγαθών στις αποθήκες, τη διατήρηση εγκαταστάσεων αποθήκευσης και εξοπλισμού (ράφια, κλιματιστικά κτλ), για τον τρόπο που φθάνουν τα προϊόντα στην επιχείρηση αλλά και για την αποστολή τους, τη δημιουργία χώρου για την αποθήκευση μιας νέας παραγγελιάς κλπ.

4.1.στ. (8) Επιλογή Τοποθεσίας Χώρου Εγκαταστάσεων και Αποθήκευσης

Με στόχο από τις επιχειρήσεις την άρτια και άμεση εξυπηρέτηση του πελάτη, η επιλογή του σημείου των εγκαταστάσεων των αποθηκών είναι απόφαση στρατηγικής σημασίας. Με την κατάλληλη επιλογή ο ανεφοδιασμός της αγοράς θα γίνεται πιο γρήγορα, ενώ συγχρόνως, δεν θα αυξάνεται και το αποθηκευτικό κόστος. Σημαντικό για την εταιρία είναι και η επιλογή της απόφασης που θα πάρει για το εάν οι αποθήκες θα είναι ιδιοκτήτες, εάν θα νοικιάζονται ή ακόμη και εάν διατίθενται από εταιρία σε εταιρία. Συνεπώς μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η κατάλληλη θέση των εγκαταστάσεων αυτών μπορεί να μειώσει αισθητά τις τιμές του κόστους που σχετίζονται με την μετακίνηση όγκου προϊόντων κατά την μεταφορά από τις εγκαταστάσεις παραγωγής στην αποθήκη, ή από αποθήκη σε αποθήκη, ή από την αποθήκη στον πελάτη. Βασική προτεραιότητα της διαδικασίας επιλογής ενός τόπου για αποθήκη και εγκατάσταση, είναι η θέση των διαφόρων αγορών πώλησης αλλά και των προμηθευτών-παραγωγικών μονάδων της εταιρείας, χωρίς να μπορούν να αποκλειστούν παράγοντες όπως οι ανάγκες των πελατών, η τοποθεσία των φυσικών πρώτων υλών και των άλλων συστατικών στοιχείων του προϊόντος, η διαθεσιμότητα αλλά και το κόστος του εργατικού δυναμικού, οι τοπικές υπηρεσίες μεταφορών, οι επιβαλλόμενοι τοπικοί αλλά και κρατικοί φόροι, οι περιβαλλοντικές και κοινωνικές νομοθεσίες και ιδιαιτερότητες απέναντι στην οργάνωση της εργασίας καθώς και άλλοι, τοπικοί παράγοντες όπως είναι το κόστος της γης και τα κοντινά οδικά δίκτυα και οι επιλογές τους.

4.1.στ. (9) Διαχείριση Υλικών

Σε κάθε περίπτωση μεταφοράς αλλά και αποθήκευσης, τελικών αλλά και ενδιάμεσων αγαθών στους χώρους παραγωγής και αποθήκευσης, απαιτείται εξειδικευμένος εξοπλισμός, ικανός να διαχειριστεί τέτοιου είδους μεταφορές. Αυτός ο εξοπλισμός συνήθως περιλαμβάνει, ειδικά οχήματα μεταφοράς, περνοφόρα οχήματα, εγκαταστάσεις, κλπ. με στόχο να μετακινεί τα αντικείμενα ανάμεσα στα στάδια παραγωγής, ταχύτατα και αποτελεσματικά, χωρίς να δημιουργεί φθορές ή άλλου είδους απώλειες. Συνοπτικά, οι στόχοι διαχείρισης υλικών μπορούν να θεωρηθούν οι εξής:

- Η μείωση του συνολικού κόστους του συστήματος Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας.
- Η παροχή ενιαίας ροής χωρίς συμφορήσεις, έτσι ώστε να διευκολύνεται η παραγωγική διαδικασία στο μικρότερο δυνατό χρόνο και με τη χρήση του λιγότερου δυνατού προσωπικού.
- Η ελαχιστοποίηση των απωλειών από σπατάλη, ζημία, φθορά ή κλοπή.

4.1.στ. (10) Ανεφοδιασμός - Διαδικασίες Προμηθειών

Το κόστος μεταφοράς συνδέεται άμεσα με την γεωγραφική τοποθεσία - απόσταση των πρώτων υλών που χρειάζεται μια παραγωγική μονάδα. Η δραστηριότητα του ανεφοδιασμού περιλαμβάνει την επιλογή των πηγών προμηθειών (προμηθευτών), τον καθορισμό του τύπου των υλικών και πρώτων υλών, τον καθορισμό της τιμής, τον έλεγχο της ποιότητας, αλλά και έναν σημαντικό αριθμό άλλων δραστηριοτήτων

4.1.στ. (11) Πρόσθετες ή Βοηθητικές Υπηρεσίες και Διαδικασίες

Στην διαδικασία Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας περιλαμβάνονται δραστηριότητες όπως η διανομή πρώτων υλών και η διανομή και η παράδοση των τελικών αγαθών. Ταυτόχρονα όμως υπάρχουν και πρόσθετες ή βοηθητικές διαδικασίες και υπηρεσίες στον τομέα του Supply Chain Management που σχετίζονται με τη συντήρηση, την επιδιόρθωση αλλά και την συμπλήρωση των

προϊόντων που παρέχονται στον τελικό πελάτη - καταναλωτή, με σκοπό την καλύτερη εξυπηρέτησή του (customer service).

Στην σύγχρονη πραγματικότητα για να υπάρξει συγκριτικό πλεονέκτημα στην ανταγωνιστικότητα των επιχειρήσεων, όταν το τελικό προϊόν φτάνει στον καταναλωτή, δεν μπορεί να προκαλείται η αίσθηση πως η ευθύνη για την διαδικασία Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας τελειώνει όταν το προϊόν φτάνει στον παραλήπτη. Έτσι στην περίπτωση που τυχόν παρουσιαστεί επιπλοκή στην χρήση του προϊόντος από τους καταναλωτές, η επιχείρηση θα αναλάβει την ευθύνη για την επιδιόρθωσή του μέσω ενός οργανωμένου δικτύου εξυπηρέτησης πελατών (customer service). Ενδεικτικά, στην περίπτωση που η βλάβη μπορεί να παρουσιαστεί σε ένα μηχάνημα της γραμμής παραγωγής μίας βιομηχανίας, το κόστος του προβλήματος θα το πληρώσει ο πελάτης - καταναλωτής. Σε αυτήν την φάση καλείται ο κατασκευαστής του μηχανήματος να έχει τα κατάλληλα αντανakλαστικά προκειμένου να επιδιορθώσει το πρόβλημα με ταχύτητα και αξιοπιστία. Για να συμβεί αυτό πρέπει να διαθέτει ένα έμπειρο και προετοιμασμένο τμήμα τεχνικής εξυπηρέτησης που θα παρέχει ταυτόχρονα εγγύηση για τις υπηρεσίες του. Έτσι η πρόσθετη ή βοηθητική υπηρεσία και διαδικασία (customer service) που εξασφαλίζει την απρόσκοπτη λειτουργία ενός συγκεκριμένου προϊόντος, ιδιαίτερα για την βιομηχανική αγορά, δίνει πλεονέκτημα έναντι του ανταγωνισμού.

4.1.στ. (12) Συσκευασία

Είναι γεγονός ότι η συσκευασία του προϊόντος, ιδιαίτερα στον τομέα του Μάρκετινγκ, παίζει πολύ σημαντικό ρόλο για την προσέλκυση και προώθησή του στον καταναλωτή καθώς είναι ένας από τους παράγοντες επηρεασμού της απόφασής του. Χαρακτηριστικά όπως το χρώμα, το σχήμα και η χρηστικότητα της αποτελούν παράδειγμα για τα παραπάνω στοιχεία. Η συσκευασία έχει όμως εξίσου καθοριστικό ρόλο και στον τομέα του Supply Chain Management. Συγκεκριμένα, η συσκευασία προστατεύει το προϊόν από τυχόν ζημιές ή φθορές σε όλη την διάρκεια μεταφοράς και αποθήκευσής του αλλά και το κόστος διαχείρισής του. Σε επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται διεθνώς η συσκευασία είναι ακόμα πιο σημαντική για την διανομή των προϊόντων για το λόγο ότι οι

αποστάσεις είναι μεγαλύτερες και μπορούν να παρουσιαστούν περισσότερα προβλήματα στους αποθηκευτικούς χώρους μεταφοράς τους από διάφορους παράγοντες. Σαν αποτέλεσμα το προϊόν πρέπει να έχει πιο χρηστική συσκευασία που έρχεται σε αντίθεση με το τμήμα Marketing που ζητά μια συσκευασία πιο εντυπωσιακή και ελκυστική για τον καταναλωτή. Έτσι πολλοί υπεύθυνοι marketing υποχρεούνται να συνεργάζονται στενά με ανθρώπους της Εφοδιαστικής αλυσίδας έτσι ώστε να πετύχουν τα επιθυμητά αποτελέσματα τόσο στην προστασία όσο και στην εμπορικότητα του προϊόντος λόγω της συσκευασίας του.

4.1.στ. (13) Διάθεση Αποβλήτων

Η ανάγκη για πιο οικολογική αντιμετώπιση του περιβάλλοντος έχει αυξήσει την κοινωνική, νομική και κρατική ευαισθησία και είναι πια αναπόσπαστο στοιχείο της ανάγκης για δημιουργία μίας διαδικασίας σχεδιασμού ενός συστήματος Supply Chain Management ενώ παράλληλα προβάλλει την εταιρία που διαθέτει το προϊόν. Ως αποτέλεσμα απόβλητα και κατάλοιπα προϊόντων θα πρέπει να περνούν από μία διεργασία ώστε να είναι οικολογικά ή και πιο φιλικά απέναντι στο περιβάλλον. Όμως σε κάθε περίπτωση είναι πολύ σημαντικό, όποιο και αν είναι το κατάλοιπο των προϊόντων - αν υπάρξει ανάγκη - να είναι σε θέση η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας να το μεταφέρει είτε να το αποθηκεύσει. Στην περίπτωση που τα προϊόντα αυτά είναι ανακυκλώσιμα θα πρέπει να υπάρξει άλλη διαδικασία αποθήκευσης και μεταφοράς αυτών με σκοπό την ανακύκλωσή τους από εξειδικευμένες εταιρίες του χώρου.

4.1.στ. (14) Διαχείριση επιστροφών

Όταν υπάρξει η περίπτωση επιστροφής του προϊόντος από τον καταναλωτή στην επιχείρηση, γεγονός που είναι πιο σύνηθες τα τελευταία χρόνια με τη νομική προστασία των νέων νόμων προστασίας του καταναλωτή, επιβάλλεται η μέριμνα από μέρος της επιχείρησης ώστε να είναι σε θέση οι αγοραστές να μπορούν να επιστρέψουν το ελαττωματικό προϊόν. Ειδικά σε βιομηχανίες τροφίμων και φαρμακοβιομηχανίες επιβάλλεται. Η διαδικασία αυτή επιβαρύνει και την επιχείρηση καθώς πρέπει να υπάρχουν επιπλέον χώροι αποθήκευσης και διαδικασίας μεταφοράς, επανασυσκευασίας και ποιοτικού ελέγχου. Επίσης πρέπει

να υπάρχει ένα σύστημα που να καλύπτει όλες αυτές τις επιπλέον ανάγκες συγκεντρωτικά ώστε να πετύχει την μικρότερη χρηματική επιβάρυνση για την ίδια και τον καταναλωτή. Εκεί τα συστήματα διαχείρισης παίζουν πολύ καθοριστικό ρόλο. Επιπρόσθετα για να διατηρήσει η επιχείρηση το υπεύθυνο κοινωνικό προφίλ της, πρέπει η παραπάνω διαδικασία να μην έχει περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως αναφέραμε και για την περίπτωση της διαχείρισης των αποβλήτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

**Μοντέλα μιας περιόδου με τυχαία ζήτηση
(Μπουρνέτας Απόστολος n.d.) (Παπαχρήστου Νικολάος
Οκτώβριος 2016)**

5.1. Το πρόβλημα του εφημεριδοπώλη και οι κατηγορίες του.

Το απλό πρόβλημα του εφημεριδοπώλη είναι ένα από τα κλασικά προβλήματα που συναντώνται στη βιβλιογραφία πάνω στον έλεγχο αποθεμάτων. Εφαρμογή μπορεί να βρει στον προγραμματισμό των εργασιών εταιρειών που τα προϊόντα τους θεωρούνται χρήσιμα για μια περίοδο.

Ένας γενικός τρόπος με τον οποίο μπορεί να περιγραφεί το πρόβλημα του εφημεριδοπώλη είναι ο παρακάτω.

Ας θεωρηθεί μια εφοδιαστική αλυσίδα η οποία απαρτίζεται από τρεις κόμβους, τον προμηθευτή, τον αγοραστή (εφημεριδοπώλη) και τον πελάτη. Στην αρχή μιας περιόδου, ο αγοραστής ενδιαφέρεται να προσδιορίσει μια βέλτιστη πολιτική αποθέματος (Q) ώστε να ικανοποιήσει την ολική ζήτηση του πελάτη. Αυτή η ζήτηση του πελάτη θεωρείται τυχαία και χαρακτηρίζεται από μία τυχαία μεταβλητή X με συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας $f(x)$ και συνάρτηση αθροιστικής κατανομής της πιθανότητας $F(x)$. Την ποσότητα Q την αγοράζει ο “εφημεριδοπώλης” από τον προμηθευτή για μία συγκεκριμένη τιμή ανά προϊόν c . Ο προμηθευτής λειτουργεί χωρίς περιορισμούς χωρητικότητας και μηδενικό χρόνο παράδοσης και έτσι μία παραγγελία η οποία δίνεται στην αρχή της περιόδου από τον αγοραστή στον προμηθευτή παραδίδεται αμέσως. Στη γενικότερη εξέταση του υπόψη προβλήματος μπορούμε να θεωρήσουμε τις παρακάτω κατηγορίες του προβλήματος

5.1.α. Το πρόβλημα του εφημεριδοπώλη με αξιόπιστο προμηθευτή.

Στην περίπτωση αυτή δεν διατηρούνται αποθέματα για μελλοντικές περιόδους. Υπάρχουν πολλές περιπτώσεις στην πράξη όπου δεν μπορούμε να κρατάμε αποθέματα και για το λόγο αυτό τα μοντέλα μιας περιόδου είναι χρήσιμα

σε πολλές εφαρμογές. Μερικές από αυτές είναι π.χ., να προγραμματιστεί το μέγεθος της παραγωγής εποχιακών προϊόντων ρουχισμού ή να αποφασισθούν οι ποσότητες προϊόντων με μικρή ημερομηνία λήξης όπως τρόφιμα ή εφημερίδες. Το πρόβλημα του εφημεριδοπώλη είναι ένα πρώτο απλό μοντέλο αυτής της κατηγορίας, και περιγράφεται παρακάτω.

Ένας λιανοπωλητής παραγγέλλει ένα μοναδικό προϊόν στην αρχή μιας περιόδου. Η παραγγελία αυτή θα χρησιμοποιηθεί αποκλειστικά για να ικανοποιήσει τη ζήτηση κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου ενώ δεν υπάρχουν αποθέματα. Θεωρούμε ότι η ζήτηση X είναι συνεχής μη αρνητική τυχαία μεταβλητή με συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας $f(x)$ και συνάρτηση κατανομής $F(x)$. Η ποσότητα η οποία πρόκειται να παραγγείλει – μεταβλητή απόφασης Q – είναι εκείνη για την οποία ελαχιστοποιείται το αναμενόμενο κόστος στο τέλος της περιόδου. Αναλύοντας το κόστος παρατηρούμε ότι προέρχεται από δύο πηγές:

C_o = κόστος ανά μονάδα προϊόντος ή εμπορεύματος το οποίο μένει απούλητο στο τέλος μιας περιόδου (overstock cost).

C_u = κόστος ανά μονάδα χαμένων πωλήσεων, δηλαδή ζήτησης που δεν ικανοποιήθηκε (understock cost).

Τα δυο κόστη αυτά όπως φαίνεται είναι αντικρουόμενα δηλαδή οδηγούν την πολιτική σε αντίθετες κατευθύνσεις.

Βελτιστοποίηση της παραγγελθείσας ποσότητας.

Αντικείμενο της ανάλυσης είναι να βρεθεί το Q το οποίο ελαχιστοποιεί το αναμενόμενο κόστος στο τέλος της περιόδου. Για να γίνει αυτό ακολουθούμε τα ακόλουθα δύο στάδια:

Στάδιο 1^ο : Κατασκευή της συνάρτησης κόστους.

Βήμα 1: Κατασκευή μιας έκφρασης για το κόστος συναρτήσει των X , Q .

Βήμα 2: Υπολογισμός της αναμενόμενης τιμής αυτής της έκφρασης σε σχέση με τη συνάρτηση πιθανότητας της ζήτησης.

Βήμα 3: Εύρεση της τιμής του Q που ελαχιστοποιεί τη συνάρτηση αναμενόμενου κόστους.

Έστω $G(Q,X)$ το συνολικό κόστος το οποίο προκύπτει στο τέλος της περιόδου όταν Q μονάδες εμπορεύματος έχουν παραγγελθεί στην αρχή της περιόδου και X είναι η ζήτηση. Σε αυτή την περίπτωση η ποσότητα που μένει απούλητη είναι ίση με $\max\{Q - X, 0\}$. Επίσης, η ανικανοποίητη ζήτηση στο τέλος της περιόδου είναι ίση με $\max\{X - Q, 0\}$. Επομένως έχουμε ότι $G(Q,X) = C_o \max(0, Q - X) + C_u \max(0, X - Q)$.

Το επόμενο βήμα είναι να βρούμε το αναμενόμενο κόστος $G(Q) = E(G(Q,X))$.

$$\begin{aligned} G(Q) &= C_o \int_0^{\infty} \max(0, Q - x) f(x) dx \\ &\quad + C_u \int_0^{\infty} \max(0, x - Q) f(x) dx \\ &= C_o \int_0^Q (Q - x) f(x) dx + C_u \int_Q^{\infty} (x - Q) f(x) dx \end{aligned}$$

Στάδιο 2^ο : Εύρεση της βέλτιστης πολιτικής.

Θέλουμε να βρούμε την τιμή του Q που ελαχιστοποιεί το αναμενόμενο κόστος $G(Q)$. Για να το κάνουμε αυτό, είναι απαραίτητο να εξετάσουμε τις ιδιότητες της συνάρτησης $G(Q)$.

Έχουμε ότι:

$$\frac{dG(Q)}{dQ} = C_o \int_0^Q 1 f(x) dx + C_u \int_Q^{\infty} (-1) f(x) dx = C_o F(Q) - C_u (1 - F(Q))$$

Ακολουθώντας έχουμε ότι:

$$\frac{d^2 G(Q)}{dQ^2} = C_o + C_u f(Q) \geq 0 \quad \forall Q \geq 0$$

Επειδή η δεύτερη παράγωγος είναι μη αρνητική η συνάρτηση $G(Q)$ είναι κυρτή. Επίσης παρατηρούμε ότι μπορούμε να βρούμε την τιμή της πρώτης παραγώγου για $Q=0$ που είναι ίση με

$$\frac{dG(Q)}{dQ} = CoF(0) - Cu(1 - F(0)) = -Cu < 0, \text{αφού } F(0) = 0$$

Αυτό σημαίνει ότι για $Q=0$ η $G(Q)$ είναι φθίνουσα. Επομένως η βέλτιστη λύση Q^* είναι το σημείο όπου μηδενίζεται η πρώτη παράγωγος της $G(Q)$. Δηλαδή έχουμε

$$G'(Q)^* = (Co + Cu)F(Q^*) - Cu = 0 \Leftrightarrow F(Q)^* = \frac{Cu}{Co + Cu}$$

Επειδή οι Co και Cu είναι θετικοί αριθμοί, ισχύει ότι:

$$0 \leq \frac{Cu}{Cu + Co} \leq 1$$

Επειδή επιπλέον η F είναι συνεχής, η παραπάνω εξίσωση έχει πάντοτε λύση.

Από την εξίσωση της βέλτιστης πολιτικής προκύπτει ότι το κλάσμα

$$\frac{Cu}{Cu + Co}$$

είναι ίσο με την πιθανότητα να ικανοποιηθεί όλη η ζήτηση κατά τη διάρκεια της περιόδου αν Q^* μονάδες έχουν παραγγελθεί στην αρχή της περιόδου. Είναι σημαντικό να διευκρινίσουμε ότι αυτό δεν είναι το ίδιο με το ποσοστό της ζήτησης που ικανοποιήθηκε. Όταν το κόστος θετικού και το κόστος αρνητικού εμπορεύματος είναι ίσα τότε το κλάσμα

$$\frac{Cu}{Cu + Co}$$

είναι ακριβώς $\frac{1}{2}$. Σε αυτή την περίπτωση το Q το βρίσκουμε στη διάμεσο της συνάρτησης ζήτησης. Όταν η συνάρτηση ζήτησης είναι συμμετρική (όπως η κανονική) το μέσο και η διάμεσος συμπίπτουν. Ένας άλλος τρόπος για να δούμε την προηγούμενη ανάλυση είναι να μην σταθούμε στα κόστη θετικού και αρνητικού εμπορεύματος. Αυτή τη φορά θα ξεκινήσουμε την ανάλυση χρησιμοποιώντας και τα κέρδη.

Έστω

r = η τιμή πώλησης ανά μονάδα εμπορεύματος

c = κόστος αγοράς ανά μονάδα εμπορεύματος

h = αξία ανά μονάδα εμπορεύματος που απομένει απούλητο στο τέλος της περιόδου

p = κόστος ανά μονάδα ανικανοποίητης ζήτησης (επιπλέον του διαφυγόντος κέρδους).

Θα δείξουμε με ποιον τρόπο τα κόστη C_u και C_o μπορούν να ερμηνευτούν με την βοήθεια των προηγούμενων παραμέτρων. Όπως προηγουμένως Q είναι η ποσότητα που θα παραγγείλουμε και X η ζήτηση κατά την διάρκεια της περιόδου.

Θεωρούμε χωρίς βλάβη της γενικότητας ότι ξεκινάμε με μηδενικές ποσότητες. Τότε το καθαρό κέρδος στο τέλος της περιόδου είναι:

$$R(Q, X) = -cQ + h\max(Q - X, 0) - p\max(X - Q, 0) + r\min(Q, X)$$

Το αναμενόμενο κέρδος είναι ίσο με

$$\begin{aligned} P(Q) = & -cQ + h \int_0^Q (Q - x) f(x) dx - p \int_Q^\infty (x - Q) f(x) dx + r \int_0^Q x f(x) dx \\ & + rQ \int_Q^\infty f(x) dx \end{aligned}$$

Χρησιμοποιώντας την σχέση

$$\int_0^Q x f(x) dx = \int_0^x x f(x) dx - \int_Q^\infty x f(x) dx = \mu - \int_Q^\infty x f(x) dx,$$

το αναμενόμενο κέρδος μπορεί να γραφτεί ως

$$P(Q) = -cQ + h \int_0^Q (Q - x) f(x) dx - (p + r) \int_Q^\infty (x - Q) f(x) dx + r\mu$$

την βέλτιστη ποσότητα που πρέπει να παραγγείλουμε την βρίσκουμε ως λύση της

$$P(Q) = 0 \Leftrightarrow -c + hF(Q) + (p + r)(1 - F(Q)) = 0 \Leftrightarrow F(Q) = \frac{p + r - c}{p + r - h}$$

Παρατηρούμε ότι αν θέσουμε

$$C_u = p + r - c$$

και

$$C_o = c - h$$

παίρνουμε το κλάσμα της προηγούμενης ανάλυσης .

$$\frac{Cu}{Cu + Co}$$

5.1.β. Το πρόβλημα του εφημεριδοπώλη με αναξιόπιστο προμηθευτή.
(Παπαχρήστου Νικολάος Οκτώβριος 2016)

5.1.β.(1) Γενικά

Όπως προαναφέρθηκε είναι δυνατόν σε πολλές περιπτώσεις η ζήτηση να θεωρείται σταθερή και δεδομένη μέσα στον χρόνο. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις όπου η κατανομή είναι τυχαία όπου να ακολουθούμε τα στοχαστικά μοντέλα διαχείρισης των αποθεμάτων.

Είναι λοιπόν προφανές ότι μία σημαντική πηγή αβεβαιότητας στα μοντέλα ελέγχου αποθέματος είναι η τυχαία ζήτηση. Στην περίπτωση αυτή όπου η ζήτηση ξεπεράσει την πρόβλεψη ή είναι μικρότερη αυτής, ο διαχειριστής του αποθέματος θα έχει χαμένες πωλήσεις ή θα έχει αναξιοποίητες μονάδες προϊόντος στο τέλος της περιόδου.

Όμως η αβεβαιότητα στη ζήτηση δεν αποτελεί τον μοναδικό παράγοντα τυχαιότητας. Στο σημείο αυτό έρχεται να εξεταστεί και η αβεβαιότητα που θα παρουσιαστεί από το εάν θα παραδοθούν ή όχι τα προϊόντα, γεγονός που δεν θα πρέπει ούτε να αμελείται. Εξάλλου τα τελευταία χρόνια στην παγκόσμια αγορά υπάρχουν πολλά τέτοια παραδείγματα όπου ο προμηθευτής δεν κατάφερε να παραδώσει έγκαιρα το προϊόν του για λόγους που είτε οφείλονταν είτε δεν οφείλονταν σε αυτόν. Τέτοια γεγονότα θα μπορούσαν να είναι μια από μία σοβαρή βλάβη στα μηχανήματα παραγωγής έως ένα φυσικό γεγονός όπως σεισμός ή άλλη φυσική καταστροφή η οποία θα δυσκόλευε και θα εμπόδιζε τον προμηθευτή να είναι συνεπής στην παράδοση του προϊόντος του. Παραδείγματα τέτοιων καταστροφών θα μπορούσαν να είναι η δυσκολία που προέκυψε στους εφοδιασμούς λόγω της ηφαιστειακής τέφρας του ηφαιστείου της Ισλανδίας την άνοιξη του 2010 η οποία είχε ως αποτέλεσμα οι αεροπορικές εταιρείες να έχουν απώλειες των τριών δισεκατομμυρίων ευρώ (Καθημερινή 21.11.2014). Επίσης το 2016 λόγω του ισχυρού σεισμού που σημειώθηκε στην Ιαπωνία είχε ως αποτέλεσμα η Toyota Motor Corp. η μεγαλύτερη αυτοκινητοβιομηχανία στον

κόσμο να αναστείλει το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής της σε εργοστάσια ανά την Ιαπωνία, καθώς εξαιτίας των σεισμών και των εκτεταμένων ζημιών που είχαν προκληθεί σε ορισμένα εργοστάσια αντιμετώπιζε ελλείψεις σε ορισμένα ανταλλακτικά. Επιπλέον σε ολιγοήμερη αναστολή της παραγωγής στο εργοστάσιο μοτοσυκλετών κοντά στη νότια πόλη Κουμαμότο είχε προχωρήσει και η Honda. Τέλος ο κολοσσός ηλεκτρονικών ειδών Sony Corp. είχε ανακοινώσει την αναστολή παραγωγής στο εργοστάσιο αισθητήρων εικόνας στο Κουμαμότο. (Καθημερινή 21.11.2014)

Όπως φαίνεται λοιπόν από τα προαναφερθέντα παραδείγματα η αβεβαιότητα παράδοσης προϊόντων όταν ως μεταβλητές λαμβάνονται τυχαίοι παράγοντες είναι σχετικά μεγάλη.

Μελετώντας το παράδειγμα του εφημεριδοπώλη παρατηρούμε ότι στην παραπάνω περίπτωση αυτό αντιμετωπίστηκε με δεδομένη την αξιοπιστία του προμηθευτή. Τώρα θα εξετάσουμε τι πιθανόν να συμβεί στην περίπτωση που ο προμηθευτής δεν θα κατάφερνε τελικά να παραδώσει μέρος ή ολόκληρη την ποσότητα του παραγγελθέντος προϊόντος.

5.1.β.(2) Το μαθηματικό μοντέλο του εφημεριδοπώλη με αναξιόπιστο προμηθευτή.

Όπως και στο κλασικό πρόβλημα του εφημεριδοπώλη η ζήτηση από τον πελάτη είναι η συνεχής τυχαία μεταβλητή X με αθροιστική συνάρτηση και συνάρτηση πυκνότητας της πιθανότητας. Το ύψος της παραγγελίας (Q) αποφασίζεται από τον αγοραστή πριν γίνει γνωστή η ζήτηση. Καθώς όμως ο προμηθευτής είναι αναξιόπιστος το ποσοστό της παραγγελίας που παραδίδεται είναι και αυτό συνεχής τυχαία μεταβλητή ορισμένη στο διάστημα $[0,1)$. Συνεπώς η παραδιδόμενη ποσότητα από τον προμηθευτή είναι $Q \cdot U$. Ο αγοραστής πληρώνει στον προμηθευτή ανά μονάδα παραδιδόμενης παραγγελίας. Πουλά στον πελάτη σε τιμή ανά μονάδα πώλησης και σε περίπτωση που το απόθεμα δεν επαρκεί για να καλύψει τη ζήτηση τότε χρεώνεται p ανά μονάδα ανικανοποίητης ζήτησης και αν στο τέλος της περιόδου υπάρχει υπόλοιπο προϊόν τότε το επιστρέφει με τιμή h

να επιστρεφόμενη μονάδα, όπου $h < c < r$. Το πρόβλημα και εδώ εστιάζεται στην εύρεση της παραγγελίας που μεγιστοποιεί το αναμενόμενο κέρδος

Για δεδομένη ποσότητα παραγγελίας Q το αναμενόμενο κέρδος είναι: $E \left\{ -c * Q * U + \int_0^{QU} h(QU - x)f(x)dx - \int_{QU}^{\infty} p(x - QU)f(x)dx + 0QUrx f(x)dx + QU0rQUf(x)dx \right\}$

Παραγωγίζοντας ως προς Q προκύπτει :

$$E\{(p + r - c)U - (p + r - h)UF(QU)\}$$

Η βέλτιστη ποσότητα είναι αυτή που προκύπτει από το μηδενισμό της παραγώγου ικανοποιώντας τη σχέση:

$$(p + r - h)E\{UF(QU)\} - (p + r - c)E\{U\} = 0$$

5.1.γ. Το πρόβλημα του εφημεριδοπώλη με εφεδρικό προμηθευτή.
(Γαπαχρήστου Νικολάος Οκτώβριος 2016)

5.1.γ.(1) Γενικά

Μία επιπλέον πτυχή του προβλήματος του εφημεριδοπώλη με αναξιόπιστο προμηθευτή είναι αυτή της χρήσης εφεδρικού προμηθευτή το οποίο και αποτελεί αντικείμενο μελέτης αυτής της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Ο αγοραστής λοιπόν όπως προαναφέρθηκε εκτός της παραγγελίας από τον κύριο προμηθευτή στην αρχή της περιόδου προπληρώνει και εξασφαλίζει μία ποσότητα την οποία παραλαμβάνει, στην περίπτωση που η παραδιδόμενη ποσότητα από τον κύριο προμηθευτή δεν επαρκεί.

5.1.γ.(2) Το μαθηματικό μοντέλο του εφημεριδοπώλη με εφεδρικό προμηθευτή

Το πρόβλημα του εφημεριδοπώλη με αβεβαιότητα στην παραδιδόμενη ποσότητα και χρήση εφεδρικού προμηθευτή διατυπώνεται όπως παρακάτω.

Η ζήτηση είναι συνεχής τυχαία μεταβλητή X με αθροιστική συνάρτηση $F(x)$ και συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας $f(x)$. Το ύψος της παραγγελίας στον κύριο

προμηθευτή είναι Q και είναι πιθανό να εξασφαλίζεται και μια ποσότητα K από έναν αξιόπιστο εφεδρικό προμηθευτή. Ορίζεται ως S η παραδιδόμενη ποσότητα από τον κύριο προμηθευτή η οποία είναι συνεχής τυχαία μεταβλητή. Ο αγοραστής πληρώνει στον κύριο προμηθευτή c που είναι το κόστος ανά μονάδα παραδιδόμενης παραγγελίας έχοντας δηλαδή συνολικό κόστος $S \cdot c$. Όσον αφορά τον εφεδρικό προμηθευτή, ο αγοραστής πληρώνει όταν κάνει την παραγγελία c_R πού είναι το κόστος ανά μονάδα εξασφαλισμένης ποσότητας και σε περίπτωση που παραλάβει την εξασφαλισμένη ποσότητα ή μέρος αυτής χρεώνεται c_E το οποίο είναι το κόστος ανά μονάδα αγοράς από τον εφεδρικό προμηθευτή. Φυσικά για να έχει νόημα το πρόβλημα πρέπει να ικανοποιείται ο περιορισμός

$$c_R + c_E > c.$$

Όπως και στα παραπάνω μοντέλα η τιμή πώλησης ανά μονάδα είναι r , το κόστος ανά μονάδα ανικανοποίητης ζήτησης είναι p και η τιμή πώλησης ανά επιστρεφόμενη μονάδα στο τέλος της περιόδου είναι h , όπου

$$h < c < r$$

Η παραγγελία στον εφεδρικό προμηθευτή πραγματοποιείται ταυτόχρονα με την παραγγελία στον κύριο προμηθευτή προκειμένου να αποφευχθεί οποιαδήποτε έλλειψη υπάρξει λόγω της ζήτησης ή της μη παράδοσης του προϊόντος από τον κύριο προμηθευτή. Αναλυτικότερα το μοντέλο του το πρόβλημα του εφημεριδοπώλη με εφεδρικό προμηθευτή θα αναλυθεί στο επόμενο (5^ο) κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1 Προσομοίωση μοντέλου εφημεριδοπώλη με αναξιόπιστο προμηθευτή

6.1.α. Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο πραγματοποιείται μία προσπάθεια να προσομοιωθεί το μοντέλο του εφημεριδοπώλη ο οποίος όμως έχει αναξιόπιστο προμηθευτή. Το εν λόγω μοντέλο το οποίο περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο παρουσιάζει αρκετές ιδιαιτερότητες αφού όπως προαναφέρθηκε ανήκει στα στοχαστικά μοντέλα καθότι τόσο η ζήτηση όσο και η ποσότητα του παραδιδόμενου προϊόντος δεν είναι προκαθορισμένη όσο και σίγουρη. Για τις ανάγκες της προσομοίωσης, κατασκευάσαμε ένα μοντέλο προσομοίωσης προκειμένου να πραγματοποιήσουμε τις δοκιμές π, να εξάγουμε αποτελέσματα και στο τέλος να καταλήξουμε στα αναγκαία συμπεράσματα. Το λογισμικό που χρησιμοποιήσαμε βασίζεται στο πρόγραμμα λογιστικών φύλλων Microsoft Excel.

6.1.β. Το Yasai ως πρόσθετο του Excel

Η προσομοίωση του μοντέλου που περιγράψαμε παραπάνω θα πραγματοποιηθεί μέσω του πρόσθετου του Excel Yasai.

Το πρόσθετο YASAI.XLA προορίζεται για τη διδασκαλία της στοιχειώδους προσομοίωσης Monte Carlo. Δεν παρέχει την πλήρη λειτουργικότητα του @Risk, Crystal Ball και άλλων εμπορικών προϊόντων, αλλά επαρκεί για στοιχειώδη εκπαίδευση. Ένα βασικό πλεονέκτημα είναι ότι το YASAI.XLA αποτελείται από ένα μόνο αρχείο προς λήψη, το οποίο μπορεί να εκτελεστεί σε οποιοδήποτε υπολογιστή με μια πρόσφατη έκδοση του Excel, χωρίς να απαιτούνται προνόμια διαχειριστή ή ειδική διαδικασία εγκατάστασης.

Είναι επίσης σχεδιασμένο για να είναι πολύ απλό στη χρήση. Λόγω αυτής του της απλότητας, το YASAI μπορεί να τρέξει προσομοιώσεις πιο αργά από τα εμπορικά προϊόντα, καθώς όλος ο κώδικας γενιάς τυχαίων αριθμών παράγεται στην Visual Basic.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with a YASAI Simulation dialog box open. The spreadsheet has columns A through W and rows 1 through 28. The YASAI Simulation dialog box is titled 'YASAI Simulation' and has a close button (X). It contains the following settings:

- Number of Scenarios: 64 (Default)
- Use same random number seed for each scenario? (checked)
- Set To: 1
- Random number seed: (empty)
- Sample Size: 1000
- Buttons: Simulate, Cancel
- Version: YASAI Version 2.6

The spreadsheet data includes parameters for a simulation, such as p(K), p11, p10, p21, p20, c1, c2, r, m, s, Q1 values, Q2v, and various costs and profits.

Το Yasai ως πρόσθετο του Excel 1

ΣΧΗΜΑ 7

6.1.γ. Οι λειτουργίες YASAI για τη δημιουργία τυχαίων μεταβλητών

Το YASAI παρέχει λειτουργίες του Excel που επιστρέφουν τυχαίους αριθμούς με καθορισμένες διανομές. Γενικά οι αριθμοί αυτοί, θα επιστρέφουν μια διαφορετική τιμή κάθε φορά που καλούνται, ανάλογα με το πώς έχουν ορισθεί. Ακολουθούν οι λειτουργίες που εφαρμόζονται αυτήν την περίοδο:

GENUNIFORM (a, b): Ορίζει Ομοιόμορφη κατανομή στο διάστημα [a,b]

GENNORMAL (m, s) :Ορίζει Κανονική κατανομή με μέση τιμή m και τυπική απόκλιση s

GENBINOMIAL (n, p) :Ορίζει Διωνυμική κατανομή με αριθμό δοκιμών n και πιθανότητα επιτυχίας p

GENPOISSON (m) :Poisson με μέση τιμή m

GENTABLE (V, P): Ορίζει διακριτή κατανομή με διάνυσμα τιμών V και διάνυσμα πιθανοτήτων P .

GENEXPON (a): Ορίζει εκθετική κατανομή με ρυθμό a .

GENGEOMETRIC (p): Ορίζει γεωμετρική κατανομή με πιθανότητα επιστροφής p

GENTRIANGULAR (a, b, c): Ορίζει τριγωνική κατανομή με ελάχιστο a , mode b και maximum c .

GENLOGNORMAL (m, s): Ορίζει λογαριθμική κατανομή με μέση τιμή m και τυπική απόκλιση s .

PARAMETER (L, k, name):Στο YASAI, οι μεταβλητές απόφασης ονομάζονται παράμετροι. Για κάθε συνδυασμό πιθανών τιμών για τις παραμέτρους, το YASAI δημιουργεί ένα δείγμα, καταγράφοντας τις τιμές όλων των μεταβλητών εξόδου. Το YASAI παρέχει τη λειτουργία **PARAMETER (L, όνομα, ομάδα)** για να καθοριστεί κάθε παράμετρος

6.1.δ. Σενάριο προσομοίωσης

Υποθέτουμε ότι ο πρωταγωνιστής του σεναρίου μας είναι ένας λιανοπωλητής ο οποίος εμπορεύεται ηλεκτρονικούς υπολογιστές, τους οποίους προμηθεύεται από προμηθευτές του εξωτερικού. Θα εξετάσουμε τώρα πώς θα γίνει η προμήθεια των προϊόντων, υπό την αβεβαιότητα αυτά να μην παραδοθούν λόγω μίας φυσικής καταστροφής η οποία θα συμβεί στη χώρα από την οποία γίνεται η προμήθεια και η οποία θα επηρεάσει δυσμενώς την παραγωγή και κατ'

επέκταση την παράδοση των προϊόντων. Η φυσική καταστροφή υποθέτουμε ότι είναι σεισμός ο οποίος θα προκαλέσει ζημιές στη γραμμή παραγωγή των εργοστασίων των προμηθευτών και ως εκ τούτου δυσχεραίνει την παράδοση των συμφωνηθέντων ποσοτήτων προϊόντος στον λιανοπωλητή.

Αρχικά θα υποθέσουμε ότι οι αριθμός των προμηθευτών είναι δύο. Αυτό συμβαίνει λόγω του ανασφαλούς περιβάλλοντος που έχει δημιουργηθεί από το γεγονός ότι όπως προαναφέρθηκε η φυσική καταστροφή επηρεάζει δυσμενώς την παραγωγή και την παράδοση των προϊόντων. Ως εκ τούτου ο λιανοπωλητής προκειμένου να μειώσει την οποιαδήποτε πιθανότητα να μην του παραδοθεί το προϊόν που επιθυμεί αποφασίζει να συνεργαστεί με δύο προμηθευτές οι οποίοι βρίσκονται σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές. Η πιθανότητα παράδοσης για τον κάθε προμηθευτή συσχετίζεται με τον έτερο προμηθευτή όπως θα δούμε εκτενώς και στο παρακάτω παράδειγμα όπου θα φανούν αναλυτικά και οι συσχετισμοί των δύο προμηθευτών.

6.1.ε. Περιβάλλον εργασίας

Το περιβάλλον εργασίας προκειμένου να πραγματοποιηθούν οι δοκιμές της προσομοίωσης δημιουργήθηκε σε ένα φύλλο excel και φαίνεται παρακάτω:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
														Q1 values		Q2v	
														0		0	
														25		25	
														50		50	
														75		75	
														100		100	
														125		125	
														150		150	
														175		175	
Parameters																	
p(K)	0,8			XK	1												
p11	0,1																
p10	0,9																
p21	0,4			Q1	150			Q2	150								
p20	0,9			Π1	0			Π2	1								
c1	10			parad	0				150								
c2	8																
r	15			Q	150												
m	160			Cost=	1200												
s	40			Demand	148,4335												
				Sales	148,4335												
				Esoda	2226,503												
				Profit	1026,503												

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1

ΣΧΗΜΑ 8

6.1.στ.Ορισμοί μεταβλητών προβλήματος

Οι μεταβλητές μαζί με τις συναρτήσεις που χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να πραγματοποιηθεί η προσομοίωση στο Yasai φαίνονται παρακάτω:

➤ Μεταβλητή «ΧΚ»= Να γίνει ή να μη γίνει σεισμός= genBinomial(1;PK)

$ΧΚ = 1$, αν συμβεί σεισμός.

$ΧΚ = 0$, αν δεν συμβεί σεισμός

ABS =genBinomial(1,\$B\$6)																	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1																	
2															Q1 values		Q2v
3															0		0
4															25		25
5	Parameters														50		50
6	p(K)	0,8			XK	=genBinomial(1,\$B\$6)									75		75
7	p11	0,1													100		100
8	p10	0,9													125		125
9	p21	0,4			Q1	175			Q2	0					150		150
10	p20	0,9			Π1	0			Π2	1					175		175
11	c1	10			parad	0				0							
12	c2	8															
13	r	15			Q	0											
14	m	160			Cost=	0											
15	s	40			Demand	145,381											
16					Sales	0											
17					Esoda	0											
18																	
19					Profit	0											
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
ΘΕΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ Φύλλο2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ Simulation Output 1 Simulation Output 2 Simulation Output 3																	

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΧΚ 1

ΣΧΗΜΑ 9

- PK= Η πιθανότητα να γίνει ή να μη γίνει σεισμός.

$$0 < PK < 1$$

E6	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1																		
2															Q1 values		Q2v	
3															0		0	
4															25		25	
5	Parameters														50		50	
6	p(K)	0,8			PK		1								75		75	
7	p11	0,1													100		100	
8	p10	0,9													125		125	
9	p21	0,4			Q1		175		Q2		25				150		150	
10	p20	0,9			Π1		1		Π2		0				175		175	
11	c1	10			parad		175				0							
12	c2	8																
13	r	15			Q		175											
14	m	160			Cost=		1750											
15	s	40			Demand		161,1894											
16					Sales		161,1894											
17					Esoda		2417,842											
18																		
19					Profit		667,8416											
20																		
21																		
22																		
23																		
24																		
25																		
26																		
27																		
28																		
29																		
30																		

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ PK 1

ΣΧΗΜΑ 10

➤ $P_1 =$ Η πιθανότητα παράδοσης του προϊόντος από τον 1^ο προμηθευτή, με $0 < P_1 < 1$. Υποθέτουμε ότι η πιθανότητα παράδοσης εξαρτάται από το αν γίνει σεισμός ή όχι, συγκεκριμένα είναι ίση με P_{11} αν $X_k=1$ και P_{10} αν $X_k=0$ επομένως η παράδοση του προϊόντος δοθέντος του X_k έχει πιθανότητα $P_1 = \text{genBinomial}(1; P_{11} * X_k + P_{10} * (1 - X_k))$

ABS $\text{=genBinomial}(1; \$B\$7 * F6 + \$B\$8 * (1 - F6))$																					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1																					
2															Q1 values		Q2v				
3															0		0				
4															25		25				
5	Parameters														50		50				
6	p(K)	0,8			XK	1									75		75				
7	p11	0,1													100		100				
8	p10	0,9													125		125				
9	p21	0,4			Q1	175			Q2	125					150		150				
10	p20	0,9			Π1	=genBinomial(1;\$B\$7*F6+\$B\$8*(1-F6))			Π2	0					175		175				
11	c1	10			parad	0				0											
12	c2	8																			
13	r	15			Q	0															
14	m	160			Cost=	0															
15	s	40			Demand	117,1532															
16					Sales	0															
17					Esoda	0															
18																					
19					Profit	0															
20																					
21	F(Q1)	0,333333		z	0,3778	0,666667	-0,60206														
22	F(Q2)	0,466667		z	0,3589																
23																					
24	Q1	175,112	175	25																	
25	Q2	174,356	175																		
26																					
27																					
28																					
29																					
30																					
ΘΕΤΙΚΗ ΞΥΣΗΤΙΣΗ ΘΥΜΟ2 ΑΠΟΤΕΛΕΜΑΤΑ ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΞΥΣΗΤΙΣΗ Simulation Output 1 Simulation Output 2 Simulation Output 3																					

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ Π1 1

ΣΧΗΜΑ 11

➤ $\Pi_2 =$ Η πιθανότητα παράδοσης του προϊόντος από τον 2^ο προμηθευτή με $0 < \Pi_2 < 1$. Υποθέτουμε ότι η πιθανότητα παράδοσης εξαρτάται από το αν γίνει σεισμός ή όχι, συγκεκριμένα είναι ίση με P_{21} αν $X_k=1$ και P_{20} αν $X_k=0$ επομένως η παράδοση του προϊόντος δοθέντος του X_k έχει πιθανότητα $\Pi_2 = \text{genBinomial}(1; P_{21} * X_k + P_{20} * (1 - X_k))$

ABS X ✓ $=\text{genBinomial}(1; \$B\$9 * F6 + \$B\$10 * (1 - F6))$																									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U				
1																									
2															Q1 values		Q2v								
3															0		0								
4															25		25								
5	Parameters														50		50								
6	p(K)	0,8			XK										75		75								
7	p11	0,1													100		100								
8	p10	0,9													125		125								
9	p21	0,4			Q1	0			Q2	0					150		150								
10	p20	0,9			Π1	0			Π2	$=\text{genBinomial}(1; \$B\$9 * F6 + \$B\$10 * (1 - F6))$					175		175								
11	c1	10			parad	0				0															
12	c2	8																							
13	r	15			Q	0																			
14	m	160			Cost=	0																			
15	s	40			Demand	229,692																			
16					Sales	0																			
17					Esoda	0																			
18																									
19					Profit	0																			
20																									
21	F(Q1)	0,333333		z	0,3778	0,666667	-0,60206																		
22	F(Q2)	0,466667		z	0,3589																				
23																									
24	Q1	175,112	175	25																					
25	Q2	174,356	175																						
26																									
27																									
28																									
29																									
30																									

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ Π2 1

ΣΧΗΜΑ 12

➤ $P_{10} =$ Η πιθανότητα παράδοσης από τον 1^ο προμηθευτή αν δεν γίνει σεισμός με $0 < P_{10} < 1$

- P_{11} = Η πιθανότητα παράδοσης από τον 1^ο προμηθευτή αν γίνει σεισμός με $0 < P_{11} < 1$
- P_{20} = Η πιθανότητα παράδοσης από τον 2^ο προμηθευτή αν δεν γίνει σεισμός με $0 < P_{20} < 1$
- P_{21} = Η πιθανότητα παράδοσης από τον 2^ο προμηθευτή αν γίνει σεισμός με $0 < P_{21} < 1$

H6	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1																					
2															Q1 values		Q2v				
3															0		0				
4															25		25				
5	Parameters														50		50				
6	p(K)	0,8		XK		1									75		75				
7	p11	0,1													100		100				
8	p10	0,9													125		125				
9	p21	0,4		Q1		0			Q2		0				150		150				
10	p20	0,9		Π1		0			Π2		1				175		175				
11	c1	10		parad		0					0										
12	c2	8																			
13	r	15		Q		0															
14	m	160		Cost=		0															
15	s	40		Demand		229,692															
16				Sales		0															
17				Esoda		0															
18																					
19				Profit		0															
20																					
21	F(Q1)	0,333333		z		0,3778	0,666667	-0,60206													
22	F(Q2)	0,466667		z		0,3589															
23																					
24	Q1	175,112	175	25																	
25	Q2	174,356	175																		
26																					
27																					
28																					
29																					
30																					

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ Pij 1

ΣΧΗΜΑ 13

Για τις ποσότητες Q_1 , Q_2 προσομοιώνονται σενάρια με τους σθνδιασμούς που φαίνονται στα κελιά $O_3:O_{10}$ και $Q_3:Q_{10}$

➤ Q_1 = Η ποσότητα προϊόντος που παραγγέλλεται από τον 1^ο προμηθευτή
=Parameter (O3:O10;8;"Q1").

➤ Q_2 = Η ποσότητα προϊόντος που παραγγέλλεται από τον 2^ο προμηθευτή
==Parameter(Q3:Q10;1;"Q2").

ABS																								X		fx		=Parameter(O3:O10;8;"Q1")									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W														
1																																					
2																																					
3																																					
4																																					
5	Parameters																																				
6	p(K)	0,8			XX	1																															
7	p11	0,1																																			
8	p10	0,9																																			
9	p21	0,4			Q1	=Parameter(O3:O10;8;"Q1")		Q2		150																											
10	p20	0,9			Π1	0		Π2		1																											
11	c1	10			parad	0				150																											
12	c2	8																																			
13	r	15			Q	150																															
14	m	160			Cost=	1200																															
15	s	40			Demand	168,9607																															
16					Sales	150																															
17					Esoda	2250																															
18																																					
19					Profit	1050																															
20																																					
21	F(Q1)	0,333333		z	0,3778	0,666667		-0,60206																													
22	F(Q2)	0,466667		z	0,3589																																
23																																					
24	Q1	175,112	175	25																																	
25	Q2	174,356	175																																		
26																																					
27																																					
28																																					
29																																					
30																																					

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ Q1 1

ΣΧΗΜΑ 14

- $X = (\text{Demand}) =$ Η ζήτηση $GenNormal(m; s)$
- $m =$ Η μέση ζήτηση του προϊόντος.
- $s =$ Η τυπική απόκλιση.

[illegible]

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ DEMAND,m,s 1

ΣΧΗΜΑ 15

- $C_1 =$ Κόστος αγοράς προϊόντος από τον 1^ο προμηθευτή.
- $C_2 =$ Κόστος αγοράς προϊόντος από τον 2^ο προμηθευτή.

➤ $r =$ Τιμή πώλησης προϊόντος.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1																							
2																	Q1 values	Q2v					
3																	0	0					
4																	25	25					
5	Parameters																50	50					
6	$p(K)$	0,8		XK		0											75	75					
7	p_{11}	0,1															100	100					
8	p_{10}	0,9															125	125					
9	p_{21}	0,4		Q1	50			Q2	175								150	150					
10	p_{20}	0,9		Π_1	1			Π_2	1								175	175					
11	c_1	10		parad	50				175														
12	c_2	8																					
13	r	15		Q	225																		
14	m	160		Cost=	1900																		
15	s	40		Demand	166,7493																		
16				Sales	166,7493																		
17				Esoda	2501,239																		
18																							
19				Profit	601,2391																		
20																							
21	$F(Q_1)$	0,333333		z	0,3778	0,666667	-0,60206																
22	$F(Q_2)$	0,466667		z	0,3589																		
23																							
24	Q1	175,112	175	25																			
25	Q2	174,356	175																				
26																							
27																							
28																							
29																							
30																							

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ C1,C2,r 1

ΣΧΗΜΑ 16

➤ Mean = Μέσο κέρδος

➤ $Q =$ Συνολική παραδοτέα ποσότητα στο απόθεμα $Q = Q_1 * \Pi_1 + Q_2 * \Pi_2$

Προσομοίωση Συστήματος Διαχείρισης Αποθεμάτων με Συσχετισμένη Αξιοπιστία

Ζωγλοπότης Κωνσταντίνος

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1																							
2															Q1 values		Q2v						
3															0		0						
4															25		25						
5	Parameters														50		50						
6	p(K)	0,8			XK	1									75		75						
7	p11	0,1													100		100						
8	p10	0,9													125		125						
9	p21	0,4			Q1	75			Q2	0					150		150						
10	p20	0,9			Π1	0			Π2	1					175		175						
11	c1	10			parad	0				0													
12	c2	8																					
13	r	15			Q	=F11+J11																	
14	m	160			Cost=	0																	
15	s	40			Demand	148,3539																	
16					Sales	0																	
17					Esoda	0																	
18																							
19					Profit	0																	
20																							
21	F(Q1)	0,333333		z	0,3778	0,666667			-0,60206														
22	F(Q2)	0,466667		z	0,3589																		
23																							
24	Q1	175,112		175	25																		
25	Q2	174,356		175																			
26																							
27																							
28																							
29																							
30																							

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ Q=parad 1

ΣΧΗΜΑ 17

➤ Cost= Κόστος αγοράς των προϊόντων

$$Cost = C_1 * Q_1 * \Pi_1 + C_2 * Q_2 * \Pi_2$$

ABS																								=B\$11*F11+B\$12*J11																																																																																																																							
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W																																																																																																																								
1																																																																																																																																															
2																Q1 values		Q2v																																																																																																																													
3																0		0																																																																																																																													
4																25		25																																																																																																																													
5	Parameters															50		50																																																																																																																													
6	p(K)	0,8			XK	1										75		75																																																																																																																													
7	p11	0,1														100		100																																																																																																																													
8	p10	0,9														125		125																																																																																																																													
9	p21	0,4			Q1	75			Q2	100						150		150																																																																																																																													
10	p20	0,9			Π1	1			Π2	0						175		175																																																																																																																													
11	c1	10			parad	75				0																																																																																																																																					
12	c2	8																																																																																																																																													
13	r	15			Q	75																																																																																																																																									
14	m	160			Cost=	=B\$11*F11+B\$12*J11																																																																																																																																									
15	s	40			Demand	173,2751																																																																																																																																									
16					Sales	75																																																																																																																																									
17					Esoda	1125																																																																																																																																									
18																																																																																																																																															
19					Profit	375																																																																																																																																									
20																																																																																																																																															
21	F(Q1)	0,333333		z	0,3778	0,666667			-0,60206																																																																																																																																						
22	F(Q2)	0,466667		z	0,3589																																																																																																																																										
23																																																																																																																																															
24	Q1	175,112	175	25																																																																																																																																											
25	Q2	174,356	175																																																																																																																																												
26																																																																																																																																															
27																																																																																																																																															
28																																																																																																																																															
29																																																																																																																																															
30																																																																																																																																															
ΟΕΤΙΚΗ ΖΥΣΧΕΤΙΣΗ																								ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ																								ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΖΥΣΧΕΤΙΣΗ																								Simulation Output 1																								Simulation Output 2																								Simulation Output 3																							

METABΛΗΤΗ Cost

ΣΧΗΜΑ 18

➤ Ε= Έσοδα= Τιμή πώλησης προϊόντος * Πωλήσεις.

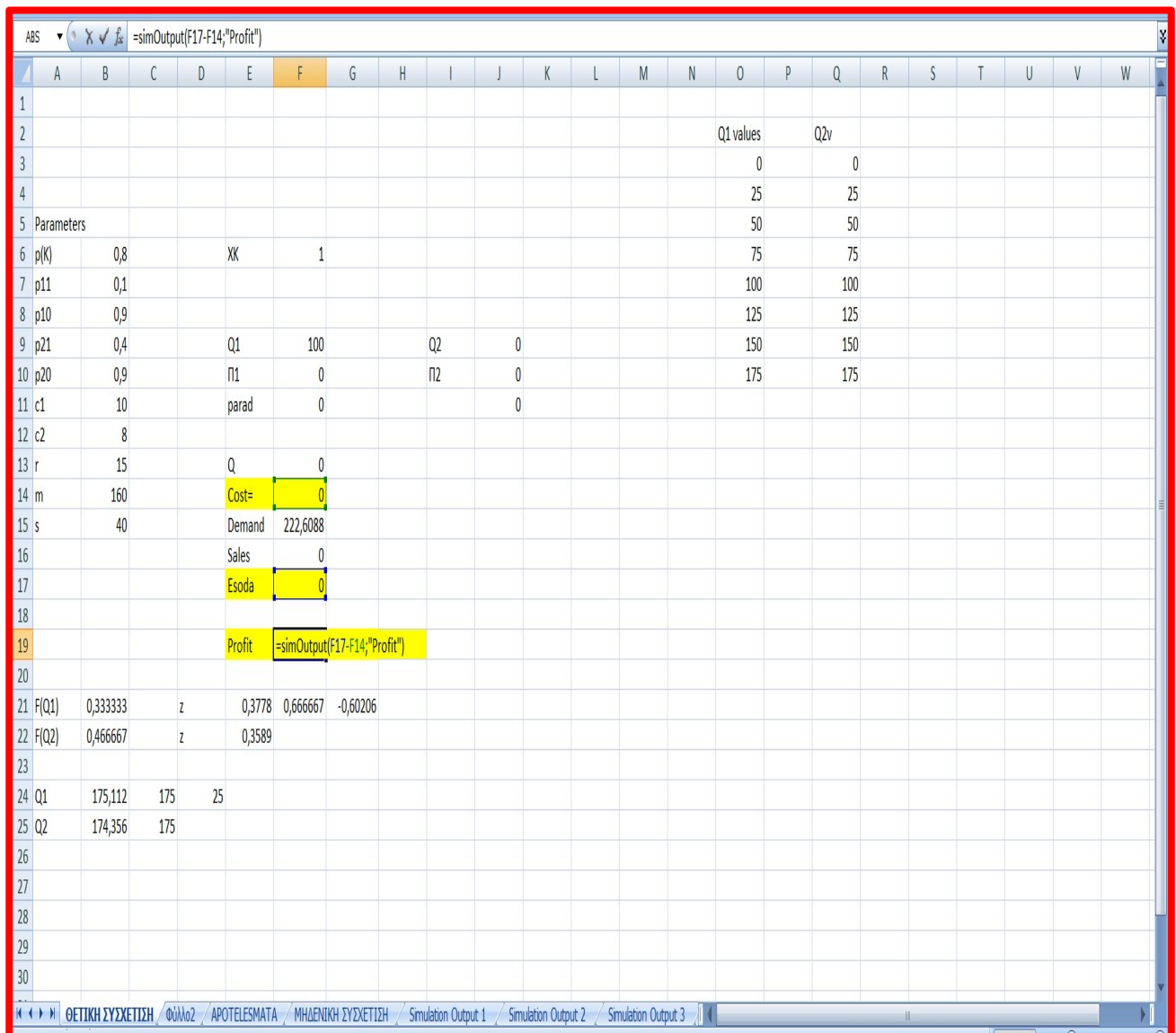
➤ Sales=Πωλήσεις= $\min\{Demand, Q\}$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1																							
2																Q1 values	Q2v						
3																0	0						
4																25	25						
5	Parameters															50	50						
6	p(K)	0,8			XK	1										75	75						
7	p11	0,1														100	100						
8	p10	0,9														125	125						
9	p21	0,4			Q1	75			Q2	175						150	150						
10	p20	0,9			Π1	0			Π2	0						175	175						
11	c1	10			parad	0				0													
12	c2	8																					
13	r	15			Q	0																	
14	m	160			Cost=	0																	
15	s	40			Demand	122,5031																	
16					Sales	=MIN(F15;F13)																	
17					Esoda	0																	
18																							
19					Profit	0																	
20																							
21	F(Q1)	0,333333		z	0,3778	0,666667		-0,60206															
22	F(Q2)	0,466667		z	0,3589																		
23																							
24	Q1	175,112		175	25																		
25	Q2	174,356		175																			
26																							
27																							
28																							
29																							
30																							

METABΛΗΤΗ Sales

ΣΧΗΜΑ 19

- Profit = Καθαρό κέρδος = έσοδα από την πώληση του προϊόντος μείον κόστος αγοράς.



ΣΧΗΜΑ 20

METABΛΗΤΗ Profit

6.1.στ. Προϋποθέσεις σεναρίου

Προκειμένου να οριοθετήσουμε το πρόβλημα που πρόκειται να προσομοιώσουμε ορίζουμε ότι μεταξύ των προμηθευτών υπάρχει μία συσχέτιση που αφορά στην πιθανότητα να παραδώσουν τις παραγγελθείσες ποσότητες ένα συμβεί αλλά και εάν δεν συμβεί η φυσική καταστροφή.

Επομένως οι συσχετίσεις που θα λάβουμε υπόψη μας είναι οι παρακάτω:

6.1.στ.(1) Θετική συσχέτιση: Με τον όρο θετική συσχέτιση ορίζουμε ότι η πιθανότητα παράδοσης από κάθε προμηθευτή αν δεν γίνει σεισμός είναι μεγαλύτερη από τη πιθανότητα παράδοσης από το αν γίνει σεισμός, δηλαδή ισχύει:

$$P10 > P11 \text{ και } P20 > P21$$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1																							
2															Q1 values		Q2v						
3															0		0						
4															25		25						
5	Parameters														50		50						
6	p(K)	0,8		XK		1									75		75						
7	p11	0,1													100		100						
8	p10	0,9													125		125						
9	p21	0,4		Q1		100		Q2		25					150		150						
10	p20	0,9		P1		0		P2		1					175		175						
11	c1	10		parad		0				25													
12	c2	8																					
13	r	15		Q		25																	
14	m	160		Cost=		200																	
15	s	40		Demand		207,0007																	
16				Sales		25																	
17				Esoda		375																	
18																							
19				Profit		175																	
20																							
21	F(Q1)	0,333333		z		0,3778	0,666667	-0,60206															
22	F(Q2)	0,466667		z		0,3589																	
23																							
24	Q1	175,112	175	25																			
25	Q2	174,356	175																				
26																							
27																							
28																							
29																							
30																							

ΘΕΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ 1

ΣΧΗΜΑ 21

6.1.στ.(2) Αρνητική συσχέτιση: Με τον όρο αρνητική συσχέτιση ορίζουμε ότι τη σχέση των πιθανοτήτων παράδοσης μεταξύ σεισμού και όχι σεισμού είναι αντίθετη μεταξύ των δύο προμηθευτών δηλαδή θα ισχύει:

$$P_{10} < P_{11} \text{ και } P_{20} > P_{21}$$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1																							
2															Q1 values	Q2v							
3															0	0							
4															25	25							
5	Parameters														50	50							
6	p(K)	0,8		XK		1									75	75							
7	p11	0,9													100	100							
8	p10	0,1													125	125							
9	p21	0,1		Q1	100		Q2	25							150	150							
10	p20	0,9		Π1	1		Π2	0							175	175							
11	c1	10		parad	100				0														
12	c2	8																					
13	r	15		Q	100																		
14	m	160		Cost=	1000																		
15	s	40		Demand	209,2191																		
16				Sales	100																		
17				Esoda	1500																		
18																							
19				Profit	500																		
20																							
21	F(Q1)	0,333333	z	0,3778	0,666667	-0,60206																	
22	F(Q2)	0,466667	z	0,3589																			
23																							
24	Q1	175,112	175	25																			
25	Q2	174,356	175																				
26																							
27																							
28																							

ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ 1

ΣΧΗΜΑ 22

6.1.στ.(3) Μηδενική συσχέτιση: Με τον όρο μηδενική συσχέτιση ορίζουμε ότι η πιθανότητα παράδοσης από τον 1^ο προμηθευτή αν δεν γίνει σεισμός είναι μεγαλύτερη από τη πιθανότητα παράδοσης αν γίνει σεισμός δηλαδή θα ισχύει:

$$P_{10} < P_{11},$$

Ενώ για τον 2^ο προμηθευτή θα ισχύει ότι οι πιθανότητες παράδοσης είτε γίνει σεισμός είτε δεν γίνει σεισμός είναι ίσες δηλαδή θα ισχύει:

$$P_{20} = P_{21}$$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1																							
2															Q1 values		Q2v						
3															0		0						
4															25		25						
5	Parameters														50		50						
6	p(K)	0,8		XX		1									75		75						
7	p11	0,9													100		100						
8	p10	0,9													125		125						
9	p21	0,1		Q1		100		Q2		25					150		150						
10	p20	0,9		Π1		1		Π2		0					175		175						
11	c1	10		parad		100				0													
12	c2	8																					
13	r	15		Q		100																	
14	m	160		Cost=		1000																	
15	s	40		Demand		191,2906																	
16				Sales		100																	
17				Esoda		1500																	
18																							
19				Profit		500																	
20																							
21	F(Q1)	0,333333	z		0,3778	0,666667	-0,60206																
22	F(Q2)	0,466667	z		0,3589																		
23																							
24	Q1	175,112	175	25																			
25	Q2	174,356	175																				
26																							
27																							
28																							

ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ

ΣΧΗΜΑ 23

6.1.ζ. Προσομοίωση σεναρίου προβλήματος

Μπορεί να αποδειχθεί ότι σε κάθε μία από τις 3 περιπτώσεις η συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών Π1 και Π2 είναι θετική , αρνητική και μηδενική αντίστοιχα.

Έχοντας ορίσει το σενάριο του προβλήματος και τις μεταβλητές του θα προχωρήσουμε στην προσομοίωση του για την λήψη αποτελεσμάτων και στη συνέχεια την εξαγωγή συμπερασμάτων. Η προσομοίωση όπως προαναφέρθηκε θα πραγματοποιηθεί με τη βοήθεια του πρόσθετου του excel yasaί.

Θα διακρίνουμε όπως έχουμε ήδη αναφέρει τρεις περιπτώσεις που αφορούν στη σχέση μεταξύ των πιθανοτήτων να παραδοθούν τα προϊόντα εφόσον γίνει η φυσική καταστροφή δηλαδή ο σεισμός, οι οποίες είναι η θετική συσχέτιση, η αρνητική και η μηδενική συσχέτιση.

Επιπλέον θα πρέπει να αναφέρουμε ότι εφόσον η μέση ζήτηση m του προϊόντος ορίστηκε στην τιμή $m=160$, η τιμή της διασποράς $s=40$, οι δυνατές τιμές των παραγγελιών οι τιμές των παραγγελιών Q_1, Q_2 από τους δύο προμηθευτές ορίστηκαν στο διάστημα $[0,175]$ με βήμα τα 25 προϊόντα, όπως φαίνεται στα παρακάτω σχήματα. Οι τιμές αυτές θα χρησιμοποιηθούν για να επιλεγεί το ζεύγος που μεγιστοποιεί το μέσο κέρδος του πωλητή ανά περίοδο

Ζωγλοπίτης Κωνσταντίνος

ΣΧΗΜΑ 24

Προσομοίωση Συστήματος Διαχείρισης Αποθεμάτων με Συσχετισμένη Αξιοπιστία

Ζωγλοπότης Κωνσταντίνος

ABS	=Parameter(Q3:Q10;1;"Q2")																										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W				
1																											
2																	Q1 values	Q2values									
3																	0	0									
4																	25	25									
5	Parameters																50	50									
6	p(K)	0,8		XK		1											75	75									
7	p11	0,1															100	100									
8	p10	0,9															125	125									
9	p21	0,1		Q1	0				Q2	=Parameter(Q3:Q10;1;"Q2")							150	150									
10	p20	0,9		π1	0				π2	0							175	175									
11	c1	10		parad	0					0																	
12	c2	8																									
13	r	15		Q	0																						
14	m	160		Cost=	0																						
15	s	40		Demand	168,479																						
16				Sales	0																						
17				Esoda	0																						
18																											
19				Profit	0																						
20																											
21	F(Q1)	0,333333	z		0,3778	0,666667	-0,60206																				
22	F(Q2)	0,466667	z		0,3589																						
23																											
24	Q1	175,112	175	25																							
25	Q2	174,356	175																								
26																											
27																											
28																											

ΘΕΤΙΚΗ ΣΥΣΚΕΤΙΣΗ

ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΣΥΣΚΕΤΙΣΗ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΣΥΣΚΕΤΙΣΗ

Simulation Output 1

Simulation Output 2

Simulation

ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ Q2

ΣΧΗΜΑ 25

6.1.ζ.(1) Ορισμός τιμών πιθανοτήτων με ΘΕΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ.

$$P_{10} > P_{11}$$

$$P_{20} > P_{21}$$

Για την προσομοίωση με τη θετική συσχέτιση επιλέγουμε τις τιμές των πιθανοτήτων P_{ij} παράδοσης ή μη από τους προμηθευτές και της πιθανότητας P_K να γίνει ή να μη γίνει σεισμός τιμές όπως παρακάτω:

ΠΙΝΑΚΑΣ

ΤΙΜΩΝ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΩΝ ΘΕΤΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΜΕ SAMPLE SIZE 3000

P_K	P_{11}	P_{10}	P_{21}	P_{20}
0,1	0,1	0,9	0,1	0,9
0,5				
0,8				

Πίνακας «2»

ΠΙΝΑΚΑΣ

ΤΙΜΩΝ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΩΝ ΘΕΤΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ

ΜΕ SAMPLE SIZE 1000,2000, 3000

P_K	P_{11}	P_{10}	P_{21}	P_{20}
0,1	0,1	0,9	0,4	0,9
0,5				
0,8				

Πίνακας «3»

6.1.ζ.(2) Ορισμός τιμών πιθανοτήτων με ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ.

$$P_{10} < P_{11}$$

$$P_{20} > P_{21}$$

Για την προσομοίωση με την αρνητική συσχέτιση επιλέγουμε τις τιμές των πιθανοτήτων P_{ij} παράδοσης ή μη από τους προμηθευτές και της πιθανότητας P_K να γίνει ή να μη γίνει σεισμός τιμές όπως παρακάτω:

ΠΙΝΑΚΑΣ

ΤΙΜΩΝ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΩΝ ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΜΕ SAMPLE SIZE 3000

P_K	P_{11}	P_{10}	P_{21}	P_{20}
0,1	0,9	0,1	0,1	0,9
0,5				
0,8				

Πίνακας «4»

ΠΙΝΑΚΑΣ

ΤΙΜΩΝ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΩΝ ΑΡΝΗΤΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ

ΜΕ SAMPLE SIZE 1000,2000,3000

P_K	P_{11}	P_{10}	P_{21}	P_{20}
0,1	0,9	0,1	0,4	0,9
0,5				
0,8				

Πίνακας «5»

6.1.ζ.(2) Ορισμός τιμών πιθανοτήτων με ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ.

$$P_{10} = P_{11}$$

$$P_{20} > P_{21}$$

Για την προσομοίωση με την αρνητική συσχέτιση επιλέγουμε τις τιμές των πιθανοτήτων P_{ij} παράδοσης ή μη από τους προμηθευτές και της πιθανότητας P_K να γίνει ή να μη γίνει σεισμός τιμές όπως παρακάτω:

ΠΙΝΑΚΑΣ

ΤΙΜΩΝ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΩΝ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΜΕ SAMPLE SIZE 3000

P_K	P_{11}	P_{10}	P_{21}	P_{20}
0,1	0,9	0,9	0,1	0,9
0,5				
0,8				

Πίνακας «6»

ΠΙΝΑΚΑΣ

ΤΙΜΩΝ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΩΝ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΜΕ SAMPLE SIZE

1000,2000,3000

P_K	P_{11}	P_{10}	P_{21}	P_{20}
0,1	0,1	0,9	0,4	0,4
0,5				
0,8				

Πίνακας «7»

6.1.ε. Εκτέλεση προσομοίωσης σεναρίου προβλήματος

6.1.ε.(1) Ακολουθούμενα βήματα για την εκτέλεση της προσομοίωσης

Μετά των ορισμό των παραπάνω τιμών προχωράμε στην εκτέλεση της προσομοίωσης εκτελώντας τα παρακάτω βήματα:

Βήμα 1^ο:Επιλέγουμε την τιμή της πιθανότητας ΠΚ

Βήμα 2^ο :Επιλέγουμε την συσχέτιση που επιθυμούμε(αρνητική θετική, μηδενική) με τον ορισμό των τιμών των πιθανοτήτων που φαίνονται στους Πίνακες «2», «3», «4».

Βήμα 3^ο : Ορίζουμε τις τιμές των Q1,Q2 όπως φαίνεται στα σχήματα 24,25. Λόγω του γεγονότος ότι ορίσαμε το $Q_1=Parameter(O3:O10;8;"Q1")$ προκύπτει ότι κάθε τιμή του Q1 θα συνδυάζεται με τις οκτώ ορισμένες τιμές του Q2. Συνεπώς θα εκτελεστούν εξήντα τέσσερις συνδυασμοί (default).

Βήμα 4^ο :Ορίζουμε την τιμή του μεγέθους του δείγματος (sample size) με τις τιμές που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ

ΤΙΜΩΝ SAMPLE SIZE

Ιδιότητα yasai	Τιμή ιδιότητας yasai
Sample size	1000
	2000
	3000

Πίνακας «8»

Το περιβάλλον του yasai με τα παραπάνω δεδομένα φαίνεται στο επόμενο σχήμα:


Parameters				Q1 values	Q2 values
p(K)	0,8	XK	0	0	0
p11	0,1				25
p10	0,9				50
p21	0,1	Q1	25		75
p20	0,9	Π1	1		100
c1	10	parad	25		125
c2	8				150
r	15	Q	25		175
m	160	Cost=	250		
s	40	Demand	107,0901		
		Sales	25		
		Esoda	375		
		Profit	125		
F(Q1)	0,333333	z	0,3778	0,666667	-0,60206
F(Q2)	0,466667	z	0,3589		
Q1	175,112	175	25		
Q2	174,356	175			

YASAI Simulation

Number of Scenarios: ☒ Default: ☒ Use same random number seed for each scenario?

☐ Set To: Random number seed:

Sample Size:

 YASAI Version 2.6

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ yasai

ΣΧΗΜΑ 26

Βήμα 5^ο : Εκτελούμε την προσομοίωση.

Εκτελώντας την προσομοίωση, της οποίας ο χρόνος υλοποίησης εξαρτάται από το μέγεθος του δείγματος, καταλήγουμε στην λήψη αποτελεσμάτων για το μέγιστο κέρδος και την ποσότητα προϊόντος που θα πρέπει να παραγγείλει ο πωλητής προκειμένου να επιτύχει αυτό το μέγιστο κέρδος.

Τα φύλλα του excel όπου εξάγονται τα αποτελέσματα της προσομοίωσης φαίνονται παρακάτω:

Προσομοίωση Συστήματος Διαχείρισης Αποθεμάτων με Συσχετισμένη Αξιοπιστία

Ζωγλοπότης Κωνσταντίνος

G143																																	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P																	
1	YASAI Simulation Output																																
2																																	
3	Workbook	Νέο Φύλλο εργασίας του Microsoft Office Excel.xlsx		YASAI Version:		2,6																											
4	Sheet	Φύλλο1		Use Same Seed?		Yes																											
5	Start Date	13/4/2019		Random Number Seed:		68780,71875																											
6	Start Time	7:06:20 μμ																															
7	Run Time (h:mm:ss)	0:05:16																															
8	Scenarios:	64																															
9	Sample Size:	1000																															
10																																	
11		Parameter																															
12	Scenario	Q1		Q2																													
13	1	0		0																													
14	2	0		25																													
15	3	0		50																													
16	4	0		75																													
17	5	0		100																													
18	6	0		125																													
19	7	0		150																													
20	8	0		175																													
21	9	25		0																													
22	10	25		25																													
23	11	25		50																													
24	12	25		75																													
25	13	25		100																													
26	14	25		125																													
27	15	25		150																													
28	16	25		175																													
29	17	50		0																													
30	18	50		25																													

</

ΕΞΑΓΩΓΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

ΣΧΗΜΑ 27

Προσομοίωση Συστήματος Διαχείρισης Αποθεμάτων με Συσχετισμένη Αξιοπιστία

Ζωγλοπότης Κωνσταντίνος

G143	p(K)															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
76	64	175	175													
77																
78	Output Name	Scenario	Observations	Mean	Standard Deviation	Minimum	5th Percentile	10th Percentile	15th Percentile	20th Percentile	25th Percentile	30th Percentile	35th Percentile	40th Percentile	45th Percentile	50th Percentile
79	Profit		1	1000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
80	Profit		2	1000	150,675	60,571	0,000	0,000	0,000	175,000	175,000	175,000	175,000	175,000	175,000	175,000
81	Profit		3	1000	301,172	121,201	0,000	0,000	0,000	350,000	350,000	350,000	350,000	350,000	350,000	350,000
82	Profit		4	1000	449,507	182,811	-27,998	0,000	0,000	463,929	525,000	525,000	525,000	525,000	525,000	525,000
83	Profit		5	1000	589,334	248,809	-227,998	0,000	0,000	263,929	700,000	700,000	700,000	700,000	700,000	700,000
84	Profit		6	1000	703,931	322,243	-427,998	0,000	0,000	63,929	596,759	737,583	875,000	875,000	875,000	875,000
85	Profit		7	1000	763,698	406,458	-627,998	0,000	0,000	0,000	396,759	537,583	679,914	787,439	913,533	1050,771
86	Profit		8	1000	746,003	486,104	-827,998	0,000	0,000	0,000	196,759	337,583	479,914	587,439	713,533	805,771
87	Profit		9	1000	102,625	47,943	0,000	0,000	0,000	125,000	125,000	125,000	125,000	125,000	125,000	125,000
88	Profit		10	1000	253,122	84,157	0,000	115,901	125,000	175,000	175,000	175,000	300,000	300,000	300,000	300,000
89	Profit		11	1000	401,658	139,971	-77,998	0,000	125,000	350,000	350,000	350,000	475,000	475,000	475,000	475,000
90	Profit		12	1000	542,709	204,156	-277,998	0,000	125,000	248,523	525,000	525,000	562,060	650,000	650,000	650,000
91	Profit		13	1000	662,391	277,572	-477,998	0,000	125,000	125,000	578,065	700,000	700,000	700,000	824,288	825,000
92	Profit		14	1000	729,314	363,411	-677,998	0,000	125,000	125,000	378,065	521,056	657,022	774,422	875,000	875,000
93	Profit		15	1000	720,785	448,687	-877,998	0,000	123,939	125,000	178,065	321,056	457,022	574,422	689,065	784,807
94	Profit		16	1000	645,842	519,872	-1077,998	-73,620	0,000	89,893	125,000	125,000	257,022	374,422	489,065	584,807
95	Profit		17	1000	205,072	95,968	0,000	0,000	0,000	0,000	250,000	250,000	250,000	250,000	250,000	250,000
96	Profit		18	1000	353,608	124,459	-127,998	0,000	175,000	175,000	250,000	250,000	425,000	425,000	425,000	425,000
97	Profit		19	1000	494,860	177,054	-327,998	0,000	250,000	250,000	350,000	350,000	512,060	600,000	600,000	600,000
98	Profit		20	1000	615,766	245,406	-527,998	0,000	250,000	250,000	525,000	525,000	621,502	774,288	775,000	775,000
99	Profit		21	1000	687,774	329,758	-727,998	0,000	250,000	250,000	333,652	474,087	630,810	700,000	700,000	700,000
100	Profit		22	1000	686,402	416,436	-927,998	0,000	91,791	246,973	250,000	274,087	430,810	559,409	659,054	752,658
101	Profit		23	1000	620,625	494,122	-1127,998	-107,792	0,000	46,973	209,570	250,000	250,000	359,409	459,054	552,658
102	Profit		24	1000	502,176	543,173	-1327,998	-307,792	-152,946	0,000	9,570	127,747	239,166	250,000	259,054	352,658
103	Profit		25	1000	305,446	145,326	-177,998	0,000	0,000	0,000	375,000	375,000	375,000	375,000	375,000	375,000
104	Profit		26	1000	446,699	175,523	-377,998	0,000	175,000	175,000	293,085	375,000	462,060	550,000	550,000	550,000

ΕΞΑΓΩΓΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ 1

ΣΧΗΜΑ 28

Βήμα 6^ο:Εξαγωγή αποτελεσμάτων

Προκειμένου να βρούμε το μέγιστο κέρδος ανατρέχουμε στη στήλη **Mean** του παραπάνω πίνακα (ΣΧΗΜΑ 28) και εντοπίζουμε τη μέγιστη τιμή του. Στη συνέχεια εντοπίζοντας στη διπλανή στήλη με την ονομασία **Scenario** σε ποιο σενάριο αντιστοιχεί η μέγιστη τιμή του **Mean**, εντοπίζουμε από τον πίνακα του Σχήματος «27» το ζεύγος τιμών Q1,Q2, στο οποίο αντιστοιχεί η μεγίστη αυτή τιμή.

Με αυτό τον τρόπο καταλήγουμε στον υπολογισμό του μέγιστου κέρδους και της ποσότητας της παραγγελίας που θα πρέπει να πραγματοποιήσει ο πωλητής.

Βήμα 7^ο : Επανάληψη της διαδικασίας

Η διαδικασία που περιγράψαμε παραπάνω επαναλαμβάνεται, μεταβάλλοντας το **Sample size** και δίνοντας του τιμές 2000 και 3000 όπως προαναφέραμε. Κατά αυτόν τον τρόπο εξάγουμε αποτελέσματα για το μέγιστο κέρδος και τη βέλτιστη κάθε φορά παραγγελία που πρέπει να πραγματοποιηθεί. Εκτός από το μέγεθος του δείγματος διαφοροποιούμε και τις συσχετίσεις των πιθανοτήτων παράδοσης του προϊόντος προκειμένου να μπορέσουμε να εξάγουμε αποτελέσματα για την θετική, αρνητική και μηδενική συσχέτιση.

Βήμα 8^ο : Καταγραφή των αποτελεσμάτων.

Προκειμένου να καταλήξουμε σε συμπεράσματα καταγράφουμε τα αποτελέσματα στα οποία καταλήξαμε σε νέο φύλλο excel όπως φαίνεται στα παρακάτω σχήματα:

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ												
A/A	SAMPLE SIZE	P(K)	P ₁₁	P ₁₀	P ₂₀	P ₂₁	MEAN _{MAX}	MEAN _{MIN}	Q1 _{MAX}	Q2 _{MAX}	Q1 _{MIN}	Q2 _{MIN}
ΘΕΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ												
1	1000	0,1	0,1	0,9	0,9	0,4	763,69776	-383,16	0	150	175	175
2	2000	0,1	0,1	0,9	0,9	0,4	746,4975	-426,65	0	150	175	175
3	3000	0,1	0,1	0,9	0,9	0,4	749,16081	-406,95	0	150	175	175
4	1000	0,5	0,1	0,9	0,9	0,4	571,71412	-112,62	0	150	175	175
5	2000	0,5	0,1	0,9	0,9	0,4	570,7011	-100,82	0	150	175	175
6	3000	0,5	0,1	0,9	0,9	0,4	562,35084	-50,445	0	150	175	175
7	1000	0,8	0,1	0,9	0,9	0,4	478,92812	33,875	0	150	25	0
8	2000	0,8	0,1	0,9	0,9	0,4	451,59445	32,1208	0	150	25	0
9	3000	0,8	0,1	0,9	0,9	0,4	433,11459	31,2417	0	150	25	0
ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ												
10	1000	0,1	0,1	0,9	0,4	0,4	485,35285	64,8388	125	50	0	25
11	2000	0,1	0,1	0,9	0,4	0,4	497,06463	59,1436	125	50	175	175
12	3000	0,1	0,1	0,9	0,4	0,4	499,89604	64,7044	125	50	175	175
13	1000	0,5	0,1	0,9	0,4	0,4	394,54691	63,5331	75	125	25	0
14	2000	0,5	0,1	0,9	0,4	0,4	391,22121	60,9071	75	125	25	0
15	3000	0,5	0,1	0,9	0,4	0,4	394,35111	62,7083	75	125	25	0
16	1000	0,8	0,1	0,9	0,4	0,4	348,49625	30,75	50	150	25	0
17	2000	0,8	0,1	0,9	0,4	0,4	360,60058	32,7553	50	150	25	0
18	3000	0,8	0,1	0,9	0,4	0,4	367,9119	32,0833	50	150	25	0
ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ												
19	1000	0,1	0,9	0,1	0,9	0,4	741,34589	23,9285	25	150	25	0
20	2000	0,1	0,9	0,1	0,9	0,4	747,01071	22,5625	0	175	25	0
21	3000	0,1	0,9	0,1	0,9	0,4	737,51162	23,8333	0	150	25	0
22	1000	0,5	0,9	0,1	0,9	0,4	595,44403	62,875	25	150	25	0
23	2000	0,5	0,9	0,1	0,9	0,4	583,30519	61,875	50	150	25	0
24	3000	0,5	0,9	0,1	0,9	0,4	598,4105	61,1401	25	150	25	0
25	1000	0,8	0,9	0,1	0,9	0,4	509,69888	87,675	100	75	0	25
26	2000	0,8	0,9	0,1	0,9	0,4	510,05176	87,5283	100	75	0	25
27	3000	0,8	0,9	0,1	0,9	0,4	507,51138	86,3917	100	75	0	25
ΘΕΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ / Φύλλο2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ / Simulation Output 1 / Simulation Output 2 / Simulation Output 3												

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕ SAMPLE SIZE 1000,2000,3000

ΣΧΗΜΑ 29

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ									
A/A	SAMPLE SIZE	P(K)	P ₁₁	P ₁₀	P ₂₀	P ₂₁	MEAN _{MAX}	Q1 _{MAX}	Q2 _{MAX}
ΘΕΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ									
1	3000	0,1	0,1	0,9	0,9	0,1	716,927474	0	150
2	3000	0,5	0,1	0,9	0,9	0,1	444,30532	0	150
3	3000	0,8	0,1	0,9	0,9	0,1	226,878249	25	150
ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ									
4	3000	0,1	0,1	0,1	0,9	0,1	723,522906	0	150
5	3000	0,5	0,1	0,1	0,9	0,1	445,155046	25	150
6	3000	0,8	0,1	0,1	0,9	0,1	237,31905	100	150
7	3000	0,1	0,9	0,9	0,9	0,1	731,836239	0	150
8	3000	0,5	0,9	0,9	0,9	0,1	549,683434	125	50
9	3000	0,8	0,9	0,9	0,9	0,1	530,062998	125	25
10	3000	0,1	0,5	0,5	0,9	0,1	723,776607	0	150
11	3000	0,5	0,5	0,5	0,9	0,1	446,541559	50	125
12	3000	0,8	0,5	0,5	0,9	0,1	337,303262	125	75
ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ									
13	3000	0,1	0,9	0,1	0,9	0,1	721,628512	25	150
14	3000	0,5	0,9	0,1	0,9	0,1	577,341988	125	150
15	3000	0,8	0,9	0,1	0,9	0,1	517,552609	125	125

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕ SAMPLE SIZE 3000

ΣΧΗΜΑ 30

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

7.1. Συμπεράσματα Προσομοίωσης

Από την εκτέλεση των παραπάνω προσομοιώσεων είναι εφικτό να εξάγουμε συμπεράσματα, τα οποία θα μας οδηγήσουν στη βελτιστοποίηση της πολιτικής των παραγγελιών προκειμένου να επιτευχθεί το μέγιστο κέρδος του πωλητή υπό την αβεβαιότητα της παράδοσης ή μη των προϊόντων από τους προμηθευτές είτε γίνει είτε δεν γίνει σεισμός.

7.1.α. Συμπεράσματα Προσομοίωσης για την Περίπτωση με Sample size 1000,2000,3000

7.1.α.(1). Συμπεράσματα Προσομοίωσης Περίπτωση ΘΕΤΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ με Sample size 1000,2000,3000

Μελετώντας τα αποτελέσματα του Σχήματος «29» στην περιοχή της θετικής συσχέτισης όπως φαίνεται πιο κάτω

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ												
A/A	SAMPLE SIZE	P(K)	P ₁₁	P ₁₀	P ₂₀	P ₂₁	MEAN _{MAX}	MEAN _{MIN}	Q1 _{MAX}	Q2 _{MAX}	Q1 _{MIN}	Q2 _{MIN}
ΘΕΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ												
1	1000	0,1	0,1	0,9	0,9	0,4	763,69776	-383,16	0	150	175	175
2	2000	0,1	0,1	0,9	0,9	0,4	746,4975	-426,65	0	150	175	175
3	3000	0,1	0,1	0,9	0,9	0,4	749,16081	-406,95	0	150	175	175
4	1000	0,5	0,1	0,9	0,9	0,4	571,71412	-112,62	0	150	175	175
5	2000	0,5	0,1	0,9	0,9	0,4	570,7011	-100,82	0	150	175	175
6	3000	0,5	0,1	0,9	0,9	0,4	562,35084	-50,445	0	150	175	175
7	1000	0,8	0,1	0,9	0,9	0,4	478,92812	33,875	0	150	25	0
8	2000	0,8	0,1	0,9	0,9	0,4	451,59445	32,1208	0	150	25	0
9	3000	0,8	0,1	0,9	0,9	0,4	433,11459	31,2417	0	150	25	0

ΘΕΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ

ΣΧΗΜΑ «31»

παρατηρούμε ότι για τις πιθανότητες PK=0,1 (όπου η πιθανότητα να γίνει ο σεισμός είναι μικρή) PK=0,5 (όπου η πιθανότητα να γίνει ο σεισμός είναι μεσαία)

και $PK = 0,8$ (όπου η πιθανότητα να γίνει ο σεισμός είναι μεγάλη) το κέρδος Mean είναι το μέγιστο για τις εξής τιμές των επιμέρους μεταβλητών:

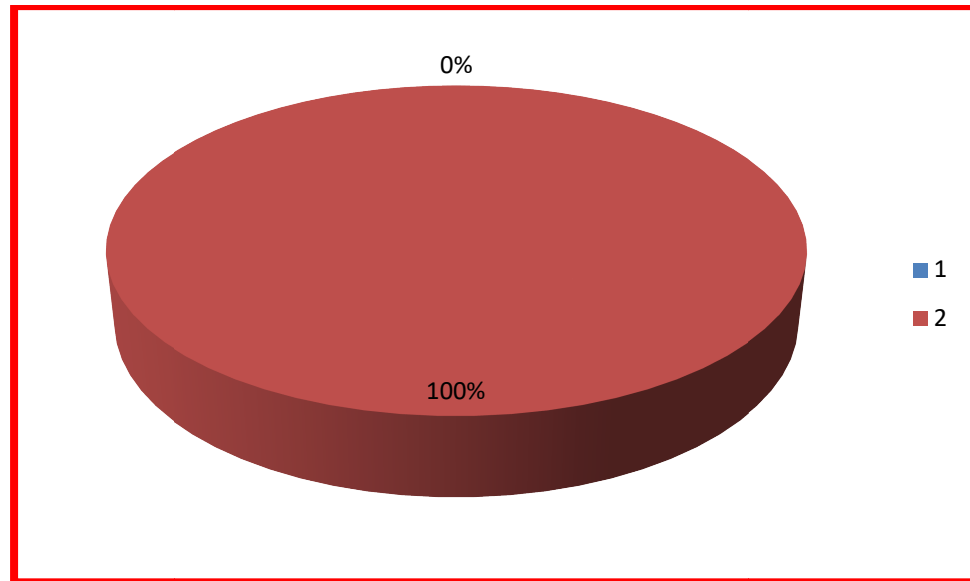
ΠΙΝΑΚΑΣ
ΤΙΜΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ P_{ij} ΘΕΤΙΚΗΣ ΣΥΧΕΤΙΣΗΣ ΠΟΥ ΜΕΓΙΣΤΟΠΟΙΟΥΝ ΤΟ
ΚΕΡΔΟΣ ΜΕ SAMPLE SIZE 1000

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΤΙΜΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ
Sample size	1000
P_{11}	0,1
P_{10}	0,9
P_{21}	0,4
P_{20}	0,9

Πίνακας «9»

Παρατηρούμε δηλαδή ότι το κέρδος μεγιστοποιείται όταν η παραγγελία πραγματοποιείται κατά ποσοστό 100% από τον δεύτερο προμηθευτή ο οποίος:

- Είναι φθηνότερος από τον πρώτο προμηθευτή, αφού $C_2 = 8 < C_1 = 10$
 - Έχει μεγαλύτερη πιθανότητα να παραδώσει τα προϊόντα όταν γίνει σεισμός.
- Συνεπώς προκύπτει ότι η παραγγελία ενδείκνυται να γίνει ολόκληρη από τον δεύτερο προμηθευτή.



ΓΡΑΦΗΜΑ 1

ΘΕΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ $PK=0.1, 0.5, 0.8$

7.1.α.(2). Συμπεράσματα Προσομοίωσης Περίπτωση ΑΡΝΗΤΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ με Sample size 1000,2000,3000

Μελετώντας τα αποτελέσματα του Σχήματος «29» στην περιοχή της αρνητικής συσχέτισης όπως φαίνεται πιο κάτω παρατηρούμε τα εξής:

ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ												
19	1000	0,1	0,9	0,1	0,9	0,4	741,345894	23,92852	25	150	25	0
20	2000	0,1	0,9	0,1	0,9	0,4	747,010708	22,5625	0	175	25	0
21	3000	0,1	0,9	0,1	0,9	0,4	737,511619	23,83333	0	150	25	0
22	1000	0,5	0,9	0,1	0,9	0,4	595,444028	62,875	25	150	25	0
23	2000	0,5	0,9	0,1	0,9	0,4	583,305185	61,875	50	150	25	0
24	3000	0,5	0,9	0,1	0,9	0,4	598,410501	61,14014	25	150	25	0
25	1000	0,8	0,9	0,1	0,9	0,4	509,698882	87,675	100	75	0	25
26	2000	0,8	0,9	0,1	0,9	0,4	510,051755	87,52827	100	75	0	25
27	3000	0,8	0,9	0,1	0,9	0,4	507,511375	86,39167	100	75	0	25

ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ

ΣΧΗΜΑ «32»

7.1.α.(2).(α) Περίπτωση Αρνητικής συσχέτισης με $PK=0,1$

Στην περίπτωση όπου η πιθανότητα PK να γίνει ο σεισμός είναι μικρή, δηλαδή $PK=0,1$, τότε το κέρδος $Mean$ είναι το μέγιστο για τις εξής τιμές των επιμέρους μεταβλητών:

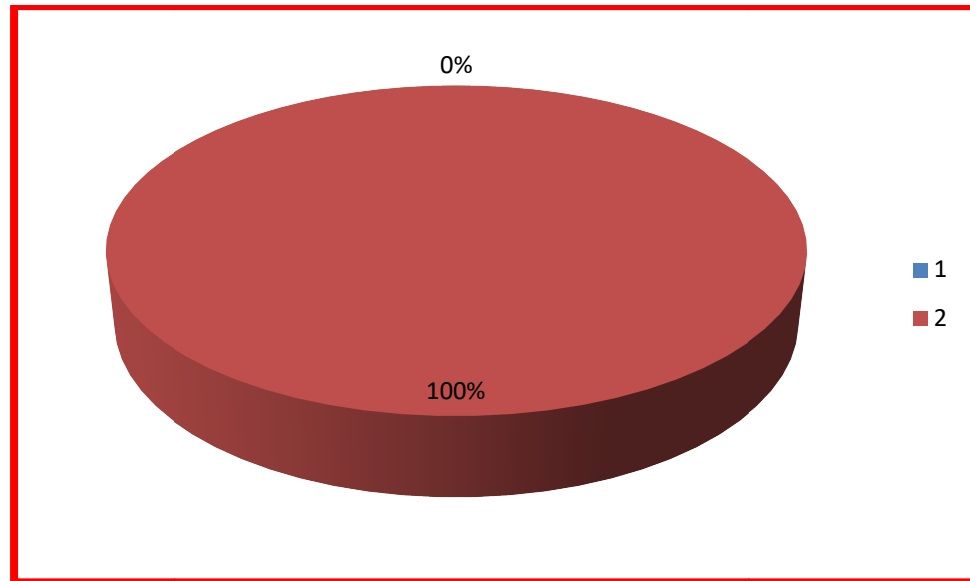
ΠΙΝΑΚΑΣ
ΤΙΜΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ P_{ij} ΑΡΝΗΤΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΠΟΥ ΜΕΓΙΣΤΟΠΟΙΟΥΝ
ΤΟ ΚΕΡΔΟΣ ΜΕ SAMPLE SIZE 1000 ΚΑΙ $PK = 0,1$

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΤΙΜΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ
Sample size	1000
P_{11}	0,1
P_{10}	0,9
P_{21}	0,4
P_{20}	0,9

ΠΙΝΑΚΑΣ «10»

Παρατηρούμε δηλαδή ότι το κέρδος μεγιστοποιείται όταν η παραγγελία πραγματοποιείται κατά ποσοστό 100% από τον δεύτερο προμηθευτή ο οποίος:

- α. Είναι φθηνότερος από τον πρώτο προμηθευτή, αφού $C_2=8 < C_1=10$
 - β. Έχει μεγαλύτερη πιθανότητα να παραδώσει τα προϊόντα όταν γίνει σεισμός.
- Τέλος προκύπτει ότι η παραγγελία ενδείκνυται να γίνει ολόκληρη από τον δεύτερο προμηθευτή η οποία θα είναι αυξημένη κατά 25 μονάδες προφανώς για να ικανοποιηθεί μεγαλύτερη ζήτηση από την αρχικώς υπολογισθείσα.



ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ $PK=0.1$

ΓΡΑΦΗΜΑ 2

7.1.α.(2).(β) Περίπτωση Αρνητικής συσχέτισης με $PK=0,5$

Στην περίπτωση όπου η πιθανότητα PK να γίνει ο σεισμός είναι μεσαία, δηλαδή $PK=0,5$, τότε το κέρδος Mean είναι το μέγιστο για τις εξής τιμές των επιμέρους μεταβλητών:

ΠΙΝΑΚΑΣ

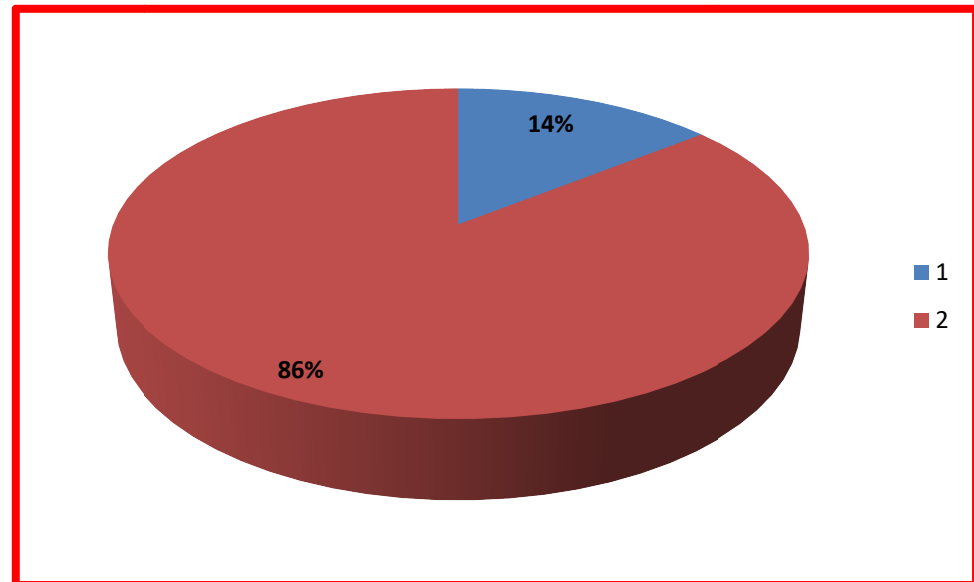
ΤΙΜΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ P_{ij} ΑΡΝΗΤΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΠΟΥ ΜΕΓΙΣΤΟΠΟΙΟΥΝ

ΤΟ ΚΕΡΔΟΣ ΜΕ SAMPLE SIZE 3000 ΚΑΙ $PK=0,5$

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΤΙΜΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ
Sample size	3000
P_{11}	0,1
P_{10}	0,9
P_{21}	0,4
P_{20}	0,9

ΠΙΝΑΚΑΣ «11»

Παρατηρούμε δηλαδή ότι το κέρδος μεγιστοποιείται όταν η παραγγελία πραγματοποιείται με κατανομή της παραγγελίας 86% στον δεύτερο προμηθευτή και 14% στον πρώτο προμηθευτή.



ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ $PK=0.5$

ΓΡΑΦΗΜΑ 3

Για τον δεύτερο προμηθευτή όπως προαναφέραμε ισχύει ότι:

- α. Είναι φθηνότερος από τον πρώτο προμηθευτή, αφού $C_2=8 < C_1=10$
- β. Έχει μεγαλύτερη πιθανότητα να παραδώσει τα προϊόντα όταν γίνει σεισμός.

Η κίνηση αυτή, της παραγγελίας προϊόντων και από τους δύο προμηθευτές σχετίζεται με την αβεβαιότητα παράδοσης των προϊόντων, που δίνει η αύξηση της πιθανότητας να γίνει σεισμός. Επομένως ο πωλητής είναι αναγκασμένος μέρος της παραγγελίας του να τη δώσει εκτός του δεύτερου, προμηθευτή και στον πρώτο προμηθευτή ο οποίος αν και ακριβότερος θα του εξασφαλίσει την ποσότητα προϊόντος που απαιτείται προκειμένου να καλύψει τις ανάγκες του.

7.1.α.(2).(γ) Περίπτωση Αρνητικής συσχέτισης με $PK=0,8$

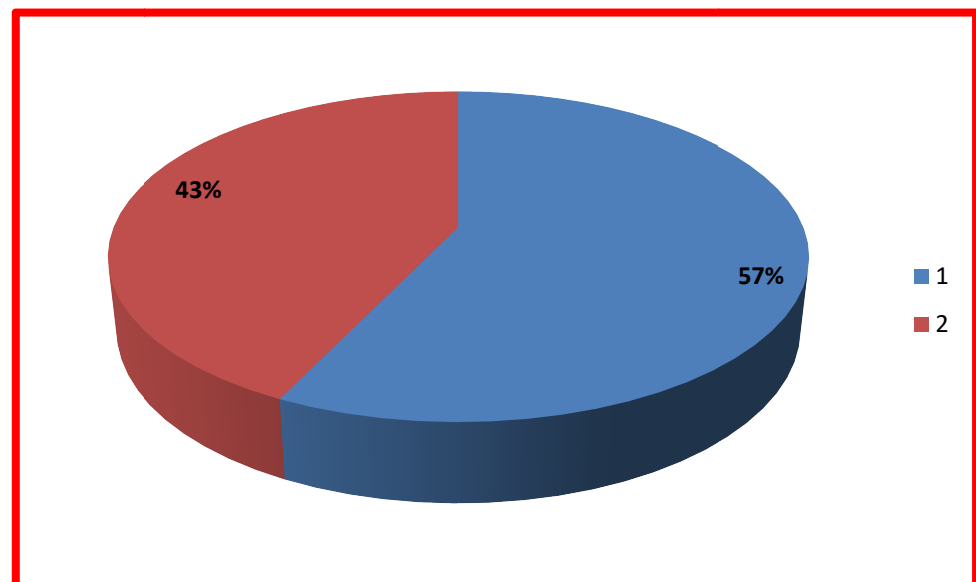
Στην περίπτωση όπου η πιθανότητα PK να γίνει ο σεισμός είναι μεγάλη, δηλαδή $PK=0,8$, τότε το κέρδος Mean είναι το μέγιστο για τις εξής τιμές των επιμέρους μεταβλητών:

ΠΙΝΑΚΑΣ
ΤΙΜΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ P_{ij} ΑΡΝΗΤΙΚΗΣ ΣΥΧΕΤΙΣΗΣ ΠΟΥ ΜΕΓΙΣΤΟΠΟΙΟΥΝ
ΤΟ ΚΕΡΔΟΣ ΜΕ SAMPLE SIZE 2000 ΜΕ $PK=0,8$

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΤΙΜΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ
Sample size	2000
P_{11}	0,9
P_{10}	0,1
P_{21}	0,4
P_{20}	0,9

ΠΙΝΑΚΑΣ «12»

Παρατηρούμε δηλαδή ότι το κέρδος μεγιστοποιείται όταν η παραγγελία πραγματοποιείται με κατανομή της παραγγελίας 57% στον πρώτο προμηθευτή και 43% στον δεύτερο προμηθευτή.



ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ $PK=0.8$

ΓΡΑΦΗΜΑ 4

Η κίνηση αυτή της παραγγελίας προϊόντων και από τους δύο προμηθευτές οφείλεται:

✓ Στην αβεβαιότητα παράδοσης των προϊόντων, που δίνει η μεγάλη αύξηση της πιθανότητας να γίνει σεισμός και συνεπώς και της ανάγκης του πωλητή να εξασφαλίσει ότι η αναγκαία ποσότητα θα παραληφθεί.

✓ Στο γεγονός ότι ο πρώτος προμηθευτής είναι περισσότερο αξιόπιστος από τον δεύτερο προμηθευτή αφού $P_{11}=0,9 > P_{21}=0,4$.

7.1.α.(3). Συμπεράσματα Προσομοίωσης Περίπτωση ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ με Sample size 1000,2000,3000

Μελετώντας τα αποτελέσματα του Σχήματος «29» στην περιοχή της μηδενικής συσχέτισης όπως φαίνεται πιο κάτω παρατηρούμε τα εξής:

ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ												
10	1000	0,1	0,1	0,9	0,4	0,4	485,352855	64,83875	125	50	0	25
11	2000	0,1	0,1	0,9	0,4	0,4	497,064626	59,14362	125	50	175	175
12	3000	0,1	0,1	0,9	0,4	0,4	499,896043	64,70445	125	50	175	175
13	1000	0,5	0,1	0,9	0,4	0,4	394,546908	63,53308	75	125	25	0
14	2000	0,5	0,1	0,9	0,4	0,4	391,221214	60,90706	75	125	25	0
15	3000	0,5	0,1	0,9	0,4	0,4	394,351112	62,70833	75	125	25	0
16	1000	0,8	0,1	0,9	0,4	0,4	348,496253	30,75	50	150	25	0
17	2000	0,8	0,1	0,9	0,4	0,4	360,600583	32,75531	50	150	25	0
18	3000	0,8	0,1	0,9	0,4	0,4	367,911896	32,08333	50	150	25	0

ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ

ΣΧΗΜΑ «33»

7.1.α.(3).(α). Περίπτωση μηδενικής συσχέτισης με $PK=0,1$

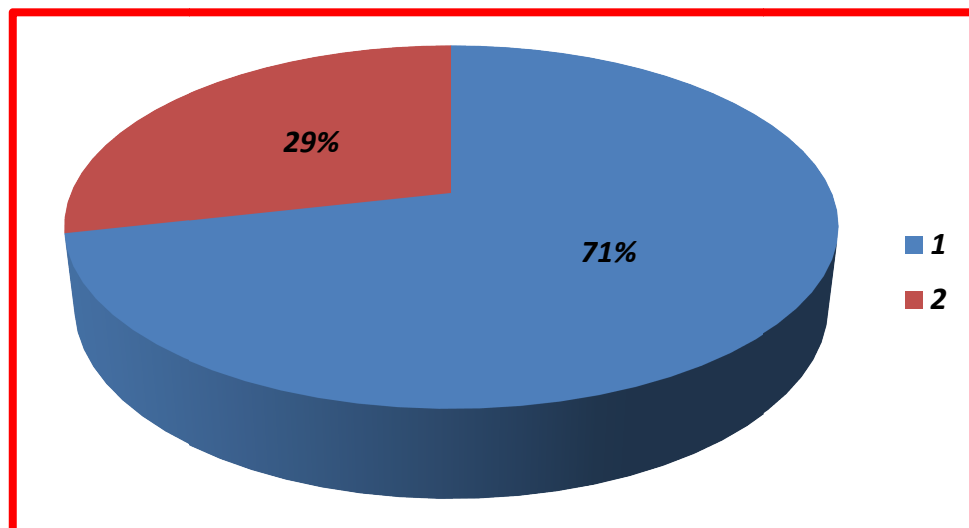
Στην περίπτωση όπου η πιθανότητα PK να γίνει ο σεισμός είναι μικρή, δηλαδή $PK=0,1$, τότε το κέρδος Mean είναι το μέγιστο για τις εξής τιμές των επιμέρους μεταβλητών:

ΠΙΝΑΚΑΣ
ΤΙΜΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ P_{ij} ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΣΥΧΕΤΙΣΗΣ ΠΟΥ ΜΕΓΙΣΤΟΠΟΙΟΥΝ
ΤΟ ΚΕΡΔΟΣ ΜΕ SAMPLE SIZE 3000 ΚΑΙ $PK=0,1$

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΤΙΜΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ
Sample size	3000
P_{11}	0,1
P_{10}	0,9
P_{21}	0,4
P_{20}	0,4

ΠΙΝΑΚΑΣ «13»

Παρατηρούμε δηλαδή ότι το κέρδος μεγιστοποιείται όταν η παραγγελία πραγματοποιείται με κατανομή της παραγγελίας 71% στον πρώτο προμηθευτή και 29% στον δεύτερο προμηθευτή.



ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ $PK=0.1$

ΓΡΑΦΗΜΑ 5

Η κίνηση αυτή της παραγγελίας προϊόντων και από τους δύο προμηθευτές με το μεγαλύτερο ποσοστό παραγγελίας να ανατίθεται στον πρώτο προμηθευτή οφείλεται:

✓ Στην μικρή αβεβαιότητα παράδοσης των προϊόντων, που δίνει η μικρή πιθανότητα να γίνει σεισμός.

✓ Στο γεγονός ότι ο πρώτος προμηθευτής είναι περισσότερο αξιόπιστος από τον δεύτερο προμηθευτή στην περίπτωση που δεν γίνει σεισμός αφού $P_{10}=0,9 > P_{20}=0,4$.

7.1.α.(3).(β). Περίπτωση μηδενικής συσχέτισης με $PK=0,5$

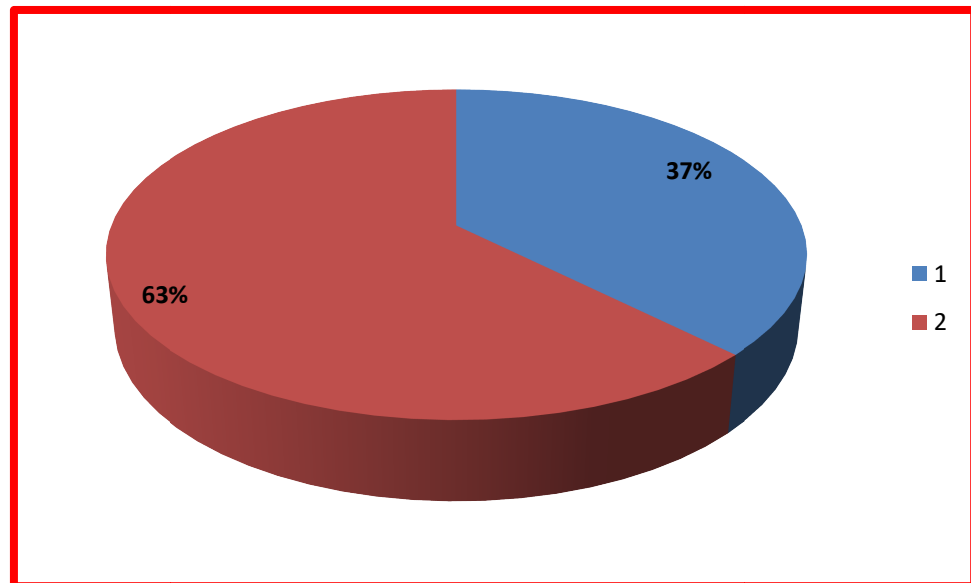
Στην περίπτωση όπου η πιθανότητα PK να γίνει ο σεισμός είναι μεσαία, δηλαδή $PK=0,5$, τότε το κέρδος $Mean$ είναι το μέγιστο για τις εξής τιμές των επιμέρους μεταβλητών:

ΠΙΝΑΚΑΣ
ΤΙΜΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ P_{ij} ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΣΥΧΕΤΙΣΗΣ ΠΟΥ
ΜΕΓΙΣΤΟΠΟΙΟΥΝ ΤΟ ΚΕΡΔΟΣ ΜΕ SAMPLE SIZE 1000 ΚΑΙ $PK=0,5$

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΤΙΜΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ
Sample size	1000
P_{11}	0,1
P_{10}	0,9
P_{21}	0,4
P_{20}	0,4

ΠΙΝΑΚΑΣ «14»

Παρατηρούμε δηλαδή ότι το κέρδος μεγιστοποιείται όταν η παραγγελία πραγματοποιείται με κατανομή της παραγγελίας 63% στον δεύτερο προμηθευτή και 37% στον πρώτο προμηθευτή.



ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ $PK=0.5$

ΓΡΑΦΗΜΑ 6

Η κίνηση αυτή της παραγγελίας προϊόντων και από τους δύο προμηθευτές με το μεγαλύτερο ποσοστό παραγγελίας να ανατίθεται στον δεύτερο προμηθευτή οφείλεται:

- ✓ Στην μεσαία αβεβαιότητα $PK=0,5$ παράδοσης των προϊόντων, που δίνει η μικρή πιθανότητα να γίνει σεισμός.
- ✓ Στο γεγονός ότι ο δεύτερο προμηθευτής είναι περισσότερο αξιόπιστος από τον πρώτος προμηθευτή στην περίπτωση που γίνει σεισμός αφού $P_{11}=0,1 < P_{21}=0,4$.
- ✓ Ο δεύτερος προμηθευτής είναι φθηνότερος από τον πρώτο προμηθευτή, αφού $C_2=8 < C_1=10$

7.1.α.(3).(γ) Περίπτωση μηδενικής συσχέτισης με $PK=0,8$

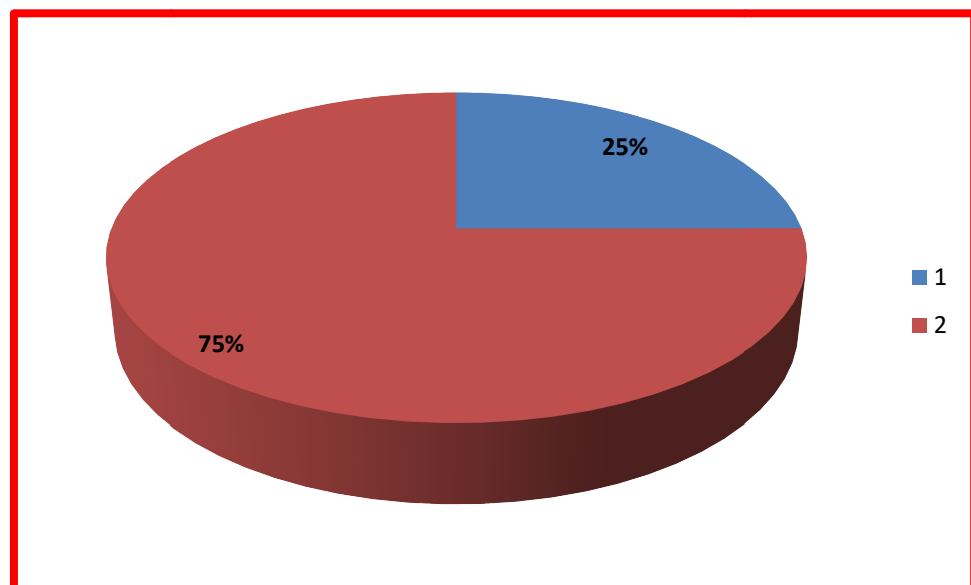
Στην περίπτωση όπου η πιθανότητα PK να γίνει ο σεισμός είναι μεγάλη, δηλαδή $PK=0,8$, τότε το κέρδος $Mean$ είναι το μέγιστο για τις εξής τιμές των επιμέρους μεταβλητών:

ΠΙΝΑΚΑΣ
ΤΙΜΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ P_{ij} ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΣΥΧΕΤΙΣΗΣ ΠΟΥ
ΜΕΓΙΣΤΟΠΟΙΟΥΝ ΤΟ ΚΕΡΔΟΣ ΜΕ SAMPLE SIZE 1000 ΚΑΙ $PK=0,5$

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΤΙΜΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ
Sample size	3000
P_{11}	0,1
P_{10}	0,9
P_{21}	0,4
P_{20}	0,4

ΠΙΝΑΚΑΣ «15»

Παρατηρούμε δηλαδή ότι το κέρδος μεγιστοποιείται όταν η παραγγελία πραγματοποιείται με κατανομή της παραγγελίας 75% στον δεύτερο προμηθευτή και 25% στον πρώτο προμηθευτή.



ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ $PK=0.8$

ΓΡΑΦΗΜΑ 7

Η κίνηση αυτή της παραγγελίας προϊόντων και από τους δύο προμηθευτές με το μεγαλύτερο ποσοστό παραγγελίας να ανατίθεται στον πρώτο προμηθευτή οφείλεται:

- ✓ Στην μεγάλη πιθανότητα να γίνει ο σεισμός $PK=0,8$
- ✓ Στο γεγονός ότι ο δεύτερος προμηθευτής είναι περισσότερο αξιόπιστος από τον πρώτος προμηθευτή στην περίπτωση που γίνει σεισμός αφού $P_{11}=0,1 < P_{21}=0,4$.

- ✓ Στο γεγονός ότι ο δεύτερος προμηθευτής είναι φθηνότερος από τον πρώτο προμηθευτή, αφού $C_2=8 < C_1=10$

7.1.β. Συμπεράσματα Προσομοίωσης για την Περίπτωση με Sample size 1000,2000,3000 Περίπτωση με Sample size 3000

7.1.β.(1). Συμπεράσματα Προσομοίωσης Περίπτωση ΘΕΤΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ με Sample size 3000

Μελετώντας τα αποτελέσματα του Σχήματος «30» στην περιοχή της θετικής συσχέτισης όπως φαίνεται πιο κάτω

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ									
A/A	SAMPLE SIZE	P(K)	P ₁₁	P ₁₀	P ₂₀	P ₂₁	MEAN _{MAX}	Q1 _{MAX}	Q2 _{MAX}
ΘΕΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ									
1	3000	0,1	0,1	0,9	0,9	0,1	716,927474	0	150
2	3000	0,5	0,1	0,9	0,9	0,1	444,30532	0	150
3	3000	0,8	0,1	0,9	0,9	0,1	226,878249	25	150

ΘΕΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ

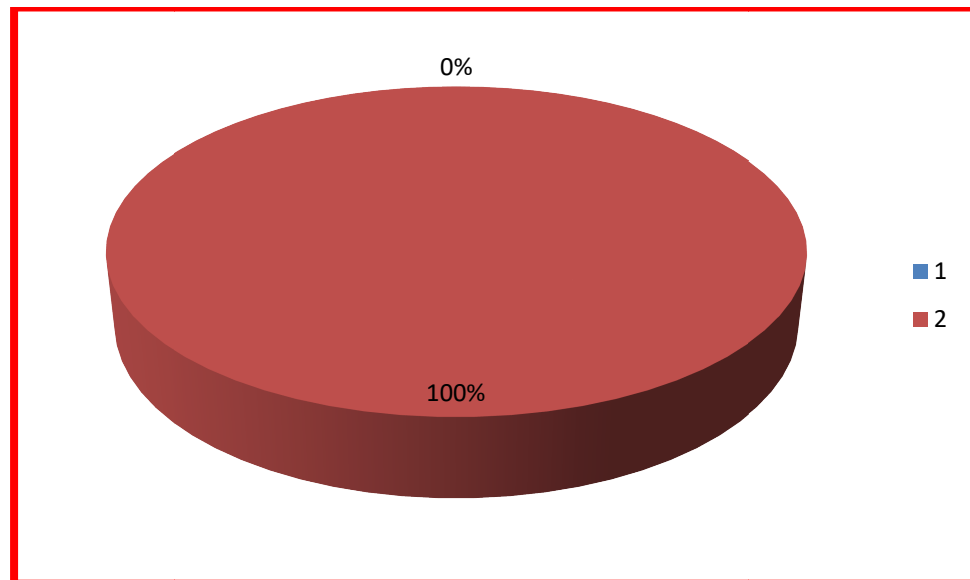
ΣΧΗΜΑ «34»

παρατηρούμε ότι:

7.1.β.(1).(α) Περίπτωση Θετικής συσχέτισης με $PK=0,1,0,5$

Για τις πιθανότητες $PK=0,1$ (όπου η πιθανότητα να γίνει ο σεισμός είναι μικρή) $PK=0,5$ (όπου η πιθανότητα να γίνει ο σεισμός είναι μεσαία) και όπου και οι δύο προμηθευτές έχουν μεγάλη πιθανότητα να παραδώσουν το προϊόν ο

πωλητής επιλέγει να παραγγείλει ολόκληρη την ποσότητα από τον φθηνότερο προμηθευτή δηλαδή τον δεύτερο

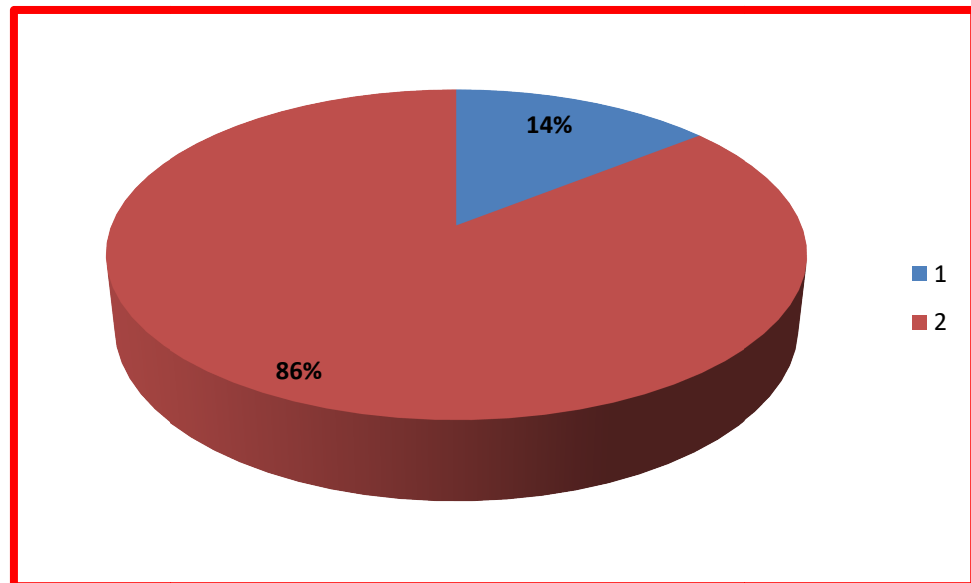


ΓΡΑΦΗΜΑ 8

ΘΕΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ $PK=0.1, 0.5$

7.1.β.(1).(β) Περίπτωση Θετικής συσχέτισης με $PK=0.8$

❖ Όταν αυξάνεται η πιθανότητα τους σεισμού δηλαδή $PK=0.8$ τότε αφού και οι δύο προμηθευτές έχουν εξίσου μικρές πιθανότητες να παραδώσουν το προϊόν ο πωλητής επιλέγει να αυξήσει τη συνολικά παραγγελθείσα ποσότητα και να παραγγείλει το 86% της συνολικής ποσότητας από το δεύτερο φθηνότερο προμηθευτή και το 14% από τον πρώτο και ακριβότερο προμηθευτή.



ΓΡΑΦΗΜΑ 9

ΘΕΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ $PK=0.8$

7.1.β.(2). Συμπεράσματα Προσομοίωσης Περίπτωση ΑΡΝΗΤΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ με Sample size 3000

Μελετώντας τα αποτελέσματα του Σχήματος «30» στην περιοχή της αρνητικής συσχέτισης όπως φαίνεται πιο κάτω

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ									
A/A	SAMPLE SIZE	P(K)	P ₁₁	P ₁₀	P ₂₀	P ₂₁	MEAN _{MAX}	Q1 _{MAX}	Q2 _{MAX}
ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ									
13	3000	0,1	0,9	0,1	0,9	0,1	721,628512	25	150
14	3000	0,5	0,9	0,1	0,9	0,1	577,341988	125	150
15	3000	0,8	0,9	0,1	0,9	0,1	517,552609	125	125

ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ

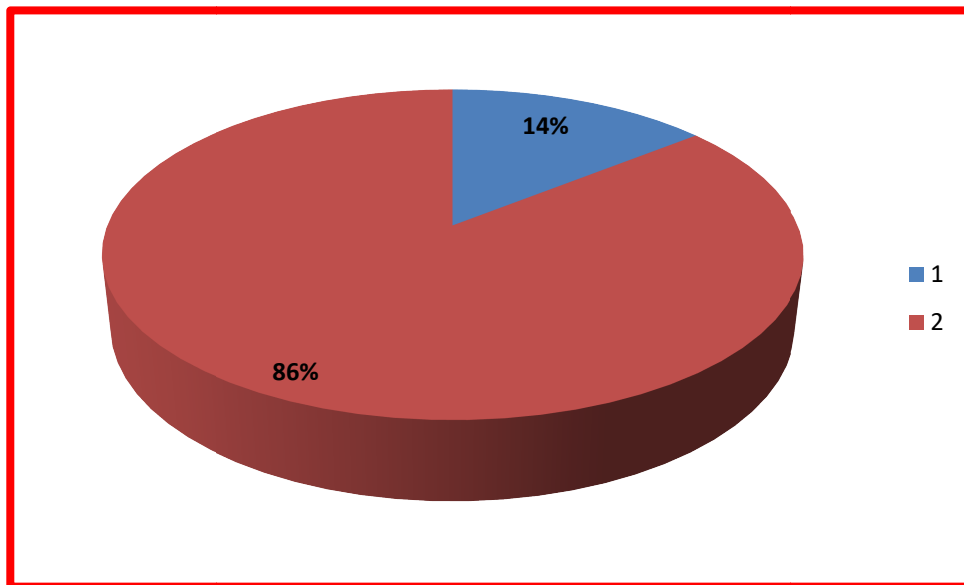
ΣΧΗΜΑ «34»

Παρατηρούμε τα εξής:

7.1.β.(2).(α) Περίπτωση Αρνητικής συσχέτισης με $PK=0,1$

Στην περίπτωση όπου η πιθανότητα PK να γίνει ο σεισμός είναι μικρή, δηλαδή $PK=0,1$, τότε το κέρδος Mean είναι το μέγιστο ο πωλητής παραγγέλλει και από του δύο προμηθευτές με ποσοστό 86% από τον δεύτερο

προμηθευτή και 14% από τον πρώτο προμηθευτή αυξάνοντας ταυτόχρονα την προς παραγγελία ποσότητα κατά 17%.



ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ $PK=0.1$

ΓΡΑΦΗΜΑ 10

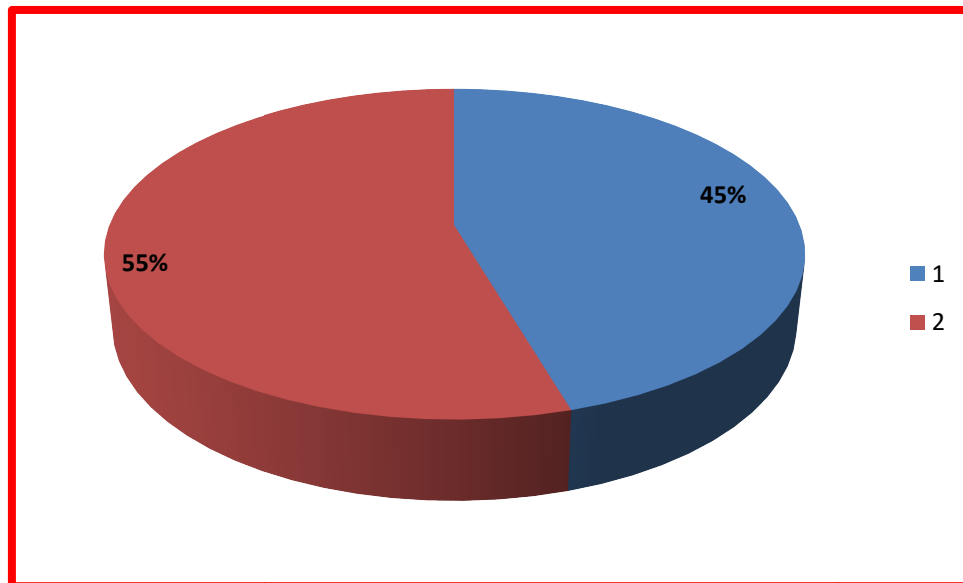
Αυτό συμβαίνει διότι :

α. Ο δεύτερος προμηθευτής είναι φθηνότερος από τον πρώτο προμηθευτή, αφού $C_2=8 < C_1=10$

β. Ο δεύτερος προμηθευτής έχει μεγαλύτερη πιθανότητα ($P_{20}=0,9$) να παραδώσει τα προϊόντα όταν δεν γίνει σεισμός και συνεπώς και στην περίπτωση μας όπου $PK=0,1$.

7.1.β.(2).(β) Περίπτωση Αρνητικής συσχέτισης με $PK=0,5$

❖ Στην περίπτωση όπου η πιθανότητα PK να γίνει ο σεισμός είναι μεσαία, δηλαδή $PK=0,5$, τότε το κέρδος Mean μεγιστοποιείται όταν η παραγγελία πραγματοποιηθεί κατά 45% από τον πρώτο προμηθευτή και κατά 55% από τον δεύτερο προμηθευτή αυξάνοντας ταυτόχρονα την προς παραγγελία ποσότητα κατά 84%:



ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ $PK=0.1$

ΓΡΑΦΗΜΑ 10

Αυτό συμβαίνει διότι :

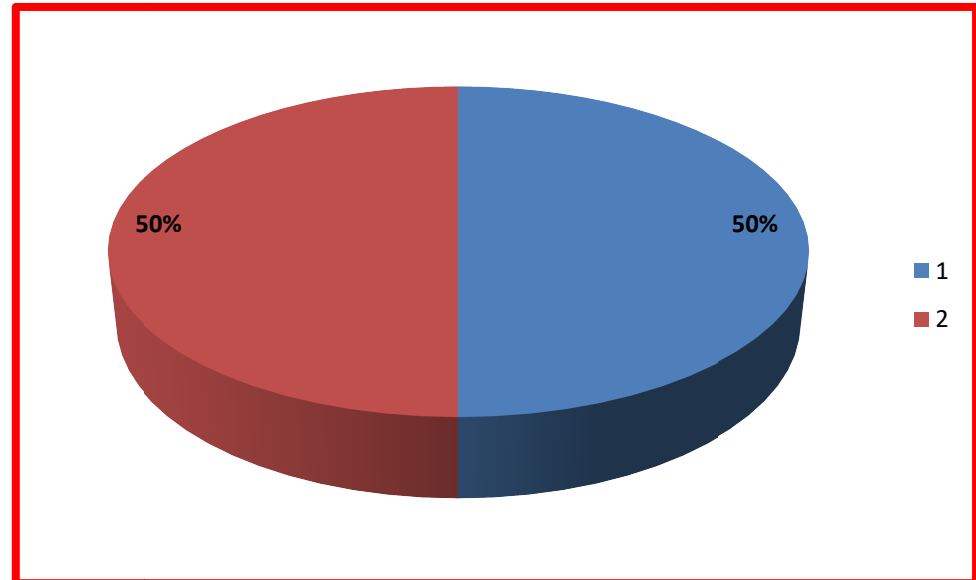
α. Ο δεύτερος προμηθευτής είναι φθηνότερος από τον πρώτο προμηθευτή, αφού $C_2=8 < C_1=10$.

β. Ο δεύτερος προμηθευτής έχει μεγαλύτερη πιθανότητα ($P_{20}=0,9$) να παραδώσει τα προϊόντα όταν δεν γίνει σεισμός και συνεπώς στην περίπτωση μας όπου $PK=0,5$ ενδείκνυται να γίνει αυτή η παραγγελία που θα μεγιστοποιήσει το κέρδος εάν δεν γίνει σεισμός.

γ. Ο πρώτος προμηθευτής έχει μεγαλύτερη πιθανότητα ($P_{11}=0,9$) να παραδώσει τα προϊόντα όταν γίνει σεισμός και συνεπώς στην περίπτωση μας όπου $PK=0,5$ ενδείκνυται να γίνει αυτή η παραγγελία που θα μεγιστοποιήσει το κέρδος εάν γίνει σεισμός.

7.1.β.(2).(γ) Περίπτωση Αρνητικής συσχέτισης με $PK=0,8$

Στην περίπτωση όπου η πιθανότητα PK να γίνει ο σεισμός είναι μεγάλη, δηλαδή $PK=0,8$, τότε το κέρδος Mean μεγιστοποιείται όταν η παραγγελία πραγματοποιηθεί κατά 50% από τον πρώτο προμηθευτή και κατά 50% από τον δεύτερο προμηθευτή μειώνοντας ταυτόχρονα την προς παραγγελία ποσότητα κατά 60%:



ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ $\rho_k=0.8$

ΓΡΑΦΗΜΑ 11

Αυτό συμβαίνει διότι:

Για τον δεύτερο προμηθευτή όπως προαναφέραμε ισχύει ότι:

α. Είναι φθηνότερος από τον πρώτο προμηθευτή, αφού $C_2=8 < C_1=10$

β. Έχει μεγαλύτερη πιθανότητα να παραδώσει τα προϊόντα όταν γίνει σεισμός.

Ο πρώτος προμηθευτής υπερτερεί του δεύτερου, να παραδώσει το προϊόν ένα γίνει σεισμός αφού έχει μεγαλύτερη πιθανότητα.

7.1.β.(3). Συμπεράσματα Προσομοίωσης Περίπτωση ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ με Sample size 3000

Μελετώντας τα αποτελέσματα του Σχήματος «30» στην περιοχή της μηδενικής συσχέτισης όπως φαίνεται πιο κάτω

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ									
A/A	SAMPLE SIZE	P(K)	P ₁₁	P ₁₀	P ₂₀	P ₂₁	MEAN _{MAX}	Q1 _{MAX}	Q2 _{MAX}
ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ									
4	3000	0,1	0,1	0,1	0,9	0,1	723,522906	0	150
5	3000	0,5	0,1	0,1	0,9	0,1	445,155046	25	150
6	3000	0,8	0,1	0,1	0,9	0,1	237,31905	100	150
7	3000	0,1	0,9	0,9	0,9	0,1	731,836239	0	150
8	3000	0,5	0,9	0,9	0,9	0,1	549,683434	125	50
9	3000	0,8	0,9	0,9	0,9	0,1	530,062998	125	25
10	3000	0,1	0,5	0,5	0,9	0,1	723,776607	0	150
11	3000	0,5	0,5	0,5	0,9	0,1	446,541559	50	125
12	3000	0,8	0,5	0,5	0,9	0,1	337,303262	125	75

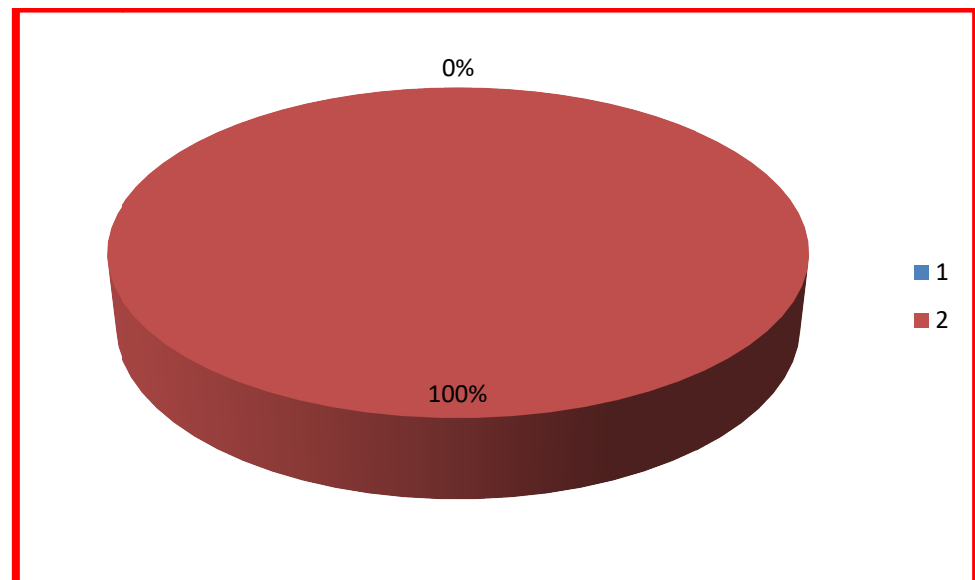
ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ

ΣΧΗΜΑ«35»

Παρατηρούμε τα εξής:

7.1.β.(3).(α) Περίπτωση μηδενικής συσχέτισης με $PK=0,1$

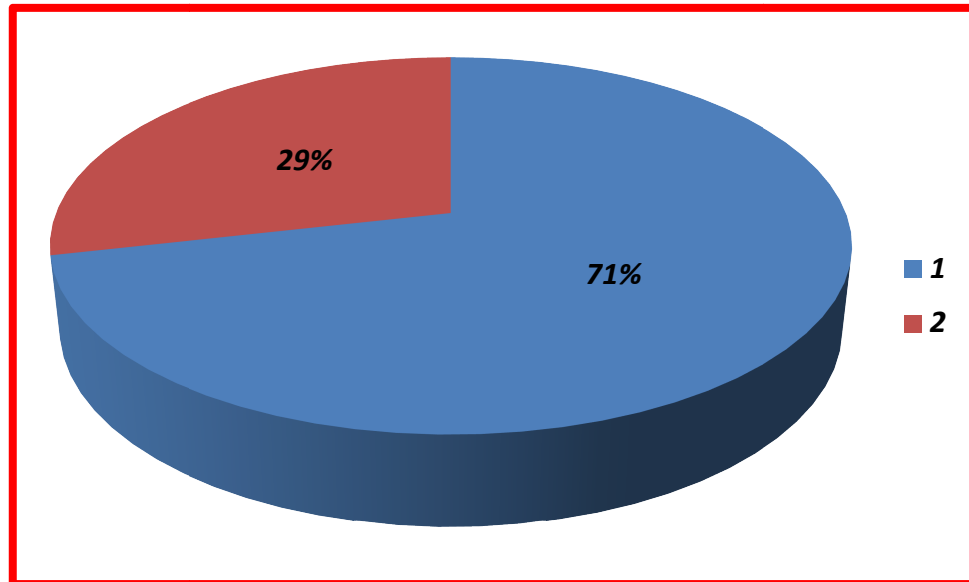
Στην περίπτωση όπου η πιθανότητα PK να γίνει ο σεισμός είναι μικρή, δηλαδή $PK=0,1$, τότε το κέρδος Mean μεγιστοποιείται όταν η παραγγελία πραγματοποιείται εξ ολοκλήρου από το δεύτερο προμηθευτή



ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ $PK=0.1$

ΓΡΑΦΗΜΑ 12

Παρατηρούμε δηλαδή ότι το κέρδος μεγιστοποιείται όταν η παραγγελία πραγματοποιείται με κατανομή της παραγγελίας 71% στον πρώτο προμηθευτή και 29% στον δεύτερο προμηθευτή.



ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ $PK=0.1$

ΓΡΑΦΗΜΑ 13

Αυτό συμβαίνει διότι :

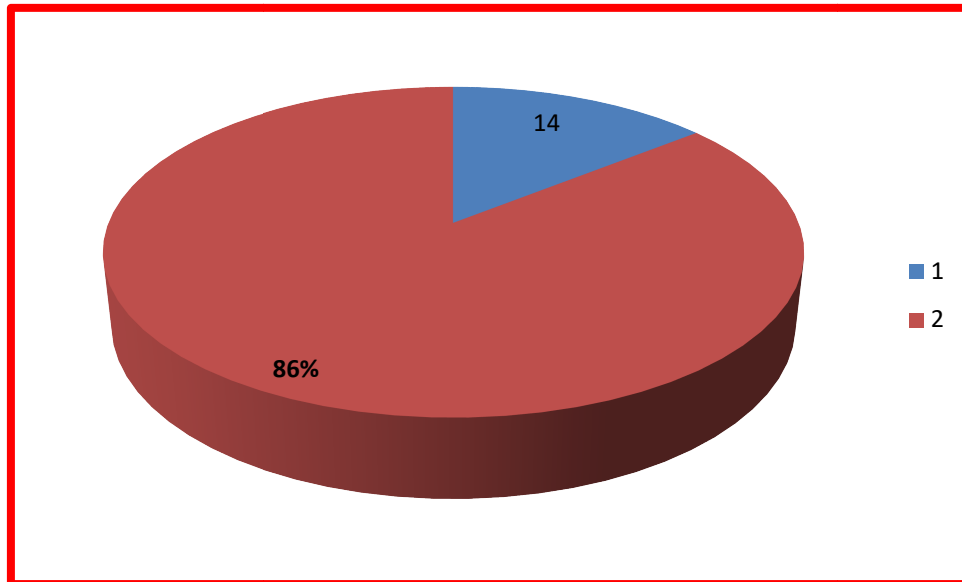
α. Ο δεύτερος προμηθευτής είναι φθηνότερος από τον πρώτο προμηθευτή, αφού $C_2=8 < C_1=10$

β. Ο δεύτερος προμηθευτής έχει μεγαλύτερη πιθανότητα ($P_{20}=0,9$) να παραδώσει τα προϊόντα όταν δεν γίνει σεισμός και συνεπώς και στην περίπτωση μας όπου $PK=0,1$.

7.1.β.(3).(β) Περίπτωση μηδενικής συσχέτισης με $PK=0,5$

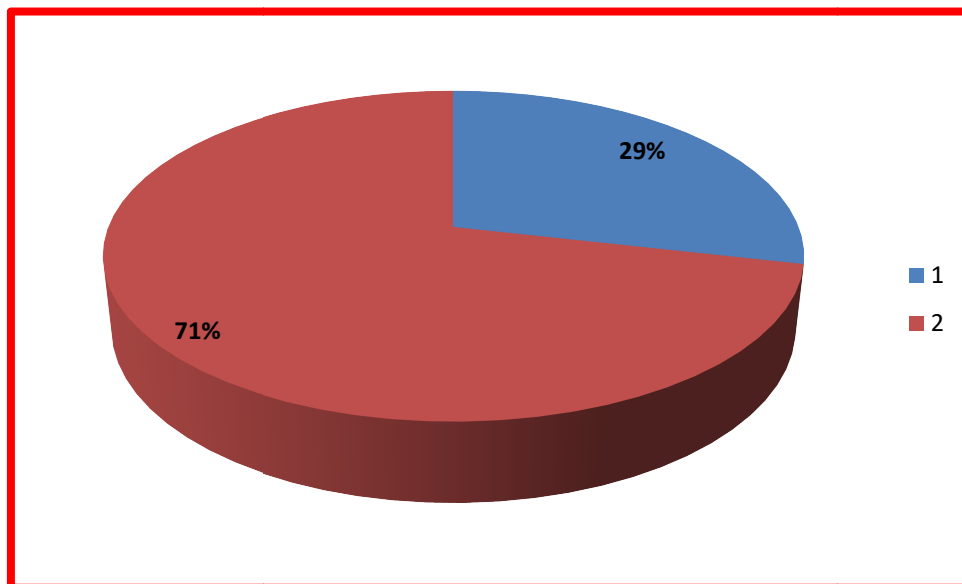
❖ Στην περίπτωση όπου η πιθανότητα PK να γίνει ο σεισμός είναι μεσαία, δηλαδή $PK=0,5$, παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται η πιθανότητα του πρώτου προμηθευτή να παραδώσει το προϊόν όταν γίνει σεισμός ($P_{11}=0.1, 0.5, 0.8$) και ταυτόχρονα δεν γίνει σεισμός ($P_{10}=0.1, 0.5, 0.8$) αφού έχουμε μηδενική

συσχέτιση, τόσο αυξάνεται και το ποσοστό της παραγγελίας που ο πωλητής δίνει σε αυτόν μειώνοντας ταυτόχρονα την ποσότητα της παραγγελίας στον δεύτερο προμηθευτή ο οποίος έχει πολύ μικρή πιθανότητα παράδοσης του προϊόντος ($P_{21}=0,1$) όταν γίνει σεισμός.



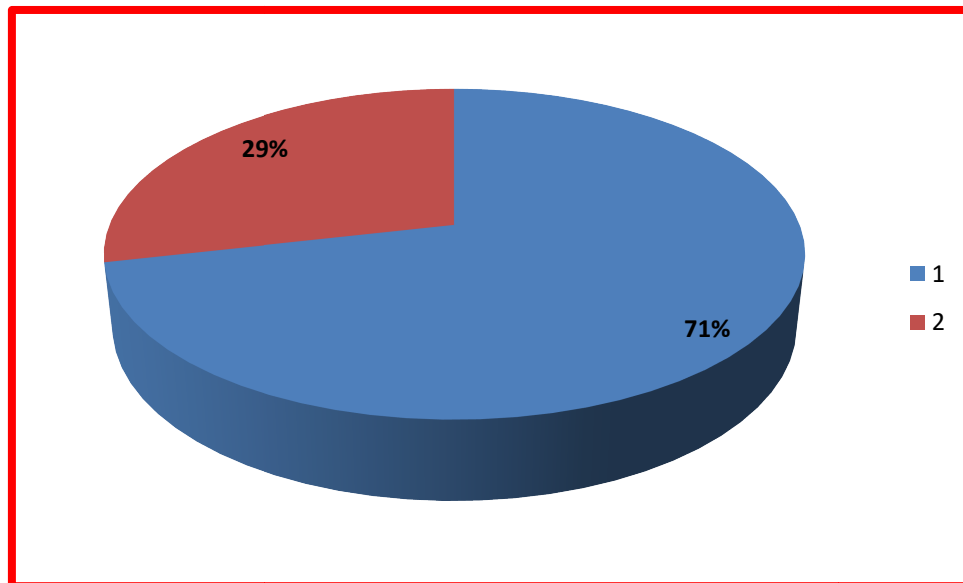
ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ $P_{K=0.1}, P_{11}=0.1=P_{10}$

ΓΡΑΦΗΜΑ 14



ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ $P_{K=0.1}, P_{11}=0.5=P_{10}$

ΓΡΑΦΗΜΑ 15

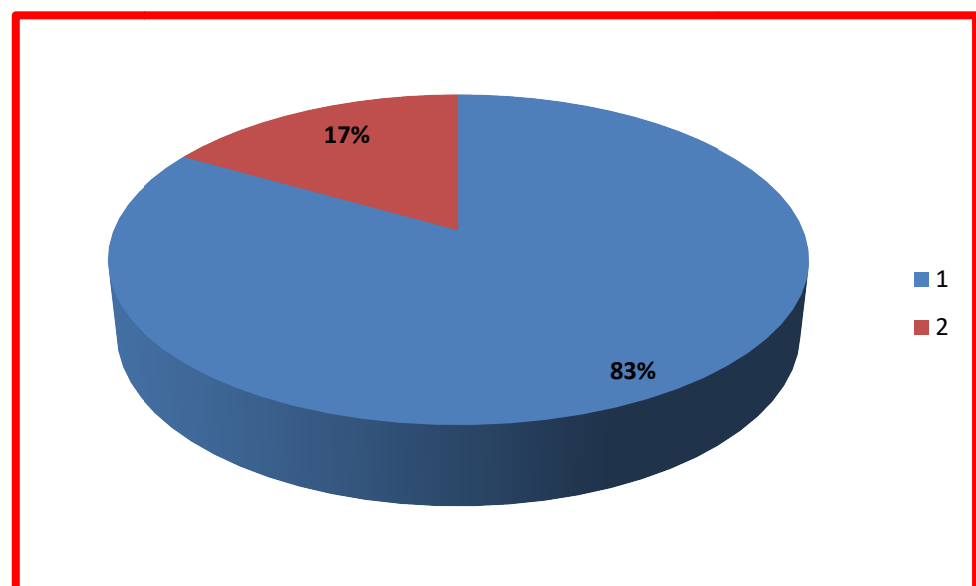


ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ $PK=0.1, P11=0.8=P10$

ΓΡΑΦΗΜΑ 16

7.1.β.(3).(α) Περίπτωση μηδενικής συσχέτισης με $PK=0,8$

Στην περίπτωση όπου η πιθανότητα PK να γίνει ο σεισμός είναι μεγάλη, δηλαδή $PK=0,8$, τότε το κέρδος Mean μεγιστοποιείται, όταν το μεγαλύτερο μέρος της παραγγελίας πραγματοποιηθεί από τον πρώτο προμηθευτή ο οποίος έχει μεγαλύτερη πιθανότητα να παραδώσει το προϊόν αν γίνει σεισμός. όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα.



ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ $PK=0.8, P11=0.9, P21=0.1$

ΓΡΑΦΗΜΑ 9

Αυτό συμβαίνει γιατί ο δεύτερος προμηθευτής είναι μεν φθηνότερος αλλά περισσότερο αναξιόπιστος και για το λόγο αυτό το ποσοστό παραγγελίας από τον πρώτο προμηθευτή είναι μεγαλύτερο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

Επίλογος

Η δημιουργία αποθεμάτων σε συνδυασμό με την ορθολογική παραγγελία προϊόντων η οποία λαμβάνει υπόψη όλους τους συντελεστές που αναπτυχθήκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, δύναται να συμβάλει αποφασιστικά στην ομαλή λειτουργία μιας επιχείρησης, εξασφαλίζοντας την έγκαιρη παράδοση των προϊόντων και κατ' επέκταση την ικανοποίηση των πελατών. Επιπλέον, η ύπαρξη αποθεμάτων πρώτων υλών αλλά και προϊόντων εξασφαλίζει τη συνεχή τροφοδοσία της παραγωγικής διαδικασίας και ταυτόχρονα της καταναλωτικής αλυσίδας.

Με την παρουσίαση σε αυτή τη διπλωματική εργασία του προβλήματος του εφημεριδοπώλη με τυχαιότητα στη παραδιδόμενη ποσότητα και τη χρήση εφεδρικού προμηθευτή, επιχειρήθηκε να εξαχθούν κατάλληλα συμπεράσματα για το εν λόγω πρόβλημα τα οποία και παρουσιάστηκαν αναλυτικά στα σχετικά κεφάλαια. Εξάλλου η έγκαιρη παράδοση των προϊόντων προσδίδει στον εκάστοτε πωλητή την αναγκαία φερεγγυότητα έναντι των πελατών του, προκειμένου να αναπτυχθεί ένα πνεύμα εμπιστοσύνης με τον πελάτη –καταναλωτή, το οποίο θα προάγει τον αριθμό των πωλήσεων και κατ' επέκταση το προσδοκώμενο κέρδος της εταιρείας.

Βεβαίως ολόκληρη η διαδικασία, που πρόκειται να ακολουθηθεί προκειμένου να πραγματοποιηθούν οι σωστές ενέργειες για την παραγγελία των προϊόντων, βασίζεται σε ένα άλλο επιστημονικό κλάδο ο οποίος ονομάζεται Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων και που μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην ορθή λήψη απόφασης αλλά και στην αντιμετώπιση των οποιοδήποτε ζητημάτων τυχόν προκύψουν κατά τη διαδικασία υλοποίησης της. Ο εν λόγω επιστημονικός κλάδος της επιχειρησιακή έρευνας είναι σε θέση να προάγει την πορεία της επιχείρησης και ταυτόχρονα να αυξήσει την αποτελεσματικότητά της. (ΜΑΤΣΑΤΣΙΝΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ 2014)

Βιβλιογραφία

Logistics, Ελληνική Εταιρία. *Logistics, Ελληνική Εταιρία*. 2005.

Martha Cooper, Douglas M.Lambert,Janus D.Pagh. *Supply Chain Management.More than a new name for logistics*. Ohaio: Ohaio State University, 1997.

Zigiaris, Sotiris. *Suply Chain Management*. 2000.

Καθημερινή. «Ηφαιστειακή τέφρα ταξίδεψε χιλιάδες χιλιόμετρα.» *Καθημερινή*, 21.11.2014.

ΜΑΤΣΑΤΣΙΝΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ. *ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ*. Αθήνα: ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ, 2014.

ΜπουρνέταςΑπόστολος. «Μοντέλα ανταγωνισμού και συνεργασίας σε εφοδιαστικές αλυσίδες.» Στο *Μοντέλα ανταγωνισμού και συνεργασίας σε εφοδιαστικές αλυσίδες*, του/της Απόστολος Μπουρνέτας.

Παπαχρήστου Νικολάος. «Πρόβλημα Εφημεριδοπώλη με Αβεβαιότητα στην Παραδιδόμενη Ποσότητα και Χρήση Εφεδρικού Προμηθευτή.» Διπλωματική Εργασία, Βόλος, Οκτώβριος 2016.

Υψηλάντης, Παντελής. *Επιχειρησιακή Έρευνα*. Αθήνα: ΠΡΟΠΟΜΠΟΣ, 2015.