



**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ**

**«ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ»
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**“Διαχείριση αποθεμάτων σε μία εφοδιαστική αλυσίδα
και πρακτικές εφαρμογές σε επιχείρηση εμπορίας
ανταλλακτικών”**

**ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ:
ΣΠΗΛΙΩΤΗ Σ. ΒΑΣΙΛΙΚΗ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:
ΚΟΥΚΟΥΜΙΑΛΟΣ ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ**

2024

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ

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

Λάρισα, 28/01/2024

Σπηλιώτη Βασιλική

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή κ. Κουκούμιαλο Στυλιανό για όλα όσα μου δίδαξε κατά την διάρκεια των πολύ ενδιαφέρων μαθημάτων του, αλλά και για τον χρόνο του και την καθοδήγησή του με τις πολύτιμες γνώσεις και συμβουλές για την συγγραφή της εν λόγω εργασίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την συνάδελφό μου στην δουλειά κα. Κλέτσου Ελένη, για την κατανόηση και συμπαράστασή της κατά την διάρκεια των σπουδών μου στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα, όπως επίσης και την Γραμματεία του ΠΜΣ, Αργυρώ για την άψογη εξυπηρέτησή της κατά την διάρκεια των σπουδών μου.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους γονείς μου Στέργιο και Ευθυμία Σπηλιώτη για την συνεχή υποστήριξή τους και ενθάρρυνση για την συνέχιση των σπουδών μου. Ένα τεράστιο ευχαριστώ στην αδερφή μου Έφη και στην νύφη μου Μαρία, που φρόντιζαν και κρατούσαν τα παιδιά μου, όταν έπρεπε να παρακολουθήσω τα μαθήματα στο Πανεπιστήμιο. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω και τους συζύγους τους, τον αδερφό μου Τηλέμαχο και τον γαμπρό μου Κώστα για την κατανόηση και την υπομονή τους.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στον άντρα μου Κώστα, που με υποστηρίζει σε κάθε μου απόφαση.

Αφιερωμένη στα παιδιά μου,

Γιώργο και Βαρβάρα

με την ελπίδα να είναι καλά και να κυνηγούν πάντα τα όνειρα τους!

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	7
ABSTRACT	7
ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ.....	7
KEY WORDS	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
1.1 Σκοπός διπλωματικής εργασίας.....	8
1.2 Παρουσίαση της επιχείρησης.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ	9
2.1 Ορισμός Εφοδιαστικής Αλυσίδας	9
2.2. Αντικειμενικός σκοπός της εφοδιαστικής αλυσίδας	10
2.3 Διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας (supply chain managment).....	10
2.4 Αναγκαιότητα διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ & Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥΣ	11
3.1 Ορισμός Αποθεμάτων	11
3.2 Κατηγορίες/Διακρίσεις αποθεμάτων	12
3.3 Κίνδυνοι από την διατήρηση αποθεμάτων	13
3.4 Διαχείριση αποθεμάτων εφοδιαστικής αλυσίδας με αβεβαιότητα (τυχαία ζήτηση)	13
3.4.1 Απόθεμα Ασφαλείας.....	13
3.4.2 Μέτρηση διαθεσιμότητας προϊόντων	14
3.4.3 Πολιτικές αναπλήρωσης αποθεμάτων	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΝΑΛΥΣΗ ABC	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΖΗΤΗΣΗΣ	22
5.1 Χαρακτηριστικά των Προβλέψεων	22
5.2 Κατηγορίες Μεθόδων Πρόβλεψης	23
5.3 Τα στάδια της διαδικασίας της πρόβλεψης	24
5.4 Σφάλματα πρόβλεψης , χαρακτηριστικές τιμές θέσης & διασποράς	25
5.5 Χρονοσειρές και διαστρωματικά στοιχεία	27
5.6 Μετασχηματισμός και διόρθωση δεδομένων	27
5.7 Μέθοδοι ανάλυσης χρονοσειρών και προβολής της τάσης.....	28
5.8 Πρακτική εφαρμογή προβλέψεων	33
5.8.1 Πρόβλεψη ζήτησης με την μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου	34

5.8.2 Πρόβλεψη ζήτησης με την μέθοδο της απλής εκθετικής εξομάλυνσης	36
5.8.3 Πρόβλεψη ζήτησης με την μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου πέντε περιόδων.....	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟΘΗΚΗΣ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΑΝΤΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ	45
6.1 Καθορισμός αποθέματος ασφαλείας για την πολιτική συνεχούς παρακολούθησης γνωρίζοντας το σημείο αναπαραγωγής ROP	45
6.2 Προσδιορισμός τους επιπέδου εξυπηρέτησης για την πολιτική συνεχούς παρακολούθησης (πρακτική εφαρμογή σε πραγματικά δεδομένα).....	50
6.3 Καθορισμός αποθέματος ασφαλείας για συγκεκριμένο επίπεδο εξυπηρέτησης	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	60
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	62

ΛΙΣΤΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 5.1: Καμπύλη Pareto (πηγή: Waters 1992).....	17
--	----

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1 Παρουσίαση αποθεμάτων βάσει της αξίας τους (Waters 1992).....	18
Πίνακας 2: Φαίνεται η ταξινόμηση ABC μερικών ειδών της αποθήκης, σύμφωνα με το αθροιστικό ποσοστό επί της αξίας των πωλήσεων.	20
Πίνακας 3: Κατάταξη των ειδών της αποθήκης στις κατηγορίες ABC με τον αριθμό και το ποσοστό των ειδών σε σχέση με το συνολικό απόθεμα.....	21
Πίνακας 4: Ποσότητα πωλήσεων του είδους Σωληνάκι λαδιού R2 3/8 ανά μήνα για το έτος 2022.....	34
Πίνακας 5: Προβλέψεις μελλοντικών τιμών (Ft) και των σφαλμάτων (et) για το προϊόν Σωληνάκι λαδιού R2 3/8 με την μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου AKM 3 και 5 περιόδων αντίστοιχα.	35
Πίνακας 6: Ανάλυση σφάλματος στις προβλέψεις με AKM 3 και 5 περιόδων.....	36
Πίνακας 7: Προβλέψεις μελλοντικών τιμών (Ft) και των σφαλμάτων (et) για το προϊόν Σωληνάκι λαδιού R2 3/8 με την μέθοδο της απλής εκθετικής εξομάλυνσης για $\alpha=0,20$ & $\alpha=0,50$	37
Πίνακας 8: Ανάλυση σφάλματος στις προβλέψεις με την μέθοδο εκθετικής εξομάλυνσης με σταθερές εξομάλυνσης $\alpha = 0,2$ και $\alpha = 0,5$ (2η και 3η στήλη αντίστοιχα).	37
Πίνακας 9: Ποσότητα πωλήσεων του είδους Έμβολο DFPI-100-200-ND2P-CIV-NB3P-A ανά μήνα για το έτος 2022.	39
Πίνακας 10: Προβλέψεις μελλοντικών τιμών (Ft) και των σφαλμάτων (et) για το προϊόν Έμβολο DFPI-100-200-ND2P-CIV-NB3P-A 8 με την μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου 5 περιόδων.....	39
Πίνακας 11: Ανάλυση σφάλματος στις προβλέψεις με AKM 5 περιόδων	40

<i>Πίνακας 12 : Ποσότητα πωλήσεων του είδους λάδι ISO 68 20lit LUKOIL ανά μήνα για το έτος 2022.</i>	40
<i>Πίνακας 13: Προβλέψεις μελλοντικών τιμών (Ft) και των σφαλμάτων (et) για το προϊόν λάδι ISO 68 20lit LUKOIL με την μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου 5 περιόδων.</i>	40
<i>Πίνακας 14: Ανάλυση σφάλματος στις προβλέψεις με AKM 5 περιόδων</i>	41
<i>Πίνακας 15: Ποσότητα πωλήσεων του είδους Ηλεκτροβαλβίδα NG6 MONH ECONOMY ανά μήνα για το έτος 2022.</i>	41
<i>Πίνακας 16: Προβλέψεις μελλοντικών τιμών (Ft) και των σφαλμάτων (et) για το προϊόν Ηλεκτροβαλβίδα NG6 MONH ECONOMY με την μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου AKM 5 περιόδων.</i>	41
<i>Πίνακας 17: Ανάλυση σφάλματος στις προβλέψεις με AKM 5 περιόδων</i>	42
<i>Πίνακας 18: Ποσότητα πωλήσεων του είδους Σωληνάκι λαδιού R2 ½ ανά μήνα για το έτος 2022.</i>	42
<i>Πίνακας 19: Προβλέψεις μελλοντικών τιμών (Ft) και των σφαλμάτων (et) για το προϊόν Σωληνάκι λαδιού R2 1/2 με την μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου 5 περιόδων.</i>	42
<i>Πίνακας 20: Ανάλυση σφάλματος στις προβλέψεις με AKM 5 περιόδων</i>	43
<i>Πίνακας 21: Πρόβλεψη ζήτησης με την μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου για τα υπό εξέταση προϊόντα.</i>	44

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η συγκεκριμένη εργασία αναφέρεται στην εφοδιαστική αλυσίδα και στον σημαντικό ρόλο, που διαδραματίζει για κάθε επιχείρηση. Αρχικά, πραγματοποιήσαμε μία ανάλυση ABC στα αποθέματα της επιχείρησης και έτσι βρήκαμε ποια προϊόντα είναι τα σημαντικότερα για την επιχείρηση, που οι πωλήσεις τους αποδίδουν τα περισσότερα κέρδη στην επιχείρηση. Στην συνέχεια, κάναμε λόγο για την πρόβλεψη της ζήτησης. Εφαρμόσαμε συγκεκριμένη μέθοδο πρόβλεψης της ζήτησης για να βρούμε ποια είναι η πιθανή ζήτηση της επόμενης περιόδου για την χρονική περίοδο, που μελετάμε και η πρόβλεψη ζήτησης πραγματοποιήθηκε για τα πέντε είδη-προϊόντα, που βρίσκονται στην κορυφή της ABC ανάλυσης. Στην συνέχεια, για τα συγκεκριμένα είδη βρήκαμε το απόθεμα ασφαλείας, πραγματοποιώντας διάφορες πρακτικές εφαρμογές. Τέλος, καταλήξαμε στα συμπεράσματά μας.

ABSTRACT

This paper work refers to the supply chain and the important role it plays for any business. First, we performed an ABC analysis on the company's inventory and thus found which products are the most important for the company and whose sales yield the most profits for the company. Next, we talked about demand forecasting. We applied a specific demand forecasting method to find what is the likely next period demand for the time period we are studying and the demand forecast was made for the five product types, which are at the top of the ABC analysis. Then, for these specific items, we found the safety stock, by carrying out various practical applications. Finally, we have come to our conclusions.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Απόθεμα, απόθεμα ασφαλείας, διαχείριση αποθεμάτων, ABC ανάλυση, προβλέψεις

KEY WORDS

Stock, Safety Stock, Logistics management, ABC analysis, predictions

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Σκοπός διπλωματικής εργασίας

Σκοπός της συγκεκριμένη εργασίας, που εκπονείται στα πλαίσια του ΔΠΜΣ «Επιχειρηματικότητα» είναι να κατανοήσουμε την έννοια και σημασία της εφοδιαστικής αλυσίδας, αλλά και να εφαρμόσουμε θεωρητικά στοιχεία σε πραγματικά δεδομένα, τα οποία θα αντλήσουμε από την επιχείρηση εμπορίας ανταλλακτικών, με σκοπό την διεξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων, τα οποία θα συμβάλλουν στην καλύτερη οργάνωση της επιχείρησης, όσον αφορά την διαχείριση των αποθεμάτων της.

1.2 Παρουσίαση της επιχείρησης

Η επιχείρηση, από την οποία θα αντλήσουμε δεδομένα για την συγκεκριμένη διπλωματική έχει ως δραστηριότητα την εμπορία ανταλλακτικών και βρίσκεται στην Θεσσαλία. Διαθέτει μεγάλο απόθεμα ανταλλακτικών, προκειμένου να ανταπεξέρχεται και να ικανοποιεί την ζήτηση των πελατών της ακόμη και σε έκτακτες περιπτώσεις (πχ. ξαφνική ζήτηση, καθυστερήσεις από προμηθευτές, καθυστερήσεις από μεταφορικές εταιρίες κτλ). Μέχρι στιγμής η διαχείριση αποθεμάτων πραγματοποιείται με βάση την εμπειρία των ιδιοκτητών, χωρίς να έχουν πραγματοποιήσει προβλέψεις και χωρίς να έχουν διερευνήσει ποια θα ήταν τα ιδανικά επίπεδα για τα αποθέματα ασφαλείας τους. Η επιχείρηση διαθέτει περίπου 12.500 διαφορετικά είδη-κωδικούς και τα δεδομένα, που θα μας δώσει θα τα αντλήσει από το πληροφοριακό σύστημα της SoftOne, που χρησιμοποιεί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ

2.1 Ορισμός Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Σύμφωνα με τον Βιδάλη Μ. (2017), οι επιχειρήσεις δημιουργούνται, αναπτύσσονται και δρουν σε ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον, το οποίο χαρακτηρίζεται από έντονο ανταγωνισμό και ρευστότητα. Για να παραμείνει, λοιπόν, μία επιχείρηση επικερδής και ανταγωνιστική θα πρέπει να προσαρμοστεί στις εξελίξεις και να εξελιχθεί. Για αυτό τον λόγο οι επιχειρήσεις προσπαθούν να εφαρμόσουν στρατηγικές με τις οποίες θα υπερισχύσουν των ανταγωνιστών τους, όπως για παράδειγμα στρατηγική κόστους, στρατηγική διαφοροποίησης κτλ. Στην συνεχή προσπάθειά τους για βελτίωση και προσαρμογή τους στα νέα δεδομένα, οι επιχειρήσεις κατανόησαν πως η διατήρηση του μεριδίου τους στην αγορά συνεπάγεται βελτίωση όχι μόνο των ίδιων, αλλά και των επιχειρήσεων με τις οποίες συνεργάζονται. Απαιτείται ο βέλτιστος συντονισμός πολλών επιχειρήσεων για να φτάσει το προϊόν στον τελικό καταναλωτή στην σωστή ποιότητα, στην σωστή ποσότητα, στον σωστό χρόνο κτλ. Για να επιτευχθεί, λοιπόν, η ικανοποίηση του πελάτη, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η καλή λειτουργία ολόκληρου του συστήματος και όχι μόνο ενός μέρος αυτού. Το σύνολο του συστήματος ονομάζεται εφοδιαστική αλυσίδα και οι επιχειρήσεις επικεντρώνονται στην βελτίωση αυτού και όχι μόνο ενός «κρίκου» της αλυσίδας.

Υπάρχουν τρεις ορισμοί σύμφωνα με το λεξικό APICS (Association for Supply Chain Management, 2002), που ορίζουν την εφοδιαστική αλυσίδα (Supply Chain). Οι ορισμοί αυτοί είναι οι εξής:

1^{ος} ορισμός: «Οι διαδικασίες, που συνδέουν τις επιχειρήσεις με σχέση προμηθευτή-χρήστη από τα αρχικά ακατέργαστα υλικά ως τα ολοκληρωμένα προϊόντα για τελική κατανάλωση.»

2^{ος} ορισμός: «Οι λειτουργίες εντός και εκτός της επιχείρησης, που επιτρέπουν στην αλυσίδα αξίας (value chain) να παρέχει προϊόντα για τους πελάτες ή να τους παρέχει υπηρεσίες.»

3^{ος} ορισμός: «Μία εφοδιαστική αλυσίδα αποτελείται από όλα τα στάδια (μέλη), που σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με την ικανοποίηση της απαίτησης ενός πελάτη. Στην εφοδιαστική αλυσίδα περιλαμβάνονται εκτός από τον παραγωγό (manufacturer) και τον προμηθευτή (supplier), οι μεταφορείς (transporters), οι αποθήκες (warehouses)

τα σημεία λιανικής πώλησης (retailers) και οι ίδιοι οι πελάτες (customers).» (Μιχάλης Βιδάλης, Εφοδιαστική(logistics), Μία ποσοτική προσέγγιση)

2.2. Αντικειμενικός σκοπός της εφοδιαστικής αλυσίδας

Ως αντικειμενικός σκοπός της εφοδιαστικής αλυσίδας, θα μπορούσαμε να αναφέρουμε πως είναι η μεγιστοποίηση της καθαρής αξίας και των κερδών της επιχείρησης, που δημιουργείται από το συνολικό σύστημα. Αυτή η καθαρή αξία προκύπτει από την διαφορά μεταξύ της χρηματικής ροής από τον πελάτη και του συνολικού κόστους, που δαπανήθηκε. (Βιδάλης Μ., 2017).

2.3 Διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας (supply chain management)

Καθοριστικό ρόλο στην σωστή και αποτελεσματική λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας διαδραματίζει η κατάλληλη διαχείρισή της. Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας επικεντρώνεται στον σωστό χειρισμό των ροών μεταξύ των διάφορων κόμβων/επιπέδων, που ανήκουν στην εκάστοτε εφοδιαστική αλυσίδα, με σκοπό την μεγιστοποίηση του κέρδους. (Σιφινιώτης Κ., 1997)

2.4 Αναγκαιότητα διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας

Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και την εισαγωγή της σε όλα τα επίπεδα παραγωγής, επικοινωνίας, μετακίνησης κτλ, οι επιχειρήσεις κατάφεραν να μειώσουν δραματικά τα κόστη τους. Εφαρμόστηκαν διάφορες στρατηγικές για τις οποίες δαπανήθηκαν σημαντικά ποσά για την υλοποίησή τους. Τέτοιες στρατηγικές είναι οι Kanban, Total Quality Management, Just in Time κτλ. Πολλές επιχειρήσεις έφτασαν σε ένα σημείο, που είχαν ελαχιστοποιήσει πλήρως τα κόστη τους, οπότε ανακάλυψαν πως το επόμενο βήμα για την βελτιστοποίηση της κερδοφορίας τους και την αύξηση του μεριδίου της αγοράς τους είναι η κατάλληλη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, με στόχο την μεγιστοποίηση της αποτελεσματικότητάς της.

Σε μία εφοδιαστική αλυσίδα «κρύβονται» πολλαπλές δαπάνες, οι οποίες, ίσως, θα μπορούσαν σε κάποιες περιπτώσεις να περικοπούν με σκοπό την εμφανή μείωση του κόστους. Για παράδειγμα, τέτοιες δαπάνες είναι τα έξοδα μετακίνησης, αποθήκευσης και συνεχούς ελέγχου των προϊόντων κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Πλεονασματικά επίπεδα αποθηκών, αναποτελεσματική ή ακατάλληλη στρατηγική μεταφορών, καθώς και πολλές άλλες πρακτικές, που εφαρμόζονται σε μία εφοδιαστική αλυσίδα, μπορεί να είναι τραγικά λάθη, που αυξάνουν τα κόστη κατακόρυφα. Έτσι, οι επιχειρήσεις μελετούν όλα τα παραπάνω και με την κατάλληλη διαχείριση της εφοδιαστικής τους αλυσίδας προσπαθούν να ελαχιστοποιήσουν τα

κόστη μεγιστοποιώντας τα κέρδη και κατακτώντας ολοένα και μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ & Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥΣ

3.1 Ορισμός Αποθεμάτων

Η διαχείριση των αποθεμάτων απασχολεί πολλές επιχειρήσεις, τόσο για την σωστή διοίκηση μίας παραγωγικής μονάδας όσο και για την σωστή λειτουργία μίας επιχείρησης η οποία μεταπωλεί προϊόντα, τα οποία διατηρεί σε αποθέματα.

Η διατήρηση αποθεμάτων στοχεύει να εξομαλύνει τις παρουσιαζόμενες διαφορές μεταξύ της προσφοράς και της ζήτησης του αγαθού, που μπορεί να προκύψουν ανά πάσα στιγμή. Για πολλές επιχειρήσεις είναι αναγκαίο η διατήρηση αποθεμάτων λόγω της αβεβαιότητας της προσφοράς και της ζήτησης, προκειμένου να μπορεί η επιχείρηση να καλύπτει τις εκάστοτε ανάγκες των πελατών της. Για αυτό τον λόγο, πολλές επιχειρήσεις δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στον έλεγχο των αποθεμάτων τους (inventory control), με τον οποίο παρακολουθούν τις αποθηκευμένες ποσότητες και με βάση αυτών λαμβάνονται κάποιες σχετικές σημαντικές αποφάσεις. Όπως για παράδειγμα, τότε θα πρέπει να παραγγελθεί μία πρώτη ύλη ή ένα προϊόν, σε τι ποσότητα κτλ. Στόχος ενός αποτελεσματικού συστήματος διαχείρισης αποθεμάτων είναι να ελαχιστοποιεί το κόστος, εξοικονομώντας πόρους για την επιχείρηση. Στα πλαίσια ενός παραγωγικού συστήματος, υπάρχουν κάποιες διακρίσεις των αποθεμάτων. Οι διακρίσεις αυτές είναι οι πρώτες ύλες, τα τελικά προϊόντα, τα ενδιάμεσα προϊόντα και τα εφόδια.

Το βασικότερο πρόβλημα των επιχειρήσεων σχετικά με τη διατήρηση αποθεμάτων είναι πως αυτά δεσμεύουν ένα μεγάλο ποσοστό του κεφαλαίου κι έχουν σημαντικό κόστος διατήρησης. Έτσι, κάνουμε λόγο για ένα πρόβλημα εξισορρόπησης μεταξύ του κόστους έλλειψης και του κόστους πλεονάσματος αποθέματος ενός παραγωγικού προϊόντος. Επομένως, οι επιχειρήσεις έρχονται αντιμέτωπες με το πρόβλημα του ελέγχου και της διαχείρισης των αποθεμάτων, διότι θα πρέπει να πραγματοποιείται με τέτοιο τρόπο, ώστε να εξασφαλίζονται για την επιχείρηση τα μεγαλύτερα δυνατά κέρδη.

Με τον όρο αποθέματα εννοούμε τα υλικά αγαθά που βρίσκονται στην επιχείρηση και τα οποία προορίζονται είτε για μεταπώληση σύμφωνα με το είδος και την

δραστηριότητα της επιχείρησης, είτε βρίσκονται σε διαδικασία παραγωγής και προορίζονται για πώληση μόλις ολοκληρωθεί η διαδικασία αυτή, είτε προορίζονται να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγική διαδικασία άλλων αγαθών, είτε προορίζονται για χρήση ως συσκευασία.

Με άλλα λόγια, τα αποθέματα είναι ουσιαστικά οι ποσότητες των προϊόντων που διατηρούνται στην αποθήκη της επιχείρησης με σκοπό την μελλοντική τους χρήση. Η χρήση τους εξαρτάται από την δραστηριότητα της επιχείρησης, δηλαδή τα αποθέματα μπορεί να προορίζονται είτε για την παραγωγική διαδικασία της επιχείρησης είτε για πώληση, και αυτό εξαρτάται από το είδος της δραστηριότητας της επιχείρησης.

3.2 Κατηγορίες/Διακρίσεις αποθεμάτων

Τα αποθέματα διακρίνονται σε εμπορεύματα, έτοιμα προϊόντα, ημιτελή προϊόντα, υποπροϊόντα, πρώτες και βοηθητικές ύλες, υλικά συσκευασίας, είδη συσκευασίας, αναλώσιμα υλικά κτλ.

Τα αποθέματα, όμως, σύμφωνα με το πως έχουν δημιουργηθεί μπορούν να ταξινομηθούν στις εξής κατηγορίες:

A) Κυκλικό απόθεμα (cycle inventory)

Ως κυκλικό απόθεμα, θα μπορούσαμε να προσδιορίσουμε ως το τμήμα του αποθέματος, το οποίο καθορίζεται άμεσα από το μέγεθος της παραγγελίας.

B) Απόθεμα ασφαλείας (safety stock inventory)

Το απόθεμα ασφαλείας είναι το απόθεμα το οποίο διατηρείται από τις επιχειρήσεις για λόγους «ασφαλείας» με σκοπό την εξυπηρέτηση των πελατών, όποτε και αν το χρειαστούν. Πρόκειται δηλαδή για επιπλέον απόθεμα, που χρησιμοποιείται, σε περίπτωση κάποιας έκτακτης έλλειψης. Το απόθεμα ασφαλείας εξασφαλίζει την εύρυθμη λειτουργία της επιχείρησης, όταν αυτή έχει να αντιμετωπίσει δύσκολες καταστάσεις (πχ. οι προμηθευτές δεν στέλνουν επαρκείς ποσότητες, γενική έλλειψη σε κάποια υλικά κτλ.)

Γ) Απόθεμα αναμονής (anticipation inventory)

Το απόθεμα αναμονής καλύπτει ανάγκες ζήτησης των πελατών κατά τη διάρκεια μιας περιόδου, όταν υπάρχουν αρκετές αυξομειώσεις στη ζήτηση, οι οποίες ήταν έκτακτες και δεν τις αναμέναμε.

Δ) Απόθεμα σε κίνηση (pipeline inventory)

Τα αποθέματα σε κίνηση είναι τα αποθέματα τα οποία έχουν παραγγελθεί από τον προμηθευτή, αλλά δεν έχουν παραληφθεί από την επιχείρηση. Είναι δηλαδή σε «κίνηση».

3.3 Κίνδυνοι από την διατήρηση αποθεμάτων

Πολλές επιχειρήσεις διατηρούν αποθέματα στις αποθήκες τους με σκοπό την εύρυθμη λειτουργία της επιχείρησης και την άμεση εξυπηρέτηση των πελατών της. Η διατήρηση, όμως, αποθεμάτων ελλοχεύει και πολλούς κινδύνους, εάν μία επιχείρηση δεν δώσει την απαιτούμενη προσοχή στην αποθεματοποίησή της. Οι κίνδυνοι αυτοί έγκεινται στα δεσμευμένα κεφάλαια της επιχείρησης μέσω του αποθέματος και την απώλεια τόκων. Επίσης, το κόστος αποθήκευσης είναι υψηλό, καθώς όσο μία επιχείρηση αυξάνει το απόθεμά της, τότε απαιτούνται όλο και μεγαλύτεροι αποθηκευτικοί χώροι με περισσότερα λειτουργικά κόστη και ασφάλιστρα. Η αύξηση των κοστών αυτών, οδηγεί μία επιχείρηση να αυξήσει τις τιμές των προϊόντων της, με αποτέλεσμα να χάνει την ανταγωνιστικότητά της, γεγονός, που μπορεί να οδηγήσει στην απαξίωση των προϊόντων της. (Βιδάλης Μ., 2017).

3.4 Διαχείριση αποθεμάτων εφοδιαστικής αλυσίδας με αβεβαιότητα (τυχαία ζήτηση)

3.4.1 Απόθεμα Ασφαλείας

Η αβεβαιότητα είναι ένα σημαντικό στοιχείο, που χαρακτηρίζει τα περισσότερα εφοδιαστικά συστήματα. Αβεβαιότητα ως προς την ζήτηση και την προσφορά του προϊόντος, τον χρόνο εκτέλεσης της παραγγελίας κτλ. Η αβεβαιότητα αναγκάζει τις επιχειρήσεις να διατηρούν απόθεμα ασφαλείας, έτσι ώστε να καλύψουν την ζήτηση, σε περίπτωση, που αυτή ξεπεράσει την ποσότητα, που είχε προβλεφθεί. Με άλλα λόγια, το απόθεμα ασφαλείας λειτουργεί ως δικλείδα ασφαλείας για τις επιχειρήσεις ελαχιστοποιώντας τις πιθανότητες έλλειψης των προϊόντων σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Επίσης, το απόθεμα ασφαλείας μπορεί να λειτουργήσει θετικά βελτιώνοντας την διαθεσιμότητα των προϊόντων. Στόχος των επιχειρήσεων είναι να διατηρούν το ελάχιστο δυνατό απόθεμα ασφαλείας διατηρώντας, όμως, την συνεχή διαθεσιμότητα ή ακόμη και την βελτίωση της διαθεσιμότητας των προϊόντων τους. Ο καθορισμός του κατάλληλου επιπέδου αποθέματος ασφαλείας είναι ζωτικής σημασίας για τις επιχειρήσεις. Αυτό συμβαίνει διότι, από την μία πλευρά το απόθεμα

ασφαλείας βελτιώνει την διαθεσιμότητα των προϊόντων της επιχείρησης (γεγονός πολύ θετικό, διότι η επιχείρηση μπορεί να ανταπεξέλθει ακόμη και σε έκτακτες αλλαγές της ζήτησης), από την άλλη πλευρά όμως το απόθεμα ασφαλείας αυξάνει το κόστος διατήρησης αποθέματος σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα. Γεγονός, αρνητικό, διότι ελοχεύεται ο κίνδυνος απαξίωσης των προϊόντων. Οι επιχειρήσεις, που επιδιώκουν αποτελεσματικότερη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, θα πρέπει να ανακαλύψουν ποιο είναι το ενδεδειγμένο επίπεδο αποθέματος για το κάθε προϊόν και να βρουν τρόπο, ώστε να μειώσουν το απόθεμα ασφαλείας χωρίς όμως να μειωθεί η διαθεσιμότητα του κάθε προϊόντος. Για να καθορίσουν τα παραπάνω οι επιχειρήσεις θα πρέπει να λάβουν υπόψη την αβεβαιότητα της ζήτησης και της προσφοράς και σε τι επίπεδο διαθεσιμότητας επιθυμούν οι ίδιες να βρίσκεται το κάθε προϊόν.

3.4.2 Μέτρηση διαθεσιμότητας προϊόντων

Σύμφωνα με τον Βιδάλη Μ. (2017), όταν μία επιχείρηση μπορεί να ικανοποιήσει την εκάστοτε ζήτηση των πελατών της από τα αποθέματά της, τότε λέμε πως υπάρχει διαθεσιμότητα για το προϊόν. Όταν η επιχείρηση δεν μπορεί να καλύψει και να ανταπεξέρθει στην ζήτηση των πελατών της, διότι δεν υπάρχει το προϊόν στην αποθήκη της επιχείρησης, τότε λέμε πως το προϊόν βρίσκεται σε έλλειψη. Για να μετρήσουν το επίπεδο διαθεσιμότητας των προϊόντων χρησιμοποιούνε κάποια συγκεκριμένα μέτρα, τα οποία είναι τα εξής:

1. Βαθμός κάλυψης προϊόντος (product fill rate): Αναφέρεται στην πιθανότητα κάλυψης της ζήτησης από τα διαθέσιμα αποθέματα. Συγκεκριμένα, είναι το ποσοστό της ζήτησης του προϊόντος, που καλύπτεται άμεσα από το απόθεμα της επιχείρησης. Αν μία επιχείρηση, για παράδειγμα, έχει βαθμό κάλυψης παραγγελιών 70%, τότε αυτό σημαίνει πως 70% των πελατών θα εξυπηρετηθούν άμεσα από τα διαθέσιμα αποθέματα της επιχείρησης και το υπόλοιπο 30% των πελατών δεν θα μπορέσει να εξυπηρετηθεί, τουλάχιστον άμεσα. Εάν υπάρχει διάθεση και δυνατότητα αναμονής για το προϊόν, μπορεί να εξυπηρετηθεί σε επόμενη παραγγελία και όταν το προϊόν μπει ξανά στην αποθήκη της επιχείρησης.

2. Βαθμός κάλυψης παραγγελιών (order fill rate): Μία παραγγελία μπορεί να απαρτίζεται από πολλαπλά προϊόντα. Για να εκτελεστεί μία παραγγελία άμεσα, η επιχείρηση θα πρέπει να διαθέτει σε απόθεμα όλα τα προϊόντα. Σε διαφορετική

περίπτωση, η παραγγελία δεν μπορεί να εκτελεστεί και η επιχείρηση παρουσιάζει χαμηλό βαθμό κάλυψης παραγγελιών, παρόλο που ο βαθμός κάλυψης προϊόντος μπορεί να είναι πολύ υψηλός. Οπότε, ο βαθμός κάλυψης παραγγελιών αναφέρεται στο ποσοστό των παραγγελιών, που ικανοποιούνται άμεσα από τα αποθέματα της επιχείρησης.

3. Επίπεδο εξυπηρέτησης ανά κύκλο (cycle service level, CSL): Ορίζουμε ως κύκλο αναπλήρωσης το χρονικό διάστημα, που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών αναπληρώσεων. Έτσι, το επίπεδο εξυπηρέτησης ανά κύκλο, αναφέρεται στο ποσοστό των κύκλων αναπλήρωσης, μετά το τέλος των οποίων η ζήτηση έχει καλυφτεί πλήρως. Επιδίωξη των επιχειρήσεων είναι να μην υπάρξει κάποια έλλειψη προϊόντος κατά την διάρκεια ενός κύκλου αναπλήρωσης.

3.4.3 Πολιτικές αναπλήρωσης αποθεμάτων

Η πολιτική αναπλήρωσης αποθεμάτων εξαρτάται από την στρατηγική, που ακολουθεί κάθε επιχείρηση όσον αφορά τον ανεφοδιασμό της αποθήκης της. Θα εστιάσουμε το ενδιαφέρον μας στις σημαντικότερες πολιτικές αναπλήρωσης, οι οποίες είναι οι εξής:

1. Σύστημα συνεχούς παρακολούθησης των αποθεμάτων (continuous review).

Όταν μία επιχείρηση ακολουθεί σύστημα συνεχούς παρακολούθησης, τότε παρακολουθεί διαρκώς το επίπεδο των αποθεμάτων της και όταν κάποιο προϊόν φτάσει στο σημείο αναπαραγγελίας (ROP), τότε η επιχείρηση παραγγέλλει το προϊόν στην επιθυμητή ποσότητα. Η ποσότητα αυτή, που θα παραγγελθεί (Q), συνήθως είναι σταθερή. Το απόθεμα ασφαλείας σε αυτή την περίπτωση ορίζεται ως $S = s + Q$, όπου $s = \text{ROP}$

2. Σύστημα περιοδικής παρακολούθησης των αποθεμάτων (periodic review).

Η επιχείρηση ελέγχει τα αποθέματά της σε συγκεκριμένες περιόδους και σε σταθερά χρονικά διαστήματα, για παράδειγμα μία φορά τον μήνα. Τότε, λαμβάνεται η απόφαση της ποσότητας, που θα παραγγελθεί, ώστε το επίπεδο του αποθέματος να βρίσκεται σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο. Σε αυτό το σύστημα παρακολούθησης είναι σταθερό το χρονικό διάστημα ελέγχου του αποθέματος και μεταβάλλεται η ποσότητα παραγγελίας.

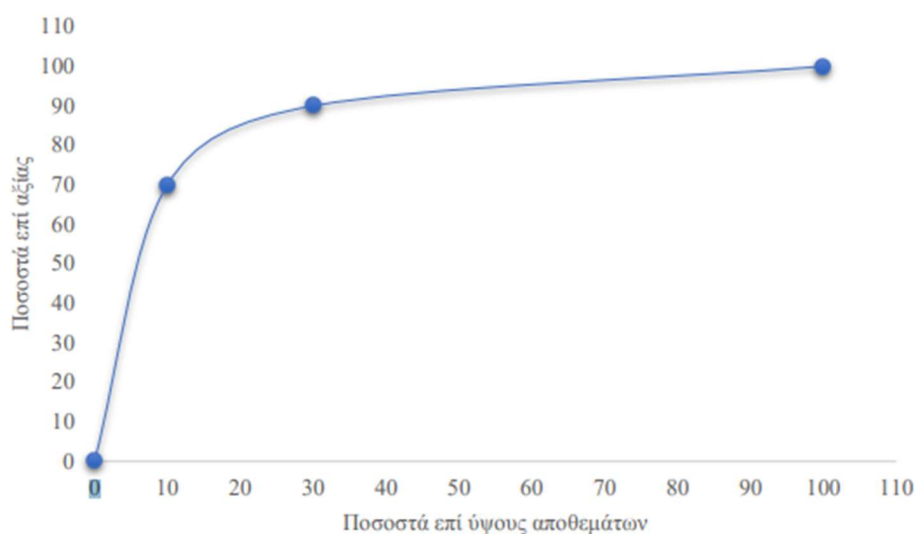
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΝΑΛΥΣΗ ABC

Πολλές επιχειρήσεις, όπως και αυτή, που μελετάμε, διαθέτουν χιλιάδες διαφορετικούς κωδικούς στην αποθήκη τους. Είναι κατανοητό πως σε όλα αυτά τα διαφορετικά είδη αποθεμάτων δίνεται διαφορετική αξία με βάση κάποιας κατηγοριοποίησης, που πραγματοποιείται από τους υπεύθυνους της αποθήκης. Έτσι, οι υπεύθυνοι της αποθήκης κατηγοριοποιούν τα διάφορα είδη αποθεμάτων ανάλογα με την σημασία τους και κρισιμότητά τους για την κερδοφορία της επιχείρησης (Prasad & Kolla, 2014).

Η ανάλυση ABC είναι μία από τις πιο δημοφιλείς τεχνικές κατηγοριοποίησης και ανάλυσης των ειδών της αποθήκης, φανερώνοντας στους υπευθύνους σε ποια είδη θα πρέπει να δώσουν μεγαλύτερη σημασία και προτεραιότητα, σύμφωνα με τις πωλήσεις και τις αγορές της επιχείρησης (Ravinde & Misra, 2014).

Σύμφωνα με την ανάλυση ABC τα είδη της επιχείρησης κατηγοριοποιούνται σε τρεις (3) κατηγορίες A, B, C. Στην κατηγορία A ανήκουν τα είδη τα οποία είναι ύψιστης σημασίας για την επιχείρηση, στην κατηγορία B ανήκουν τα είδη τα οποία είναι μερικώς σημαντικά και στην τελευταία κατηγορία, δηλαδή στην κατηγορία C, ανήκουν τα είδη ελάχιστης σημασίας για την επιχείρηση. Η ανάλυση ABC στηρίζεται στον γνωστό κανόνα PARETO, που λέει πως το 80% των πωλήσεων της επιχείρησης προέρχεται από το 20% των ειδών της. Σύμφωνα με τον κανόνα Pareto το 20 % των ειδών αντιπροσωπεύει το 80% της αξίας των αποθεμάτων ή, αλλιώς, καταλαμβάνει το 80% της αποθήκης (Waters, 1992).

Εικόνα 1 Διάγραμμα 4.1: Καμπύλη Pareto (πηγή: Waters 1992)



Σύμφωνα με τον Σιφινιώτη (1997), τα προϊόντα με τις μεγαλύτερες πωλήσεις κατατάσσονται στην κατηγορία «Α», τα προϊόντα με τις δεύτερες μεγαλύτερες πωλήσεις κατατάσσονται στην κατηγορία «Β» και τα προϊόντα με τις τρίτες καλύτερες πωλήσεις κατατάσσονται στην κατηγορία «Γ». Τα προϊόντα της «Α» κατηγορίας, χαρακτηρίζονται ως προϊόντα υψηλής ταχύτητας και είναι τα πρώτα 10% των προϊόντων, που αντιπροσωπεύουν περίπου το 70% των πωλήσεων. Τα προϊόντα της «Β» κατηγορίας χαρακτηρίζονται ως προϊόντα κανονικής ταχύτητας κυκλοφορίας και είναι τα επόμενα 20% των ειδών, που αντιπροσωπεύει το 20% των πωλήσεων. Τα προϊόντα της «Γ» κατηγορίας χαρακτηρίζονται ως προϊόντα χαμηλής ταχύτητας κυκλοφορίας και είναι το υπόλοιπο 70% των προϊόντων, τα οποία αποφέρουν μόνο το 10% των πωλήσεων της επιχείρησης. Η «Γ» κατηγορία περιλαμβάνει αρκετά άχρηστα και ανενεργά προϊόντα, τα οποία θα πρέπει η επιχείρηση να εξετάσει εάν επιθυμεί να τα διατηρεί στην αποθήκη της, καθώς δεσμεύουν μεγάλα κεφάλαια. Η ανάλυση ABC μπορεί να γίνει σε περισσότερες από τρεις κατηγορίες και αυτό εξαρτάται από την φύση της επιχείρησης. Επίσης, σύμφωνα με τον Waters, 1992, στα είδη υψηλής αξίας, δηλαδή στα είδη της Α κατηγορίας, διενεργείται στενός έλεγχος εποπτείας των αποθεμάτων, με συνεχόμενη συχνότητα εποπτείας. Στα είδη της Β κατηγορίας, η εποπτεία τους γίνεται με κανονικό ρυθμό, όπως και η συχνότητα εποπτείας. Τέλος, στα είδη της C κατηγορίας ο έλεγχος εποπτείας είναι χαμηλός και η συχνότητα εποπτείας είναι περιστασιακή.

Σύμφωνα με τον Σιφινιώτη (1997) τα αποθέματα της Α κατηγορίας καλύπτουν συνήθως ένα ποσοστό περίπου 10% ως προς το συνολικό ύψος των αποθεμάτων και το σύνολο της αξίας τους υπολογίζεται γύρω στο 70% των πωλήσεων. Τα αποθέματα της Β κατηγορίας καλύπτουν συνήθως ένα ποσοστό 20% ως προς το συνολικό ύψος των αποθεμάτων και το σύνολο της αξίας τους υπολογίζεται γύρω στο 20% των συνολικών πωλήσεων. Τέλος, τα αποθέματα της επόμενης κατηγορίας C είναι αυτά, που αποθεματοποιούνται στο μεγαλύτερο ποσοστό καλύπτοντας περίπου το 70% των ειδών της αποθήκης και ως προς την αξία των συνολικών πωλήσεων καλύπτουν περίπου το 10%

Πίνακας 1 Παρουσίαση αποθεμάτων βάσει της αξίας τους (πηγή: Waters 1992)

Κατηγορία Υλικών	A	B	C
Ποσοστά υλικών επί συνολικού ύψους	10%	20%	70%
Αθροιστικά ποσοστά επί συνολικού ύψους	10%	30%	100%
Ποσοστά υλικών επί συνολικής αξίας	70%	20%	10%
Αθροιστικά ποσοστά επί συνολικής αξίας	70%	90%	100%
Έλεγχος	Αυστηρός	Κανονικός	Χαμηλός
Στελέχη εποπτείας	Υψηλού Βαθμού	Μεσαίου Βαθμού	Υπαλληλικό Προσωπικό
Απόθεμα ασφαλείας	Χαμηλό	Μεσαίο	Μέγιστο
Μέθοδος αγοράς	Συγκεντρωτική	Συγκεντρωτική/ Αποκεντρωμένη	Αποκεντρωμένη
Συχνότητα εποπτείας	Συνεχόμενα	Κανονικά	Περιστασιακά
Χρόνος καθυστέρησης	Χαμηλός	Κανονικός	Οποτεδήποτε

Για να πραγματοποιηθεί η ανάλυση ABC στην επιχείρηση, θα πρέπει να γίνει φθίνουσα κατάταξη των προϊόντων με βάση την αξία των πωλήσεών τους το τελευταίο χρόνο. Συγκεκριμένα, το προϊόν με τις καλύτερες πωλήσεις κατατάσσεται πρώτο, το προϊόν με τις δεύτερες πωλήσεις, δεύτερο κ.ο.κ. Τα προϊόντα, που βρίσκονται στην κορυφή της λίστας διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο για την επιχείρηση και παρουσιάζουν την μεγαλύτερη ταχύτητα κυκλοφορίας.

Εστιάζοντας στην αποθήκη της επιχείρησης εμπορίας ανταλλακτικών, οι ιδιοκτήτες της επιχείρησης ζήτησαν από προγραμματιστή της SoftOne (πρόγραμμα, που χρησιμοποιεί η επιχείρηση για τιμολόγηση και διαχείριση αποθήκης), να τους στείλει ένα αρχείο excel στο οποίο θα φαίνεται το είδος του εμπορεύματος, η ποσότητα πώλησης και η αξία των πωλήσεων του κάθε εμπορεύματος για το έτος από 01/01/2022 έως 31/12/2022. Δεδομένου, πως όλα τα στοιχεία/δεδομένα των πωλήσεων/αγορών καταχωρούνται και από τους υπαλλήλους της επιχείρησης σε καθημερινή βάση τα δεδομένα, που έλαβαν από το SoftOne είναι αληθή.

Στο αρχείο excel, το οποίο έχει πραγματοποιηθεί φθίνουσα ταξινόμηση υπάρχει μία στήλη «αύξοντα αριθμό» με $n=12.527$, μία στήλη με την αναλυτική ονομασία του κάθε είδους «περιγραφή», μία στήλη με την συνολική «ποσότητα πωλήσεων» του κάθε είδους και μία στήλη με την συνολική «αξία πωλήσεων» του κάθε εμπορεύματος.

Στην συνέχεια, προσθέτουμε μία ακόμη στήλη «Ποσοστό επί της αξίας πωλήσεων». Για να υπολογίζουμε τα δεδομένα της στήλης αυτής χρησιμοποιήσαμε τον τύπο $\text{Αξία πώλησης/συνολική αξία πωλήσεων} \times 100$. Οι υπολογισμοί έγιναν με την βοήθεια συνάρτησης στο excel.

Στην συνέχεια προσθέσαμε ακόμη μία στήλη «Αθροιστικό ποσοστό επί της αξίας», το οποίο προέκυψε από το άθροισμα του ποσοστού του πρώτου είδους με το ποσοστό του δεύτερου είδους.

Τέλος, προσθέσαμε μία τελευταία στήλη «Κατηγορία», και εκεί, ταξινομήσαμε τα είδη σε μία από τις 3 κατηγορίες A-B-C.

Έτσι, προέκυψε ο παρακάτω πίνακας 2 (εμφανίζονται μόνο μερικές σειρές από τις χιλιάδες):

Πίνακας 2: Φαίνεται η ταξινόμηση ABC μερικών ειδών της αποθήκης, σύμφωνα με το αθροιστικό ποσοστό επί της αξίας των πωλήσεων.

* Ημερ/κό διάστημα Προηγούμενο έτος (1/1/2022 - 31/12/2022)						
A/A	Περιγραφή	Ποσ.1 πώλησης	Αξία πώλησης	Ποσοστό επί της αξίας	Αθροιστικό ποσοστό επί της αξίας	Κατηγορία
1	ΕΜΒΟΛΟ DFPI-100-200	10,00	17.825,20	1,71	1,71	A
2	ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΛΒΙΔΑ NG6 ΔΙΠΛΗ ECONOMY	243,00	14.407,94	1,38	3,09	A
3	ΣΩΛΗΝ. ΛΑΔΙΟΥ R2 3/8	1.362,28	7.715,28	0,74	3,83	A
4	ΣΩΛΗΝ. ΛΑΔΙΟΥ R2 1/2	1.154,76	7.714,64	0,74	4,57	A
5	ΛΑΔΙ ISO 68 20lit LUKOIL	133,00	6.270,99	0,60	5,17	A
6	ΣΩΛΗΝ. ΑΕΡΟΣ PLN- 10X1.5-SW	1.865,50	6.133,54	0,59	5,76	A
7	ΣΩΛΗΝ. ΑΕΡΟΣ PLN- 6X1-SW	4.136,00	5.689,25	0,54	6,30	A
8	ΣΩΛΗΝ. ΛΑΔΙΟΥ R9 1"	206,97	5.386,08	0,52	6,82	A
9	ΣΩΛΗΝ. ΛΑΔΙΟΥ R1 1/4	1.407,81	5.354,10	0,51	7,33	A
10	ΣΩΛΗΝ. ΛΑΔΙΟΥ R1 1/2	1.105,61	5.287,88	0,51	7,84	A
11	ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΕΡΟΣ 3/2-1/8 N.C. ΔΙΠΛΗ	81,00	5.119,86	0,49	8,33	A

Επίσης, παρακάτω προκύπτει ο Πίνακας 3, ο οποίος δείχνει πόσα είδη ανήκουν σε κάθε κατηγορία, όπως επίσης, και το ποσοστό αυτών σε σχέση με τον συνολικό αριθμό ειδών της αποθήκης. Πιο συγκεκριμένα φαίνεται πως στην Α κατηγορία ανήκουν 1.217 είδη, στην Β κατηγορία ανήκουν 2.219 είδη και τα υπόλοιπα 9.091 είδη ανήκουν στην C κατηγορία.

Πίνακας 3: Κατάταξη των ειδών της αποθήκης στις κατηγορίες ABC με τον αριθμό και το ποσοστό των ειδών σε σχέση με το συνολικό απόθεμα.

	Αρ.Ειδών	%Αρ.Ειδών
A	1.217	9,7%
B	2.219	17,7%
C	9.091	72,6%

Αξιοσημείωτο είναι πως στην κατηγορία «C» ανήκουν κωδικοί, οι οποίοι δεν έχουν κινηθεί καθόλου μέσα στο έτος, που μελετάμε και συγκεκριμένα οι κωδικοί αυτοί είναι 1.240! Αυτοί οι 1.240 κωδικοί εμπορευμάτων θα πρέπει να ελεγχθούν διεξοδικά και να μελετηθεί εάν έχουν απαρχαιωθεί, ώστε να αποσυρθούν από την αποθήκη της επιχείρησης. Θα μπορούσε για παράδειγμα, η κατηγορία αυτή μπορεί να περιλαμβάνει ανταλλακτικά, τα οποία ταίριαζαν σε κάποιο μηχάνημα, το οποίο δεν χρησιμοποιείται πλέον είτε γιατί έχει αποσυρθεί είτε γιατί έχει αντικατασταθεί από μηχάνημα πιο τεχνολογικά εξελιγμένο. Ίσως θα προτείναμε πως για αυτούς του κωδικούς, που δεν έχουν κινηθεί καθόλου και δεν προβλέπεται να κινηθούν να αποσυρθούν από τα αποθέματα της επιχείρησης και να βρεθεί τρόπος άμεσης διάθεσης σε περίπτωση ζήτησής τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΖΗΤΗΣΗΣ

5.1 Χαρακτηριστικά των Προβλέψεων

Είναι κοινώς αποδεκτό πως για να επιτύχει μια επιχείρηση, θα πρέπει να είναι ικανή να λαμβάνει αξιόπιστες προβλέψεις για τις τιμές διαφόρων μεταβλητών της, που επηρεάζουν την καθημερινή λειτουργία της, και κατ' επέκταση την κερδοφορία της (Δημητριάδης Σ. & Μιχιώτης Α. ,2007). Η λήψη βέλτιστων επιχειρηματικών αποφάσεων βασίζεται στις έγκυρες και αξιόπιστες προβλέψεις. Όμως, οι μελλοντικές τιμές των μεταβλητών διαμορφώνονται υπό την επίδραση διαφόρων παραγόντων, οι οποίοι αλληλεπιδρούν με έναν εξαιρετικά περίπλοκο τρόπο, που πολλές φορές είναι δύσκολο να κατανοηθεί. Εάν θα μπορούσε να κατανοηθεί εις βάθος, τότε θα υπολογίζαμε τις μελλοντικές τιμές μιας μεταβλητής, που απασχολεί την επιχείρηση, (πχ. ζήτηση) με την βοήθεια κάποιου μαθηματικού μοντέλου, το οποίο θα περιέγραφε με ακρίβεια την σχέση των τιμών της μεταβλητής, που μας απασχολεί, και των τιμών των παραγόντων, που την επηρεάζουν. Όμως, δυστυχώς, είναι αδύνατον να δημιουργηθεί κάποιο τέτοιο μαθηματικό μοντέλο, διότι οι δομικοί παράγοντες, που διαμορφώνουν τις μελλοντικές τιμές μίας μεταβλητής, μπορεί να είναι άγνωστα στοιχεία ή αδύνατον να κατανοηθούν πλήρως.

Σύμφωνα με τον Βιδάλη Μ. (2017), η πρόβλεψη της ζήτησης, διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο σχετικά με την στρατηγική, που θα εφαρμοστεί σε μία εφοδιαστική αλυσίδα. Σε μία εφοδιαστική αλυσίδα εντοπίζουμε τις διαδικασίες Pull και Push. Οι διαδικασίες Pull, ή αλλιώς, διαδικασίες έλξης, βασίζονται στην εκδηλωμένη πελατειακή ζήτηση και οι διαδικασίες Push, ή αλλιώς διαδικασίες ώθησης, βασίζονται στην προβλεπόμενη πελατειακή ζήτηση. Και στις δύο περιπτώσεις είναι πολύ σημαντικό να γνωρίζουμε την πρόβλεψη της μελλοντικής ζήτησης.

Οι προβλέψεις της ζήτησης είναι ιδιαίτερα σημαντικές για να ληφθούν σοβαρές αποφάσεις σε πολλές επιχειρησιακές λειτουργίες της επιχείρησης, μερικές από τις οποίες παρατίθενται παρακάτω:

1. Λειτουργία της Παραγωγής: προγραμματισμός, έλεγχος αποθεμάτων α' υλών κ.τ.λ
2. Marketing: προώθηση, εισαγωγή νέων προϊόντων κ.τ.λ
3. Χρηματοοικονομικά: Επενδύσεις κ.τ.λ
4. Ανθρώπινο Δυναμικό: προσλήψεις, απολύσεις, καθορισμός προγράμματος εργασίας εργατικού δυναμικού κ.τ.λ

Τα χαρακτηριστικά των προβλέψεων είναι τα εξής, σύμφωνα με Chopra S. & Meindle P., 2014:

1. Υπάρχει σχεδόν πάντοτε ανακρίβεια στις προβλέψεις της ζήτησης. Γι' αυτό τον λόγο θα πρέπει να συμπεριλαμβάνουν πάντα και το σφάλμα πρόβλεψης. Συγκεκριμένα, το σφάλμα πρόβλεψης, ή διαφορετικά η αβεβαιότητα της ζήτησης θα πρέπει να είναι βασική συνιστώσα στις αποφάσεις της εφοδιαστικής αλυσίδας.
2. Οι βραχυπρόθεσμες προβλέψεις είναι συνήθως λιγότερο ανακριβείς από τις μακροπρόθεσμες προβλέψεις, γι' αυτό οι πρώτες έχουν μικρότερη τυπική απόκλιση σφάλματος από τις δεύτερες.
3. Το σύνολο των προβλέψεων είναι συνήθως πιο ακριβές σε σχέση με τις προβλέψεις της ζήτησης, που πραγματοποιούνται μεμονωμένα.

5.2 Κατηγορίες Μεθόδων Πρόβλεψης

Σύμφωνα με τον Βιδάλη Μ. (2017), υπάρχουν δύο μέθοδοι πρόβλεψης, οι ποιοτικές και οι ποσοτικές μέθοδοι. Οι ποιοτικές μέθοδοι ονομάζονται διαφορετικά και ως μέθοδοι κρίσης. Το ποια μέθοδο πρόβλεψης θα εφαρμόσει μία επιχείρηση εξαρτάται είτε από το είδος των αποφάσεων, που πρόκειται να λάβει, είτε από τα διαθέσιμα στοιχεία που κατέχει, είτε από την ζητούμενη ακρίβεια των προβλέψεων, που επιζητά να έχει, είτε από την περίοδο και τον ορίζοντα πρόβλεψης.

A) Ποιοτικές μέθοδοι

Οι ποιοτικές μέθοδοι πρόγνωσης βασίζονται κυρίως σε εκτιμήσεις ατόμων, κυρίως εξειδικευμένων στελεχών με μεγάλη εμπειρία στον χώρο, που δραστηριοποιείται η επιχείρηση. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται όταν δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία και έχουν μεγάλο ορίζοντα πρόβλεψης. Για παράδειγμα, σε αυτή την κατηγορία μεθόδων ανήκουν οι έρευνες αγοράς, η γνώμη του συμβουλίου των στελεχών κτλ.

B) Ποσοτικές μέθοδοι

Σε αυτή την κατηγορία μεθόδων ανήκουν τρεις διαφορετικές μέθοδοι.

- Μέθοδοι χρονοσειρών ή προεκβολής

Σε αυτές τις μεθόδους προβλέψεων χρησιμοποιούνται στοιχεία από το παρελθόν και είναι μία αρκετά αξιόπιστη μέθοδος πρόβλεψης για μικρό χρονικό ορίζοντα. Αυτό συμβαίνει, διότι, οι μέθοδοι αυτοί στηρίζονται στην παραδοχή ότι το παρελθόν σκιαγραφεί το μέλλον και ότι τα χαρακτηριστικά της ζήτησης δεν αλλάζουν

δραματικά. Παραδείγματα τέτοιων μεθόδων είναι η μέθοδος εκθετικής εξομάλυνσης, η μέθοδος του κινούμενου μέσου κτλ. Οι μέθοδοι χρονοσειρών διακρίνονται σε Στατικές και Προσαρμοστικές. Στις Στατικές μέθοδοι, οι εκτιμήσεις δεν ανανεώνονται ανάλογα με τις τιμές της προκύπτουσας ζήτησης, σε αντίθεση με τις Προσαρμοστικές μεθόδους.

- Αιτιακές/ Αιτιοκρατικές μέθοδοι

Αυτές οι μέθοδοι πρόβλεψης στηρίζονται στην παραδοχή ότι η μεταβλητή για την οποία θα πρέπει να πραγματοποιηθεί η πρόβλεψη έχει συσχέτιση με κάποιον ή, κάποιους, ανεξάρτητους παράγοντες του περιβάλλοντος. Γίνεται προσπάθεια προσδιορισμού της συσχέτισης αυτής, ώστε να πραγματοποιηθεί εκτίμηση για τις μελλοντικές τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής. Παραδείγματα τέτοιων μεθόδων είναι τα οικονομετρικά μοντέλα, η μέθοδος της παλινδρόμησης κτλ

- Μέθοδοι προσομοίωσης

Όσον αφορά τις μεθόδους προσομοίωσης, αυτές μιμούνται τις επιλογές των πελατών, που διαμορφώνουν την ζήτηση που πρόκειται να υπάρξει. Σε μία μέθοδο προσομοίωσης μπορούν να συνδυαστούν διαφορετικές μέθοδοι για την διερεύνηση ποικίλων ερωτημάτων.

5.3 Τα στάδια της διαδικασίας της πρόβλεψης

Σύμφωνα με τους Δημητριάδη Σ. & Μιχιώτη Α. (2007) είναι σημαντικό να αποφανθούμε τα στάδια πρόβλεψης, που ακολουθούμε σε κάθε περίπτωση προβλήματος πρόβλεψης, καθώς και το συγκεκριμένο μεθοδολογικό πλαίσιο στο οποίο βρισκόμαστε. Έτσι, υπάρχουν πέντε (5) στάδια, που ακολουθούμε σε κάθε διαδικασία πρόβλεψης, για τον προσδιορισμό κάποιας μεταβλητής για την οποία υπάρχουν ήδη αρκετά ιστορικά στοιχεία.

1ο Στάδιο: Ακριβής προσδιορισμός του προβλήματος.

Φαίνεται απλό και αυτονόητο, αλλά η διαδικασία του προσδιορισμού του προβλήματος είναι ένα από τα πιο δύσκολα και σημαντικότερα σημεία στην διαδικασία της πρόβλεψης.

2ο Στάδιο: Συγκέντρωση πληροφοριών πρόβλεψης.

Οι πληροφορίες, που λαμβάνουμε για την πραγματοποίηση της πρόβλεψης είναι είτε στατιστικά – αριθμητικά δεδομένα είτε ποιοτικές πληροφορίες (π.χ απόψεις εξειδικευμένων στελεχών, προσωπικές απόψεις, κτλ). Σε κάθε περίπτωση, οι πληροφορίες, που θα συγκεντρωθούν θα πρέπει να ταξινομηθούν σε εύχρηστη

μορφή, προκειμένου να μπορέσουμε να τις χρησιμοποιήσουμε στην πρόβλεψη, που επιθυμούμε να κάνουμε.

3ο Στάδιο: Προκαταρκτική ανάλυση και διερεύνηση.

Σε αυτό το στάδιο αναλύονται τα πρώτα συμπεράσματα από τα ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα, που έχουμε συγκεντρώσει. Αρκετά χρήσιμη εμφανίζεται η γραφική παράσταση των δεδομένων.

4ο Στάδιο: Επιλογή και προσαρμογή του κατάλληλου μαθηματικού προτύπου.

Σε αυτό το στάδιο θα πρέπει να επιλέξουμε το κατάλληλο μαθηματικό μοντέλο, που θα χρησιμοποιήσουμε στο δικό μας πρόβλημα πρόβλεψης. Χαρακτηριστικά παραδείγματα μαθηματικών μοντέλων είναι το μοντέλο της εκθετικής εξομάλυνσης, απλή ή πολλαπλή παλινδρόμηση, πρότυπα κινήτων μέσων, κτλ.

5ο Στάδιο: Χρήση του προτύπου και αξιολόγηση των προβλέψεων.

Εφόσον επιλέξουμε και εφαρμόσουμε το κατάλληλο μαθηματικό μοντέλο για την πρόβλεψη των τιμών μιας μεταβλητής, τότε το μοντέλο αυτό θα μπορούμε να το χρησιμοποιούμε συστηματικά στο μέλλον. Παρόλα, αυτά, η δουλειά μας δεν έχει τελειώσει, διότι ένα πολύ σημαντικό κομμάτι των προβλέψεων είναι αυτό της αξιολόγησης. Από την στιγμή, που έχουμε στα χέρια μας τις πραγματικές τιμές της υπό πρόβλεψης μεταβλητής, τότε θα πρέπει να συγκρίνουμε τις τιμές αυτές με τις προβλέψεις, που είχαμε πραγματοποιήσει.

5.4 Σφάλματα πρόβλεψης , χαρακτηριστικές τιμές θέσης & διασποράς

Σύμφωνα με τον Βιδάλη Μ. (2017), ως σφάλμα πρόβλεψης e_t ορίζεται η διαφορά, που προκύπτει ανάμεσα στην πραγματική τιμή D_t και την πρόβλεψη F_t για την χρονική περίοδο t . Δηλαδή, $e_t = D_t - F_t$

Δείκτες μέτρησης της αποτελεσματικότητας μεθόδου πρόβλεψης

- Μέσο σφάλμα (average error, ME)
- Μέσο απόλυτο σφάλμα (MAE)
- Μέση απόλυτη απόκλιση (mean absolute deviation , MAD)
- Μέσο τετραγωνικό σφάλμα (mean squared error, MSE)
- Τυπική απόκλιση σφαλμάτων (standard deviation of error, σ)
- Ποσοστιαίο σφάλμα (percentage error, PE)

- Μέσο ποσοστιαίο σφάλμα (mean percentage error, MPE)
- Μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (mean absolute percentage error, MAPE)
- Αμεροληψία (bias)
- Σήμα ανίχνευσης (tracking signal)

Μερικοί από τους παραπάνω δείκτες, δίνονται από τους ακόλουθους τύπους:

Σφάλμα στην πρόβλεψη : $e_t = Y_t - F_t$ (5.1)

Μέσο σφάλμα : $ME = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t$ (5.2)

Μέσο απόλυτο Σφάλμα : $MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t|$ (5.3)

Μέσο τετράγωνο Σφάλματος : $MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2$ (5.4)

Στατιστική U του Theil :

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n-1} (FPE_{t+1} - APE_{t+1})^2}{\sum_{t=1}^{n-1} (APE_{t+1})^2}} \quad (5.5)$$

Όπου,

$$FPE_{t+1} = \frac{F_{t+1} - Y_t}{Y_t} \quad (5.6) \text{ και } APE_{t+1} = \frac{Y_{t+1} - Y_t}{Y_t} \quad (5.7)$$

Η στατιστική U του Theil χρησιμοποιείται για να συγκρίνουμε αξιολογήσεις μεταξύ δύο διαφορετικών μεθόδων πρόβλεψης. Ισχύει ο κανόνας πως, όταν $U=1$ η συγκεκριμένη μέθοδος πρόβλεψης, που χρησιμοποιούμε είναι ισοδύναμη με την απλούστερη δυνατή, δηλαδή όταν η πρόβλεψη για την επόμενη περίοδο είναι ίση με την τρέχουσα τιμή της υπό πρόβλεψη μεταβλητής. Σύμφωνα με τα παραπάνω, είναι κοινώς αποδεκτό πως όσο μικρότερη της μονάδας είναι η στατιστική U του Theil τόσο καλύτερη η μέθοδος σε σχέση με την απλούστερη.

Χαρακτηριστικές τιμές θέσης και διασποράς :

Για την διαδικασία της πρόβλεψης, θα χρησιμοποιήσουμε τους παρακάτω τύπους, για την περιγραφή της κατανομής των μεταβλητών μας.

Μέση Τιμή : $\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum Y_i$ (5.8)

$$\text{Μέση απόλυτη απόκλιση : } \text{MAD} = \frac{1}{n} \sum |Y_i - \bar{Y}| \quad (5.9)$$

$$\text{Μεταβλητότητα : } s^2 = \frac{1}{n-1} \sum (Y_i - \bar{Y})^2 \quad (5.10)$$

$$\text{Τυπική απόκλιση } S = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (5.11)$$

5.5 Χρονοσειρές και διαστρωματικά στοιχεία:

Σύμφωνα με τους Δημητριάδη Σ. & Μιχιώτη Α. (2007), υπάρχουν δύο μορφές πληροφοριών (ποσοτικών) σε κάποιο πρόβλημα πρόβλεψης. Η πρώτη μορφή είναι αυτή των χρονοσειρών. Με τον όρο χρονοσειρά εννοούμε χρονικά διαδοχικές παρατηρήσεις της τιμής της μεταβλητής, που μελετάμε για ένα σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα. Παράδειγμα χρονοσειράς θα μπορούσε να είναι οι μηνιαίες πωλήσεις ενός προϊόντος, που μας ενδιαφέρει.

Η δεύτερη μορφή είναι τα διαστρωματικά στοιχεία. Με τον όρο διαστρωματικά στοιχεία εννοούμε τις τιμές της μεταβλητής από διάφορες ομάδες/ στρώματα σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή ή ανά περίοδο. Δηλαδή, κάνουμε λόγο για στοιχεία από την ίδια χρονική περίοδο, αλλά από διαφορετικές ομάδες (πχ. διαφορετικούς τύπους προϊόντων).

5.6 Μετασχηματισμός και διόρθωση δεδομένων

Είναι πολύ συχνό να πρέπει να μετασχηματιστούν, ή ακόμη και να διορθωθούν οι τιμές των διαθέσιμων δεδομένων. Αυτό μπορεί να συμβεί στις ακόλουθες περιπτώσεις:

A) Μαθηματικός μετασχηματισμός

Ο μαθηματικός μετασχηματισμός σκοπεύει στην εξομάλυνση έντονων διαφορών. Αυτό επιτυγχάνεται με την βοήθεια λογαρίθμων και τετραγωνικών ριζών. Με αυτό τον τρόπο, καταλήγουμε σε πιο απλές μαθηματικές σχέσεις και κατά συνέπεια, σε πιο απλά μαθηματικά μοντέλα.

B) Διόρθωση εξαιτίας ημερολογιακών διαφορών.

Οι διαφορές, που υπάρχουν μεταξύ των διάφορων μηνών στον αριθμό των εργασιμών ημερών, μπορεί να διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο π.χ στις μηνιαίες πωλήσεις κάποιου προϊόντος, στην μηνιαία παραγωγή κάποιου προϊόντος κτλ.

Γ) Διόρθωση λόγω της επίδρασης του πληθωρισμού.

Η αξία των χρημάτων - δραχμών το 1990 με αυτή του ισοδύναμου ποσού σε € σήμερα, είναι πλήρως διαφορετική. Γι' αυτό χρησιμοποιούμε κάποιο συγκεκριμένο έτος βάσης εκφράζοντας οικονομικά δεδομένα σε σταθερές τιμές.

Δ) Διόρθωση εξαιτίας των πληθυσμιακών αλλαγών.

Σε αυτή την περίπτωση, καθοριστικό ρόλο διαδραματίζει η προσδοκώμενη αύξηση ή μείωση του πληθυσμού της περιοχής της οποίας μελετάμε, καθώς και τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού αυτού. Αν για παράδειγμα επιθυμούμε να πραγματοποιήσουμε μία πρόβλεψη για την επιβατική κίνηση του μετρό της Αθήνας, θα πρέπει να λάβουμε υπόψη πολλούς παράγοντες, που αφορούν την αύξομείωση του πληθυσμού της συγκεκριμένης πόλης. Σε αυτή την περίπτωση, θα εκφράσουμε την επιβατική κίνηση του μετρό της Αθήνας, ως ποσοστό του πληθυσμού.

5.7 Μέθοδοι ανάλυσης χρονοσειρών και προβολής της τάσης

Για να αναγνωρίσουμε τον τρόπο με τον οποίο διαμορφώθηκαν οι τιμές μιας μεταβλητής στο παρελθόν, ως συνάρτηση αποκλειστικά και μόνο του χρόνου, αλλά και για να αποτυπώσουμε τον τρόπο αυτόν και στο μέλλον, χρησιμοποιούμε τις μεθόδους ανάλυσης χρονοσειρών και προβολής της τάσης. Στις μεθόδους αυτές, θεωρούμε ως δεδομένο, ότι όποιοι παράγοντες επηρέαζαν με κάποιο τρόπο τις τιμές της μεταβλητής μας στο παρελθόν, θα συνεχίσουν να τις επηρεάζουν και στο μέλλον ακριβώς με τον ίδιο τρόπο. Στην συνέχεια θα δούμε κάποιες από τις συχνότερες μεθόδους ανάλυσης χρονοσειρών και προβολής της τάσης, που συναντάμε.

- Απλός κινούμενος μέσος k περιόδων

Σύμφωνα με τους Δημητριάδη Σ. & Μιχιώτη Α. (2007), με την μέθοδο του απλού μέσου, όλες οι τιμές της χρονοσειράς, εννοώντας από τις παλαιότερες μέχρι και τις πιο πρόσφατες τιμές, συμμετέχουν με την ίδια βαρύτητα στην πρόβλεψη, που θα πραγματοποιήσουμε για την επόμενη περίοδο. Στην μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου, χρησιμοποιούμε κινούμενους μέσους k περιόδων, δηλαδή μέσους, που προκύπτουν από τις k πιο πρόσφατες τιμές της χρονοσειράς. Η επιλογή του πλήθους των τιμών k , που θα χρησιμοποιήσουμε, εξαρτάται από την προσαρμογή της μεθόδου πρόβλεψης στα δεδομένα του παρελθόντος και στην μορφή της χρονοσειράς. Από την παρακάτω σχέση, προκύπτει η πρόβλεψή μας για την επόμενη περίοδο:

$$F_{t+1} = MA(k) = \frac{1}{k} \sum_{i=t-k+1}^t Y_i = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-k+1}}{k} \quad (5.12)$$

Στο τέλος της χρονικής περιόδου $t+1$ όταν πλέον και η πραγματική τιμή της μεταβλητής που μας ενδιαφέρει Y_{t+1} είναι διαθέσιμη, η πρόβλεψη αναθεωρείται από τη σχέση :

$$F_{t+2} = \frac{Y_{t+1} + Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-k+2}}{k}$$

Με άλλα λόγια, σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο, η νέα τιμή της πρόβλεψής μας F_{t+2} στο τέλος της περιόδου $t+1$ προκύπτει από απλή διόρθωση της τιμής της προηγούμενης πρόβλεψης F_{t+1} κατά ποσοστό $1/k$ της διαφοράς της τιμής της μεταβλητής Y_{t-k+1} από την πιο πρόσφατη χρονικά Y_{t+1} . Έτσι, γίνεται πλήρως κατανοητό ότι όσο μεγαλύτερο είναι το πλήθος των περιόδων k , τόσο μικρότερη θα είναι η διόρθωση στην τιμή της νέας πρόβλεψης.

- Διπλός κινούμενος μέσος για γραμμική τάση

Η πορεία κάποιας επιχείρησης μπορεί να συμβαδίζει με κάποια συνιστώσα αυξητικής ή μειωτικής τάσης. Μία επιχείρηση θα μπορούσε να εμφανίζει ανοδική τάση σε ορισμένα ή σε όλα από τα προϊόντα της, όπως επίσης θα μπορούσε να εμφανίζει μειωτική τάση σε κάποια προϊόντα της. Αυτή η τάση είναι πιθανό να έχει δημιουργηθεί από εξωγενείς παράγοντες, όπως για παράδειγμα είναι οι πλημμύρες που έπληξαν την Θεσσαλία τον Σεπτέμβριο του 2023. Συγκεκριμένα, επειδή για την άντληση των υδάτων χρησιμοποιούνταν συγκεκριμένα μηχανήματα, παρατηρήθηκε αυξητική τάση σε κάποια ανταλλακτικά, τα οποία αφορούσαν μηχανήματα άντλησης υδάτων, πιεστικά μηχανήματα καθαρισμού κτλ.

Στην περίπτωση της μεθόδου του διπλού κινούμενου μέσου, σε αντίθεση με την μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου, που περιγράψαμε παραπάνω, μπορούμε να κάνουμε επιτυχημένη πρόβλεψη σε χρονοσειρά, στην οποία υπάρχει συνιστώσα τάσης.

Χαρακτηριστικό γνώρισμα κατά την εφαρμογή της μεθόδου του διπλού κινούμενου μέσου είναι πως υπολογίζουμε τον κινούμενο μέσο των κινούμενων μέσων. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δείξουμε στο γεγονός ότι η τοποθέτηση των κινούμενων μέσων

πραγματοποιείται στο τέλος της περιόδου υπολογισμού. Για να πραγματοποιήσουμε την πρόβλεψή μας θα πρέπει να ακολουθήσουμε τα παρακάτω τρία βήματα:

Βήμα 1^ο

Θα πρέπει να εκτιμήσουμε την οριζόντια συνιστώσα της χρονοσειράς υπολογίζοντας τον απλό κινούμενο μέσο (L_t) στο τέλος της t περιόδου.

Βήμα 2^ο

Θα πρέπει να διορθώσουμε την εκτίμηση της οριζόντιας συνιστώσας, προσθέτοντας την διαφορά του απλού και του διπλού κινούμενου μέσου, οι οποίοι υπολογίζονται στην ίδια περίοδο t .

Βήμα 3^ο

Θα πρέπει να διορθώσουμε την τελική μας πρόβλεψη προσθέτοντας την οριζόντια συνιστώσα των μονάδων της γραμμικής τάσης.

Για να πραγματοποιήσουμε τις προβλέψεις σε χρονοσειρές με γραμμική τάση και χρονικό ορίζοντα $m = 1, 2, \dots$ περιόδων εφαρμόζοντας την μέθοδο του διπλού κινούμενου μέσου, θα χρησιμοποιήσουμε τις παρακάτω σχέσεις:

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \quad (5.13)$$

Όπου:

$$a_t = L_t + (L_t - {}_2L_t) = 2L_t - {}_2L_t \quad (5.14)$$

$$b_t = \frac{2}{k-1} (L_t - {}_2L_t) \quad (5.15)$$

Όπου με a_t συμβολίζονται οι εκτιμήτριες της οριζόντιας συνιστώσας και όπου b_t συμβολίζονται οι εκτιμήτριες της συνιστώσας τάσης αντίστοιχα.

- Απλή εκθετική εξομάλυνση

Εξέλιξη των μεθόδων του κινούμενου μέσου, αποτελούν οι μέθοδοι της εκθετικής εξομάλυνσης. Σε αυτή την μέθοδο πρόβλεψης, η βαρύτητα των προηγούμενων τιμών της υπό πρόβλεψης μεταβλητής στην διαμόρφωση της τιμής της πρόβλεψης μας μειώνεται εκθετικά με τον χρόνο. Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται, κυρίως, για βραχυπρόθεσμες προβλέψεις και όταν δεν υπάρχουν πληροφορίες σχετικά με την σχέση, που συνδέει την υπό πρόβλεψη μεταβλητή με τους παράγοντες, που την επηρεάζουν. Η απλή εκθετική εξομάλυνση αποτελεί την απλούστερη των μεθόδων εκθετικής εξομάλυνσης και η πρόβλεψή μας για την περίοδο $t+1$ στο τέλος της περιόδου t , δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$F_{t+1} = F_t + a(Y_t - F_t) \quad (5.16)$$

Όπου a , είναι μία σταθερή παράμετρος, που μπορεί να λαμβάνει τιμές από 0 έως 1 και την ονομάζουμε σταθερά εξομάλυνσης. Με άλλα λόγια, η πρόβλεψή μας στην ουσία είναι η αμέσως προηγούμενη χρονικά πρόβλεψη, διορθωμένη κατά το ποσοστό a του σφάλματος της πρόβλεψης στην προηγούμενη περίοδο. Έτσι, όταν η τιμή της σταθεράς εξομάλυνσης a είναι κοντά στην μονάδα, τότε η διόρθωση της τιμής της νέας πρόβλεψης θα περιλαμβάνει μεγάλο ποσοστό σφάλματος και, αντίθετα, όταν η τιμή της σταθεράς εξομάλυνσης είναι μικρή κοντά στο μηδέν, τότε η διόρθωση της τιμής της νέας πρόβλεψης δεν θα περιλαμβάνει μεγάλο ποσοστό σφάλματος. Στην προσπάθεια να εφαρμόσουμε πρακτικά την μέθοδο της απλής εκθετικής εξομάλυνσης, θα έρθουμε αντιμέτωποι με δύο συνήθη προβλήματα.

Το πρώτο πρόβλημα αφορά την έναρξη της μεθόδου, διότι χρειαζόμαστε την τιμή της αρχικής μας πρόβλεψης F_t , της πρόβλεψης δηλαδή στο τέλος της περιόδου μηδέν, η οποία αφορά την πρώτη χρονική περίοδο.

Το δεύτερο πρόβλημα κατά την πρακτική εφαρμογή της μεθόδου της απλής εκθετικής εξομάλυνσης είναι ο καθορισμός της επιλογής της βέλτιστης τιμής της σταθεράς εξομάλυνσης a . Μπορούμε να αναφέρουμε πως συχνά επιλέγουμε ως τιμή της σταθεράς εξομάλυνσης a , την τιμή αυτή, η οποία να ελαχιστοποιεί το μέσο τετράγωνο σφάλματος ή το μέσο απόλυτο σφάλμα.

- **Απλή εκθετική εξομάλυνση με αναπροσαρμογή της παραμέτρου a**

Σύμφωνα με τους Δημητριάδη Σ. & Μιχιώτη Α. (2007), η πρακτική εφαρμογή της μεθόδου πρόβλεψης της απλής εκθετικής εξομάλυνσης, παρουσιάζει συνήθως το εξής πρόβλημα: Δεν μπορεί να ανιχνεύσει και να ενσωματώσει γρήγορα πιθανή μετατόπιση της οριζόντιας συνιστώσας της χρονοσειράς είτε σε χαμηλότερα είτε σε υψηλότερα επίπεδα. Η απλή εκθετική εξομάλυνση με αναπροσαρμογή της παραμέτρου a , αποτελεί εξέλιξη της μεθόδου της απλής εκθετικής εξομάλυνσης. Βασικό χαρακτηριστικό της μεθόδου της απλής εκθετικής εξομάλυνσης με αναπροσαρμογή της παραμέτρου a , είναι η συνεχής παρακολούθηση του σφάλματος, αλλά και η αναπροσαρμογή της παραμέτρου a , σύμφωνα με συγκεκριμένους κανόνες και υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Για να υπολογίσουμε την πρόβλεψη με την συγκεκριμένη μέθοδο χρησιμοποιούμε τις παρακάτω σχέσεις:

$$F_{t+1} = a_t Y_t + (1 - a_t) F_t \quad (5.17)$$

Όπου:

$$a_{t+1} = \left| \frac{A_t}{M_t} \right| \quad (5.18)$$

$$A_t = \beta E_t + (1 - \beta) A_{t-1} \quad (5.19)$$

$$M_t = \beta |E_t| + (1 - \beta) M_{t-1} \quad (5.20)$$

$$E_t = Y_t - F_t \quad (5.21)$$

- Διπλή εκθετική εξομάλυνση δύο παραμέτρων για γραμμική τάση

Η μέθοδος της διπλής εκθετικής εξομάλυνσης δύο παραμέτρων για γραμμική τάση είναι παρόμοια με την προηγούμενη μέθοδο, που περιγράψαμε παραπάνω. Η μέθοδος αυτή είναι γνωστή και ως μέθοδος Holt (Holt's two-parameter linear method). Η διαφορά των δύο μεθόδων έγκειται στο γεγονός ότι η εξομάλυνση του επιπέδου της οριζόντιας συνιστώσας και του βήματος της τάσης πραγματοποιούνται ξεχωριστά και με διαφορετικές τιμές της σταθεράς εξομάλυνσης. Η μέθοδος αυτή παρουσιάζει μεγαλύτερη ευελιξία προσαρμογής στα παρελθοντικά γεγονότα. Στην μέθοδο της διπλής εκθετικής εξομάλυνσης δύο παραμέτρων για γραμμική τάση, χρησιμοποιούμε δύο σταθερές εξομάλυνσης α & β , οι τιμές των οποίων κυμαίνονται από μηδέν έως ένα. Στην συγκεκριμένη μέθοδο προβλέψεων κάνουμε χρήση των παρακάτω σχέσεων:

$$L_t = a Y_t + (1 - a)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (5.22)$$

$$b_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) b_{t-1} \quad (5.23)$$

$$F_{t+m} = L_t + b_t m \quad 2.41 \quad (5.24)$$

- L_t είναι η εκτίμηση του επιπέδου της οριζόντιας συνιστώσας της χρονοσειράς (αύξησης ή μείωσης του βήματος της τάσης) στο τέλος της περιόδου t .
- b_t είναι η εκτίμηση του βήματος της τάσης (αύξησης ή μείωσης) από περίοδο σε περίοδο.

- Εκθετική εξομάλυνση για γραμμική τάση και εποχικότητα

Η μέθοδος της εκθετικής εξομάλυνσης για γραμμική τάση και εποχικότητα είναι επέκταση της μεθόδου της εκθετικής εξομάλυνσης για εποχικότητα και σε αυτή την μέθοδο, η χρονοσειρά χαρακτηρίζεται επιπλέον εκτός από συνιστώσα εποχικότητας και από συνιστώσα γραμμικής τάσης. Η μέθοδος αυτή είναι πολύ γνωστή και ως

Holt-Winter's trend and seasonality method. Οι σχέσεις, που χρησιμοποιούμε για τις προβλέψεις στην εν λόγω μέθοδο είναι οι εξής:

$$L_t = a \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - a)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (5.25)$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (5.26)$$

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (5.27)$$

Όπου α , β και γ είναι οι σταθερές εξομάλυνσης της οριζόντιας συνιστώσας L_t , της γραμμικής τάσης b_t και της εποχικότητας S_t αντίστοιχα. Επίσης, s είναι το εύρος της εποχικότητας. Έτσι, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την παρακάτω σχέση για τις προβλέψεις μας σε χρονικό ορίζοντα $m=1, 2, \dots$ Περιόδων.

$$F_{t+m} = (L_t + b_t m) S_{t-s+m} \quad (5.28)$$

Κατά την εφαρμογή της μεθόδου και για την έναρξη της θα πρέπει να δώσουμε αρχικές τιμές στους συντελεστές εποχικότητας για ένα πλήρες εύρος εποχικότητας, για s , δηλαδή περιόδους. Έτσι, αρχικά, εκτιμάμε το επίπεδο της οριζόντιας συνιστώσας στο τέλος της περιόδου s , ως τη μέση τιμή των παρατηρήσεων στη διάρκεια των πρώτων s περιόδων, δηλαδή $L_s = (Y_1 + Y_2 + \dots + Y_s) / s$. Για να προσδιορίσουμε την αρχική εκτίμηση της γραμμικής τάσης, θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε δεδομένα από 2 διαδοχικές εποχές, από $2s$ δηλαδή χρονικές περιόδους:

$$b_s = \frac{1}{s} \left[\frac{Y_{s+1} - Y_1}{s} + \frac{Y_{s+2} - Y_2}{s} + \dots + \frac{Y_{s+s} - Y_s}{s} \right] \quad (5.29)$$

Στη συνέχεια οι αρχικές εκτιμήσεις των εποχικών συντελεστών υπολογίζονται από τις σχέσεις $S_1 = Y_1 / L_s$.

5.8 Πρακτική εφαρμογή προβλέψεων

Από την στιγμή, που έχουμε πραγματοποιήσει την ανάλυση ABC στην αποθήκη της επιχείρησης, που μελετάμε, θα επιλέξουμε το τρίτο πιο κερδοφόρο προϊόν για να προχωρήσουμε στην πρόβλεψη ζήτησης. Το προϊόν αυτό είναι το «Σωληνάκι λαδιού R2 3/8». Ο λόγος που λαμβάνουμε για εφαρμογή το τρίτο είδος και όχι το πρώτο ή το δεύτερο είναι για καλύτερη κατανόηση στην εφαρμογή των τύπων, εφόσον το πρώτο και το δεύτερο είδος παρουσιάζουν αρκετούς μήνες, στους οποίους δεν υπήρχε καμία

πώληση. Οπότε για διευκόλυνση στην εφαρμογή των τύπων, επιλέγουμε ένα είδος, το οποίο παρουσιάζει πωλήσεις κάθε μήνα.

Όσον αφορά την μέθοδο πρόβλεψης, έχουμε αποκλείσει να χρησιμοποιήσουμε τις μεθόδους του διπλού κινούμενου μέσου για γραμμική τάση και της διπλής εκθετικής εξομάλυνσης παραμέτρου για γραμμική τάση, γιατί τα δεδομένα μας δεν παρουσιάζουν γραμμική τάση (αυξητική ή μειωτική). Επίσης, έχουμε αποκλείσει και όλους τις μεθόδους, που περιέχουν τον παράγοντα της εποχικότητας, διότι δεν έχουμε. Οπότε, θα χρησιμοποιήσουμε τις μεθόδους του απλού κινούμενου μέσου και της απλής εκθετικής εξομάλυνσης. Αυτό επειδή, υποθέτουμε πως οι παράγοντες που επηρέαζαν την ζήτηση στο παρελθόν, θα συνεχίζουν να την επηρεάζουν και να επιδρούν με τον ίδιο τρόπο στην μελλοντική ζήτηση και επίσης, η πρόβλεψη ζήτησης, αφορά βραχυχρόνια ζήτηση και όχι μακροχρόνια. Η μέθοδος της απλής εκθετικής εξομάλυνσης ενδείκνυται για βραχυχρόνιες προβλέψεις.

5.8.1 Πρόβλεψη ζήτησης με την μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου

Παρακάτω παρατίθεται η ποσότητα των μηνιαίων πωλήσεων για το είδος «Σωληνάκι λαδιού R2 3/8», που θα μελετήσουμε.

Πίνακας 4: Ποσότητα πωλήσεων του είδους Σωληνάκι λαδιού R2 3/8 ανά μήνα για το έτος 2022.

Μήνας	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
Πωλήσεις σε τμχ.	159	180	188	277	106	192	161	90	63	2	138	97

Χρησιμοποιώντας τα ανωτέρω δεδομένα, θα προχωρήσουμε σε πρόβλεψη της ζήτησής του για τον επόμενο μήνα. Δηλαδή, τον Ιανουάριο του 2023, που ουσιαστικά θα είναι η 13^η περίοδος. Θα χρησιμοποιήσουμε την μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου για δύο, τρεις, τέσσερις και πέντε περιόδους .

Όσον αφορά τον συμβολισμό, οι τιμές του παρελθόντος συμβολίζονται με Y_t (παρατηρηθείσες τιμές της μεταβλητής) και οι μελλοντικές τιμές συμβολίζονται με F_t .

Πίνακας 5: Προβλέψεις μελλοντικών τιμών (Ft) και των σφαλμάτων (et) για το προϊόν Σωληνάκι λαδιού R2 3/8 με την μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου AKM 3 και 5 περιόδων αντίστοιχα.

Περίοδος	Πωλήσεις Yt	Κινούμενος μέσος 2 περιόδων		Κινούμενος μέσος 3 περιόδων		Κινούμενος μέσος 4 περιόδων		Κινούμενος μέσος 5 περιόδων	
		Ft = AKM(2)	et	Ft = AKM(3)	et	Ft = AKM(4)	et	Ft = AKM(5)	et
1	159								
2	180								
3	188	170	18						
4	277	184	93	176	101				
5	106	233	126	215	-109	201	99		
6	192	192	0	190	2	188	4	182	10
7	161	149	12	192	-31	191	-30	189	-28
8	90	177	-87	153	-63	184	-94	191	-101
9	63	126	-63	148	-85	137	-74	165	-102
10	2	77	-75	105	-103	127	-125	122	-120
11	138	33	105	52	86	79	59	102	36
12	97	70	27	68	29	73	24	91	6
13		118		79		75		78	

Για να υπολογίζουμε τις τιμές Ft (πχ. για την περίπτωση με κινούμενο μέσο τριών περιόδων AKM3):

Συμπληρώνουμε την πρόβλεψη της 4^{ης} περιόδου υπολογίζοντας τον μέσο όρο των πωλήσεων των 3 προηγούμενων μηνών κ.ο.κ. Στην συνέχεια, υπολογίζουμε το σφάλμα αφαιρώντας από την τιμή Yt την τιμή Ft.

Αντίστοιχα, υπολογίζουμε τον κινούμενο μέσο των 2,4 & 5 περιόδων. Τις προβλέψεις και τα σφάλματα.

Πίνακας 6: Ανάλυση σφάλματος στις προβλέψεις με ΑΚΜ 2,3,4 και 5 περιόδων

Ανάλυση του σφάλματος στις προβλέψεις	ΑΚΜ(2)	ΑΚΜ(3)	ΑΚΜ(4)	ΑΚΜ(5)
περίοδος υπολογισμών σφάλματος :	3 ^η -12 ^η	4 ^η -12 ^η	5 ^η -12 ^η	6 ^η -12 ^η
Μέσο σφάλμα	-19,18	-19,22	-17,12	-42,71
Μέσο απόλυτο σφάλμα	65,81	67,6	63,62	57,57
Μέσο τετράγωνο σφάλματος	6.158	5.809,6	5.588,9	5.317,2
Στατιστική U του Theil	1,2	1,6	1,4	0,33

Εφαρμόζοντας τους τύπους 5.2, 5.3, 5.4 και 5.5, παίρνουμε τα αποτελέσματα του ανωτέρου πίνακα. Μπορούμε να συμπεράνουμε πως συγκρίνοντας την μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου 2,3,4 & 5 περιόδων, η τελευταία φαίνεται να προσαρμόζεται καλύτερα στα δεδομένα του παρελθόντος. Αυτό συμβαίνει, διότι όλες οι τιμές των δεικτών εγκυρότητας και αξιοπιστίας (μέσο σφάλμα, μέσο απόλυτο σφάλμα, μέσο τετράγωνο σφάλματος, στατιστική U), που έχουμε υπολογίσει στον ανωτέρω πίνακα είναι μικρότερες στην περίπτωση του απλού κινούμενου μέσου 5 περιόδων, έναντι των υπολοίπων περιόδων. Έτσι, θεωρούμε πως η πρόβλεψη με κινούμενο μέσο πέντε περιόδων είναι η πιο αξιόπιστη.

Επίσης, στην περίπτωση του απλού κινούμενου μέσου 5 περιόδων παρατηρούμε πως η τιμή U του Theil είναι μικρότερη της μονάδας. Αυτό σημαίνει πως η μέθοδος πρόβλεψης, που χρησιμοποιήσαμε είναι καλύτερη από την απλούστερη δυνατή μέθοδο, εκείνη δηλαδή κατά την οποία η πρόβλεψή μας για την επόμενη περίοδο είναι απλώς η παρατηρηθείσα (τελευταία χρονικά) τιμή της υπό πρόβλεψη μεταβλητής.

5.8.2 Πρόβλεψη ζήτησης με την μέθοδο της απλής εκθετικής εξομάλυνσης

Για το ίδιο είδος «Σωληνάκι λαδιού R2 3/8», θα πραγματοποιήσουμε πρόβλεψη ζήτησης χρησιμοποιώντας την μέθοδο της απλής εκθετικής εξομάλυνσης. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται αρκετά συχνά, διότι θεωρείται πως παράγει πιο αξιόπιστα αποτελέσματα σε σχέση με άλλες μεθόδους.

Για να προχωρήσουμε στην εφαρμογή θα ορίσουμε δύο διαφορετικές τιμές της σταθεράς εξομάλυνσης $\alpha = 0,2$ και $\alpha = 0,5$ και θεωρούμε ότι $F_{t+1} = Y_t$.

Για να συμπληρώσουμε τα κελιά του κάτωθι πίνακα χρησιμοποιήσαμε τις σχέσεις 5.16 & 5.1.

Πίνακας 7: Προβλέψεις μελλοντικών τιμών (F_t) και των σφαλμάτων (et) για το προϊόν Σωληνάκι λαδιού R2 3/8 με την μέθοδο της απλής εκθετικής εξομάλυνσης για $\alpha=0,20$ & $\alpha=0,50$

t	Y_t	Απλή Εκθετική εξομάλυνση			Απλή Εκθετική εξομάλυνση		
		$\alpha=0,20$			$\alpha=0,50$		
		F_t	et	et^2	F_t	et	et^2
1	159						
2	180	159			159		
3	188	163			170		
4	277	168	109	11.881	179	98	9.604
5	106	190	-84	7.056	228	-122	14.884
6	192	190	2	4	167	25	625
7	161	190	-29	841	180	-19	361
8	90	184	-94	8.836	171	-81	6.561
9	63	165	-102	10.404	131	-68	4.624
10	2	145	-143	20.449	97	-95	9.025
11	138	116	22	484	50	88	7.744
12	97	120	-23	529	94	3	9
13		115			96		

Πίνακας 8: Ανάλυση σφάλματος στις προβλέψεις με την μέθοδο εκθετικής εξομάλυνσης με σταθερές εξομάλυνσης $\alpha = 0,2$ και $\alpha = 0,5$ (2η και 3η στήλη αντίστοιχα).

Ανάλυση του σφάλματος στις προβλέψεις	$\alpha=0,2$	$\alpha=0,5$
περίοδος υπολογισμών σφάλματος :	4η-12η	4η-12η
Μέσο σφάλμα	-38	-19
Μέσο απόλυτο σφάλμα	67,5	66,5
Μέσο τετράγωνο σφάλματος	6.720	5.937
Στατιστική U του Theil	0,4	1.10

Εφαρμόζοντας τους τύπους 5.2, 5.3, 5.4 και 5.5, παίρνουμε τα αποτελέσματα του ανωτέρου πίνακα.

Στην συνέχεια εργαστήκαμε σε φύλλο excel και με την βοήθεια των σχετικών συναρτήσεων εντοπίσαμε την βέλτιστη τιμή της σταθεράς εξομάλυνσης α . Τα αποτελέσματα, που λάβαμε είναι τα εξής:

Ανάλυση του σφάλματος στις προβλέψεις	$\alpha=0,2$	$\alpha=0,3$	$\alpha=0,4$	$\alpha=0,5$	$\alpha=0,6$	$\alpha=0,7$	$\alpha=0,8$	$\alpha=0,9$
περίοδος υπολογισμών σφάλματος :	4 ⁿ -12 ⁿ	4 ⁿ -12 ⁿ	4 ⁿ -12 ⁿ	4 ⁿ -12 ⁿ	4 ⁿ -12 ⁿ	4 ⁿ -12 ⁿ	4 ⁿ -12 ⁿ	4 ⁿ -12 ⁿ
Μέσο σφάλμα	-38	-33	-29,5	-19	-23,7	-21,9	-20,6	-19,6
Μέσο απόλυτο σφάλμα	67,5	68,5	68,6	66,5	69,91	71,9	74,4	77,5
Μέσο τετράγωνο σφάλματος	6.720	6.303	6.167	5.937	6.464	6.813	7.260	7.804
Στατιστική U του Theil	0,4	0,78	0,84	1.10	0,6	0,9	1,07	1,15

Η βέλτιστη τιμή για την σταθερά εξομάλυνσης είναι $\alpha=0,2$, διότι με αυτή την τιμή του α λαμβάνουμε τα μικρότερα δυνατά αποτελέσματα σε όλους τους παραπάνω δείκτες εγκυρότητας.

Συμπέρασμα

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων, αυτών του απλού κινούμενου μέσου και της απλής εκθετικής εξομάλυνσης, παρατηρούμε ότι με την μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου λαμβάνουμε καλύτερα αποτελέσματα. Αυτό συμβαίνει γιατί οι δείκτες στην ανάλυση του σφάλματος (μέσο σφάλμα, μέσο απόλυτο σφάλμα, μέσο τετράγωνο σφάλματος) είναι μικρότερα στην μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου και ειδικότερα στην περίπτωση του απλού κινούμενου μέσου 5 περιόδων, σε σχέση με τα αποτελέσματα των δεικτών εγκυρότητας, που λαμβάνουμε με την μέθοδο της απλής εκθετικής εξομάλυνσης με βέλτιστο $\alpha=0,2$. Οπότε, στο επόμενο κεφάλαιο θα πραγματοποιήσουμε προβλέψεις ζήτησης για τα είδη, που μας απασχολούν με την μέθοδο πρόβλεψης, που αποδείχτηκε πιο αξιόπιστη, δηλαδή την μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου 5 περιόδων.

5.8.3 Πρόβλεψη ζήτησης με την μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου πέντε περιόδων (για τα υπόλοιπα τέσσερα είδη, που βρίσκονται στην κορυφή της ABC ανάλυσης)

Όσον αφορά το Έμβολο DFPI-100-200-ND2P-C1V-NB3P-A

Παρακάτω παρατίθεται η ποσότητα των μηνιαίων πωλήσεων του.

Πίνακας 9: Ποσότητα πωλήσεων του είδους Έμβολο DFPI-100-200-ND2P-C1V-NB3P-A ανά μήνα για το έτος 2022.

Μήνας	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
Πωλήσεις σε τμχ.	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 10: Προβλέψεις μελλοντικών τιμών (F_t) και των σφαλμάτων (e_t) για το προϊόν Έμβολο DFPI-100-200-ND2P-C1V-NB3P-A 8 με την μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου 5 περιόδων.

Περίοδος t	Πωλήσεις Y_t	Κινούμενος μέσος 5 περιόδων			
		$F_t =$ AKM(5)	e_t	Απόλυτο e_t	e_t^2
1	0				
2	0				
3	10				
4	0				
5	0				
6	0	2	-2	2	4
7	0	2	-2	2	4
8	0	2	-2	2	4
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0
13		0			

Πίνακας 11: Ανάλυση σφάλματος στις προβλέψεις με AKM 5 περιόδων

Ανάλυση του σφάλματος στις προβλέψεις	AKM(5)
περίοδος υπολογισμών σφάλματος :	6η-12η
Μέσο σφάλμα	-0,86
Μέσο απόλυτο σφάλμα	0,86
Μέσο τετράγωνο σφάλματος	1,71
Στατιστική U του Theil	0

Όσον αφορά το λάδι ISO 68 20lit LUKOIL

Παρακάτω παρατίθεται η ποσότητα των μηνιαίων πωλήσεων του.

Πίνακας 12 : Ποσότητα πωλήσεων του είδους λάδι ISO 68 20lit LUKOIL ανά μήνα για το έτος 2022.

Μήνας	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
Πωλήσεις σε τμχ.	8	4	6	7	7	9	23	11	24	20	18	13

Πίνακας 13: Προβλέψεις μελλοντικών τιμών (F_t) και των σφαλμάτων (e_t) για το προϊόν λάδι ISO 68 20lit LUKOIL με την μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου 5 περιόδων.

Περίοδος t	Πωλήσεις Y_t	Κινούμενος μέσος 5 περιόδων			
		$F_t =$ AKM(5)	e_t	Απόλυτο e_t	e_t^2
1	8				
2	4				
3	6				
4	7				
5	7				
6	9	6	3	3	9
7	23	7	16	16	256
8	11	10	1	1	1
9	24	11	13	13	169

10	20	15	5	5	25
11	18	17	1	1	1
12	23	19	4	4	16
13		19			

Πίνακας 14: Ανάλυση σφάλματος στις προβλέψεις με ΑΚΜ 5 περιόδων

Ανάλυση του σφάλματος στις προβλέψεις	ΑΚΜ(5)
περίοδος υπολογισμών σφάλματος :	6η-12η
Μέσο σφάλμα	6,14
Μέσο απόλυτο σφάλμα	6,14
Μέσο τετράγωνο σφάλματος	68,1
Στατιστική U του Theil	0,4

Όσον αφορά την Ηλεκτροβαλβίδα NG6 MONH ECONOMY

Παρακάτω παρατίθεται η ποσότητα των μηνιαίων πωλήσεων του.

Πίνακας 15: Ποσότητα πωλήσεων του είδους Ηλεκτροβαλβίδα NG6 MONH ECONOMY ανά μήνα για το έτος 2022.

Μήνας	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
Πωλήσεις σε τμχ.	1	0	0	2	0	2	1	2	1	1	0	3

Πίνακας 16: Προβλέψεις μελλοντικών τιμών (F_t) και των σφαλμάτων (e_t) για το προϊόν Ηλεκτροβαλβίδα NG6 MONH ECONOMY με την μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου ΑΚΜ 5 περιόδων.

Περίοδος t	Πωλήσεις Y_t	Κινούμενος μέσος 5 περιόδων			
		$F_t =$ ΑΚΜ(5)	e_t	Απόλυτο e_t	e_t^2
1	1				
2	0				
3	0				
4	2				
5	0				

6	2	1	1	1	1
7	1	0	1	1	1
8	2	1	1	1	1
9	1	1	0	0	0
10	1	1	0	0	0
11	0	1	-1	1	1
12	3	1	2	2	4
13		1			

Πίνακας 17: Ανάλυση σφάλματος στις προβλέψεις με ΑΚΜ 5 περιόδων

Ανάλυση του σφάλματος στις προβλέψεις	ΑΚΜ(5)
περίοδος υπολογισμών σφάλματος :	6η-12η
Μέσο σφάλμα	0,57
Μέσο απόλυτο σφάλμα	0,86
Μέσο τετράγωνο σφάλματος	0,88
Στατιστική U του Theil	0

Όσον αφορά το Σωληνάκι λαδιού R2 1/2

Παρακάτω παρατίθεται η ποσότητα των μηνιαίων πωλήσεων του.

Πίνακας 18: Ποσότητα πωλήσεων του είδους Σωληνάκι λαδιού R2 ½ ανά μήνα για το έτος 2022.

Μήνας	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
Πωλήσεις σε τμχ.	50	160	103	207	164	110	107	99	207	30	12	63

Πίνακας 19: Προβλέψεις μελλοντικών τιμών (Ft) και των σφαλμάτων (et) για το προϊόν Σωληνάκι λαδιού R2 1/2 με την μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου 5 περιόδων.

Περίοδος t	Πωλήσεις Yt	Κινούμενος μέσος 5 περιόδων			
		Ft = ΑΚΜ(5)	et	Απόλυτο et	et^2

1	50				
2	160				
3	103				
4	207				
5	164				
6	110	137	-27	27	729
7	107	149	-42	42	1.764
8	99	138	-39	39	1.521
9	207	137	70	70	4.900
10	30	137	-107	107	11.449
11	12	111	-99	99	9.801
12	63	91	- 28	28	784
13		82			

Πίνακας 20: Ανάλυση σφάλματος στις προβλέψεις με ΑΚΜ 5 περιόδων

Ανάλυση του σφάλματος στις προβλέψεις	ΑΚΜ(5)
περίοδος υπολογισμών σφάλματος :	6η-12η
Μέσο σφάλμα	38,86
Μέσο απόλυτο σφάλμα	58,86
Μέσο τετράγωνο σφάλματος	4.421
Στατιστική U του Theil	0,63

Οπότε, συνοψίζουμε την πρόβλεψη της ζήτησης για τα 5 είδη, που μελετήσαμε στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 21: Πρόβλεψη ζήτησης με την μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου για τα υπό εξέταση προϊόντα

ΕΙΔΗ	ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΖΗΤΗΣΗ	ΜΕΣΗ ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΑ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΖΗΤΗΣΗΣ
ΣΩΛΗΝ. ΛΑΔΙΟΥ R2 3/8	78	20
ΕΜΒΟΛΟ DFPI-100-200-ND2P-C1V-NB3P-A	0	0
ΛΑΔΙ ISO 68 20lit LUKOIL	19	5
ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΛΒΙΔΑ NG6 ΜΟΝΗ ECONOMY	1	0
ΣΩΛΗΝ. ΛΑΔΙΟΥ R2 ½	82	20

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟΘΗΚΗΣ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΑΝΤΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ

Σύμφωνα με την ανάλυση ABC, που πραγματοποιήσαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο βρήκαμε ποια είδη είναι πιο σημαντικά για την επιχείρηση, που της αποφέρουν τα μεγαλύτερα κέρδη. Σε αυτό το κεφάλαιο θα μελετήσουμε διάφορες περιπτώσεις αποθεμάτων ασφαλείας των 5 προϊόντων της επιχείρησης, τα οποία βρίσκονται στην κορυφή της ABC ανάλυσης και για τα οποία έχουμε ήδη πραγματοποιήσει πρόβλεψη της ζήτησής τους στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Σε συνέχεια της επικοινωνίας μας με τους ιδιοκτήτες της επιχείρησης, θα πρέπει να αναφέρουμε πως η επιχείρηση ακολουθεί πολιτική συνεχούς παρακολούθησης για την αναπλήρωση των αποθεμάτων της και η ζήτηση είναι τυχαία. Επιπλέον, διαθέτει μόνο μία κεντρική αποθήκη. Επιπλέον, η επιχείρηση διαθέτει μηχανογραφημένο σύστημα αποθήκης, οπότε τα δεδομένα, που λάβαμε είναι ακριβή.

Στόχος της επιχείρησης είναι να ικανοποιεί άμεσα την ζήτηση κάθε πελάτη, χωρίς καθυστερήσεις και αναμονές, και γι' αυτό τον λόγο έχουν επενδύσει στην αποθεματοποίηση.

Τα είδη τα οποία θα μελετήσουμε είναι τα εξής:

1. Σωληνάκι Λαδιού R2 3/8
2. Έμβολο DFPI-100-200-ND2P-C1V-NB3P-A
3. Λάδι ISO 68 20lit LUKOIL
4. Ηλεκτροβαλβίδα NG6 MONH ECONOMY
5. Σωληνάκι Λαδιού R2 1/2

6.1 Καθορισμός αποθέματος ασφαλείας για την πολιτική συνεχούς παρακολούθησης γνωρίζοντας το σημείο αναπαραγγελίας ROP

Σε αυτή την περίπτωση υποθέτουμε ότι η εβδομαδιαία ζήτηση των προϊόντων της επιχείρησης ακολουθεί κανονική κατανομή, που συμβολίζεται ως μ . Υποθέτουμε, επίσης, πως η τυπική απόκλιση (σ_R) και ο χρόνος εκτέλεσης της παραγγελίας (L) διατηρούνται σταθερά.

Η Μέση ζήτηση κατά τον χρόνο εκτέλεσης παραγγελίας M ισούται με την μέση εβδομαδιαία ζήτηση μ επί τον χρόνο εκτέλεσης της παραγγελίας. Συνοπτικά, ισχύει ο τύπος:

$$M = \mu * L \quad (6.1)$$

Επίσης, το απόθεμα ασφαλείας (ss) ισούται με την τιμή του επιπέδου αναπαραγγελίας (ROP) μείον την μέση ζήτηση κατά τον χρόνο L , δηλαδή ισχύει:

$$ss = ROP - M \Rightarrow ROP = ss + M \quad (6.2)$$

Για το Σωληνάκι Λαδιού R2 3/8 έχουμε:

Έστω ότι η εβδομαδιαία ζήτηση για το Σωληνάκι Λαδιού R2 3/8, που διαθέτει η εταιρία ακολουθεί κανονική κατανομή με μέσο $\mu=20$ και τυπική απόκλιση $\sigma_R=2$. Ο χρόνος εκτέλεσης της παραγγελίας είναι $L=2$ εβδομάδες. Ο υπεύθυνος παραγγελιών της επιχείρησης, παραγγέλλει την ποσότητα παραγγελίας $Q=100$, όταν τα αποθέματα πέσουν στα 50 κομμάτια. Το απόθεμα ασφαλείας (ss), το μέσο επίπεδο του αποθέματος του σωληνάκι λαδιού, καθώς και ο μέσος χρόνος, που παραμένει το σωληνάκι λαδιού στην αλυσίδα της εταιρίας, υπολογίζονται ως εξής:

Δεδομένα

Μέση ζήτηση ανά εβδομάδα $\mu=20$

Μέσος χρόνος αναπλήρωσης $L=2$ εβδομάδες

Σημείο αναπαραγγελίας $ROP=50$

Ποσότητα παραγγελίας $Q=100$

Από τους τύπους (6.1) και (6.2) έχουμε ότι: $ss = ROP - \mu * L = 50 - 20 * 2 = 50 - 40 = 10$. Άρα, η επιχείρηση θα πρέπει να διατηρεί, σύμφωνα με τα παραπάνω, απόθεμα ασφαλείας για τα σωληνάκια λαδιού 10 κομμάτια.

Το μέσο απόθεμα ανά κύκλο παραγγελίας προκύπτει από το πηλίκο $Q/2$.

$$\text{Μέσο απόθεμα ανά κύκλο παραγγελίας} = Q/2 \quad (6.3)$$

Στην συγκεκριμένη περίπτωση, το μέσο απόθεμα ανά κύκλο παραγγελίας είναι $100/2$, δηλαδή 50 Σωληνάκια Λαδιού R2 3/8.

Οπότε, το μέσο επίπεδο αποθεμάτων προκύπτει από το άθροισμα του αποθέματος ασφαλείας και του μέσου αποθέματος ανά κύκλου παραγγελίας.

$$\text{Μέσο επίπεδο αποθεμάτων} = ss + Q/2 \quad (6.4)$$

Δηλαδή, στην περίπτωση μας, το μέσο επίπεδο αποθεμάτων για τα Σωληνάκια Λαδιού R2 3/8 είναι $10 + 50 = 60$ κομμάτια.

Έτσι, προκύπτει το συμπέρασμα πως η επιχείρηση θα πρέπει να διατηρεί στην αποθήκη της κατά μέσο όρο 60 τεμάχια από το συγκεκριμένο είδος.

Ο μέσος χρόνος ροής, που παραμένει κάθε Σωληνάκι Λαδιού R2 3/8 στην αλυσίδα της επιχείρησης προκύπτει από το πηλίκo του μέσου αποθέματος και του ρυθμού ροής (μέση ζήτηση ανά εβδομάδα)

$$\text{Μέσος χρόνος ροής} = \text{μέσο απόθεμα} / \text{ρυθμός ροής} \quad (6.5)$$

Δηλαδή, στην εν λόγω περίπτωση έχουμε $60/20 = 3$ εβδομάδες.

Για το Έμβολο DFPI-100-200-ND2P-C1V-NB3P-A έχουμε:

Δεδομένα

Μέση ζήτηση ανά εβδομάδα $\mu = 0$

Μέσος χρόνος αναπλήρωσης $L = 1$ εβδομάδα

Σημείο αναπαραγγελίας $ROP = 1$

Ποσότητα παραγγελίας $Q = 2$

Από τους τύπους (6.1) και (6.2) έχουμε ότι: $ss = ROP - \mu * L = 1 - 0 * 1 = 1 - 0 = 1$.

Άρα, η επιχείρηση θα πρέπει να διατηρεί, σύμφωνα με τα παραπάνω, απόθεμα ασφαλείας για το Έμβολο DFPI-100-200-ND2P-C1V-NB3P-A 1 κομμάτι.

Το μέσο απόθεμα ανά κύκλο παραγγελίας προκύπτει από το πηλίκo $Q/2$.

$$\text{Μέσο απόθεμα ανά κύκλο παραγγελίας} = Q/2 \quad (6.3)$$

Στην συγκεκριμένη περίπτωση, το μέσο απόθεμα ανά κύκλο παραγγελίας είναι $2/2$, δηλαδή 1 Έμβολο DFPI-100-200-ND2P-C1V-NB3P-A .

Οπότε, το μέσο επίπεδο αποθεμάτων προκύπτει από το άθροισμα του αποθέματος ασφαλείας και του μέσου αποθέματος ανά κύκλου παραγγελίας.

$$\text{Μέσο επίπεδο αποθεμάτων} = ss + Q/2 \quad (6.4)$$

Δηλαδή, στην περίπτωση μας, το μέσο επίπεδο αποθεμάτων για το Έμβολο DFPI-100-200-ND2P-C1V-NB3P-A είναι $1 + 1 = 2$ κομμάτια.

Έτσι, προκύπτει το συμπέρασμα πως η επιχείρηση θα πρέπει να διατηρεί στην αποθήκη της κατά μέσο όρο 2 τεμάχια από το συγκεκριμένο είδος.

Ο μέσος χρόνος ροής, που παραμένει κάθε Έμβολο DFPI-100-200-ND2P-C1V-NB3P-A στην αλυσίδα της επιχείρησης προκύπτει από το πηλίκo του μέσου αποθέματος και του ρυθμού ροής (μέση ζήτηση ανά εβδομάδα)

$$\text{Μέσος χρόνος ροής} = \text{μέσο απόθεμα} / \text{ρυθμός ροής} \quad (6.5)$$

Επειδή, στην συγκεκριμένη περίπτωση η μέση ζήτηση ανά εβδομάδα είναι 0, η οποία ισούται με τον ρυθμό ροής, η μέσος χρόνος ροής δεν ορίζεται.

Για το Λάδι ISO 68 20lit LUKOIL έχουμε:

Δεδομένα

Μέση ζήτηση ανά εβδομάδα $\mu=5$

Μέσος χρόνος αναπλήρωσης $L=1$ εβδομάδα

Σημείο αναπαραγγελίας $ROP = 15$

Ποσότητα παραγγελίας $Q=30$

Από τους τύπους (6.1) και (6.2) έχουμε ότι: $ss = ROP - \mu * L = 15 - 5 * 1 = 15 - 5 = 10$. Άρα, η επιχείρηση θα πρέπει να διατηρεί, σύμφωνα με τα παραπάνω, απόθεμα ασφαλείας για το Λάδι ISO 68 20lit LUKOIL 10 κομμάτια.

Το μέσο απόθεμα ανά κύκλο παραγγελίας προκύπτει από το πηλίκο $Q/2$.

Μέσο απόθεμα ανά κύκλο παραγγελίας $= Q/2$ (6.3)
--

Στην συγκεκριμένη περίπτωση, το μέσο απόθεμα ανά κύκλο παραγγελίας είναι $30/2$, δηλαδή 15 Λάδια ISO 68 20lit LUKOIL .

Οπότε, το μέσο επίπεδο αποθεμάτων προκύπτει από το άθροισμα του αποθέματος ασφαλείας και του μέσου αποθέματος ανά κύκλου παραγγελίας.

Μέσο επίπεδο αποθεμάτων $= ss + Q/2$ (6.4)
--

Δηλαδή, στην περίπτωση μας, το μέσο επίπεδο αποθεμάτων για το Λάδι ISO 68 20lit LUKOIL είναι $10 + 15 = 25$ κομμάτια.

Έτσι, προκύπτει το συμπέρασμα πως η επιχείρηση θα πρέπει να διατηρεί στην αποθήκη της κατά μέσο όρο 25 τεμάχια από το συγκεκριμένο είδος.

Ο μέσος χρόνος ροής, που παραμένει κάθε Λάδι ISO 68 20lit LUKOIL στην αλυσίδα της επιχείρησης προκύπτει από το πηλίκο του μέσου αποθέματος και του ρυθμού ροής (μέση ζήτηση ανά εβδομάδα)

Μέσος χρόνος ροής $= \text{μέσο απόθεμα} / \text{ρυθμός ροής}$ (6.5)
--

Δηλαδή, στην εν λόγω περίπτωση έχουμε $25/5 = 5$ εβδομάδες.

Για την Ηλεκτροβαλβίδα NG6 MONH ECONOMY έχουμε:

Δεδομένα

Μέση ζήτηση ανά εβδομάδα $\mu=0$

Μέσος χρόνος αναπλήρωσης $L=1$ εβδομάδα

Σημείο αναπαραγγελίας $ROP = 2$

Ποσότητα παραγγελίας $Q=3$

Από τους τύπους (6.1) και (6.2) έχουμε ότι: $ss = ROP - \mu * L = 2 - 0 * 1 = 2 - 0 = 2$.

Άρα, η επιχείρηση θα πρέπει να διατηρεί, σύμφωνα με τα παραπάνω, απόθεμα ασφαλείας για την Ηλεκτροβαλβίδα NG6 MONH ECONOMY 2 κομμάτια.

Το μέσο απόθεμα ανά κύκλο παραγγελίας προκύπτει από το πηλίκο $Q/2$.

Μέσο απόθεμα ανά κύκλο παραγγελίας = $Q/2$ (6.3)
--

Στην συγκεκριμένη περίπτωση, το μέσο απόθεμα ανά κύκλο παραγγελίας είναι $2/2$, δηλαδή 1 Ηλεκτροβαλβίδα NG6 MONH ECONOMY.

Οπότε, το μέσο επίπεδο αποθεμάτων προκύπτει από το άθροισμα του αποθέματος ασφαλείας και του μέσου αποθέματος ανά κύκλου παραγγελίας.

Μέσο επίπεδο αποθεμάτων = $ss + Q/2$ (6.4)
--

Δηλαδή, στην περίπτωση μας, το μέσο επίπεδο αποθεμάτων για τις Ηλεκτροβαλβίδες NG6 MONH ECONOMY είναι $2 + 1 = 3$ κομμάτια.

Έτσι, προκύπτει το συμπέρασμα πως η επιχείρηση θα πρέπει να διατηρεί στην αποθήκη της κατά μέσο όρο 3 τεμάχια από το συγκεκριμένο είδος.

Ο μέσος χρόνος ροής, που παραμένει κάθε Ηλεκτροβαλβίδα NG6 MONH ECONOMY στην αλυσίδα της επιχείρησης προκύπτει από το πηλίκο του μέσου αποθέματος και του ρυθμού ροής (μέση ζήτηση ανά εβδομάδα)

Μέσος χρόνος ροής = μέσο απόθεμα / ρυθμός ροής (6.5)
--

Επειδή, στην συγκεκριμένη περίπτωση η μέση ζήτηση ανά εβδομάδα είναι 0, η οποία ισούται με τον ρυθμό ροής, η μέσος χρόνος ροής δεν ορίζεται

Για το Σωληνάκι Λαδιού R2 1/2 έχουμε:

Δεδομένα

Μέση ζήτηση ανά εβδομάδα $\mu=20$

Μέσος χρόνος αναπλήρωσης $L=1$ εβδομάδα

Σημείο αναπαραγγελίας $ROP = 40$

Ποσότητα παραγγελίας $Q=80$

Από τους τύπους (6.1) και (6.2) έχουμε ότι: $ss = ROP - \mu * L = 40 - 20 * 1 = 40 - 20 = 20$. Άρα, η επιχείρηση θα πρέπει να διατηρεί, σύμφωνα με τα παραπάνω, απόθεμα ασφαλείας για τα Σωληνάκια Λαδιού R2 1/2 20 κομμάτια.

Το μέσο απόθεμα ανά κύκλο παραγγελίας προκύπτει από το πηλίκο $Q/2$.

Μέσο απόθεμα ανά κύκλο παραγγελίας = $Q/2$ (6.3)
--

Στην συγκεκριμένη περίπτωση, το μέσο απόθεμα ανά κύκλο παραγγελίας είναι $80/2$, δηλαδή 40 Σωληνάκια Λαδιού R2 ½.

Οπότε, το μέσο επίπεδο αποθεμάτων προκύπτει από το άθροισμα του αποθέματος ασφαλείας και του μέσου αποθέματος ανά κύκλου παραγγελίας.

$$\text{Μέσο επίπεδο αποθεμάτων} = ss + Q/2 \quad (6.4)$$

Δηλαδή, στην περίπτωση μας, το μέσο επίπεδο αποθεμάτων για τα Σωληνάκια Λαδιού R2 1/2 είναι $20 + 40 = 60$ κομμάτια.

Έτσι, προκύπτει το συμπέρασμα πως η επιχείρηση θα πρέπει να διατηρεί στην αποθήκη της κατά μέσο όρο 60 τεμάχια από το συγκεκριμένο είδος.

Ο μέσος χρόνος ροής, που παραμένει κάθε γωνία αέρος στην αλυσίδα της επιχείρησης προκύπτει από το πηλίκο του μέσου αποθέματος και του ρυθμού ροής (μέση ζήτηση ανά εβδομάδα)

$$\text{Μέσος χρόνος ροής} = \text{μέσο απόθεμα} / \text{ρυθμός ροής} \quad (6.5)$$

Δηλαδή, στην εν λόγω περίπτωση έχουμε $60/20 = 3$ εβδομάδες.

6.2 Προσδιορισμός του επιπέδου εξυπηρέτησης για την πολιτική συνεχούς παρακολούθησης (πρακτική εφαρμογή σε πραγματικά δεδομένα)

Στόχος της επιχείρησης εμπορίας ανταλλακτικών είναι το επίπεδο εξυπηρέτησης των πελατών της ανά κύκλο να ισούται με την πιθανότητα να μην υπάρξει κάποια έλλειψη στα προϊόντα της κατά την διάρκεια ενός κύκλου αναπλήρωσης.

Σε αυτή την περίπτωση, ισχύουν οι παρακάτω τύποι:

$$CSL = \text{Prob} (\text{ζήτηση κατά τον χρόνο εκτέλεσης παραγγελίας } L \text{ εβδομάδων}) \leq ROP \quad (7.6)$$

$$M = \mu * L \quad (6.7)$$

$$\Sigma = \sqrt{L} * \sigma_R \quad (6.8)$$

$$CSL = F(ROP, M, \Sigma) \quad (6.9)$$

$$F(ROP, M, \Sigma) = \text{NORMDIST} (ROP, M, \Sigma) \Rightarrow CSL = \text{NORMDIST} (ROP, M, \Sigma) \quad (6.10)$$

Έτσι, λαμβάνοντας υπόψη όλους τους παραπάνω τύπους, θα προσδιορίσουμε το επίπεδο εξυπηρέτησης ανά κύκλο:

Για το Σωληνάκι Λαδιού R2 3/8 έχουμε:

Δεδομένα

Μέση ζήτηση ανά εβδομάδα $\mu=20$

Τυπική απόκλιση εβδομαδιαίας ζήτησης $\sigma_R=5$

Μέσος χρόνος αναπλήρωσης $L=2$ εβδομάδες

Σημείο αναπαραγγελίας $ROP=50$

Από τους τύπους (6.7) και (6.8) προκύπτουν ότι $M = \mu * L = 20 * 2 = 40$ και

$$\Sigma = \sqrt{L} * \sigma_R = \sqrt{2} * 5 = 7$$

$CSL = F(ROP, M, \Sigma) = \text{NORMDIST}(ROP, M, \Sigma)$ (6.10) και εφαρμόζοντας την συνάρτηση NORMDIST στο excel έχουμε:

$$CSL = \text{NORMDIST}(50, 40, 7) = 0,92$$

Αυτό σημαίνει πως η επιχείρηση είναι ικανή να ικανοποιήσει τις ανάγκες των πελατών της κατά 92% των κύκλων από τα αποθέματα, που βρίσκονται στην αποθήκη της. Το 8% των κύκλων αναπλήρωσης, δεν μπορεί να ικανοποιηθεί μέσω των αποθεμάτων λόγω έλλειψης διαθέσιμων αποθεμάτων.

Για το Έμβολο DFPI-100-200-ND2P-C1V-NB3P-A έχουμε:

Δεδομένα

Μέση ζήτηση ανά εβδομάδα $\mu=0$

Τυπική απόκλιση εβδομαδιαίας ζήτησης $\sigma_R=1$

Μέσος χρόνος αναπλήρωσης $L=1$ εβδομάδα

Σημείο αναπαραγγελίας $ROP = 1$

Από τους τύπους (6.7) και (6.8) προκύπτουν ότι $M = \mu * L = 0 * 1 = 0$ και $\Sigma = \sqrt{L} * \sigma_R = \sqrt{1} * 1 = 1$

$CSL = F(ROP, M, \Sigma) = \text{NORMDIST}(ROP, M, \Sigma)$ (7.10) και εφαρμόζοντας την συνάρτηση NORMDIST στο excel έχουμε:

$$CSL = \text{NORMDIST}(1, 0, 1) = 0,84$$

Αυτό σημαίνει πως η επιχείρηση είναι ικανή να ικανοποιήσει τις ανάγκες των πελατών της κατά 84% των κύκλων από τα αποθέματα, που βρίσκονται στην αποθήκη της. Το 16% των κύκλων αναπλήρωσης, δεν μπορεί να ικανοποιηθεί μέσω των αποθεμάτων λόγω έλλειψης διαθέσιμων αποθεμάτων.

Για το Λάδι ISO 68 20lit LUKOIL έχουμε:

Δεδομένα

Μέση ζήτηση ανά εβδομάδα $\mu=5$

Τυπική απόκλιση εβδομαδιαίας ζήτησης $\sigma_R=2$

Μέσος χρόνος αναπλήρωσης $L=1$ εβδομάδα

Σημείο αναπαραγγελίας $ROP = 15$

Από τους τύπους (6.7) και (6.8) προκύπτουν ότι $M = \mu * L = 5 * 1 = 5$ και $\Sigma = \sqrt{L} * \sigma_R = \sqrt{1} * 2 = 2$

$CSL = F(ROP, M, \Sigma) = NORDMIST (ROP, M, \Sigma)$ (6.10) και εφαρμόζοντας την συνάρτηση NORDMIST στο excel έχουμε:

$CSL = NORDMIST(15,5,2) = 0,99$

Αυτό σημαίνει πως η επιχείρηση είναι ικανή να ικανοποιήσει τις ανάγκες των πελατών της κατά 99% των κύκλων από τα αποθέματα, που βρίσκονται στην αποθήκη της. Το 1% των κύκλων αναπλήρωσης, δεν μπορεί να ικανοποιηθεί μέσω των αποθεμάτων λόγω έλλειψης διαθέσιμων αποθεμάτων.

Για την Ηλεκτροβαλβίδα NG6 MONH ECONOMY έχουμε:

Δεδομένα

Μέση ζήτηση ανά εβδομάδα $\mu=0$

Τυπική απόκλιση εβδομαδιαίας ζήτησης $\sigma_R=1$

Μέσος χρόνος αναπλήρωσης $L=1$ εβδομάδα

Σημείο αναπαραγγελίας $ROP = 2$

Από τους τύπους (6.7) και (6.8) προκύπτουν ότι $M = \mu * L = 0 * 1 = 0$ και $\Sigma = \sqrt{L} * \sigma_R = \sqrt{1} * 1 = 1$

$CSL = F(ROP, M, \Sigma) = NORDMIST (ROP, M, \Sigma)$ (6.10) και εφαρμόζοντας την συνάρτηση NORDMIST στο excel έχουμε:

$CSL = NORDMIST(2,0,1) = 0,98$

Αυτό σημαίνει πως η επιχείρηση είναι ικανή να ικανοποιήσει τις ανάγκες των πελατών της κατά 98% των κύκλων από τα αποθέματα, που βρίσκονται στην αποθήκη της. Το 2% των κύκλων αναπλήρωσης, δεν μπορεί να ικανοποιηθεί μέσω των αποθεμάτων λόγω έλλειψης διαθέσιμων αποθεμάτων.

Για το Σωληνάκι Λαδιού R2 1/2 έχουμε:

Δεδομένα

Μέση ζήτηση ανά εβδομάδα $\mu=20$

Τυπική απόκλιση εβδομαδιαίας ζήτησης $\sigma_R=5$

Μέσος χρόνος αναπλήρωσης $L=1$ εβδομάδα

Σημείο αναπαραγγελίας $ROP = 40$

Από τους τύπους (6.7) και (6.8) προκύπτουν ότι $M = \mu * L = 20 * 1 = 20$ και $\Sigma = \sqrt{L} * \sigma_R = \sqrt{1} * 5 = 5$

$CSL = F(ROP, M, \Sigma) = \text{NORMDIST}(ROP, M, \Sigma)$ (6.10) και εφαρμόζοντας την συνάρτηση NORMDIST στο excel έχουμε:

$$CSL = \text{NORMDIST}(40, 20, 5) = 0,99$$

Αυτό σημαίνει πως η επιχείρηση είναι ικανή να ικανοποιήσει τις ανάγκες των πελατών της κατά 99% των κύκλων από τα αποθέματα, που βρίσκονται στην αποθήκη της. Το 1% των κύκλων αναπλήρωσης, δεν μπορεί να ικανοποιηθεί μέσω των αποθεμάτων λόγω έλλειψης διαθέσιμων αποθεμάτων

6.3 Καθορισμός αποθέματος ασφαλείας για συγκεκριμένο επίπεδο εξυπηρέτησης

Για την επιχείρηση εμπορίας ανταλλακτικών, που μελετάμε, θέλουμε να προσδιορίσουμε το απόθεμα ασφαλείας, υπολογίζοντας πρώτα το κατάλληλο σημείο αναπαραγγελίας, προκειμένου η επιχείρηση να επιτύχει το επίπεδο εξυπηρέτησης ανά κύκλο, που η ίδια επιθυμεί.

Υποθέτουμε ότι η εβδομαδιαία ζήτηση (μ) ακολουθεί κανονική κατανομή (και είναι ανεξάρτητη από εβδομάδα σε εβδομάδα), ο χρόνος εκτέλεσης της παραγγελίας είναι σταθερός και ίσος με L εβδομάδες και η τυπική απόκλιση είναι σ_R .

Όπως έχουμε ήδη αναφερθεί παραπάνω, ισχύουν οι εξής τύποι:

$$ss = ROP - M \Rightarrow ROP = ss + M \quad \text{και} \quad M = \mu * L \quad \text{και} \quad CSL = F(ROP, M, \Sigma) = F(M + ss, M, \Sigma)$$

Εφαρμόζοντας την αντίστροφη της αθροιστικής συνάρτησης της κανονικής κατανομής, προκειμένου να προσδιορίσουμε το απόθεμα ασφαλείας έχουμε:

$M + ss = F^{-1}(CSL, M, S) \Rightarrow ss = F^{-1}(CSL, M, S) - M \Rightarrow ss = F^{-1}(CSL) * \Sigma \quad (6.11)$
--

Για το Σωληνάκι Λαδιού R2 3/8 έχουμε:

Η εβδομαδιαία ζήτηση που δέχεται το κατάστημα εμπορίας ανταλλακτικών για το Σωληνάκι Λαδιού R2 3/8 ακολουθεί κανονική κατανομή με μέσο 20 και τυπική απόκλιση 5. Ο χρόνος αναπλήρωσης είναι 2 εβδομάδες. Ακολουθείται πολιτική συνεχούς παρακολούθησης των αποθεμάτων, με βάση την οποία παραγγέλνονται 100 Σωληνάκια Λαδιού R2 3/8, όταν τα διαθέσιμα αποθέματα φτάνουν στο σημείο αναπαραγγελίας.

Το επίπεδο των αποθεμάτων ασφαλείας (ισοδύναμα το σημείο αναπαραγγελίας), που θα πρέπει να διατηρεί η επιχείρηση, προκειμένου να επιτύχει επίπεδο εξυπηρέτησης ανά κύκλο αναπλήρωσης ίσο με 90%, το υπολογίζουμε ως εξής:

Δεδομένα:

Μέση ζήτηση ανά εβδομάδα $\mu=20$

Τυπική απόκλιση εβδομαδιαίας ζήτησης $\sigma_R=5$

Μέσος χρόνος αναπλήρωσης $L=2$ εβδομάδες

Ποσότητα παραγγελίας $Q=100$

α) Επειδή η ζήτηση είναι ανεξάρτητη, υπολογίζεται ότι η ζήτηση κατά τον χρόνο αναπλήρωσης ακολουθεί κανονική κατανομή με μέσο M και τυπική απόκλιση Σ , όπου:

$$M=\mu*L=20*2=40 \text{ και } \Sigma=\sqrt{L}*\sigma_R=\sqrt{2}*5=7$$

Από τους τύπους $ss=F^{-1}(CSL)*\Sigma$ & $F^{-1}(p)=NORMSINV(p)$ έχουμε:

$$ss=F^{-1}(CSL)*\Sigma=NORMSINV(CSL)*\Sigma=NORMSINV(0,9)*28=1,28*7=9$$

Συνεπώς, τα απαιτούμενα αποθέματα ασφαλείας για την επίτευξη επιπέδου εξυπηρέτησης ανά κύκλο αναπλήρωσης της τάξης του 90% είναι 9 τεμάχια. Ισοδύναμα, το σημείο αναπαραγγελίας είναι ίσο με το απόθεμα ασφαλείας συν την μέση ζήτηση κατά τον χρόνο αναπλήρωσης (δύο εβδομάδες):

$$ROP=ss+M=9+40=49 \text{ Σωληνάκια Λαδιού R2 3/8 (6.1)}$$

Άρα, υποβάλλεται παραγγελία, μόλις το επίπεδο αποθέματος για το συγκεκριμένο προϊόν φτάσει τις 49 Σωληνάκια Λαδιού R2 3/8.

Για το Έμβολο DFPI-100-200-ND2P-C1V-NB3P-A έχουμε:

Δεδομένα

Μέση ζήτηση ανά εβδομάδα $\mu=0$

Τυπική απόκλιση εβδομαδιαίας ζήτησης $\sigma_R=1$

Μέσος χρόνος αναπλήρωσης $L=1$ εβδομάδα

Ποσότητα παραγγελίας $Q=2$

α) Επειδή η ζήτηση είναι ανεξάρτητη, υπολογίζεται ότι η ζήτηση κατά τον χρόνο αναπλήρωσης ακολουθεί κανονική κατανομή με μέσο M και τυπική απόκλιση Σ , όπου:

$$M=\mu*L=0*1=0 \text{ και } \Sigma=\sqrt{L}*\sigma_R=\sqrt{1}*1=1$$

Από τους τύπους $ss=F^{-1}(CSL)*\Sigma$ & $F^{-1}(p)=NORMSINV(p)$ έχουμε:

$$ss=F^{-1}(CSL)*\Sigma=NORMSINV(CSL)*\Sigma=NORMSINV(0,9)*1=1,28*1=1$$

Συνεπώς, τα απαιτούμενα αποθέματα ασφαλείας για την επίτευξη επιπέδου εξυπηρέτησης ανά κύκλο αναπλήρωσης της τάξης του 90% είναι 1 Έμβολο DFPI-100-200-ND2P-C1V-NB3P-A. Ισοδύναμα, το σημείο αναπαραγγελίας είναι ίσο με το απόθεμα ασφαλείας συν την μέση ζήτηση κατά τον χρόνο αναπλήρωσης (μία εβδομάδα):

$$ROP=ss + M = 1 + 0 = 1 \text{ Έμβολο DFPI-100-200-ND2P-C1V-NB3P-A.}$$

Άρα, υποβάλλεται παραγγελία, μόλις το επίπεδο αποθέματος για το συγκεκριμένο προϊόν φτάσει τα 1 τεμάχια.

Για το Λάδι ISO 68 20lit LUKOIL έχουμε:

Δεδομένα

Μέση ζήτηση ανά εβδομάδα $\mu=5$

Τυπική απόκλιση εβδομαδιαίας ζήτησης $\sigma_R=2$

Μέσος χρόνος αναπλήρωσης $L=1$ εβδομάδα

Ποσότητα παραγγελίας $Q=30$

α) Επειδή η ζήτηση είναι ανεξάρτητη, υπολογίζεται ότι η ζήτηση κατά τον χρόνο αναπλήρωσης ακολουθεί κανονική κατανομή με μέσο M και τυπική απόκλιση Σ , όπου:

$$M=\mu*L=5*1=5 \text{ και } \Sigma=\sqrt{L}*\sigma_R=\sqrt{1}*2=2$$

Από τους τύπους $ss=F^{-1}(CSL)*\Sigma$ & $F^{-1}(p)=NORMSINV(p)$ έχουμε:

$$ss=F^{-1}(CSL)*\Sigma = NORMSINV(CSL)*\Sigma = NORMSINV(0,9)*2 = 1,28*2=2$$

Συνεπώς, τα απαιτούμενα αποθέματα ασφαλείας για την επίτευξη επιπέδου εξυπηρέτησης ανά κύκλο αναπλήρωσης της τάξης του 90% είναι 2 Λάδια ISO 68 20lit LUKOIL. Ισοδύναμα, το σημείο αναπαραγγελίας είναι ίσο με το απόθεμα ασφαλείας συν την μέση ζήτηση κατά τον χρόνο αναπλήρωσης (μία εβδομάδα):

$$ROP=ss + M = 2 + 2 = 4 \text{ Λάδια ISO 68 20lit LUKOIL.}$$

Άρα, υποβάλλεται παραγγελία, μόλις το επίπεδο αποθέματος για το συγκεκριμένο προϊόν φτάσει τα 4 τεμάχια.

Για την Ηλεκτροβαλβίδα NG6 MONH ECONOMY έχουμε:

Δεδομένα

Μέση ζήτηση ανά εβδομάδα $\mu=0$

Τυπική απόκλιση εβδομαδιαίας ζήτησης $\sigma_R=1$

Μέσος χρόνος αναπλήρωσης $L=1$ εβδομάδα

Ποσότητα παραγγελίας $Q=3$

α) Επειδή η ζήτηση είναι ανεξάρτητη, υπολογίζεται ότι η ζήτηση κατά τον χρόνο αναπλήρωσης ακολουθεί κανονική κατανομή με μέσο M και τυπική απόκλιση Σ , όπου:

$$M = \mu * L = 0 * 1 = 0 \text{ και } \Sigma = \sqrt{L * \sigma_R} = \sqrt{1 * 1} = 1$$

Από τους τύπους $ss = F^{-1}(CSL) * \Sigma$ & $F^{-1}(p) = \text{NORMSINV}(p)$ έχουμε:

$$ss = F^{-1}(CSL) * \Sigma = \text{NORMSINV}(CSL) * \Sigma = \text{NORMSINV}(0,9) * 1 = 1,28 * 1 = 1,28$$

Συνεπώς, τα απαιτούμενα αποθέματα ασφαλείας για την επίτευξη επιπέδου εξυπηρέτησης ανά κύκλο αναπλήρωσης της τάξης του 90% είναι 1 Ηλεκτροβαλβίδα NG6 MONH ECONOMY. Ισοδύναμα, το σημείο αναπαραγγελίας είναι ίσο με το απόθεμα ασφαλείας συν την μέση ζήτηση κατά τον χρόνο αναπλήρωσης (μία εβδομάδα):

$$ROP = ss + M = 1 + 0 = 1 \text{ Ηλεκτροβαλβίδα NG6 MONH ECONOMY.}$$

Άρα, υποβάλλεται παραγγελία, μόλις το επίπεδο αποθέματος για το συγκεκριμένο προϊόν φτάσει τα 1 τεμάχια.

Για το Σωληνάκι Λαδιού R2 1/2 έχουμε:

Δεδομένα

Μέση ζήτηση ανά εβδομάδα $\mu = 20$

Τυπική απόκλιση εβδομαδιαίας ζήτησης $\sigma_R = 5$

Μέσος χρόνος αναπλήρωσης $L = 1$ εβδομάδα

Ποσότητα παραγγελίας $Q = 80$

α) Επειδή η ζήτηση είναι ανεξάρτητη, υπολογίζεται ότι η ζήτηση κατά τον χρόνο αναπλήρωσης ακολουθεί κανονική κατανομή με μέσο M και τυπική απόκλιση Σ , όπου:

$$M = \mu * L = 20 * 1 = 20 \text{ και } \Sigma = \sqrt{L * \sigma_R} = \sqrt{1 * 5} = 5$$

Από τους τύπους $ss = F^{-1}(CSL) * \Sigma$ & $F^{-1}(p) = \text{NORMSINV}(p)$ έχουμε:

$$ss = F^{-1}(CSL) * \Sigma = \text{NORMSINV}(CSL) * \Sigma = \text{NORMSINV}(0,9) * 5 = 1,28 * 5 = 6,4$$

Συνεπώς, τα απαιτούμενα αποθέματα ασφαλείας για την επίτευξη επιπέδου εξυπηρέτησης ανά κύκλο αναπλήρωσης της τάξης του 90% είναι 6 Σωληνάκια Λαδιού R2 1/2. Ισοδύναμα, το σημείο αναπαραγγελίας είναι ίσο με το απόθεμα ασφαλείας συν την μέση ζήτηση κατά τον χρόνο αναπλήρωσης (μία εβδομάδα):

$$ROP = ss + M = 6 + 20 = 26 \text{ Σωληνάκια Λαδιού R2 1/2.}$$

Άρα, υποβάλλεται παραγγελία, μόλις το επίπεδο αποθέματος για το συγκεκριμένο προϊόν φτάσει τα 26 τεμάχια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Αρχικά, πραγματοποιήσαμε Ανάλυση ABC στα είδη της αποθήκης της επιχείρησης, που μελετάμε. Έτσι, καταφέραμε να βρούμε ποια είδη είναι τα πιο σημαντικά για την επιχείρηση, που της δίνουν την μεγαλύτερη αξία των πωλήσεων τους. Ταξινομήσαμε 12.527 είδη – προϊόντα, που έχει στην αποθήκη της η επιχείρηση. Από αυτά τα 1.217 είδη ανήκουν στην Α κατηγορία, τα 2.219 είδη ανήκουν στην Β κατηγορία και τα υπόλοιπα 9.091 είδη ανήκουν στην C κατηγορία. Είναι αξιοσημείωτο ότι στην Α κατηγορία ανήκει το 9,7% των ειδών της επιχείρησης, στην Β' κατηγορία 17,7%, και στην C κατηγορία 72,6%. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να επισημάνουμε πως στην C κατηγορία υπάρχουν 1.240 κωδικοί, οι οποίοι δεν κινήθηκαν καθόλου στο διάστημα, που μελετάμε. Η επιχείρηση θα πρέπει να μελετήσει τους κωδικούς αυτούς και να λάβει σημαντικές αποφάσεις για το τι θα κάνει με τα συγκεκριμένα είδη, καθώς και την στρατηγική, που θα ακολουθήσει.

Στην συνέχεια προχωρήσαμε στις προβλέψεις ζήτησης. Επιλέξαμε να μελετήσουμε τα πέντε πιο επικερδή είδη της επιχείρησης, τα οποία εντοπίσαμε με την βοήθεια της ABC ανάλυσης, που κάναμε. Τα είδη αυτά είναι:

1. Έμβολο DFPI-100-200-ND2P-C1V-NB3P-A
2. Λάδι ISO 68 20lit LUKOIL
3. Ηλεκτροβαλβίδα NG6 MONH ECONOMY
4. Σωληνάκι Λαδιού R2 3/8
5. Σωληνάκι Λαδιού R2 ½

Στην συνέχεια χρησιμοποιήσαμε το είδος Σωληνάκι Λαδιού R2 3/8 και κάναμε πρόβλεψη ζήτησης με την μέθοδο του απλού κινούμενου μέσου, με κινούμενο μέσο $k=2$, $k=3$, $k=4$ και $k=5$. Συγκρίνοντας, τις 4 περιπτώσεις, η μέθοδος του απλού κινούμενου μέσου 5 περιόδων, μας έδωσε πιο αξιόπιστα αποτελέσματα σε σχέση με τον κινούμενο μέσο 2, 3 & 4 περιόδων. Αυτό το συμπεράναμε, διότι όλοι οι δείκτες εγκυρότητας και αξιοπιστίας στην περίπτωση του $k=5$ είναι μικρότεροι σε σχέση με την περίπτωση των υπόλοιπων κινούμενων μέσων, οπότε καλύτεροι. Συγκεκριμένα, το μέσο σφάλμα με $k=3$ είναι

-19,22 > -42,71, που είναι όταν $k=5$, μέσο απόλυτο σφάλμα με $k=3$ είναι 67,6 > 57,57, που είναι όταν $k=5$, μέσο τετράγωνο σφάλματος με $k=3$ είναι 5.809,6 > 5.317,2 που είναι όταν $k=5$, και η Στατιστική U του Theil σφάλματος με $k=3$ είναι 1,6 > 0,33 που

είναι όταν $k=5$. Με τον ίδιο τρόπο προχωρήσαμε στην σύγκριση των αποτελεσμάτων και των υπολοίπων περιπτώσεων, δηλαδή όπου $k=2$ & $k=4$ και καταλήξαμε πως για $k=5$ λαμβάνουμε τα πιο έγκυρα αποτελέσματα.

Στην συνέχεια, για το ίδιο είδος πραγματοποιήσαμε πρόβλεψη ζήτησης με την μέθοδο της απλής εκθετικής εξομάλυνσης, με σκοπό να εξετάσουμε ποια από τις δύο μεθόδους ανταποκρίνεται καλύτερα στα δεδομένα μας, ώστε να την χρησιμοποιήσουμε και στα υπόλοιπα 4 είδη, που μελετάμε. Με την μέθοδο της απλής εκθετικής εξομάλυνσης, θέσαμε ως σταθερά εξομάλυνσης $\alpha=0,2$ και $\alpha=0,5$ για να προχωρήσουμε στις προβλέψεις μας. Στην συνέχεια βρήκαμε την βέλτιστη τιμή του α , με την βοήθεια συναρτήσεων στο excel και παραθέσαμε τα αποτελέσματα στον σχετικό πίνακα. Καταλήξαμε στο συμπέρασμα, πως όταν η τιμή της παραμέτρου α λαμβάνει την τιμή 0,2, έχουμε τα καλύτερα και, επομένως, εγκυρότερα αποτελέσματα. Οι δείκτες εγκυρότητας και αξιοπιστίας της μεθόδου της απλής εκθετικής εξομάλυνσης για $\alpha=0,2$ συγκρινόμενοι με τους δείκτες εγκυρότητας και αξιοπιστίας της μεθόδου του απλού κινούμενου μέσου με μέσο $k=5$, ήταν χειρότεροι. Οπότε, θεωρούμε πως η μέθοδος η οποία μας δίνει τα πιο αξιόπιστα αποτελέσματα είναι αυτή του απλού κινούμενου μέσου πέντε περιόδων και με αυτή την μέθοδο θα συνεχίσουμε τις προβλέψεις ζήτησης για τα υπόλοιπα τέσσερα είδη. Συνοπτικά, η πρόβλεψη ζήτησης για τα υπό εξέταση προϊόντα είναι:

1. Έμβολο DFPI-100-200-ND2P-C1V-NB3P-A – πρόβλεψη ζήτησης = 0 τμχ
2. Λάδι ISO 68 20lit LUKOIL – πρόβλεψη ζήτησης = 19 τμχ
3. Ηλεκτροβαλβίδα NG6 MONH ECONOMY – πρόβλεψη ζήτησης = 1 τμχ
4. Σωληνάκι Λαδιού R2 3/8 – πρόβλεψη ζήτησης = 78 τμχ
5. Σωληνάκι Λαδιού R2 1/2 – πρόβλεψη ζήτησης = 82 τμχ

Στην συνέχεια προσδιορίσαμε το απόθεμα ασφαλείας, που θα πρέπει να διατηρεί η επιχείρηση για τα πέντε είδη, που μελετάμε, θεωρώντας ως μέση ζήτηση την μέση πρόβλεψη της ζήτησης, σύμφωνα με την πρόβλεψη της ζήτησης, που βρήκαμε παραπάνω. Έτσι, για τα είδη, έχουμε:

1. Έμβολο DFPI-100-200-ND2P-C1V-NB3P-A – $ss = 2$ τμχ
2. Λάδι ISO 68 20lit LUKOIL – πρόβλεψη ζήτησης = 25 τμχ
3. Ηλεκτροβαλβίδα NG6 MONH ECONOMY – πρόβλεψη ζήτησης = 3 τμχ
4. Σωληνάκι Λαδιού R2 3/8 – πρόβλεψη ζήτησης = 60 τμχ
5. Σωληνάκι Λαδιού R2 1/2 – πρόβλεψη ζήτησης = 60 τμχ

Στην παραπάνω περίπτωση, προσδιορισμού του αποθέματος ασφαλείας, γνωρίζαμε το σημείο αναπαραγγελίας (δεδομένο από την επιχείρηση) και προσδιορίσαμε το απόθεμα ασφαλείας.

Στην συνέχεια, προσδιορίσαμε το επίπεδο εξυπηρέτησης, ανά είδος, όπου έχουμε:

1. Έμβολο DFPI-100-200-ND2P-C1V-NB3P-A – επίπεδο εξυπηρέτησης = 84%
2. Λάδι ISO 68 20lit LUKOIL – πρόβλεψη ζήτησης = 99 %
3. Ηλεκτροβαλβίδα NG6 MONH ECONOMY – πρόβλεψη ζήτησης = 98 %
4. Σωληνάκι Λαδιού R2 3/8 – επίπεδο εξυπηρέτησης = 92%
5. Σωληνάκι Λαδιού R2 ½ – πρόβλεψη ζήτησης = 99 %

Γενικά, η επιχείρηση παρέχει ένα υψηλό επίπεδο εξυπηρέτησης στους πελάτες της και γι' αυτό διαθέτει και πολύ υψηλά επίπεδα αποθεμάτων. Συγκεκριμένα, το επίπεδο εξυπηρέτησης είναι άνω του 90% για τα τέσσερα είδη και άνω του 80% για το ένα είδος, από τα είδη που μελετάμε.

Επειδή, όμως στόχος της είναι η παροχή υψηλού επιπέδου εξυπηρέτησης, προκειμένου να μην χάνει πελάτες, υπολογίσαμε ποιο θα πρέπει να είναι σημείο αναπαραγγελίας για τα υπό εξέταση είδη, ώστε να επιτευχθεί επίπεδο εξυπηρέτησης 90% και καταλήξαμε στα παρακάτω:

1. Έμβολο DFPI-100-200-ND2P-C1V-NB3P-A – ROP = 1 τμχ
2. Λάδι ISO 68 20lit LUKOIL – ROP = 4 τμχ
3. Ηλεκτροβαλβίδα NG6 MONH ECONOMY – ROP = 1 τμχ
4. Σωληνάκι Λαδιού R2 3/8 – ROP = 49 τμχ
5. Σωληνάκι Λαδιού R2 ½ – ROP = 11 τμχ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι ζωτικής σημασίας για κάθε επιχείρηση. Κάποιες επιχειρήσεις έχουν καταφέρει να μειώσουν τόσο πολύ τα κόστη τους, οπότε ανακάλυψαν πως το επόμενο βήμα για την βελτιστοποίηση της κερδοφορίας τους και την αύξηση του μεριδίου της αγοράς τους είναι η κατάλληλη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, με στόχο την μεγιστοποίηση της αποτελεσματικότητας της. Σε κάθε εφοδιαστική αλυσίδα υπάρχουν «κρυμμένες» πολλές δαπάνες, οι οποίες θα μπορούσαν να περικοπούν (όπως πχ. αποθήκευση, μετακινήσεις κτλ) με σκοπό την ελαχιστοποίηση του κόστους και την αύξηση των κερδών.

Επίσης, τα αποθέματα είναι εξίσου σημαντικά για την επιχείρηση, διότι η διατήρησή τους δεσμεύει κεφάλαια, αυξάνοντας τα κόστη της επιχείρησης. Οι επιχειρήσεις έρχονται αντιμέτωπες με το πρόβλημα του ελέγχου και της διαχείρισης των αποθεμάτων, διότι θα πρέπει να πραγματοποιείται με τέτοιο τρόπο, ώστε να εξασφαλίζονται για την επιχείρηση τα μεγαλύτερα δυνατά κέρδη. Η σωστή διαχείριση των αποθεμάτων είναι πολύ σημαντική για την εύρυθμη λειτουργία της επιχείρησης και την άμεση εξυπηρέτηση των πελατών της. Η διατήρηση, όμως, πολύ υψηλών επιπέδων αποθεμάτων ελλοχεύει και πολλούς κινδύνους (δεσμευμένα κεφάλαια, απώλεια τόκων, υψηλό κόστος αποθήκευσης, αύξηση των δεσμευμένων αποθηκευτικών χώρων κτλ). Οπότε, η επιχείρηση θα πρέπει να βρει την χρυσή τομή για την αποτελεσματική διαχείρισή τους.

Τα αποθέματα ασφαλείας, που διατηρεί η επιχείρηση, λειτουργούν σαν δικλείδα ασφαλείας σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Μπορεί να βελτιώσουν την διαθεσιμότητα, αλλά και να αυξήσουν τα κόστη αν τα επίπεδα τους δεν είναι κατάλληλα. Η επιχείρηση θα πρέπει να διατηρεί τα ελάχιστα αποθέματα ασφαλείας, εξασφαλίζοντας, όμως, την συνεχή διαθεσιμότητα των προϊόντων της.

Η ανάλυση ABC είναι ένα σημαντικό εργαλείο για την αποθήκη κάθε επιχείρησης, διότι δίνει μία σαφή εικόνα στην επιχείρηση από ποια προϊόντα πηγάζουν τα περισσότερα κέρδη, όπως, επίσης, και ποια προϊόντα δεν συμβάλλουν τόσο πολύ στα κέρδη της επιχείρησης. Σημαντικό, όμως είναι το γεγονός ότι η επιχείρηση με την ταξινόμηση, που κάνει παρατηρεί ποιοι κωδικοί δεν κινούνται καθόλου και το σημαντικότερο είναι να μελετήσει τους κωδικούς αυτούς, οι οποίοι της κοστίζουν και δεν της αποδίδουν κέρδη. Θα πρέπει να μελετήσει, γιατί οι κωδικοί αυτοί δεν

κινούνται (πιθανή απαρχαίωση των ανταλλακτικών) και τι στρατηγική θα ακολουθήσει για τα είδη αυτά (απόσυρση, διατήρηση κτλ). Οι προβλέψεις ζήτησης, βασιζόμενες σε προηγούμενα δεδομένα είναι εξίσου σημαντικές για την επιχείρηση, διότι μπορεί να προγραμματίσει καλύτερα την οργάνωσή της τόσο σε επίπεδο αγορών, όσο και σε επίπεδο αποθεμάτων. Τέλος, ο προσδιορισμός του κατάλληλου επιπέδου των αποθεμάτων της επιχείρησης – προσδιορισμός αποθέματος ασφαλείας είναι κάτι, που απασχολεί όλες τις επιχειρήσεις, διότι αφενός επιθυμούν να διατηρούν αποθέματα για λόγους άμεσης εξυπηρέτησης των πελατών τους, αλλά αφετέρου δεν θα πρέπει να διατηρούν υπερβολικά μεγάλα επίπεδα αποθεμάτων, διότι αυτό κρύβει πολλά κόστη για την επιχείρηση και δεσμεύει κεφάλαια. Με τον προσδιορισμό του επιπέδου των αποθεμάτων ασφαλείας, η επιχείρηση βρίσκει την χρυσή τομή, που χρειάζεται και την ισορροπία, ώστε να μην διατηρεί υπερβολικά μεγάλη ποσότητα αποθεμάτων κάθε είδους, αλλά να διατηρεί αποθέματα κατάλληλου επιπέδου, ώστε να μπορεί να ανταπεξέρχεται στην ζήτηση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Σιφινιώτης Κ. (1997). *Logistic Management Θεωρία και πράξη* , Αθήνα: εκδόσεις Παπαζήση.
2. Βιδάλης Μ. (2017). *Εφοδιαστική (Logistics): Μία ποσοτική προσέγγιση* , 2η έκδοση , εκδότης:Κλειδάριθμος
3. Cox, J.F. and Blackstone, J.H. eds. (2002). *APICS dictionary*. APICS Educational Society for Resource Management.
4. Prasad, K. & Kolla, S. (2014). Multi Criteria ABC analysis using artificial –intelligence-based classification techniques–case study of a pharmaceutical company, *International Journal of Innovative Research in Engineering & Multidisciplinary Physical Sciences*, 2(3),35-40.
5. Ravinder, Handanhal, and Ram B. Misra. 2014. *ABC Analysis for Inventory Management: Bridging the Gap between Research and Classroom* , *American Journal of Business Education* ,7 (3),257–64.
6. C.D.J. Waters (1992), *Inventory Control and Management*, Willey
7. Δεδομένα, που αντλήθηκαν από το ERP Soft One, της επιχείρησης εμπορίας ανταλλακτικών, που μελετάμε.
8. Chopra S., Meindl P., *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation*, Prentice Hall, New Jersey 2001, σελ 68
9. Δημητριάδης Σ., Μιχιώτης Α. (2007).Διοίκηση παραγωγικών συστημάτων. Βασικές θεωρητικές αρχές και εφαρμογές στη λήψη επιχειρηματικών αποφάσεων, εκδότης : Κριτική .
10. Chopra Sunil, Meindl Peter (2014), *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*, Pearson 6th edition
11. https://www.ijite.com/citations/IJITE_1401518.pdf
12. <https://dione.lib.unipi.gr/xmlui/bitstream/handle/unipi/12114/%CE%95%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
13. <https://braining.gr/blog/%CE%BF-%CE%BA%CE%B1%CE%BD%CF%8C%CE%BD%CE%B1%CF%82-pareto-80-20-%CF%80%CF%89%CF%82-%CF%80%CE%B5%CF%84%CF%85%CF%87%CE%B1%CE%AF%CE%BD%CF%89->

[illegible]