



Πανεπιστήμιο Πειραιώς – Τμήμα Πληροφορικής
 Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
 «Προηγμένα Συστήματα Πληροφορικής»

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Τίτλος Διατριβής	«Διαδικασία Διατήρησης Αποθέματος- Συστημική Προσέγγιση, Χρήση και Ανάπτυξη πληροφοριακών Συστημάτων σε Πραγματική Περίπτωση Χρήσης για τη Βέλτιστη Λήψη Αποφάσεων.» “Inventory Management- Systemic Approach Along with Software Development in Real Use Case for Optimal Decision Making.”
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	Μιχαήλ Θεοδωράκης
Πατρώνυμο	Κυριάκος
Αριθμός Μητρώου	ΜΠΣΠ/ 17024
Επιβλέπων	Γεώργιος Τσιχριντζής, Καθηγητής

Ημερομηνία Παράδοσης **Οκτώβριος 2020**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

(υπογραφή)

Γεώργιος Τσιχριντζής
Καθηγητής

(υπογραφή)

Ευθύμιος Αλέπης
Αναπληρωτής Καθηγητής

(υπογραφή)

Διονύσιος Σωτηρόπουλος
Επίκουρος Καθηγητής

Περιεχόμενα

• Abstract.....	σελ.4
• Περίληψη.....	σελ.5
• Ευχαριστίες.....	σελ.6
• <u>1.Εισαγωγή</u>	σελ.7
• 1.1 Η έννοια της Διαχείρισης της Εφοδιαστικής Αλυσίδας.....	σελ.8
• 1.2 Ιστορική Αναδρομή.....	σελ.8
• 1.3 Οι Σύγχρονες Ανάγκες.....	σελ.8
• 1.4 Δραστηριότητες που Περιλαμβάνονται στη Διαδικασία Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας.....	σελ.9
• 1.5 Διαχείριση Αποθεμάτων.....	σελ.9
• 1.6 Το Πρόβλημα Διαχείρισης Αποθεμάτων.....	σελ.10
• 1.7 Οργανόγραμμα ΑΦΟΙ Μαντούβαλοι Α.Ε.....	σελ.10
• <u>2.DCSYM</u>	σελ.12
• 2.1 Εφαρμογή της Μεθοδολογίας στον Οργανισμό.....	σελ.13
• 2.2 Ροές Επικοινωνίας.....	σελ.16
• 2.3 Ροές Ελέγχου.....	σελ.17
• 2.4 Πίνακας Επικοινωνιών.....	σελ.19
• 2.5 Εντοπισμός Προβλήματος.....	σελ.21
• 2.6 Προτεινόμενη Λύση.....	σελ.22
• 2.7 Αποτελέσματα Εφαρμογής Προτεινόμενης Λύσης.....	σελ.26
• <u>3.Εισαγωγή στη Μοντελοποίηση Δυναμικών Συστημάτων</u>	σελ.27
• 3.1 Συστημική Δυναμική.....	σελ.27
• 3.2 Systems Thinking.....	σελ.27
• 3.3 Stock & Flow Diagrams.....	σελ.27
• 3.4 Causal Loop Diagrams.....	σελ.28
• 3.5 Μακροσκοπικό Δυναμικό Μοντέλο Εφοδιαστικής Αλυσίδας.....	σελ.29
• 3.6 Δυναμικό Μοντέλο Εταιρείας Παραγωγής.....	σελ.31
• 3.7 Δυναμικό Μοντέλο Προμηθευτικής Εταιρείας.....	σελ.32
• 3.8 Χρήση εργαλείου Forio.....	σελ.42
• 3.9 Σενάριο Α.....	σελ.42
• 3.10 Σενάριο Β.....	σελ.45
• 3.11 Σενάριο Γ.....	σελ.48
• 3.12 Μεταφορά Δυναμικού Μοντέλου σε Περιβάλλον Python.....	σελ.49
• <u>4. Κατασκευή εφαρμογής σε γλώσσα προγραμματισμού R</u>	σελ.56
• 4.1 Εργαλεία Κατασκευής.....	σελ.56
• 4.2 Παρουσίαση Λειτουργίας Εφαρμογής.....	σελ.58
• 4.3 Περίπτωση Χρήσης Α.....	σελ.59
• 4.4 Περίπτωση Χρήσης Β.....	σελ.61
• <u>5.Επίλογος</u>	σελ.63
• 5.1 Εμπόδια-Συμπεράσματα -Μελλοντική Έρευνα.....	σελ.63
• <u>6. Βιβλιογραφία</u>	σελ.64
• <u>7. Παράρτημα</u>	σελ.66

**ΔΙΡΟ****ΑΦΟΙ ΜΑΝΤΟΥΒΑΛΟΙ Α.Ε**

Με την παρακάτω επιστολή πιστοποιούμε ότι ο κύριος Θεοδωράκης Μιχαήλ έλαβε από την εταιρεία μας επίσημα στοιχεία για ακαδημαϊκή χρήση εν γνώσει της διοίκησης. Η χρήση των στοιχείων έγινε για την εφαρμογή της μεθοδολογίας DCSYM με σκοπό την επίλυση εταιρικών προβλημάτων επικοινωνίας. Επιπροσθέτως, χρησιμοποιήθηκε πιλοτικά η εφαρμογή του κύριου Θεοδωράκη στα πλαίσια της εκπόνησης της μεταπτυχιακής του διατριβής. Πιστοποιούμε ότι και στις δύο(2) περιπτώσεις τα αποτελέσματα βοήθησαν στην βελτίωση των διαδικασιών λήψης αποφάσεων της εταιρείας. Τα αριθμητικά αποτελέσματα που παρουσιάζονται στην πτυχιακή έχουν τροποποιηθεί διότι αποτελούν περιουσιακά στοιχεία της εταιρείας που δεν μπορούν να δημοσιευτούν.

Πειραιάς, Ν.Ικόνιο 14/10/20

Εκ της Διευθύνσεως

ΑΦΟΙ ΜΑΝΤΟΥΒΑΛΟΙ Α.Ε.
ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΕΣ ΠΛΟΙΩΝ
ΕΙΣΑΓΩΓΕΣ - ΕΞΑΓΩΓΕΣ
ΜΑΡΙΑΣ ΚΙΟΥΡΗ 328 - Ν. ΙΚΟΝΙΟ 188 63 ΠΕΡΑΜΑ
ΤΗΛ.: 40.09.370, 40.09.371 - FAX: 40.09.559
ΑΦΜ: 094475700 - ΔΟΥ: ΦΑΕ ΠΕΙΡΑΙΑ

Abstract

The core idea of this master thesis lies on the identification of a general problem faced by the vast majority of companies that are part of the supply chain as a whole. This particular problem is spotted on the inventory management procedures followed by the above-mentioned companies and affects directly their respective productivity levels.

It is commonly accepted that wholesalers, retailers or even production entities cannot effectively forecast demand levels. Furthermore, they cannot put in practice safety -stock or timely restocking procedures. As a result, they suffer losses deriving from overstocking or understocking situations. As we continue, we will provide insight while using systemic and general Data Analytics Tools so as to mitigate such cases.

Firstly, we will provide the hands-on example of “MADOUVALOS BROS SA” use case. We will use the DCSYM tool so as to construct the feasible systemic model of the company along with the communication and control flow that preside over its general operation. We will compare the current problematic situation with the potential one that may arise after some inventory management techniques will be conducted.

Secondly, we will use the VENSIM Simulation Software in order to describe another model put together by the interaction of variables which directly affect the stock levels like productivity and distribution etc.

Lastly, we will run through the development and use of a suggested pilot -R application that processes time-series data of orders and general transactions while is meant to forecast future demand of a product let alone the exact amount of stock needed to meet it.

Summarizing, this study provides, highly assisted by a mixture of data analytics tools, real-case analysis of optimal inventory management and general decision making.

Περίληψη

Η σύλληψη της κεντρικής ιδέας της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής προήλθε από την αναγνώριση της ευρείας ανάγκης των εταιρειών που απαρτίζουν κομμάτια της εφοδιαστικής αλυσίδας, να μπορούν να διατηρούν και να διαχειρίζονται αποδοτικότερα, τα επίπεδα των αποθεμάτων που φιλοξενούν στις αποθήκες τους.

Έχει παρατηρηθεί ότι εταιρείες που δραστηριοποιούνται στο χονδρεμπόριο ή ακόμα και στην παραγωγή προϊόντων αδυνατούν να προβλέψουν με ακρίβεια τη ζήτηση για τα προϊόντα τους, ή δεν εφαρμόζουν πρακτικές διατήρησης αποθέματος ασφαλείας και συχνά αντιμετωπίζουν προβλήματα έλλειψης ή πλεονάσματος αποθέματος. Το αποτέλεσμα συχνά είναι αυξημένα κόστη αποθήκευσης, ζημία από καταστροφή του αποθέματος (σε περίπτωση πλεονάσματος) ή διαφυγόντα κέρδη από μη ορθά εξυπηρετημένους πελάτες (σε περίπτωση ελλείμματος).

Στο πρώτο μέρος της μεταπτυχιακής διατριβής θα μελετήσουμε τη δομή μίας επιχείρησης τροφοδοσίας πλοίων ("ΑΦΟΙ ΜΑΝΤΟΥΒΑΛΟΙ ΑΕ") η οποία παίζει το ρόλο του χονδρέμπορου. Αρχικά με το εργαλείο DCSYM, θα αποτυπώσουμε την εν λόγω εταιρεία ως σύστημα μαζί με τις ροές επικοινωνίας και ελέγχου που διέπουν την λειτουργία της. Θα πραγματοποιηθεί η σύγκριση της παρούσας κατάστασης με αυτή που προτείνεται ύστερα από την εφαρμογή πρακτικών διαχείρισης αποθέματος.

Στο δεύτερο μέρος, με τη χρήση του εργαλείου VENSIM, θα περιγράψουμε ένα λειτουργικό μοντέλο το οποίο θα εξετάζει τα επίπεδα του διατηρούμενου αποθέματος της επιχείρησης σε συνάρτηση με άλλες επιχειρησιακές μεταβλητές που το επηρεάζουν άμεσα.

Στο τρίτο και τελευταίο μέρος, θα παρουσιαστεί η ανάπτυξη και η χρήση ενός εργαλείου που αξιοποιεί τεχνικές και αλγόριθμους μηχανικής μάθησης με σκοπό τον υπολογισμό ή πρόβλεψη μεγεθών όπως η ζήτηση, που συνδέονται άμεσα με την ορθή διαχείριση του αποθέματος.

Συνοπτικά, η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή αποτελεί την -σε πραγματικές καταστάσεις- ανάλυση της χρήσης ενός συνονθυλεύματος καινοτόμων εργαλείων με σκοπό τη λήψη βέλτιστων επιχειρηματικών αποφάσεων.

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Ασημακόπουλο για την ανάθεση της μεταπτυχιακής διατριβής μου καθώς και τον κ. Αντωνιάδη για την πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχε κατά την περίοδο της εκπόνησης. Και οι δύο υπήρξαν πρόσωπα αναφοράς στην πορεία μου στο αντικείμενο της συστημικής μελέτης και των πληροφοριακών συστημάτων για τη λήψη επιχειρηματικών αποφάσεων.

Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την στήριξη που μου παρέχει σε κάθε μου ακαδημαϊκό και μη βήμα.

1. Εισαγωγή

Η Διαχείριση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας (Supply Chain Management) αποτελεί ένα σχετικά νέο και πολλά υποσχόμενο τομέα της επιστήμης, με μεγάλη επίδραση στην αποτελεσματικότητα των σημερινών επιχειρήσεων και στην ευρύτερη διασφάλιση ποιοτικών διαδικασιών, στο ιδιαίτερα ανταγωνιστικό περιβάλλον της σύγχρονης επιχειρηματικότητας. Η διάδοσή της οφείλεται κατά κύριο λόγο στα ιδιαίτερα σημαντικά αποτελέσματα που επιφέρει, τόσο προς την κατεύθυνση της μείωσης του κόστους των επιχειρήσεων (διαμέσου του πληρέστερου ελέγχου των αποθεμάτων), όσο και προς την κατεύθυνση του βέλτιστου συντονισμού των διεργασιών της επιχείρησης που συνδέονται με τους προμηθευτές και τους διανομείς. Με την ολοκληρωμένη εφαρμογή της διαχείρισης αυτής ο πελάτης βρίσκει το προϊόν την κατάλληλη στιγμή, στην κατάλληλη ποιότητα και ποσότητα και στην καταλληλότερη τιμή, περιορίζοντας ουσιαστικά όλους εκείνους τους παράγοντες που αυξάνουν το κόστος του προϊόντος. Λέξεις κλειδιά στην πορεία για την επίτευξη των ανταγωνιστικών πλεονεκτημάτων είναι η προσομοίωση διαδικασιών (Simulation Procedures), οι ενέργειες προστιθέμενης αξίας (Value added activities), τα σημεία πώλησης (point of sale), η απόδοση της επένδυσης (Return Of Investment, R.O.I) κ.α. Στην εποχή της νέας τεχνολογίας, της νέας οικονομίας και της παγκοσμιοποίησης ο επιτυχής έλεγχος της εφοδιαστικής αλυσίδας, δίχως την προσεκτικά σχεδιασμένη και εφαρμοσμένη παρουσία της πληροφοριακής τεχνολογίας, αποτελεί χωρίς υπερβολή μία ουτοπία. Τα Συστήματα Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας (Supply Chain Management Systems) εμφανίζονται στα σύγχρονα επιχειρηματικά δρώμενα με διάφορες μορφές, από το σχεδιασμό της παραγωγής έως την μεταφορά του προϊόντος μέχρι τον τελικό καταναλωτή. Η πολυμορφία αυτή δημιουργεί συχνά και ίσως όχι άδικα, σύγχυση σε ένα πλήθος επιχειρήσεων οι οποίες ενώ ενδιαφέρονται να εφαρμόσουν τέτοιου είδους ολοκληρωμένες εφαρμογές τελικά ακολουθούν λανθασμένες πρακτικές υλοποίησης. Επιπλέον σημαντικά είναι και τα ερωτήματα που προκύπτουν όσο αφορά την αναγκαιότητα των SCMs ιδιαίτερα για επιχειρήσεις όπου έχουν ήδη προχωρήσει στην υλοποίηση Enterprise Resource Planning (E.R.P). Η αναγκαιότητα συνύπαρξης ενός προηγμένου SCM λογισμικού με τις υπάρχουσες εφαρμογές ενός ERP, δηλαδή η υλοποίηση του ευρέως πλέον διαδεδομένου extended ERP οφείλετε στο γεγονός ότι τα SCM λογισμικά βελτιστοποιούν και ενοποιούν το σύνολο των σχεδιαστικών λειτουργιών - διεργασιών κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας, με ένα συνεχή και ενιαίο τρόπο. Προχωρούν πέρα από τις παραδοσιακές λύσεις σχεδιασμού, όπως η Manufacturing Resource Planning (MRP) και η Distribution Resource Planning (DRP) λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη όλους τους περιορισμούς ζήτησης, δυναμικότητας και υλικών.

Παρόλο που στην ελληνική πραγματικότητα η ενημέρωση, ο σχεδιασμός και η υλοποίηση των SCMs βρίσκεται σε πολύ πρώιμο στάδιο (αποτελούν σύμφωνα με τις τελευταίες ενδείξεις τους γνωστούς αγνώστους για τη συντριπτική πλειοψηφία των επιχειρήσεων), είναι βέβαιο ότι η ευελιξία, η συνεκτικότητα και η πολυσυλλεκτικότητά τους συνιστούν τις κατευθυντήριες γραμμές και τα κύρια χαρακτηριστικά, τα οποία διασφαλίζουν την προστιθέμενη αξία τους.

1.1 Η έννοια της Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Όλα τα προϊόντα σε οποιαδήποτε μορφή και αν βρίσκονται έχουν μια συγκεκριμένη αξία καθώς για την παραγωγή τους χρειάστηκαν συγκεκριμένοι παραγωγικοί συντελεστές. Βέβαια, ένα έτοιμο τζιν παντελόνι αξίζει σαφώς περισσότερο από ότι τα υφάσματα από τα οποία αποτελείται, δηλαδή, αξίζει περισσότερο από τους παραγωγικούς συντελεστές που το αποτελούν. Θα πρέπει λοιπόν να αναγνωρίσουμε ότι το παντελόνι αυτό έχει κάποια προστιθέμενη αξία (χρησιμότητα). Συνεπώς προϊόν ονομάζουμε τη μετατροπή των παραγωγικών συντελεστών σε συνδυασμό με την προστιθέμενη αξία. Όμως δεν θα ήταν δυνατόν να υπάρχει η παραπάνω χρησιμότητα (χρησιμότητα τύπου) αν δεν υπήρχε η

χρησιμότητα κατοχής, η διαδικασία δηλαδή κατά την οποία το προϊόν αλλάζει κατοχή. Η χρησιμότητα τύπου και κατοχής βέβαια δεν είναι οι μόνες που χρειάζονται για να φτάσει το προϊόν στον τελικό του αποδεκτή καθώς πρέπει επίσης να βρίσκεται στο σωστό μέρος (χρησιμότητα τοποθεσίας) και στο σωστό χρόνο (χρησιμότητα χρόνου). Ένα προϊόν δεν έχει αξία αν δεν βρίσκεται ακριβώς όπου και όταν το χρειάζεται ο καταναλωτής (τελικός αποδέκτης). Η μελέτη όλων αυτών των ενεργειών με τις οποίες ασχολείται ο κλάδος του μάρκετινγκ αλλά και εκείνων που προσδίδουν αξία χρόνου και τόπου στο τελικό προϊόν, είναι το αντικείμενο σπουδής της επιστήμης της Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας (SCM).

1.2 Ιστορική ανάδρομη

Η ανάγκη για συνεχή εφοδιασμό και για αποθέματα εμφανίστηκε από τα αρχαία χρόνια. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ότι η εκστρατεία του Μεγάλου Αλέξανδρου προς την Ασία, θα ήταν ανέφικτη χωρίς να διαθέτει το σωστό σύστημα εφοδιασμού. Όμως οι άνθρωποι άρχισαν να ασχολούνται με τη Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας (ΔΕΑ), με την έννοια αυτή που γνωρίζουμε, από το 1900 και μετά. Με τη βοήθεια της επιστήμης του Μάρκετινγκ κατάφερε να γίνει περισσότερο αισθητή η παρουσία της στην περίοδο του Β' Παγκοσμίου Πολέμου. Η εξέλιξη αυτή ήταν το αποτέλεσμα των επιτακτικών αναγκών κατά τη διάρκεια του πόλεμου για συνεχούς ανεφοδιασμούς με τρόφιμα, πυρομαχικά καθώς και να καλύψει την οποιαδήποτε ανάγκη των στρατιωτών αλλά και συμβάλλοντας στη μαζική μεταφορά τους.

Όμως με την ανάπτυξη των υπολογιστών και τις νέες δυνατότητες που μας προσέφεραν, εξελίχθηκαν νέα μοντέλα διαχείρισης που βοήθησαν στην επιβεβαίωση ή και στην απόρριψη των ήδη υπαρχόντων. Τη δεκαετία του '50 τα πρώτα προγράμματα λογισμικού που υποστηρίζουν τη ΔΕΑ έκαναν την εμφάνισή τους στην αγορά.

Πάντως οι πρώτες επιστημονικές μελέτες πάνω στο θέμα της ΔΕΑ εμφανίζονται τη δεκαετία του '60 με τα πρώτα βιβλία, άρθρα αλλά και περιοδικά, ενώ γίνονται και αναφορές της ως μέρος του συνολικού κόστους λειτουργίας μιας επιχείρησης.

Με την πάροδο του χρόνου και με το ξεκίνημα της επόμενης δεκαετίας (δεκαετία του '70) συμβαδίζοντας με την ανάπτυξη της βιομηχανίας των μεταφορών, η ΔΕΑ επηρεασμένη από τη βιομηχανία αυτή, κατάφερε συγχρόνως να την επηρεάσει και η ίδια. Καθώς όμως οι αγορές ωριμάζαν και αυξανόταν ο ανταγωνισμός, η χρησιμοποίηση της ΔΕΑ αποκτούσε περισσότερους οπαδούς και υποστηρικτές λόγω της σίγουρης επιτυχίας που πρόσφερε.

Μετά το 1980 ο ρυθμός δημιουργίας και εξάπλωσης των πολυεθνικών επιχειρήσεων αλλά και η διεθνοποίηση των αγορών εντείνεται ραγδαία. Όμως η διεθνοποίηση των αγορών ήταν κάτι το λογικό καθώς οι πολυεθνικές αναζητούσαν φθηνά εργατικά χέρια αλλά και φθηνές πρώτες ύλες ώστε να μειώσουν το κόστος και να αυξήσουν τα κέρδη. Η πραγματική όμως επανάσταση στην έρευνα για τη Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας εμφανίστηκε μέσα στην επόμενη δεκαετία (1980-1990) όπου η ανάπτυξη της τεχνολογίας (με την εμφάνιση των προσωπικών υπολογιστών - PC), επέτρεψε την πιο αποτελεσματική αλλά και αποδοτική εφαρμογή της μέσα από την ολοένα καλύτερη διαχείριση της πληροφορίας.

1.3 Οι σύγχρονες ανάγκες

Η ανάγκη που κυριαρχεί στις μέρες μας στις επιχειρήσεις ώστε να αποκτήσουν πλεονέκτημα απέναντι στους αντίπαλους-ανταγωνιστές τους και να καταφέρουν να τους ξεπεράσουν, είναι ουσιαστικά ο βασικότερος λόγος που η στρατηγική της ΔΕΑ κερδίζει ολοένα και περισσότερο έδαφος. Έχοντας ήδη κάνει σημαντικά βήματα τόσο σε ακαδημαϊκό επίπεδο αλλά και σε επίπεδο εφαρμογών, στην καθημερινή πρακτική, η στρατηγική της Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας ουσιαστικά δημιουργεί της προϋπόθεσης ώστε να βελτιωθεί η θέση της επιχείρησης

σε σχέση με αυτήν των ανταγωνιστών της (Kenchi Homage 1987). Σύμφωνα με τους ακαδημαϊκούς στρατηγικής, Johnson και Scholes(1999), η έννοια της στρατηγικής δεν γίνεται να οριστεί τόσο εύκολα, αφού αποτελεί όρο που βασίζεται πιο πολύ στην ικανότητα αυτού που την εφαρμόζει και ο καθένας μπορεί να την ορίσει διαφορετικά. Η στρατηγική ασχολείται με αποφάσεις που επηρεάζουν την μακροχρόνια πορεία του οργανισμού (ή της επιχείρησης). Οι αποφάσεις αυτές προσπαθούν να πετύχουν συγκριτικό πλεονέκτημα για τον οργανισμό ή για την επιχείρηση σε σχέση με τον ανταγωνισμό τους, δίνοντας τους έτσι την δυνατότητα να αντιμετωπίσουν καλύτερα τυχόν προβλήματα και να μπορούν να ανταπεξέλθουν αποτελεσματικότερα στις καθημερινές τους ανάγκες. Επιπλέον, εκτός από το συγκριτικό πλεονέκτημα που προσπαθούν να πετύχουν οι αποφάσεις ασχολούνται με τα όρια ενός οργανισμού ή μιας επιχείρησης, δηλαδή ποιες κατευθύνσεις θα πρέπει να βρίσκονται στο επίκεντρο των λειτουργιών της επιχείρησης ή του οργανισμού.

1.4 Δραστηριότητες που περιλαμβάνονται στη διαδικασία διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας

Ένα σύστημα Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας προκειμένου να αναλυθεί θα πρέπει πρώτα να αναγνωριστούν οι δραστηριότητες - λειτουργίες του :

- Καθορισμός Επιθυμητού Επιπέδου Εξυπηρέτησης του Πελάτη
- Διαδικασία Παραγγελιών
- Επικοινωνίες Διανομής
- Διοίκηση Αποθεμάτων
- Πρόβλεψη Ζήτησης
- Μεταφορές
- Αποθήκευση και Φύλαξη
- Επιλογή Τοποθεσίας Χώρου Εγκαταστάσεων και Αποθήκευσης
- Διαχείριση Υλικών
- Συσκευασία
- Διαχείριση επιστροφών

Στην παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε ιδιαίτερα με τον τομέα της διαχείρισης αποθεμάτων καθώς και με αυτόν της πρόβλεψης ζήτησης μέσα σε έναν οργανισμό.

1.5 Διαχείριση αποθεμάτων

Η διαχείριση των αποθεμάτων αποτελεί μια σημαντική ευθύνη για τη διοίκηση ενός παραγωγικού συστήματος. Ως απόθεμα θεωρείται η ποσότητα οποιοδήποτε οικονομικού αγαθού, υλικού ή όχι, εισάγεται στο σύστημα και υπερβαίνει την ποσότητα του αγαθού αυτό που εξάγεται από το σύστημα. Η δημιουργία αποθεμάτων μπορεί είτε να είναι σχεδιασμένη με σκοπό να εξομαλύνει τις παρουσιαζόμενες διαφορές μεταξύ της προσφοράς και της ζήτησης του αγαθού είτε αποτέλεσμα διαφόρων παραγόντων όπως κακός προγραμματισμός ή έκτακτα φαινόμενα. Η αναγκαιότητα ύπαρξης του αποθέματος οφείλεται κυρίως στην αβεβαιότητα αναφορικά με την προσφορά και τη ζήτηση του αγαθού για την κάλυψη των εκάστοτε αναγκών.

Ο έλεγχος των αποθεμάτων (inventory control) είναι μια τεχνική με επιστημονικές βάσεις που σκοπό έχει να παρακολουθεί την αποθηκευμένη ποσότητα του αγαθού και να λαμβάνει τις σχετικές αποφάσεις όπως πότε και σε τι ποσότητα θα πρέπει να παραγγελθεί το υλικό κ.α. Ένα σύστημα διαχείρισης αποθεμάτων θεωρείται το σύνολο των κανονισμών και ελέγχων που καθορίζουν το ύψος των αποθεμάτων, πότε θα πρέπει τα αποθέματα να ανανεώνονται και πως μεγάλες θα πρέπει να είναι οι παραγγελιές. Σε ένα παραγωγικό σύστημα, τα αποθέματα διακρίνονται σε πρώτες ύλες, τελικά προϊόντα, ενδιάμεσα προϊόντα και εφόδια. Αποθέματα δημιουργούνται και στις υπηρεσίες με την έννοια των υλικών αγαθών και προμηθειών που υποστηρίζουν την υπηρεσία αυτή.

Ο βασικός σκοπός ενός συστήματος διαχείρισης αποθεμάτων είναι να καθορίζει πρώτον πότε θα πρέπει να παραγγελθούν τα αγαθά και δεύτερον πόσο μεγάλη θα πρέπει να είναι η παραγγελιά. Ορισμένες επιχειρήσεις προτιμούν να διατηρούν μακροχρόνιες σχέσεις με τους προμηθευτές τους για την ικανοποίηση των αναγκών τους για σχεδόν έναν ολόκληρο χρόνο. Στην περίπτωση αυτή ένα σύστημα διαχείρισης αποθεμάτων θα καθορίζει πότε και τι ποσότητα θα διανέμεται. Ένα αποτελεσματικό σύστημα διαχείρισης αποθεμάτων, εξοικονομεί πόρους για την επιχείρηση ελαχιστοποιώντας το κόστος.

Η έννοια του αποθέματος είναι γενική και δεν περιορίζεται στην περίπτωση των πρώτων υλών, των προϊόντων και εμπορευμάτων αλλά καλύπτει ένα ευρύ φάσμα οικονομικών φαινομένων. Ανεξάρτητα από τη γενικότητα του όρου, το πρόβλημα της διαχείρισης των αποθεμάτων είναι πολύ σημαντικό για όλες τις επιχειρήσεις καθώς τα αποθέματα τους δεσμεύουν συνήθως ένα μεγάλο ποσοστό του κεφαλαίου τους κι έχουν σημαντικό κόστος διατήρησης. Υπάρχουν κατηγορίες επιχειρήσεων όπως τα super market όπου τα αποθέματα τους καλύπτουν περίπου το 50% του ενεργητικού τους.

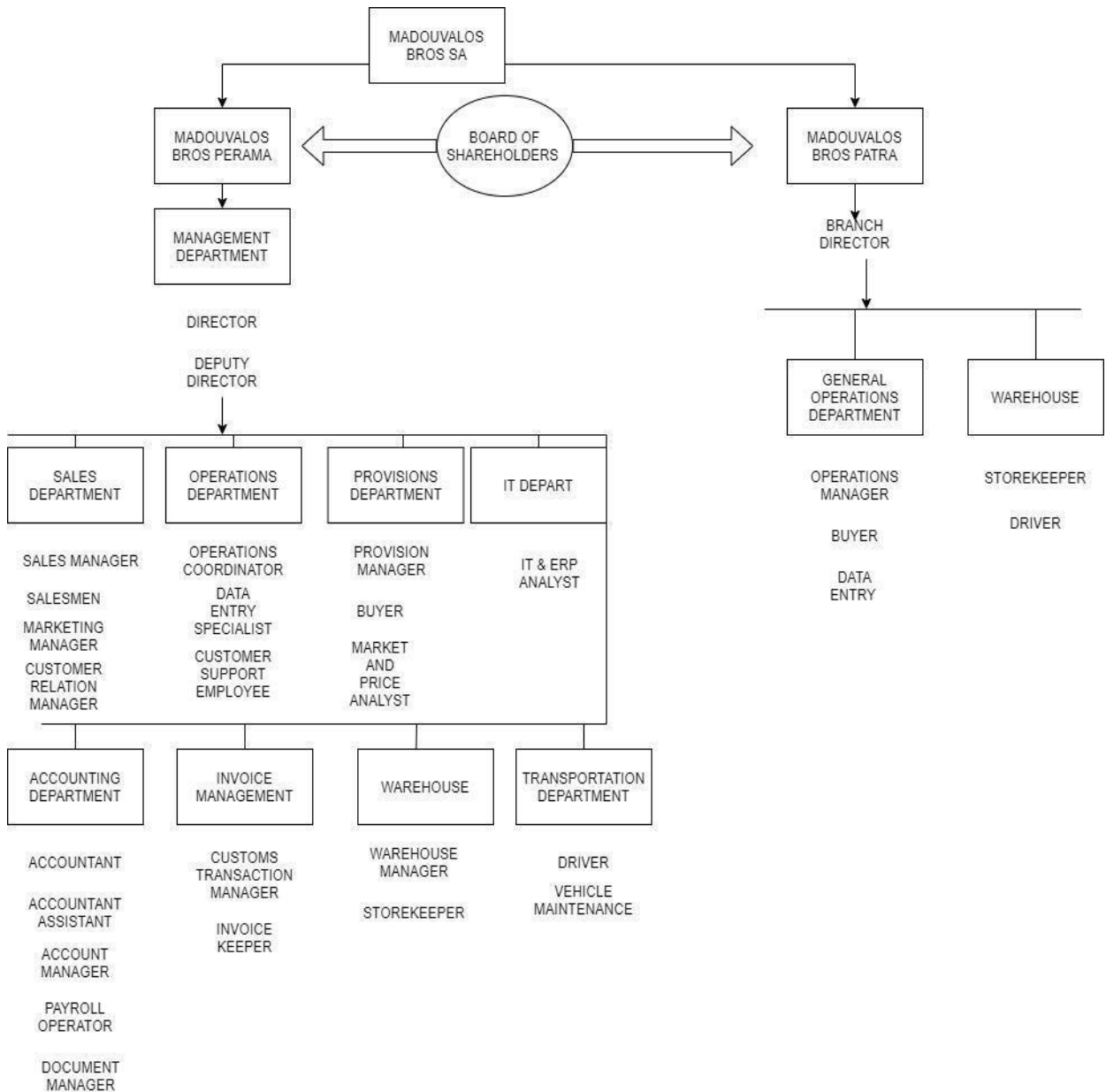
Το πρόβλημα ελέγχου των αποθεμάτων έχει απασχολήσει σε μεγάλο βαθμό ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια την βιβλιογραφία κι έχει γίνει μεγάλη προσπάθεια ανάλυσης και εμπάθυνσης του προβλήματος. Στη θεωρητική προσέγγιση του προβλήματος, έχει δημοσιευτεί πλήθος επιστημονικών μελετών, έχουν γίνει πολλές και πολύπλοκες μαθηματικές αναλύσεις κι έχουν διατυπωθεί πολλές θεωρίες και μοντέλα διαχείρισης αποθεμάτων. Όμως, από πρακτικής απόψεως, μόνο ένα μικρό μέρος των θεωριών έχουν εφαρμοστεί σε πραγματικό επιχειρησιακό περιβάλλον.

1.6 Το Πρόβλημα Διαχείρισης Αποθεμάτων

Το πρόβλημα διαχείρισης αποθεμάτων ορίζεται γενικώς ως πρόβλημα εξισορρόπησης μεταξύ του κόστους έλλειψης και του κόστους πλεονάσματος αποθέματος ενός προϊόντος. Ένας σωστός σχεδιασμός διαχείρισης αποθεμάτων αποσυνδέει το παραγωγικό σύστημα από τις διακυμάνσεις της ζήτησης και διατηρεί ομαλή ροή στην παραγωγή, ανεξάρτητη τη λειτουργία της παραγωγικής στάθμης, αυξάνει το ρυθμό παραγωγής και ελαττώνει το κόστος.

1.7 Οργανόγραμμα ΑΦΟΙ ΜΑΝΤΟΥΒΑΛΟΙ Α.Ε.

Η εταιρεία ΑΦΟΙ Μαντούβαλοι ιδρύθηκε το 1992. Κύριο αντικείμενο δραστηριοτήτων της είναι η τροφοδοσία πλοίων αλλά και ο εξοπλισμός αυτών με όλα τα απαραίτητα εργαλεία για την κάλυψη των καθημερινών λειτουργιών τους. Τα τελευταία χρόνια έχει επεκταθεί και στην τροφοδοσία ξενοδοχείων, εστιατορίων αλλά και οργανισμών δημοσίου, νοσοκομείων αλλά και στρατιωτικών μονάδων. Τη δεδομένη στιγμή, τα κεντρικά γραφεία της εταιρείας βρίσκονται το Πέραμα Πειραιά ενώ ένα υποκατάστημα λειτουργεί στην Πάτρα. Παρακάτω βλέπουμε το οργανόγραμμα της επιχείρησης όπως αυτό διαμορφώνεται κατά την περίοδο εκπόνησης της παρούσας εργασίας.



Σχ1. Οργανόγραμμα Εταιρείας

Από το παραπάνω οργανόγραμμα μπορούμε να κατανοήσουμε τη δομή της επιχείρησης. Ενδεικτικά για κάθε τμήμα έχουμε:

Τμήμα διοίκησης: Επιβλέπει τις λειτουργίες της επιχείρησης, λαμβάνει τις απαραίτητες αποφάσεις σχετικά με τις εμπορικές συμφωνίες και γενικότερα δίνει κατεύθυνση και στόχο στους εργαζομένους όλων των υπόλοιπων τμημάτων.

Τμήμα πωλήσεων: Ασχολείται με την εύρεση νέων πελατών δημοσίου ή ιδιωτικού τομέα αλλά και τη διεκπεραίωση θεμάτων με τους ήδη υπάρχοντες πελάτες. Συντονίζει επίσης τα επικοινωνιακά κανάλια και αυτά της πληροφόρησης με το εξωτερικό περιβάλλον της επιχείρησης. Είναι υπεύθυνο για την προβολή και τη διαφήμιση της εταιρείας. Τέλος, χρησιμοποιεί και ενημερώνει το CRM πρόγραμμα της εταιρείας.

Τμήμα Επιχειρήσεων: Είναι υπεύθυνο για την δημιουργία προσφορών για τους πελάτες απαντώντας στη δική τους αρχική ζήτηση. Επιπρόσθετα αναλαμβάνει και το κομμάτι της υποστήριξης πελατών για θέματα που αφορούν την κατάσταση των προϊόντων , τις επιστροφές αυτών αλλά και την αντικατάστασή τους.

Τμήμα προμηθειών: Φροντίζει να αγοραστούν τα απαραίτητα προϊόντα τα οποία μπορεί να μην υπάρχουν σε απόθεμα, διαχειρίζεται το δίκτυο προμηθευτών της εταιρείας και διεξάγει έρευνα αγοράς για την εύρεση των βέλτιστων τιμών. Τέλος ενημερώνεται σχετικά με την ύπαρξη νέων προϊόντων και αποφασίζει σχετικά με την ένταξη αυτών στο υπάρχον κωδικολόγιο του ομίλου.

Τμήμα υποστήριξης Η/Υ: Συντηρεί το hardware της εταιρείας ,το λογισμικό ERP καθώς και τις βάσεις δεδομένων . Προσφέρει αναλυτικά στοιχεία σχετικά με τις πωλήσεις και τις τιμές με βάση ιστορικά δεδομένα και συμβάλει στην καλύτερη λήψη αποφάσεων.

Τμήμα λογιστηρίου: Διαχειρίζεται τις τραπεζικές κινήσεις και υποχρεώσεις της εταιρείας, πραγματοποιεί τις ανάλογες λογιστικές εγγραφές για τη διατήρηση των βιβλίων και λειτουργεί το σύστημα μισθοδοσίας των εργαζομένων.

Τμήμα τιμολόγησης: Συγκεντρώνει ελέγχει και καταχωρεί τα τιμολόγια προμηθευτών και πελατών αντίστοιχα ενώ παράλληλα διεκπεραιώνει και τις τελωνειακές υποχρεώσεις.

Τμήμα αποθήκης: Βοηθάει στην παραλαβή, συσκευασία και αποθήκευση προϊόντων στις εγκαταστάσεις της εταιρείας. Είναι επίσης υπεύθυνο για τη συντήρηση και τον έλεγχο των χώρων ψύξης και κατάψυξης σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα.

Τμήμα κινήσεων: Δημιουργεί τη λίστα με τα δρομολόγια παραδόσεων και παραλαβών της κάθε μέρας και διασφαλίζει την καλή κατάσταση του στόλου φορτηγών καθώς και την έγκαιρη επισκευή βλαβών που προκύπτουν.

Παρακάτω θα μελετήσουμε τις ροές επικοινωνίας που διέπουν τη λειτουργία της επιχείρησης, τη δομή αυτής ως σύστημα και θα προσπαθήσουμε να λύσουμε κάποια από τα προβλήματα που παρουσιάστηκαν κατά τη μελέτη αυτή.

2. DCSYM

Η μεθοδολογία της DCSYM (Design & Control Systemic Methodology)

Η συστημική μεθοδολογία DCSYM ανήκει στην κατηγορία των μεθοδολογιών κυβερνητικής αποτύπωσης, καθώς συνιστά ένα ισχυρό εργαλείο για τη διαχείριση καταστάσεων που εμφανίζουν υψηλή πολυπλοκότητα. Βασίζεται σε έννοιες όπως: σύστημα, υποσύστημα, άτομο και επικοινωνία και χαρακτηρίζεται από τα εξής:

1. μεθοδολογία υψηλής σχεδιαστικής δεινότητας
2. μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέρος συστημικών πολυμεθοδολογιών
3. ισχυρή μαθηματική υποδομή
4. προσεγγίζει τη δομή ενός οργανισμού, προβληματικού ή μη, αντιμετωπίζοντας τον με όρους συστημικής
5. δυνατότητα αναπαράστασης, παρέμβασης και καθοδήγησης πολυάριθμων πρακτόρων μέσω του διαλεκτικού σχεδιασμού διεργασιών, δομών και διαδικασιών
6. δυνατότητα αναπαράστασης τόσο του τρόπου με τον οποίο ασκείται ο έλεγχος εντός του υπό μελέτη συστήματος, όσο και του τρόπου με τον οποίο γίνεται η διαδικασία ανατροφοδότησης των επιμέρους υποσυστημάτων του οργανισμού, καθώς και του ίδιου του συστήματος
7. μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο λήψης αποφάσεων ή ακόμη για την αναδιοργάνωση και τον έλεγχο των λειτουργιών μέσα σε έναν οργανισμό.

8. ο ερευνητής μέσω της συστημικής σκέψης, μπορεί να αποτυπώσει την υπάρχουσα κατάσταση, να ανιχνεύσει λάθη και να προβεί σε προτάσεις βελτίωσης.

9. Δεν επηρεάζεται από την υποκειμενικότητα του ερευνητή και μπορεί να φθάσει σε πλήρη ταύτιση του προβλήματος

Η διάκριση των επικοινωνιών, δηλαδή των ροών πληροφορίας μεταξύ δύο τουλάχιστον υποσυστημάτων, γίνεται με βάση τον τύπο ή το είδος τους.

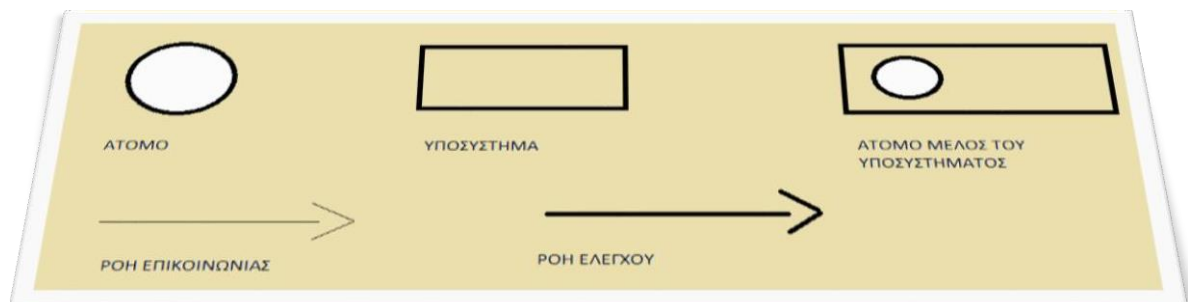
Κάθε τύπος ολοκληρώνεται με την τιμή του, η οποία είναι μία από τα γράμματα που σημαίνουν τα εξής:

- Ρ: Δυνητική πάλη (αρνητική επικοινωνία σε μία κατάσταση πάλης).
- C: Επικοινωνία (καλή επικοινωνία).
- U: Πράξη σκοπού (καλή απαραίτητη επικοινωνία).
- G: Γενική αλληλεπίδραση ή επιρροή (αλληλεπίδραση, χωρίς ιδιαίτερη πίεση στην επικοινωνία).

D: Επικοινωνία με απόκλιση (ημιτελής επικοινωνία με μοιραία απόκλιση πληροφορίας).

Δ: Επικοινωνία με σκόπιμη απόκλιση (ημιτελής απαραίτητη επικοινωνία με μοιραία απόκλιση πληροφορίας).

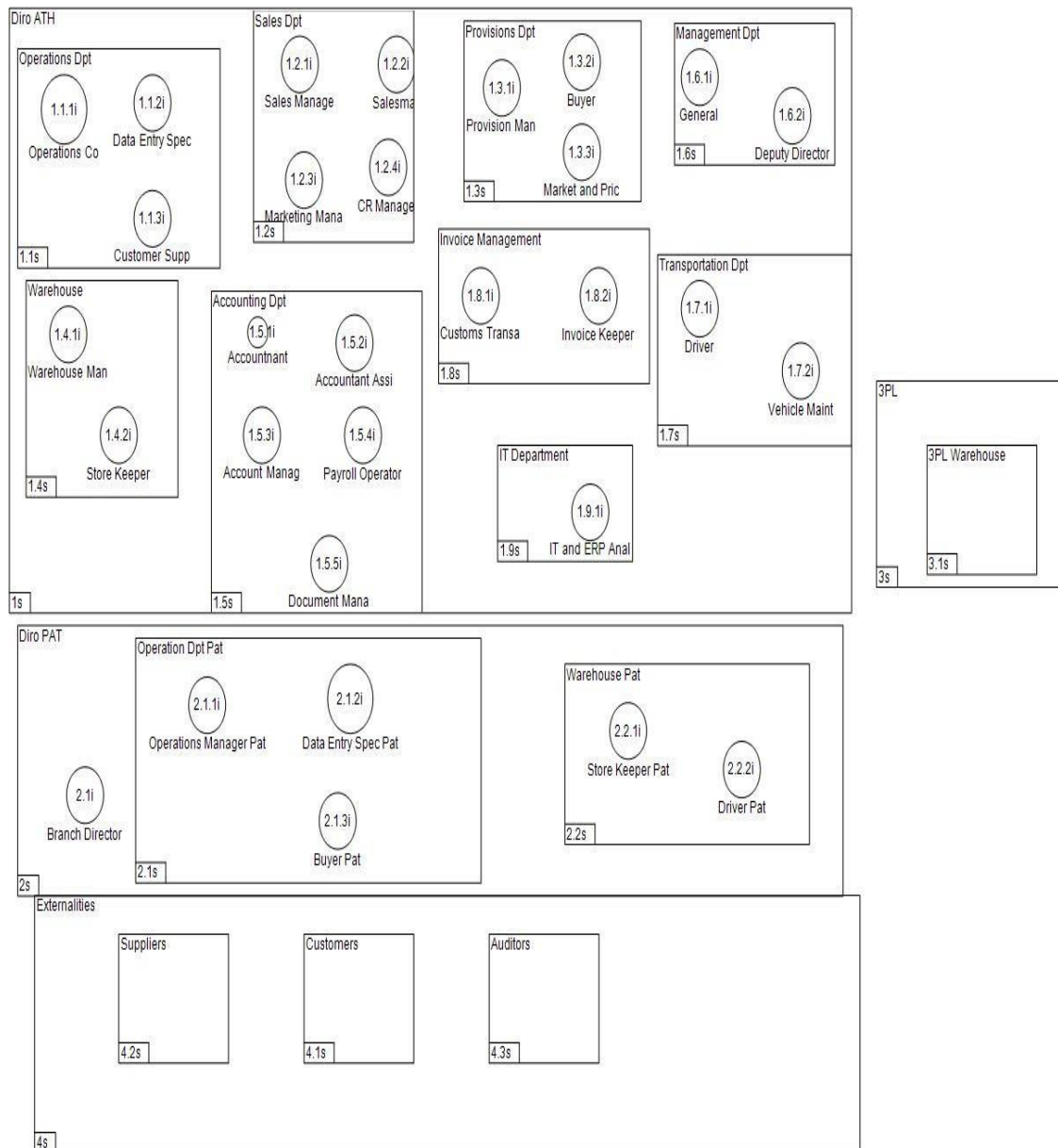
Τέλος, χρησιμοποιούνται μια σειρά από συμβολισμούς οι οποίοι αποτελούν προϊόν της συστημικής θεωρίας. Ενδεικτικά παρατίθενται οι παρακάτω



Σχ2. Σύμβολα Μεθοδολογίας DCSYM

2.1 Εφαρμογή της Μεθοδολογίας στον οργανισμό

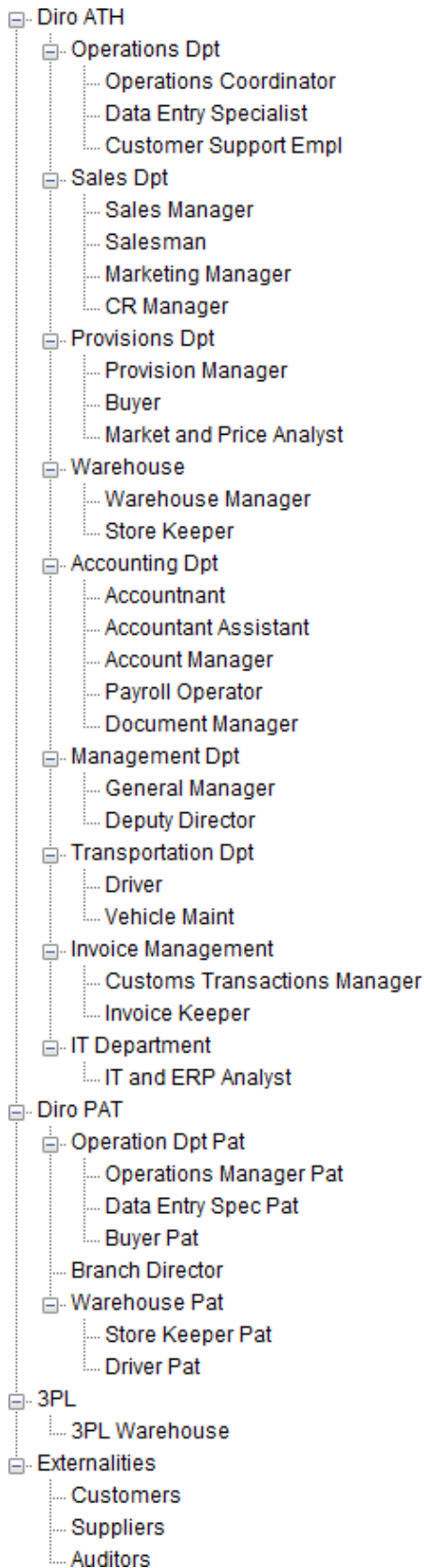
Με βάση το οργανόγραμμα που παρουσιάστηκε παραπάνω μπορούμε να σχεδιάσουμε το μοντέλο της εταιρείας το οποίο παρουσιάζεται παρακάτω.



Σχ3. Μοντέλο Επιχείρησης

Στο παραπάνω διάγραμμα απεικονίσαμε όλα τα τμήματα αλλά και τα πρόσωπα-εργαζόμενους που στελεχώνουν τα δύο υποκαταστήματα της εταιρείας, καθώς και τους εξωτερικούς παράγοντες-εμπλεκόμενους (stakeholders). Τα συστήματα 1s και 2s αποτελούν την ενεργό περιοχή του οργανισμού ενώ το σύστημα 4s αποτελεί το σύνολο των εξωτερικών παραγόντων (πελάτες, προμηθευτές και ελεγκτικές αρχές). Το σύστημα 3s το οποίο αντιπροσωπεύει μία 3PL (3rd party logistics company) εταιρεία, θα έπρεπε κανονικά να αποτελεί κομμάτι του εξωτερικού περιβάλλοντος της επιχείρησης που μελετάμε. Στη συγκεκριμένη περίπτωση το αντιμετωπίζουμε σαν μία οντότητα που επεκτείνει τον αποθηκευτικό χώρο της εταιρείας (τα προϊόντα που αποθηκεύονται στην 3PL, βρίσκονται εκεί λόγω έλλειψης χώρου των κεντρικών αποθηκών), οπότε εδώ εμφανίζεται αυτόνομα.

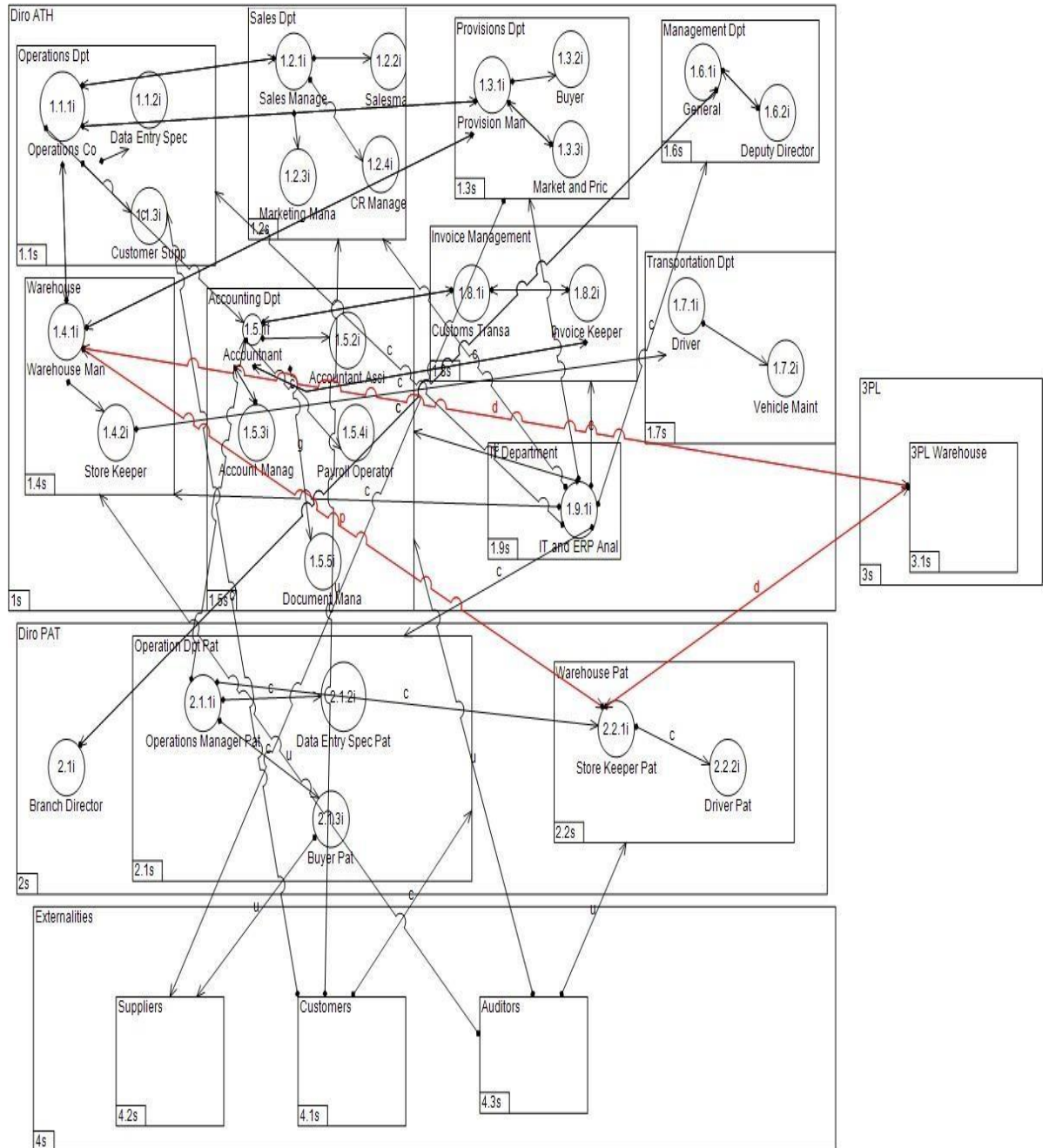
Παρακάτω μπορούμε να δούμε το σύστημα που μόλις απεικονίσαμε σε μία δενδροειδή δομή.



Σχ4. Δέντρο Επικοινωνιών

2.2 Ροές Επικοινωνίας

Στο επόμενο βήμα, θα χρησιμοποιήσουμε τις ροές επικοινωνίας της DCSYM για να απεικονίσουμε τον τρόπο με τον οποίο τα άτομα της επιχείρησης αλληλοεπιδρούν το ένα με το άλλο. Για να επιτευχθεί το εγχείρημα αυτό, όλοι οι εμπλεκόμενοι κλήθηκαν να περιγράψουν τη σχέση που έχουν με τα υπόλοιπα τμήματα και εργαζόμενους αλλά και με τα άτομα του εξωτερικού περιβάλλοντος. Μετά από την ανάλυση των αποτελεσμάτων κατασκευάσαμε τις ροές μεταξύ των εμπλεκόμενων όπως φαίνονται παρακάτω.

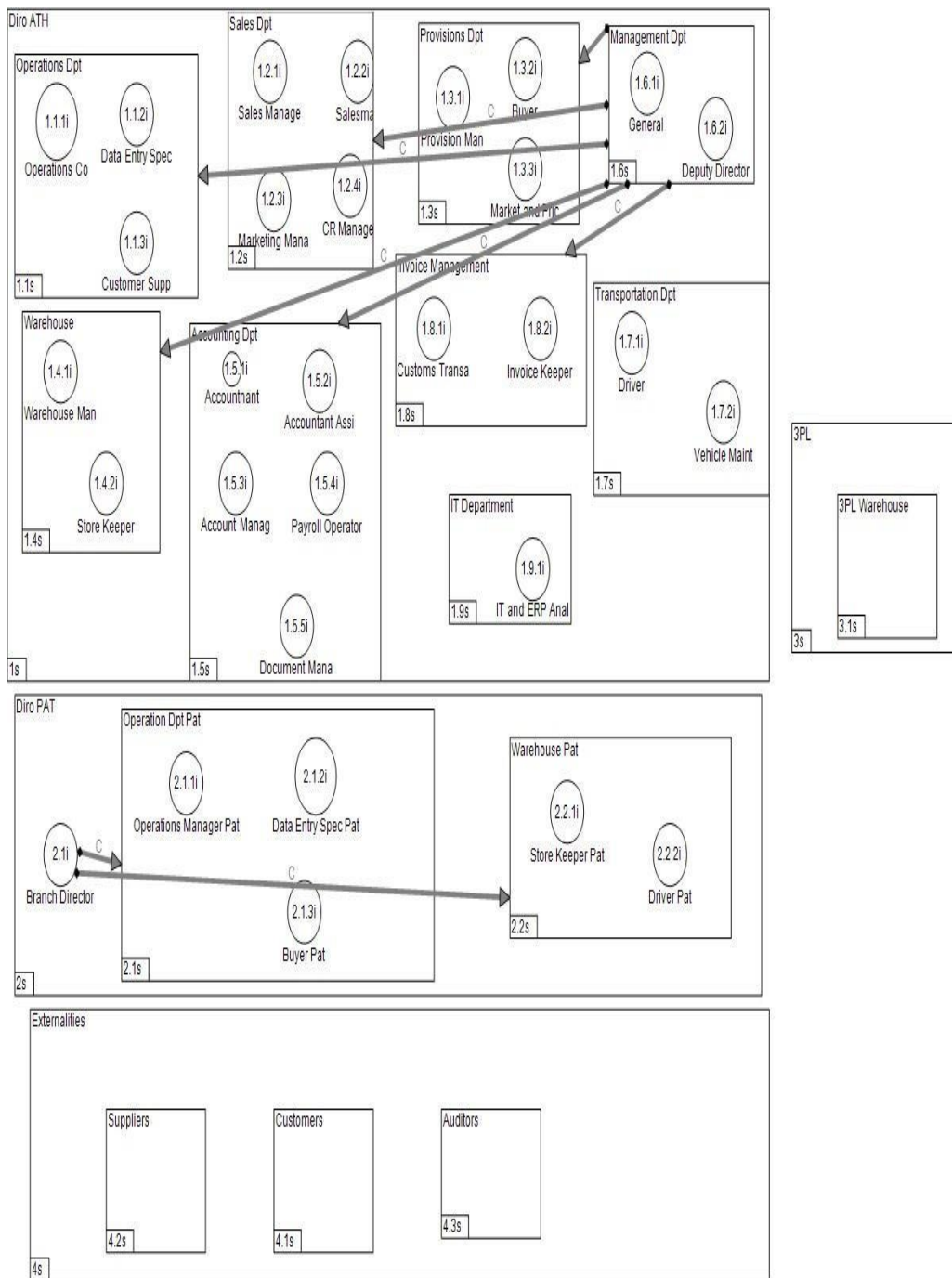


Σχ5. Ροές Επικοινωνίας

Ενδεικτικά και πάλι παρατηρούμε ότι οι διευθυντές των τμημάτων της εταιρείας επικοινωνούν με τους υφιστάμενους τους ώστε να συντονίσουν τις λειτουργίες (δίνουν κατεύθυνση) αλλά επικοινωνούν και αμφίδρομα και με τους διευθυντές των υπόλοιπων τμημάτων ώστε να υπάρχει μία συνεχής ροή πληροφορίας σε όλα τα κλιμάκια του οργανισμού. Τα μέρη του εξωτερικού περιβάλλοντος επικοινωνούν και αυτά με πρόσωπα και τμήματα τις επιχειρήσεις.

Εκτός από τις ροές επικοινωνίας υπάρχουν όμως και οι ροές ελέγχου. Το πρόσωπο που ασκεί τον έλεγχο στην εταιρεία είναι υπεύθυνο για την εύρυθμη λειτουργία όλων των τμημάτων αλλά και για τη διόρθωση λαθών και αποκλίσεων από το πλάνο επιχειρήσεων.

2.3 Ροές Ελέγχου



Σχ.6 Ροές Ελέγχου

Παρατηρούμε από το παραπάνω ότι ο έλεγχος ασκείται από το τμήμα διοίκησης στην περίπτωση των κεντρικών γραφείων και από τον διευθυντή υποκαταστήματος στην περίπτωση του branch της Πάτρας. Συνδυάζοντας αυτό το συμπέρασμα με τις ροές επικοινωνίας που είδαμε παραπάνω βλέπουμε ότι δεν υπάρχει κεντρική διοίκηση μεταξύ των δύο υποκαταστημάτων. Αντί αυτού βλέπουμε ότι οι διευθυντές ασκούν τον έλεγχο αυτόνομα και έπειτα επικοινωνούν μεταξύ τους ώστε να ενημερώνουν ο ένας τον άλλον για τα αποτελέσματα των αποφάσεών τους με σκοπό τη βελτιστοποίηση των λειτουργικών και διοικητικών διεργασιών.

2.4 Πίνακας Επικοινωνιών

Το σύνολο των επικοινωνιών μεταξύ των ατόμων της επιχείρησης καθώς και το σύνολο των ροών ελέγχου, παρατίθενται στην παρακάτω μήτρα επικοινωνιών. Εδώ μπορούμε να δούμε καθαρά τους τύπους της επικοινωνίας μεταξύ των μερών του συστήματος και να εξάγουμε συμπεράσματα που αφορούν την ποιότητα της επικοινωνίας αυτής. Επιπρόσθετα θα προσπαθήσουμε να εντοπίσουμε προβλήματα και εμπόδια που έχουν παρουσιαστεί και δυσχεραίνουν την ροή πληροφορίας μέσα στο σύστημα.

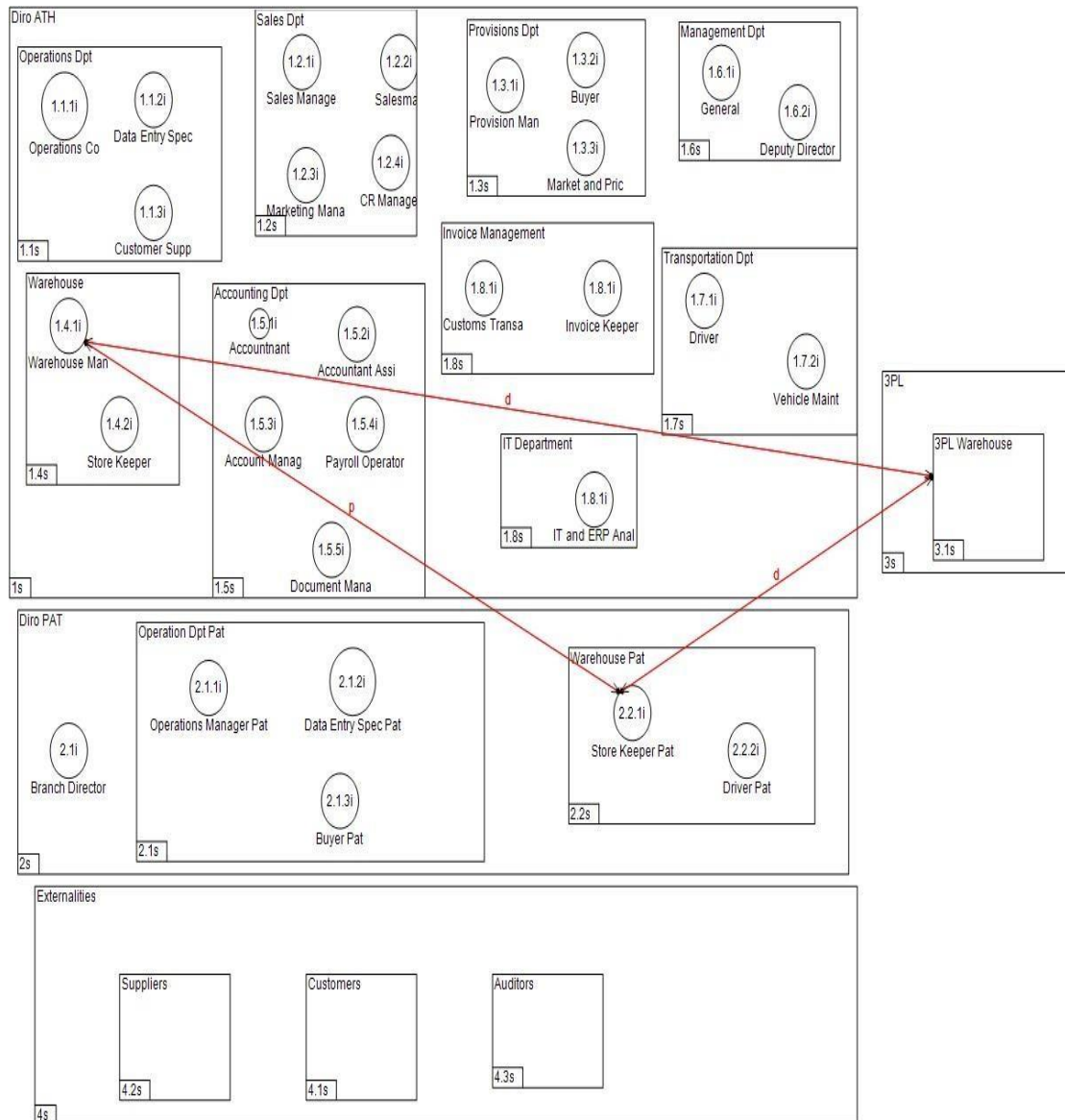
	1s	1.1s	1.1.1	1.1.2	1.1.3	1.2s	1.2.1	1.2.2	1.2.3	1.2.4	1.3s	1.3.1	1.3.2	1.3.3	1.4s	1.4.1	1.4.2	1.5s	1.5.1	1.5.2	1.5.3	1.5.4	1.5.5	1.6s	1.6.1	1.6.2	1.7s	1.7.1	1.7.2	1.8s	1.8.1	1.							
Diro ATH	1s																																						
Diro ATH Operations Dpt	1.1s																																						
Operations Dpt Operations Coordinator	1.1.1j																																						
Operations Dpt Data Entry Specialist	1.1.2i																																						
Operations Dpt Customer Support Empl	1.1.3i																																						
Diro ATH Sales Dpt	1.2s																																						
Sales Dpt Sales Manager	1.2.1j																																						
Sales Dpt Salesman	1.2.2i																																						
Sales Dpt Marketing Manager	1.2.3i																																						
Sales Dpt CR Manager	1.2.4i																																						
Diro ATH Provisions Dpt	1.3s																																						
Provisions Dpt Provision Manager	1.3.1j																																						
Provisions Dpt Buyer	1.3.2i																																						
Provisions Dpt Market and Price Analyst	1.3.3i																																						
Diro ATH Warehouse	1.4s																																						
Warehouse Warehouse Manager	1.4.1j																																						
Warehouse Store Keeper	1.4.2i																																						
Diro ATH Accounting Dpt	1.5s																																						
Accounting Dpt Accountant	1.5.1j																																						
Accounting Dpt Accountant Assistant	1.5.2i																																						
Accounting Dpt Account Manager	1.5.3i																																						
Accounting Dpt Payroll Operator	1.5.4i																																						
Accounting Dpt Document Manager	1.5.5i																																						
Diro ATH Management Dpt	1.6s																																						
Management Dpt General Manager	1.6.1j																																						
Management Dpt Deputy Director	1.6.2i																																						
Diro ATH Transportation Dpt	1.7s																																						
Transportation Dpt Driver	1.7.1j																																						
Transportation Dpt Vehicle Maint	1.7.2i																																						
Diro ATH Invoice Management	1.8s																																						
Invoice Management Customs Transactions Manager	1.8.1j																																						
Invoice Management Invoice Keeper	1.8.2i																																						
Diro ATH IT Department	1.9s																																						
IT Department IT and ERP Analyst	1.9.1j																																						
Diro PAT	2s																																						
Diro PAT Operation Dpt Pat	2.1s																																						
Diro PAT Branch Director	2.1i																																						
Operation Dpt Pat Operations Manager Pat	2.1.1j																																						
Operation Dpt Pat Data Entry Spec Pat	2.1.2i																																						
Operation Dpt Pat Buyer Pat	2.1.3i																																						
Diro PAT Warehouse Pat	2.2s																																						
Warehouse Pat Store Keeper Pat	2.2.1j																																						
Warehouse Pat Driver Pat	2.2.2i																																						
3PL	3s																																						
3PL 3PL Warehouse	3.1s																																						
Externalities	4s																																						
Externalities Customers	4.1s																																						
Externalities Suppliers	4.2s																																						
Externalities Auditors	4.3s																																						

Σχ.7 Μήτρα Επικοινωνιών

Διαδικασία Διατήρησης Αποθέματος- Συστημική Προσέγγιση, Χρήση και Ανάπτυξη πληροφοριακών Συστημάτων σε Πραγματική Περίπτωση Χρήσης για τη Βέλτιστη Λήψη Αποφάσεων

Βλέπουμε στον πίνακα ότι οι περισσότερες ροές επικοινωνίας χαρακτηρίζονται ως C(επικοινωνία-καλή επικοινωνία) και U (πράξη σκοπού-καλή επικοινωνία). Το πρόβλημα εντοπίζεται στις ροές που χαρακτηρίζονται με D(distorted communication) και P(potential conflict). Οι συγκεκριμένες ροές απομονώθηκαν και παρουσιάζονται προς εξέταση στο επόμενο διάγραμμα.

2.5 Εντοπισμός Προβλήματος



Σχ.8 Προβληματική Κατάσταση

Παρατηρήσαμε ότι οι επικοινωνίες των υπεύθυνων αποθήκης με την 3^η εταιρείας αποθήκευσης παρουσιάζουν αποκλίσεις. Αυτό συμβαίνει διότι ο κάθε υπάλληλος προσπαθεί να φέρει το απόθεμα στην δική του αποθήκη ώστε να καλύψει τη ζήτηση του δικού του υποκαταστήματος . Ο υπάλληλος της τρίτης εταιρείας δεν έχει κάποιο πλάνο σύμφωνα με το οποίο θα πρέπει να δρομολογεί το εμπόρευμα ανάμεσα στα δύο υποκαταστήματα. Αποτέλεσμα των παραπάνω

είναι συνήθως η έλλειψη αποθέματος σε ένα από τα δύο υποκαταστήματα. Η δεύτερη ροή που παρουσιάζει πρόβλημα είναι αυτή μεταξύ των δύο υπεύθυνων αποθήκης στα δύο καταστήματα. Εδώ βλέπουμε ότι εξαιτίας των σύγκρουσης συμφερόντων οδηγούμαστε σε πιθανή διένεξη μεταξύ των μερών αυτών.

Και οι τρεις ροές είναι ζημιογόνες για την εταιρεία καθώς προκαλούν :

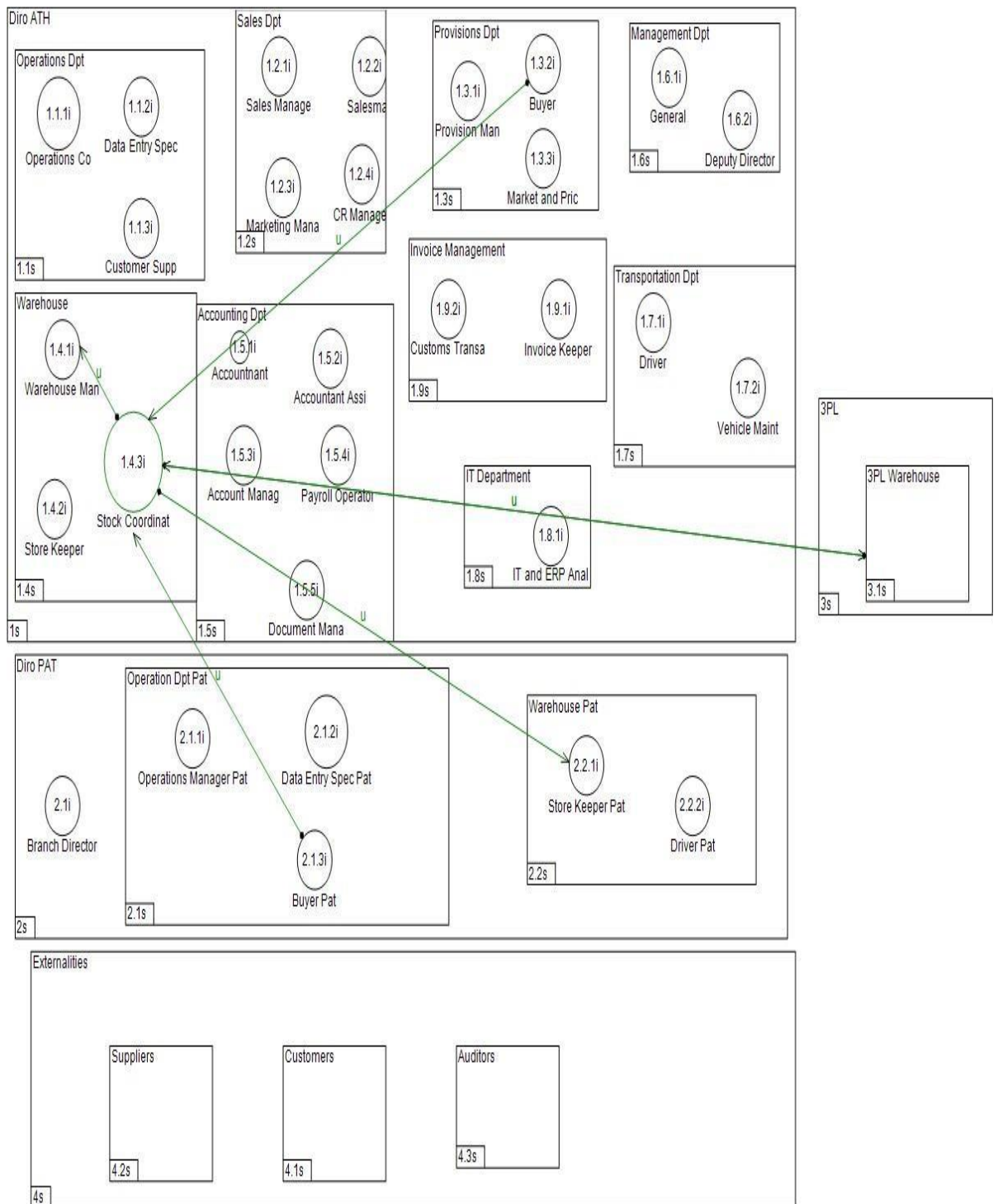
- Ένταση μεταξύ των υπαλλήλων.
- Μεγαλύτερους χρόνους ολοκλήρωσης παραγγελίας
- Μεγαλύτερα κόστη μεταφοράς.
- Ανεσφάλεια στους πελάτες σχετικά με την έγκαιρη παράδοση των προϊόντων τους.

2.6 Προτεινόμενη Λύση

Για την επίλυση του παραπάνω προβλήματος προτάθηκε η πρόσληψη ενός υπαλλήλου στη θέση του Stock Coordinator. Περιληπτικά αναφέρουμε τις αρμοδιότητες του:

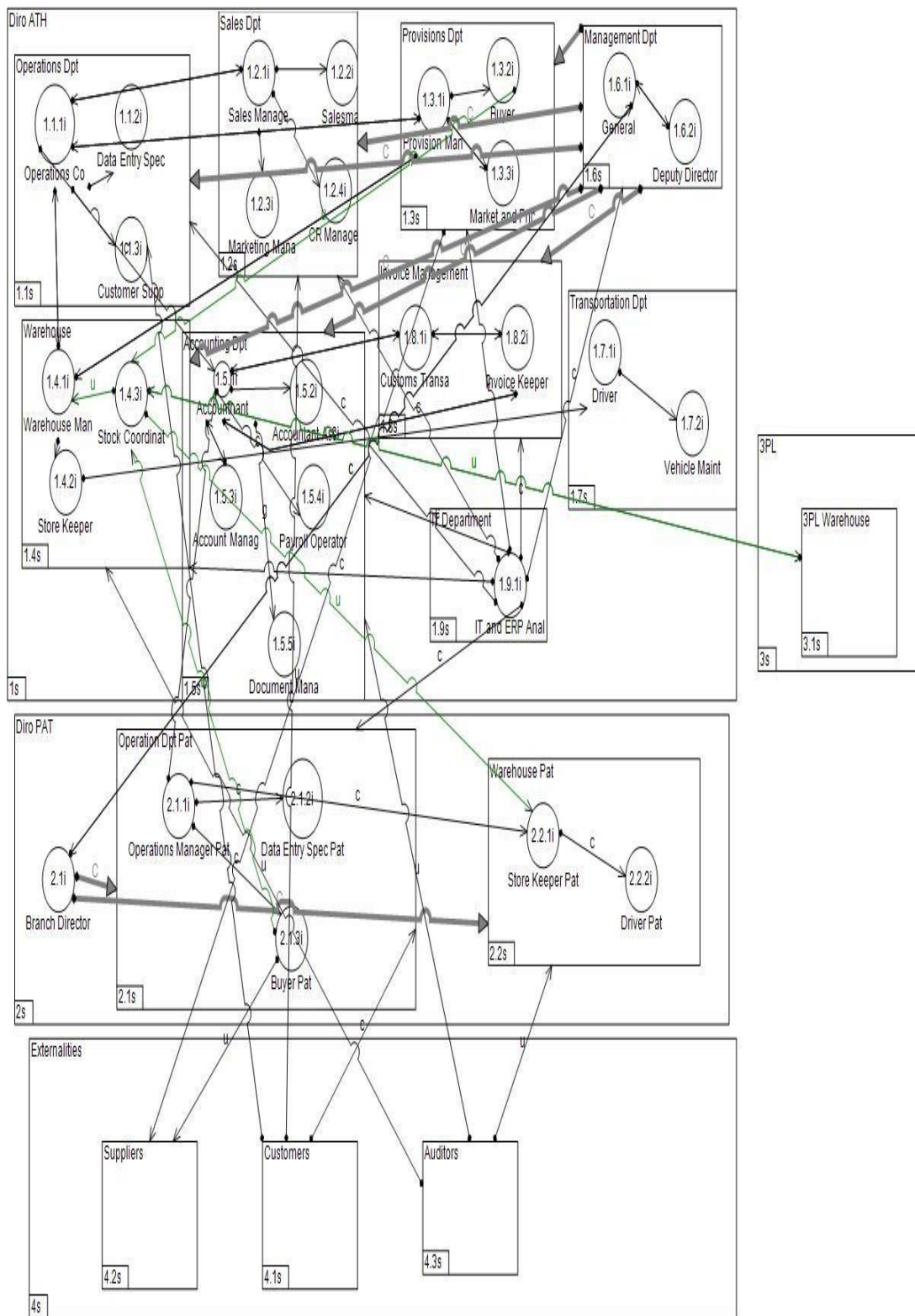
- Έλεγχος των επιπέδων αποθέματος για κάθε προϊόν και ενημέρωση του προγράμματος ERP της εταιρείας.
- Διαχωρισμός του αποθέματος του οργανισμού ανάμεσα στα δύο υποκαταστήματα με γνώμονα τις πραγματικές ανάγκες που προκύπτουν από τις ανοιχτές παραγγελίες που βάζουν οι πελάτες καθώς και τα ανάλογα επίπεδα ζήτησης.
- Αποδοτική επικοινωνίας με τον υπεύθυνο αποθήκης στο υποκατάστημα της Πάτρας με σκοπό την έγκαιρη αποστολή του αναγκαίου αποθέματος με τη μορφή ενδοκίνησης.
- Αποκλειστική επικοινωνία με την τρίτη εταιρείας αποθήκευσης για τη διανομή του αποθέματος.
- Επικοινωνία με τους αγοραστές του κάθε υποκαταστήματος ώστε να λαμβάνει γνώση για τις παραγγελίες σε αναμονή κάθε στιγμή.
- Δημιουργία αναφορών προς τον υπεύθυνο αποθήκης για τα διορθωτικά βήματα που ακολουθούνται και την εξέλιξη αυτών.

Παρακάτω μπορούμε να δούμε πώς διαμορφώνονται οι νέες ροές επικοινωνίας μετά την πρόσληψη του υπαλλήλου ως Stock Coordinator.



Σχ.9 Διορθωτική Λύση

Παρατηρούμε λοιπόν ότι μετά τη διορθωτική μας παρέμβαση , οι αποκλίνουσες επικοινωνίες αλλά και αυτές που προμήνυαν διενέξεις, μετατράπηκαν σε ροές πράξης σκοπού. Προχωρώντας θα απεικονίσουμε την ολική και τελική κατάσταση μετά την παρέμβαση καθώς και τη νέα μήτρα επικοινωνιών.



Σχ.10 Τελική Κατάσταση Επικοινωνιών

Στη νέα αυτή μήτρα παρατηρούμε ότι πετύχαμε να εξαλείψουμε όλα τα εμπόδια τα οποία συναντήσαμε.

2.7 Αποτελέσματα Εφαρμογής Προτεινόμενης Λύσης

Ένα μήνα μετά τη διορθωτική παρέμβαση στην εταιρεία παρατηρήσαμε ότι επιτεύχθηκε:

- Καλύτερη επικοινωνία μεταξύ των εργαζομένων.
- Καλύτερη διαχείριση του αποθέματος στις αποθήκες της εταιρείας.
- Μικρότεροι χρόνοι παράδοσης παραγγελιών.
- Καλύτερη ποιότητα παράδοσης.
- Ενίσχυση της θέσης της εταιρείας απέναντι στους ανταγωνιστές της.
- Ενότητα μεταξύ των δύο υποκαταστημάτων.
- Κοινή γραμμή πλεύσης-όραμα σε όλη την εταιρεία.

3. Εισαγωγή στη Μοντελοποίηση Δυναμικών Συστημάτων

3.1 Συστημική Δυναμική

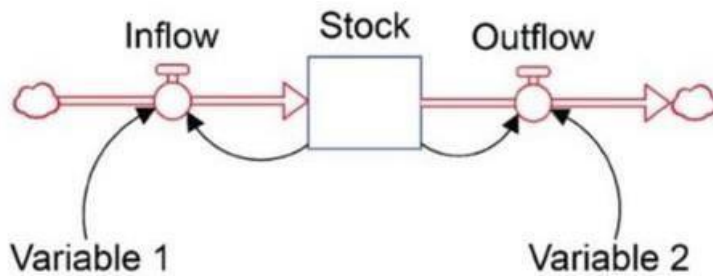
Η Συστημική Δυναμική (Systems Dynamics) είναι μία μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για την κατανόηση της συμπεριφοράς πολύπλοκων συστημάτων, ασχολείται κυρίως με τους εσωτερικούς βρόγχους ανάδρασης (Internal feedback loop) και τις χρόνο- καθυστερήσεις ολόκληρου του συστήματος. Αυτό που κάνει τη συγκεκριμένη μεθοδολογία να διαφοροποιείται έναντι άλλων παρόμοιων είναι η χρήση των feedback loops καθώς και η χρήση των Stocks και Flows. Αυτές οι δομές μας επιτρέπουν να περιγράψουμε τον τρόπο λειτουργίας μιας διαδικασίας. Η Συστημική Δυναμική είναι μία μεθοδολογία και ταυτόχρονα μια τεχνική μοντελοποίησης και προσομοίωσης απαραίτητης για τη κατανόηση και επεξεργασία πολύπλοκων ζητημάτων και προβλημάτων. Δημιουργήθηκε το 1950 προκειμένου να βοηθήσει τους managers να κατανοήσουν καλύτερα τις επιχειρηματικές διαδικασίες. Σήμερα είναι ευρέως διαδεδομένη και χρησιμοποιείται τόσο στον ιδιωτικό όσο και στον δημόσιο φορέα. Η Systems Dynamics αποτελεί ένα κομμάτι του συστημικού τρόπου σκέψης και δίνει ιδιαίτερη έμφαση στη συμπεριφορά που εμφανίζει ένα σύστημα όταν οι συνθήκες μεταβάλλονται. Αποτελεί μια αποτελεσματική μέθοδο για να δούμε τον τρόπο με τον οποίο θα ανταποκριθεί μια επιχείρηση σε ενδεχόμενες ανάγκες και αλλαγές που θα προκύψουν.

Σε αυτή τη μελέτη θα έχουμε τη δυνατότητα να εφαρμόσουμε τη Συστημική Δυναμική με το εργαλείο Vensim Ple που χρησιμοποιείται ευρέως από μεγάλες επιχειρήσεις προκειμένου να προβλεφθούν πιθανές συμπεριφορές του εκάστοτε συστήματος.

3.2 Systems Thinking

Συχνά απαιτείται αλλαγή στο τρόπο αντιμετώπισης των προβλημάτων που προκύπτουν σε μια επιχείρηση. Οι περισσότεροι προσπαθούν να εντοπίσουν τα εξωτερικά γεγονότα που κατά τη γνώμη τους προκαλούν δυσλειτουργίες. Αυτό όμως τους παρέχει μια μονοδιάστατη θεώρηση του προβλήματος (μπαίνουμε ουσιαστικά σε ένα ατέρμονο βρόγχο καθώς πάντα θα βρίσκουμε γεγονότα που προκαλούν άλλα γεγονότα). Στη πραγματικότητα όμως τα προβλήματα αυτά προκύπτουν από αδυναμίες της εσωτερικής δομής της επιχείρησης. Έτσι λοιπόν ο στόχος μας θα πρέπει να είναι η διαμόρφωση και η λειτουργία μιας ευέλικτης δομής που θα επιτρέπει στην επιχείρηση να ανταποκρίνεται στις δυσκολίες και να προσαρμόζεται άμεσα στις συνεχώς μεταβαλλόμενες συνθήκες του περιβάλλοντος στο οποίο δραστηριοποιείται. Για να μπορέσουμε να αντιμετωπίσουμε καλύτερα τα προβλήματα που δημιουργούνται θα πρέπει να σταματήσουμε να βλέπουμε την επιχείρηση μας σαν ένα σύστημα που αποτελείται από αλληλοεπιδρώντα μέρη (σταματάμε να βλέπουμε μόνο τα γεγονότα που ενδεχομένως δημιουργούν προβλήματα). Μέχρι πρότινος όταν αντιμετωπίζαμε κάποιο διαχειριστικό πρόβλημα προσπαθούσαμε να εντοπίσουμε τα εξωτερικά γεγονότα που το προκαλούσαν υιοθετώντας όμως το συστημικό τρόπο σκέψης αποκτούμε μια διαφορετική θεώρηση των πραγμάτων πιο συγκεκριμένα η εσωτερική δομή ενός συστήματος είναι πιο σημαντική από τα εξωτερικά γεγονότα που συμβαίνουν. Το να προσπαθούμε να βρούμε ποιο γεγονός προκάλεσε ένα άλλο γεγονός ουσιαστικά δεν μας προσφέρει τίποτα καθώς τότε δεν θα μπορέσουμε να βρούμε τη πραγματική αιτία του προβλήματος (που συνήθως βρίσκεται σε κάποια εσωτερική διαδικασία). Αλλάζοντας όμως τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί η επιχείρηση θα μπορεί να αντιμετωπιστεί πιο αποτελεσματικά το οποιοδήποτε πρόβλημα. Στη δομή της επιχείρησης βρίσκεται συνήθως η πραγματική αιτία του προβλήματος. Προφανώς διορθώνοντας εσωτερικές διαδικασίες κ.α αυξάνουμε τις πιθανότητες όχι μόνο να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά το πρόβλημα αλλά και να μην εμφανιστεί ξανά το ίδιο πρόβλημα στο εγγύς μέλλον.

3.3 Stock and Flow Diagram



Σχ.12 Stock and Flow Diagram

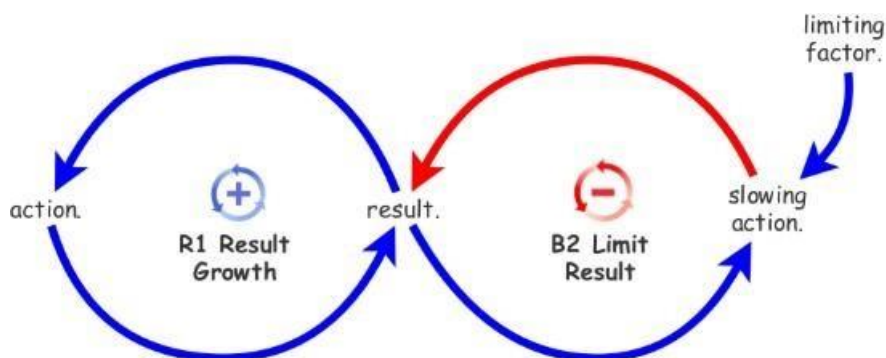
Μια γραφική απεικόνιση που είναι σε θέση να μας προσφέρει περισσότερες πληροφορίες για τη διαδικασία που θα εξετάσουμε είναι τα Stock and Flow diagrams . Τα βασικά στοιχεία ενός Stock and Flow diagram είναι τα εξής: Stocks, Flows και Information. Όσο και αν φαίνεται περίεργο τα τρία αυτά στοιχεία επαρκούν για τη αποδοτική αναπαράσταση οποιασδήποτε διαδικασίας που λαμβάνει χώρα σε μια επιχείρηση ενώ παράλληλα, μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για τη δημιουργία ποσοτικών μοντέλων που συντελούν αποτελεσματικά στη μελέτη των χαρακτηριστικών μιας διαδικασίας. Στα Stock and Flow diagrams αναπαριστούν κυρίως μεταβλητές οι οποίες έχουν τη τάση να μεταβάλλονται στο πέρασμα του χρόνου

Συμπερασματικά λοιπόν οι stocks μεταβλητές αναπαριστούν σύνολα ή ομάδες ,ενώ οι flows μεταβλητές χρησιμοποιούνται προκειμένου να υποδηλώσει αυτή τη «ροή» που υπάρχει ανάμεσα σε δύο flows μεταβλητές.

Οι περισσότερες επιχειρηματικές διαδικασίες περιέχουν ένα ή περισσότερα από τα παρακάτω είδη Stocks μεταβλητών:

- Υλικά (Materials)
- Προσωπικό (Personnel)
- Capital (Equipment:
- Παραγγελίες (Orders)
- Χρήματα (Money)

3.4 Causal Loop Diagrams



Σχ.13 Causal Loop Diagrams

Feedback or Causal Loop είναι μια κλειστή ακολουθία από αιτίες και αποτελέσματα δηλαδή ένα κλειστό μονοπάτι από ενέργειες και πληροφορίες. Feedback and Causal Loop Diagrams συναντιόνται συχνά στα συστήματα διαχείρισης.

Causal Loop Diagram – Causal Links

+ → A προσθέτει στο B ή μία αλλαγή στο A προκαλεί μια αντίστοιχη αλλαγή στο B.

- → Το A αφαιρεί από το B ή μία αλλαγή στο A προκαλεί την ακριβώς αντίθετη μμεταβολή στο B.

Even number of (-) → positive feedback loop

Odd number of (-) → negative feedback loops

s → Same direction (+)

o → Opposite direction (-)

R → Reinforce (+)

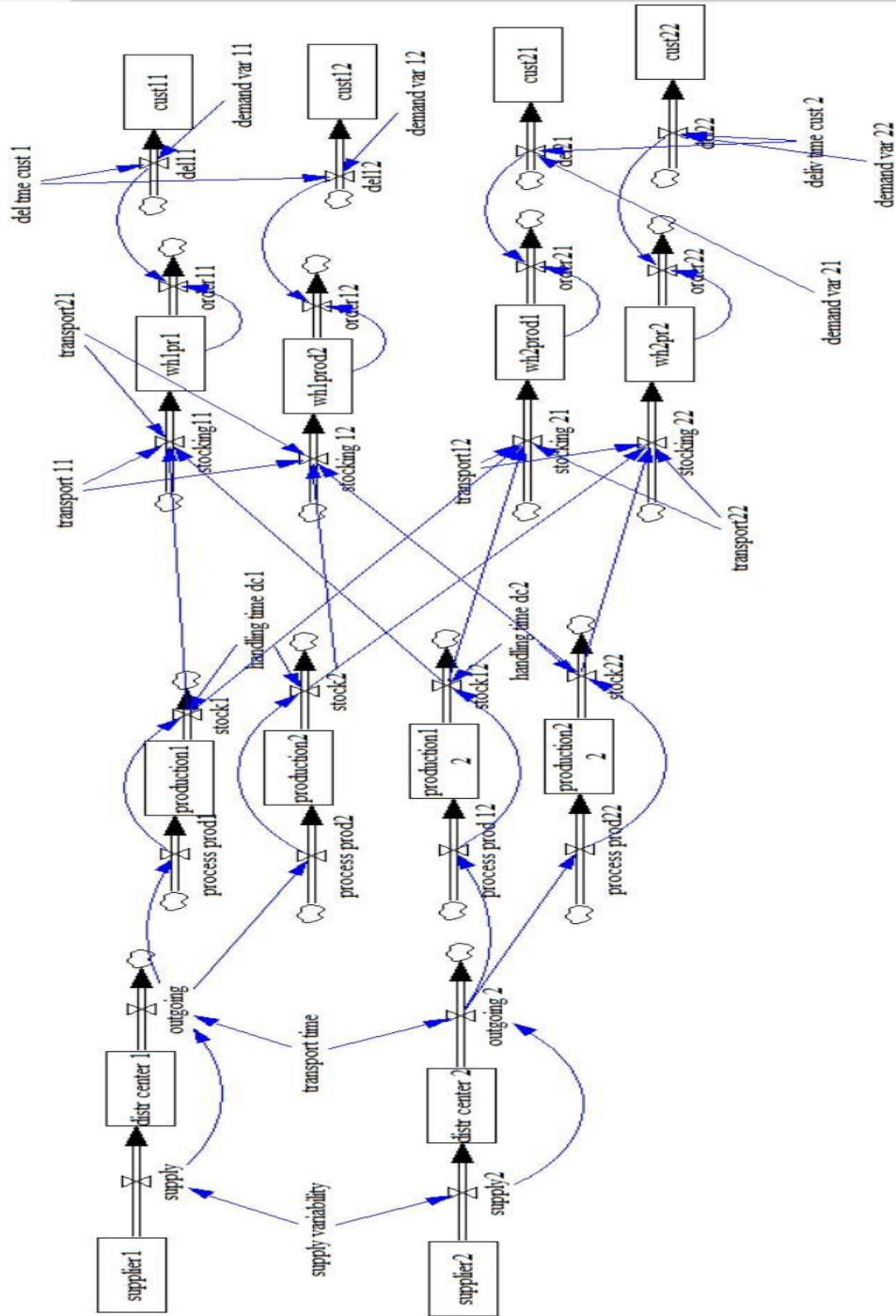
Αναφέρεται συχνά σαν εκθετική αύξηση. Αρχικά, η αύξηση φαίνεται να είναι πολύ αργή αλλά στη συνέχεια ο ρυθμός αύξησης μεγαλώνει.

B → Balancing (-)

Αν το τωρινό επίπεδο τη μεταβλητής είναι πάνω από το στόχο τότε το loop structure πιέζει τη τιμή προς τα κάτω και αντιστοίχως συμπεριφέρεται με ανάλογο τρόπο όταν η τιμή τη μμεταβλητής είναι σε χαμηλότερα επίπεδα από το στόχο.

3.5 Μακροσκοπικό Δυναμικό Μοντέλο της Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Για να φτάσουμε στη κατασκευή του μοντέλου που αφορά την επιχείρησή ΑΦΟΙ Μαντούβαλοι , θα ξεκινήσουμε από ένα μακροσκοπικό μοντέλο όλης της αλυσίδας εφοδιασμού όπως αυτό αποτυπώθηκε από τον T.Hennies στο σύγγραμμά του Mesoscopic supply chain simulation που παρουσιάζεται παρακάτω.



Σχ.14 Μακρο-μοντέλο Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Βλέπουμε ότι η μελέτη ξεκινάει από την παροχή πρώτων υλών οι οποίες μέσω της ζήτησης περνάνε σε κέντρα διανομής και από εκεί γίνονται εκροές για να τροφοδοτηθεί το υπόλοιπο σύστημα.

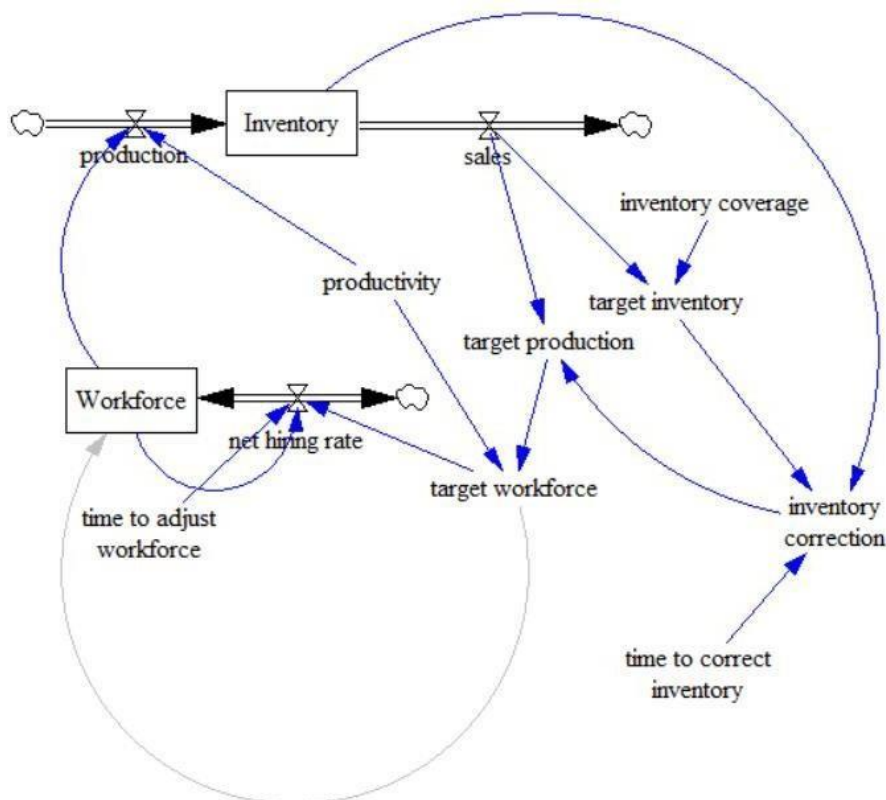
Οι εκροές του πρώτου κυκλώματος μέσω διαδικασιών επεξεργασίας μετατρέπονται σε προϊόν παραγωγής το οποίο αποθηκεύεται σαν απόθεμα και έπειτα διανέμεται στους εκάστοτε χονδρέμπορους.

Αυτοί με τη σειρά τους παραλαμβάνουν το απόθεμα μετά από δική τους παραγγελία, το αποθηκεύουν με τη σειρά τους και το εξάγουν από το σύστημά τους για να καλύψουν τη ζήτηση των πελατών που βρίσκονται στα τελευταία κλιμάκια του συστήματος αυτού.

Βλέπουμε ότι κατά μήκος του συστήματος έχουν συμπεριληφθεί και μεταβλητές όπως ο χρόνος επεξεργασίας, ο χρόνος μεταφοράς, ο χρόνος παράδοσης αλλά και η καταναλωτική ζήτηση των προϊόντων, διότι επηρεάζουν την ροή των εμπορευμάτων και την αποθήκευση αυτού σε μορφή αποθέματος.

3.6 Δυναμικό Μοντέλο Εταιρείας Παραγωγής

Για να προχωρήσουμε όμως από το μάκρο-μοντέλο σε αυτό που χρησιμοποιήθηκε για την τελική μελέτη, πρέπει εστιάσουμε σε κάποια σημεία ξεχωριστά. Αρχικά θα δούμε το stock and flow διάγραμμα που αντιπροσωπεύει τη λειτουργία διατήρησης αποθέματος μιας εταιρείας η οποία εμπερικλείει και την παραγωγική λειτουργία.



Σχ.15 Δυναμικό Μοντέλο Εταιρείας Παραγωγής

Οι πρώτες ύλες που έρχονται από τους προμηθευτές, εισρέουν στο σύστημα μέσω των διαδικασιών επεξεργασίας και παραγωγής (Production) και αποθηκεύονται (Inventory) σαν τελικό προϊόν το οποίο θα εξαχθεί από την εταιρεία για να καλύψει τις ανάγκες των χονδρεμπόρων (με τη μορφή πωλήσεων -sales).

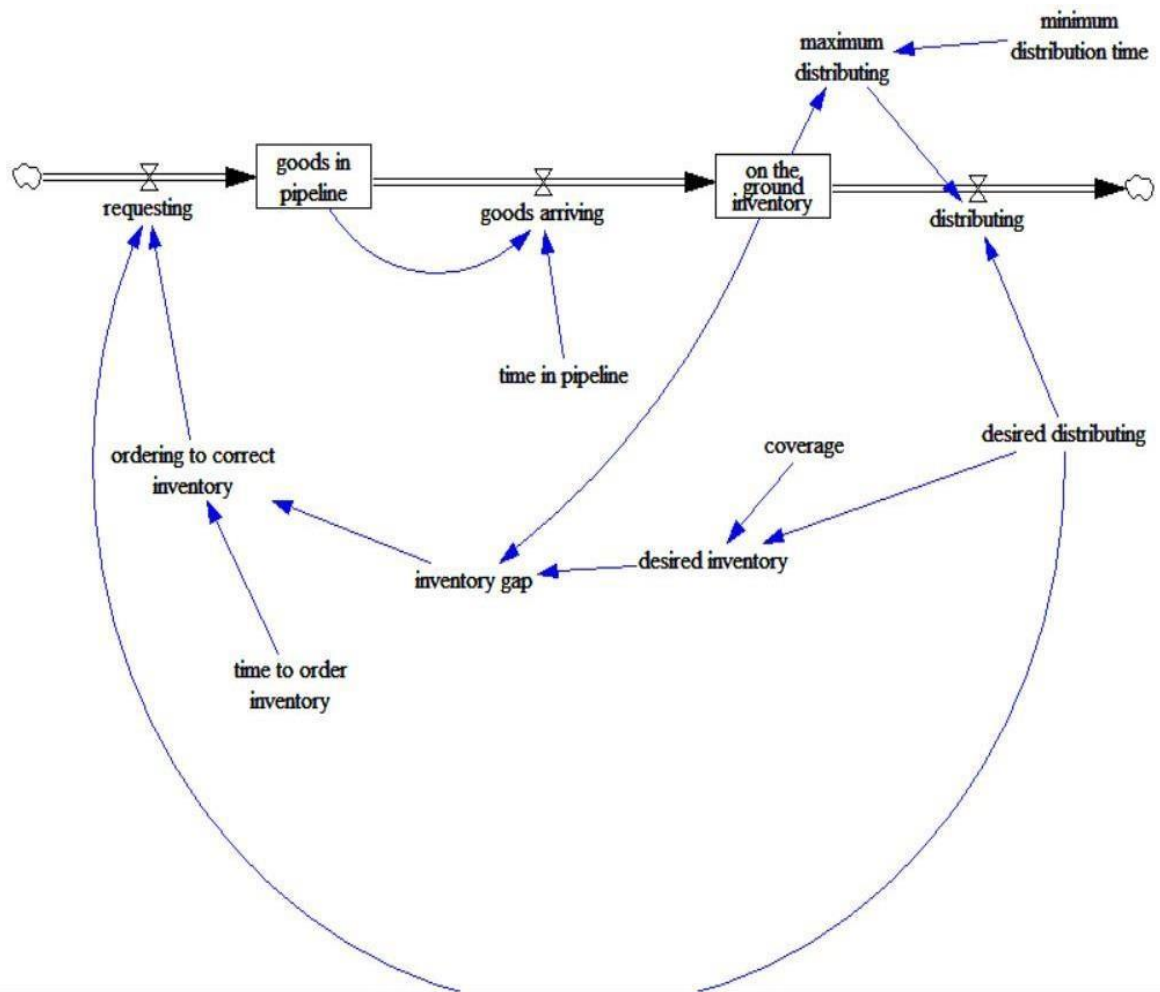
Στη μελέτη της συγκεκριμένης ευθείας αυτής ροής συμπεριλάβαμε και μεταβλητές όπως:

- **Inventory coverage:** Το απόθεμα που πρέπει να διαθέτει η επιχείρηση ώστε να καλύψει τις ανάγκες της για ένα χρονικό διάστημα X.
- **Target inventory:** Το επίπεδο του αποθέματος που θέλει μία επιχείρηση να διαθέτει για να καλύψει τις ανάγκες τις ανάλογα με τους αποθηκευτικούς χώρους που διαθέτει.
- **Target production :** Τα επίπεδα παραγωγής που θέλει να πετύχει η επιχείρηση.
- **Inventory correction :** Η διαφορά αποθέματος που προκύπτει μεταξύ του επιθυμητού και του πραγματικού επιπέδου.
- **Time to correct inventory :** Ο χρόνος ο οποίος χρειάζεται για να καλυφθεί η διαφορά που προκύπτει στα επίπεδα του αποθέματος.
- **Target workforce :** Τα επιθυμητά επίπεδα απασχόλησης (ανθρώπινο δυναμικό) της επιχείρησης.
- **Productivity :** Η μονάδα παραγωγής προϊόντος ανά μονάδα εργατικού δυναμικού.
- **Time to adjust workforce:** Ο χρόνος που χρειάζεται για να ρυθμιστούν τα επίπεδα του εργατικού δυναμικού ώστε να καλυφθούν οι παραγωγικές ανάγκες της επιχείρησης.

Η ροές , τα επίπεδα και η αλληλεπίδρασή τους με τις προαναφερθείσες μεταβλητές ,μπορούν να περιγράψουν την ροή προϊόντος-αποθέματος μέσα σε μία εταιρεία η οποία τροφοδοτεί του χονδρέμπορους.

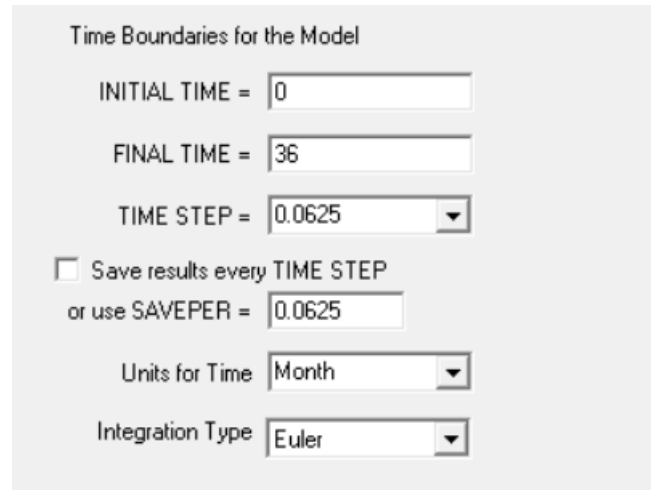
3.7 Δυναμικό Μοντέλο Προμηθευτικής Εταιρείας

Η εταιρεία ΑΦΟΙ Μαντούβαλοι όπως προαναφέρθηκε είναι μία εταιρεία που δραστηριοποιείται στον εφοδιασμό πλοίων, συνεπώς αποτελεί ακριβές παράδειγμα για να μελετήσουμε τις ροές εμπορεύματος και τα επίπεδα αποθέματος μέσα σε μία εταιρεία που ασχολείται με το χονδρεμπόριο.



Σχ.16 Δυναμικό Μοντέλο Προμηθευτικής Εταιρείας

Από το παραπάνω βλέπουμε ότι τα εμπορεύματα από την εταιρεία παραγωγής εισρέουν στην προμηθευτική εταιρεία που μελετάμε με τη μορφή ζήτησης (requesting), παραμένουν σε κατάσταση αναμονής (pipeline), έρχονται σε φυσική μορφή στις εγκαταστάσεις της εταιρείας (arriving), αποθηκεύονται σε μορφή αποθέματος (on the ground inventory) και διανέμονται στους πελάτες της εταιρείας. Παρακάτω θα δούμε αναλυτικά τις μεταβλητές, ροές και επίπεδα που απαρτίζουν το παραπάνω δυναμικό μοντέλο αλλά και τις μαθηματικές σχέσεις που τα διέπουν τη λειτουργία του ώστε να φτάσουμε σε μία λειτουργική προσομοίωση.



Time Boundaries for the Model

INITIAL TIME = 0

FINAL TIME = 36

TIME STEP = 0.0625

Save results every TIME STEP
or use SAVEPER = 0.0625

Units for Time Month

Integration Type Euler

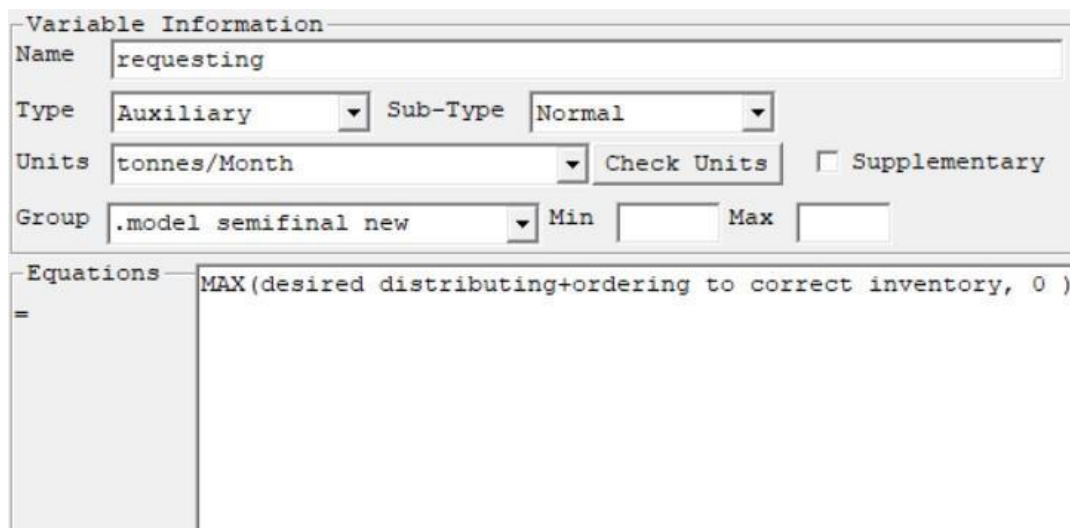
Σχ.17 Παράμετροι Μοντέλου

Αρχικά ξεκινάμε με τις χρονικές υποθέσεις που κάναμε ώστε να χτίσουμε της προσομοίωση .

Σαν σημείο εκκίνησης (initial time) επιλέξαμε το 0 για να παρατηρήσουμε την εξέλιξη των ροών μας χωρίς καμία παρατήρηση από την μέχρι τώρα λειτουργία της εταιρείας.

Σαν τελικό στάδιο επιλέξαμε τα 3 χρόνια (36 μήνες) που αντιπροσωπεύει έναν πλήρη κύκλο ζωής οπότε και σημείο επαναπροσδιορισμού πολλών κωδικών προϊόντων της εταιρείας.

Σαν βήμα επιλέγαμε το ένα τέταρτο μίας εργάσιμης εβδομάδας ώστε να έχουμε μία λεπτομερή άποψη σχετικά με το πως κινούνται οι αριθμοί και δείκτες της προσομοίωσης μας ανά πολύ μικρά χρονικά διαστήματα.



Variable Information

Name requesting

Type Auxiliary Sub-Type Normal

Units tonnes/Month Check Units Supplementary

Group .model semifinal new Min Max

Equations
= MAX(desired distributing+ordering to correct inventory, 0)

Σχ.18 Μεταβλητή Requesting

Η ροή requesting δηλώνει τη μέγιστη ποσότητα προϊόντων που μπορούμε να παραγγείλουμε σε προμηθευτή και εκφράζεται από το άθροισμα της επιθυμητής ποσότητας διανομής

εμπορεύματος με τις παραγγελίες για διόρθωση αποκλίσεων εμπορεύματος , σε τόνους προϊόντος ανά μήνα.

Variable Information	
Name	goods in pipeline
Type	Level
Sub-Type	
Units	tonnes
<input type="checkbox"/> Check Units <input type="checkbox"/> Supplementary	
Group	.model semifinal new
Min	
Max	
Equations	requesting-goods arriving
=	INTEG (
Initial Value	0

Σχ.19 Επίπεδο goods in pipeline

Το επίπεδο goods in pipeline εκφράζει τη συσσώρευση ειδών που έχουν παραγγελθεί σε προμηθευτές. Γεμίζει όσο η επιχείρηση παραγγέλνει προϊόντα , και αδειάζει κάθε φορά που ο προμηθευτής παραδίδει στις κεντρικές αποθήκες (οπότε οι παραγγελίες μετουσιώνονται σε φυσικό απόθεμα).Μετριέται σε τόνους.

Variable Information	
Name	goods arriving
Type	Auxiliary
Sub-Type	Normal
Units	tonnes/Month
<input type="checkbox"/> Check Units <input type="checkbox"/> Supplementary	
Group	.model semifinal new
Min	
Max	
Equations	goods in pipeline/time in pipeline
=	

Σχ.20 Ροή goods arriving

Η ροή goods arriving αποτυπώνει ουσιαστικά την ποσότητα του εμπορεύματος που μετατρέπεται από παραγγελία σε απόθεμα ανά μονάδα χρόνου και μετριέται σε τόνους ανά μήνα.

Variable Information	
Name	time in pipeline
Type	Constant
Sub-Type	Normal
Units	Month
<input type="checkbox"/> Check Units <input type="checkbox"/> Supplementary	
Group	.model semifinal new
Min	
Max	
Incr	
Equations	=

Σχ.21 Μεταβλητή time in pipeline

Η μεταβλητή αυτή αφορά το χρόνο τον οποίο χρειάζεται μία παραγγελία για να μετατραπεί σε αποθεματικό στοιχείο. Μπορεί να αλλάξει ανάλογα με τη φύση του κάθε εμπορεύματος που μελετάμε.

Variable Information	
Name	on the ground inventory
Type	Level
Sub-Type	
Units	tonnes
<input type="checkbox"/> Check Units <input type="checkbox"/> Supplementary	
Group	.model semifinal new
Min	
Max	
Equations	goods arriving-distributing
Initial Value	0

Σχ.22 Επίπεδο on the ground inventory

Το επίπεδο on the ground inventory είναι το σημαντικότερο στη μελέτη της διαχείρισης αποθέματος. Είναι το καθαρό ποσό αποθέματος που αποθηκεύεται στις εγκαταστάσεις του οργανισμού και μετριέται σε τόνους. Είναι η αριθμητική διαφορά των προϊόντων που παραδίδονται στην επιχείρηση από τους προμηθευτές και των προϊόντων τα οποία πακετάρονται και αποστέλλονται στους πελάτες. Με βάση της εξέλιξη αυτού του αριθμού κατά της προσομοίωση, η εταιρεία θα μπορεί να στήσει ένα σχέδιο διαχείρισης αποθέματος. Αρχική τιμή έχει το 0.

Variable Information	
Name	distributing
Type	Auxiliary
Sub-Type	Normal
Units	tonnes/Month
	<input type="button" value="Check Units"/> <input type="checkbox"/> Supplementary
Group	.model semifinal new
Min	
Max	
Equations	MIN(desired distributing, maximum distributing)
=	

Σχ.23 Ποή distributing

Εκφράζει την ελάχιστη τιμή εμπορεύματος μεταξύ του μέγιστου που μπορεί να δώσει η εταιρεία τη δεδομένη χρονική και στιγμή και του επιθυμητού εμπορεύματος με το οποίο θέλει να προμηθεύει τους πελάτες της. Μετριέται σε τόνους ανά μήνα.

Variable Information	
Name	maximum distributing
Type	Auxiliary
Sub-Type	Normal
Units	tonnes/Month
	<input type="button" value="Check Units"/> <input type="checkbox"/> Supplementary
Group	.model semifinal new
Min	
Max	
Equations	on the ground inventory/minimum distribution time
=	

Σχ.24 Μεταβλητή maximum distributing

Είναι η μέγιστη τιμή εμπορεύματος η οποία μπορεί να διατεθεί στους πελάτες ανά μονάδα χρόνου. Εκφράζεται από το πηλίκο του διαθέσιμου αποθέματος προς το ελάχιστο χρονικό διάστημα διανομής του. Μετριέται σε τόνους ανά μήνα.

Variable Information	
Name	minimum distribution time
Type	Constant
Sub-Type	Normal
Units	Month
<input type="checkbox"/> Check Units <input type="checkbox"/> Supplementary	
Group	.model semifinal new
Min	
Max	
Incr	
Equations	0.25
=	

Σχ.25 Μεταβλητή minimum distribution time

Είναι το ελάχιστο χρονικό διάστημα κατά το οποίο γίνεται η διανομή του προϊόντος στον πελάτη. Για τις ανάγκες της μελέτης το θέσαμε με μία αρχική τιμή μίας εβδομάδας. Μετριέται σε μήνες (και τις υποδιαίρεσεις).

Variable Information	
Name	desired distributing
Type	Constant
Sub-Type	Normal
Units	tonnes/Month
<input type="checkbox"/> Check Units <input type="checkbox"/> Supplementary	
Group	.model semifinal new
Min	
Max	
Incr	
Equations	100
=	

Σχ.26 Μεταβλητή desired distributing

Είναι η επιθυμητή ποσότητα εμπορεύματος που η επιχείρηση θέλει να διανείμει στους πελάτες της(στόχος) και μετριέται σε τόνους ανά μήνα.Θέσαμε της τιμή των 100 τόνων από το συγκεκριμένο εμπόρευμα σαν ενδεικτική τιμή.

Variable Information	
Name	coverage
Type	Constant
Sub-Type	Normal
Units	Month
<input type="button" value="Check Units"/> <input type="checkbox"/> Supplementary	
Group	.model semifinal new
Min	
Max	
Incr	
Equations	2
=	

Σχ.27 Μεταβλητή coverage

Εκφράζει το χρονικό διάστημα το οποίο μπορεί η επιχείρηση να καλύψει τις παραγγελίες που έχει χρησιμοποιώντας το πραγματικό απόθεμα. Σαν αρχική τιμή επιλέξαμε τους 2 μήνες.

Variable Information	
Name	desired inventory
Type	Auxiliary
Sub-Type	Normal
Units	tonnes
<input type="button" value="Check Units"/> <input type="checkbox"/> Supplementary	
Group	.model semifinal new
Min	
Max	
Equations	desired distributing*coverage
=	

Σχ.28 Μεταβλητή desired distributing

Είναι ουσιαστικά το επιθυμητό επίπεδο αποθέματος που θέλει να κρατάει η επιχείρηση στις αποθήκες της. Είναι το γινόμενο του επιθυμητού επιπέδου διανομής επί το χρονικό διάστημα

της κάλυψης παραγγελιών των πελατών και μετρείται σε τόνους προϊόντος ανά μήνα .

Variable Information	
Name	inventory gap
Type	Auxiliary
Sub-Type	Normal
Units	tonnes
<input type="checkbox"/> Check Units <input type="checkbox"/> Supplementary	
Group	.model semifinal new
Min	
Max	
Equations	desired inventory-on the ground inventory

Σχ.29 Μεταβλητή inventory gap

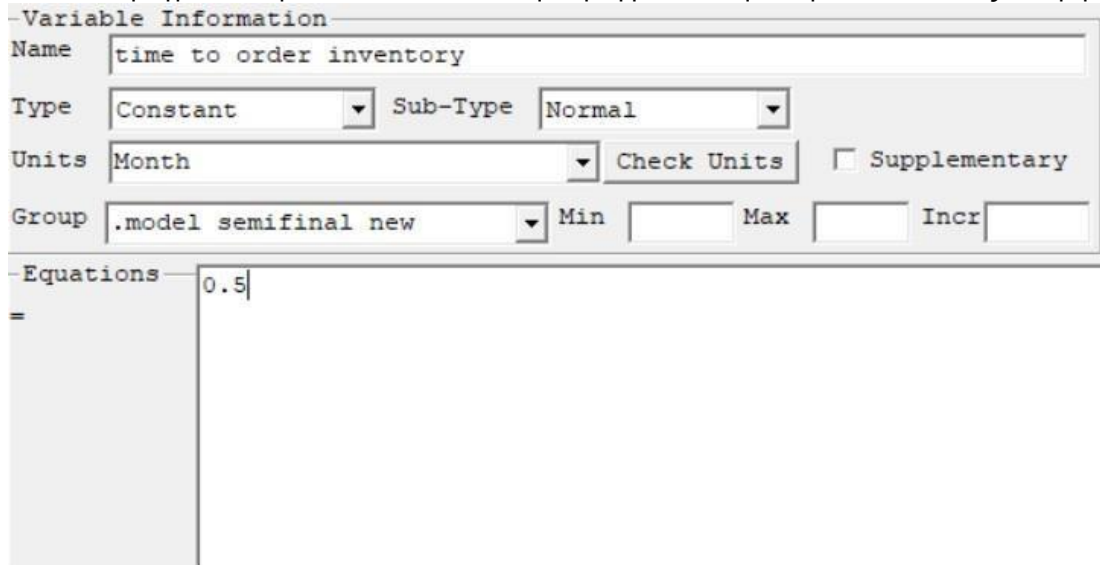
Ως αποθεματική απόκλιση εκφράζουμε τη διαφορά του επιθυμητού επιπέδου αποθέματος που μπορεί να καλύψει τις ανάγκες της επιχείρησης με το πραγματικό απόθεμα που βρίσκεται μία χρονική στιγμή στις αποθήκες. Μετρείται σε τόνους.

Variable Information	
Name	ordering to correct inventory
Type	Auxiliary
Sub-Type	Normal
Units	tonnes/Month
<input type="checkbox"/> Check Units <input type="checkbox"/> Supplementary	
Group	.model semifinal new
Min	
Max	
Equations	inventory gap/time to order inventory

Σχ.30 Μεταβλητή ordering to correct inventory

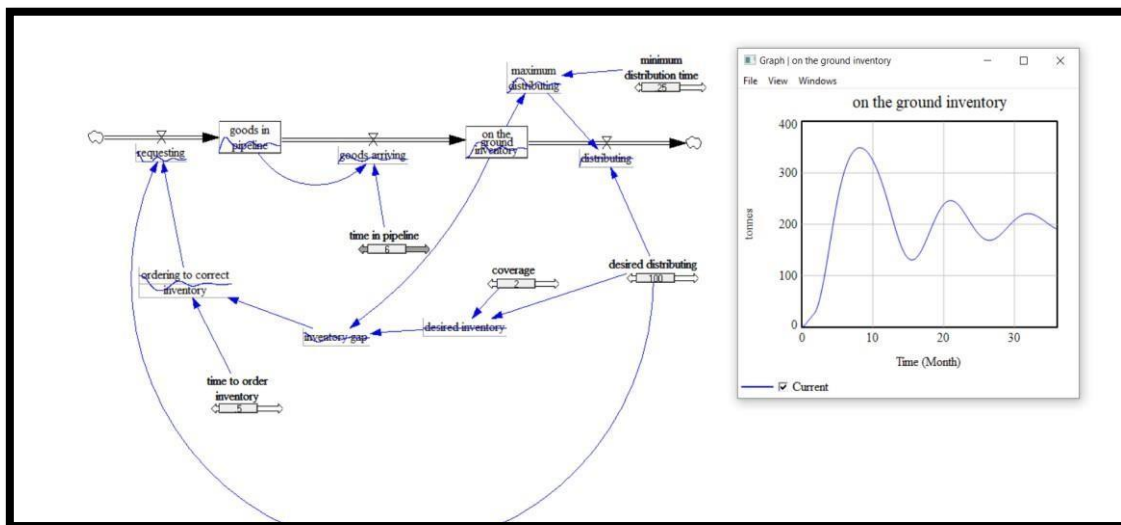
Η παραγγελίας για κάλυψη του αποθεματικού κενού απεικονίζει την ποσότητα που ο αγοραστής πρέπει να παραγγείλει στον προμηθευτή ώστε να καλύψει τις ανάγκες σε απόθεμα οι οποίες δημιουργούνται ανά χρονική μονάδα σε συνάρτηση με το χρονικό διάστημα που απαιτείται

ώστε να πραγματοποιηθεί και να εκτελεστεί η παραγγελία αυτή. Μετρίεται σε τόνους ανά μήνα.



Σχ.31 Μεταβλητή time to correct inventory

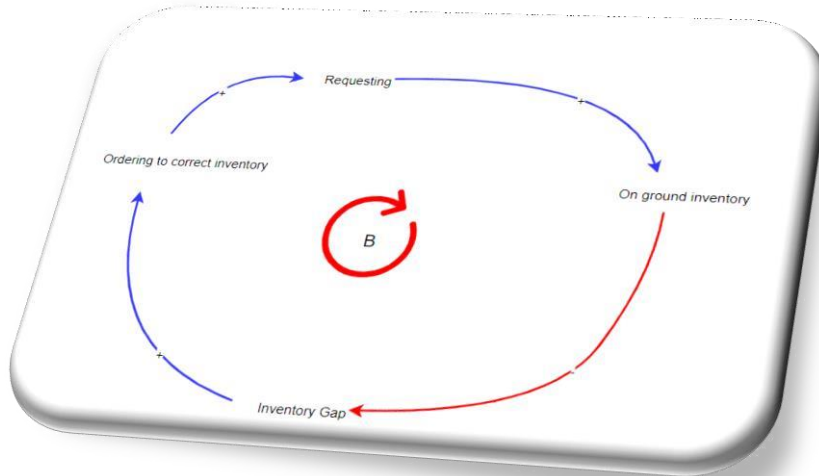
Τέλος έχουμε τη μεταβλητή που εκφράζει το χρονικό διάστημα που απαιτείται ώστε να πραγματοποιηθεί μία διορθωτική κίνηση που αφορά ελλειμματικά επίπεδα αποθέματος. Για τις ανάγκες της μελέτης χρησιμοποιήσαμε σαν διάστημα αναφοράς τις 2 ημερολογιακές εβδομάδες



Σχ.32 Δοκιμή Προσομοίωσης Δυναμικού Μοντέλου

Αφού συνδέσαμε όλες τις ροές τα επίπεδα και τις μεταβλητές μεταξύ τους, τρέξαμε μία πρώτη προσομοίωση για να μελετήσουμε τη συμπεριφορά του πραγματικού αποθέματος. Παρατηρήσαμε ότι το επίπεδο του αποθέματος πιάνει το μέγιστό του στην περίοδο των πρώτων 8 μηνών και αγγίζει σχεδόν τους 350 τόνους εμπορεύματος. Βλέπουμε επίσης ότι με την πάροδο του χρόνου τείνει να σταθεροποιηθεί γύρω στους 200 τόνους εμπορεύματος. Οι αριθμοί αυτοί είναι σημαντικοί διότι η επιχείρηση μπορεί να σχεδιάσει την κατανομή των εμπορευμάτων στον χώρο της δεδομένου ότι η ζήτηση των προϊόντων της παραμένει σταθερή.

Περνώντας τώρα από το stock and flow διάγραμμα στα causal loop διαγράμματα, θα μελετήσουμε τον κλειστό βρόγχο που δημιουργείται ανάμεσα στις σημαντικές συνιστώσες του δυναμικού μας συστήματος.



Σχ.33 Βρόγχος Ανάδρασης

Οι παράγοντες που χρησιμοποιήθηκαν για να φτιάξουμε τον βρόγχο είναι ο αριθμός των παραγγελιών σε προμηθευτές, το πραγματικό απόθεμα, η απόκλιση πραγματικού και επιθυμητού αποθέματος και η ποσότητα του εμπορεύματος επαναπαραγγελίας σε προμηθευτές για διόρθωση της πραγματικής απόκλισης. Με τη σειρά έχουμε ότι:

Μία αύξηση των παραγγελιών σε προμηθευτές επιφέρει αύξηση του πραγματικού αποθέματος.

Μία αύξηση του πραγματικού αποθέματος θα μειώσει το κενό αυτού με το επιθυμητό της επιχείρησης.

Μία αύξηση τώρα στην απόκλιση επιθυμητού και πραγματικού εμπορεύματος θα φέρει αύξηση στην ποσότητα αγαθών που πρέπει να μπουν σε παραγγελιά στους προμηθευτές.

Τέλος μία αύξηση της ποσότητας προϊόντος που παραγγέλνουμε για να διορθώσουμε την απόκλιση αποθέματος που έχει προκύψει, αυξάνει τη συνολική ποσότητα παραγγελιών σε προμηθευτές.

Έτσι καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ο βρόγχος που δημιουργήθηκε είναι εξισορροπητικός.

3.8 Χρήση Εργαλείου Forio

Για να μελετήσουμε καλύτερα τη συμπεριφορά των μεταβλητών και των επιπέδων του μοντέλου που περιγράψαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο χρησιμοποιήσαμε το εργαλείο Forio Epicenter. Με τη χρήση αυτού μπορούμε να δημιουργήσουμε σενάρια μελετών χρήσης (use case) αυξομειώνοντας τις τιμές των μεταβλητών.

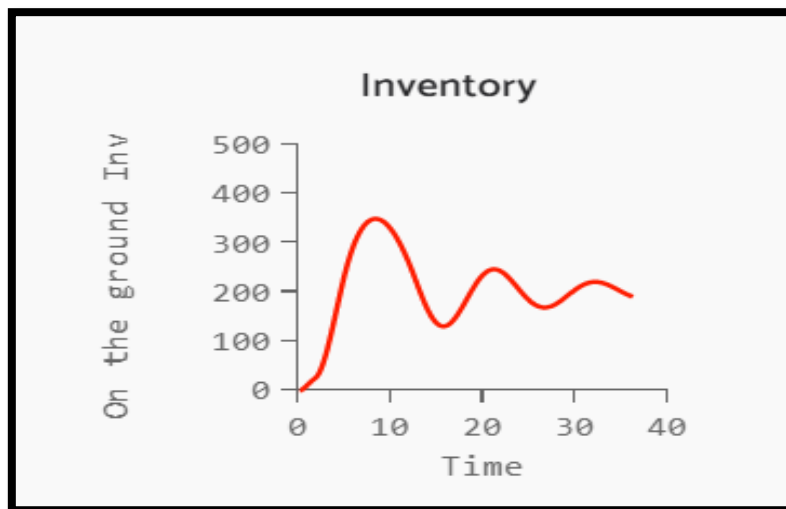
3.9 Σενάριο A

Στο αρχικό σενάριο και ως βάση σύγκρισης για τα υπόλοιπα, θα χρησιμοποιήσουμε της τιμές των μεταβλητών κατ' υπόθεση.



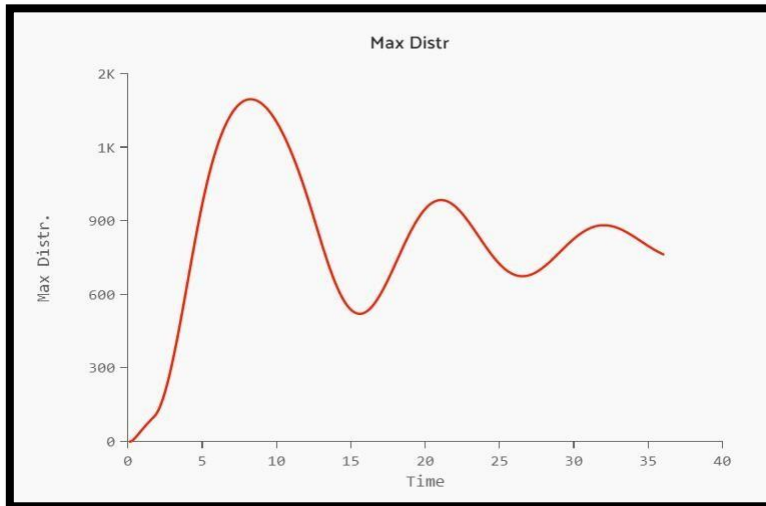
Σχ.34 Τιμές Μεταβλητών Δοκιμής

Τα αποτελέσματα της πρώτης δοκιμής παρουσιάζονται και σχολιάζονται παρακάτω:



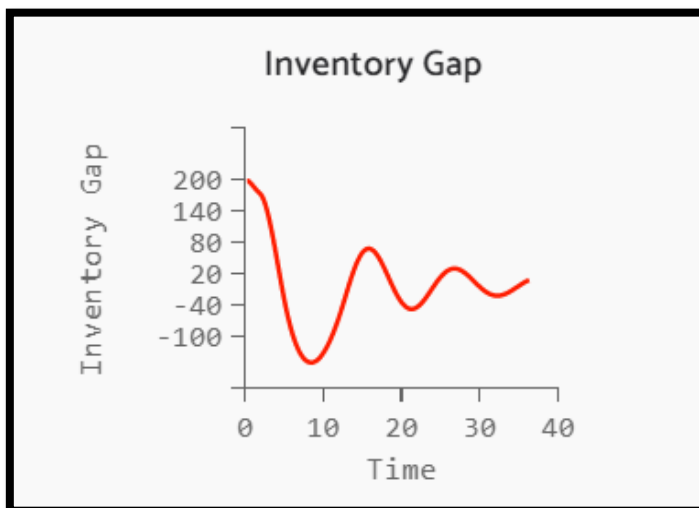
Σχ.35 Διάγραμμα Αποθέματος

Το απόθεμα, όπως σχολίασαμε και πριν αγγίζει το μέγιστό του (κοντά στις 350 μονάδες) κατά τον 8 μήνα και έπειτα σταθεροποιείται στην τιμή των 200 τόνων.



Σχ.36 Διάγραμμα Μέγιστης Διανομής

Η μέγιστη ποσότητα διανομής που μπορεί να διαθέσει η επιχείρηση παρατηρείται και αυτή πριν τους δέκα μήνες κατά την πρόβλεψη ενώ σταθεροποιείται κοντά στις 900 μονάδες.



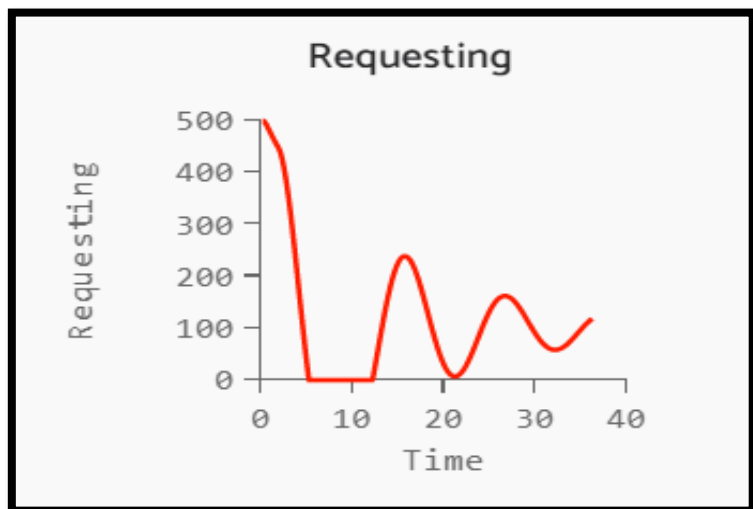
Σχ.37 Διάγραμμα Απόκλισης Αποθέματος

Η επιχείρηση βλέπουμε ότι αντιμετωπίζει απόκλιση στο πραγματικό της εμπόρευμα για λίγο καιρό στην αρχή της προσομοίωσης, ενώ τη στιγμή που φτάνει το μέγιστο του πραγματικού αποθέματος, βρίσκεται σε πλεονάζουσα κατάσταση (overstocking). Σε όλη την υπόλοιπη προσομοίωση παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν σημαντικές αποκλίσεις καθώς ο δείκτης μας τείνει στο 0.



Σχ.38. Διάγραμμα Παραγγελιών Διόρθωσης Αποθέματος

Την περίοδο που παρουσιάστηκαν οι αποκλίσεις στο απόθεμα, βλέπουμε ότι η επιχείρηση έβαλε επιπρόσθετες παραγγελίες στον προμηθευτή της ώστε να καλύψει το κενό. Με την πάροδο του χρόνου τα ποσά αυτά μειώνονται και σταθεροποιούνται κοντά στο 0



Σχ.39 Διάγραμμα Συνολικών Παραγγελιών

Τέλος οι συνολικές παραγγελίες σε προμηθευτές ακολουθούν την πορεία των παραγγελιών για διόρθωση αποθέματος αφού ουσιαστικά διαφέρουν κατά ένα σταθερό ποσό (αυτό των τακτικών παραγγελιών σε προμηθευτές). Οπότε μέχρι το πέρας των 3 χρόνων που έχουμε θέσει ως όριο στη μελέτη μας, βλέπουμε ότι το νούμερο των συνολικών παραγγελιών είναι κοντά στις 100 μονάδες.

3.10 Σενάριο Β

Στην δεύτερη περίπτωση χρήσης αλλάζουμε τους αριθμούς των μεταβλητών που επηρεάζουν τις ροές και τα επίπεδά μας.

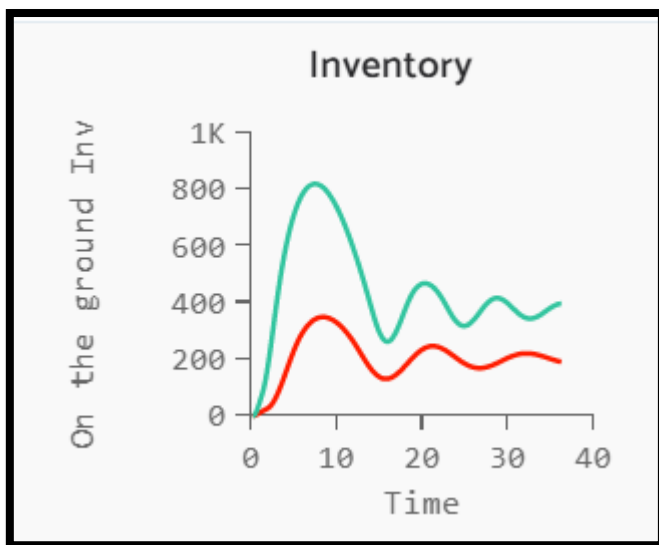


Σχ.40 Τιμές Μεταβλητών Δοκιμής

Πιο συγκεκριμένα η επιχείρηση:

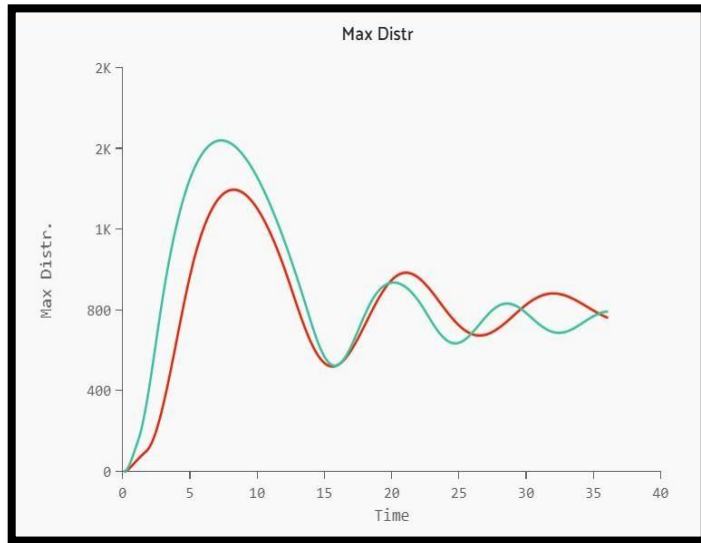
- Συμφώνησε με τους προμηθευτές ώστε να μειώσουν τον χρόνο που παραδίδουν ένα προϊόν ώστε αυτό να μετατραπεί σε αποθεματική μονάδα.
- Θέλει τώρα να κρατήσει περισσότερο απόθεμα ώστε να μπορεί να καλύψει παραγγελίες για 2 μήνες.
- Συνεπώς αύξησε και την επιθυμητή μονάδα διανομής σε 150 τόνους (50% αύξηση).
- Μείωσε τους χρόνους που χρειάζονταν για την κάλυψη της απόκλισης του εμπορεύματος.
- Αύξησε τον ελάχιστον χρόνο παράδοσης των προϊόντων σε πελάτες.

Με λίγα λόγια η επιχείρηση υιοθέτησε ένα μοντέλο κατά το οποίο αποθηκεύει περισσότερο απόθεμα ώστε να εξυπηρετεί περισσότερους πελάτες αλλά σε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Τα αποτελέσματα των αλλαγών φανερώνονται παρακάτω:



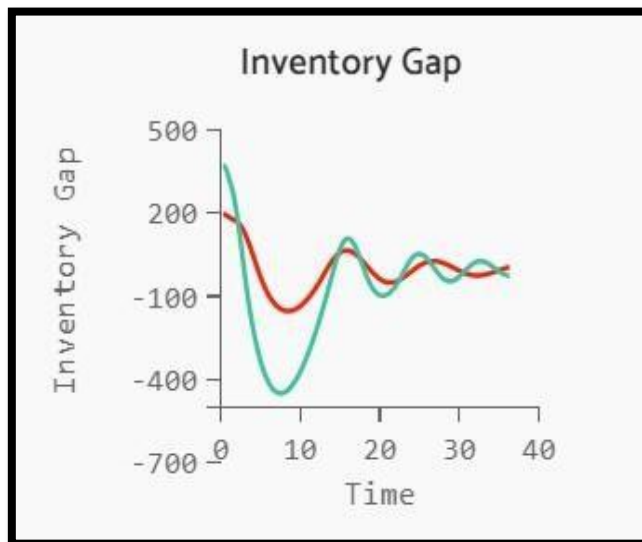
Σχ.41 Διάγραμμα Αποθέματος

Εδώ όπως ήταν αναμενόμενο, το διαθέσιμο απόθεμα έχει αυξηθεί. Το μέγιστό του φτάνει τις 800 μονάδες ενώ σταθεροποιείται στις 400.



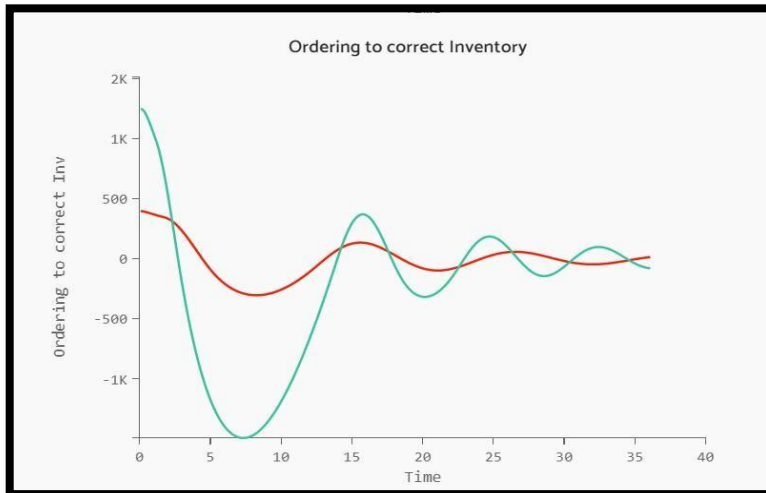
Σχ.42 Διάγραμμα Μέγιστης Διανομής

Η μέγιστη ποσότητα διανομής που μπορεί να πετύχει η επιχείρηση είναι τώρα οι 2000 μονάδες ενώ σε σταθερή βάση οι 800.



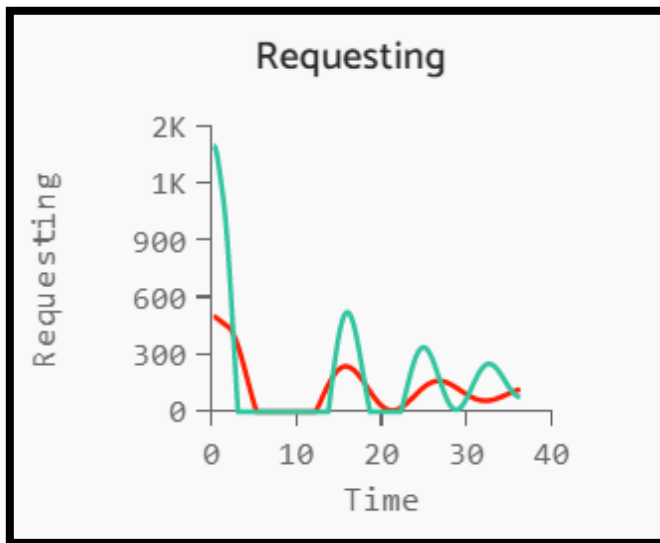
Σχ.43 Διάγραμμα Απόκλισης Αποθέματος

Το πλεόνασμα στο εμπόρευμα είναι μεγαλύτερο αλλά και σε αυτήν την περίπτωση τείνει στο 0.



Σχ.44. Διάγραμμα Παραγγελιών Διόρθωσης Αποθέματος

Αναλογικά με την απόκλιση του εμπορεύματος κινείται η ποσότητα εμπορεύματος προς παραγγελία για διόρθωση του αποθέματος. Σε σχέση με το πρώτο σενάριο παρατηρείται μεγαλύτερη καμπύλη στο σημείο όπου η επιχείρηση πιάνει το μέγιστο του διαθέσιμου εμπορεύματος.



Σχ.45 Διάγραμμα Συνολικών Παραγγελιών

Τέλος η συνολική ποσότητα εμπορεύματος που παραγγέλλεται από τους προμηθευτές ακολουθεί πτωτική πορεία και αγγίζει και το μηδέν σε αρκετές περιπτώσεις, πράγμα που σημαίνει ότι η επιχείρηση για μεγάλα χρονικά διαστήματα μπορεί να καλύψει τις ανάγκες τις απέναντι στη ζήτηση των πελατών.

3.11 Σενάριο Γ

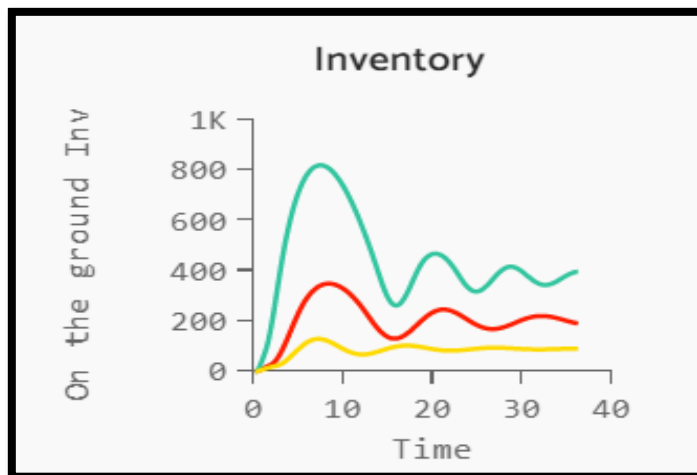
Στο τρίτο και τελευταίο σενάριο οι αλλαγές στα μεγέθη των μεταβλητών ήταν οι παρακάτω:



Σχ.46 Τιμές Μεταβλητών Δοκιμής

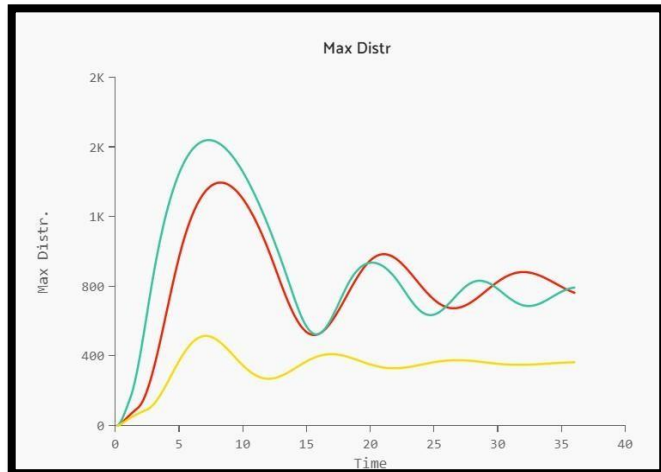
- Μειώθηκε κι άλλο ο χρόνος ο οποίος απαιτείται για την παράδοση των αγαθών από τον προμηθευτή στη εταιρεία.
- Η επιχείρηση μείωσε την ποσότητα του αποθέματος που διατηρεί για να καλύπτει τις ανάγκες της για έναν ημερολογιακό μήνα.
- Μείωσε επίσης και την επιθυμητή ποσότητα διανομής εμπορεύματος σε πελάτες.
- Αύξησε το χρόνο που χρειάζεται για την κάλυψη αναγκών που προκύπτουν από την απόκλιση του εμπορεύματος.
- Τέλος επανέφερε το χρονικό διάστημα που χρειάζεται για να ολοκληρώσει την παραγγελία σε πελάτες στα αρχικά επίπεδα.

Συνοπτικά η επιχείρηση εδώ ακολουθεί ένα συντηρητικό μοντέλο σε σχέση με τη διατήρηση εμπορεύματος. Κάτι τέτοιο μπορεί να συμβεί στις περιπτώσεις όπου η εταιρεία μπορεί να θελήσει να διευρύνει το κωδικολόγιο των προσφερόμενων ειδών με νέους κωδικούς.



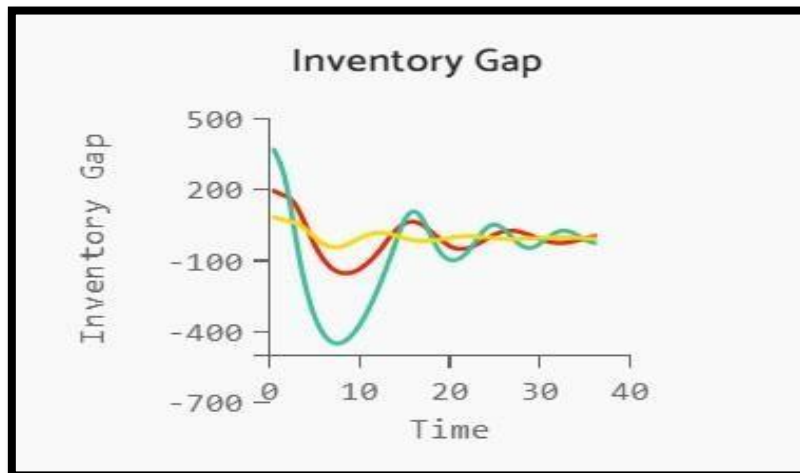
Σχ.47 Διάγραμμα Αποθέματος

Εδώ παρατηρούμε ότι το απόθεμα που διατηρεί η επιχείρηση είναι κοντά στις 100 μονάδες και γενικά πολύ μικρότερο σε σχέση με τα άλλα δύο σενάρια.



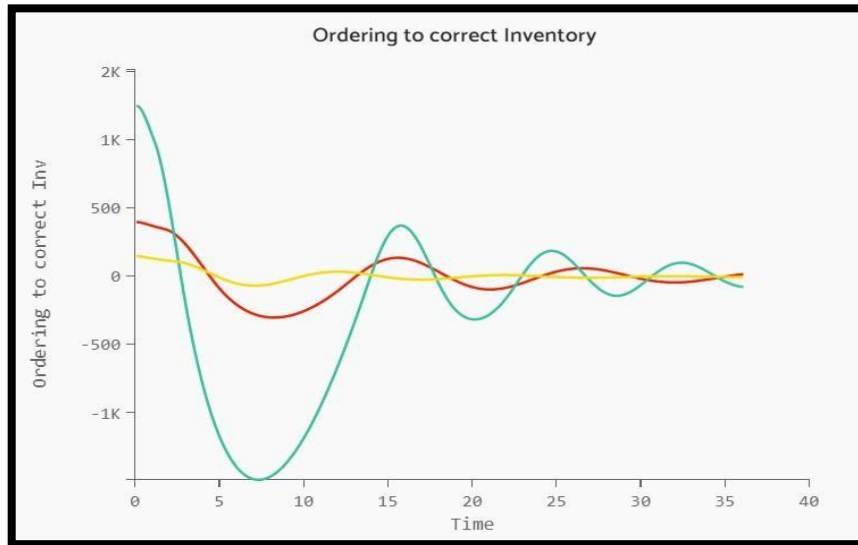
Σχ.48 Διάγραμμα Μέγιστης Διανομής

Πολύ μικρότερη είναι όμως και η δυνατότητα να διανέμει μεγάλες ποσότητες σε κάθε χρονικό διάστημα σε σχέση με τις προηγούμενες περιπτώσεις χρήσης.

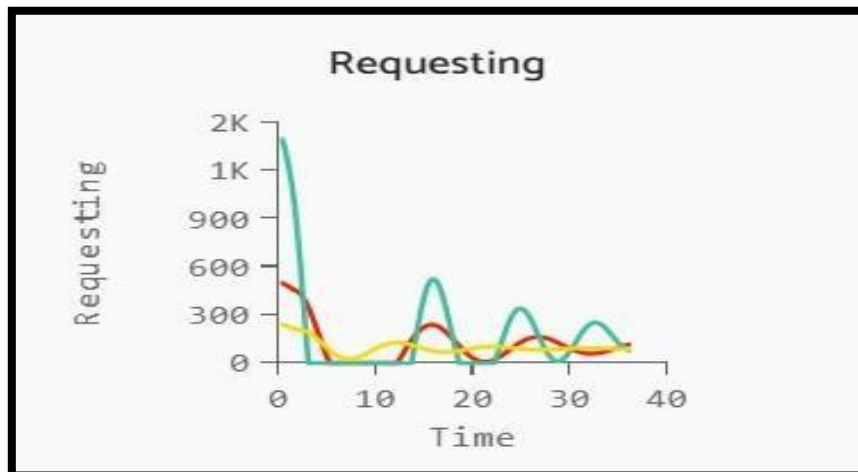


Σχ.49 Διάγραμμα Απόκλισης Αποθέματος

Η απόκλιση στο εμπόρευμα είναι μηδαμινή πράγμα που σημαίνει ότι η επιχείρηση δεν χρειάζεται να προβεί σε διορθωτικές κινήσεις όπως βλέπουμε και παρακάτω.



Σχ.50. Διάγραμμα Παραγγελιών Διόρθωσης Αποθέματος



Σχ.51 Διάγραμμα Συνολικών Παραγγελιών

Τέλος η συνολική ποσότητα εμπορεύματος που πρέπει να παραγγέλνει η εταιρεία από τους προμηθευτές της είναι επίσης σε πολύ χαμηλά επίπεδα.

Με τη χρήση του εργαλείου Forio δώσαμε δυνατότη πολλοπλών προσομοιώσεων στο δυναμικό μας μοντέλο, όπως αυτό κατασκευάστηκε με τη χρήση του Vensim.

Ένα μεγάλο μειονέκτημα των προσομοιώσεων αυτών είναι ότι πρέπει να πραγματοποιηθούν τόσες φορές όσες και τα προϊόντα της επιχείρησης διότι αγνοούν την ετερογένεια της φύσης τους και τα ατομικά χαρακτηριστικά τους.

Ο συνδυασμός όμως των αποτελεσμάτων των ξεχωριστών προσομοιώσεων μπορεί να δώσει μία καλή εικόνα για το ποια στρατηγική διαχείρισης εμπορεύματος πρέπει να χρησιμοποιηθεί κάθε φορά ώστε να αποφευχθούν εκτεταμένες καταστάσεις overstocking ή understocking

3.12 Μεταφορά Δυναμικού Μοντέλου σε περιβάλλον Python

Σε αυτή την παράγραφο χρησιμοποιούμε τη γλώσσα προγραμματισμού Python για να φορτώσουμε το αρχικό δυναμικό μοντέλο που κατασκευάσαμε στο Vensim σε ένα προγραμματιστικό περιβάλλον ώστε να μπορέσουμε να μελετήσουμε τις αλλαγές στις μεταβλητές κάθε χρονική στιγμή της προσομοίωσης.

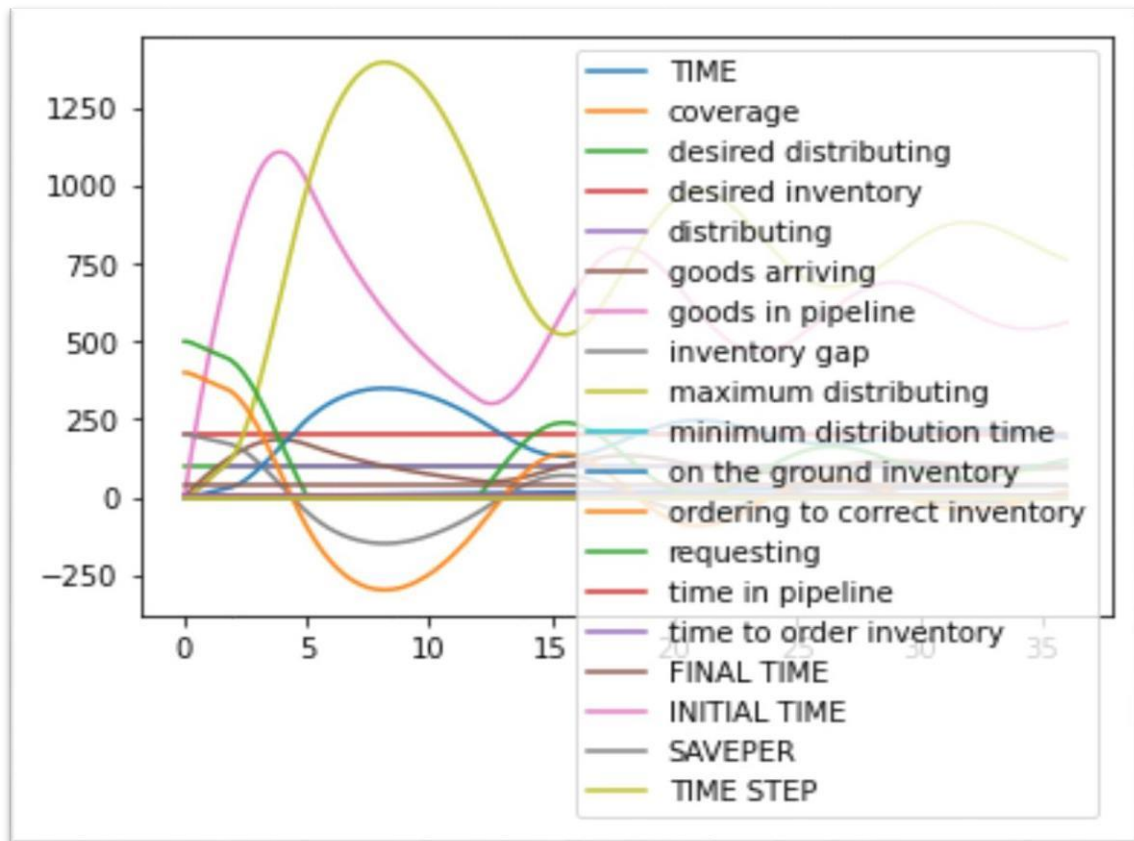
Για να το πετύχουμε αυτό χρησιμοποιήσαμε τη προγραμματιστική γλώσσα Python (version 3.0), το λογισμικό Anaconda και το περιβάλλον ανάπτυξης κώδικα Spyder.

Έπειτα καλούμε τη συνάρτηση PySD η οποία παίζει το ρόλο του parser (μεταφραστή) η οποία μετατρέπει το μοντέλο που προϋπήρχε, σε αναγνώσιμη μορφή της γλώσσας Python.

```
import pysd
model = pysd.read_vensim("C:/Users/mixal/OneDrive/Desktop/model semifinal_new.mdl")
values = model.run()
values.head(5)
values.plot()
```

Σχ.52 Κώδικας σε Python

Στη συγκεκριμένη περίπτωση καλέσαμε τη συνάρτηση PySD , τρέξαμε το μοντέλο με τις αρχικές τιμές του και στη συνέχεια δημιουργήσαμε ένα διάγραμμα που απεικονίζει την αριθμητική εξέλιξη των μεταβλητών κατά την προσομοίωση όπως βλέπουμε παρακάτω.



Σχ.53 Διαγραμματική Απεικόνιση σε Python

Εκτός όμως από τη διαγραμματική απεικόνιση των μεταβλητών, με τη συγκεκριμένη μέθοδο μπορούμε να δημιουργήσουμε έναν πίνακα όπου απεικονίζονται οι τιμές όλων των μεταβλητών και επιπέδων του δυναμικού μοντέλου σε όλο το χρονικό φάσμα της προσομοίωσης.

Index	TIME	overage	ired distributi	ired inven	istributing	ods arriv	ods in pipe	inventory gap	maximum distributi	minimum distributi	on the ground inventory	ordering to correct inventory	requesting e in pipe	o order im	INAL TIM	INITIAL TIM	SAVEPER	TIME STEF	
0.0	0	2	100	200	0	0	0	200	0	0.25	0	400	500	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
0.0625	0.0625	2	100	200	0	5.20833	31.25	200	0	0.25	0	400	500	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
0.125	0.125	2	100	200	1.30208	10.3624	62.1745	199.674	1.30208	0.25	0.325521	399.349	499.349	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
0.1875	0.1875	2	100	200	3.56717	15.456	92.7361	199.108	3.56717	0.25	0.891791	398.216	498.216	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
0.25	0.25	2	100	200	6.53938	20.4848	122.909	198.365	6.53938	0.25	1.63485	396.73	496.73	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
0.3125	0.3125	2	100	200	10.0257	25.4457	152.674	197.494	10.0257	0.25	2.58643	394.987	494.987	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
0.375	0.375	2	100	200	13.8807	30.3367	182.02	196.53	13.8807	0.25	3.47018	393.06	493.06	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
0.4375	0.4375	2	100	200	17.9947	35.1568	210.941	195.501	17.9947	0.25	4.49868	391.003	491.003	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
0.5	0.5	2	100	200	22.2852	39.9052	239.431	194.429	22.2852	0.25	5.57131	388.857	488.857	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
0.5625	0.5625	2	100	200	26.6902	44.5817	267.49	193.327	26.6902	0.25	6.67255	386.655	486.655	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
0.625	0.625	2	100	200	31.1631	49.1867	295.12	192.209	31.1631	0.25	7.79077	384.418	484.418	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
0.6875	0.6875	2	100	200	35.669	53.7203	322.322	191.083	35.669	0.25	8.91725	382.166	482.166	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
0.75	0.75	2	100	200	40.1818	58.1833	349.1	189.955	40.1818	0.25	10.0455	379.909	479.909	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
0.8125	0.8125	2	100	200	44.6822	62.5763	375.458	188.829	44.6822	0.25	11.1705	377.659	477.659	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
0.875	0.875	2	100	200	49.1557	66.9001	401.4	187.711	49.1557	0.25	12.2889	375.422	475.422	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
0.9375	0.9375	2	100	200	53.5918	71.1555	426.933	186.602	53.5918	0.25	13.3979	373.204	473.204	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
1.0	1	2	100	200	57.9827	75.3435	452.061	185.504	57.9827	0.25	14.4957	371.009	471.009	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
1.0625	1.0625	2	100	200	62.3229	79.465	476.79	184.419	62.3229	0.25	15.5807	368.839	468.839	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
1.125	1.125	2	100	200	66.6084	83.521	501.126	183.348	66.6084	0.25	16.6521	366.696	466.696	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
1.1875	1.1875	2	100	200	70.8366	87.5124	525.074	182.291	70.8366	0.25	17.7091	364.582	464.582	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
1.25	1.25	2	100	200	75.0055	91.4402	548.641	181.249	75.0055	0.25	18.7514	362.497	462.497	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
1.3125	1.3125	2	100	200	79.1142	95.3054	571.832	180.221	79.1142	0.25	19.7785	360.443	460.443	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
1.375	1.375	2	100	200	83.162	99.1089	594.653	179.21	83.162	0.25	20.7905	358.419	458.419	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
1.4375	1.4375	2	100	200	87.1487	102.852	617.11	178.213	87.1487	0.25	21.7872	356.426	456.426	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
1.5	1.5	2	100	200	91.0745	106.535	639.209	177.231	91.0745	0.25	22.7686	354.463	454.463	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625

Σχ.54 Πίνακας Τιμών Μεταβλητών

Βλέπουμε ότι όσο προχωράει η προσομοίωση με το χρονικό βήμα που έχουμε θέσει, οι τιμές των μεταβλητών εναλλάσσονται . Μία χρήσιμη λειτουργία του πίνακα αυτού είναι ότι μπορεί να ταξινομηθεί ανά μέγεθος. Για τον διαχειριστή μίας αποθήκης για παράδειγμα ,μία τέτοια λειτουργία είναι σημαντική γιατί είναι σε θέση να προβλέψει τη μέγιστη ποσότητα αποθέματος που θα έχει ανά χρονική περίοδο και μπορεί έτσι να προχωρήσει σε διορθωτικές ενέργειες στη διάταξη του αποθηκευτικού χώρου.

TIME	coverag	ired distributi	ired inven	istributing	ods arriv	ods in pipel	inventory gap	maximum distributin	minimum distributin time	on the ground invento	ordering to correct inventory	requesting	e in pipel	order in	INAL TIM	INITIAL TIM	SAVEPER	TIME STEP
8.1875	2	100	200	100	99.2393	595.436	-149.447	1397.79	0.25	349.447	-298.894	0	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
8.125	2	100	200	100	100.284	601.703	-149.429	1397.72	0.25	349.429	-298.858	0	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
8.25	2	100	200	100	98.2055	589.233	-149.399	1397.6	0.25	349.399	-298.798	0	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
8.0625	2	100	200	100	101.34	608.037	-149.345	1397.38	0.25	349.345	-298.691	0	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
8.3125	2	100	200	100	97.1826	583.095	-149.287	1397.15	0.25	349.287	-298.574	0	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
8	2	100	200	100	102.406	614.438	-149.195	1396.78	0.25	349.195	-298.39	0	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
8.375	2	100	200	100	96.1703	577.022	-149.111	1396.44	0.25	349.111	-298.222	0	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
7.9375	2	100	200	100	103.484	620.995	-148.977	1395.91	0.25	348.977	-297.954	0	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
8.4375	2	100	200	100	95.1685	571.011	-148.872	1395.49	0.25	348.872	-297.743	0	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
7.875	2	100	200	100	104.574	627.441	-148.691	1394.77	0.25	348.691	-297.383	0	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
8.5	2	100	200	100	94.1771	565.063	-148.57	1394.28	0.25	348.57	-297.139	0	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
7.8125	2	100	200	100	105.674	634.046	-148.337	1393.35	0.25	348.337	-296.673	0	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
8.5625	2	100	200	100	93.1961	559.177	-148.206	1392.82	0.25	348.206	-296.411	0	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
7.75	2	100	200	100	106.787	640.72	-147.913	1391.65	0.25	347.913	-295.825	0	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
8.625	2	100	200	100	92.2253	553.352	-147.781	1391.12	0.25	347.781	-295.561	0	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
7.6875	2	100	200	100	107.911	647.464	-147.418	1389.67	0.25	347.418	-294.836	0	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
8.6875	2	100	200	100	91.2647	547.588	-147.295	1389.18	0.25	347.295	-294.589	0	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
7.625	2	100	200	100	109.047	654.28	-146.853	1387.41	0.25	346.853	-293.705	0	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
8.75	2	100	200	100	90.314	541.884	-146.749	1386.99	0.25	346.749	-293.497	0	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
7.5625	2	100	200	100	110.194	661.167	-146.216	1384.86	0.25	346.216	-292.431	0	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
8.8125	2	100	200	100	89.3732	536.239	-146.143	1384.57	0.25	346.143	-292.287	0	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
7.5	2	100	200	100	111.354	668.127	-145.506	1382.02	0.25	345.506	-291.012	0	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
8.875	2	100	200	100	88.4422	530.653	-145.479	1381.92	0.25	345.479	-290.958	0	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
8.9375	2	100	200	100	87.521	525.126	-144.757	1379.03	0.25	344.757	-289.513	0	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625
7.4375	2	100	200	100	112.527	675.16	-144.723	1378.89	0.25	344.723	-289.446	0	6	0.5	36	0	0.0625	0.0625

Σχ.55 Ταξινόμηση Πίνακα Τιμών Μεταβλητών

Διαδικασία Διατήρησης Αποθέματος- Συστημική Προσέγγιση, Χρήση και Ανάπτυξη πληροφοριακών Συστημάτων σε Πραγματική Περίπτωση Χρήσης για τη Βέλτιστη Λήψη Αποφάσεων

Στον παραπάνω πίνακα, ταξινομήσαμε τις στήλες ως προς το διαθέσιμο απόθεμα με φθίνουσα σειρά. Παρατηρούμε ότι το μέγιστο απόθεμα το οποίο θα πρέπει να αποθηκευτεί στις εγκαταστάσεις της εταιρείας ανέρχεται στους 349,447 τόνους. Αυτή η ποσότητα θα συσσωρευτεί στην αποθήκη κατά τον 8^ο μήνα σύμφωνα με την προσομοίωση. Παρόμοια συμπεράσματα μπορούν να εξαχθούν εάν χρησιμοποιηθούν όλες οι αναλυτικές ικανότητες της γλώσσας Python πάνω στη συμπεριφορά των μεταβλητών και επιπέδων του δυναμικού μοντέλου.

4. Κατασκευή εφαρμογής σε Γλώσσα Προγραμματισμού R

Χρησιμοποιώντας τα παραπάνω εργαλεία, είδαμε πως μπορούμε να λύσουμε προβλήματα επικοινωνίας μέσω συστημικής ανάλυσης, αλλά να κάνουμε και προσομοιώσεις-προβλέψεις σχετικά με τις τιμές των μεγεθών της επιχείρησης, τα οποία είναι πολύ σημαντικά για την κύρια δραστηριότητά της. Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει παρουσίαση της κατασκευής και της χρήσης μίας εφαρμογής σε προγραμματιστική γλώσσα R, η οποία θα διαβάζει ιστορικά δεδομένα της εταιρείας και χρησιμοποιώντας αλγόριθμους ομαδοποίησης και ταξινόμησης, θα κάνει προβλέψεις για συγκεκριμένα μεγέθη της εταιρείας για τα επόμενα χρόνια. Μία τέτοια λειτουργία μπορεί να δράσει ως συμπληρωματική των αναλύσεων που κάναμε στα προηγούμενα κεφάλαια της εργασίας.

4.1 Εργαλεία κατασκευής

Είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο της χρήση της προγραμματιστικής γλώσσας Python. Και η R όσο και η Python είναι οι επικρατέστερες γλώσσες όσον αφορά την αναλυτική δεδομένων και τη δημιουργία προβλέψεων για δεδομένα. Στο συγκεκριμένο εγχείρημα χρησιμοποιήσαμε την R αντί της Python για τους εξής λόγους:

- Η R έχει πολλές διαφορετικές ενσωματωμένες βιβλιοθήκες και συναρτήσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατευθείαν χωρίς να χρειαστεί να γραφτεί περίπλοκος κώδικας.
- Είναι πιο εύκολη στην κωδικοποίηση.
- Συμπεριλαμβάνει προηγμένα εργαλεία διαγραμματικής απεικόνισης των δεδομένων.
- Είναι καλύτερη στα σημεία της στατιστικής ανάλυσης.

Οι βιβλιοθήκες που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή της εφαρμογής ήταν οι εξής:

- **lubridate()** Είναι η βιβλιοθήκη που χειρίζεται χρονικά αντικείμενα (πχ. ημερομηνίες) και επιτρέπει την εύκολη επεξεργασία τους. Η σύνταξη που χρησιμοποιεί είναι εύκολο να απομνημονευθεί συνεπώς ο χρήστης μπορεί να την καταλάβει και να τη χρησιμοποιήσει ευκολότερα
- **dplyr()** Αυτή η βιβλιοθήκη παρέχει εύκολη επεξεργασία των δεδομένων. Ο λόγος που τη χρησιμοποιούμε είναι γιατί οι συναρτήσεις που χρησιμοποιεί είναι στη μορφή ρημάτων που φέρουν της πραγματική τους σημασία. Με αυτό τον τρόπο η κωδικοποίηση γίνεται ευκολότερη.
- **forecast()** Είναι η πιο σημαντική βιβλιοθήκη για τη δημιουργία προβλέψεων. Πολλά μοντέλα προβλέψεων όπως το SMA, ARIMA κ.ά. έχουν φτιαχτεί με τις συναρτήσεις που εμπεριέχονται σε αυτή τη βιβλιοθήκη.
- **zoo() and xts()** Και οι δύο αυτές βιβλιοθήκες μας βοηθούν να δουλέψουμε με χρονοσειρές εύκολα. Χρησιμοποιούνται για να μετατρέψουμε τα δεδομένα σε χρονοσειρές με επιτυχία.
- **tsfkn()** Αυτή η συγκεκριμένη βιβλιοθήκη χρησιμοποιήθηκε για προβλέψεις πάνω σε δεδομένα χρονοσειρών χρησιμοποιώντας το μοντέλο KNN. Εμπεριέχει όλες τις

απαραίτητες συναρτήσεις ώστε να μπορέσουμε να πάρουμε ακριβή αποτελέσματα από τις προβλέψεις που κάνουμε.

- **keras()** Αυτή η βιβλιοθήκη χρησιμοποιείται για την κατασκευή μοντέλων νευρωνικών δικτύων.
- **tensorflow()** Αυτή η βιβλιοθήκη χρησιμοποιείται στην κατασκευή αλγορίθμων μηχανικής εκμάθησης. Ο εκτιμητής API αυτής της βιβλιοθήκης βοηθάει στο να χτιστεί μοντέλα ομαδοποίησης και παλινδρόμησής υψηλού επιπέδου.
- **shiny()** Η βιβλιοθήκη αυτή παρέχει το περιβάλλον ανάπτυξης στη εφαρμογή R studio που χρησιμοποιήσαμε. Εμπειρέχει πολλές χρήσιμες συναρτήσεις που μας βοήθησαν να φτιάξουμε μία διαδραστική εφαρμογή για τις ανάγκες της μελέτης μας.
- **shinydashboard()** Αυτή η υπολειτουργία της παραπάνω βιβλιοθήκης μας βοήθησε να φτιάξουμε διαδραστικούς πίνακες παρουσίασης των αποτελεσμάτων τα ανάλυσης αλλά και των προβλέψεων μας.

Εκτός από τις βιβλιοθήκες που χρησιμοποιήθηκαν, ένας άλλος σημαντικός παράγοντας είναι και ο αλγόριθμος που θα τρέχει η εφαρμογή.

Ο αλγόριθμος μηχανικής εκμάθησης του K κοντινότερου γείτονα είναι ένας από του πιο απλούς που χρησιμοποιούνται στις σύγχρονες μελέτες αναλυτικής δεδομένων. Είναι ελεγχόμενος αλγόριθμος ο οποίος υποθέτει ότι όλες οι παρατηρήσεις του δείγματος που βρίσκονται σε μικρή απόσταση μεταξύ τους, είναι όμοιες. Ο αλγόριθμος προσαρμόζεται στις ανάγκες του χρήστη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παλινδρομήσεις, ταξινομήσεις, ομαδοποιήσεις αλλά και για επίλυση προβλημάτων αναζήτησης. Στην δική μας περίπτωση θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή παλινδρόμησής ενώ η απόσταση που θα μετρηθεί να είναι η Ευκλείδεια.

Τέλος για να ολοκληρώσουμε την κατασκευή της εφαρμογής θα χρειαστούμε δεδομένα. Εξαγάγαμε δεδομένα από τη βάση δεδομένων της εταιρείας. Τα δεδομένα αυτά αφορούσαν την χρονική περίοδο 2013-2019. Εμπειρείαν στοιχεία σχετικά με συγκεκριμένα προϊόντα της εταιρείας, τις παραγγελίες που έδινε η εταιρεία στους προμηθευτές της για να αγοράσει απόθεμα και τέλος τα στοιχεία αυτών που πωλούσε στους πελάτες της. Τα δεδομένα από το 2013 μέχρι το 2018 χρησιμοποιήθηκαν για να εκπαιδευτεί το μοντέλο. Οι προβλέψεις που έγιναν αφορούσαν το 2019. Έπειτα συγκρίναμε τα αποτελέσματα των προβλέψεων μας με τα πραγματικά αποτελέσματα του 2019 για να ελέγξουμε κατά πόσο τα πρώτα ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα.

Σημειώνουμε ότι τα δεδομένα που αναγράφονται παρακάτω είναι ενδεικτικά και μερικώς τροποποιημένα διότι αποτελούν περιουσιακό στοιχείο της εταιρείας.

Για να τροφοδοτήσουμε την εφαρμογή μας με δεδομένα χρησιμοποιήσαμε τους παρακάτω πίνακες που αφορούν προϊόντα και παραγγελίες σε προμηθευτές. Πιο συγκεκριμένα έχουμε:

Id	Name	Category	SubCategory	Brand	BarCode	Supplier	BuyPrice	SellPrice	SellCurrency	SupplierLeadTime	StockOnHand	StockOnOrder	
1500201000810	ΑΝΕΥΡΗ ΛΕΥΚΟ 1x25KG (Γ.70%) ΣΑΡΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ (ΔΩΝΑΤΟ)	ΑΡΤΟΠΕΥΑΣΜΑΤΑ	ΑΝΕΥΡΑ	GOLDEN MILLS		ΣΑΡΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ	0,33	0,51	EURO		1	500	1000
1330102000700	ΓΛΑΥΡΤΙ ΦΡΟΙΤΩΝ 2x4x125GR FERMANIAS	ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΑ	ΓΛΑΥΡΤΙΑ	HAPPY YOG		BOSMANN	0,123	0,24	EURO		15	1200	3000
1330201010770	ΓΛΑΥΡΤΙ ΑΦΕΛΑΟΣ 1x2x200GR KPI-KPI	ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΑ	ΓΛΑΥΡΤΙΑ	SUPERFOOD		KPI KPI	0,71	0,89	EURO		3	90	240
1100609000601	ΒΟΕΙΟ Κ/Ψ ΝΟΥΑ 1,2/1,5KG ΙΤΑΛΙΑΣ	ΚΡΕΑΤΑ	ΒΟΕΙΑ	ITALIAN COW		CALZI	4,2	5,8	EURO		7	800	1000
1101309000601	ΒΟΕΙΟ Κ/Ψ ΣΤΑΛΙΑ(SHOUJDER A/O) ΙΤΑΛΙΑΣ	ΚΡΕΑΤΑ	ΒΟΕΙΑ	ITALIAN COW		CALZI	4,4	6	EURO		7	500	1500
1101905000601	ΒΟΕΙΟ Κ/Ψ ΠΟΝΤΙΚΙ(SHANKS) ΙΤΑΛΙΑΣ	ΚΡΕΑΤΑ	ΒΟΕΙΑ	LOREN		SCHUECHER	3	4,2	EURO		8	600	1500
1103028000610	ΒΟΕΙΟ Κ/Ψ ΟΥΡΕΣ ΠΟΛΟΝΙΑΣ	ΚΡΕΑΤΑ	ΒΟΕΙΑ	TAJLSTORIES		MARLEX	5,6	6,7	EURO		10	400	900
1310102010700	ΤΥΡΙ ΠΛΟΥΤΙΑ ΜΠΑΣΤΩΝΙ FERMANIAS 48%	ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΑ	ΤΥΡΙΑ	CHEESY		FIRST QUALITY CHEESE	3,25	3,8	EURO		3	250	700
1310402000700	ΤΥΡΙ ΕΠΤΑΝ ΜΠΑΣΤΩΝΙ FERMANIAS 40%	ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΑ	ΤΥΡΙΑ	CHEESY		FIRST QUALITY CHEESE	3,25	3,8	EURO		3	180	800
1310705000801	ΤΥΡΙ ΣΚΙΗΡΟ ΔΑΝΙΑΣ 40%	ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΑ	ΤΥΡΙΑ	GOURMET		FIRST QUALITY CHEESE	4,65	5,4	EURO		5	300	900

Σχ.56 Πίνακας Δεδομένων Κωδικών

- **ID** Ο κωδικός του προϊόντος όπως αναγράφεται στο κωδικολόγιο της εταιρείας.

- **Name** Το όνομα της προϊόντος.
- **Category** Η οικογένεια προϊόντων στην οποία ανήκει.
- **Subcategory** Η υποκατηγορία στην οποία ανήκει το προϊόν.
- **Brand** Η επωνυμία του προϊόντος.
- **Supplier** Το όνομα του κύριου προμηθευτή.
- **Buy Price** Η τιμή αγοράς μίας μονάδας προϊόντος
- **Sell Price** Η τιμή πώλησης μίας μονάδας προϊόντος
- **Sell Currency** Το νόμισμα με το οποίο αγοράζεται και πωλείται το προϊόν.
- **Supplier Lead time** Ο χρόνος παράδοσης του προϊόντος από τον προμηθευτή στην εταιρεία.
- **Stock on Hand** Το διαθέσιμο απόθεμα για μία χρονική στιγμή.
- **Stock On Order** Η ποσότητα των προϊόντων που έχει παραγγελθεί στον προμηθευτή.

Id	Date	DeliveryDate	Quantity	Currency	Supplier	NetAmount
1500201000810	24/7/2020	25/7/2020	1000	EURO	ΣΑΡΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ	330
1330102000700	13/8/2020	28/8/2020	3000	EURO	BOSMAN	369
1330201010770	15/5/2020	18/5/2020	240	EURO	KPI KPI	170,4
1100609000601	6/4/2020	13/4/2020	1000	EURO	CALZI	4200
1101309000600	5/3/2020	12/3/2020	1500	EURO	CALZI	6600
1101905000600	21/5/2020	29/5/2020	1500	EURO	SCHEUCHER	4500
1103028000610	12/8/2020	22/8/2020	900	EURO	MARLEX	5040
1310102010700	6/6/2020	9/6/2020	700	EURO	FIRST QUALITY CHEESE	2275
1310402000700	17/5/2020	20/5/2020	800	EURO	FIRST QUALITY CHEESE	2600
1310705000801	23/7/2020	28/7/2020	900	EURO	FIRST QUALITY CHEESE	4185

Σχ.57 Πίνακας Δεδομένων Παραγγελιών

- **ID** Ο κωδικός του προϊόντος.
- **Date** Η ημερομηνία καταχώρησης παραγγελίας σε προμηθευτή.
- **Delivery Date** Ημέρα παράδοσης του προϊόντος στις εγκαταστάσεις της εταιρείας.
- **Quantity** Ποσότητα του προϊόντος που αποθηκεύτηκε στις αποθήκες της εταιρείας.
- **Currency** Νόμισμα με το οποίο εκτελέστηκε η συναλλαγή.
- **Supplier** Η επωνυμία του προμηθευτή.
- **Net amount** Καθαρή χρηματική αξία του αποθέματος το οποίο αποθηκεύτηκε.

4.2 Παρουσίαση Λειτουργίας Εφαρμογής

Η εφαρμογή που κατασκευάστηκε :

- Διαβάζει τα χαρακτηριστικά των προϊόντων όπως αναφέρονται στον πίνακα.
- Διαβάζει το ιστορικό των παραγγελιών σε προμηθευτές για κάθε προϊόν ξεχωριστά μαζί με τα χαρακτηριστικά κάθε συναλλαγής.
- Ομαδοποιεί τα προϊόντα με βάση την οικογένεια τους αλλά και την υποομάδα στην οποία ανήκουν.
- Δημιουργεί συγκεντρωτικούς πίνακες για κάθε ομάδα προϊόντων.
- Δημιουργεί διαγραμματική απεικόνιση των δεδομένων.
- Με τη χρήση του αλγόριθμου μηχανικής εκμάθησης που χρησιμοποιήθηκε, παράγει προβλέψεις για το επόμενο έτος χρήσης σχετικά με το πότε αναμένεται μία παραγγελία από προμηθευτή να φτάσει στις αποθήκες, την αναμενόμενη τιμή του προϊόντος και την αναμενόμενη ζήτηση για εκείνη την περίοδο.
- Βοηθά τον χρήστη να προβλέψει για μία συγκεκριμένη μελλοντική στιγμή πόσες μονάδες αποθέματος χρειάζεται για να καλύψει την αναμενόμενη ζήτηση, πόσες

χρηματικές μονάδες θα ξοδέψει για τη μία μονάδα προϊόντος αλλά και για το σύνολο της παραγγελίας σε προμηθευτή και τέλος να υπολογίσει σε πόσες ημέρες θα έχει το απόθεμα διαθέσιμο.

The screenshot shows a web application interface for forecasting. The title bar is 'Forecasting'. On the left, there is a dark sidebar with a 'Select a product' dropdown menu and a 'Submit' button. The main content area is divided into four quadrants: 'Supplier' (top-left), 'Price forecast' (top-right), 'Demand forecast' (bottom-left), and 'Results' (bottom-right). The 'Results' section contains the following information:

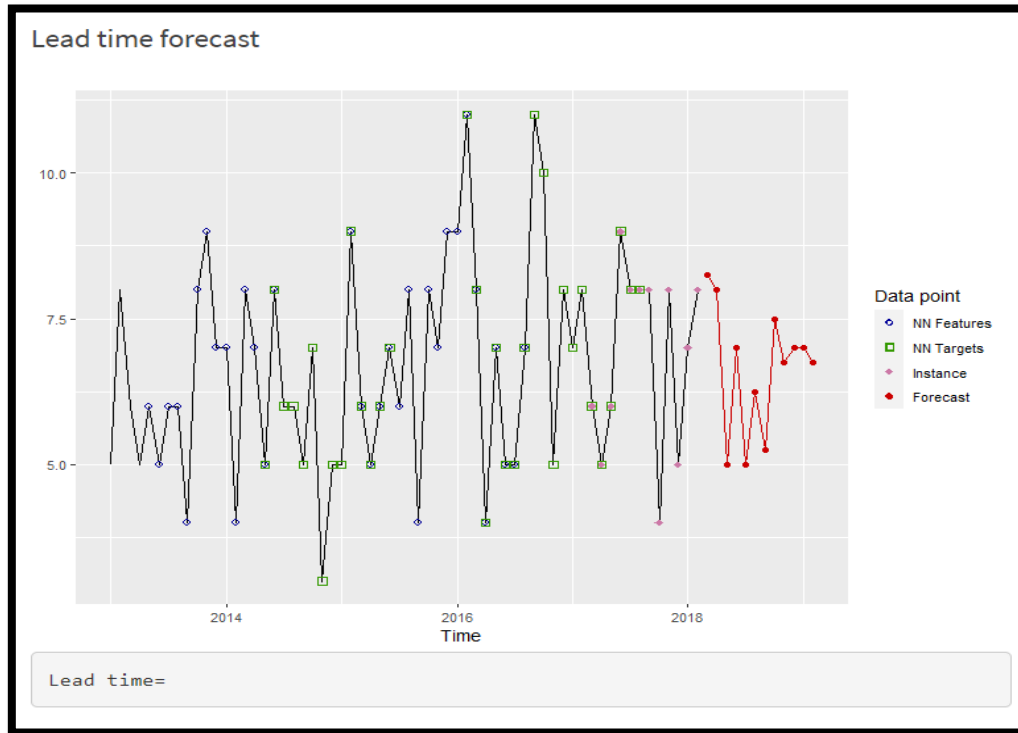
For your next order in	
Required Number of products	
Buy Price of Individual Product	
Net Amount to be paid to the supplier	
No. of days required to deliver the product	

Σχ.58 User Interface

Το User Interface που δημιουργήθηκε παρουσιάζεται παραπάνω. Διαθέτει μόνο μία λίστα επιλογής οικογένειας προϊόντος. Ο χρήστης επιλέγει την οικογένεια για την οποία επιθυμεί να κάνει πρόβλεψη και αμέσως του εμφανίζονται δεδομένα διαγραμματικά που σχετίζονται με την ιστορικότητα αλλά και τον μέλλον.

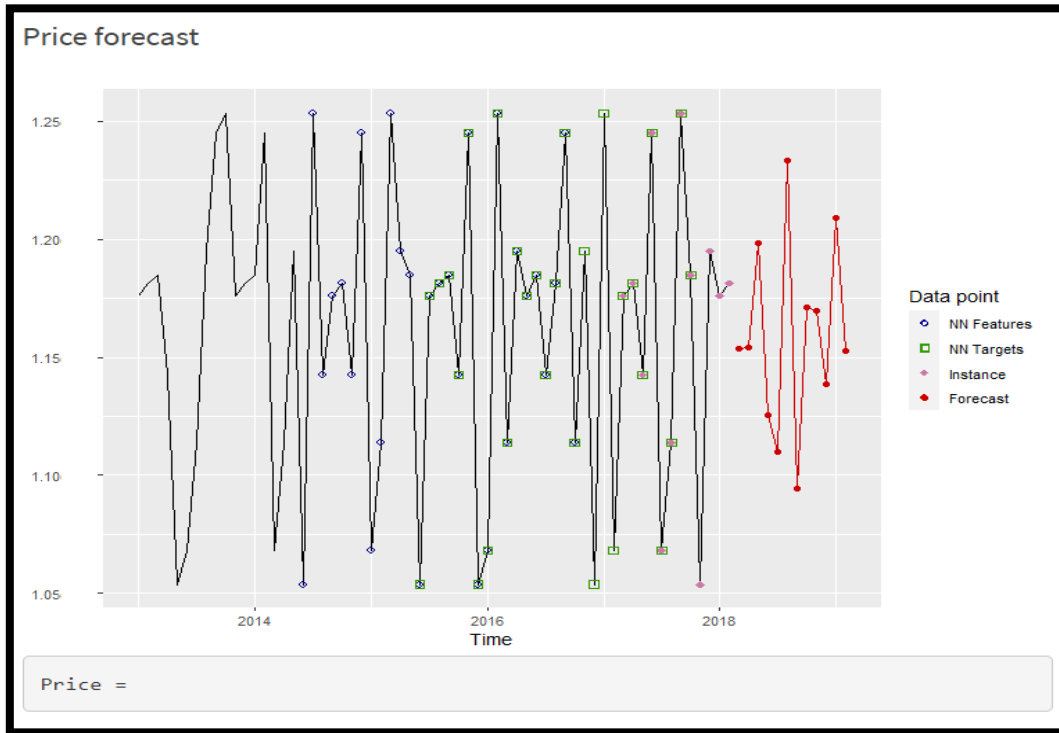
Παρακάτω παρουσιάζονται διαγραμματικά τα στοιχεία που εξήχθησαν για δύο διαφορετικές οικογένειες προϊόντων από την εφαρμογή.

4.3 Περίπτωση Χρήσης A



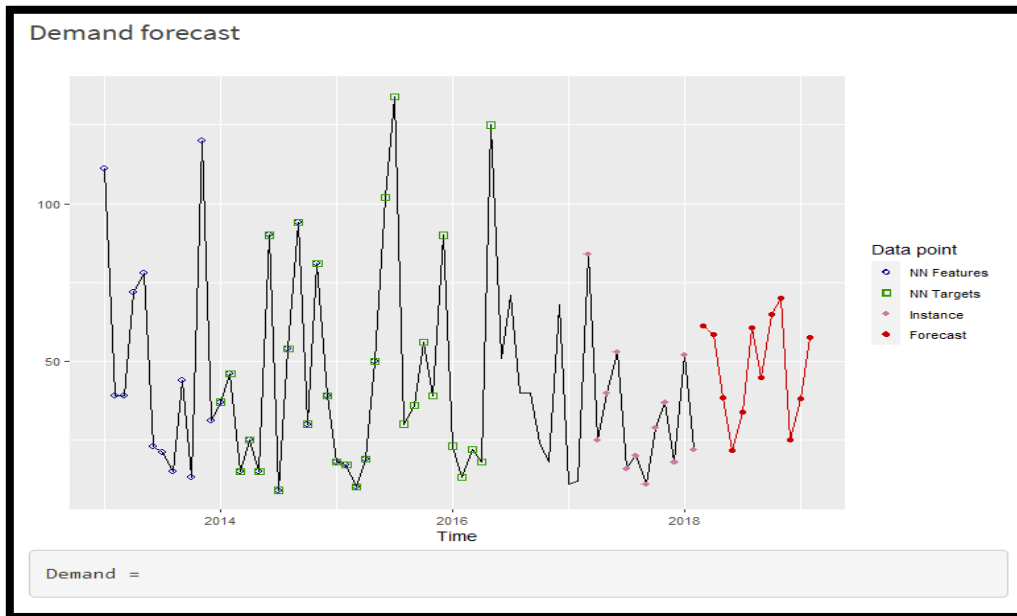
Σχ.59 Διάγραμμα Χρόνου Παράδοσης Προμηθευτή

Διακρίνουμε ότι τη συγκεκριμένη ομάδα προϊόντων, ο προμηθευτής, την παραδίδει από 3,5 μέχρι και σχεδόν 11 μέρες από την παραγγελία. Τα δεδομένα που εμφανίζονται με κόκκινο χρώμα στο διάγραμμα είναι αυτά που αποτελούν τις προβλέψεις.



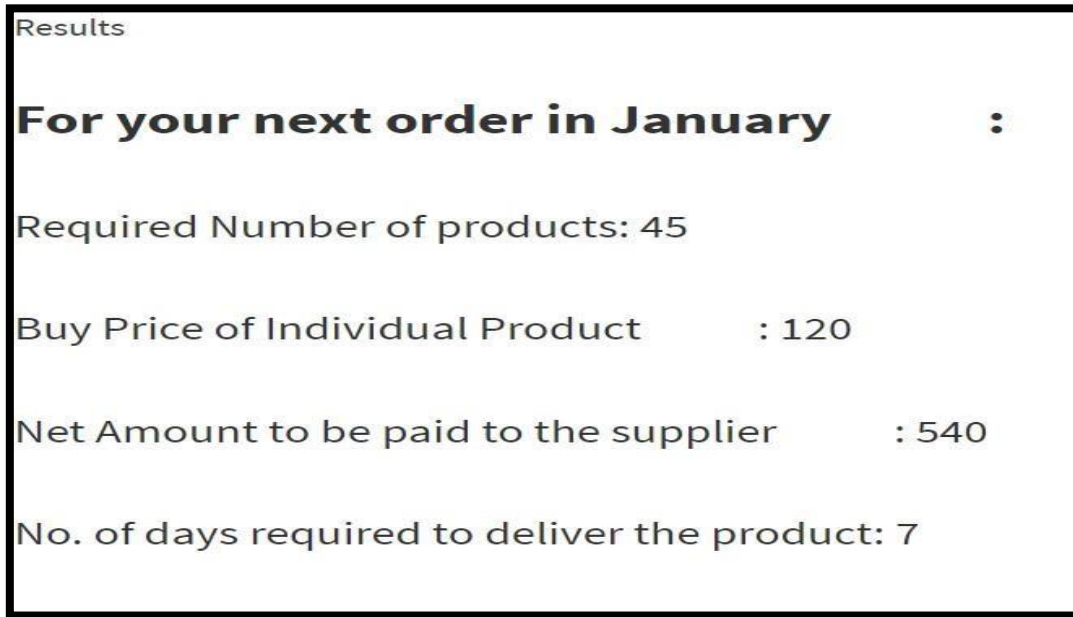
Σχ.60 Διάγραμμα Τιμής και Πρόβλεψης Προϊόντος

Εδώ παρατηρούμε ότι η τιμή του προϊόντος κυμαίνεται από 1,05 € μέχρι και λίγο πάνω από τα 1,25€.



Σχ.61 Διάγραμμα Πρόβλεψης Ζήτησης

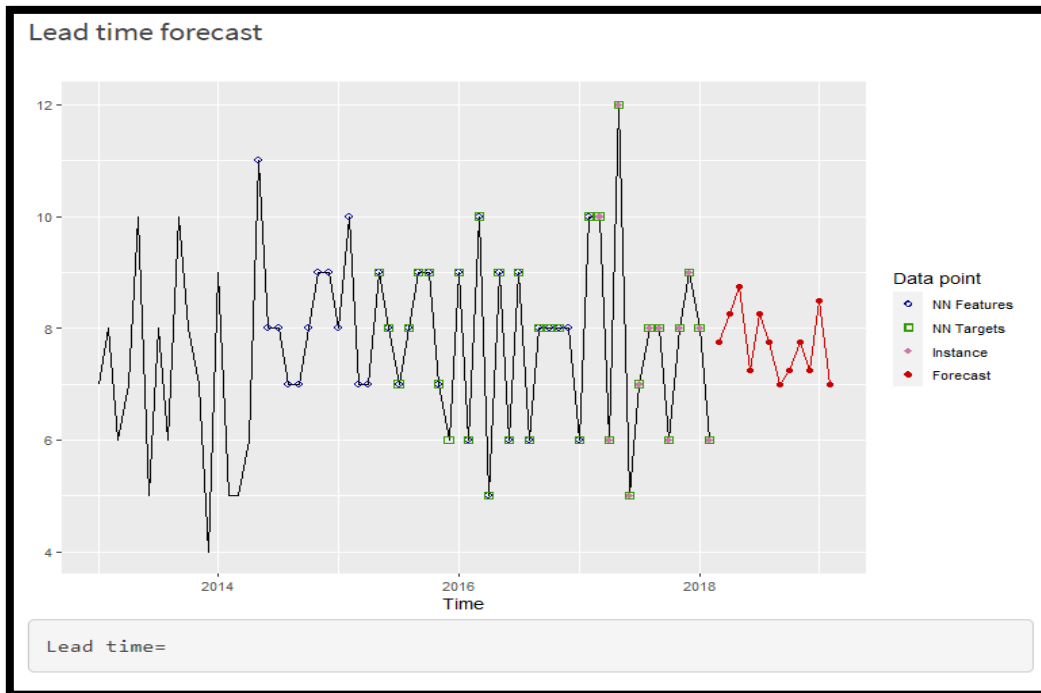
Τέλος εδώ βλέπουμε ότι η ζήτηση του προϊόντος κυμαίνεται από τις 20 σχεδόν μονάδες μέχρι και 130.



Σχ.62 Πίνακας Αποτελεσμάτων Προβλέψεων

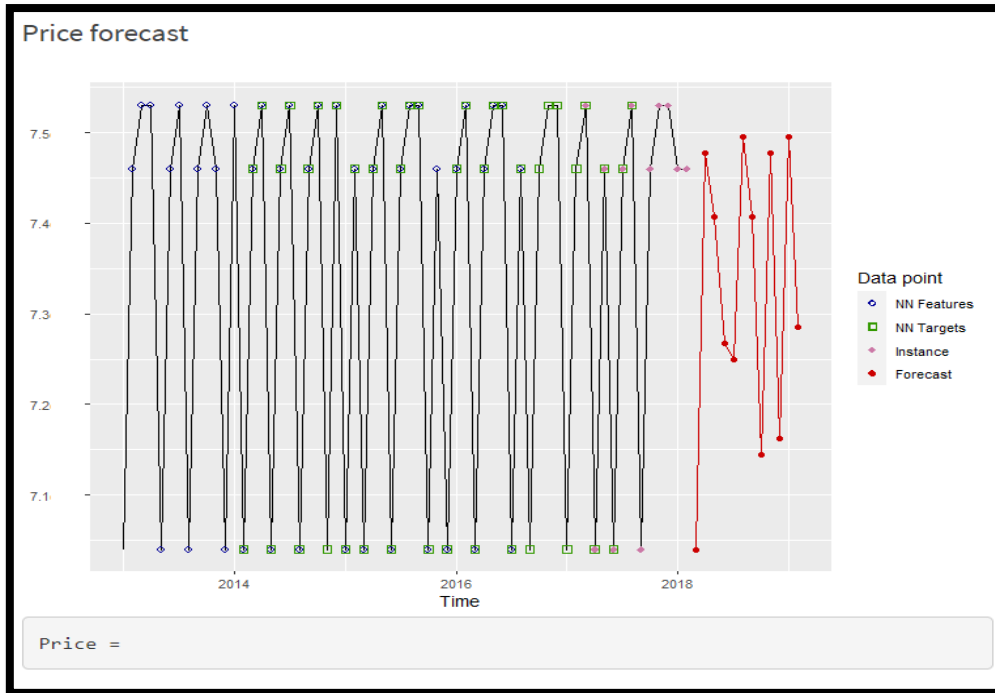
Τα αποτελέσματα της πρόβλεψης αφορούν τον 1^ο μήνα του 2019 και παρουσιάζονται στον παραπάνω. Αξίζει να σημειωθεί ότι η πραγματική ποσότητα που παραγγέλθηκε τον Ιανουάριο του 2019 ήταν 42 μονάδες με συνολική αξία και συνολικές ημέρες παράδοσης να κινούνται στα ίδια νούμερα με ελάχιστες αποκλίσεις.

4.4 Περίπτωση Χρήσης Β



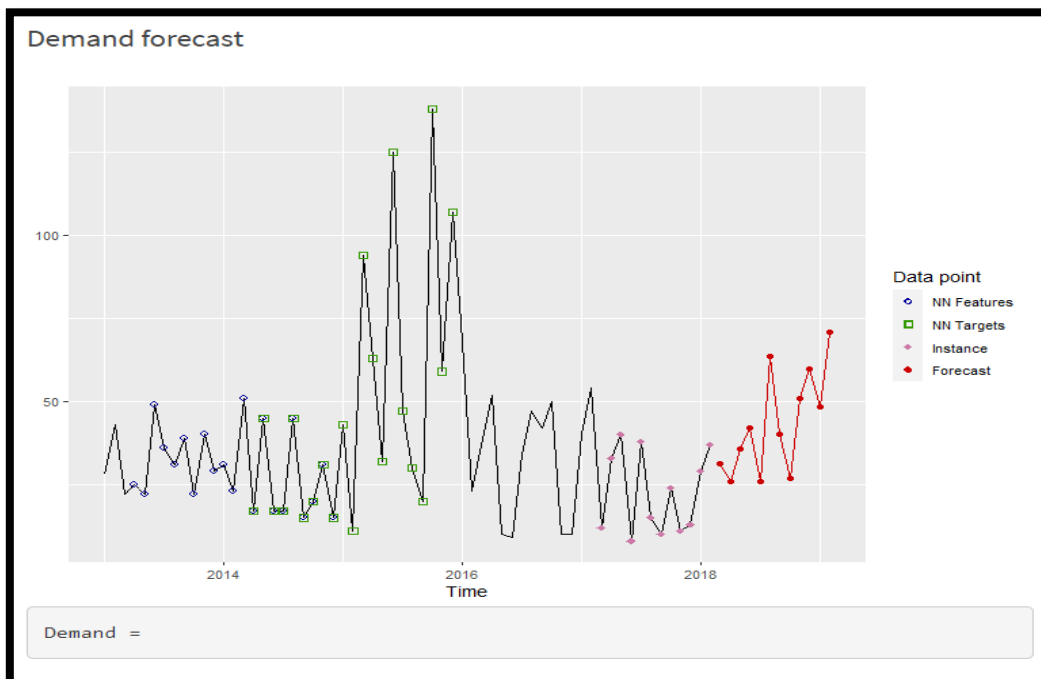
Σχ.63 Διάγραμμα Χρόνου Παράδοσης Προμηθευτή

Γι' αυτή την οικογένεια προϊόντων βλέπουμε ότι ο προμηθευτής παραδίδει από 4 μέχρι 12 μέρες (τιμές οι οποίες αποτελούν ελάχιστο και μέγιστο και δεν εμφανίζονται συχνά).



Σχ.64 Διάγραμμα Τιμής και Πρόβλεψης Προϊόντος

Η τιμή του προϊόντος αυτού βλέπουμε ότι ανεβοκατεβαίνει συχνά ανάμεσα στο διάστημα των 7.05€ και 7.55 €. Παρατηρούμε ότι η πρόβλεψη που δημιουργείται τείνει να επικεντρώνεται στις ενδιάμεσες τιμές χωρίς να λαμβάνει υπόψιν τα μέγιστα και τα ελάχιστα.



Σχ.65 Διάγραμμα Πρόβλεψης Ζήτησης

Τέλος βλέπουμε τη ζήτηση του προϊόντος στο παραπάνω διάγραμμα. Παρατηρούμε ότι η μέγιστη τιμή του εμφανίστηκε στο τέλος του έτους 2015, ενώ γενικά για τα υπόλοιπα χρόνια είναι σχετικά χαμηλή.

Results	
For your next order in January :	
Required Number of products:	32
Buy Price of Individual Product	: 728.
Net Amount to be paid to the supplier	: 233
No. of days required to deliver the product:	7

Σχ.66 Πίνακας Αποτελεσμάτων Προβλέψεων

Οι προβλέψεις και πάλι εδώ μετά την σύγκριση με τα πραγματικά δεδομένα ήταν αρκετά ακριβείς. Τον Ιανουάριο είχαν παραγγελθεί 35 μονάδες προϊόντος ενώ ο προμηθευτής είχε παραδώσει στις 6 μέρες.

5. Επίλογος

5.1 Εμπόδια-Συμπεράσματα-Μελλοντική Ερεύνα

Στην παρούσα εργασία προσπαθήσαμε να λύσουμε προβλήματα που αντιμετώπιζε ένας οργανισμός σχετικά με τη διαχείριση των αποθεμάτων του. Χρησιμοποιήσαμε τεχνικές συστημικής μελέτης αλλά και εργαλεία ανάλυσης δεδομένων για να πετύχουμε τον σκοπό αυτό.

Τα εμπόδια τα οποία συναντήσαμε κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας και της εφαρμογής των διάφορων τεχνικών στον οργανισμό ήταν τα εξής:

- Η ετερογένεια των προϊόντων. Στα μοντέλα που κατασκευάστηκαν ήταν δύσκολο να συμπεριλάβουμε και τα ειδικά χαρακτηριστικά που απαντώνται σε διαφορετικά προϊόντα.
- Η διάκριση ABC. Πολλές εταιρείες οι οποίες δραστηριοποιούνται στον τομέα της αποθήκευσης και εμπορίου προϊόντων χωρίζουν τα προϊόντα τους σε βραδυκίνητα, κανονικά και ταχυκίνητα και δίνουν την αντίστοιχη βαρύτητα στη διατήρηση αποθέματος για το καθένα ξεχωριστά. Επίσης άλλες αποφασίζουν τον τρόπο με τον οποίο θα καταναίμουν το απόθεμα στις αποθήκες τους με βάση τη σημαντικότητα-προτεραιότητα που δίνουν στην εξυπηρέτηση συγκεκριμένων πελατών ή ομάδων αγοραστών. Εδώ κάτι τέτοιο δεν λήφθηκε υπόψιν κατά την εξαγωγή αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων.

- Ο παράγοντας του λάθους και τον αποκλίσεων. Για όλες τις μελέτες μας υποθέσαμε ότι ο ανθρώπινος παράγοντας δεν υποπίπτει σε λάθη που σχετίζονται για παράδειγμα με την παραλαβή ή την εκτέλεση μιας παραγγελίας προμηθευτή ή πελάτη.

Τα συμπεράσματα που εξαγάγαμε από τη μελέτη είναι ότι :

- Η επικοινωνία μεταξύ των μερών του οργανισμού αποτελεί κρίσιμο παράγοντα στη ομαλή διεξαγωγή όλων των λειτουργιών της επιχείρησης.
- Δημιουργώντας κανάλια επικοινωνίας απαλλαγμένα από εμπόδια μπορείς έμμεσα να μειώσεις λειτουργικά έξοδα και να ενισχύσεις τη θέση της εταιρείας και του οργανισμού απέναντι στον ανταγωνισμό και στους πελάτες σου.
- Είναι αναγκαίο να χρησιμοποιούνται εργαλεία προσομοίωσης και δημιουργίας επιχειρησιακών σεναρίων ώστε να υπάρχει μία πληρέστερη εικόνα σχετικά με το τι πρέπει το κάθε μέλος να περιμένει στο άμεσο μέλλον για να προετοιμαστεί και να μοιράσει τους επιχειρησιακούς του πόρους κατάλληλα.
- Μία καλή εφαρμογή των εργαλείων ανάλυσης και παρουσίασης δεδομένων αλλά και αυτών της δημιουργίας προβλέψεων μπορεί να λύσει ένα μεγάλο μέρος του προβλήματος της διαχείρισης αποθέματος.

Προτάσεις για μελλοντική εργασία πάνω στο θέμα της διαχείρισης αποθέματος με συστημικά εργαλεία και εργαλεία ανάλυσης και πρόβλεψης δεδομένων:

Η προσπάθεια εντοποίησης και κοινής λειτουργίας (integration) όλων των παραπάνω εργαλείων και λογισμικών που χρησιμοποιήθηκαν. Είναι εύκολα διακριτό ότι τα αποτελέσματα του ενός εργαλείου μπορούν να τροφοδοτήσουν το επόμενο ώστε ο χρήστης να μη χρειάζεται να τρέξει διαφορετικές αναλύσεις για κάθε διαφορετικό σενάριο που προκύπτει.

Τέλος η προσπάθεια προσάρτησης των συστημικών εργαλείων σε μοντέρνα προγράμματα διαχείρισης εταιρικών πόρων ERP (enterprise resource planning) τα οποία απλά καταγράφουν και διαχειρίζονται τα δεδομένα και δεν προβαίνουν σε τεχνικές επεξεργασίας ώστε να συνεισφέρουν στην βελτιστοποίηση των διαδικασιών λήψεις ενδοεταιρικών αποφάσεων.

6. Βιβλιογραφία

6.1 Ξενόγλωσση

- Assimakopoulos N. & Theocharopoulos I. (2009) The Design and Control Systemic Methodology (DSCYM)a multi-agent modelling and operation platform. International Journal of Applied Systemic Studies
- Kot S., Grondys K., Szopa R,(2011) Theory of inventory management based on demand forecasting
- Elzbieta Kasperska, Elwira Mateja-Losa, Rafal Marjasz (2013) Sensitivity Analysis and Optimization for Selected Supply Chain Management Issues in the Company – Using System Dynamics and Vensim

- Zhang Yong-an, Wang Yanni, Research the Complex Logistics System (CLS) Based on the Vensim, (2010) 2nd International Conference on E-business and Information System Security
- Nasir, Tasnuba and Quaddus, Mohammed and Shamsuddoha, Mohammad. (2013). Dairy Supply Chain: A Vensim based Conceptual Model, in Halim, S. and Widyadana, I.G.A. (ed), Proceedings of the 3rd International Forum and Conference on Logistics and Supply Chain Management (LSCM), Jun 27-29 2013. Bali: Institute for Research and Community Service, Petra Christian University.
- T. Hennies, et al., Mesoscopic supply chain simulation, J. Comput. Sci. (2013), <http://dx.doi.org/10.1016/j.jocs.2013.08.004>
- James Houghton, Michael Siegel Advanced data analytics for system dynamics models using PySD

6.2 Ελληνική

- Ασημακόπουλος Ν. (2008) Συστημική Ανάλυση, Πανεπιστήμιο Πειραιά.
- Μαλινδρέτος, Γ., (2015). Εφοδιαστική αλυσίδα, logistics και εξυπηρέτηση πελατών. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα <http://hdl.handle.net/11419/5391>
- Ταουκτής Ξ. (2016) Εφοδιαστική Αλυσίδα Κλειστού Βρόγχου: Βιβλιογραφική Ανάλυση και Μαθηματική Μοντελοποίηση/Closed Loop Supply Chain: Literature Review and Mathematical Modeling, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

6.3 Ηλεκτρονική

- <http://www.wikipedia.org>
- <http://www.wikiversity.org>
- Vensim , <http://www.vensim.com/vensim-software>
- Forio, <http://www.forio.com>

7. Παράρτημα

Παρακάτω παρατίθεται αυτούσιος ο κώδικας της πιλοτικής εφαρμογής σε γλώσσα προγραμματισμού R όπως κατασκευάστηκε για τις ανάγκες εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

```
library(shiny)
library(shinydashboard)
library(lubridate)
library(ggplot2)
library(TTR)
library(forecast)
library(tsfknn)
library(zoo)
library(xts)
```

#ΔΙΑΒΑΖΩ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

```
library(readxl)
data <- read_excel("C:/Users/mixal/OneDrive/Desktop/datamanipulator.xlsx")
View(data)
po.dataset<-read.table(file = 'C:/Users/mixal/OneDrive/Desktop/ PurchaseOrders.tsv' , sep = '\t'
, header = TRUE )
```

```

View(data)
View(po.dataset)
# ΕΝΟΠΙΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΩΝ ΔΥΟ ΠΙΝΑΚΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΝ ΚΩΔΙΚΟ
final_dataset <- merge(data , po.dataset, by ="Id")
View(final_dataset)
#ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΦΟΡΑΣ ΗΜΕΡΑΣ ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑΣ ΚΑΙ ΗΜΕΡΑΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ
final_dataset$diff <- (as.Date(final_dataset$DeliveryDate))- (as.Date(final_dataset$Date))
final_dataset$diff <- as.numeric(final_dataset$diff)
View(final_dataset)
#ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΤΗΛΩΝ ΑΠΟ ΤΟΝ ΤΕΛΙΚΟ ΠΙΝΑΚΑ
time_series_data <- subset(final_dataset, select = c(Date,Supplier.x,SubCategory,diff))
# ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΠΑΛΑΙΟΤΕΡΟ ΣΤΟ ΝΕΟΤΕΡΟ ΒΑΣΗ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑΣ
time_series_data<-time_series_data[order(as.Date(time_series_data$Date, format="%Y-%m-
%d")),]
View(time_series_data)

# ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΤΗΛΩΝ ΓΙΑ ΕΥΡΕΣΗ ΤΙΜΗΣ ΑΓΟΡΑΣ
profit_data <- subset(final_dataset, select = c(Date,Supplier.x,SubCategory,BuyPrice))
#ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ
profit_data<-profit_data[order(as.Date(profit_data$Date, format="%Y-%m-%d")),]
View(profit_data)
#ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΤΗΛΩΝ ΓΙΑ ΕΥΡΕΣΗ ΖΗΤΗΣΗΣ
demand_data <- subset(final_dataset, select = c(Date, Supplier.x, SubCategory, Quantity))
#ΧΡΟΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ
demand_data<-demand_data[order(as.Date(demand_data$Date, format="%Y-%m-%d")),]
View(demand_data)

ui <- dashboardPage(
  dashboardHeader( title = "Forecasting Application for Inventory Management"),
  dashboardSidebar(
    selectInput("productInput_1", "Select a product ",
      choices = c("dairy", "meat",
"vegetables", "canned", "tools", "ropes", "cleaning", "pasta", "rice")
    ),
    actionButton(inputId = "submit_1" , label = "Submit")
  ),
  dashboardBody(
    fluidRow(
      box(title = "Supplier", width = 12, htmlOutput("supplier")),
      box(title = "Lead time forecast", plotOutput("lead_time", click = "plot_click_1") ,
        verbatimTextOutput("leadtime_info" ) ,
      box(title = "Price forecast", plotOutput("price", click = "plot_click_2" ) ,
        verbatimTextOutput("price_info" ) ,
      box(title = "Demand forecast", plotOutput("demand", click = "plot_click_3"),
        verbatimTextOutput("demand_info" ) ,
      box(title = "Results", htmlOutput("results" )
    )
  )
)

server <- function( input, output ){
  predictions <- reactiveValues()

```

```

output$lead_time <- renderPlot({
  product_value <- eventReactive(input$submit_1,{input$productInput_1})
  product_value <- as.character(product_value())
  print(product_value)
  #ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΠΡΟΙΟΝ ΠΟΥ ΕΠΙΛΕΧΘΗΚΕ
  newdata <- subset(time_series_data, SubCategory == product_value)
  View(newdata)
  newdata <- subset(newdata, select=c(Date,diff))
  View(newdata)
  #ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΑ
  newdata.xts <- xts(x = newdata$diff, order.by = as.Date(newdata$Date))
  newdata.start <- c(year(start(newdata.xts)), month(start(newdata.xts)))
  newdata.end <- c(year(end(newdata.xts)), month(end(newdata.xts)))
  newdata.train <- ts(as.numeric(newdata.xts), start = newdata.start, end = newdata.end,
frequency = 12)
  View(newdata.train)
  pred_1 <- knn_forecasting(newdata.train, h = 12, lags = 1:12, k = 4, msas = "MIMO")
  ro <- rolling_origin(pred_1, h = 3, rolling = FALSE)
  x <- ceiling(ro$predictions[1])
  predictions$lead_time <- x
  autoplot(pred_1, highlight = "neighbors", faceting = FALSE)
})
output$leadtime_info <- renderText({
  paste0( "Lead time=", as.numeric(input$plot_click_1$y))
})
output$price <- renderPlot({
  product_value_1 <- eventReactive(input$submit_1,{input$productInput_1})

  product_value_1 <- as.character(product_value_1())
  print(product_value_1)

  #ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΠΡΟΙΟΝ ΠΟΥ ΕΠΙΛΕΧΘΗΚΕ

  newdata_1 <- subset(profit_data, SubCategory == product_value_1)
  View(newdata_1)
  newdata_1 <- subset(newdata_1, select=c(Date,BuyPrice))
  View(newdata_1)

  # ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΑ
  newdata_1.xts <- xts(x = newdata_1$BuyPrice, order.by = as.Date(newdata_1$Date))
  newdata_1.start <- c(year(start(newdata_1.xts)), month(start(newdata_1.xts)))
  newdata_1.end <- c(year(end(newdata_1.xts)), month(end(newdata_1.xts)))
  newdata_1.train <- ts(as.numeric(newdata_1.xts), start = newdata_1.start, end =
newdata_1.end, frequency = 12)
  View(newdata_1.train)
  pred_3 <- knn_forecasting(newdata_1.train, h = 12, lags = 1:12, k = 4, msas = "MIMO")

  ro <- rolling_origin(pred_3, h = 3, rolling = FALSE)
  x <- ro$predictions[1]
  predictions$price <- x
  autoplot(pred_3, highlight = "neighbors", faceting = FALSE)
})
output$price_info <- renderText({
  paste0( "Price =", as.numeric(input$plot_click_2$y))
})
output$demand <- renderPlot({
  product_value_1 <- eventReactive(input$submit_1,{input$productInput_1})

```

```

product_value_1 <- as.character(product_value_1())
print(product_value_1)

#ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΠΡΟΙΟΝ ΠΟΥ ΕΠΙΛΕΧΘΗΚΕ
newdata_2 <- subset(demand_data, SubCategory == product_value_1)
newdata_2 <- subset(newdata_2, select=c(Date,Quantity))
View(newdata)

#ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΑ
newdata_2.xts <- xts(x = newdata_2$Quantity, order.by = as.Date(newdata_2$Date))
newdata_2.start <- c(year(start(newdata_2.xts)), month(start(newdata_2.xts)))
newdata_2.end <- c(year(end(newdata_2.xts)), month(end(newdata_2.xts)))
newdata_2.train <- ts(as.numeric(newdata_2.xts), start = newdata_2.start, end =
newdata_2.end, frequency = 12)
#View(newdata.train)
pred_2 <- knn_forecasting(newdata_2.train, h = 12, lags = 1:12, k = 4, msas = "MIMO")
ro <- rolling_origin(pred_2, h = 3, rolling = FALSE)
x <- ceiling(ro$predictions[1])
predictions$demand <- x
autoplot(pred_2, highlight = "neighbors", faceting = FALSE)

})
output$demand_info <- renderText({
  paste0("Demand =", ceiling(as.numeric(input$plot_click_3$y)))
})
output$results <- renderUI({
  str_0 <- tags$h2(tags$b(paste("For your next order in January:")))
  str_1 <- tags$h3(paste("Required Number of products: ",predictions$demand))
  str_2 <- tags$h3(paste("Buy Price of Individual Product: ",predictions$price))
  str_3 <- tags$h3(paste("No. of days required to deliver the product: ",predictions$lead_time))
  str_4 <- tags$h3(paste("Net Amount to be paid to the supplier:
", (predictions$demand*predictions$price)))
  HTML(paste(str_0,str_1, str_2,str_4, str_3, sep = '<br/>'))
})
output$supplier <- renderUI({
  product_value <- eventReactive(input$submit_1,{input$productInput_1})
  product_value <- as.character(product_value())
  supplier_dataset <- subset(time_series_data, SubCategory == product_value)
  supplier_dataset <- subset(supplier_dataset, select = Supplier.x)
  supplier <- supplier_dataset[1,]
  str_0 <- tags$h3(tags$b(paste("This product is delivered by : ",supplier)))
  HTML(paste(str_0))

})
}

shinyApp(ui, server)

```