



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΜΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: ΔΙΟΙΚΗΣΗ LOGISTICS

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΘΗΚΗΣ:
ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΝΟΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟΥ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΛΙΑΝΙΚΟ ΕΜΠΟΡΙΟ

ΜΑΡΙΑ ΝΙΚΟΛΟΠΟΥΛΟΥ
TML 2122

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ ΧΟΝΔΡΟΚΟΥΚΗΣ

ΠΕΙΡΑΙΑΣ, 2025

Δήλωση

Η εργασία αυτή είναι πρωτότυπη και εκπονήθηκε αποκλειστικά και μόνο για την απόκτηση του συγκεκριμένου μεταπτυχιακού τίτλου.

Τα πνευματικά δικαιώματα χρησιμοποίησης του μη πρωτότυπου υλικού της ΜΔΕ ανήκουν στον/στη μεταπτυχιακό/ή φοιτητή/τρια και στο επιβλέπον μέλος ΔΕΠ εις ολόκληρο, δηλαδή εκάτερος μπορεί να κάνει χρήση αυτών χωρίς τη συναίνεση άλλου.

Τα πνευματικά δικαιώματα χρησιμοποίησης του πρωτότυπου μέρους της ΜΔΕ ανήκουν στον/στη μεταπτυχιακό/ή φοιτητή/τρια και στον/στην επιβλέποντα/ουσα από κοινού, δηλαδή δεν μπορεί ο ένας από τους δύο να κάνει χρήση αυτού χωρίς τη συναίνεση του άλλου. Κατ' εξαίρεση, επιτρέπεται η δημοσίευση του πρωτότυπου μέρους της διπλωματικής εργασίας σε επιστημονικό περιοδικό ή πρακτικά συνεδρίου από τον ένα εκ των δύο, με την προϋπόθεση ότι αναφέρονται τα ονόματα και των δύο (ή των τριών σε περίπτωση συνεπιβλέποντα/ουσας) ως συν-συγγραφέων. Στην περίπτωση αυτή προηγείται γραπτή ενημέρωση του/της μη συμμετέχοντα/ουσας στη συγγραφή του επιστημονικού άρθρου. Δεν επιτρέπεται η κατά οποιονδήποτε τρόπο δημοσιοποίηση υλικού το οποίο έχει δηλωθεί εγγράφως ως απόρρητο.

Ο/Η Φοιτητής/Φοιτήτρια
Μαρία Νικολοπούλου

Ο/Η Επιβλέπων/Επιβλέπουσα
Γρηγόριος Χονδροκούκης

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εξετάζει τα Συστήματα Διαχείρισης Αποθήκης (Warehouse Management Systems – WMS) και τον ρόλο τους στο πλαίσιο του σύγχρονου λιανικού εμπορίου. Στόχος είναι η θεωρητική προσέγγιση των λειτουργιών, των πλεονεκτημάτων και των τεχνολογικών υποδομών που προσφέρουν τα WMS, καθώς και η σχεδίαση ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος, προσαρμοσμένου στις ανάγκες ενός λιανεμπορικού περιβάλλοντος. Η εργασία αξιοποιεί βιβλιογραφική και αναλυτική μεθοδολογία, βασισμένη σε έγκριτες επιστημονικές πηγές και πραγματικά παραδείγματα, ώστε να καλύψει θεωρητικά και εφαρμοσμένα τις θεματικές ενότητες που αναπτύσσονται.

Με βάση τη μεθοδολογική προσέγγιση, παρουσιάζονται αρχικά τα χαρακτηριστικά και οι κατηγορίες των Πληροφοριακών Συστημάτων, ενώ ακολουθεί ανάλυση των WMS ως επιμέρους συστημάτων που υποστηρίζουν τη διαχείριση αποθεμάτων και τις εφοδιαστικές ροές. Επιπλέον, εξετάζονται οι απαιτήσεις και οι ιδιαιτερότητες του λιανεμπορίου, και αναπτύσσεται ένα υποθετικό σενάριο υλοποίησης WMS σε επιχείρηση ένδυσης (StyleLine), με πλήρη τεχνική περιγραφή.

Τα συμπεράσματα δείχνουν ότι η υλοποίηση ενός WMS σε περιβάλλον λιανικής ενισχύει τη λειτουργική αποδοτικότητα, την ακρίβεια στην παρακολούθηση αποθεμάτων και την εμπειρία πελάτη. Το WMS δεν αποτελεί μόνο εργαλείο αυτοματοποίησης, αλλά μέρος μιας στρατηγικής υποδομής που μπορεί να οδηγήσει σε ανταγωνιστικό πλεονέκτημα για τις επιχειρήσεις.

Λέξεις-κλειδιά: WMS, λιανικό εμπόριο, πληροφοριακά συστήματα, αποθέματα, διαχείριση αποθήκης.

Abstract

This undergraduate thesis examines Warehouse Management Systems (WMS) and their role within the framework of modern retail trade. Its aim is to provide a theoretical approach to the functions, advantages, and technological infrastructure offered by WMS, as well as to design a complete information system tailored to the needs of a retail environment. The study employs bibliographic and analytical methodology, based on reputable scientific sources and real-world examples to cover both the theoretical and applied dimensions of the topic.

Following the methodological approach, the thesis first presents the characteristics and categories of Information Systems, followed by an analysis of WMS as subsystems that support inventory management and supply chain flows. Furthermore, it explores the requirements and specificities of the retail sector and develops a hypothetical scenario of WMS implementation in a fashion retail company (StyleLine), including full technical specifications.

The findings show that implementing a WMS in a retail environment enhances operational efficiency, inventory tracking accuracy, and customer experience. WMS is not only an automation tool but also a strategic infrastructure component that can lead to a competitive advantage for businesses.

Keywords: *WMS, retail trade, information systems, inventory, warehouse management*

Ευχαριστίες

Με την παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώνονται οι σπουδές μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών στη «ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ» του Τμήματος Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας.

Στις σπουδές μου ήταν καθοριστική η συμβολή των καθηγητών μου στα γνωστικά αντικείμενα που παρακολούθησα, στους οποίους οφείλω να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες για τη συμβολή τους στην ολοκλήρωση των σπουδών μου.

Ιδιαίτερα επιθυμώ να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου και επιβλέποντα την παρούσα διπλωματική εργασία, κ. Χονδροκούκη Γρηγόριο, για την κατά βάση ψυχολογική υποστήριξη και μετέπειτα επιστημονική και συμβουλευτική καθοδήγηση που μου προσέφερε.

Οφείλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου προς τις συναδέλφους μου, Κλήμη Ειρήνη, Τραμπαλίνα Αναστασία Έλλη και Δοξιάνιδου Φανή, χωρίς τη βοήθεια τους δε θα ήταν δυνατή η διεξαγωγή της .

Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, για την εμπιστοσύνη τους, την συμπαράσταση, υπομονή της μητέρας μου, Άννα Μαυρωνά, και του πατέρα μου, Παναγιώτη Νικολόπουλου.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	10
Κεφάλαιο 1: Πληροφοριακά συστήματα και επιχειρήσεις.....	13
1.1 Ορισμός πληροφοριακού συστήματος.....	13
1.2 Κατηγορίες πληροφοριακών συστημάτων (MIS, ERP, CRM, WMS, SCM) ...	15
1.3 Ο ρόλος των πληροφοριακών συστημάτων στη διοίκηση επιχειρήσεων	21
1.4 Ιστορική εξέλιξη και τεχνολογικές τάσεις	23
1.5 Πληροφοριακά συστήματα στον τομέα του εμπορίου	26
1.6 Πλεονεκτήματα χρήσης ΠΣ σε σύγκριση με τα παραδοσιακά συστήματα	28
Κεφάλαιο 2: Συστήματα διαχείρισης αποθήκης (WMS).....	31
2.1 Ορισμός και βασικές έννοιες WMS.....	31
2.2 Λειτουργίες WMS (παραλαβή, αποθήκευση, picking, απογραφή, επιστροφές)	33
2.3 Είδη WMS και παραδείγματα (π.χ. SAP EWM, Oracle, custom λύσεις).....	35
2.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υιοθέτησης WMS	37
2.5 Διασύνδεση WMS με ERP, POS, CRM	40
2.6 Παραδείγματα υλοποίησης WMS σε καταστήματα λιανικής	42
2.7 Τεχνολογίες υποστήριξης WMS (barcode, RFID, cloud, AI)	44
Κεφάλαιο 3: Θεωρία διαχείρισης αποθεμάτων	46
3.1 Τι είναι το απόθεμα – Τύποι αποθεμάτων	46
3.1.1. Τύποι Αποθεμάτων	46
3.2 Βασικές αρχές διαχείρισης αποθεμάτων.....	48
3.2.1 Ισορροπία διαθεσιμότητας και κόστους	49
3.2.2 Πρόβλεψη και προγραμματισμός ζήτησης	50
3.2.3 Καθορισμός επιπέδων αποθεμάτων	52
3.2.4 Ανάλυση και κατηγοριοποίηση αποθεμάτων (ABC Analysis)	53

3.2.5 Lean διαχείριση και Just-In-Time (JIT).....	55
3.2.6 Αυτοματοποίηση και συνεχής παρακολούθηση	56
3.2.7 Αξιολόγηση απόδοσης και συνεχής βελτίωση	58
3.3 Μέθοδοι Αποθήκευσης.....	59
3.4 Μοντέλα πρόβλεψης ζήτησης.....	62
3.4.1. Ποσοτικά μοντέλα πρόβλεψης.....	62
3.4.2. Ποιοτικά μοντέλα πρόβλεψης.....	64
3.4.3. Συνδυαστικά μοντέλα και σύγχρονες τάσεις	64
3.5 Μοντέλο EOQ (Economic Order Quantity).....	65
3.6 Lean Warehousing (Λιτή Αποθήκευση) και Just-In-Time: πρακτικές εφαρμογές	67
3.7 Ο ρόλος του WMS στην αποδοτική διαχείριση αποθεμάτων.....	69
3.8 Πρακτικά παραδείγματα με χρήση WMS.....	71
Κεφάλαιο 4: Λιανικό εμπόριο και ψηφιακή μετάβαση	74
4.1 Ιδιαιτερότητες λιανικού εμπορίου	74
4.2 Ανάγκες Αποθήκευσης και Διανομής στο Λιανεμπόριο	76
4.3 Omnichannel retail και διαχείριση αποθέματος	78
4.4 Παραδείγματα επιχειρήσεων που εφαρμόζουν WMS σε συνθήκες omnichannel και ψηφιακής μετάβασης	81
4.5 Επιπτώσεις της πανδημίας και του e-commerce στις αποθήκες.....	84
4.6 Σχέση αποθήκης – εξυπηρέτησης πελατών	86
Κεφάλαιο 5: Ανάλυση απαιτήσεων, σχεδιασμός και εφαρμογή Πληροφοριακού Συστήματος WMS	88
5.1 Προσδιορισμός απαιτήσεων συστήματος (Functional & Non-Functional).....	88
5.2 Χρήστες του συστήματος και σενάρια χρήσης.....	90
5.3 Περιγραφή Λειτουργιών (Modules) του Συστήματος	92
5.3.1 Module παραλαβής (Receiving module)	92
5.3.2 Module αποθήκευσης (Putaway module).....	92

5.3.3 Module Picking (Επιλογή Παραγγελιών)	92
5.3.4 Module επιστροφών (Returns management)	93
5.3.5 Module απογραφής (Cycle counting & full inventory)	93
5.3.6 Module αναπλήρωσης (Replenishment module).....	93
5.3.7 Module αναφορών και δεικτών απόδοσης (Reporting & KPI dashboard).93	
5.3.8 Module διασύνδεσης με ERP / CRM / E-shop	94
5.4 UML Διαγράμματα	94
5.4.1 Use Case Diagram.....	95
5.4.2 Activity Diagram	97
5.4.3 Class Diagram.....	100
5.4.4 Sequence Diagram	102
5.5 Αρχιτεκτονική Συστήματος	104
5.6 Περιβάλλον χρήσης και παράδειγμα Mockup	106
5.7 Υλοποίηση WMS σε Περιβάλλον Λιανικού Εμπορίου Ένδυσης.....	110
5.7.1 Προφίλ και λειτουργικά χαρακτηριστικά της επιχείρησης.....	112
5.7.2 Αντιστοίχιση επιχειρησιακών αναγκών με τις λειτουργίες του WMS	113
5.7.3 Ροή δεδομένων και ενοποίηση με ERP / online καταστήματα.....	115
Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα – Συζήτηση – Προτάσεις	119
6.1 Ανακεφαλαίωση βασικών σημείων	119
6.2 Απαντήσεις στους αρχικούς στόχους.....	120
6.3 Οφέλη από την υλοποίηση WMS	122
6.4 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα ή ανάπτυξη	123
6.5 Περιορισμοί της εργασίας.....	124
Βιβλιογραφία	126
Παράρτημα Α – Κατάλογος Σχημάτων και Πινάκων.....	133
Παράρτημα Β – Κατάλογος Σχημάτων και Πινάκων	135

Εισαγωγή

Η οργάνωση και διαχείριση της αποθήκης αποτελεί κρίσιμο παράγοντα επιτυχίας για τις σύγχρονες επιχειρήσεις, ιδιαίτερα σε περιβάλλοντα όπου η ταχύτητα, η ακρίβεια και η ευελιξία είναι καθοριστικές. Η αποθήκευση και η διαχείριση αποθεμάτων είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με την αποδοτικότητα και την ανταγωνιστικότητα μιας επιχείρησης (Frazelle, 2002). Οι εξελίξεις στην παγκόσμια αγορά, η είσοδος νέων τεχνολογιών και η απαίτηση για αποδοτικότερες και ταχύτερες διαδικασίες έχουν καταστήσει τη σωστή διαχείριση της αποθήκης όχι απλώς σημαντική, αλλά απολύτως απαραίτητη. Η ταχύτερη ανάπτυξη του ηλεκτρονικού εμπορίου, η αυξανόμενη πολυπλοκότητα των εφοδιαστικών αλυσίδων και η ανάγκη για εξατομικευμένη εξυπηρέτηση πελατών έχουν αναδείξει την αποθήκη από έναν απλό χώρο αποθήκευσης σε έναν στρατηγικό κόμβο λειτουργιών (Chopra & Meindl, 2019).

Η έννοια της αποθήκης ως βασικού λειτουργικού τομέα σε μια επιχείρηση έχει υποστεί σημαντικές μεταμορφώσεις τις τελευταίες δεκαετίες. Από τα αρχαία χρόνια, οι αποθήκες εξυπηρετούσαν τη διατήρηση αγαθών και πρώτων υλών για τη λειτουργία των κοινωνιών. Στο πέρασμα του χρόνου, η αποθήκη απέκτησε ρόλο στον συντονισμό της εφοδιαστικής αλυσίδας, ιδιαίτερα μετά τη Βιομηχανική Επανάσταση και την ανάπτυξη του παγκόσμιου εμπορίου (Ballou, 2004; NOUN, 2015). Στη σύγχρονη εποχή, η τεχνολογική πρόοδος και η εισαγωγή των πληροφοριακών συστημάτων συνέβαλαν καθοριστικά στη μετάβαση από τις απλές αποθήκες σε έξυπνα και πλήρως αυτοματοποιημένα logistics centers.

Από απλός αποθηκευτικός χώρος, η αποθήκη έχει μετατραπεί σε κέντρο διανομής, επεξεργασίας και συντονισμού, εφοδιασμένο με τεχνολογικά συστήματα και αυτοματισμούς που εξασφαλίζουν την ομαλή ροή αγαθών, πληροφοριών και αξίας (Turban & Volonino, 2018). Ο ρόλος της αποθήκης, λοιπόν, επεκτείνεται πέρα από την αποθήκευση αγαθών: πλέον διαχειρίζεται δυναμικά την προσφορά και τη ζήτηση, εξυπηρετώντας τόσο την εφοδιαστική αλυσίδα όσο και τον τελικό καταναλωτή. Σε μια επιχείρηση η αποθήκη έχει υποστεί σημαντικές μεταμορφώσεις τις τελευταίες δεκαετίες. Από απλός αποθηκευτικός χώρος, έχει μετατραπεί σε κέντρο διανομής, επεξεργασίας και συντονισμού, εφοδιασμένο με τεχνολογικά συστήματα και αυτοματισμούς που εξασφαλίζουν την ομαλή ροή αγαθών, πληροφοριών και αξίας (Turban & Volonino, 2018). Ο ρόλος της αποθήκης, λοιπόν, επεκτείνεται πέρα από

την αποθήκευση αγαθών: πλέον διαχειρίζεται δυναμικά την προσφορά και τη ζήτηση, εξυπηρετώντας τόσο την εφοδιαστική αλυσίδα όσο και τον τελικό καταναλωτή.

Σε αυτό το πλαίσιο, τα Συστήματα Διαχείρισης Αποθήκης (Warehouse Management Systems - WMS) καθίστανται πλέον βασικά εργαλεία στρατηγικής σημασίας. Τα WMS έχουν σχεδιαστεί ώστε να υποστηρίζουν την αυτοματοποίηση και βελτιστοποίηση όλων των επιμέρους λειτουργιών της αποθήκης, όπως η παραλαβή προϊόντων, η τοποθέτηση, η συλλογή παραγγελιών (picking), η απογραφή και η διαχείριση επιστροφών (Richards, 2011). Παράλληλα, η χρήση τεχνολογιών όπως τα barcodes, το RFID και η ασύρματη συλλογή δεδομένων (wireless data collection) ενισχύουν τη δυνατότητα παρακολούθησης και ελέγχου του αποθέματος σε πραγματικό χρόνο.

Η παραδοσιακή διαχείριση αποθεμάτων, βασισμένη κυρίως σε χειροκίνητες διαδικασίες και ελλιπή πληροφόρηση, έχει αποδειχθεί αναποτελεσματική, ειδικά σε περιβάλλοντα υψηλών απαιτήσεων, όπως το λιανικό εμπόριο (Fore et al., 2016). Οι επιχειρήσεις που δεν υιοθετούν σύγχρονες τεχνολογικές λύσεις αντιμετωπίζουν προβλήματα, όπως καθυστερήσεις στις παραδόσεις, λανθασμένες αποστολές, αυξημένο λειτουργικό κόστος και περιορισμένη διαφάνεια στις κινήσεις προϊόντων (Ganesan et al., 2021). Επιπλέον, δημιουργείται μια κατάσταση αυξημένου ρίσκου, καθώς η έλλειψη ακρίβειας στην απογραφή και στη ροή των προϊόντων ενδέχεται να επηρεάσει την εμπειρία των πελατών, την αξιοπιστία του καταστήματος και την οικονομική βιωσιμότητα της επιχείρησης (Ganesan et al., 2021).

Αντίθετα, η χρήση ενός WMS επιτρέπει στις επιχειρήσεις να παρακολουθούν και να ελέγχουν σε πραγματικό χρόνο το απόθεμά τους, να αναλύουν δεδομένα σε βάθος και να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις. Παράλληλα, η διασύνδεση του WMS με άλλα πληροφοριακά συστήματα της επιχείρησης (όπως ERP, CRM, POS) προσφέρει μια ολοκληρωμένη εικόνα της λειτουργίας, επιτρέποντας την άμεση επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών τμημάτων και βελτιώνοντας τη συνολική αποτελεσματικότητα της επιχείρησης (Turban & Volonino, 2018).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η εφαρμογή των WMS στον χώρο του λιανικού εμπορίου. Οι επιχειρήσεις λιανικής καλούνται να διαχειριστούν μεγάλο αριθμό διαφορετικών προϊόντων, υψηλό όγκο συναλλαγών, ταχύτατους χρόνους παράδοσης

και πολύπλοκα δίκτυα διανομής. Η ανάγκη για αποτελεσματική αποθήκευση, διανομή και επιστροφή προϊόντων καθιστά το WMS κρίσιμο εργαλείο στη διατήρηση της ανταγωνιστικότητας. Ένα σύστημα WMS μπορεί να εξασφαλίσει την άμεση διαθεσιμότητα των προϊόντων, να διαχειρίζεται με ακρίβεια τις επιστροφές, να μειώνει τα επίπεδα αποθεμάτων και να υποστηρίζει πρακτικές, όπως το omnichannel retail και η προσωποποιημένη εξυπηρέτηση (Acharya, 2022; Soni et al., 2022).

Επιπλέον, τα WMS υποστηρίζουν τη βιωσιμότητα και τη συμμόρφωση των επιχειρήσεων με κανονιστικά πλαίσια, προσφέροντας δυνατότητες για λεπτομερή ιχνηλασιμότητα, αναφορές συμμόρφωσης και ψηφιακή αρχειοθέτηση (Ganesan et al., 2021; Acharya, 2022). Σε ένα ευρύτερο πλαίσιο, η ενσωμάτωσή τους συμβάλλει στη στρατηγική ευθυγράμμιση της τεχνολογίας με τους επιχειρησιακούς στόχους, αποτελώντας κρίσιμο βήμα προς τον ψηφιακό μετασχηματισμό.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εστιάζει στη θεωρητική και πρακτική διερεύνηση των Συστημάτων Διαχείρισης Αποθήκης (WMS), με στόχο να αποσαφηνίσει τη σημασία τους στο σύγχρονο επιχειρηματικό περιβάλλον και να αναδείξει τις δυνατότητες τους ειδικά στον τομέα του λιανικού εμπορίου. Μέσα από την βιβλιογραφική ανασκόπηση επιχειρείται η αποτύπωση των βασικών εννοιών, των λειτουργιών και των ωφελειών των WMS, καθώς και η παρουσίαση ενός σχεδίου πληροφοριακού συστήματος WMS προσαρμοσμένου στις ανάγκες μιας επιχείρησης λιανικής.

Επιπλέον, στο πλαίσιο της εφαρμογής, αναπτύσσεται ένα ολοκληρωμένο υποθετικό σενάριο υλοποίησης του συστήματος WMS σε μια επιχείρηση λιανικής πώλησης ειδών ένδυσης, με την ονομασία StyleLine. Μέσα από αυτή την πρακτική προσέγγιση επιδιώκεται η απεικόνιση του σχεδιασμού, της αρχιτεκτονικής, της λειτουργικότητας και της διασύνδεσης του συστήματος WMS, έτσι ώστε να φανεί πώς η θεωρία εφαρμόζεται στην πράξη, βάσει ρεαλιστικών επιχειρησιακών αναγκών.

Για τη μελέτη αυτή επιλέχθηκε βιβλιογραφική και αναλυτική μεθοδολογία, αξιοποιώντας πηγές από επιστημονικά άρθρα, τεχνικές αναλύσεις και πραγματικά παραδείγματα από την ελληνική και κυρίως διεθνή αγορά.

Η εργασία οργανώνεται στα εξής κεφάλαια:

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά των πληροφοριακών συστημάτων και η εξέλιξή τους στο επιχειρηματικό περιβάλλον.

Το δεύτερο κεφάλαιο είναι αφιερωμένο στα Συστήματα Διαχείρισης Αποθήκης (WMS), αναλύοντας τη λειτουργία, τα πλεονεκτήματα και τις τεχνολογικές τους υποδομές.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναπτύσσεται η θεωρία της διαχείρισης αποθεμάτων, οι βασικές μέθοδοι και στρατηγικές και η σύνδεσή τους με τα WMS.

Το τέταρτο κεφάλαιο επικεντρώνεται στις ιδιαιτερότητες του λιανικού εμπορίου και την εφαρμογή των WMS σε αυτόν τον κλάδο.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο σχεδιασμός ενός πληροφοριακού συστήματος WMS, με έμφαση τόσο στη θεωρητική προσέγγιση όσο και στην πρακτική υλοποίησή του στην επιχείρηση ένδυσης StyleLine.

Το έκτο και τελευταίο κεφάλαιο περιλαμβάνει τη σύνθεση των βασικών συμπερασμάτων της μελέτης, την αξιολόγηση ως προς την επίτευξη των αρχικών στόχων, την ανάλυση των ωφελειών από την υλοποίηση ενός WMS, καθώς και προτάσεις για μελλοντική έρευνα ή περαιτέρω ανάπτυξη του συστήματος.

Η εργασία βασίζεται σε ευρεία βιβλιογραφική τεκμηρίωση από ποικιλία επιστημονικών και ερευνητικών πηγών, οι οποίες προσφέρουν θεωρητική γνώση, εμπειρικά δεδομένα και πρακτικές εφαρμογές σχετικές με τα Συστήματα Διαχείρισης Αποθήκης, τη διοίκηση αποθεμάτων και τις ανάγκες του λιανικού εμπορίου. Μέσα από αυτή τη σύνθεση, επιδιώκεται η κάλυψη του θεωρητικού πλαισίου και η πρακτική προσέγγιση ενός πληροφοριακού συστήματος WMS σε ένα ρεαλιστικό επιχειρηματικό περιβάλλον.

Κεφάλαιο 1: Πληροφοριακά συστήματα και επιχειρήσεις

1.1 Ορισμός πληροφοριακού συστήματος

Τα πληροφοριακά συστήματα (ΠΣ) αποτελούν θεμελιώδη συνιστώσα της σύγχρονης επιχειρηματικής λειτουργίας. Πρόκειται για οργανωμένα σύνολα από πόρους – τεχνολογικούς, ανθρώπινους και διαδικαστικούς– που συλλέγουν, επεξεργάζονται, αποθηκεύουν και διανέμουν πληροφορίες με σκοπό τη στήριξη της διοίκησης, της

λήψης αποφάσεων και των καθημερινών λειτουργιών ενός οργανισμού (Laudon & Laudon, 2016).

Σύμφωνα με τους Turban & Volonino (2018), ένα πληροφοριακό σύστημα μπορεί να οριστεί ως ένα σύνολο συσχετιζόμενων στοιχείων, τα οποία εργάζονται από κοινού για να συλλέγουν, επεξεργάζονται, αποθηκεύουν και διανέμουν δεδομένα και πληροφορίες για τη στήριξη της λήψης αποφάσεων, του συντονισμού και του ελέγχου σε έναν οργανισμό. Η ύπαρξη ενός ΠΣ σε μια επιχείρηση εξασφαλίζει τη ροή της πληροφορίας μεταξύ των τμημάτων της, την αποτελεσματική επικοινωνία με τους πελάτες και προμηθευτές και τη συνολική βελτίωση της παραγωγικότητας.

Η πληροφορία που προκύπτει από τη χρήση ενός ΠΣ έχει στρατηγική σημασία, καθώς επιτρέπει στον οργανισμό να προβλέπει αλλαγές στην αγορά, να αντιλαμβάνεται εσωτερικές αδυναμίες και να εκμεταλλεύεται νέες ευκαιρίες. Για να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι, τα ΠΣ συνδυάζουν τεχνολογίες υλικού (hardware), λογισμικού (software), βάσεις δεδομένων, δίκτυα και ανθρώπινους πόρους, συνθέτοντας ένα ενιαίο, ολοκληρωμένο σύστημα πληροφοριακής υποστήριξης (Stair & Reynolds, 2012).

Η έννοια των ΠΣ δεν περιορίζεται μόνο σε επιχειρησιακά ή λογιστικά περιβάλλοντα. Τα ΠΣ εφαρμόζονται ευρέως σε τομείς, όπως η εκπαίδευση, η υγεία, η διοίκηση του δημοσίου, ενώ στον επιχειρηματικό τομέα έχουν αποκτήσει εξέχοντα ρόλο σε κάθε στάδιο της εφοδιαστικής αλυσίδας, από την παραγωγή και τη διανομή μέχρι την εξυπηρέτηση πελατών (O'Brien & Marakas, 2011). Η εφαρμογή ενός ΠΣ βελτιώνει τη διαφάνεια, ενισχύει τη λογοδοσία, μειώνει τις γραφειοκρατικές καθυστερήσεις και επιτρέπει τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών, προσφέροντας μετρήσιμα αποτελέσματα σε απόδοση, ταχύτητα και ποιότητα υπηρεσιών.

Επιπλέον, τα ΠΣ διακρίνονται ανάλογα με το επίπεδο και τον σκοπό χρήσης τους. Για παράδειγμα, υπάρχουν ΠΣ που υποστηρίζουν την επιχειρησιακή καθημερινότητα (operational systems), άλλα που εξυπηρετούν τη διοικητική εποπτεία και τη λήψη στρατηγικών αποφάσεων (decision support systems - DSS), ενώ πιο σύνθετα συστήματα, όπως τα ERP (Enterprise Resource Planning), ενοποιούν πολλαπλές λειτουργίες σε έναν ενιαίο τεχνολογικό κορμό (Chaffey & White, 2011).

Η συνεχής πρόοδος των τεχνολογιών πληροφορικής οδηγεί τα ΠΣ σε ακόμη πιο προηγμένα επίπεδα, ενσωματώνοντας τεχνητή νοημοσύνη, ανάλυση μεγάλων δεδομένων (Big Data Analytics), τεχνολογίες cloud και εφαρμογές κινητών συσκευών. Έτσι, η σημασία τους δεν είναι στατική, αλλά εξελίσσεται, μετατρέποντάς τα σε κρίσιμους μοχλούς καινοτομίας και ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος (Turban et al., 2018).

Καθώς οι επιχειρήσεις αναζητούν συνεχώς τρόπους για να ανταποκριθούν στις αυξανόμενες απαιτήσεις των πελατών και να παραμείνουν ανταγωνιστικές, τα ΠΣ μετατρέπονται από απλά υποστηρικτικά εργαλεία σε στρατηγικούς μοχλούς ανάπτυξης και καινοτομίας. Ιδιαίτερα στον τομέα του λιανικού εμπορίου, η ενσωμάτωσή τους με άλλες τεχνολογίες, όπως τα Συστήματα Διαχείρισης Αποθήκης (WMS), ενισχύει σημαντικά τη λειτουργικότητα και την επιχειρησιακή ευελιξία (Christopher, 2016; Mitropoulos, 2021).

1.2 Κατηγορίες πληροφοριακών συστημάτων (MIS, ERP, CRM, WMS, SCM)

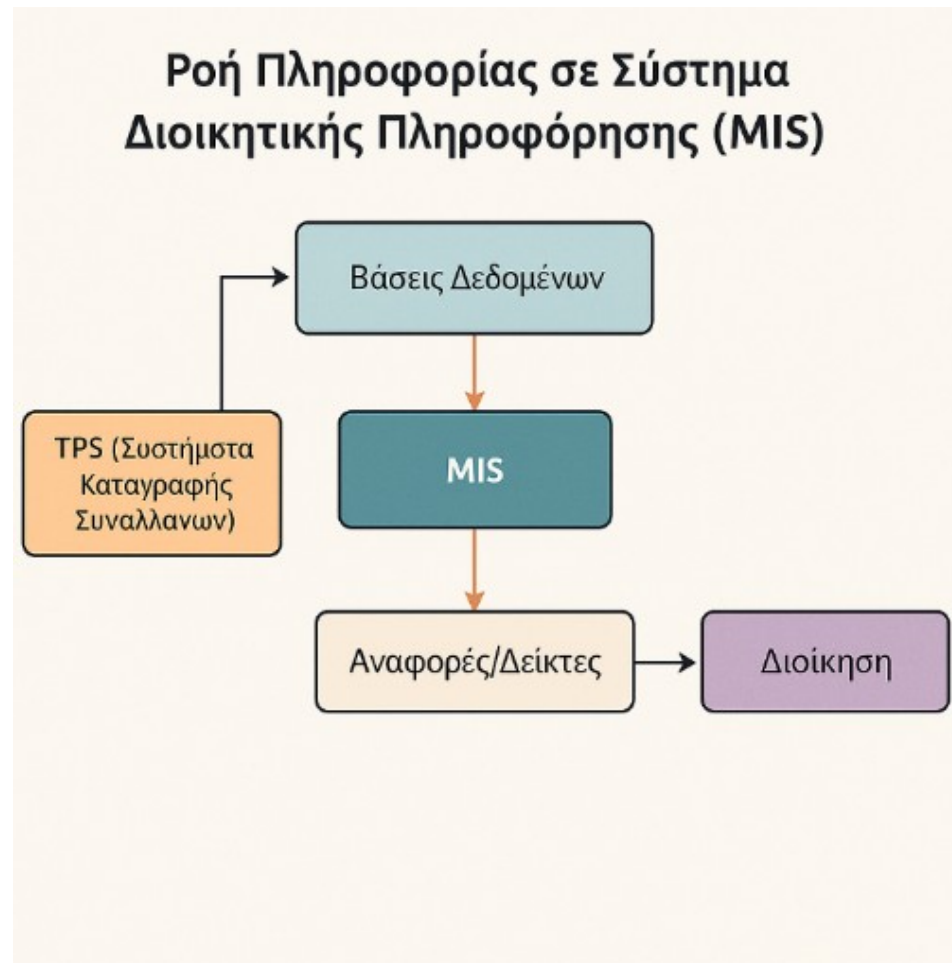
Τα Πληροφοριακά Συστήματα διακρίνονται σε επιμέρους κατηγορίες ανάλογα με τον σκοπό, το επίπεδο λειτουργίας που εξυπηρετούν και το εύρος των επιχειρησιακών διαδικασιών που καλύπτουν. Η κατηγοριοποίηση αυτή επιτρέπει τη στοχευμένη αξιοποίησή τους στους κατάλληλους τομείς μιας επιχείρησης, με στόχο την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας, της διαφάνειας και της αποδοτικότητας (O'Brien & Marakas, 2011).

Συστήματα διοικητικής πληροφόρησης (Management Information Systems – MIS)

Τα Συστήματα Διοικητικής Πληροφόρησης (Management Information Systems – MIS) είναι σχεδιασμένα για να υποστηρίζουν τις ανάγκες πληροφόρησης της μεσαίας διοίκησης μιας επιχείρησης. Παρέχουν αναφορές, στατιστικά στοιχεία και συγκεντρωτικά δεδομένα που βοηθούν στη λήψη τακτικών και επιχειρησιακών αποφάσεων. Τα MIS βασίζονται σε δεδομένα που συλλέγονται από λειτουργικά συστήματα (Transaction Processing Systems – TPS) και τα μετατρέπουν σε αναλυτικές πληροφορίες χρήσιμες για τη διοίκηση (Laudon & Laudon, 2016; Turban et al., 2018).

Η εφαρμογή των MIS επιτρέπει τον έλεγχο της παραγωγικότητας, την αξιολόγηση των επιδόσεων των εργαζομένων, την ανάλυση της πορείας των πωλήσεων και τη λήψη αποφάσεων σε μεσαίο διοικητικό επίπεδο. Η αξιοπιστία των δεδομένων και η δυνατότητα γρήγορης πρόσβασης σε αυτά συμβάλλουν σημαντικά στη βελτίωση της αποδοτικότητας της επιχείρησης (Stair & Reynolds, 2012).

Σχήμα 1.2.α: MIS – Ροή πληροφορίας σε σύστημα διοικητικής πληροφόρησης

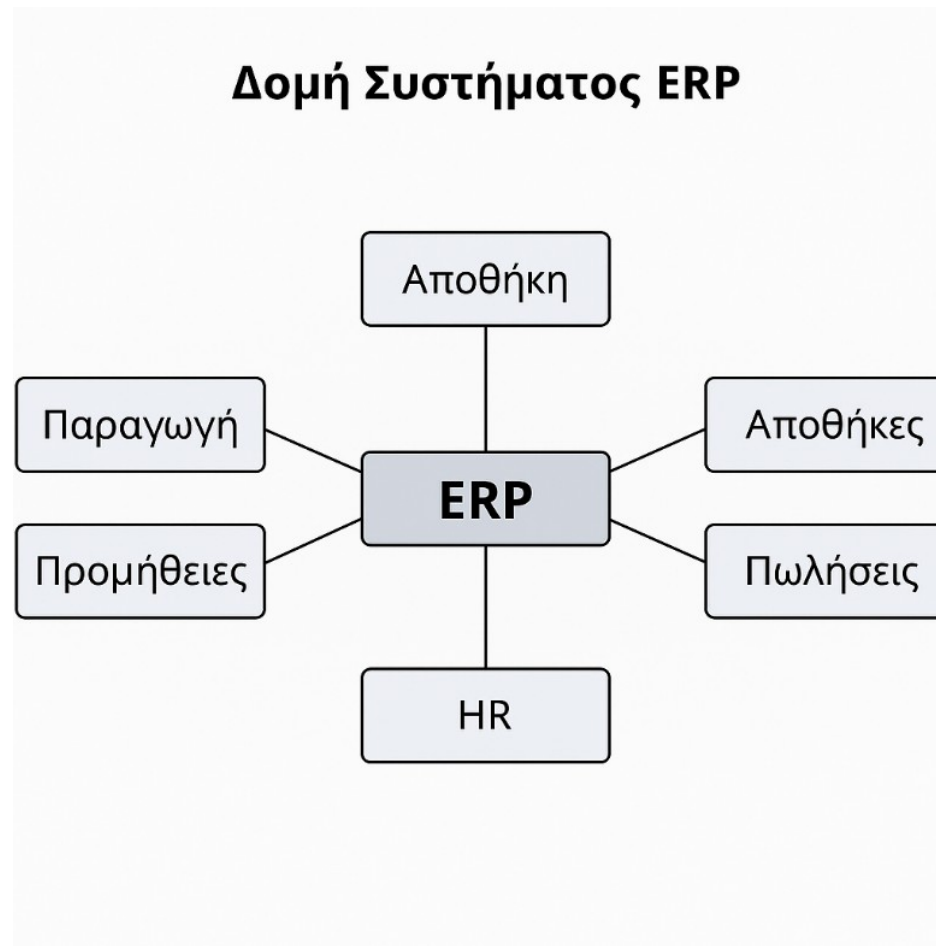


Συστήματα επιχειρησιακών πόρων (Enterprise Resource Planning – ERP)

Τα Συστήματα Επιχειρησιακών Πόρων (Enterprise Resource Planning – ERP) αποτελούν μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα που συνδέει όλες τις βασικές λειτουργίες της επιχείρησης, όπως λογιστική, προμήθειες, παραγωγή, διαχείριση αποθήκης, πωλήσεις και ανθρώπινο δυναμικό, σε ένα ενιαίο πληροφοριακό σύστημα (Monk & Wagner, 2013).

Η χρήση ERP επιτρέπει τη ροή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο ανάμεσα στα τμήματα της επιχείρησης, την αποφυγή επαναλαμβανόμενων καταχωρήσεων και την ύπαρξη ενός κοινού αποθετηρίου δεδομένων. Οι δυνατότητές τους επεκτείνονται με modules που καλύπτουν ειδικές λειτουργίες, ενώ η ευελιξία και η δυνατότητα παραμετροποίησης τα καθιστούν ιδανικά για επιχειρήσεις διαφόρων μεγεθών (Chaffey & White, 2011).

Σχήμα 1.2.b: Δομή και λειτουργικές μονάδες ενός Συστήματος ERP

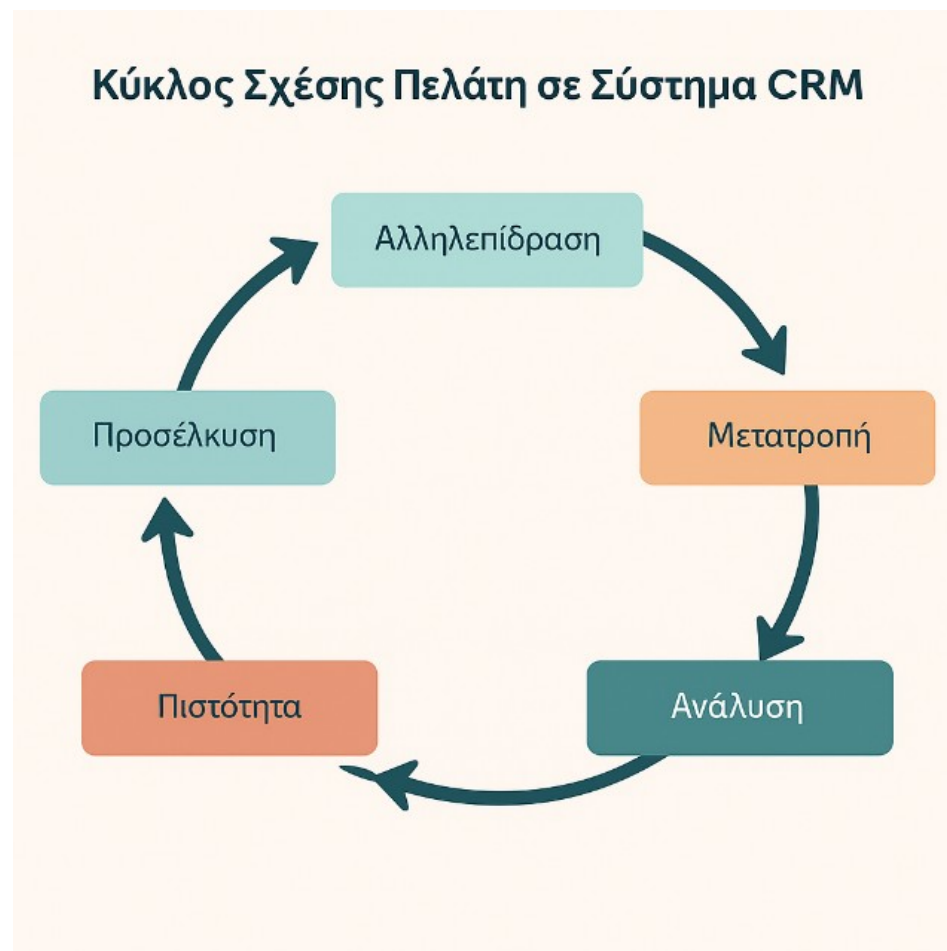


Συστήματα διαχείρισης πελατειακών σχέσεων (Customer Relationship Management – CRM)

Τα Συστήματα Διαχείρισης Πελατειακών Σχέσεων (Customer Relationship Management – CRM) επικεντρώνονται στην ενίσχυση της σχέσης επιχείρησης – πελάτη, μέσω της παρακολούθησης της αγοραστικής συμπεριφοράς, των προτιμήσεων, της επικοινωνίας και του ιστορικού αγορών κάθε πελάτη. Επιτρέπουν τη στοχευμένη προώθηση προϊόντων και υπηρεσιών και τη βελτίωση της εξυπηρέτησης (Buttle & Maklan, 2019).

Τα CRM συνδέονται με τα συστήματα πωλήσεων και υποστήριξης πελατών και προσφέρουν αναλύσεις για την αποτελεσματικότητα διαφημιστικών εκστρατειών, την απόδοση πωλητών και τη συμπεριφορά των καταναλωτών. Η χρήση τους αυξάνει την πιστότητα πελατών και τη συνολική αξία κάθε σχέσης με τον πελάτη (Stair & Reynolds, 2012).

Σχήμα 1.2.c: Σύστημα διαχείρισης πελατειακών σχέσεων (CRM) – Κύκλος ενίσχυσης πελατειακής εμπειρίας

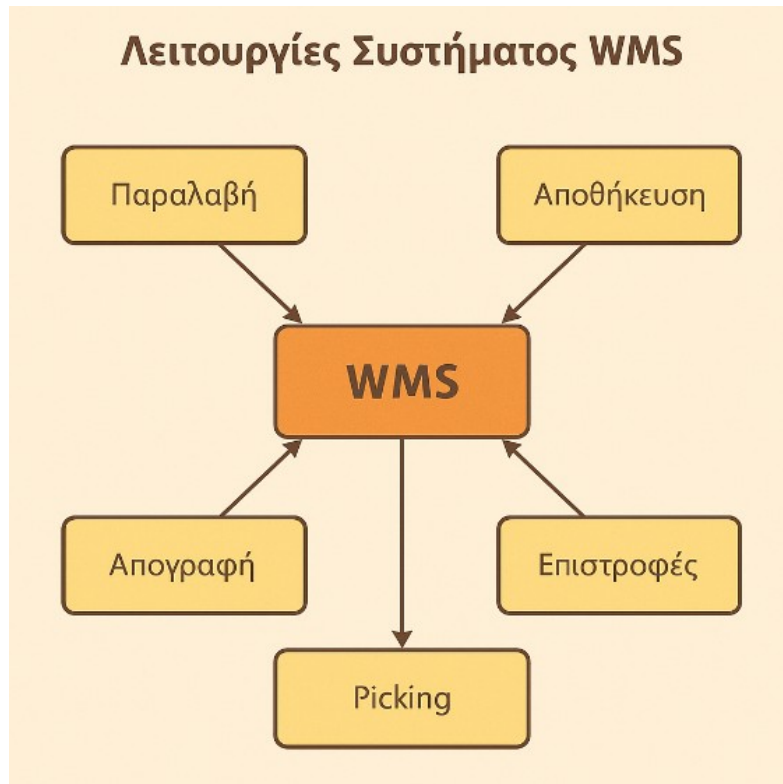


Συστήματα διαχείρισης αποθήκης (Warehouse Management Systems – WMS)

Τα Συστήματα Διαχείρισης Αποθήκης (Warehouse Management Systems – WMS) εξειδικεύονται στην παρακολούθηση και οργάνωση των λειτουργιών της αποθήκης. Περιλαμβάνουν δυνατότητες για παραλαβή, αποθήκευση, εντοπισμό, προετοιμασία παραγγελιών, απογραφή, διανομή και επιστροφές προϊόντων (Richards, 2011).

Η εφαρμογή WMS συμβάλλει στην αύξηση της ακρίβειας αποθεμάτων, τη μείωση των λειτουργικών λαθών και την καλύτερη αξιοποίηση του χώρου αποθήκευσης. Μέσω της αυτοματοποίησης και της χρήσης τεχνολογιών, όπως barcode scanning και RFID, τα WMS προσφέρουν σε πραγματικό χρόνο πληροφόρηση για κάθε προϊόν εντός της αποθήκης (Acharya, 2025; Ganesan et al., 2021).

Σχήμα 1.2.d: Κύριες λειτουργίες και ροή εργασιών ενός Συστήματος Διαχείρισης Αποθήκης (WMS)



Συστήματα διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας (Supply Chain Management Systems – SCM)

Τα Συστήματα Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας (Supply Chain Management Systems – SCM) εστιάζουν στον συντονισμό όλων των κρίκων της εφοδιαστικής αλυσίδας, από τους προμηθευτές πρώτων υλών έως τον τελικό καταναλωτή. Συνδυάζουν λειτουργίες, όπως πρόβλεψη ζήτησης, διαχείριση προμηθειών, διακίνηση προϊόντων, παρακολούθηση αποθεμάτων σε όλα τα στάδια και δρομολόγηση αποστολών (Chopra & Meindl, 2019).

Η λειτουργία των SCM συστημάτων βασίζεται στην ενοποιημένη προβολή της πληροφορίας μεταξύ όλων των κρίκων της αλυσίδας. Μέσα από τον συγχρονισμό των δεδομένων και τη βελτιστοποίηση των ροών, επιτυγχάνεται καλύτερη απόδοση,

ταχύτερες παραδόσεις και μείωση κόστους. Επιπλέον, τα SCM επιτρέπουν την πρόβλεψη ενδεχόμενων διαταραχών στην εφοδιαστική αλυσίδα και τη λήψη έγκαιρων διορθωτικών ενεργειών, ενισχύοντας την ανθεκτικότητα και την ευελιξία της επιχείρησης (Christopher, 2016).

Σχήμα1.2.e: Κρίκοι και λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας σε σύστημα SCM



Η ανάπτυξη και εφαρμογή των παραπάνω Πληροφοριακών Συστημάτων προσφέρει στις επιχειρήσεις τη δυνατότητα να εναρμονίσουν τις λειτουργίες τους, να βελτιώσουν τη διαχείριση των πόρων και των σχέσεων τους με τους εμπλεκόμενους φορείς και να επιτύχουν υψηλότερα επίπεδα αποτελεσματικότητας και προσαρμοστικότητας στο διαρκώς μεταβαλλόμενο επιχειρηματικό περιβάλλον.

Τα Πληροφοριακά Συστήματα διακρίνονται σε επιμέρους κατηγορίες ανάλογα με τον σκοπό, το επίπεδο λειτουργίας που εξυπηρετούν και το εύρος των επιχειρησιακών διαδικασιών που καλύπτουν. Η κατηγοριοποίηση αυτή επιτρέπει τη στοχευμένη αξιοποίησή τους στους κατάλληλους τομείς μιας επιχείρησης, με στόχο την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας, της διαφάνειας και της αποδοτικότητας (O'Brien & Marakas, 2011).

Καταληκτικά, η ανάπτυξη και εφαρμογή των παραπάνω Πληροφοριακών Συστημάτων προσφέρει στις επιχειρήσεις τη δυνατότητα να εναρμονίσουν τις λειτουργίες τους, να βελτιώσουν τη διαχείριση των πόρων και των σχέσεων τους με τους εμπλεκόμενους φορείς και να επιτύχουν υψηλότερα επίπεδα αποτελεσματικότητας και προσαρμοστικότητας στο διαρκώς μεταβαλλόμενο επιχειρηματικό περιβάλλον.

Πίνακας 1.2.: Συγκριτικός πίνακας πληροφοριακών συστημάτων (MIS, ERP, CRM, WMS, SCM)

Σύστημα	Σκοπός / Πεδίο Εφαρμογής	Κύριες Λειτουργίες	Ποιοι το χρησιμοποιούν	Συνδέσεις με άλλα Συστήματα
MIS	Υποστήριξη διοικητικών αποφάσεων	Συγκεντρωτικά στοιχεία, αναφορές	Μεσαία διοίκηση	ERP, Βάσεις Δεδομένων
ERP	Ενοποίηση όλων των επιχειρησιακών λειτουργιών	Λογιστήριο, HR, αποθήκη, προμήθειες	Όλη η επιχείρηση	MIS, WMS, CRM
CRM	Διαχείριση πελατειακών σχέσεων	Προώθηση, εξυπηρέτηση, ιστορικό	Τμήμα πωλήσεων, marketing	ERP, MIS
WMS	Διαχείριση αποθήκης και αποθεμάτων	Παραλαβή, picking, απογραφή	Τμήμα αποθήκης, logistics	ERP, SCM
SCM	Συντονισμός εφοδιαστικής αλυσίδας	Προμηθευτές, διανομή, ζήτηση	Προμήθειες, διοίκηση	ERP, WMS

1.3 Ο ρόλος των πληροφοριακών συστημάτων στη διοίκηση επιχειρήσεων

Η εξέλιξη των Πληροφοριακών Συστημάτων (ΠΣ) έχει επηρεάσει καταλυτικά τον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν, σχεδιάζουν και αποφασίζουν οι επιχειρήσεις στον σύγχρονο ψηφιακό κόσμο. Ο ρόλος τους δεν περιορίζεται πλέον στην απλή αποθήκευση ή ανάκτηση δεδομένων, αλλά αποτελεί καθοριστικό μοχλό στη διαμόρφωση επιχειρησιακών στρατηγικών, στη λήψη αποφάσεων και στην ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας.

Τα ΠΣ στηρίζουν τις επιχειρήσεις σε τρία κύρια επίπεδα διοίκησης: το στρατηγικό, το τακτικό και το λειτουργικό. Σε λειτουργικό επίπεδο, τα ΠΣ αυτοματοποιούν τις

καθημερινές δραστηριότητες, όπως η επεξεργασία παραγγελιών, η παρακολούθηση αποθεμάτων και η διαχείριση προμηθειών (Stair & Reynolds, 2012). Στο τακτικό επίπεδο, συστήματα, όπως τα MIS (Management Information Systems) παρέχουν συγκεντρωτικά στοιχεία και στατιστικές αναφορές που υποστηρίζουν τη μεσαία διοίκηση στη λήψη αποφάσεων (Laudon & Laudon, 2016). Στο στρατηγικό επίπεδο, τα ΠΣ ενισχύουν τη μακροπρόθεσμη σχεδίαση, προσφέροντας εργαλεία προσομοίωσης, προβλέψεων και στρατηγικής ανάλυσης (O'Brien & Marakas, 2011).

Η ενσωμάτωση των ΠΣ με τεχνολογίες ανάλυσης δεδομένων (business analytics), τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης ενισχύει περαιτέρω τη λήψη στρατηγικών αποφάσεων. Όπως αναφέρουν οι Turban et al. (2018), η δυνατότητα των συστημάτων να ερμηνεύουν μεγάλο όγκο δεδομένων σε πραγματικό χρόνο δημιουργεί νέες ευκαιρίες για στοχευμένη λήψη αποφάσεων, πρόβλεψη τάσεων και εξατομικευμένη εξυπηρέτηση πελατών.

Η ενοποίηση και η διασύνδεση πληροφοριών μεταξύ των διαφορετικών τομέων της επιχείρησης είναι μία από τις σημαντικότερες συνεισφορές των ΠΣ. Σύμφωνα με τον Richards (2011), τα σύγχρονα ERP (Enterprise Resource Planning) συστήματα παρέχουν μια ενιαία πλατφόρμα, στην οποία συνδέονται λογιστήριο, αποθήκη, ανθρώπινο δυναμικό και παραγωγή, διευκολύνοντας έτσι την ενιαία πληροφόρηση και τον συγχρονισμό όλων των λειτουργιών. Αυτό μειώνει τα κόστη, περιορίζει τα λάθη και αυξάνει τη διαφάνεια και την αποδοτικότητα (Monk & Wagner, 2013).

Η διαλειτουργικότητα των ΠΣ με άλλες πλατφόρμες είναι επίσης κρίσιμη. Σύμφωνα με τους Laudon & Laudon (2016), η δυνατότητα διασύνδεσης ενός ERP με CRM, SCM και WMS συστήματα επιτρέπει την πλήρη ενοποίηση της πληροφορίας σε όλα τα επίπεδα της επιχείρησης, ενισχύοντας την αποδοτικότητα, την ευελιξία και την ταχύτητα απόκρισης.

Αντίστοιχα, η ενσωμάτωση CRM (Customer Relationship Management) συστημάτων προσδίδει στρατηγική αξία μέσω της βελτιωμένης διαχείρισης σχέσεων με τους πελάτες. Όπως αναφέρουν οι Buttle & Maklan (2019), τα CRM επιτρέπουν την εξατομίκευση των υπηρεσιών, ενισχύουν την πιστότητα των πελατών και παρέχουν πολύτιμα δεδομένα για την κατανόηση της συμπεριφοράς των καταναλωτών. Αυτή η

πληροφόρηση τροφοδοτεί επίσης τα ανώτερα διοικητικά κλιμάκια με insights που επηρεάζουν την εμπορική στρατηγική και το μάρκετινγκ.

Επιπλέον, τα WMS (Warehouse Management Systems), όπως περιγράφονται από τον Acharya (2025), βελτιστοποιούν τις διαδικασίες αποθήκευσης και διανομής προϊόντων, επιτρέποντας στους υπεύθυνους αποθηκών να έχουν πλήρη εικόνα σε πραγματικό χρόνο για τις κινήσεις αποθεμάτων. Η άμεση αυτή πληροφόρηση δίνει τη δυνατότητα στους διοικητικούς υπευθύνους να ανταποκρίνονται γρήγορα σε αλλαγές της ζήτησης ή σε προβλήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η συμβολή των ΠΣ δεν περιορίζεται όμως μόνο στην αποδοτικότητα ή στην ευχέρεια χειρισμού δεδομένων. Οι Christopher (2016) και Chopra & Meindl (2019) τονίζουν ότι η χρήση συστημάτων SCM (Supply Chain Management) ενισχύει την ευελιξία και την ανθεκτικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας, επιτρέποντας στις επιχειρήσεις να ανταποκρίνονται πιο αποτελεσματικά σε κρίσεις, όπως διαταραχές στην προμήθεια ή απρόβλεπτες μεταβολές της αγοράς.

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση από πρόσφατες μελέτες επιβεβαιώνει ότι η εφαρμογή ολοκληρωμένων ΠΣ οδηγεί σε καλύτερο συντονισμό μεταξύ των τμημάτων, αυξημένη ταχύτητα λήψης αποφάσεων και σημαντική εξοικονόμηση πόρων. Τα πληροφοριακά εργαλεία δρουν πλέον όχι ως απλά βοηθητικά μέσα, αλλά ως κεντρικοί μηχανισμοί λήψης και υλοποίησης επιχειρησιακής στρατηγικής (Ganesan et al., 2021).

Ο ρόλος των Πληροφοριακών Συστημάτων στη διοίκηση επιχειρήσεων, όπως διαφαίνεται και από τα παραπάνω, είναι πολυδιάστατος και καίριος, υποστηρίζοντας τη λειτουργική καθημερινότητα, ενισχύοντας τη διοικητική λήψη αποφάσεων και διαμορφώνοντας στρατηγικές προοπτικές. Σε ένα επιχειρηματικό περιβάλλον, όπου η πληροφορία είναι ισχύς, τα ΠΣ αναδεικνύονται σε βασικό άξονα για τη βιωσιμότητα, την καινοτομία και την ανάπτυξη.

1.4 Ιστορική εξέλιξη και τεχνολογικές τάσεις

Η ιστορική πορεία των Πληροφοριακών Συστημάτων (ΠΣ) είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την εξέλιξη της πληροφορικής και των επιχειρησιακών πρακτικών. Η πρώτη μορφή ΠΣ εμφανίστηκε στις δεκαετίες του 1950 και 1960, όταν οι

επιχειρήσεις ξεκίνησαν να χρησιμοποιούν υπολογιστές για τη μηχανογράφηση των οικονομικών τους καταστάσεων και της μισθοδοσίας (Laudon & Laudon, 2016). Αυτά τα πρώτα συστήματα, γνωστά ως TPS (Transaction Processing Systems), είχαν βασική λειτουργία την καταγραφή συναλλαγών και την αποθήκευση δεδομένων.

Στη δεκαετία του 1970, η εμφάνιση των Management Information Systems (MIS) εισήγαγε τη λογική της επεξεργασίας και ανάλυσης δεδομένων, με στόχο την παροχή στατιστικών και συνοπτικών αναφορών προς τα διοικητικά στελέχη. Σύμφωνα με τον O'Brien & Marakas (2011), τα MIS αποτέλεσαν το πρώτο βήμα προς την υποστήριξη της διοικητικής απόφασης μέσω ΠΣ. Την ίδια περίοδο αναπτύχθηκαν και τα Decision Support Systems (DSS), τα οποία χρησιμοποιούσαν μοντέλα προσομοίωσης και what-if analysis για πιο σύνθετη υποστήριξη αποφάσεων.

Στη δεκαετία του 1980, η τεχνολογία client-server επέτρεψε μεγαλύτερη ευελιξία και δυνατότητες επικοινωνίας μεταξύ χρηστών και συστημάτων, ενώ αρχίζει να διαφαίνεται η ανάγκη ενοποίησης πληροφοριών. Αυτή η ανάγκη οδήγησε στην εμφάνιση των πρώτων Enterprise Resource Planning (ERP) συστημάτων στις αρχές της δεκαετίας του 1990. Τα ERP αποτελούν εξέλιξη των MRP (Material Requirements Planning), τα οποία εστίαζαν στον έλεγχο αποθεμάτων και παραγωγής (Monk & Wagner, 2013).

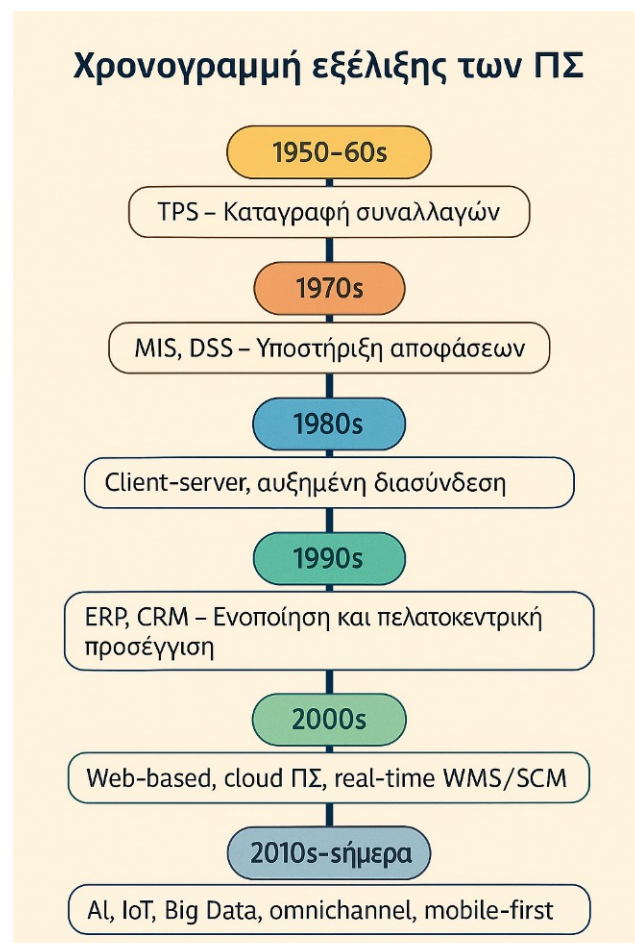
Τα συστήματα CRM (Customer Relationship Management) εμφανίστηκαν τη δεκαετία του 1990, ενσωματώνοντας λειτουργίες εξυπηρέτησης πελατών, πωλήσεων και marketing. Όπως αναφέρουν οι Buttle & Maklan (2019), η ανάγκη για διατήρηση σχέσεων με τον πελάτη σε ανταγωνιστικό περιβάλλον οδήγησε στη συστηματοποίηση της πληροφορίας πελατών σε ενιαίες βάσεις δεδομένων. Παράλληλα, τα ΠΣ αρχίζουν να συνδέονται μεταξύ τους, δημιουργώντας πολυεπίπεδες πληροφοριακές αρχιτεκτονικές.

Η δεκαετία του 2000 σηματοδότησε τη μετάβαση από τα στατικά ΠΣ στα διαδικτυακά (web-based) και τα ΠΣ βασισμένα στο cloud. Τα σύγχρονα WMS και SCM συστήματα ενσωμάτωσαν δυνατότητες real-time tracking, παρακολούθησης αποθεμάτων, logistics και forecasting, στηριζόμενα στην ενοποίηση πληροφοριών από πολλαπλές πηγές (Chopra & Meindl, 2019).

Η σημερινή εποχή χαρακτηρίζεται από τη χρήση τεχνολογιών, όπως η Τεχνητή Νοημοσύνη (AI), η Μηχανική Μάθηση (Machine Learning), τα Big Data και το IoT (Internet of Things), οι οποίες ενισχύουν τον ρόλο των ΠΣ σε κάθε πτυχή της επιχειρησιακής ζωής (Turban et al., 2018). Η ενσωμάτωση των εργαλείων αυτών στα ΠΣ επιτρέπει την πρόβλεψη καταναλωτικής συμπεριφοράς, την προληπτική συντήρηση εξοπλισμού και τη δυναμική προσαρμογή στρατηγικών (Richards, 2011). Σύγχρονες μελέτες δείχνουν ότι οι μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις αρχίζουν επίσης να υιοθετούν τέτοια συστήματα, με έμφαση στη χρήση διαδικτυακών εφαρμογών και mobile-first προσέγγισης (Ganesan et al., 2021).

Μια ακόμη σημαντική τάση είναι η μετάβαση των ΠΣ από το back-office στο front-office, δηλαδή από την εσωτερική διαχείριση στην άμεση υποστήριξη πελατών και συνεργατών. Τα σύγχρονα πληροφοριακά περιβάλλοντα βασίζονται σε έννοιες, όπως η ευελιξία, η διαλειτουργικότητα, η επεκτασιμότητα και η φιλικότητα προς τον χρήστη (Mitropoulos, 2021).

Σχήμα 1.4.: Χρονογραμμή εξέλιξης των Πληροφοριακών Συστημάτων



Η ιστορική εξέλιξη των Πληροφοριακών Συστημάτων αντικατοπτρίζει τη συνεχή προσπάθεια των επιχειρήσεων να αποκτήσουν καλύτερη πληροφόρηση, ταχύτερη απόκριση και μεγαλύτερη ακρίβεια. Οι σύγχρονες τεχνολογικές τάσεις δείχνουν ότι τα ΠΣ δεν αποτελούν πια απλά εργαλεία υποστήριξης, αλλά στρατηγικούς παράγοντες διαμόρφωσης του μέλλοντος των επιχειρήσεων.

1.5 Πληροφοριακά συστήματα στον τομέα του εμπορίου

Ο τομέας του εμπορίου, και ιδίως του λιανικού εμπορίου, έχει επηρεαστεί βαθύτατα από την ενσωμάτωση των Πληροφοριακών Συστημάτων (ΠΣ), τα οποία ενισχύουν τη λειτουργική αποδοτικότητα, τη διαχείριση σχέσεων με τους πελάτες και την ανταγωνιστικότητα. Η ψηφιοποίηση των εμπορικών δραστηριοτήτων έχει οδηγήσει στη ριζική μεταμόρφωση των παραδοσιακών εμπορικών πρακτικών με τα ΠΣ να διαδραματίζουν κομβικό ρόλο σε όλες τις φάσεις της εφοδιαστικής και της εμπορικής διαδικασίας (Laudon & Laudon, 2016).

Η χρήση συστημάτων ERP σε επιχειρήσεις του λιανεμπορίου εξασφαλίζει τη διασύνδεση διαφορετικών τμημάτων (πωλήσεις, αποθήκη, λογιστήριο, διανομές), με αποτέλεσμα τη βελτιστοποίηση της πληροφορίας και τη μείωση των λειτουργικών σφαλμάτων (Monk & Wagner, 2013). Παράλληλα, τα CRM συστήματα επιτρέπουν την προσωποποιημένη εξυπηρέτηση του πελάτη, την παρακολούθηση του ιστορικού αγορών και την ανάπτυξη στρατηγικών marketing, ενισχύοντας την πιστότητα και την εμπειρία του πελάτη (Buttle & Maklan, 2019).

Σύμφωνα με τον Richards (2011), στον τομέα του λιανικού εμπορίου η χρήση WMS και SCM συστημάτων είναι καθοριστική για την αποτελεσματική διαχείριση των αποθεμάτων και της εφοδιαστικής αλυσίδας. Τα WMS επιτρέπουν την παρακολούθηση παραλαβών, την οργάνωση του picking, την καταγραφή απογραφών σε πραγματικό χρόνο, ενώ τα SCM εξασφαλίζουν τον συγχρονισμό προμηθευτών, διανομών και καταστημάτων, μειώνοντας καθυστερήσεις και λειτουργικό κόστος (Chopra & Meindl, 2019).

Επιπλέον, η διασύνδεση των ΠΣ με συστήματα POS (Point of Sale) επιτρέπει τη συλλογή και αξιοποίηση δεδομένων συναλλαγών σε πραγματικό χρόνο, ενισχύοντας την ανάλυση πωλήσεων και την προσαρμογή των προσφορών ανά κατηγορία πελάτη. Οι Ganesan et al. (2021) επισημαίνουν τη συμβολή των web-based ΠΣ στην

αποτελεσματικότερη διαχείριση καταστημάτων, παραγγελιών και αποθεμάτων με έμφαση στην ευκολία του χρήστη και τη φορητότητα των εφαρμογών.

Σε περιβάλλον λιανικού εμπορίου, ο ρόλος των ΠΣ εκτείνεται από την παρακολούθηση των τάσεων της αγοράς έως την πρόβλεψη ζήτησης. Όπως επισημαίνουν οι Turban et al. (2018), η χρήση Big Data analytics και εργαλείων πρόβλεψης ενισχύει την ικανότητα των επιχειρήσεων να ανταποκρίνονται στις ανάγκες των πελατών και να αναπροσαρμόζουν τα αποθέματα και τις προσφορές βάσει δυναμικών δεδομένων. Παράλληλα, η ενσωμάτωση εφαρμογών κινητών συσκευών και ηλεκτρονικού εμπορίου (e-commerce) επιτρέπει τη δημιουργία ολοκληρωμένων εμπειριών για τον πελάτη (omnichannel retailing).

Η συμβολή των ΠΣ στην παρακολούθηση αποθεμάτων, την εκκαθάριση προϊόντων, την τιμολόγηση και την εύκολη έκδοση αναφορών ενισχύει τη διοικητική ευελιξία και υποστηρίζει την άμεση λήψη αποφάσεων (Acharya, 2025). Παρομοίως, σύμφωνα με τον Mitropoulos (2021), η εφαρμογή ΠΣ σε περιβάλλον λιανικής συμβάλλει στην απλοποίηση καθημερινών διαδικασιών, την ενίσχυση της διαφάνειας και τη βελτίωση της παραγωγικότητας.

Σε συνθήκες μεταβαλλόμενης αγοράς και αυξανόμενου ανταγωνισμού, τα ΠΣ λειτουργούν ως καταλύτες καινοτομίας και προσαρμοστικότητας. Η χρήση ολοκληρωμένων πληροφοριακών λύσεων μειώνει την αβεβαιότητα και ενισχύει την ταχύτητα απόκρισης σε γεγονότα της αγοράς, προσφέροντας στις επιχειρήσεις στρατηγικό πλεονέκτημα (Christopher, 2016).

Σχήμα 1.5.: Ροή πληροφοριών και αλληλεπίδραση πληροφοριακών συστημάτων στον τομέα του εμπορίου.



Μέσα από όλες αυτές τις διαστάσεις, γίνεται φανερό ότι τα Πληροφοριακά Συστήματα διαμορφώνουν ένα πολύπλευρο πλαίσιο λειτουργίας στον χώρο του εμπορίου, ενισχύοντας τη βιωσιμότητα, την αποδοτικότητα και τη δυνατότητα προσαρμογής των σύγχρονων επιχειρήσεων στις απαιτήσεις του ψηφιακού περιβάλλοντος. Τα Πληροφοριακά Συστήματα στον τομέα του εμπορίου λειτουργούν ως ολοκληρωμένοι μηχανισμοί διαχείρισης, ανάλυσης και απόκρισης, ενισχύοντας τη βιωσιμότητα, την αποδοτικότητα και την πελατοκεντρική προσέγγιση των σύγχρονων επιχειρήσεων.

1.6 Πλεονεκτήματα χρήσης ΠΣ σε σύγκριση με τα παραδοσιακά συστήματα

Η χρήση Πληροφοριακών Συστημάτων (ΠΣ) προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι των παραδοσιακών μεθόδων διαχείρισης δεδομένων και επιχειρησιακών λειτουργιών. Ένα βασικό πλεονέκτημα είναι η αυτοματοποιημένη συλλογή, επεξεργασία και αποθήκευση δεδομένων, η οποία εξαλείφει μεγάλο ποσοστό σφαλμάτων που προκύπτουν από ανθρώπινες παρεμβάσεις και ταυτόχρονα μειώνει τον χρόνο εκτέλεσης διαδικασιών (Laudon & Laudon, 2016).

Ένα δεύτερο βασικό πλεονέκτημα των ΠΣ είναι η πρόσβαση σε πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο. Η δυνατότητα ενημέρωσης των δεδομένων και άμεσης πρόσβασης από πολλαπλά σημεία του οργανισμού ενισχύει τη διοικητική

αποτελεσματικότητα και καθιστά δυνατή την έγκαιρη λήψη αποφάσεων (O'Brien & Marakas, 2011; Turban et al., 2018). Αντίθετα, τα παραδοσιακά συστήματα απαιτούσαν χρόνο για τη συγκέντρωση, επικύρωση και αναδιανομή των πληροφοριών.

Η αξιοπιστία, ακρίβεια και ασφάλεια των δεδομένων είναι επίσης χαρακτηριστικά που ενισχύονται με τα ΠΣ. Τα σύγχρονα συστήματα περιλαμβάνουν μηχανισμούς ελέγχου πρόσβασης, κρυπτογράφησης, καταγραφής συμβάντων και επαναφοράς δεδομένων, που προσφέρουν αυξημένη προστασία και συνέπεια στη διαχείριση πληροφοριών (Stair & Reynolds, 2017).

Τα ΠΣ επιτρέπουν την ολοκληρωμένη διαχείριση επιχειρησιακών λειτουργιών μέσω της ενσωμάτωσης διαφορετικών λειτουργικών περιοχών. Τα ERP, για παράδειγμα, συνδέουν σε ένα κοινό περιβάλλον τις λειτουργίες του λογιστηρίου, των προμηθειών, της παραγωγής, της αποθήκης και των πωλήσεων, διευκολύνοντας την επικοινωνία και αποτρέποντας τη δημιουργία σιλό πληροφοριών (information silos) (Monk & Wagner, 2013).

Σημαντική είναι επίσης η βελτίωση της σχέσης με τους πελάτες, μέσω των συστημάτων CRM, τα οποία καταγράφουν ιστορικά δεδομένα, προτιμήσεις, παραγγελίες και παράπονα. Αυτή η γνώση ενισχύει την παροχή εξατομικευμένων υπηρεσιών και την αύξηση της πιστότητας των πελατών (Buttle & Maklan, 2019).

Η πρόβλεψη και ανάλυση δεδομένων αποτελεί μια ακόμα διάσταση όπου τα ΠΣ υπερτερούν, αξιοποιώντας τεχνικές Business Intelligence και Predictive Analytics, ώστε να προσφέρουν προγνωστικές αναλύσεις για τη ζήτηση προϊόντων, τη συμπεριφορά πελατών και τις τάσεις της αγοράς (Chopra & Meindl, 2019; Ganesan et al., 2021).

Τα σύγχρονα ΠΣ προσφέρουν δυνατότητες απομακρυσμένης πρόσβασης και κινητικότητας μέσω τεχνολογιών cloud computing και mobile εφαρμογών. Έτσι επιτυγχάνεται η αποδοτική λειτουργία ανεξαρτήτως τοποθεσίας, υποστηρίζοντας το μοντέλο της απομακρυσμένης εργασίας (Richards, 2011; Acharya, 2025).

Η βελτίωση της επικοινωνίας και συνεργασίας τόσο εντός της επιχείρησης όσο και με τους εξωτερικούς συνεργάτες ενισχύεται μέσω της χρήσης κοινών πλατφορμών και

ενοποιημένων συστημάτων ανταλλαγής πληροφοριών, διευκολύνοντας τη διαλειτουργικότητα και τη λήψη ομόφωνων αποφάσεων (Mitropoulos, 2021).

Επιπλέον, τα ΠΣ συμβάλλουν στη μείωση του λειτουργικού κόστους. Με την αυτοματοποίηση διαδικασιών, τη μείωση των λαθών, τον εξορθολογισμό των ροών εργασίας και την αποφυγή πλεονάζουσας αποθήκευσης, επιτυγχάνεται σημαντική εξοικονόμηση πόρων (Kaur & Singh, 2021).

Σημαντικό πλεονέκτημα αποτελεί και η ευκολία προσαρμογής και επεκτασιμότητας των ΠΣ. Οι επιχειρήσεις μπορούν να ξεκινήσουν με ένα βασικό σύστημα και στη συνέχεια να το επεκτείνουν ανάλογα με τις ανάγκες τους, προσθέτοντας νέα modules και λειτουργίες χωρίς να απαιτείται πλήρης αναδιάρθρωση της υποδομής (Stair & Reynolds, 2012).

Τέλος, η υιοθέτηση ΠΣ επιτρέπει την εναρμόνιση με πρότυπα συμμόρφωσης και την ανάλυση ρίσκου, μέσω δυνατοτήτων για έλεγχο διαδικασιών, εσωτερικούς και εξωτερικούς ελέγχους, και παραγωγή αναφορών για ρυθμιστικούς οργανισμούς (Laudon & Laudon, 2016).

Η αντικατάσταση των παραδοσιακών μεθόδων με Πληροφοριακά Συστήματα δεν αποτελεί πλέον απλή τεχνολογική επιλογή, αλλά στρατηγική επένδυση για την επιβίωση και ανάπτυξη των επιχειρήσεων στο δυναμικό και ανταγωνιστικό περιβάλλον του σύγχρονου εμπορίου.

Πίνακας 1.6.: Συγκριτική παρουσίαση πλεονεκτημάτων πληροφοριακών συστημάτων έναντι παραδοσιακών μεθόδων

Κριτήριο	Παραδοσιακές Μέθοδοι	Πληροφοριακά Συστήματα (ΠΣ)
Συλλογή και επεξεργασία δεδομένων	Χειροκίνητη, χρονοβόρα, επιρρεπής σε σφάλματα	Αυτοματοποιημένη, ταχεία, με ελαχιστοποίηση σφαλμάτων
Πρόσβαση σε πληροφορίες	Καθυστερημένη, περιορισμένη	Άμεση, σε πραγματικό χρόνο
Ασφάλεια και αξιοπιστία δεδομένων	Χαμηλή, κινδυνεύει από απώλειες και σφάλματα	Υψηλή, με μηχανισμούς κρυπτογράφησης και ελέγχου
Ενοποίηση λειτουργιών	Κατακερματισμένες διαδικασίες	Ολοκληρωμένη διαχείριση σε

		ενιαίο περιβάλλον
Ανάλυση και πρόβλεψη δεδομένων	Δύσκολη και χρονοβόρα	BI και Predictive Analytics υποστήριξη
Κόστος λειτουργίας	Υψηλό λόγω λαθών και επαναλαμβανόμενων διαδικασιών	Μειωμένο μέσω αυτοματοποίησης
Προσαρμοστικότητα και επέκταση	Δύσκολη και δαπανηρή	Εύκολη με modular αρχιτεκτονική
Συμμόρφωση και έλεγχος ρίσκου	Περιορισμένος έλεγχος	Ενσωματωμένα εργαλεία συμμόρφωσης

Κεφάλαιο 2: Συστήματα διαχείρισης αποθήκης (WMS)

2.1 Ορισμός και βασικές έννοιες WMS

Τα Συστήματα Διαχείρισης Αποθήκης (Warehouse Management Systems - WMS) αποτελούν κρίσιμα πληροφοριακά συστήματα που υποστηρίζουν τη συνολική διαχείριση της αποθήκης, ενσωματώνοντας τεχνολογίες και διαδικασίες που βελτιώνουν την ακρίβεια, την αποδοτικότητα και την ορατότητα στις αποθεματικές κινήσεις (Richards, 2011). Ένα WMS καθοδηγεί την παραλαβή, την αποθήκευση, το picking, τη διανομή και τη διαχείριση επιστροφών προϊόντων, διασφαλίζοντας ότι τα σωστά αγαθά φτάνουν στο σωστό σημείο την κατάλληλη στιγμή.

Σύμφωνα με τον Fore et al. (2016), τα WMS παρέχουν αυτοματοποίηση στη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων αποθέματος, χρησιμοποιώντας τεχνολογίες όπως το barcode scanning και το RFID. Μέσω αυτών, μειώνεται η πιθανότητα λαθών, ενώ ενισχύεται η παρακολούθηση και ο έλεγχος των κινήσεων προϊόντων σε πραγματικό χρόνο.

Η μελέτη των Gu et al. (2007) υπογραμμίζει ότι τα WMS διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στην αποδοτική λειτουργία της αποθήκης, διευκολύνοντας στρατηγικές επιλογές, όπως η χωροθέτηση προϊόντων, το picking και η αποστολή. Οι συγγραφείς τονίζουν τη σημασία της σύνδεσης των WMS με άλλα πληροφοριακά συστήματα (όπως ERP και CRM) για τη διασφάλιση της συνέχειας των επιχειρησιακών ροών.

Ο Acharya (2022) επισημαίνει ότι τα σύγχρονα WMS βασίζονται σε cloud τεχνολογίες, επιτρέποντας την απομακρυσμένη πρόσβαση και τη διαχείριση πολλαπλών αποθηκών από κεντρικό σύστημα. Επιπλέον, τα WMS ενσωματώνουν τεχνητή νοημοσύνη και predictive analytics για την πρόβλεψη ζήτησης και τη δυναμική προσαρμογή της αποθεματικής πολιτικής.

Σύμφωνα με τους Ganesan et al. (2021), τα WMS προσφέρουν δυνατότητες real-time visibility, κάτι που είναι κρίσιμο για το σύγχρονο λιανεμπόριο και το omnichannel management. Η διαχείριση επιστροφών, η παρακολούθηση ροών εργασιών και η αναλυτική αποτύπωση αποθεμάτων υποστηρίζονται από WMS, οδηγώντας σε μείωση λειτουργικών εξόδων και αύξηση της ικανοποίησης πελατών.

Η ενοποίηση των WMS με άλλα πληροφοριακά εργαλεία, όπως περιγράφουν οι Chaffey και White (2011), αποτελεί κρίσιμο στοιχείο επιτυχίας. Η σύνδεση με ERP, POS και CRM διασφαλίζει ότι οι πληροφορίες ρέουν απρόσκοπτα σε όλο το εύρος της εφοδιαστικής αλυσίδας, εξαλείφοντας τα σιλό πληροφόρησης και βελτιώνοντας την ολιστική λήψη αποφάσεων.

Η Laudon και ο Laudon (2016) σημειώνουν ότι τα WMS εντάσσονται στην κατηγορία των λειτουργικών συστημάτων, επιτρέποντας τη βελτιστοποίηση καθημερινών δραστηριοτήτων και την παροχή δεδομένων για στρατηγικές αναλύσεις. Με την εφαρμογή τεχνολογιών Big Data και IoT, τα WMS μετατρέπονται από απλά εργαλεία διαχείρισης αποθεμάτων σε στρατηγικούς πυλώνες ανάπτυξης.

Οι Turban et al. (2018) υπογραμμίζουν ότι τα WMS επιτρέπουν στις επιχειρήσεις να αναπτύξουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, μέσω της βελτίωσης της ευελιξίας, της ταχύτητας εξυπηρέτησης και της ακρίβειας στην εκτέλεση παραγγελιών. Ο Ballou (2004) αναφέρει ότι τα πληροφοριακά συστήματα αποθήκευσης συνεισφέρουν ουσιαστικά στον περιορισμό του κόστους logistics και στην αποτελεσματικότερη διαχείριση των αποθεμάτων ιδίως σε περιβάλλοντα μεγάλης κλίμακας.

Επιπλέον, όπως προκύπτει από τη μελέτη των Gu et al. (2007), αναφορές σε έργα, όπως του De Koster et al. και του Frazelle (2002), δείχνουν ότι η σωστή χωροθέτηση, οι στρατηγικές picking και η αυτοματοποίηση των ροών εντός της αποθήκης, αποτελούν κρίσιμα σημεία επιτυχίας στη λειτουργία ενός WMS.

Τα WMS, όπως γίνεται αντιληπτό, δεν είναι στατικά εργαλεία: η συνεχής εξέλιξή τους με την εισαγωγή τεχνολογιών, όπως το machine learning και η ρομποτική, τα καθιστά αναπόσπαστο μέρος της καινοτομίας στη διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας και αποθήκευσης.

2.2 Λειτουργίες WMS (παραλαβή, αποθήκευση, picking, απογραφή, επιστροφές)

Τα Συστήματα Διαχείρισης Αποθήκης (WMS) έχουν σχεδιαστεί για να υποστηρίζουν και να αυτοματοποιούν τις βασικές λειτουργίες της αποθήκης, συμβάλλοντας στην οργάνωση και τη βελτιστοποίηση των επιχειρησιακών ροών (Richards, 2011). Οι βασικές λειτουργίες ενός WMS περιλαμβάνουν την παραλαβή προϊόντων, την αποθήκευση, την επιλογή προϊόντων για παραγγελίες (picking), την απογραφή αποθεμάτων και τη διαχείριση επιστροφών. Κάθε μία από αυτές τις λειτουργίες αποτελεί κρίσιμο κρίκο στην αλυσίδα αξίας της αποθήκης και επηρεάζει άμεσα τη συνολική αποδοτικότητα και ανταγωνιστικότητα της επιχείρησης.

Η λειτουργία της παραλαβής είναι κρίσιμη, καθώς αποτελεί το πρώτο στάδιο εισόδου προϊόντων στην αποθήκη. Σύμφωνα με τους Gu et al. (2007), η σωστή καταγραφή των παραλαμβανόμενων προϊόντων και η αντιστοίχισή τους με τις αντίστοιχες παραγγελίες αγοράς μειώνει τα σφάλματα και ενισχύει τον έλεγχο ποιότητας. Επιπλέον, όπως αναφέρει ο Tompkins (1996), η τεχνολογική υποστήριξη κατά την παραλαβή συμβάλλει στη μείωση του χρόνου ελέγχου και στη βελτίωση της ακρίβειας των εγγραφών. Η διασύνδεση με συστήματα RFID και barcoding επιτρέπει την άμεση ενημέρωση του αποθέματος και τη βελτίωση της ιχνηλασιμότητας των προϊόντων.

Η αποθήκευση αφορά τη διαδικασία τοποθέτησης των προϊόντων σε κατάλληλες θέσεις εντός της αποθήκης. Ο Richards (2011) επισημαίνει ότι τα WMS παρέχουν στρατηγικές χωροθέτησης προϊόντων, λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες, όπως η συχνότητα κίνησης και το μέγεθος των προϊόντων. Μέσω αλγορίθμων βελτιστοποίησης, επιτυγχάνεται η καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση του αποθηκευτικού χώρου και η ευκολία πρόσβασης στα προϊόντα. Η χρήση τεχνικών, όπως το slotting optimization, διασφαλίζει ότι τα πιο συχνά κινούμενα είδη τοποθετούνται σε προσβάσιμα σημεία, μειώνοντας το χρόνο picking.

Το picking, δηλαδή η επιλογή προϊόντων για την εκτέλεση παραγγελιών, αποτελεί μια από τις πιο δαπανηρές λειτουργίες της αποθήκης. Οι Fore et al. (2016) αναφέρουν ότι τα WMS υποστηρίζουν διάφορες στρατηγικές picking, όπως zone picking, batch picking και wave picking, βελτιώνοντας την ταχύτητα και μειώνοντας τα λάθη. Επιπλέον, σύμφωνα με τον De Koster et al. (2007), η επιλογή της κατάλληλης στρατηγικής picking έχει άμεση επίδραση στη λειτουργική αποδοτικότητα της αποθήκης. Η χρήση φωνητικής τεχνολογίας (voice picking) και φωτεινών συστημάτων κατεύθυνσης (pick-to-light) αποτελεί σύγχρονη πρακτική που μειώνει τον χρόνο picking και τα λάθη.

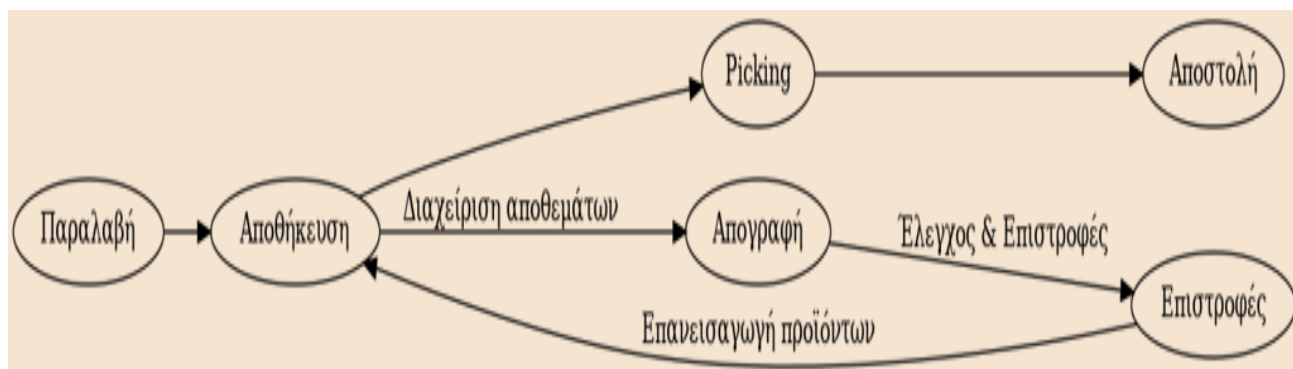
Η απογραφή αποτελεί θεμέλιο της διαχείρισης αποθεμάτων. Οι Turban et al. (2018) υπογραμμίζουν ότι τα σύγχρονα WMS επιτρέπουν τη συνεχή παρακολούθηση των αποθεμάτων σε πραγματικό χρόνο, μειώνοντας την ανάγκη για χρονοβόρες φυσικές απογραφές. Τεχνολογίες, όπως το RFID επιτρέπουν την αυτοματοποιημένη και ακριβή καταγραφή της κίνησης των προϊόντων. Τα συστήματα Cycle Counting ενσωματώνονται στα WMS για τη διενέργεια συνεχών δειγματοληπτικών απογραφών, αυξάνοντας την ακρίβεια του αποθέματος χωρίς να απαιτείται διακοπή λειτουργιών.

Η διαχείριση επιστροφών (returns management) είναι μια ιδιαίτερα σημαντική αλλά συχνά υποτιμημένη λειτουργία. Ο Acharya (2022) σημειώνει ότι τα WMS ενσωματώνουν διαδικασίες για την παραλαβή, την αξιολόγηση και την επανένταξη ή απόρριψη των επιστρεφόμενων προϊόντων. Η αποτελεσματική διαχείριση επιστροφών συμβάλλει στη μείωση του κόστους και στη βελτίωση της εμπειρίας του πελάτη. Επιπλέον, η δυνατότητα καταγραφής αιτιών επιστροφής και η διασύνδεσή τους με δεδομένα ποιότητας βοηθούν στη λήψη στρατηγικών αποφάσεων για βελτίωση προϊόντων και διαδικασιών.

Οι Ganesan et al. (2021) τονίζουν ότι τα σύγχρονα WMS προσφέρουν αναλυτικά εργαλεία για την αξιολόγηση της αποδοτικότητας των επιμέρους λειτουργιών, παρέχοντας στους διαχειριστές δεδομένα για τη βελτίωση των διαδικασιών. Οι δείκτες απόδοσης (KPIs) όπως το inventory turnover, το picking accuracy και ο χρόνος κύκλου παραγγελίας, παρακολουθούνται σε πραγματικό χρόνο για τη συνεχή βελτίωση της επιχειρησιακής αποτελεσματικότητας.

Σύμφωνα με τους Chaffey και White (2011), η ολοκληρωμένη διαχείριση των λειτουργιών αποθήκευσης μέσω ενός WMS μειώνει τις απώλειες, βελτιώνει την ακρίβεια των παραδόσεων και ενισχύει τη συνολική ικανοποίηση των πελατών. Η διαθεσιμότητα αξιόπιστων δεδομένων επιτρέπει τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων για την κάλυψη των αναγκών της αγοράς και την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας.

Σχήμα 2.2.: Ροή βασικών λειτουργιών σε σύστημα διαχείρισης αποθήκης (WMS)



Η Laudon και ο Laudon (2016) επισημαίνουν ότι η ενσωμάτωση τεχνολογιών, όπως το Internet of Things (IoT), έχει μετασχηματίσει τις παραδοσιακές λειτουργίες της αποθήκης, καθιστώντας τα WMS εργαλεία πρόβλεψης και λήψης αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο. Η σύνδεση αισθητήρων, ρομπότ και συστημάτων ανάλυσης δεδομένων σε ένα ενιαίο περιβάλλον WMS οδηγεί σε μια νέα εποχή "έξυπνων" αποθηκών (smart warehouses).

Λαμβάνοντας υπόψη όλες αυτές τις πτυχές, γίνεται σαφές ότι οι λειτουργίες ενός WMS δεν περιορίζονται πλέον στην παρακολούθηση αποθεμάτων, αλλά αποτελούν δυναμικό μοχλό καινοτομίας, αποδοτικότητας και στρατηγικής υπεροχής για κάθε επιχείρηση που δραστηριοποιείται στον σύγχρονο εμπορικό κόσμο.

2.3 Είδη WMS και παραδείγματα (π.χ. SAP EWM, Oracle, custom λύσεις)

Τα Συστήματα Διαχείρισης Αποθήκης (WMS) μπορούν να διακριθούν σε διάφορες κατηγορίες με βάση την πολυπλοκότητα, την τεχνολογική υποδομή και το εύρος των λειτουργιών που υποστηρίζουν. Σύμφωνα με τους Richards (2011) και Gu et al. (2007), τα WMS διαφοροποιούνται ως προς το επίπεδο αυτοματοποίησης, τον βαθμό προσαρμογής και την ενοποίηση με άλλα πληροφοριακά συστήματα.

Μια βασική κατηγορία είναι τα *standalone WMS*, τα οποία λειτουργούν ανεξάρτητα, χωρίς απαραίτητα να απαιτείται διασύνδεση με άλλα επιχειρησιακά συστήματα. Τα *standalone WMS* είναι ιδανικά για μικρομεσαίες επιχειρήσεις που χρειάζονται βασικές δυνατότητες παρακολούθησης αποθεμάτων, διαχείρισης picking και απογραφών (Fore et al., 2016). Η ανάπτυξή τους είναι ταχύτερη και λιγότερο δαπανηρή σε σύγκριση με λύσεις μεγαλύτερης κλίμακας, ενώ μπορούν να καλύψουν αποτελεσματικά βασικές επιχειρησιακές ανάγκες (Tompkins, 1996).

Τα *module-based WMS*, αντίθετα, αποτελούν μέρος ευρύτερων ERP συστημάτων και ενσωματώνουν τη διαχείριση της αποθήκης με άλλες επιχειρησιακές λειτουργίες, όπως η λογιστική, η παραγωγή και οι πωλήσεις. Παραδείγματα τέτοιων λύσεων είναι το SAP EWM (Extended Warehouse Management), που προσφέρει ολοκληρωμένη διαχείριση αποθήκης σε συνδυασμό με τις λειτουργίες του SAP ERP (Laudon & Laudon, 2016). Η ενοποίηση WMS και ERP οδηγεί σε αυξημένη ορατότητα δεδομένων και καλύτερη λήψη αποφάσεων σε επίπεδο εφοδιαστικής αλυσίδας, ενισχύοντας τη ροή πληροφοριών σε όλο το επιχειρησιακό φάσμα (Gu et al., 2007).

Τα *cloud-based WMS* έχουν γνωρίσει ιδιαίτερη ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια, καθώς προσφέρουν ευελιξία, κλιμάκωση και χαμηλότερο κόστος εγκατάστασης. Ο Acharya (2022) αναφέρει ότι cloud λύσεις, όπως το Oracle Warehouse Management Cloud, παρέχουν δυνατότητες απομακρυσμένης πρόσβασης και real-time ενημέρωσης αποθεμάτων, υποστηρίζοντας επιχειρήσεις με κατακευκτωμένα δίκτυα αποθηκών. Επιπλέον, όπως σημειώνει ο Christopher (2016), τα cloud WMS διευκολύνουν την ταχεία υλοποίηση βελτιώσεων και την υιοθέτηση καινοτόμων τεχνολογιών, όπως το Internet of Things (IoT).

Σημαντικό είναι και το κομμάτι των *custom WMS*, όπου τα πληροφοριακά συστήματα αναπτύσσονται εξ αρχής ή προσαρμόζονται πλήρως στις ανάγκες μιας συγκεκριμένης επιχείρησης. Όπως αναφέρουν οι Ganesan et al. (2021), οι custom λύσεις συναντώνται κυρίως σε κλάδους με εξειδικευμένες απαιτήσεις, όπως η φαρμακευτική βιομηχανία ή τα logistics υψηλής τεχνολογίας. Αν και τα κόστη ανάπτυξης είναι υψηλότερα, η προσαρμοστικότητα που προσφέρουν επιτρέπει την επίτευξη βέλτιστης λειτουργικότητας σε ιδιαίτερα απαιτητικά περιβάλλοντα (Frazelle, 2002).

Παραδείγματα δημοφιλών λύσεων WMS περιλαμβάνουν:

- SAP EWM: Υψηλού επιπέδου WMS ενσωματωμένο σε SAP S/4HANA, υποστηρίζει πολύπλοκες ροές εργασίας, αυτοματοποίηση μέσω ρομπότ, διαχείριση επιστροφών και advanced slotting.
- Oracle Warehouse Management Cloud: Λύση βασισμένη στο cloud που προσφέρει δυνατότητες για μικρομεσαίες και μεγάλες επιχειρήσεις, με έμφαση στην ευκολία εγκατάστασης, real-time ορατότητα αποθεμάτων και scalability.
- Manhattan Associates WMS: Ισχυρή πλατφόρμα που χρησιμοποιείται ευρέως στο λιανεμπόριο και στην εφοδιαστική, με δυνατότητες machine learning, labor management και predictive analytics.
- Infor WMS: Ένα ευέλικτο σύστημα που υποστηρίζει omnichannel operations, προσφέρει βελτιστοποιημένη διαχείριση ροών εργασίας και real-time visibility across the supply chain (Chaffey & White, 2011).

Σύμφωνα με τους Turban et al. (2018), η επιλογή του κατάλληλου τύπου WMS εξαρτάται από παράγοντες όπως το μέγεθος της επιχείρησης, το πλήθος και η πολυπλοκότητα των προϊόντων, η στρατηγική ανάπτυξης και το επίπεδο αυτοματοποίησης που επιδιώκεται. Η σωστή επιλογή μπορεί να ενισχύσει την αποδοτικότητα, να μειώσει τα λειτουργικά κόστη και να βελτιώσει σημαντικά το επίπεδο εξυπηρέτησης πελατών.

Η εις βάθος κατανόηση των διαφορετικών τύπων και δυνατοτήτων των WMS δίνει τη δυνατότητα στις επιχειρήσεις να χαράξουν στρατηγικές ανάπτυξης που είναι τεχνολογικά βιώσιμες, προσαρμοσμένες στις ανάγκες τους και ευθυγραμμισμένες με τις απαιτήσεις της σύγχρονης αγοράς.

2.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υιοθέτησης WMS

Η υιοθέτηση ενός Συστήματος Διαχείρισης Αποθήκης (WMS) προσφέρει σημαντικά επιχειρησιακά πλεονεκτήματα, αλλά συνοδεύεται και από ορισμένες προκλήσεις που απαιτούν προσεκτική διαχείριση. Τα WMS αυτοματοποιούν και βελτιστοποιούν βασικές λειτουργίες της αποθήκης, όπως η παραλαβή, η αποθήκευση, το picking και η απογραφή, μειώνοντας την ανάγκη για χειροκίνητες παρεμβάσεις και ελαχιστοποιώντας τα ανθρώπινα σφάλματα (Richards, 2021; Gu et al., 2007). Μέσω

τεχνολογιών, όπως τα barcode και τα RFID, επιτρέπεται η συνεχής παρακολούθηση του αποθέματος σε πραγματικό χρόνο, γεγονός που ενισχύει την ακρίβεια και τον έλεγχο των αποθεμάτων (Frazelle, 2002; Tajima, 2007).

Η χρήση WMS συμβάλλει στη μείωση των απαιτούμενων επιπέδων αποθεμάτων, μειώνοντας τα κόστη αποθήκευσης και βελτιώνοντας την αξιοποίηση του διαθέσιμου χώρου (Laudon & Laudon, 2016). Παράλληλα, υποστηρίζει την εφαρμογή στρατηγικών Just-In-Time (JIT), ελαχιστοποιώντας τα επίπεδα στοκ και ενισχύοντας τη ροή των προϊόντων (Turban & Volonino, 2018). Επιπλέον, η ταχύτερη και ακριβέστερη διεκπεραίωση παραγγελιών αυξάνει την ικανοποίηση των πελατών, καθώς μειώνονται τα λάθη και οι καθυστερήσεις στις παραδόσεις (Ganesan et al., 2021).

Η διασύνδεση του WMS με άλλα πληροφοριακά συστήματα, όπως τα ERP, POS και CRM, επιτρέπει την ενοποιημένη ροή δεδομένων σε όλο τον οργανισμό, υποστηρίζοντας τη λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο και βελτιώνοντας την εφοδιαστική ευελιξία (Baker, 2004). Η άμεση ενημέρωση των αποθεμάτων, η δυνατότητα πρόβλεψης ζήτησης και η καλύτερη συνεργασία μεταξύ των τμημάτων συμβάλλουν στη συνολική επιχειρησιακή αποτελεσματικότητα (Richards, 2021).

Επιπλέον, με την αξιοποίηση τεχνολογιών, όπως το RFID, οι επιχειρήσεις επιτυγχάνουν αυξημένη ακρίβεια στην παρακολούθηση αποθεμάτων και μείωση λαθών στα logistics, οδηγώντας σε σημαντική μείωση κόστους σε ολόκληρη την εφοδιαστική αλυσίδα (Ustundag & Tanyas, 2009).

Ωστόσο, η υιοθέτηση WMS ενέχει και προκλήσεις. Το υψηλό αρχικό κόστος υλοποίησης, συμπεριλαμβανομένων των δαπανών για λογισμικό, εξοπλισμό και εκπαίδευση προσωπικού, αποτελεί σημαντικό εμπόδιο, ιδιαίτερα για μικρότερες επιχειρήσεις (Gu et al., 2007). Επιπλέον, η πολυπλοκότητα της εγκατάστασης και της διασύνδεσης με υπάρχοντα συστήματα μπορεί να οδηγήσει σε τεχνικές δυσκολίες και καθυστερήσεις (De Koster et al., 2007).

Η επιτυχής εφαρμογή απαιτεί αλλαγές στις εσωτερικές διαδικασίες και εκτενή εκπαίδευση των χρηστών, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει αντίσταση από το προσωπικό, επηρεάζοντας την υιοθέτηση του συστήματος. Επίσης, η αυξημένη εξάρτηση από την τεχνολογία συνεπάγεται κινδύνους σε περιπτώσεις τεχνικών

βλαβών ή διακοπών ρεύματος, όπου η επιχειρησιακή συνέχεια μπορεί να τεθεί σε κίνδυνο (Richards, 2021).

Η εσφαλμένη παραμετροποίηση του WMS ή η ανεπαρκής ενημέρωση των δεδομένων μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένα επίπεδα αποθεμάτων, δημιουργώντας προβλήματα τόσο στις εσωτερικές λειτουργίες όσο και στην εξυπηρέτηση των πελατών (Gu et al., 2007). Τέλος, πρέπει να ληφθεί υπόψη η απόσβεση της επένδυσης (ROI), καθώς για επιχειρήσεις μικρότερου μεγέθους το κόστος μπορεί να αποδειχθεί δυσβάσταχτο σε σχέση με τα αναμενόμενα οφέλη.

Πίνακας 2.4.: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υιοθέτησης συστήματος διαχείρισης αποθήκης (WMS)

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Βελτίωση ακρίβειας αποθεμάτων	Υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης
Μείωση χρόνου διεκπεραίωσης παραγγελιών	Ανάγκη για εκπαίδευση προσωπικού
Αυτοματισμός και οργάνωση διαδικασιών	Πιθανή αντίσταση στην αλλαγή από το προσωπικό
Βελτίωση εξυπηρέτησης πελατών	Εξάρτηση από την τεχνολογία και ανάγκη για συντήρηση
Μείωση λειτουργικού κόστους	Δυσκολία ενσωμάτωσης με παλαιά ή ασύμβατα συστήματα
Καλύτερη αξιοποίηση αποθηκευτικού χώρου	Ανάγκη για συνεχή αναβάθμιση και τεχνική υποστήριξη

Η υιοθέτηση ενός WMS αποτελεί αναμφίβολα στρατηγική κίνηση, η οποία, εφόσον υποστηριχθεί από κατάλληλο σχεδιασμό και επένδυση στους ανθρώπινους και τεχνικούς πόρους, μπορεί να αποδώσει σημαντικά οφέλη στον σύγχρονο δυναμικό και ανταγωνιστικό επιχειρηματικό κόσμο.

2.5 Διασύνδεση WMS με ERP, POS, CRM

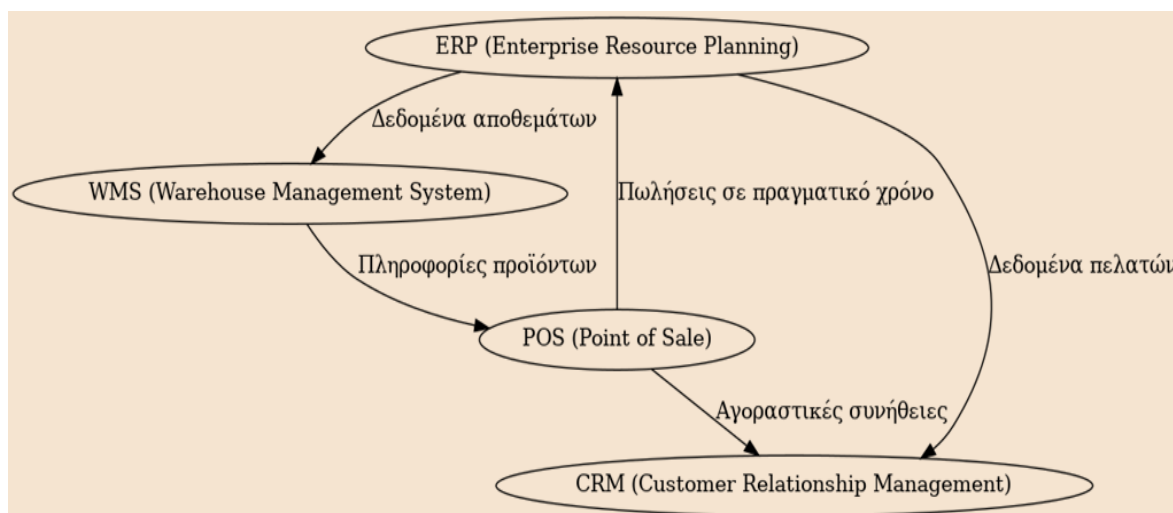
Η ολοκληρωμένη διασύνδεση των Συστημάτων Διαχείρισης Αποθήκης (WMS) με τα Συστήματα Διαχείρισης Επιχειρησιακών Πόρων (ERP), τα Συστήματα Σημείου Πώλησης (POS) και τα Συστήματα Διαχείρισης Πελατειακών Σχέσεων (CRM) αποτελεί στρατηγική επιλογή για τη σύγχρονη επιχείρηση, ειδικά στον τομέα του λιανικού εμπορίου.

Η διασύνδεση του WMS με το ERP είναι θεμελιώδης για τη συνοχή και την αποδοτικότητα των επιχειρησιακών διαδικασιών. Το ERP παρέχει κεντρικό έλεγχο σε κρίσιμα τμήματα, όπως η λογιστική, η διαχείριση ανθρώπινου δυναμικού, οι προμήθειες και η διαχείριση παραγγελιών (Monk & Wagner, 2013). Ένα WMS που επικοινωνεί απευθείας με το ERP ενημερώνει αυτόματα για τις εισροές και εκροές αποθεμάτων, γεγονός που επιτρέπει τη δημιουργία ακριβέστερων χρηματοοικονομικών προβλέψεων, τη μείωση των καθυστερήσεων στην αναπλήρωση προϊόντων και τη βελτίωση της συνολικής διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας (Richards, 2021).

Η σύνδεση του WMS με το POS εξασφαλίζει την άμεση ενημέρωση του αποθέματος κάθε φορά που πραγματοποιείται μια συναλλαγή. Αυτό σημαίνει ότι η επιχείρηση έχει σε πραγματικό χρόνο γνώση της διαθεσιμότητας προϊόντων, γεγονός που ενισχύει την αποτελεσματικότητα στη διαχείριση αναπλήρωσης και συμβάλλει στην αποφυγή φαινομένων υπερβολικής ή ελλιπούς αποθήκευσης (Laudon & Laudon, 2016). Ειδικά σε περιβάλλοντα με έντονη εποχικότητα ή με συνεχώς μεταβαλλόμενες τάσεις καταναλωτικής ζήτησης, αυτή η δυνατότητα προσφέρει κρίσιμο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα.

Η ενσωμάτωση του WMS με το CRM προσφέρει ένα ακόμη επίπεδο στρατηγικής αξίας, επιτρέποντας την εξατομίκευση της εμπειρίας πελάτη. Μέσα από την καταγραφή και ανάλυση του ιστορικού αγορών, των προτιμήσεων και της συμπεριφοράς των πελατών, οι επιχειρήσεις μπορούν να προβλέψουν τις μελλοντικές ανάγκες και να προσαρμόσουν την προσφορά προϊόντων και υπηρεσιών σε κάθε καταναλωτή (Buttle & Maklan, 2019). Επιπλέον, τα δεδομένα CRM μπορούν να ενσωματωθούν με το WMS για τη δημιουργία δυναμικών προγραμμάτων loyalty, όπου ειδικές προσφορές ή προτεραιότητες αποστολής βασίζονται σε επίπεδα αφοσίωσης των πελατών.

Σχήμα 2.5.: Διασύνδεση του WMS με ERP, POS και CRM



Οι τεχνολογίες που επιτρέπουν αυτές τις διασυνδέσεις περιλαμβάνουν APIs (Application Programming Interfaces), Middleware και EDI (Electronic Data Interchange). Τα APIs διευκολύνουν την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ διαφορετικών συστημάτων σε πραγματικό χρόνο, ενώ τα Middleware λειτουργούν ως ενδιάμεσο επίπεδο που επιτρέπει την ενοποίηση ετερογενών λογισμικών λύσεων (Laudon & Laudon, 2016). Το EDI, παρά την παλαιότητα του, παραμένει βασικό εργαλείο για τυποποιημένη, αυτοματοποιημένη ανταλλαγή εγγράφων και δεδομένων μεταξύ επιχειρηματικών εταίρων, μειώνοντας το κόστος συναλλαγών και τα σφάλματα ανθρώπινης καταχώρισης.

Παρόλα αυτά, η διαδικασία ολοκλήρωσης των συστημάτων δεν είναι χωρίς προκλήσεις. Η πολυπλοκότητα της διασύνδεσης, τα ζητήματα συμβατότητας δεδομένων, το κόστος υλοποίησης και η ανάγκη για διαρκή υποστήριξη και αναβάθμιση είναι παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη (Ganesan et al., 2021). Επιπλέον, η διαχείριση της αλλαγής στο ανθρώπινο δυναμικό αποτελεί κρίσιμο στοιχείο για την επιτυχία της ενσωμάτωσης, καθώς απαιτείται εκπαίδευση, προσαρμογή στις νέες διαδικασίες και αποδοχή της νέας κουλτούρας εργασίας.

Παραδείγματα από τον χώρο του λιανικού εμπορίου αναδεικνύουν τη σημασία της σωστής διασύνδεσης. Η Zara έχει επιτύχει εντυπωσιακή ταχύτητα στην ανανέωση των συλλογών της χάρη στη διασύνδεση των συστημάτων WMS, ERP και POS, που της επιτρέπει να παρακολουθεί σε πραγματικό χρόνο τις πωλήσεις και τη διαθεσιμότητα προϊόντων (Chopra & Meindl, 2019). Παρομοίως, η Decathlon έχει

υλοποιήσει ένα WMS πλήρως διασυνδεδεμένο με τα σημεία πώλησης και το ERP, επιτυγχάνοντας μείωση του χρόνου παράδοσης παραγγελιών κατά 30% και βελτίωση της ακρίβειας αποθεμάτων κατά 20% (Richards, 2021).

Η Amazon, μέσα από την πλήρη ενσωμάτωση του WMS με τα συστήματα ERP και CRM, παρέχει άμεση ενημέρωση στους πελάτες σχετικά με τη διαθεσιμότητα προϊόντων, τους χρόνους παράδοσης και το ιστορικό παραγγελιών τους, προσφέροντας έτσι μια αξεπέραστη εμπειρία αγορών. Η στρατηγική "Fulfilled by Amazon (FBA)" βασίζεται ακριβώς σε αυτή τη διασύνδεση, επιτρέποντας την ταχεία και αξιόπιστη εκτέλεση παραγγελιών για χιλιάδες πωλητές τρίτων μερών (Ganesan et al., 2021).

Η ενοποιημένη λειτουργία WMS, ERP, POS και CRM όχι μόνο ενισχύει την επιχειρησιακή αποδοτικότητα, αλλά δημιουργεί και συνθήκες για τη συνεχή βελτίωση της εμπειρίας πελάτη και τη διαφοροποίηση της επιχείρησης σε ένα άκρως ανταγωνιστικό περιβάλλον. Μέσα από την έξυπνη αξιοποίηση της τεχνολογίας και της πληροφορίας, οι επιχειρήσεις αποκτούν τη δυνατότητα να προβλέπουν, να ανταποκρίνονται και να διαμορφώνουν τις ανάγκες των πελατών τους με τρόπους που ενισχύουν τη βιωσιμότητα και την ανάπτυξή τους.

2.6 Παραδείγματα υλοποίησης WMS σε καταστήματα λιανικής

Η πρακτική εφαρμογή των Συστημάτων Διαχείρισης Αποθήκης (WMS) στον κλάδο του λιανικού εμπορίου έχει συμβάλει σημαντικά στη βελτιστοποίηση των διαδικασιών, την αύξηση της παραγωγικότητας και την ενίσχυση της εμπειρίας του πελάτη. Πολλές εταιρείες λιανικής έχουν επενδύσει σε WMS για να διαχειρίζονται αποτελεσματικά τις σύνθετες ανάγκες αποθήκευσης και διανομής.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η εφαρμογή του SAP Extended Warehouse Management (SAP EWM) σε μεγάλα καταστήματα λιανικής. Το SAP EWM προσφέρει εξελιγμένη παρακολούθηση αποθέματος σε πραγματικό χρόνο, αυτοματοποιημένη διαχείριση αποστολών, voice picking δυνατότητες και ενσωμάτωση με συστήματα ERP, συμβάλλοντας στη μείωση των σφαλμάτων picking και στην αύξηση της ταχύτητας εκτέλεσης παραγγελιών (Richards, 2021).

Παρομοίως, η χρήση λύσεων της Oracle, όπως το Oracle Warehouse Management Cloud (WMS Cloud), επιτρέπει την αποδοτική διαχείριση αποθήκης με λειτουργίες βασισμένες σε mobile συσκευές, εύκολη παραμετροποίηση και real-time visibility σε όλα τα στάδια της αποθήκευσης και αποστολής. Επίσης, αξιοποιεί advanced analytics και machine learning για τη βελτίωση των διαδικασιών αποθήκης (Ganesan et al., 2021).

Επιχειρήσεις, όπως η Walmart και η Amazon, έχουν αναπτύξει εσωτερικά WMS υψηλής προσαρμοστικότητας για να ανταποκρίνονται στις συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις των πελατών. Η Walmart αξιοποιεί τεχνολογίες RFID και αυτοματοποιημένα ρομπότ για την απογραφή και τη διαχείριση αποθεμάτων, μειώνοντας σημαντικά τα σφάλματα και τους χρόνους παράδοσης (Gu et al., 2007; Tajima, 2007). Παράλληλα, η Amazon χρησιμοποιεί προηγμένες ρομποτικές πλατφόρμες για την αυτοματοποίηση του picking και της μετακίνησης προϊόντων μέσα στις αποθήκες της, βασιζόμενη σε καινοτομίες που αναπτύχθηκαν μέσω πρακτικών δοκιμών με προϊόντα καθημερινής χρήσης, όπως Oreos και παιχνίδια για σκύλους (Boudette & Weise, 2025).

Στην ευρωπαϊκή αγορά, αλυσίδες, όπως η Zara, έχουν επενδύσει σε custom WMS λύσεις προσαρμοσμένες στο γρήγορο ρυθμό εναλλαγής προϊόντων, ενισχύοντας την ακρίβεια στις αποστολές και διασφαλίζοντας την ταχεία αναπλήρωση των καταστημάτων (Ustundag & Tanyas, 2009). Η εφαρμογή RFID tags στα προϊόντα της Zara επιτρέπει την καλύτερη παρακολούθηση αποθεμάτων και την ταχύτερη εξυπηρέτηση πελατών (Tajima, 2007).

Αλυσίδες σούπερ μάρκετ, όπως η Tesco, έχουν υλοποιήσει WMS συστήματα που διασυνδέονται με τα δίκτυα διανομής και τα POS, επιτυγχάνοντας δυναμική αναπλήρωση αποθεμάτων με βάση πραγματικά δεδομένα πωλήσεων (Ferne & Sparks, 2014). Παράλληλα, αλυσίδες, όπως η Decathlon, χρησιμοποιούν WMS σε συνδυασμό με RFID και αποθήκες cross-docking για ταχύτερη διανομή εμπορευμάτων (Grewal et al., 2021).

Η υιοθέτηση WMS δεν περιορίζεται μόνο σε μεγάλες επιχειρήσεις. Μικρότερες αλυσίδες λιανικής, μέσω cloud-based WMS λύσεων, καταφέρνουν να αυτοματοποιήσουν τις διαδικασίες παραλαβής και picking, αποκτώντας καλύτερο

έλεγχο του αποθέματος και βελτιώνοντας τη συνολική εξυπηρέτηση πελατών (Frazelle, 2002). Παραδείγματα, όπως το Brightpearl και το NetSuite WMS, δείχνουν πώς ακόμα και μεσαίες επιχειρήσεις μπορούν να υιοθετήσουν λύσεις χαμηλότερου κόστους με υψηλή απόδοση.

Η επιτυχία στην υλοποίηση ενός WMS εξαρτάται από την κατάλληλη προσαρμογή του συστήματος στις ιδιαίτερες ανάγκες κάθε επιχείρησης, από τη σωστή εκπαίδευση του προσωπικού και από τη συνεχή βελτιστοποίηση των διαδικασιών με τη χρήση δεδομένων και αναφορών από το ίδιο το σύστημα. Έτσι, το WMS αναδεικνύεται ως κρίσιμο στρατηγικό εργαλείο για την επιβίωση και την ανάπτυξη των επιχειρήσεων λιανικής στο σύγχρονο ανταγωνιστικό περιβάλλον.

2.7 Τεχνολογίες υποστήριξης WMS (barcode, RFID, cloud, AI)

Η αποτελεσματική λειτουργία των Συστημάτων Διαχείρισης Αποθήκης (WMS) βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην αξιοποίηση προηγμένων τεχνολογιών που ενισχύουν την ακρίβεια, την αποδοτικότητα και την ευελιξία των διαδικασιών αποθήκευσης και διανομής. Οι τεχνολογίες αυτές περιλαμβάνουν τα barcode, το RFID, τις λύσεις cloud computing και την τεχνητή νοημοσύνη (AI), οι οποίες έχουν αναδιαμορφώσει το σύγχρονο επιχειρησιακό τοπίο (Richards, 2021).

Η τεχνολογία barcode αποτέλεσε ένα από τα πρώτα βήματα στον αυτοματισμό των αποθηκών. Κάθε προϊόν φέρει έναν μοναδικό γραμμωτό κώδικα που μπορεί να αναγνωριστεί μέσω σαρωτών και να ενημερώσει το WMS για την ακριβή τοποθεσία και την κατάσταση του προϊόντος (Gu et al., 2007). Η χρήση barcode συμβάλλει στη μείωση των σφαλμάτων κατά την εισαγωγή δεδομένων και στη βελτίωση της ταχύτητας των διαδικασιών απογραφής και picking (Frazelle, 2002).

Ωστόσο, η ανάγκη για άμεση οπτική επαφή κατά τη σάρωση barcode και οι περιορισμοί σε απαιτητικά περιβάλλοντα αποθήκευσης, οδήγησαν στην ανάπτυξη της τεχνολογίας RFID. Το RFID (Radio Frequency Identification) επιτρέπει την ασύρματη αναγνώριση αντικειμένων χωρίς άμεση οπτική επαφή και με δυνατότητα ταυτόχρονης σάρωσης πολλών προϊόντων (Tajima, 2007).

Σύμφωνα με τους Peppra και Moschuris (2013), η υιοθέτηση του RFID έχει τη δυνατότητα να μεταμορφώσει τη διαχείριση αποθήκης, αυξάνοντας την ακρίβεια

απογραφής κατά 95% και μειώνοντας το χρόνο παραλαβής κατά 60% στην ελληνική αγορά. Επιπλέον, η τεχνολογία RFID επιτρέπει την καλύτερη ιχνηλασιμότητα των προϊόντων και την ταχύτερη ανανέωση αποθεμάτων σε καταστήματα λιανικής, όπως η Zara (Ustundag & Tanyas, 2009).

Παράλληλα, το cloud computing έχει αναδειχθεί ως μία από τις πιο κρίσιμες τεχνολογίες για την υποστήριξη των WMS. Τα cloud-based WMS προσφέρουν τη δυνατότητα απομακρυσμένης πρόσβασης σε δεδομένα αποθήκης, ταχύτατης αναβάθμισης εφαρμογών και δυναμικής κλιμάκωσης υποδομών ανάλογα με τις ανάγκες της επιχείρησης (Ganesan et al., 2021).

Ο Michalakelis (2018) επισημαίνει ότι η μετάβαση σε λύσεις cloud στην Ελλάδα οδήγησε σε μείωση του κόστους λειτουργίας κατά 20% και αύξηση της ευελιξίας των επιχειρήσεων, ιδίως στον τομέα της διαχείρισης αποθεμάτων. Παράλληλα, εταιρείες, όπως η Tesco και η Decathlon αξιοποιούν cloud-based WMS για την καλύτερη διαχείριση αποθεμάτων και τη διασύνδεση των αποθηκών με τα καταστήματα λιανικής (Fernie & Sparks, 2014; Grewal et al., 2021).

Περαιτέρω τεχνολογική καινοτομία φέρνει η τεχνητή νοημοσύνη (AI) στα WMS. Με τη χρήση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης, τα WMS μπορούν να αναλύουν δεδομένα αγορών και αποθέματος σε πραγματικό χρόνο, να προβλέπουν τάσεις ζήτησης και να προτείνουν βέλτιστες πρακτικές αποθήκευσης και picking (Grewal et al., 2021).

Η εφαρμογή ρομποτικών τεχνολογιών που βασίζονται σε AI, όπως στην περίπτωση της Amazon με την Kiva Systems, έχει επιφέρει σημαντική μείωση στους χρόνους picking και αύξηση της συνολικής αποδοτικότητας αποθήκης (Boudette & Weise, 2025). Σύμφωνα με τη μελέτη των Kalogiannidis et al. (2024), η τεχνητή νοημοσύνη στην Ελλάδα ενισχύει την πρόβλεψη κινδύνων στη διαχείριση αποθεμάτων, συμβάλλοντας έτσι στη βελτίωση της επιχειρησιακής συνέχειας.

Η ολοκληρωμένη εφαρμογή των τεχνολογιών barcode, RFID, cloud computing και AI καθιστά τα WMS ισχυρούς μοχλούς καινοτομίας, αυξάνοντας την ευελιξία, την ακρίβεια και την ανταγωνιστικότητα των επιχειρήσεων, ιδιαίτερα στον απαιτητικό τομέα του λιανικού εμπορίου.

Κεφάλαιο 3: Θεωρία διαχείρισης αποθεμάτων

3.1 Τι είναι το απόθεμα – Τύποι αποθεμάτων

Το απόθεμα αποτελεί θεμέλιο λίθο στη λειτουργία των επιχειρήσεων, καθώς συνδέεται άμεσα με την ικανότητά τους να εξυπηρετούν τη ζήτηση, να διασφαλίζουν την ομαλή ροή των εργασιών και να διαχειρίζονται τις διακυμάνσεις της αγοράς. Σύμφωνα με τον Frazelle (2016), το απόθεμα ορίζεται ως «τα υλικά ή προϊόντα που αποθηκεύονται προσωρινά μεταξύ των διαφόρων σταδίων της παραγωγής και της διανομής». Η ύπαρξη αποθεμάτων είναι αναγκαία για να απορροφώνται οι διακυμάνσεις στη ζήτηση, να υποστηρίζεται η αποδοτικότητα της παραγωγής και να εξασφαλίζεται η απρόσκοπτη εξυπηρέτηση των πελατών.

Οι Gu et al. (2007) επισημαίνουν ότι τα αποθέματα παίζουν επίσης κρίσιμο ρόλο ως μηχανισμός απορρόφησης της αβεβαιότητας στην εφοδιαστική αλυσίδα, όπως αυτή που προκαλείται από εποχικές διακυμάνσεις, απρόβλεπτες καθυστερήσεις ή ανάγκες για συνδυασμένες αποστολές προϊόντων. Παράλληλα, ο Richards (2011) αναφέρει ότι η αποθήκευση αποθεμάτων λειτουργεί και ως στρατηγικό εργαλείο που επιτρέπει στις επιχειρήσεις να ανταποκρίνονται άμεσα στις αλλαγές της αγοράς και να αξιοποιούν ευκαιρίες όγκου ή τιμών.

Ωστόσο, η διατήρηση αποθεμάτων συνοδεύεται από κόστος – όπως το κόστος αποθήκευσης, το κόστος κεφαλαίου και το κόστος φθοράς ή απαξίωσης των προϊόντων (Frazelle, 2016). Συνεπώς, η διαχείριση των αποθεμάτων απαιτεί έναν προσεκτικό σχεδιασμό που θα εξισορροπεί την ανάγκη για διαθεσιμότητα προϊόντων με τη μείωση των συνολικών επιχειρησιακών δαπανών.

3.1.1. Τύποι Αποθεμάτων

Η κατηγοριοποίηση των αποθεμάτων είναι κρίσιμη για τη σωστή τους διαχείριση και την επιλογή κατάλληλων στρατηγικών αποθήκευσης. Οι βασικοί τύποι αποθεμάτων που αναφέρονται στη βιβλιογραφία είναι οι εξής:

Απόθεμα πρώτων υλών (Raw Materials Inventory): Περιλαμβάνει τα υλικά που προορίζονται για επεξεργασία ή συναρμολόγηση σε επόμενα στάδια παραγωγής. Η διατήρηση πρώτων υλών επιτρέπει τη συνεχή λειτουργία της παραγωγικής διαδικασίας, ακόμα και σε περιόδους διακοπών ή καθυστερήσεων από προμηθευτές (Gu et al., 2007).

Απόθεμα σε εξέλιξη (Work-In-Progress – WIP Inventory): Αναφέρεται σε προϊόντα που βρίσκονται σε μερικώς ολοκληρωμένο στάδιο παραγωγής. Το WIP αντιπροσωπεύει επενδεδυμένο κεφάλαιο και απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, ώστε να περιορίζεται η συσσώρευση και η δέσμευση πόρων (Richards, 2011).

Απόθεμα τελικών προϊόντων (Finished Goods Inventory): Αφορά έτοιμα προς πώληση προϊόντα, τα οποία έχουν ολοκληρώσει τη διαδικασία παραγωγής και αναμένουν αποστολή ή πώληση. Η διατήρηση αποθέματος τελικών προϊόντων είναι σημαντική για την ταχεία ανταπόκριση στις παραγγελίες πελατών (Frazelle, 2016).

Απόθεμα ασφαλείας (Safety Stock): Πρόκειται για επιπλέον ποσότητες προϊόντων που διατηρούνται για την κάλυψη απρόβλεπτων διακυμάνσεων στη ζήτηση ή στην προμήθεια. Η σωστή εκτίμηση του απαιτούμενου αποθέματος ασφαλείας είναι κρίσιμη για τη μείωση του κινδύνου stock-out (Gu et al., 2007).

Απόθεμα εποχικότητας (Seasonal Inventory): Αναφέρεται σε προϊόντα που αποθηκεύονται με σκοπό την κάλυψη εποχιακών αιχμών στη ζήτηση, όπως για παράδειγμα τα προϊόντα Χριστουγέννων ή τα εποχικά είδη ένδυσης (Richards, 2011).

Απόθεμα σε μεταφορά (Transit Inventory): Περιλαμβάνει προϊόντα που έχουν αποσταλεί από έναν προμηθευτή ή παραγωγό και βρίσκονται καθ' οδόν προς τον επόμενο προορισμό. Αν και φυσικά δεν είναι διαθέσιμο στο χώρο αποθήκευσης, αποτελεί ενεργό τμήμα του συνολικού αποθέματος της επιχείρησης (Frazelle, 2016).

Απόθεμα επιστροφών (Returned Inventory): Αφορά προϊόντα που επιστρέφονται από πελάτες λόγω ελαττωμάτων, υπαναχωρήσεων ή άλλων αιτιών. Η σωστή διαχείριση του αποθέματος επιστροφών είναι σημαντική για την ελαχιστοποίηση απωλειών και τη βελτίωση της ικανοποίησης πελατών (Gu et al., 2007).

Όπως υπογραμμίζει ο Frazelle (2016), η κατανόηση της φύσης και της λειτουργίας κάθε τύπου αποθέματος είναι καθοριστική για τη βελτίωση της αποδοτικότητας, τη μείωση του κόστους και την ενίσχυση της εξυπηρέτησης πελατών σε ένα σύγχρονο επιχειρησιακό περιβάλλον.

Πίνακας 3.1.: Βασικοί τύποι αποθεμάτων και παραδείγματα

Τύπος Αποθέματος	Περιγραφή	Παραδείγματα
Πρώτες ύλες	Υλικά που αγοράζονται από προμηθευτές	Μέταλλα, πλαστικά, ξύλο,

	και χρησιμοποιούνται στην παραγωγική διαδικασία.	υφάσματα
Ημιτελή προϊόντα	Προϊόντα που έχουν περάσει από κάποια στάδια επεξεργασίας αλλά δεν είναι ακόμη έτοιμα για πώληση.	Μισοσυναρμολογημένα εξαρτήματα, μερικώς βαμμένα προϊόντα
Έτοιμα προϊόντα	Τελικά προϊόντα που είναι έτοιμα προς πώληση ή διανομή στους πελάτες.	Ένδυση, ηλεκτρονικές συσκευές, τρόφιμα
Αναλώσιμα παραγωγής (MRO)	Υλικά που δεν ενσωματώνονται στο τελικό προϊόν αλλά είναι απαραίτητα για τη λειτουργία της παραγωγής.	Λιπαντικά, εργαλεία, ανταλλακτικά, καθαριστικά
Ασφαλιστικά αποθέματα (Safety stock)	Πρόσθετα αποθέματα που διατηρούνται για να αντιμετωπιστούν απρόβλεπτες διακυμάνσεις στη ζήτηση ή την προσφορά.	Εφεδρικά εξαρτήματα σε περίπτωση καθυστέρησης προμηθειών
Αποθέματα σε μεταφορά	Προϊόντα που βρίσκονται καθ' οδόν από τον προμηθευτή ή από άλλη μονάδα της επιχείρησης.	Εμπορεύματα σε φορτηγά ή πλοία
Εποχικά αποθέματα	Αποθέματα που διατηρούνται λόγω προβλεπόμενης ζήτησης συγκεκριμένων περιόδων.	Χριστουγεννιάτικα είδη, αντηλιακά, σχολικά προϊόντα

3.2 Βασικές αρχές διαχείρισης αποθεμάτων

Η διαχείριση αποθεμάτων αποτελεί κρίσιμο στρατηγικό άξονα για κάθε επιχείρηση, καθώς σχετίζεται άμεσα με το επίπεδο εξυπηρέτησης πελατών, το κόστος λειτουργίας και την αποδοτικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Όπως τονίζει ο Frazelle (2016), η σωστή διαχείριση αποθεμάτων ισορροπεί ανάμεσα στην ανάγκη για υψηλή διαθεσιμότητα προϊόντων και στην ανάγκη περιορισμού του κεφαλαίου που δεσμεύεται.

Η αποτελεσματική διαχείριση αποθεμάτων βασίζεται σε έναν πυρήνα αρχών που καθοδηγούν τον σχεδιασμό, τον έλεγχο και τη στρατηγική αξιοποίηση των αποθεματικών πόρων. Η εφαρμογή βασικών αρχών στη διαχείριση αποθεμάτων εξασφαλίζει ότι οι επιχειρήσεις μπορούν να ανταποκρίνονται αποτελεσματικά στις μεταβαλλόμενες ανάγκες της αγοράς, διατηρώντας παράλληλα υψηλή αποδοτικότητα και κερδοφορία. Οι αρχές αυτές καλύπτουν ζητήματα, όπως η ισορροπία κόστους και

διαθεσιμότητας, η πρόβλεψη ζήτησης, η μείωση πλεονασμάτων, ο καθορισμός επιπέδων ασφαλείας, αλλά και η εναρμόνιση της αποθεματοποίησης με σύγχρονες πρακτικές, όπως το Just-In-Time και η Lean προσέγγιση.

Ορισμένες από τις αρχές που παρουσιάζονται παρακάτω αποτελούν θεωρητικά θεμέλια, ενώ άλλες εισάγουν έννοιες και εργαλεία που αναπτύσσονται διεξοδικά σε επόμενες ενότητες του κεφαλαίου (π.χ. JIT/Lean στην ενότητα 3.6). Η παρούσα ενότητα επιδιώκει να προσφέρει μια συνολική επισκόπηση αυτών των κρίσιμων αξόνων, πριν προχωρήσει η εμβάθυνση στην επιμέρους εφαρμογή τους.

3.2.1 Ισορροπία διαθεσιμότητας και κόστους

Η πρώτη και θεμελιώδης αρχή στη διαχείριση αποθεμάτων είναι η επίτευξη της σωστής ισορροπίας ανάμεσα στη διαθεσιμότητα προϊόντων και στο κόστος που συνεπάγεται η διατήρησή τους. Σύμφωνα με τον Ballou (2004), κάθε επιχείρηση καλείται να αποφασίσει ποιο επίπεδο αποθέματος είναι το ιδανικό, λαμβάνοντας υπόψη τόσο το κόστος ευκαιρίας της έλλειψης αποθέματος όσο και το κόστος υπερβολικής διατήρησής του.

Ο Muller (2011) αναφέρει ότι το κόστος αποθέματος διακρίνεται κυρίως σε:

- κόστος αποθήκευσης, όπου περιλαμβάνει ενοίκια, ασφάλειες, ενέργεια, συντήρηση εγκαταστάσεων κτλ.
- κόστος κεφαλαίου που αφορά στη δέσμευση οικονομικών πόρων, που διαφορετικά θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για άλλες επενδύσεις.
- κόστος φθοράς και απαξίωσης που αφορά στη μείωση της αξίας των προϊόντων λόγω παλαίωσης, καταστροφής ή τεχνολογικής απαξίωσης.

Από την άλλη πλευρά, η ανεπαρκής διατήρηση αποθέματος οδηγεί σε:

- κόστος ελλείψεων (stockout cost), δηλαδή απώλεια πωλήσεων, δυσαρέσκεια πελατών, απώλεια μελλοντικών αγορών και
- κόστος διακοπής παραγωγής ή υπηρεσιών ειδικά σε βιομηχανίες όπου το απόθεμα πρώτων υλών είναι κρίσιμο.

Όπως αναφέρει ο Toomey (2000), το πρόβλημα ισορροπίας ανάγεται ουσιαστικά σε ένα κλασικό πρόβλημα βελτιστοποίησης και συγκεκριμένα στο «*πώς να διατηρηθεί αρκετό απόθεμα, ώστε να υποστηρίζεται η επιχειρησιακή συνέχεια και οι πωλήσεις, χωρίς όμως να δημιουργούνται υπέρμετρα κόστη.*»

Η επίτευξη αυτής της ισορροπίας συνήθως επιδιώκεται μέσω:

- προβλεπτικών αναλύσεων, εκτιμώντας τη μελλοντική ζήτηση βάσει ιστορικών δεδομένων και τάσεων (Nahmias, 2013).
- υπολογισμού οικονομικών ποσοτήτων παραγγελίας (EOQ) για τον καθορισμό του βέλτιστου μεγέθους παραγγελίας που ελαχιστοποιεί το συνολικό κόστος αποθέματος και
- διατήρησης αποθέματος ασφαλείας για την κάλυψη απροόπτων διακυμάνσεων στη ζήτηση ή καθυστερήσεων στις παραδόσεις (Waller & Esper, 2014).

Επιπλέον, ο Whitin (1953) υπογραμμίζει ότι η στρατηγική πρέπει να είναι δυναμική, καθώς οι συνθήκες ζήτησης, τα κόστη και οι χρόνοι προμήθειας μεταβάλλονται διαρκώς. Η χρήση ευέλικτων μοντέλων αναθεώρησης αποθεμάτων (όπως τα μοντέλα s-S) επιτρέπει στην επιχείρηση να προσαρμόζεται συνεχώς στις νέες συνθήκες.

Τέλος, η τεχνολογία παρέχει σημαντικά εργαλεία για τη διαχείριση αυτής της ισορροπίας. Όπως επισημαίνουν οι Gu et al. (2007), τα σύγχρονα συστήματα WMS και ERP επιτρέπουν τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, προσφέροντας τη δυνατότητα για άμεσες και ακριβείς αποφάσεις αναπλήρωσης και ελέγχου αποθέματος.

Η ισορροπία μεταξύ διαθεσιμότητας και κόστους, επομένως, δεν είναι στατική αλλά μια συνεχής διαδικασία λήψης αποφάσεων, βελτιστοποίησης και αναπροσαρμογής. Οι επιχειρήσεις που καταφέρνουν να διαχειρίζονται επιτυχώς αυτή τη λεπτή ισορροπία εξασφαλίζουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στην αγορά και ανθεκτικότητα σε περιόδους αβεβαιότητας.

3.2.2 Πρόβλεψη και προγραμματισμός ζήτησης

Η αποτελεσματική διαχείριση αποθεμάτων ξεκινά με την ακριβή πρόβλεψη της ζήτησης. Χωρίς σωστή εκτίμηση των αναγκών των πελατών, καμία στρατηγική αποθεματοποίησης δεν μπορεί να θεωρηθεί επιτυχημένη (Waller & Esper, 2014). Η πρόβλεψη της ζήτησης δεν είναι μια απλή διαδικασία εικασίας, αλλά βασίζεται σε συστηματική συλλογή και ανάλυση δεδομένων.

Σύμφωνα με τον Frazelle (2016), οι βασικές πηγές για τη διαμόρφωση προβλέψεων περιλαμβάνουν ιστορικά στοιχεία πωλήσεων, αναλύσεις τάσεων και εποχικότητας, πληροφορίες από το μάρκετινγκ και τις πωλήσεις και εξωτερικά δεδομένα, όπως οικονομικοί δείκτες και αλλαγές στη συμπεριφορά των καταναλωτών. Ο Nahmias (2013) προτείνει ότι οι πιο συχνές μέθοδοι πρόβλεψης μπορούν να ταξινομηθούν σε ποσοτικές μεθόδους (όπως οι κινητοί μέσοι όροι, οι εκθετικές εξομαλύνσεις και τα μοντέλα ARIMA) και ποιοτικές μεθόδους (όπως η τεχνική Delphi, τα panels ειδικών ή η έρευνα αγοράς). Επιπλέον, ο Toomey (2000) υπογραμμίζει ότι ακόμη και οι πιο προηγμένες ποσοτικές τεχνικές έχουν περιορισμούς λόγω της αβεβαιότητας του περιβάλλοντος. Γι' αυτό απαιτείται συνδυασμός τεχνικών (combination forecasts) για μεγαλύτερη ακρίβεια.

Η διαδικασία πρόβλεψης είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τον προγραμματισμό της ζήτησης. Όπως αναφέρει ο Muller (2011), ο προγραμματισμός δεν περιορίζεται στην πρόβλεψη της συνολικής ποσότητας, αλλά εξετάζει και το πότε θα απαιτηθούν τα προϊόντα, το πού θα πρέπει να είναι διαθέσιμα (γεωγραφική ζήτηση) και τη διακύμανση σε διαφορετικές χρονικές περιόδους (π.χ. εποχιακές διακυμάνσεις). Ένας κρίσιμος παράγοντας είναι η συνεργασία μεταξύ των τμημάτων της επιχείρησης - Πωλήσεις, Μάρκετινγκ, Παραγωγή και Logistics. Οι Waller και Esper (2014) αναδεικνύουν τη σημασία των πρακτικών Sales and Operations Planning (S&OP), όπου οι προβλέψεις και τα επιχειρησιακά πλάνα ενοποιούνται σε ένα ενιαίο σχέδιο δράσης. Πρέπει να σημειωθεί ότι ακόμη και η καλύτερη πρόβλεψη έχει περιθώριο σφάλματος. Γι' αυτό, σύμφωνα με τον Whitin (1953), η ύπαρξη αποθέματος ασφαλείας παραμένει απαραίτητη για την κάλυψη της μεταβλητότητας της ζήτησης. Τέλος, η εξέλιξη των πληροφοριακών συστημάτων (ERP, WMS) επιτρέπει την αξιοποίηση real-time δεδομένων για δυναμικές αναθεωρήσεις της ζήτησης, μειώνοντας έτσι την εξάρτηση από στατικές προβλέψεις (Gu et al., 2007).

Η σωστή πρόβλεψη και ο αποτελεσματικός προγραμματισμός της ζήτησης αποτελούν θεμέλιο για μια αποδοτική και ευέλικτη στρατηγική διαχείρισης αποθεμάτων, εξασφαλίζοντας ικανοποίηση πελατών, μείωση κόστους και επιχειρησιακή ανθεκτικότητα.

3.2.3 Καθορισμός επιπέδων αποθεμάτων

Ο καθορισμός των κατάλληλων επιπέδων αποθεμάτων αποτελεί κρίσιμο στοιχείο στη διαχείριση αποθεμάτων, καθώς επηρεάζει άμεσα τόσο την ικανότητα της επιχείρησης να ανταποκρίνεται στη ζήτηση όσο και το συνολικό κόστος λειτουργίας της (Richards, 2011). Η σωστή οριοθέτηση ελαχίστων, μέγιστων επιπέδων αποθέματος και σημείων αναπαραγγελίας επιτρέπει τη διατήρηση της ισορροπίας μεταξύ επάρκειας προϊόντων και αποφυγής υπερβολικού κόστους.

Σύμφωνα με τον Frazelle (2016), τα βασικά όρια που πρέπει να καθορίζονται σε κάθε στρατηγική αποθεματοποίησης είναι:

- Το ελάχιστο απόθεμα (Safety Stock) που αφορά στη ποσότητα αποθέματος που διατηρείται για την κάλυψη απρόβλεπτων αυξήσεων στη ζήτηση ή καθυστερήσεων στην προμήθεια.
- Το σημείο Αναπαραγγελίας (Reorder Point - ROP) που αφορά το επίπεδο αποθέματος, όπου πρέπει να ξεκινήσει νέα παραγγελία ώστε να υπάρχει επάρκεια μέχρι την παραλαβή νέων αποθεμάτων.
- Το μέγιστο επίπεδο αποθέματος που μπορεί ή πρέπει να αποθηκευτεί, λαμβάνοντας υπόψη τον διαθέσιμο χώρο και το κόστος.

Ο Nahmias (2013) εξηγεί ότι το σημείο αναπαραγγελίας (ROP) υπολογίζεται με βάση τον αναμενόμενο ρυθμό ζήτησης κατά τον χρόνο παράδοσης (lead time). Ο βασικός τύπος είναι: $ROP = \text{Μέση Ημερήσια Ζήτηση} \times \text{Χρόνος Παράδοσης}$.

Όταν υπάρχει αβεβαιότητα είτε στη ζήτηση είτε στον χρόνο παράδοσης, προστίθεται και απόθεμα ασφαλείας για την αποφυγή stock-outs.

Ο Toomey (2000) σημειώνει ότι ο καθορισμός του αποθέματος ασφαλείας βασίζεται σε στατιστικές αναλύσεις της μεταβλητότητας της ζήτησης και των χρόνων προμήθειας. Όσο μεγαλύτερη είναι η αβεβαιότητα, τόσο υψηλότερο πρέπει να είναι το απόθεμα ασφαλείας. Ωστόσο, υψηλό safety stock αυξάνει σημαντικά το κόστος, οπότε απαιτείται προσεκτική βελτιστοποίηση.

Ο Muller (2011) τονίζει επίσης ότι για διαφορετικές κατηγορίες προϊόντων (π.χ. A, B, C - με βάση την ABC ανάλυση), μπορεί να εφαρμόζονται διαφορετικά επίπεδα αποθεμάτων. Τα προϊόντα «Α» έχουν αυστηρότερους ελέγχους, ενώ τα προϊόντα «C» επιτρέπουν μεγαλύτερη ευελιξία.

Επιπλέον, σε ορισμένα επιχειρησιακά περιβάλλοντα, χρησιμοποιούνται δυναμικά επίπεδα αποθεμάτων, τα οποία προσαρμόζονται σε πραγματικό χρόνο ανάλογα με την εξέλιξη της ζήτησης ή τις τάσεις της αγοράς (Waller & Esper, 2014). Αυτή η πρακτική επιτυγχάνεται μέσω πληροφοριακών συστημάτων ERP και WMS που επιτρέπουν τη συνεχή παρακολούθηση και επαναπροσδιορισμό των ορίων αποθέματος (Gu et al., 2007).

Ο Whitin (1953) ήταν από τους πρώτους που ανέδειξε την ανάγκη για στρατηγικές πολιτικές παραγγελιών με κανόνες αναπλήρωσης που στηρίζονται σε οικονομικούς και λειτουργικούς στόχους. Οι πιο γνωστές πολιτικές είναι:

- Το μοντέλο Q (σταθερή ποσότητα παραγγελίας),
- Το μοντέλο P (σταθερό χρονικό διάστημα παραγγελίας).

Τέλος, σε ιδιαίτερα κρίσιμες κατηγορίες προϊόντων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και το Service Level Approach, όπου τα επίπεδα αποθέματος καθορίζονται βάσει του επιθυμητού ποσοστού κάλυψης παραγγελιών χωρίς έλλειψη (Toomey, 2000).

Η προσεκτική ανάλυση και ο καθορισμός των επιπέδων αποθεμάτων προσφέρει στις επιχειρήσεις όχι μόνο μείωση κόστους, αλλά και καλύτερη ικανοποίηση πελατών, καλύτερο cash flow και αυξημένη ανθεκτικότητα σε αβεβαιότητες της αγοράς.

3.2.4 Ανάλυση και κατηγοριοποίηση αποθεμάτων (ABC Analysis)

Η ανάλυση και κατηγοριοποίηση αποθεμάτων αποτελεί μια από τις πλέον διαδεδομένες και αποδεδειγμένα αποτελεσματικές τεχνικές για τη βελτίωση της διαχείρισης αποθεμάτων. Η εφαρμογή της ABC ανάλυσης στηρίζεται στην αρχή Pareto, σύμφωνα με την οποία ένα μικρό ποσοστό των αντικειμένων συμβάλλει στο μεγαλύτερο ποσοστό της αξίας του αποθέματος (Pareto, όπως αναφέρεται στον Richards, 2011).

Σύμφωνα με τον Frazelle (2016), η ABC ανάλυση διαχωρίζει τα αποθέματα σε τρεις κύριες κατηγορίες:

- Κατηγορία A: το 10%-20% των ειδών που αντιπροσωπεύει περίπου το 70%-80% της συνολικής αξίας αποθεμάτων.
- Κατηγορία B: το 20%-30% των ειδών με περίπου 15%-25% της αξίας.

- Κατηγορία C: το 50%-70% των ειδών που συνεισφέρει μόλις 5%-10% της συνολικής αξίας.

Αυτή η ταξινόμηση επιτρέπει στους διαχειριστές να επικεντρωθούν σε εκείνα τα προϊόντα που έχουν τη μεγαλύτερη οικονομική σημασία, αποδίδοντας ανάλογη προτεραιότητα και πόρους (Muller, 2011).

Ο Nahmias (2013) επισημαίνει ότι η ABC ανάλυση εφαρμόζεται τόσο σε επίπεδο αποθεμάτων όσο και σε διαδικασίες, όπως το picking, η απογραφή και η τοποθέτηση προϊόντων σε αποθήκες. Για παράδειγμα, τα προϊόντα A αποθηκεύονται σε προσβάσιμες θέσεις και υπόκεινται σε συχνότερο έλεγχο αποθεμάτων και τα προϊόντα C τοποθετούνται σε λιγότερο εύκολα προσβάσιμες περιοχές και ελέγχονται λιγότερο συχνά. Ο Waller και Esper (2014) υπογραμμίζουν ότι η εφαρμογή της ABC ανάλυσης ενισχύεται σημαντικά με τη χρήση πληροφοριακών συστημάτων (WMS, ERP), τα οποία μπορούν να αναλύουν δεδομένα πωλήσεων και αξίας αποθέματος σε πραγματικό χρόνο, προσφέροντας δυναμικές ταξινομήσεις.

Η κλασική ABC ανάλυση μπορεί να επεκταθεί ή να συνδυαστεί με άλλες τεχνικές για πιο σύνθετη κατηγοριοποίηση αποθεμάτων, όπως είναι η XYZ ανάλυση που κατηγοριοποιεί αποθέματα με βάση τη σταθερότητα της ζήτησης, η FSN ανάλυση που διακρίνει τα είδη σε Fast moving, Slow moving και Non-moving και η VED ανάλυση που εφαρμόζεται σε κρίσιμα αποθέματα και διαχωρίζει τα είδη σε Vital, Essential και Desirable (Toomey, 2000). Ο Whitin (1953) επισημαίνει ότι οι πολλαπλές κατηγοριοποιήσεις συμβάλλουν στη βελτιστοποίηση της στρατηγικής διαχείρισης, ιδίως σε σύνθετα logistics περιβάλλοντα ή σε εταιρείες με ευρύ φάσμα προϊόντων.

Σύμφωνα με τον Gu et al. (2007), τα βασικά οφέλη της ABC ανάλυσης περιλαμβάνουν τον βελτιωμένο έλεγχο στα κρίσιμα προϊόντα, την ορθολογικότερη κατανομή πόρων αποθήκευσης και διαχείρισης, καθώς και τη μείωση του συνολικού κόστους αποθεματοποίησης. Ωστόσο, ο Muller (2011) υπενθυμίζει ότι η ABC ανάλυση βασίζεται σε στατικά ιστορικά δεδομένα και μπορεί να μην αντανακλά γρήγορες αλλαγές στη ζήτηση. Γι' αυτό απαιτείται τακτική ανανέωση των ταξινομήσεων.

Σε κάθε περίπτωση, η ABC ανάλυση αποτελεί μια βασική και απαραίτητη πρακτική για οποιαδήποτε επιχείρηση επιδιώκει να βελτιώσει τον έλεγχο, την αποδοτικότητα και την ευελιξία της στη διαχείριση αποθεμάτων.

3.2.5 Lean διαχείριση και Just-In-Time (JIT)

Η διαχείριση αποθεμάτων επηρεάζεται καθοριστικά από τις φιλοσοφίες Lean Management και Just-In-Time (JIT), οι οποίες επικεντρώνονται στη μείωση της σπατάλης και στην αύξηση της αποτελεσματικότητας των διαδικασιών. Οι προσεγγίσεις αυτές έχουν τις ρίζες τους στην ιαπωνική βιομηχανική κουλτούρα και ειδικότερα στο μοντέλο παραγωγής της Toyota, που έθεσε τις βάσεις για τη σύγχρονη οργάνωση των logistics (Nahmias, 2013).

Σύμφωνα με τον Frazelle (2016), το Lean Management στη διαχείριση αποθεμάτων αποσκοπεί στη δραστική μείωση των μη αναγκαίων αποθεμάτων, προωθώντας την ιδέα ότι το απόθεμα δεν αποτελεί πλεονέκτημα αλλά ένδειξη ανεπάρκειας στη ροή εργασιών. Ο στόχος είναι η δημιουργία μιας αλυσίδας εφοδιασμού, όπου κάθε τμήμα τροφοδοτείται ακριβώς με τα απαραίτητα υλικά, τη στιγμή που τα χρειάζεται, χωρίς περιττές καθυστερήσεις ή υπερβολές.

Η φιλοσοφία του Just-In-Time (JIT), όπως αναλύεται από τον Waller και τον Esper (2014), συμπληρώνει τη λογική του Lean επιδιώκοντας την άμεση παραγωγή ή παραλαβή προϊόντων μόνο όταν υπάρχουν πραγματικές παραγγελίες ή ανάγκες. Η πρακτική αυτή μειώνει δραστικά το κόστος αποθήκευσης, ελαχιστοποιεί τους κινδύνους απαξίωσης προϊόντων και βελτιώνει τη ρευστότητα της επιχείρησης.

Η εφαρμογή των Lean και JIT αρχών στη διαχείριση αποθεμάτων απαιτεί την ύπαρξη αξιόπιστων προμηθευτών, υψηλής ακρίβειας διαδικασιών προγραμματισμού και άρτια πληροφοριακά συστήματα (ERP, WMS) που επιτρέπουν τη συνεχή παρακολούθηση της ζήτησης και της παραγωγής (Gu et al., 2007). Ο Muller (2011) επισημαίνει ότι οι επιχειρήσεις που εφαρμόζουν JIT πρακτικές πρέπει να δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στον συντονισμό μεταξύ όλων των κρίκων της εφοδιαστικής αλυσίδας, διότι οποιαδήποτε διακοπή μπορεί να έχει άμεσες και σοβαρές συνέπειες.

Η στρατηγική Lean αποθεμάτων οδηγεί, επίσης, σε απλοποίηση των ροών εργασιών, στην αποδοτικότερη χρήση χώρων αποθήκευσης και στην ταχύτερη εκπλήρωση των

παραγγελιών. Ο Toomey (2000) υποστηρίζει ότι η μείωση των επιπέδων αποθέματος αναγκάζει τις επιχειρήσεις να επικεντρωθούν στην τελειότητα των διαδικασιών και στην ανίχνευση των πραγματικών αιτίων των καθυστερήσεων ή των αποθεματικών αναγκών.

Ωστόσο, τόσο το Lean όσο και το JIT προϋποθέτουν περιβάλλοντα με σχετικά σταθερή ζήτηση και χαμηλή αβεβαιότητα στις προμήθειες. Σε περιόδους έντονης μεταβλητότητας ή κρίσεων, η έλλειψη επαρκών αποθεμάτων μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικά προβλήματα εξυπηρέτησης πελατών, όπως τόνισε ο Whitin (1953) ήδη από τα πρώτα θεωρητικά μοντέλα αποθεμάτων. Γι' αυτό, πολλές σύγχρονες επιχειρήσεις εφαρμόζουν υβριδικές στρατηγικές, διατηρώντας μικρά αποθέματα ασφαλείας ακόμη και μέσα σε Lean ή JIT περιβάλλοντα.

Η υιοθέτηση των αρχών Lean και JIT στη διαχείριση αποθεμάτων δεν αποτελεί απλώς μια μείωση των ποσοτήτων. Πρόκειται για μια στρατηγική δέσμευση στη συνεχή βελτίωση, στην αυστηρή πειθαρχία των διαδικασιών και στη δυναμική προσαρμογή στις ανάγκες των πελατών και στις συνθήκες της αγοράς. Μέσω αυτής της φιλοσοφίας, οι επιχειρήσεις ενισχύουν την ανταγωνιστικότητά τους και δημιουργούν εφοδιαστικές αλυσίδες υψηλής απόδοσης και ευελιξίας.

3.2.6 Αυτοματοποίηση και συνεχής παρακολούθηση

Η αυτοματοποίηση και η συνεχής παρακολούθηση των αποθεμάτων αποτελούν βασικούς μοχλούς για τη σύγχρονη αποτελεσματική διαχείριση αποθήκης. Με την πρόοδο της τεχνολογίας και την ανάπτυξη εξειδικευμένων πληροφοριακών συστημάτων, οι επιχειρήσεις έχουν τη δυνατότητα να παρακολουθούν και να διαχειρίζονται τα αποθέματά τους σε πραγματικό χρόνο, μειώνοντας τα λάθη και αυξάνοντας την αποδοτικότητα (Gu et al., 2007).

Σύμφωνα με τον Frazelle (2016), η αυτοματοποίηση περιλαμβάνει την εφαρμογή τεχνολογιών, όπως τα συστήματα WMS (Warehouse Management Systems), οι σαρωτές barcode, το RFID (Radio Frequency Identification) και τα συστήματα συλλογής δεδομένων μέσω ασύρματων δικτύων. Αυτές οι τεχνολογίες επιτρέπουν τον ακριβή εντοπισμό της θέσης κάθε προϊόντος μέσα στην αποθήκη, την άμεση ενημέρωση των επιπέδων αποθεμάτων και την αποτελεσματικότερη διαχείριση των διαδικασιών picking, απογραφής και αποστολής.

Ο Richards (2011) επισημαίνει ότι η δυνατότητα συνεχούς παρακολούθησης παρέχει στις επιχειρήσεις κρίσιμα πλεονεκτήματα, όπως η μείωση των ελλείψεων προϊόντων, η έγκαιρη αναπλήρωση, η ακριβής απογραφή και η βελτίωση της ικανοποίησης πελατών. Η ορατότητα σε όλα τα στάδια της ροής των προϊόντων επιτρέπει επίσης τον καλύτερο προγραμματισμό των παραγγελιών και την αποφυγή δέσμευσης υπερβολικών κεφαλαίων σε αποθέματα.

Η αυτοματοποίηση δεν περιορίζεται μόνο στον εντοπισμό και την καταγραφή των αποθεμάτων. Όπως αναφέρει ο Muller (2011), τα σύγχρονα πληροφοριακά συστήματα ενσωματώνουν δυνατότητες πρόβλεψης ζήτησης, ανάλυσης δεδομένων και υποστήριξης λήψης αποφάσεων, δημιουργώντας έτσι ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον διαχείρισης αποθήκης. Μέσω της ανάλυσης ιστορικών δεδομένων και της παρακολούθησης τάσεων, τα WMS μπορούν να ειδοποιούν έγκαιρα για πιθανές ελλείψεις ή πλεονάζοντα αποθέματα, επιτρέποντας την άμεση λήψη διορθωτικών μέτρων.

Οι Waller και Esper (2014) τονίζουν ότι η συνεχής παρακολούθηση επιτρέπει στις επιχειρήσεις να υιοθετήσουν δυναμικές στρατηγικές διαχείρισης αποθεμάτων, προσαρμόζοντας τα επίπεδα παραγγελιών και αποθήκευσης σε πραγματικό χρόνο ανάλογα με τη ζήτηση και τις συνθήκες της αγοράς. Αυτή η ευελιξία είναι ιδιαίτερα κρίσιμη σε περιβάλλοντα υψηλής μεταβλητότητας, όπου οι παραδοσιακές στατικές μέθοδοι αποτυγχάνουν να ανταποκριθούν επαρκώς.

Η αυτοματοποίηση και η συνεχής παρακολούθηση συμβάλλουν επίσης στη διαφάνεια και στη βελτίωση της συμμόρφωσης με κανονιστικά πλαίσια, όπως επισημαίνει ο Toomey (2000). Η ικανότητα παρακολούθησης της ιχνηλασιμότητας προϊόντων, της λήξης παρτίδων και της επιστροφής προϊόντων αποτελεί πλέον απαραίτητη προϋπόθεση σε κλάδους, όπως η φαρμακευτική βιομηχανία, τα τρόφιμα και το λιανικό εμπόριο.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας συνεχίζει να επαναπροσδιορίζει τα όρια της διαχείρισης αποθεμάτων. Με την είσοδο τεχνολογιών, όπως το cloud computing, τα big data analytics και η τεχνητή νοημοσύνη, οι επιχειρήσεις έχουν πλέον τη δυνατότητα όχι μόνο να παρακολουθούν αλλά και να προβλέπουν δυναμικά τις ανάγκες τους. Μέσω αυτών των τεχνολογικών δυνατοτήτων, η διαχείριση αποθεμάτων μετατρέπεται από

μια στατική λογιστική διαδικασία σε μια ζωντανή, στρατηγική λειτουργία που υποστηρίζει τη συνολική επιχειρησιακή ευελιξία και ανταγωνιστικότητα.

3.2.7 Αξιολόγηση απόδοσης και συνεχής βελτίωση

Η αξιολόγηση της απόδοσης στη διαχείριση αποθεμάτων αποτελεί κρίσιμο εργαλείο για τη διασφάλιση της αποτελεσματικότητας και της συνεχούς βελτίωσης των επιχειρησιακών διαδικασιών. Χωρίς συστηματική μέτρηση και ανασκόπηση, η διαχείριση αποθεμάτων κινδυνεύει να παραμένει στάσιμη και να μην ανταποκρίνεται στις μεταβαλλόμενες συνθήκες της αγοράς (Waller & Esper, 2014).

Σύμφωνα με τον Frazelle (2016), τα βασικά κριτήρια αξιολόγησης περιλαμβάνουν δείκτες, όπως ο ρυθμός εναλλαγής αποθέματος (Inventory Turnover), το ποσοστό κάλυψης παραγγελιών χωρίς έλλειψη (Service Level) και το συνολικό κόστος αποθεματοποίησης σε σχέση με τα έσοδα. Οι δείκτες αυτοί παρέχουν αντικειμενικές μετρήσεις της αποτελεσματικότητας και επιτρέπουν τον εντοπισμό περιοχών όπου απαιτείται βελτίωση.

Ο Nahmias (2013) επισημαίνει ότι ο ρυθμός εναλλαγής αποθέματος αποτελεί έναν από τους πιο αξιόπιστους δείκτες για την αποδοτικότητα της διαχείρισης, καθώς αντανakλά πόσο αποτελεσματικά κινείται το απόθεμα μέσα στον επιχειρησιακό κύκλο. Υψηλός ρυθμός εναλλαγής συνήθως υποδηλώνει καλή διαχείριση, ενώ χαμηλός μπορεί να υποδηλώνει υπερβάλλοντα αποθέματα ή προβλήματα στη ζήτηση.

Η συνεχής αξιολόγηση δεν πρέπει να περιορίζεται μόνο σε ποσοτικούς δείκτες. Ο Toomey (2000) προτείνει ότι και ποιοτικές εκτιμήσεις, όπως η ακρίβεια της πρόβλεψης ζήτησης, η ταχύτητα στην εκτέλεση παραγγελιών και η ικανοποίηση πελατών, αποτελούν ουσιαστικά στοιχεία μιας πλήρους εικόνας της απόδοσης.

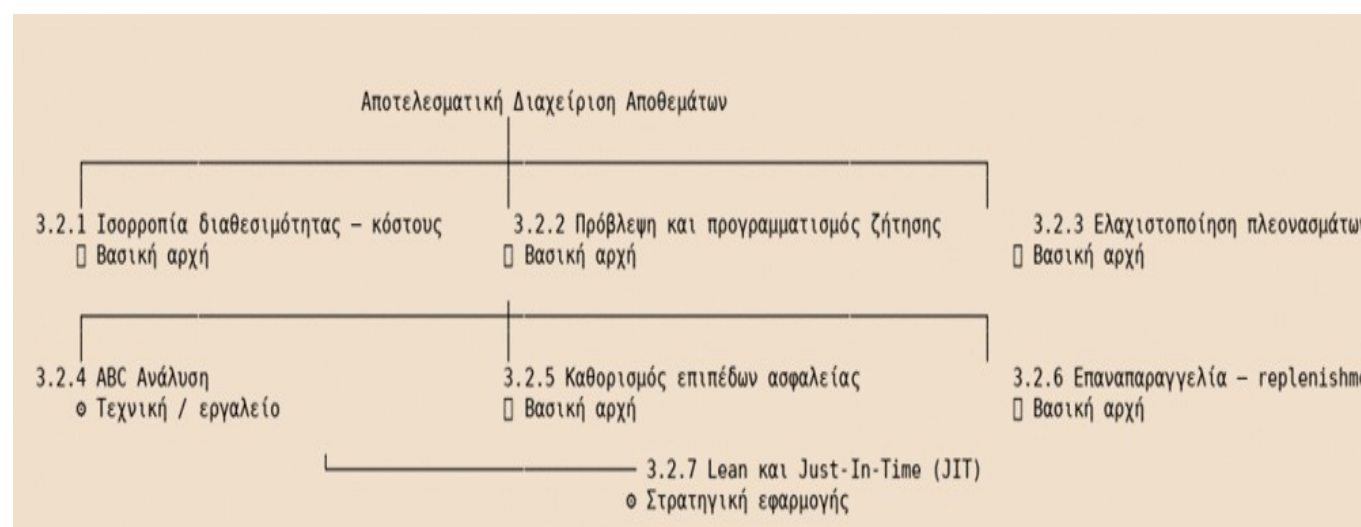
Πέρα από την παρακολούθηση της παρούσας κατάστασης, η αξιολόγηση της απόδοσης έχει ως στόχο την ανάληψη διορθωτικών ενεργειών και τη συνεχή βελτίωση. Ο Richards (2011) τονίζει ότι οι επιτυχημένες επιχειρήσεις εφαρμόζουν κύκλους συνεχούς βελτίωσης (Continuous Improvement Cycles), αξιοποιώντας τις πληροφορίες που αντλούνται από τους δείκτες απόδοσης για να επανασχεδιάσουν στρατηγικές, να επενδύσουν σε νέες τεχνολογίες ή να εκπαιδεύσουν το προσωπικό τους σε νέες πρακτικές. Η έννοια της συνεχούς βελτίωσης, όπως αναλύθηκε από τον

Whitin (1953), προϋποθέτει μια κουλτούρα εσωτερικής ανατροφοδότησης και προσαρμογής. Δεν αρκεί η απλή διατήρηση των υφιστάμενων διαδικασιών· απαιτείται διαρκής επιδίωξη για καλύτερη αποδοτικότητα, μεγαλύτερη ευελιξία και αυξημένη ικανοποίηση των πελατών.

Η ανάπτυξη σύγχρονων πληροφοριακών συστημάτων ενισχύει την ικανότητα των επιχειρήσεων να εφαρμόζουν πρακτικές συνεχούς βελτίωσης, προσφέροντας εργαλεία ανάλυσης και προσομοίωσης διαφορετικών σεναρίων. Η χρήση τεχνικών Business Intelligence και advanced analytics, όπως υπογραμμίζει ο Gu et al. (2007), καθιστά εφικτή την πρόβλεψη προβλημάτων πριν αυτά εκδηλωθούν και την ανάληψη προληπτικών δράσεων.

Έτσι, η αξιολόγηση απόδοσης και η συνεχής βελτίωση δεν συνιστούν απλώς βοηθητικές πρακτικές στη διαχείριση αποθεμάτων, αλλά αναδεικνύονται σε θεμελιώδεις στρατηγικές λειτουργίες που καθορίζουν τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα και την ανταγωνιστικότητα μιας επιχείρησης.

Σχήμα 3.2.: Χάρτης βασικών αρχών και τεχνικών της αποθεματοποίησης



3.3 Μέθοδοι Αποθήκευσης

Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου αποθήκευσης αποτελεί κρίσιμο στοιχείο για την αποτελεσματική διαχείριση αποθεμάτων και τη διατήρηση της ποιότητας των

προϊόντων. Οι διαφορετικές μέθοδοι αποθήκευσης σχετίζονται άμεσα με τον κύκλο ζωής των προϊόντων, τις απαιτήσεις των πελατών, αλλά και την ελαχιστοποίηση απωλειών, λόγω φθοράς, λήξης ή παλαιότητας. Οι πιο συνήθεις μέθοδοι είναι οι FIFO (First In First Out), LIFO (Last In First Out) και FEFO (First Expired First Out), καθεμία εκ των οποίων εξυπηρετεί διαφορετικές επιχειρησιακές ανάγκες.

Η μέθοδος FIFO βασίζεται στην αρχή ότι το πρώτο προϊόν που εισέρχεται στην αποθήκη είναι και το πρώτο που θα εξέλθει. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για προϊόντα με περιορισμένη διάρκεια ζωής, όπως τρόφιμα, φαρμακευτικά είδη και καλλυντικά, καθώς επιτρέπει την κυκλοφορία των παλαιότερων παρτίδων και την αποφυγή αποθέματος με ληγμένα ή υποβαθμισμένα προϊόντα. Η αποδοτικότητα της FIFO ενισχύεται όταν η φυσική ροή στην αποθήκη υποστηρίζει τη χωροθέτηση των παλαιότερων προϊόντων στην εμπρόσθια θέση των ραφιών (Richards, 2011).

Επιπλέον, σύμφωνα με τον Frazelle (2002), η FIFO ελαχιστοποιεί το κόστος απαξίωσης και είναι κατάλληλη για αποθήκες με υψηλό ρυθμό κύκλου αποθεμάτων, ενώ προσφέρει σαφή ιχνηλασιμότητα προϊόντων σε περίπτωση ανάκλησης ή ποιοτικού ελέγχου.

Η μέθοδος LIFO είναι η αντίθετη μέθοδος από τη FIFO: τα τελευταία προϊόντα που αποθηκεύονται είναι τα πρώτα που εξέρχονται. Αν και δεν ενδείκνυται για προϊόντα με ημερομηνία λήξης, είναι χρήσιμη για αποθηκευτικούς χώρους όπου η φυσική ροή επιβάλλει τη φόρτωση από το ίδιο σημείο και για προϊόντα μη ευπαθή (Gu et al., 2007). Η μέθοδος αυτή επιτρέπει την εξοικονόμηση χρόνου στη διακίνηση προϊόντων και τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας σε αποθήκες με περιορισμένο χώρο (Ballou, 2004).

Ο Richards (2011) αναφέρει ότι συστήματα ραφιών τύπου push-back υποστηρίζουν την εφαρμογή της LIFO, επιτρέποντας τη φόρτωση και εκφόρτωση από το ίδιο σημείο, κάτι που μειώνει τους απαιτούμενους διαδρόμους και ενισχύει την εκμετάλλευση του αποθηκευτικού χώρου.

Η μέθοδος FEFO δίνει προτεραιότητα στα προϊόντα με την πλησιέστερη ημερομηνία λήξης. Είναι ευρέως διαδεδομένη στον φαρμακευτικό και διατροφικό κλάδο, όπου η διασφάλιση της ποιότητας είναι ζωτικής σημασίας. Το FEFO προϋποθέτει σύγχρονα συστήματα ιχνηλασιμότητας και πληροφοριακά συστήματα που καταγράφουν

ακριβώς την ημερομηνία παραγωγής και λήξης των προϊόντων (Nahmias, 2013). Η εφαρμογή του απαιτεί ευέλικτο λογισμικό WMS και τεχνολογίες, όπως το RFID ή το barcode scanning, προκειμένου να εξασφαλιστεί η αυτόματη επιλογή της παρτίδας με βάση την ημερομηνία λήξης (Ganesan et al., 2021).

Η επιλογή μεταξύ των παραπάνω μεθόδων εξαρτάται από τη φύση των προϊόντων και την εμπορική στρατηγική της επιχείρησης. Σύμφωνα με τον Ballou (2004), οι επιχειρήσεις πρέπει να λαμβάνουν υπόψη την ταχύτητα κύκλου ζωής των προϊόντων, τη νομική συμμόρφωση (π.χ. στην υγειονομική ασφάλεια) και το λειτουργικό κόστος κάθε μεθόδου. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η FIFO ή η FEFO αποτελούν την ασφαλέστερη επιλογή για καταναλωτικά αγαθά, ενώ η LIFO εφαρμόζεται επιλεκτικά σε βιομηχανικά περιβάλλοντα και προϊόντα χωρίς ημερομηνία λήξης.

Η σύγχρονη βιβλιογραφία αναγνωρίζει ότι η χρήση εξελιγμένων συστημάτων αποθήκευσης, όπως carton flow racks, gravity flow systems και automated storage και retrieval systems (AS/RS) ενισχύει την αποτελεσματικότητα των παραπάνω μεθόδων, μειώνοντας τα λάθη στη συλλογή και την επιστροφή προϊόντων (Tompkins et al., 2010).

Πίνακας 3.3.: Σύγκριση μεθόδων αποθήκευσης FIFO, LIFO και FEFO

Μέθοδος	Περιγραφή	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Πεδίο εφαρμογής
FIFO (First In, First Out)	Τα παλαιότερα αποθέματα εξέρχονται πρώτα	✓ Μειώνει τον κίνδυνο απαξίωσης ✓ Κατάλληλο για ευπαθή προϊόντα ✓ Αντικατοπτρίζει τη φυσική ροή προϊόντων	✗ Πιο απαιτητική διαχείριση χώρου ✗ Πιθανές αυξημένες λειτουργικές ανάγκες	Τρόφιμα, φαρμακευτικά προϊόντα, FMCG
LIFO (Last In, First Out)	Τα νεότερα αποθέματα εξέρχονται πρώτα	✓ Χρήσιμο σε περιόδους αυξανόμενου κόστους	✗ Κίνδυνος απαξίωσης παλιού αποθέματος	Βιομηχανίες πρώτων υλών (σε ΗΠΑ), λογιστικά σενάρια

		(φορολογικά οφέλη) ✓ Απλούστερη χωροταξική διαχείριση	✗ Όχι ευθυγραμμισμέν ο με φυσική ροή προϊόντων ✗ Απαγορεύεται από IFRS	
FEFO (First Expired, First Out)	Τα προϊόντα με πιο κοντινή ημερομηνία λήξης εξέρχονται πρώτα	✓ Ελαχιστοποιεί απώλειες λόγω λήξης ✓ Ενισχύει την ασφάλεια καταναλωτή	✗ Υψηλή ανάγκη για πληροφόρηση/σή μανση ✗ Αυξημένη πολυπλοκότητα συστήματος	Φάρμακα, καλλυντικά, ευπαθή είδη, τρόφιμα με μεταβλητή διάρκεια

3.4 Μοντέλα πρόβλεψης ζήτησης

Η πρόβλεψη ζήτησης αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους μηχανισμούς στη διαχείριση αποθεμάτων, καθώς επηρεάζει άμεσα τον προγραμματισμό αγορών, την παραγωγή, τη διανομή και, τελικά, την ικανοποίηση των πελατών. Η δυνατότητα πρόβλεψης της μελλοντικής ζήτησης επιτρέπει στις επιχειρήσεις να εξισορροπούν την προσφορά με τη ζήτηση, μειώνοντας τόσο τα αποθέματα ασφαλείας όσο και τα κόστη αποθήκευσης (Nahmias, 2013).

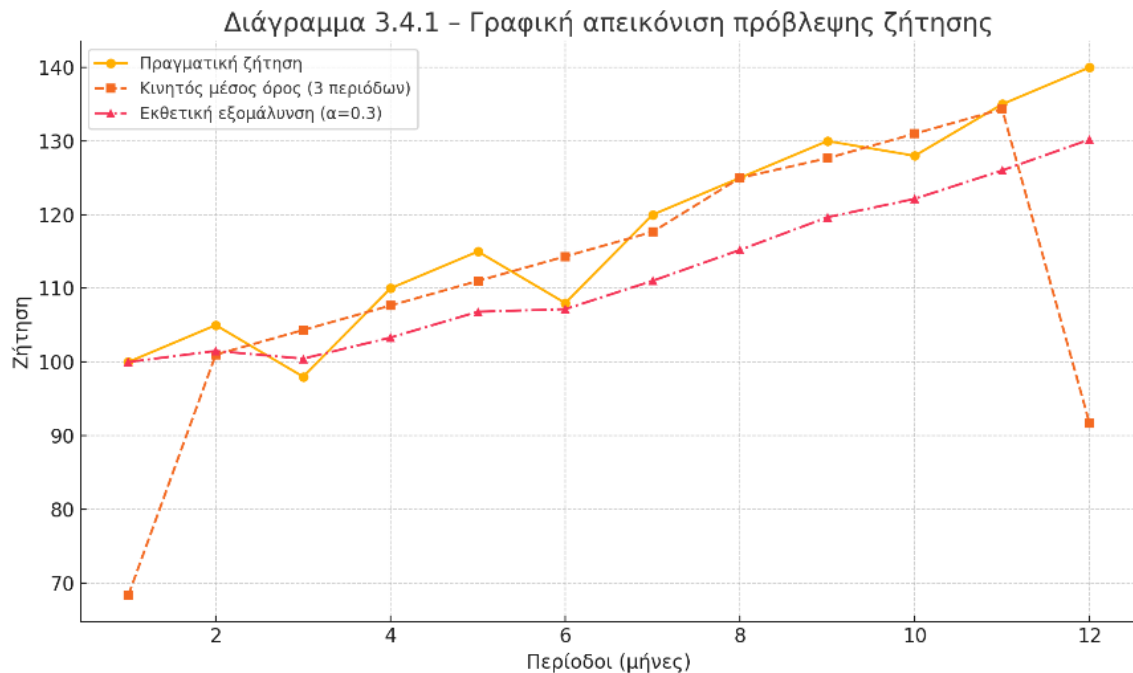
Τα μοντέλα πρόβλεψης διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες: **ποσοτικά** και **ποιοτικά**. Τα ποσοτικά μοντέλα βασίζονται σε ιστορικά δεδομένα και μαθηματικές τεχνικές, ενώ τα ποιοτικά στηρίζονται σε ανθρώπινη κρίση, συχνά από έμπειρους στελέχη ή ειδικούς (Waller & Esper, 2014).

3.4.1. Ποσοτικά μοντέλα πρόβλεψης

Τα ποσοτικά μοντέλα είναι τα πλέον διαδεδομένα στη διαχείριση αποθεμάτων, ιδίως σε περιβάλλοντα με σταθερά και αξιόπιστα ιστορικά δεδομένα. Ένα από τα πιο απλά και κοινά είναι ο κινητός μέσος όρος (moving average), όπου η πρόβλεψη βασίζεται στον μέσο όρο της ζήτησης των τελευταίων περιόδων. Η τεχνική αυτή είναι χρήσιμη όταν δεν υπάρχουν έντονες τάσεις ή εποχικότητα (Frazelle, 2002).

Όταν τα δεδομένα παρουσιάζουν σταδιακές αυξομειώσεις, χρησιμοποιείται η εκθετική εξομάλυνση (exponential smoothing), κατά την οποία δίνεται μεγαλύτερη βαρύτητα στα πιο πρόσφατα δεδομένα. Αυτή η τεχνική μπορεί να προσαρμοστεί για να συμπεριλάβει τάση (trend-adjusted exponential smoothing) και εποχικότητα (Hyndman & Athanasopoulos, 2021).

Σχήμα 3.4.: Γραφική απεικόνιση πρόβλεψης ζήτησης



Για πιο πολύπλοκες απαιτήσεις, όπως μεταβαλλόμενη ζήτηση ή συστηματική εποχικότητα, εφαρμόζονται μοντέλα χρονοσειρών, όπως τα ARIMA (Auto-Regressive Integrated Moving Average), τα οποία είναι από τα πλέον διαδεδομένα στη στατιστική πρόβλεψη και χρησιμοποιούνται εκτενώς σε βιομηχανίες με συστηματική καταγραφή δεδομένων (Makridakis et al., 1998). Τα μοντέλα ARIMA απαιτούν εξειδικευμένες γνώσεις στατιστικής και την υποστήριξη κατάλληλων εργαλείων λογισμικού.

Ο Nahmias (2013) σημειώνει ότι τα ποσοτικά μοντέλα ενδείκνυνται κυρίως σε περιβάλλοντα με επαναλαμβανόμενα πρότυπα και αρκετή ιστορική πληροφόρηση. Σε αντίθεση, όταν πρόκειται για νέα προϊόντα ή αγορές με ασταθή συμπεριφορά, η αξιοπιστία τους μειώνεται αισθητά.

3.4.2. Ποιοτικά μοντέλα πρόβλεψης

Τα ποιοτικά μοντέλα βασίζονται στη συλλογή και επεξεργασία γνώμης από ειδικούς ή την αγορά, και χρησιμοποιούνται κυρίως όταν δεν υπάρχουν επαρκή ιστορικά δεδομένα. Μια ευρέως διαδεδομένη τεχνική είναι η μέθοδος Delphi, κατά την οποία ομάδα ειδικών απαντά ανώνυμα σε διαδοχικούς κύκλους ερωτήσεων μέχρι να προκύψει σύγκλιση απόψεων (Waller & Esper, 2014).

Άλλες τεχνικές περιλαμβάνουν τη συλλογή γνώμης από το τμήμα πωλήσεων, τη χρήση panel πελατών, ή ακόμη και την ανάλυση δεδομένων από social media και τάσεις αναζητήσεων. Ιδίως στη λιανική, αυτές οι μέθοδοι συμπληρώνουν τις ποσοτικές προσεγγίσεις, προσφέροντας ένα στοιχείο διαίσθησης (Fildes et al., 2008).

Σύμφωνα με τους Chopra και Meindl (2016), τα ποιοτικά μοντέλα είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για προϊόντα καινοτομίας, είδη μόδας ή νέες αγορές, όπου οι τάσεις επηρεάζονται από μη προβλέψιμους παράγοντες.

3.4.3. Συνδυαστικά μοντέλα και σύγχρονες τάσεις

Πολλές επιχειρήσεις πλέον επιλέγουν υβριδικά μοντέλα πρόβλεψης, συνδυάζοντας ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα. Για παράδειγμα, τα ποσοτικά μοντέλα δίνουν την αρχική πρόβλεψη και στη συνέχεια γίνεται αναθεώρηση με βάση την εμπειρική εκτίμηση στελεχών ή τη γνώμη του τμήματος πωλήσεων (Hyndman & Athanasopoulos, 2021). Η πρακτική αυτή ενισχύεται από συστήματα ERP και WMS που ενσωματώνουν λειτουργίες demand forecasting σε πραγματικό χρόνο (Gu et al., 2007).

Η πρόβλεψη ζήτησης πλέον ενισχύεται σημαντικά από τη χρήση τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης και machine learning. Νεότερα μοντέλα βασισμένα σε νευρωνικά δίκτυα (neural networks), decision trees και αλγορίθμους ενισχυτικής μάθησης (reinforcement learning) επιτυγχάνουν υψηλά επίπεδα ακρίβειας και προσαρμοστικότητας, ειδικά σε σύνθετα ή απρόβλεπτα περιβάλλοντα (Carbonneau et al., 2008).

Τέλος, η αξιολόγηση της ακρίβειας των προβλέψεων γίνεται με τη χρήση μετρικών, όπως το Mean Absolute Percentage Error (MAPE), το Root Mean Square Error (RMSE) και το Tracking Signal, ώστε να παρακολουθείται αν η πρόβλεψη αποκλίνει

συστηματικά από την πραγματικότητα (Chopra & Meindl, 2016). Η συνεχής παρακολούθηση αυτών των δεικτών επιτρέπει τη βελτίωση του μοντέλου και την προσαρμογή του στις μεταβαλλόμενες συνθήκες ζήτησης.

3.5 Μοντέλο EOQ (Economic Order Quantity)

Το Μοντέλο Οικονομικής Ποσότητας Παραγγελίας (EOQ – Economic Order Quantity) αποτελεί ένα από τα βασικότερα εργαλεία βελτιστοποίησης της διαχείρισης αποθεμάτων. Στόχος του είναι ο προσδιορισμός του ιδανικού μεγέθους παραγγελίας που ελαχιστοποιεί το συνολικό κόστος αποθεματοποίησης, το οποίο περιλαμβάνει τόσο το κόστος παραγγελίας όσο και το κόστος διατήρησης αποθέματος (holding cost)

Το EOQ προτάθηκε αρχικά από τον Ford W. Harris το 1913 και αργότερα αναλύθηκε και εκλαϊκεύτηκε περαιτέρω από τον Whitin (1953). Στη βασική του μορφή, το μοντέλο υποθέτει ότι η ζήτηση είναι σταθερή και προβλέψιμη, η παραγγελία πραγματοποιείται στιγμιαία και δεν υπάρχουν εκπτώσεις ανάλογα με την ποσότητα.

Ο βασικός μαθηματικός τύπος του EOQ είναι:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

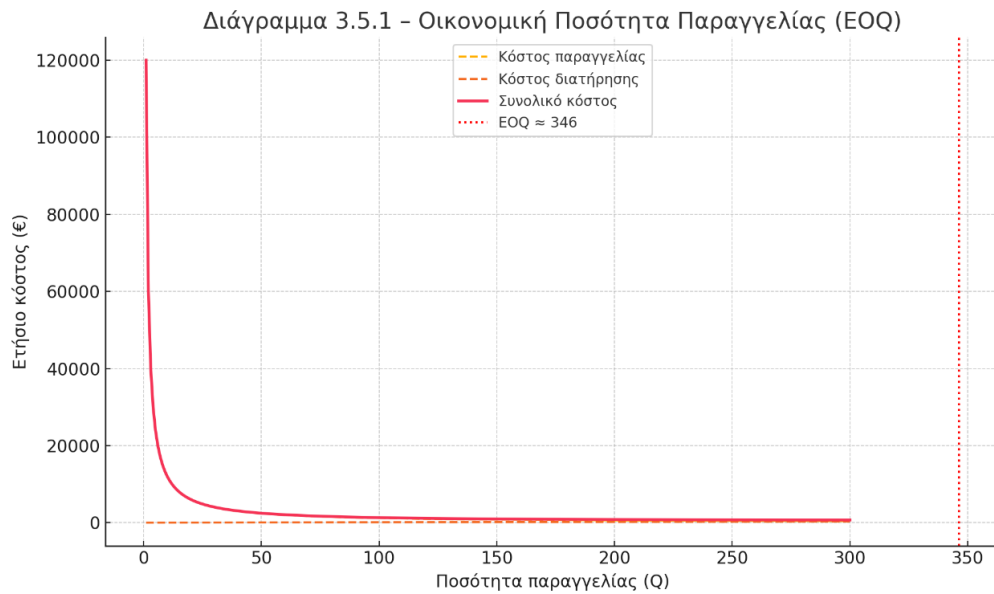
Όπου: D = Ετήσια ζήτηση,

S = Κόστος ανά παραγγελία,

H = Κόστος διατήρησης αποθέματος ανά μονάδα ετησίως.

Ο τύπος αυτός προσδιορίζει το σημείο ισορροπίας μεταξύ του κόστους παραγγελίας (που μειώνεται με μεγαλύτερες ποσότητες) και του κόστους διατήρησης (που αυξάνεται με μεγαλύτερα αποθέματα). Η γραφική απεικόνιση του EOQ δείχνει ότι το ελάχιστο συνολικό κόστος επιτυγχάνεται όταν αυτά τα δύο κόστη εξισώνονται (Toomey, 2000).

Σχήμα 3.5.: Οικονομική ποσότητα παραγγελίας (EOQ)



Στην πράξη, το EOQ εφαρμόζεται σε προϊόντα με σταθερή και προβλέψιμη ζήτηση, χαμηλές διακυμάνσεις τιμών και όταν το κόστος παραγγελίας και διατήρησης μπορεί να εκτιμηθεί με σχετική ακρίβεια. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμο σε περιβάλλοντα παραγωγής ή διανομής με χαμηλή πολυπλοκότητα. Ο Nahmias (2013) εξηγεί ότι το μοντέλο χρησιμοποιείται ευρέως σε logistics, μεταποίηση και εμπορία, παρά στις απλοποιητικές του υποθέσεις.

Ωστόσο, ο Muller (2011) τονίζει ότι η εφαρμογή του μοντέλου σε πραγματικές συνθήκες απαιτεί προσαρμογή, καθώς παράγοντες, όπως εποχικότητα, εκπτώσεις ποσότητας, μεταβλητός χρόνος παράδοσης ή ασταθής ζήτηση δεν λαμβάνονται υπόψη στον βασικό τύπο. Για τον λόγο αυτό, έχουν προταθεί παραλλαγές του EOQ, όπως το EOQ με εκπτώσεις ή το stochastic EOQ, που ενσωματώνουν αυτές τις μεταβλητές.

Το μοντέλο EOQ ενσωματώνεται και σε άλλες μορφές πολιτικών παραγγελίας, όπως το σύστημα Q (σταθερή ποσότητα παραγγελίας) και το σύστημα P (σταθερό διάστημα παραγγελίας), τα οποία περιγράφονται αναλυτικά από τον Whitin (1953) και εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται σε αποθήκες και συστήματα MRP. Στο Q-model, η παραγγελία γίνεται μόλις το απόθεμα πέσει κάτω από το Reorder Point, ενώ στο P-model η παραγγελία γίνεται περιοδικά, κάθε σταθερό χρονικό διάστημα (Ballou, 2004).

Ο Toomey (2000) υπογραμμίζει επίσης την αξία της χρήσης του EOQ σε συνδυασμό με το Service Level Approach, όπου το μέγεθος παραγγελίας λαμβάνει υπόψη την επιθυμητή αξιοπιστία εξυπηρέτησης, προκειμένου να διατηρηθεί υψηλό ποσοστό κάλυψης των παραγγελιών χωρίς έλλειψη.

Η εφαρμογή του EOQ ενισχύεται σημαντικά με τη χρήση πληροφοριακών συστημάτων (WMS, ERP), τα οποία επιτρέπουν την αυτόματη επαναπαραγγελία, όταν το απόθεμα φθάνει σε προκαθορισμένο όριο. Σύμφωνα με τον Gu et al. (2007), τα συστήματα WMS μπορούν να ενσωματώσουν δυναμικές παραλλαγές του EOQ σε συνθήκες που απαιτούν ευελιξία, προσαρμοστικότητα και real-time αναπροσαρμογή παραμέτρων. Ακόμη, ο Frazelle (2002) αναφέρει ότι η εφαρμογή του EOQ σε περιβάλλοντα με αυτοματισμούς (π.χ. με barcode, RFID) συμβάλλει σε σημαντική μείωση κόστους διαχείρισης, εφόσον συνδυάζεται με υψηλή ακρίβεια καταγραφής αποθέματος και δυνατότητα πρόβλεψης ζήτησης σε πραγματικό χρόνο.

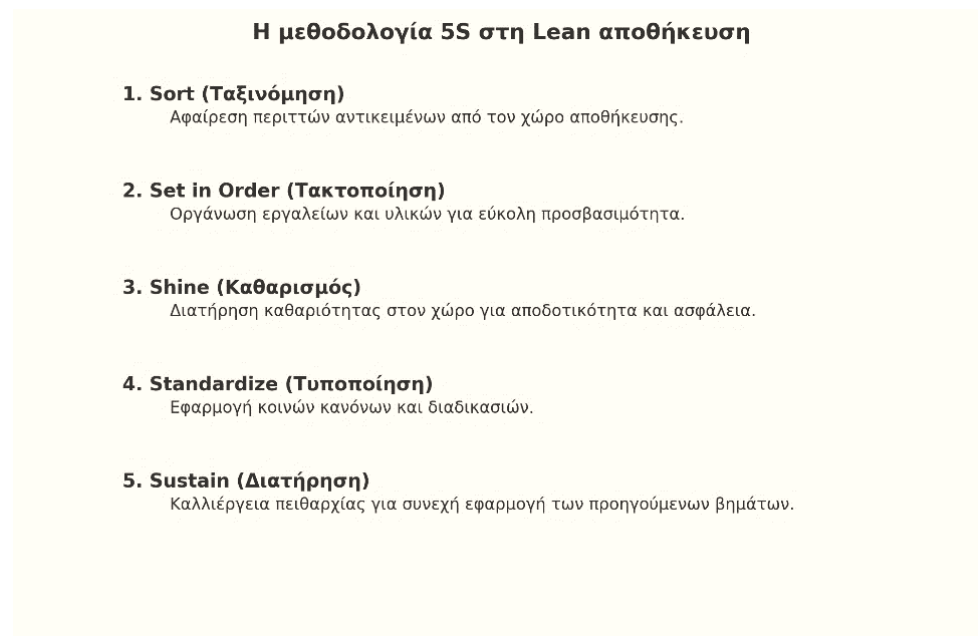
3.6 Lean Warehousing (Λιτή Αποθήκευση) και Just-In-Time: πρακτικές εφαρμογές

Η φιλοσοφία της Lean προσέγγισης και το σύστημα Just-In-Time (JIT) έχουν αλλάξει ριζικά τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τη λειτουργία της αποθήκης. Η εφαρμογή τους στην αποθηκευτική πρακτική δεν αφορά απλώς μεθοδολογίες περιορισμού κόστους, αλλά έναν συνολικό μετασχηματισμό της αποθήκης σε κρίσιμο κόμβο ροής υλικών χωρίς περιττή συσσώρευση. Η Lean προσέγγιση επιδιώκει τη μείωση της σπατάλης, του πλεονάζοντος αποθέματος και των καθυστερήσεων, εστιάζοντας στην απόλυτη ευθυγράμμιση των αποθεμάτων με τη ζήτηση. Αντίστοιχα, το Just-In-Time προωθεί την παράδοση υλικών ακριβώς τη στιγμή που χρειάζονται, εξαλείφοντας την ανάγκη για μεγάλα buffer αποθέματα (Frazelle, 2002· Ohno, 1988).

Η εφαρμογή αυτών των φιλοσοφιών στην αποθήκευση οδηγεί στην ελαχιστοποίηση των στατικών σημείων φύλαξης και στην αύξηση της ρευστότητας των υλικών. Πρακτικά αυτό σημαίνει υιοθέτηση μοντέλων, όπως το cross-docking, κατά το οποίο τα προϊόντα παραλαμβάνονται και επαναπροωθούνται άμεσα στον τελικό αποδέκτη, χωρίς ενδιάμεση αποθήκευση. Η αποθήκη λειτουργεί περισσότερο ως κόμβος μεταβίβασης και λιγότερο ως χώρος φύλαξης. Τα συστήματα με συνεχόμενη ανατροφοδότηση αποθεμάτων, όπως τα Kanban ράφια και οι τεχνικές μικρής παρτίδας παραγγελιών (small lot sizes), επιτρέπουν την προσαρμοστικότητα στη ζήτηση, περιορίζοντας την ανάγκη για σταθερό απόθεμα (Richards, 2011).

Η πρακτική εφαρμογή των αρχών Lean μέσα στην αποθήκη στηρίζεται επίσης σε μεθοδολογίες, όπως τα 5S (Sort, Set in order, Shine, Standardize, Sustain), οι οποίες βελτιώνουν την οργάνωση του χώρου και διευκολύνουν την καθημερινή ροή εργασιών. Παράλληλα, η χρήση οπτικής πληροφόρησης (visual management) και ο περιορισμός των περιττών μετακινήσεων συμβάλλουν στην επιτάχυνση της συλλογής παραγγελιών και στη μείωση των λαθών. Ο σχεδιασμός της αποθήκης προσαρμόζεται, ώστε να υποστηρίζει την απρόσκοπτη ροή των υλικών, με κάθε προϊόν να τοποθετείται σύμφωνα με την πραγματική συχνότητα ζήτησής του και την εγγύτητα στη ζώνη εκτέλεσης (Gu et al., 2007).

Σχήμα 3.6.α: Η μεθοδολογία 5S στη Lean αποθήκευση

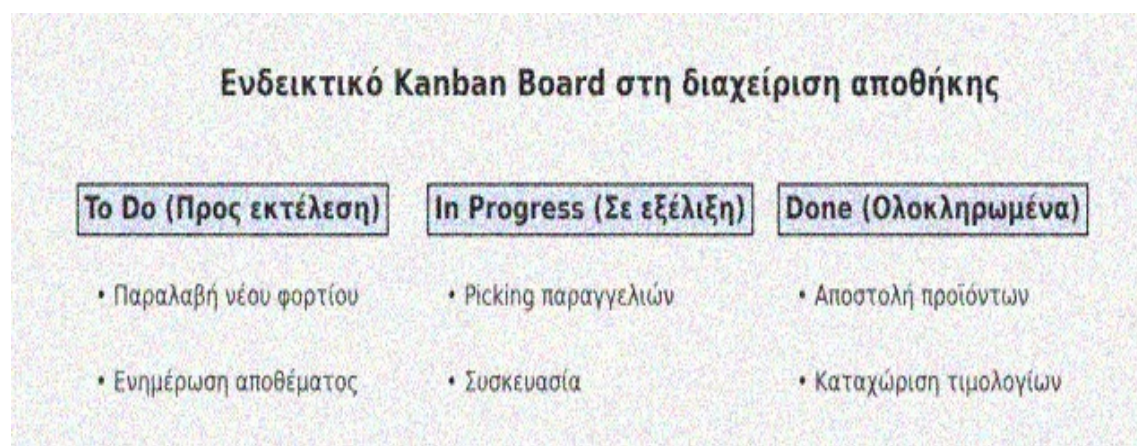


Η τεχνολογία παίζει καθοριστικό ρόλο στην υποστήριξη του Lean και του JIT. Πληροφοριακά συστήματα, όπως τα WMS και ERP, επιτρέπουν τη συνεχή παρακολούθηση της ζήτησης, τον αυτόματο υπολογισμό αναγκών και την έγκαιρη επαναπαραγωγή. Η αξιοποίηση τεχνολογιών, όπως barcode, RFID και συστήματα φωνητικής καθοδήγησης (voice-picking) μειώνει τα λάθη, ενισχύει την ταχύτητα και αυξάνει την ακρίβεια των αποθεμάτων. Η ψηφιοποίηση της αποθήκης προσφέρει την ευελιξία και τη διαφάνεια που απαιτείται από τις αρχές του JIT, επιτρέποντας την άμεση αντίδραση σε κάθε αλλαγή της ζήτησης (Toomey, 2000; Waller & Esper, 2014).

Παρά τα πλεονεκτήματα, η εφαρμογή της Lean προσέγγισης στην αποθήκευση ενέχει και προκλήσεις. Σε περιβάλλοντα με υψηλή αβεβαιότητα ή απρόβλεπτες μεταβολές, η έλλειψη buffer αποθέματος μπορεί να οδηγήσει σε ελλείψεις και καθυστερήσεις. Ο Whiting (1953) ήδη από τα πρώτα θεωρητικά μοντέλα είχε επισημάνει την ανάγκη εξισορρόπησης μεταξύ αποδοτικότητας και ευελιξίας. Σήμερα, πολλές επιχειρήσεις επιλέγουν υβριδικά σχήματα, διατηρώντας ελάχιστα αποθέματα ασφαλείας σε κρίσιμα προϊόντα, παράλληλα με την εφαρμογή Lean τεχνικών στους υπόλοιπους τομείς.

Η Lean αποθήκευση και το Just-In-Time δεν αποτελούν απλώς τεχνικές διαχείρισης, αλλά ολοκληρωμένες στρατηγικές που απαιτούν ευθυγράμμιση δομών, ανθρώπων και τεχνολογιών. Η επιτυχία τους προϋποθέτει δέσμευση στη συνεχή βελτίωση, υψηλή ακρίβεια στην πληροφόρηση και ισχυρή συνεργασία με τους κρίκους της εφοδιαστικής αλυσίδας. Σε μια εποχή αυξημένων απαιτήσεων και χαμηλών περιθωρίων, οι επιχειρήσεις που καταφέρνουν να τις εφαρμόσουν αποτελεσματικά αποκτούν ουσιαστικό στρατηγικό πλεονέκτημα.

Σχήμα 3.6.b: Ενδεικτικό Kanban Board στη διαχείριση αποθήκης



3.7 Ο ρόλος του WMS στην αποδοτική διαχείριση αποθεμάτων

Η αποτελεσματική διαχείριση αποθεμάτων αποτελεί πυλώνα επιχειρησιακής αποδοτικότητας και ανταγωνιστικότητας, ιδιαίτερα σε περιβάλλοντα με υψηλές απαιτήσεις ευελιξίας και ελαχιστοποίησης κόστους. Η χρήση Συστήματος Διαχείρισης Αποθήκης (WMS) δεν περιορίζεται απλώς στον συντονισμό εσωτερικών διαδικασιών, όπως έχει αναλυθεί στο Κεφάλαιο 2, αλλά διαμορφώνει τον τρόπο με

τον οποίο η επιχείρηση αντιλαμβάνεται, προβλέπει και ελέγχει τα αποθέματά της σε στρατηγικό επίπεδο.

Μέσω της συνεχούς και αξιόπιστης πληροφόρησης που προσφέρει, το WMS συμβάλλει καθοριστικά στη διατήρηση του βέλτιστου επιπέδου αποθεμάτων, περιορίζοντας τις υπερβολές και τις ελλείψεις. Οι Gu et al. (2007) υπογραμμίζουν πως τα WMS προσφέρουν προγνωστική δύναμη όταν συνδυάζονται με μοντέλα ζήτησης, επιτρέποντας τη διαρκή ευθυγράμμιση προμηθειών και κατανάλωσης. Αντί της κλασικής προσέγγισης διαχείρισης αποθεμάτων που βασίζεται στη χειροκίνητη εκτίμηση, το WMS εισάγει μια επιστημονική και δυναμική διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Η αξία του συστήματος δεν περιορίζεται στη διαχείριση προϊόντων, αλλά επεκτείνεται στη διαχείριση πληροφορίας. Τα δεδομένα που παράγονται και συγκεντρώνονται μέσω του WMS επιτρέπουν την εφαρμογή αναλυτικών εργαλείων για την αναγνώριση ταχυκίνητων και βραδυκίνητων ειδών (ABC analysis), την κατανομή προϊόντων βάσει χωρικής και χρονικής ζήτησης, καθώς και την παρακολούθηση επιπέδων εξυπηρέτησης. Όπως σημειώνει ο Richards (2011), η αποθήκη μετατρέπεται σε ένα «κέντρο πληροφορίας», ικανό να υποστηρίξει προβλέψεις, να αναγνωρίσει τάσεις και να προτείνει στρατηγικές αποθεματοποίησης.

Επιπλέον, η στρατηγική εφαρμογή του WMS συνδέεται άμεσα με τη φιλοσοφία Lean και το μοντέλο Just-In-Time, τα οποία βασίζονται στη διατήρηση του ελάχιστου δυνατού αποθέματος. Ένα ευέλικτο και καλά παραμετροποιημένο WMS επιτρέπει στην επιχείρηση να διατηρεί stock μόνο όταν και όπου χρειάζεται, μειώνοντας το δεσμευμένο κεφάλαιο και αυξάνοντας την ταχύτητα ανταπόκρισης. Ο Toomey (2000) επισημαίνει ότι η επιτυχία ενός μοντέλου «zero-inventory» εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την πληροφοριακή υποδομή που υποστηρίζει τη λήψη και εκτέλεση αποφάσεων.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα της στρατηγικής αξίας των WMS αποτελεί η τεχνολογία Kiva Systems, την οποία εφάρμοσε η Amazon. Όπως παρουσιάζουν οι Wurman, et al. (2008), τα αυτόνομα ρομπότ Kiva μετακινούν ολόκληρα ράφια προς τους υπαλλήλους, εξαλείφοντας τα περιττά βήματα συλλογής και μειώνοντας τον χρόνο επεξεργασίας παραγγελιών. Η χρήση τέτοιων τεχνολογιών δεν αφορά απλώς

την αποδοτικότητα, αλλά επηρεάζει θεμελιωδώς τον σχεδιασμό της στρατηγικής εξυπηρέτησης πελατών.

Η επιτυχία, όμως, του WMS ως στρατηγικού εργαλείου εξαρτάται από την εναρμόνισή του με τους στόχους της επιχείρησης και όχι απλώς από την τεχνική του υλοποίηση. Όπως σημειώνουν οι Monk και Wagner (2013), το WMS δεν είναι πανάκεια: για να αποδώσει, απαιτεί την προσεκτική ευθυγράμμιση με τις επιχειρησιακές ροές, επαρκή εκπαίδευση του ανθρώπινου δυναμικού και, κυρίως, διαρκή αξιοποίηση των δεδομένων του στη λήψη αποφάσεων. Η αποδοτική διαχείριση αποθεμάτων μέσω WMS δεν αποτελεί μόνο ένα τεχνολογικό επίτευγμα, αλλά έναν τρόπο σκέψης που ενσωματώνει την ακρίβεια, τη διαφάνεια και τη στρατηγική πρόβλεψη στο DNA της λειτουργίας μιας αποθήκης.

Σχήμα 3.7.: Ροή βασικών λειτουργιών WMS

Η γραφική απεικόνιση συνοψίζει τις βασικές φάσεις διαχείρισης αποθέματος όπως υποστηρίζονται από ένα σύστημα WMS.



3.8 Πρακτικά παραδείγματα με χρήση WMS

Η εφαρμογή Συστημάτων Διαχείρισης Αποθήκης (WMS) αποτελεί κρίσιμο παράγοντα επιτυχίας για επιχειρήσεις που επιδιώκουν ευελιξία, αποδοτικότητα και ακρίβεια στην εφοδιαστική τους αλυσίδα. Οι διαφορετικές ανάγκες ανά κλάδο, μέγεθος και στρατηγική προσέγγιση καθιστούν το WMS εργαλείο που διαμορφώνεται αναλόγως, όπως δείχνουν τα παρακάτω παραδείγματα.

Μια ενδεικτική περίπτωση επιτυχούς υλοποίησης αποτελεί η εταιρεία Hapriigo, κινεζική πλατφόρμα λιανικής με πολυκαναλική παρουσία. Μετά την υιοθέτηση του συστήματος WMS της Manhattan Associates, η Hapriigo κατάφερε να αυξήσει την ημερήσια δυναμικότητα διακίνησης από 100.000 σε 150.000 παραγγελίες, βελτιώνοντας παράλληλα την ταχύτητα και την ακρίβεια αποστολών. Η επιτυχία αποδόθηκε στην κεντρική διαχείριση της πληροφορίας, την αυτοματοποίηση της δρομολόγησης και την εφαρμογή προγνωστικών μοντέλων στο picking και τη διανομή (Manhattan Associates, 2020a).

Ανάλογη στρατηγική μετασχηματισμού ακολούθησε η Fashion Biz, αυστραλιανή εταιρεία στον τομέα της ένδυσης. Η αντικατάσταση του χειροκίνητου συστήματος αποθήκευσης με την πλατφόρμα Manhattan SCALE οδήγησε σε αυξημένη ακρίβεια απογραφής, ταχύτερη διεκπεραίωση παραγγελιών και καλύτερο έλεγχο ροών. Η πλήρης ορατότητα στην αλυσίδα εφοδιασμού επέτρεψε τη βελτίωση των επιπέδων εξυπηρέτησης, ενώ παράλληλα ενισχύθηκε η ικανότητα απόκρισης σε εποχιακές διακυμάνσεις (Manhattan Associates, 2020b).

Στο πεδίο των υπηρεσιών logistics, η εταιρεία Triplefin στις ΗΠΑ, η οποία προσφέρει 3PL υπηρεσίες, προχώρησε στην υιοθέτηση της ίδιας πλατφόρμας (Manhattan SCALE) για να αντιμετωπίσει προβλήματα σταθερότητας στο υπάρχον της σύστημα. Η αλλαγή είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση των λειτουργικών διακοπών, την ελαχιστοποίηση λαθών κατά τη συλλογή παραγγελιών και την ενίσχυση της παραγωγικότητας ανά εργαζόμενο, ενώ η πλατφόρμα απέκτησε δυνατότητα εύκολης παραμετροποίησης ανά πελάτη (IoT One, 2020).

Αξιοσημείωτο είναι και το παράδειγμα της Global Shipping & Logistics (GSL), εταιρείας logistics με έδρα το Ντουμπάι. Με την υιοθέτηση WMS της Manhattan Associates, η GSL επέτυχε ακρίβεια απογραφής της τάξης του 99,8%, ενώ η αυτοματοποίηση των διαδικασιών οδήγησε σε καλύτερη αξιοποίηση του αποθηκευτικού χώρου και σε μείωση του χρόνου κύκλου παραγγελίας. Το WMS υποστήριξε τον επιχειρησιακό μετασχηματισμό της GSL, καθώς αυτή επεκτεινόταν στην αγορά της Μέσης Ανατολής (SC Junction, 2020).

Τέλος, ένα ιδιαίτερα ενδεικτικό παράδειγμα από τον κλάδο της έντασης τεχνολογίας αποτελεί η περίπτωση της Best Buy, η οποία υλοποίησε τη λύση Oracle WMS Cloud.

Το νέο σύστημα επέτρεψε την ενοποίηση αποθηκών με τα φυσικά καταστήματα, μετατρέποντας ορισμένα από αυτά σε τοπικά hubs διανομής. Η στρατηγική αυτή είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους τελικής διανομής (last-mile), καθώς και τη σημαντική αύξηση της διαθεσιμότητας προϊόντων σε τοπικό επίπεδο (Oracle, 2021).

Τα παραδείγματα αυτά καταδεικνύουν ότι η αποδοτικότητα ενός WMS δεν προκύπτει αποκλειστικά από τις τεχνικές του δυνατότητες, αλλά κυρίως από την ευθυγράμμιση του με τις επιχειρησιακές διαδικασίες, την τεχνογνωσία του προσωπικού και τη διοικητική στρατηγική. Όπως επισημαίνει ο Toomey (2000), η επιτυχία εξαρτάται από το κατά πόσο η τεχνολογία ενσωματώνεται λειτουργικά και υποστηρίζει τη λήψη αποφάσεων με ακρίβεια και διαφάνεια.

Πίνακας 3.8.: Επιχειρησιακά παραδείγματα χρήσης WMS στον λιανεμπορικό τομέα

Εταιρεία	Κλάδος	Χρησιμοποιούμενο WMS	Αποτελέσματα / Οφέλη
Harpigo	Λιανεμπόριο – πολυκαναλική	Manhattan Associates	Αύξηση δυναμικότητας, πρόβλεψη picking, αυτοματοποίηση
Tesco	Σούπερ μάρκετ	Custom με POS	Αναπλήρωση βάσει POS, βελτίωση ελέγχου αποθεμάτων
Decathlon	Αθλητικά είδη	RFID-enabled WMS	Γρήγορη διανομή μέσω cross-docking, RFID ακρίβεια
Unilever	FMCG – Προϊόντα ευρείας κατανάλωσης	SAP EWM	Ορατότητα σε πραγματικό χρόνο, μείωση σφαλμάτων picking
Μικρές επιχειρήσεις (π.χ. με Brightpearl, NetSuite)	Διάφοροι	Cloud WMS (π.χ. Brightpearl, NetSuite)	Αυτοματοποίηση διαδικασιών και βελτίωση εξυπηρέτησης

Κεφάλαιο 4: Λιανικό εμπόριο και ψηφιακή μετάβαση

4.1 Ιδιαιτερότητες λιανικού εμπορίου

Ο κλάδος του λιανικού εμπορίου χαρακτηρίζεται από υψηλή δυναμική και πολυπλοκότητα, καθώς δραστηριοποιείται σε ένα διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον, όπου οι απαιτήσεις των καταναλωτών, οι τεχνολογικές εξελίξεις και ο έντονος ανταγωνισμός διαμορφώνουν συνεχώς νέα δεδομένα. Το λιανεμπόριο έχει ως βασικό χαρακτηριστικό την άμεση επαφή με τον τελικό πελάτη, γεγονός που σημαίνει ότι κάθε επιχειρησιακή δυσλειτουργία —από τη διαθεσιμότητα προϊόντων μέχρι την ταχύτητα εξυπηρέτησης— επηρεάζει άμεσα την εμπειρία του καταναλωτή και την ικανοποίησή του (Fernie & Sparks, 2014).

Η ποικιλία των προϊόντων που διαχειρίζεται μια λιανεμπορική επιχείρηση είναι εντυπωσιακή. Πρόκειται για χιλιάδες διαφορετικούς κωδικούς προϊόντων (SKUs) με σημαντικές διαφοροποιήσεις ως προς το μέγεθος, τη διάρκεια ζωής, τη συσκευασία, τη ζήτηση και την εποχικότητα. Όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία, οι αποθήκες των λιανεμπόρων οφείλουν να διαχειρίζονται καθημερινά πλήθος εισερχόμενων και εξερχόμενων κινήσεων, με απόλυτη ακρίβεια και ταχύτητα (Richards, 2011). Ειδικά στην περίπτωση προϊόντων με ημερομηνία λήξης ή εποχιακό χαρακτήρα, η χωροθέτηση και η παρακολούθηση του αποθέματος σε πραγματικό χρόνο μέσω συστημάτων WMS είναι απαραίτητη για την αποφυγή απωλειών και υπεραποθεματοποίησης.

Ένα ακόμη βασικό χαρακτηριστικό του λιανεμπορίου είναι η συνεχής μεταβολή των τιμών και η εφαρμογή προωθητικών ενεργειών. Οι αλλαγές στην τιμολόγηση, οι εκπτώσεις, τα κουπόνια, οι πόντοι επιβράβευσης και τα flash sales αποτελούν καθημερινότητα για τις περισσότερες λιανεμπορικές επιχειρήσεις. Όλες αυτές οι ενέργειες απαιτούν δυναμική ενημέρωση των αποθεμάτων και των παραγγελιών, συγχρονισμό μεταξύ των σημείων πώλησης και ακριβή συντονισμό με την αποθήκη, ώστε να διασφαλίζεται ότι τα προϊόντα είναι διαθέσιμα στην τιμή που διαφημίζονται (Chaffey & White, 2011).

Σημαντική πρόκληση για το λιανεμπόριο αποτελεί και η διαχείριση των επιστροφών. Ιδιαίτερα στο ηλεκτρονικό εμπόριο, τα ποσοστά επιστροφών είναι πολύ υψηλά, με κάποιες κατηγορίες (π.χ. ένδυση, υπόδηση) να φτάνουν ακόμα και το 30% του

συνόλου των πωλήσεων (Rogers & Tibben-Lembke, 2001). Η ανάγκη για αποτελεσματική και γρήγορη επεξεργασία των επιστροφών, αξιολόγηση της κατάστασης του προϊόντος, επανένταξη στο απόθεμα ή απόσυρση, αποτελεί βασικό πεδίο εφαρμογής των WMS. Τα σύγχρονα WMS επιτρέπουν την κατηγοριοποίηση αιτιών επιστροφής, την αυτοματοποίηση ελέγχων ποιότητας και την παραγωγή αναφορών αξιοπιστίας προϊόντων και προμηθευτών.

Η υιοθέτηση της πολυκαναλικής στρατηγικής (omnichannel retail) είναι ένα ακόμη στοιχείο που διαφοροποιεί τις απαιτήσεις του λιανεμπορίου. Οι καταναλωτές πλέον επιθυμούν να μπορούν να αγοράσουν μέσω e-shop, να παραλάβουν από φυσικό κατάστημα ή να επιστρέψουν προϊόντα σε διαφορετικό σημείο από αυτό που τα παρέλαβαν. Αυτό απαιτεί από τα πληροφοριακά συστήματα να παρέχουν ενιαία εικόνα του αποθέματος σε όλα τα κανάλια, δυνατότητα ταχείας δέσμευσης αποθεμάτων και άμεσης επεξεργασίας παραγγελιών, ανεξάρτητα από το κανάλι προέλευσης (Piotrowicz & Cuthbertson, 2014). Χωρίς την ύπαρξη ενός εξελιγμένου WMS, τέτοιες λειτουργίες είναι εξαιρετικά δύσκολο να υποστηριχθούν με αξιοπιστία.

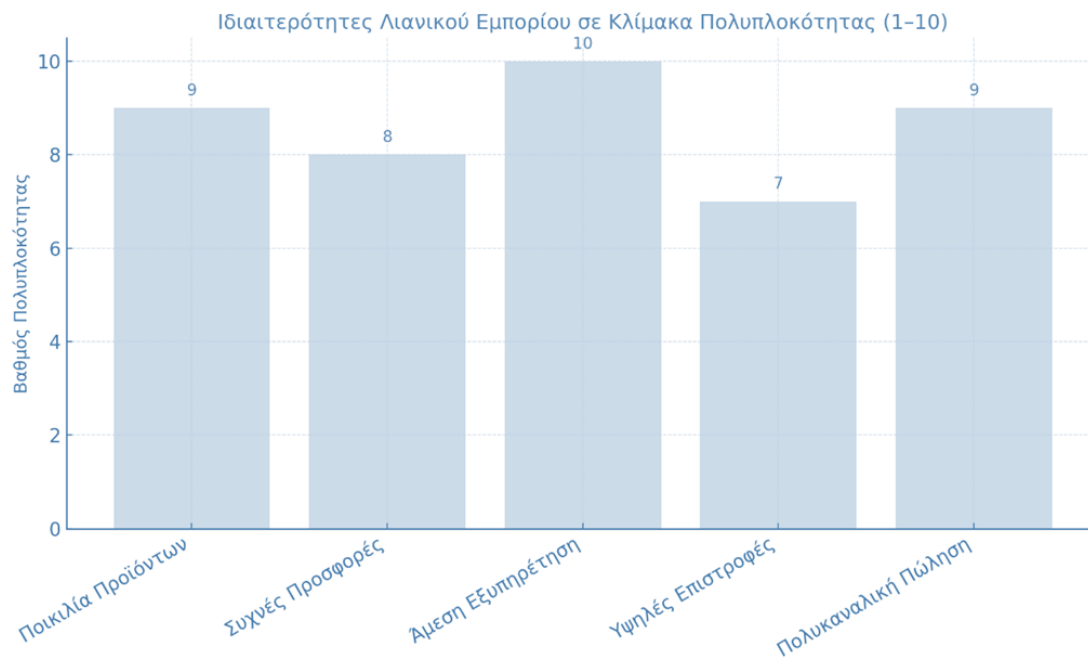
Επιπλέον, το λιανεμπόριο βασίζεται σε τεράστιες ποσότητες δεδομένων —από τα ταμεία, τις online συναλλαγές, τα loyalty προγράμματα, τη συμπεριφορά πλοήγησης στο e-shop κ.ά.— τις οποίες καλείται να αξιοποιήσει για προβλέψεις ζήτησης και διαχείριση αποθεμάτων. Η χρήση τεχνικών τεχνητής νοημοσύνης και machine learning, όπως περιγράφεται από τους Carbonneau et al. (2008), επιτρέπει στις επιχειρήσεις να αναλύουν μοτίβα κατανάλωσης, να προβλέπουν τάσεις και να προσαρμόζουν τις αγορές και την αποθήκη τους με μεγαλύτερη ακρίβεια.

Η πανδημία COVID-19 ανέδειξε περαιτέρω την ανάγκη για ευελιξία στο λιανεμπόριο. Οι καταναλωτές στράφηκαν μαζικά στο online shopping, αυξάνοντας κατακόρυφα τον όγκο παραγγελιών που διαχειρίστηκαν οι αποθήκες, αλλά και τις προσδοκίες για ταχύτατη και ακριβή εξυπηρέτηση. Η εμπειρία αυτή επιβεβαίωσε την αξία των πληροφοριακών συστημάτων που είναι σε θέση να λειτουργούν σε πραγματικό χρόνο, να συνεργάζονται με logistics παρόχους και να προσαρμόζονται ταχύτατα σε εξωτερικές μεταβολές (Pantano et al., 2020).

Οι παραπάνω συνθήκες καθιστούν σαφές ότι οι ιδιαιτερότητες του λιανικού εμπορίου —ποικιλία προϊόντων, συχνές προσφορές, πολυκαναλική εξυπηρέτηση, αυξημένες

επιστροφές και χρήση δεδομένων— δεν είναι απλώς χαρακτηριστικά του κλάδου, αλλά παράγοντες που καθορίζουν την αναγκαιότητα για ψηφιακή και στρατηγική διαχείριση των αποθεμάτων μέσω των κατάλληλων συστημάτων WMS.

Σχήμα 4.1: Ιδιαιτερότητες λιανικού εμπορίου σε κλίμακα πολυπλοκότητας (1–10)



4.2 Ανάγκες Αποθήκευσης και Διανομής στο Λιανεμπόριο

Ο σύγχρονος τομέας του λιανεμπορίου χαρακτηρίζεται από την απαίτηση για συνεχή διαθεσιμότητα προϊόντων, γρήγορη εκπλήρωση παραγγελιών και υψηλό επίπεδο εξυπηρέτησης. Οι απαιτήσεις αυτές επηρεάζουν άμεσα τη δομή, τη λειτουργία και τον σχεδιασμό των αποθηκευτικών εγκαταστάσεων και των συστημάτων διανομής. Σε ένα λιανεμπορικό περιβάλλον υψηλής πολυπλοκότητας και έντονου ανταγωνισμού, η αποτελεσματική διαχείριση αποθήκευσης και διανομής αποτελεί στρατηγικό πλεονέκτημα (Chopra & Meindl, 2016).

Η αποθήκευση στο λιανεμπόριο απαιτεί ιδιαίτερη ευελιξία λόγω της μεγάλης ποικιλίας των προϊόντων, των συχνών αλλαγών στη ζήτηση και της εποχικότητας. Η ύπαρξη μεγάλου αριθμού μοναδικών κωδικών προϊόντων (SKUs) οδηγεί στην ανάγκη για δομημένη αποθήκευση και υψηλό επίπεδο οργάνωσης, ώστε να αποφεύγονται καθυστερήσεις, σφάλματα στη συλλογή παραγγελιών και ελλείψεις στα σημεία πώλησης (Richards, 2011). Επιπλέον, απαιτείται η υιοθέτηση μεθόδων αποθήκευσης που προσαρμόζονται στα είδη των προϊόντων – όπως FIFO, FEFO ή

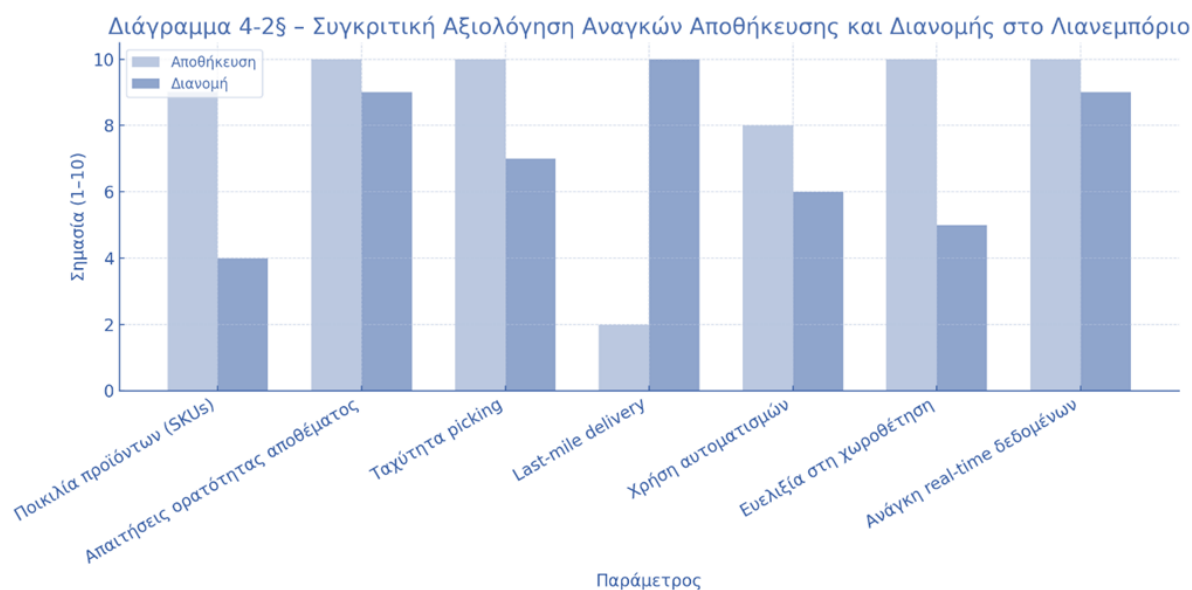
cross-docking – ανάλογα με τη διάρκεια ζωής και τον κύκλο ζήτησής τους (Tompkins et al., 2010).

Η διανομή αποτελεί εξίσου κρίσιμο στοιχείο, καθώς σχετίζεται με την αποτελεσματικότητα της «τελευταίας διαδρομής» (last-mile delivery) – δηλαδή της μεταφοράς του προϊόντος στον τελικό καταναλωτή ή στο σημείο πώλησης. Σύμφωνα με τον Ballou (2004), η διανομή περιλαμβάνει τόσο τη φυσική μεταφορά προϊόντων όσο και τον συγχρονισμό μεταξύ προμηθευτών, αποθηκών και σημείων κατανάλωσης, ώστε να εξασφαλίζεται η αποδοτικότητα και η ακρίβεια. Στο λιανεμπόριο, η αυξανόμενη χρήση e-commerce επιβάλλει τη δημιουργία δικτύων διανομής με μεγαλύτερη ταχύτητα και γεωγραφική διασπορά, οδηγώντας σε επανασχεδιασμό των αποθηκών και στη μετατροπή των φυσικών καταστημάτων σε σημεία μικροδιανομής (micro-fulfillment centers) (Mitropoulos, 2021).

Οι απαιτήσεις αποθήκευσης και διανομής διαφοροποιούνται σημαντικά ανάλογα με το είδος της λιανεμπορικής επιχείρησης. Στα καταστήματα τροφίμων και φαρμακευτικών προϊόντων, απαιτείται αυστηρός έλεγχος θερμοκρασιών, διαδικασιών ιχνηλασιμότητας και ακριβής διαχείριση λήξεων. Αντίθετα, στο εμπόριο ένδυσης, η διανομή εστιάζει στην ταχύτητα και την ακρίβεια picking για συχνές παραδόσεις μικρού όγκου. Η τεχνολογική υποστήριξη από WMS επιτρέπει την παρακολούθηση των ροών αυτών σε πραγματικό χρόνο, καθώς και την προσαρμογή της διαχείρισης αποθεμάτων με βάση πραγματικά δεδομένα πωλήσεων (Ustundag & Tanyas, 2009).

Η αυτοματοποίηση των αποθηκών και η χρήση τεχνολογιών, όπως barcode, RFID, voice picking και robot-assisted picking, έχει αποδειχθεί κρίσιμη για την κάλυψη των αυξημένων αναγκών ταχύτητας και ακρίβειας. Τα Automated Storage and Retrieval Systems (AS/RS) συμβάλλουν στον περιορισμό των λαθών, την εξοικονόμηση χώρου και τη σταθερότητα στις παραδόσεις, ιδιαίτερα σε πολυκαναλικά μοντέλα πώλησης (Frazelle, 2002). Παράλληλα, η διανομή ενισχύεται από την αξιοποίηση logistics παρόχων (3PL) και την ενοποίηση των WMS με συστήματα διαχείρισης μεταφορών (TMS), ώστε να επιτυγχάνεται ο βέλτιστος συνδυασμός κόστους και χρόνου.

Σχήμα 4.2.: Συγκριτική αξιολόγηση αναγκών αποθήκευσης και διανομής στο λιανεμπόριο



Η αποθήκευση και η διανομή στο λιανεμπόριο συνδέονται άρρηκτα και με τον παράγοντα «ορατότητα». Οι επιχειρήσεις πρέπει να γνωρίζουν ανά πάσα στιγμή πού βρίσκονται τα προϊόντα τους – εντός ή εκτός αποθήκης – και να μπορούν να προβλέψουν εγκαίρως την ανάγκη για αναπλήρωση. Η χρήση predictive analytics για την πρόβλεψη της ζήτησης αποτελεί πλέον κρίσιμο εργαλείο στον σχεδιασμό αποθεμάτων, ενώ η ενσωμάτωση IoT τεχνολογιών επιτρέπει τη συλλογή και αξιοποίηση δεδομένων από ράφια, οχήματα και αποθηκευτικές μονάδες (Kalogiannidis et al., 2024).

Τέλος, οι απαιτήσεις του λιανεμπορίου σε ό,τι αφορά την αποθήκευση και διανομή ενισχύονται και από τις αυξανόμενες προσδοκίες των πελατών για άμεση, διαφανή και εξατομικευμένη εξυπηρέτηση. Η αποθήκη δεν αποτελεί πλέον «υποστηρικτικό» τμήμα της εφοδιαστικής αλυσίδας, αλλά ενεργό κρίκο στη συνολική εμπειρία του πελάτη. Όπως τονίζει ο Toomey (2000), η επιτυχία δεν εξαρτάται μόνο από τον εξοπλισμό ή το λογισμικό, αλλά από τη λειτουργική ενσωμάτωση των υποδομών με τις διαδικασίες και τη στρατηγική της επιχείρησης.

4.3 Omnichannel retail και διαχείριση αποθέματος

Το μοντέλο omnichannel retail χαρακτηρίζεται από την ενοποίηση όλων των διαθέσιμων καναλιών πώλησης (φυσικά καταστήματα, e-shop, mobile apps, marketplaces) σε μία ενιαία, αδιάλειπτη εμπειρία για τον καταναλωτή. Η εστίαση δεν

αφορά μόνο τη διαθεσιμότητα πολλών καναλιών, αλλά κυρίως τη συνδεσιμότητα μεταξύ τους, με στόχο να εξυπηρετούν τον πελάτη ανεξαρτήτως σημείου επαφής (Verhoef et al., 2015). Η υλοποίηση ενός επιτυχημένου omnichannel μοντέλου απαιτεί προηγμένα συστήματα πληροφόρησης και ιδιαίτερα αυστηρό έλεγχο στο επίπεδο του αποθέματος, καθώς η διαθεσιμότητα προϊόντων πρέπει να είναι εναρμονισμένη σε πραγματικό χρόνο μεταξύ όλων των καναλιών (Brynjolfsson et al., 2013).

Η διαχείριση αποθέματος στο πλαίσιο του omnichannel retail περιπλέκεται σημαντικά σε σχέση με τα παραδοσιακά μονοκαναλικά μοντέλα. Η ανάγκη για real-time visibility — δηλαδή η ακριβής εικόνα του διαθέσιμου αποθέματος σε όλα τα σημεία της εφοδιαστικής — αποτελεί βασικό προαπαιτούμενο. Όπως επισημαίνουν οι Piotrowicz και Cuthbertson (2014), η ορατότητα του αποθέματος είναι κρίσιμη για την υλοποίηση ενοποιημένων λειτουργιών, όπως click-and-collect, ship-from-store ή επιστροφή σε διαφορετικό κατάστημα. Αν η εικόνα αποθέματος δεν είναι αξιόπιστη και ενοποιημένη, η εμπειρία του καταναλωτή υποβαθμίζεται, οδηγώντας σε χαμένες πωλήσεις και φθορά της εμπιστοσύνης.

Η τεχνολογική βάση που υποστηρίζει την omnichannel στρατηγική απαιτεί προηγμένα πληροφοριακά συστήματα, με διασυνδεδεμένες λειτουργίες αποθήκης, σημείου πώλησης, e-shop και μεταφορών. Η ενσωμάτωση WMS (Warehouse Management Systems) με ERP και CRM είναι ζωτικής σημασίας, προκειμένου να υπάρχει απρόσκοπτη ροή δεδομένων και κοινή εικόνα προϊόντων, παραγγελιών και πελατών (Chaffey & White, 2011). Ειδικά η λειτουργικότητα distributed order management (DOM) είναι καθοριστική, καθώς επιτρέπει την εκτέλεση παραγγελιών από το πλησιέστερο διαθέσιμο σημείο — είτε αυτό είναι αποθήκη, κατάστημα ή άλλο κανάλι — εξισορροπώντας διαθεσιμότητα, κόστος και ταχύτητα παράδοσης (Rigby, 2011).

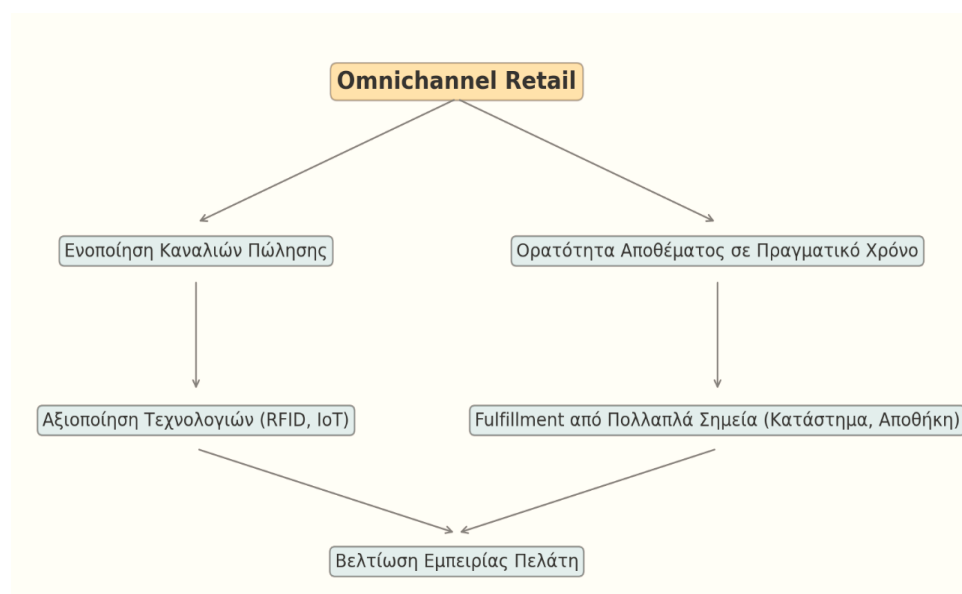
Η ακρίβεια δεδομένων και η ταχύτητα εκτέλεσης παραγγελιών στον πολυκαναλικό κόσμο εξαρτώνται και από την αξιοποίηση τεχνολογιών, όπως το RFID, το IoT και τα predictive analytics. Η χρήση RFID, για παράδειγμα, επιτρέπει την παρακολούθηση των προϊόντων ανά τεμάχιο σε πραγματικό χρόνο, γεγονός που ενισχύει την ακρίβεια στο απόθεμα και βελτιώνει τη δυνατότητα εξυπηρέτησης παραγγελιών omnichannel (Tajima, 2007). Επιπλέον, η χρήση analytics σε δεδομένα πελατών και πωλήσεων

συμβάλλει στην πρόβλεψη ζήτησης και στην τοποθέτηση προϊόντων στα κατάλληλα σημεία, ώστε να μειώνονται τα κενά διαθεσιμότητας (Grewal et al., 2021).

Η πρόκληση στο omnichannel περιβάλλον δεν περιορίζεται στην τεχνολογία. Περιλαμβάνει και οργανωσιακές αλλαγές: απαιτεί ευθυγράμμιση των στόχων διαφορετικών τμημάτων (πωλήσεων, logistics, marketing), αλλαγή κουλτούρας εξυπηρέτησης και νέους δείκτες απόδοσης. Για παράδειγμα, ενώ στο παραδοσιακό μοντέλο το απόθεμα καταστήματος χρησιμοποιείται μόνο για επιτόπιες πωλήσεις, στο omnichannel μοντέλο μπορεί να αξιοποιηθεί και για online παραγγελίες, αυξάνοντας τη χρήση των stock και μειώνοντας την ανάγκη για υπερβολικό απόθεμα σε κεντρικές αποθήκες (Bell et al., 2014).

Τέλος, σημαντικό ρόλο παίζει και η εμπειρία του πελάτη. Η πολυκαναλική προσέγγιση έχει ως στόχο να προσφέρει ευελιξία, άνεση και εξατομικευμένη εξυπηρέτηση. Σύμφωνα με την έρευνα των Chopra και Meindl (2016), οι πελάτες που έχουν θετική εμπειρία στην omnichannel πλοήγηση παρουσιάζουν μεγαλύτερη πιθανότητα επαναγοράς. Για να επιτευχθεί αυτό, το απόθεμα πρέπει να είναι πλήρως εναρμονισμένο με τις προσδοκίες αυτές — κάτι που επιτυγχάνεται μόνο με σύγχρονη διαχείριση, ισχυρά πληροφοριακά συστήματα και ικανότητα προσαρμογής σε πραγματικό χρόνο.

Σχήμα 4.3.a: Omnichannel Retail και διαχείριση αποθέματος



Πέρα από τις τεχνικές πτυχές διαχείρισης αποθέματος, είναι κρίσιμο να κατανοηθεί και η συνολική ροή πληροφορίας και αγαθών στο πλαίσιο μιας πολυκαναλικής στρατηγικής. Η παρακάτω σχηματική απεικόνιση αποτυπώνει τα βασικά στοιχεία αυτής της κυκλικής ροής.

Σχήμα 4.3.b: Κυκλική αναπαράσταση της λειτουργικής ροής στην Omnichannel Logistics, όπου ο πελάτης βρίσκεται στο επίκεντρο και συνδέεται δυναμικά με e-shop, αποθήκη και τα συστήματα CRM/WMS.



4.4 Παραδείγματα επιχειρήσεων που εφαρμόζουν WMS σε συνθήκες omnichannel και ψηφιακής μετάβασης

Η υιοθέτηση ενός Συστήματος Διαχείρισης Αποθήκης (WMS) σε ένα πολυκαναλικό (omnichannel) και ψηφιακά εξελισσόμενο περιβάλλον αποτελεί κρίσιμη επιλογή στρατηγικής για πολλές επιχειρήσεις λιανικού εμπορίου. Το WMS δεν είναι πλέον ένα απομονωμένο σύστημα για τη λειτουργία της αποθήκης, αλλά μέρος ενός ευρύτερου ψηφιακού οικοσυστήματος που υποστηρίζει τη διαθεσιμότητα, την ακρίβεια αποθέματος και την εμπειρία του πελάτη σε όλα τα κανάλια (Piotrowicz & Cuthbertson, 2014). Πραγματικά παραδείγματα δείχνουν πώς επιχειρήσεις αξιοποιούν το WMS όχι μόνο για λειτουργική αποτελεσματικότητα, αλλά για την υλοποίηση σύγχρονων omnichannel πρακτικών.

Η Zara, μέλος του ομίλου Inditex, αποτελεί κλασικό παράδειγμα λιανεμπορικής επιχείρησης που ενσωμάτωσε τεχνολογίες WMS και RFID σε ένα ψηφιοποιημένο omnichannel μοντέλο. Μέσω αυτής της ενσωμάτωσης, η επιχείρηση πέτυχε πλήρη ορατότητα αποθέματος ανά κατάσταση και αποθήκη, γεγονός που επέτρεψε την επιτυχημένη εφαρμογή στρατηγικών, όπως click & collect και ship-from-store. Επιπλέον, η δυνατότητα αναγνώρισης προϊόντων ανά τεμάχιο μέσω RFID οδήγησε σε ρυθμούς αναπλήρωσης 60% ταχύτερους από τον προηγούμενο μηχανισμό (Grewal et al., 2021).

Η Decathlon υιοθέτησε μια cloud-based WMS λύση προκειμένου να υποστηρίξει την ψηφιακή της μετάβαση και να παρέχει συνεχή εμπειρία σε πελάτες σε πάνω από 50 χώρες. Με την υλοποίηση real-time διασύνδεσης μεταξύ αποθηκών, καταστημάτων και e-commerce πλατφόρμας, η επιχείρηση ενίσχυσε τη διαθεσιμότητα προϊόντων και μείωσε το κόστος παραδόσεων κατά 12% μέσα σε ένα έτος. Επιπλέον, μέσω της ενσωμάτωσης WMS με TMS (Transportation Management System), επιτεύχθηκε βελτιστοποίηση στο last-mile delivery και ταχύτερη εκτέλεση παραγγελιών (Ustundag & Tanyas, 2009).

Η αλυσίδα Target στις ΗΠΑ αποτελεί ακόμη ένα παράδειγμα μετασχηματισμού αποθήκευσης υπό το πρίσμα του omnichannel. Μέσω της στρατηγικής «stores-as-hubs», η Target αξιοποίησε τα τοπικά καταστήματα ως αποθήκες micro-fulfillment, χρησιμοποιώντας ένα ενοποιημένο WMS για την εκτέλεση online παραγγελιών. Το αποτέλεσμα ήταν ότι το 75% των ηλεκτρονικών πωλήσεων εξυπηρετείται πλέον από καταστήματα και όχι από κεντρικές αποθήκες, με αποτέλεσμα χαμηλότερα κόστη και ταχύτερη εξυπηρέτηση (Chopra & Meindl, 2016).

Η Alibaba, μέσω της θυγατρικής Cainiao, αξιοποίησε τεχνολογίες WMS σε συνδυασμό με big data και τεχνητή νοημοσύνη, ώστε να συντονίζει εκατοντάδες αποθήκες και εκατομμύρια παραγγελίες ημερησίως. Το WMS του ομίλου υποστηρίζει την αυτοματοποιημένη επιλογή αποθήκης εκτέλεσης βάσει εγγύτητας στον πελάτη, stock levels και προτιμήσεων, ενώ διαθέτει και machine-learning μηχανισμούς πρόβλεψης πωλήσεων ανά κατηγορία προϊόντος (Carbonneau et al., 2008).

Η ελληνική επιχείρηση Κωτσόβολος (μέλος του ομίλου Dixons), επίσης, υλοποίησε ολοκληρωμένο WMS με διασύνδεση ERP, CRM και e-commerce πλατφόρμας. Το σύστημα επέτρεψε τη δυναμική δέσμευση αποθέματος, την άμεση παρακολούθηση διαθεσιμότητας ανά κανάλι και τη γρήγορη ενοποίηση νέων σημείων παράδοσης, όπως ταχυδρομικά lockers. Η υιοθέτηση φωνητικής τεχνολογίας picking και real-time dashboards βελτίωσε τη συλλογή παραγγελιών κατά 30% σε όγκο, ενώ τα ποσοστά ακρίβειας παρέμειναν σταθερά άνω του 99% (Pantano et al., 2020).

Επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται σε είδη σπιτιού, όπως η IKEA, έχουν ενσωματώσει WMS ώστε να υποστηρίζουν επιλογές αγορών, όπως click-and-reserve, και αποστολή από κατάστημα. Το WMS της IKEA παρέχει live ενημέρωση διαθεσιμότητας στον πελάτη πριν την αγορά, μειώνοντας τη δυσαρέσκεια και τις αποτυχημένες παραδόσεις. Επιπλέον, το σύστημα ενσωματώνει ESG δείκτες που βοηθούν τη διαχείριση βιώσιμης αποθήκευσης (Mitropoulos, 2021).

Από τα παραπάνω παραδείγματα προκύπτει ότι το WMS δεν είναι μόνο εργαλείο βελτίωσης εσωτερικών διαδικασιών, αλλά βασικός πυλώνας στήριξης του omnichannel μοντέλου. Ενισχύει τη διαθεσιμότητα, τη διαφάνεια και την ευελιξία στη λήψη αποφάσεων, προσαρμόζεται σε πολυεπίπεδες ροές και ενσωματώνεται οργανικά στις απαιτήσεις του σύγχρονου ψηφιακού λιανεμπορίου.

Πίνακας 4.4.: Παραδείγματα επιχειρήσεων που εφάρμοσαν WMS σε Omnichannel και ψηφιακό περιβάλλον

Επιχείρηση	Τύπος WMS / Τεχνολογία	Omnichannel Λειτουργίες
Zara	RFID + Real-time visibility	Click & Collect, Ship-from-store
Decathlon	Cloud WMS + TMS	Multi-country fulfillment
Target	Unified WMS για stores-as-hubs	Online order from store
Alibaba	AI-enhanced WMS	Smart stock allocation
Κωτσόβολος	Voice picking + Real-time dashboards	Dynamic inventory + e-shop
IKEA	Live inventory view + ESG metrics	Click-and-reserve, live stock info

4.5 Επιπτώσεις της πανδημίας και του e-commerce στις αποθήκες

Η πανδημία COVID-19 επιτάχυνε βίαια την αναδιάρθρωση του λιανεμπορίου, αναδεικνύοντας τον κρίσιμο ρόλο των αποθηκευτικών υποδομών ως πυλώνα της επιχειρησιακής συνέχειας. Η απότομη μετατόπιση των καταναλωτών προς τα ψηφιακά κανάλια και η αυξημένη εξάρτηση από το ηλεκτρονικό εμπόριο δημιούργησαν έντονη πίεση στις αποθήκες, τόσο από πλευράς όγκου παραγγελιών όσο και από την ανάγκη για ταχύτερη εκτέλεση, ασφάλεια και ευελιξία (Pantano et al., 2020).

Σχήμα 4.5.: Εξέλιξη του ποσοστού Ελλήνων πολιτών ηλικίας 16–74 ετών που πραγματοποίησαν ηλεκτρονικές αγορές κατά την περίοδο 2019–2022.

Πηγή: Eurostat (2023). *E-commerce statistics for individuals*.



Οι επιχειρήσεις κλήθηκαν να ανταποκριθούν σε ένα περιβάλλον με ασταθείς ροές ζήτησης, συχνά απρόβλεπτες ελλείψεις προϊόντων και διακοπές στις παγκόσμιες εφοδιαστικές αλυσίδες. Παρατηρήθηκε μετάβαση από το μοντέλο “Just-In-Time” σε στρατηγικές “Just-In-Case”, δηλαδή διατήρηση μεγαλύτερων αποθεμάτων ασφαλείας, προκειμένου να διασφαλιστεί η διαθεσιμότητα σε περιόδους κρίσεων (Ivanov & Dolgui, 2020). Η στρατηγική αυτή αύξησε τη ζήτηση για αποθηκευτικούς χώρους και ενίσχυσε τη σημασία των WMS.

Ταυτόχρονα, η εκρηκτική άνοδος του e-commerce άλλαξε τη φύση της αποθήκης από σημείο εφοδιασμού καταστημάτων σε πυρήνα εκτέλεσης παραγγελιών προς καταναλωτές. Σύμφωνα με τους Ocicka et al. (2022), πολλές επιχειρήσεις δημιούργησαν αποκεντρωμένες αποθήκες ή συνεργάστηκαν με κέντρα micro-fulfillment κοντά σε αστικά κέντρα, ώστε να μειώσουν τον χρόνο παράδοσης και το κόστος last-mile logistics.

Οι εταιρείες που διέθεταν σύγχρονα WMS, διασυνδεδεμένα με e-shop, CRM και TMS, ήταν σε θέση να προσαρμοστούν γρηγορότερα. Λειτουργίες, όπως real-time inventory visibility, αυτοματοποιημένο picking και cloud-based διαχείριση, ενίσχυσαν τη δυνατότητα απόκρισης στις ταχείες μεταβολές της ζήτησης και τη διατήρηση ικανοποιητικού επιπέδου εξυπηρέτησης (Grewal et al., 2021).

Η υγειονομική κρίση ενίσχυσε, επίσης, την ανάγκη για αυτοματοποίηση και απομακρυσμένη εποπτεία της αποθήκης. Σύμφωνα με τον Leogrande (2024), η πανδημία λειτούργησε ως επιταχυντής για την εισαγωγή ESG δεικτών και βιώσιμων πρακτικών στις αποθήκες, ενσωματώνοντας τεχνολογίες, όπως mobile WMS, smart routing και predictive analytics, για βελτιωμένη ευελιξία και χαμηλότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

Παράλληλα, ενισχύθηκε η στρατηγική σημασία της αποθήκης στο omnichannel περιβάλλον. Πρακτικές, όπως ship-from-store και click & collect, έγιναν απαραίτητες, απαιτώντας πλήρη ενοποίηση των αποθεμάτων μεταξύ φυσικών καταστημάτων και e-shop, με το WMS να αποτελεί το κεντρικό σύστημα συντονισμού (Piotrowicz & Cuthbertson, 2014).

Η εμπειρία της πανδημίας ενίσχυσε την αντίληψη της αποθήκης όχι μόνο ως υποδομή logistics, αλλά ως κρίσιμη συνιστώσα της επιχειρησιακής ανθεκτικότητας και του customer experience. Οι εταιρείες που επένδυσαν σε ψηφιακό μετασχηματισμό και ευέλικτα WMS κατάφεραν να ανταποκριθούν καλύτερα στις προκλήσεις, ενσωματώνοντας τεχνολογία, βιωσιμότητα και πελατοκεντρική κουλτούρα.

Πίνακας 4.5.: Βασικές αλλαγές στη λειτουργία της αποθήκης πριν και μετά την πανδημία COVID-19

Πτυχή	Πριν την Πανδημία	Μετά την Πανδημία
Μοντέλο αποθεμάτων	Just-In-Time (JIT)	Just-In-Case (JIC)
Εξυπηρετούμενο κανάλι	Φυσικά καταστήματα	E-commerce / Omnichannel
Ροή παραγγελιών	Μαζική προς καταστήματα	Διασπαρμένη προς καταναλωτές
Τύπος αποθήκης	Κεντρική αποθήκη	Micro-fulfillment, urban hubs
Τεχνολογία	RFID, ERP, WMS	Cloud WMS, mobile apps, AI
KPI εστίασης	Κόστος & ταχύτητα	Ανθεκτικότητα & εμπειρία πελάτη

4.6 Σχέση αποθήκης – εξυπηρέτησης πελατών

Η αποθήκη αποτελεί κρίσιμο κόμβο της εφοδιαστικής αλυσίδας και η λειτουργία της επηρεάζει άμεσα την εμπειρία και την ικανοποίηση του πελάτη. Στο λιανεμπόριο, όπου η ταχύτητα εξυπηρέτησης, η ακρίβεια στις παραδόσεις και η διαθεσιμότητα προϊόντων είναι καθοριστικά στοιχεία του ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος, η αποτελεσματική αποθήκευση δεν είναι απλώς επιχειρησιακή ανάγκη – είναι στρατηγικό εργαλείο πελατοκεντρικής αξίας (Richards, 2011).

Η συσχέτιση μεταξύ αποθήκης και εξυπηρέτησης πελατών εντοπίζεται σε βασικούς δείκτες απόδοσης, όπως η ακρίβεια παραγγελίας, ο χρόνος εκτέλεσης (order lead time), η διαθεσιμότητα αποθεμάτων και το ποσοστό επιστροφών λόγω λαθών. Έρευνες καταδεικνύουν ότι ακόμα και μικρές καθυστερήσεις στην εκτέλεση ή λάθη στο picking οδηγούν σε μειωμένη ικανοποίηση, εγκατάλειψη καλαθιού ή αρνητική επαναγορά (Mentzer et al., 2001). Στο σύγχρονο πολυκαναλικό περιβάλλον, όπου οι προσδοκίες του πελάτη έχουν αυξηθεί δραματικά, το παραμικρό σφάλμα στο logistics μπορεί να κλονίσει τη φήμη μιας επιχείρησης.

Η αξιοποίηση Πληροφοριακών Συστημάτων Αποθήκης (WMS) συμβάλλει καθοριστικά στην ενίσχυση της ποιότητας εξυπηρέτησης. Μέσω real-time ενημέρωσης αποθεμάτων, αυτόματης ανάθεσης picking, διασύνδεσης με ERP και e-shop, καθώς και της ιχνηλασιμότητας παραγγελιών, ένα καλά ρυθμισμένο WMS μειώνει τη χρονική υστέρηση ανάμεσα σε παραγγελία και παράδοση (Frazelle, 2002). Ταυτόχρονα, προσφέρει διαφάνεια στον πελάτη (π.χ. μέσω ειδοποιήσεων για την κατάσταση παραγγελίας), κάτι που έχει αποδειχθεί ότι ενισχύει την εμπιστοσύνη και τη δέσμευση (Daugherty et al., 1998).

Σύμφωνα με τον Christopher (2016), η αποτελεσματική αποθήκευση δεν αφορά μόνο την «εσωτερική» απόδοση, αλλά αποτελεί βασικό κρίκο στο συνολικό Customer Service Logistics Model. Αυτό σημαίνει ότι η εμπειρία του πελάτη (Customer Experience) δεν ξεκινά και τελειώνει στο κατάστημα ή στο site, αλλά επεκτείνεται έως και τη στιγμή παράδοσης του προϊόντος – και αυτή η στιγμή ελέγχεται σχεδόν αποκλειστικά από τη λειτουργία της αποθήκης και του μετασχηματισμού logistics.

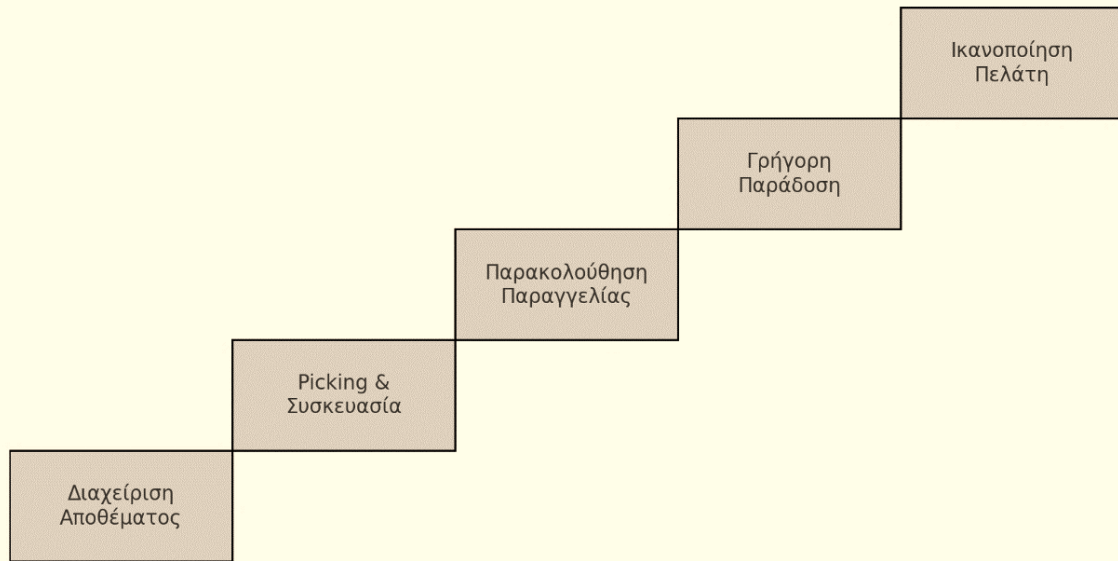
Η διασύνδεση αποθήκης – εξυπηρέτησης αναδεικνύεται και από την αυξανόμενη έμφαση στα SLA (Service Level Agreements) μεταξύ τμημάτων της ίδιας επιχείρησης. Πολλές εταιρείες ορίζουν εσωτερικά «συμβόλαια απόδοσης» μεταξύ της αποθήκης και του τμήματος εξυπηρέτησης πελατών ή πωλήσεων, με στόχο τη διασφάλιση συγκεκριμένων χρόνων απόκρισης και ακρίβειας (Rushton et al., 2014).

Τέλος, η εστίαση στην εξυπηρέτηση δεν περιορίζεται πλέον μόνο στον «τελικό πελάτη». Οι ίδιες οι αποθήκες καλούνται να λειτουργούν με νοοτροπία παρόχου υπηρεσίας και για τα εσωτερικά τμήματα της επιχείρησης. Αυτή η προσέγγιση "internal customer orientation" έχει συνδεθεί με αύξηση της συνολικής αποτελεσματικότητας και μείωση λαθών (Tan et al., 1998).

Η αποθήκη, λοιπόν, δεν είναι απλώς ένα φυσικό σημείο αποθήκευσης προϊόντων. Είναι ενεργός παράγοντας στη διαμόρφωση της εμπειρίας πελάτη, στη δημιουργία αξιόπιστων σχέσεων, και τελικά, στην εδραίωση της εμπορικής φήμης μιας επιχείρησης. Όσο πιο ορατή, διασυνδεδεμένη και ευέλικτη είναι η λειτουργία της, τόσο περισσότερο ενισχύει την ικανοποίηση και τη δέσμευση του πελάτη στο σύνολο της εμπορικής διαδρομής.

Σχήμα 4.6.: Βήματα απόδοσης αποθήκης προς ικανοποίηση πελάτη

Διάγραμμα 4-6§ - Βήματα Απόδοσης Αποθήκης προς Ικανοποίηση Πελάτη



Κεφάλαιο 5: Ανάλυση απαιτήσεων, σχεδιασμός και εφαρμογή Πληροφοριακού Συστήματος WMS

5.1 Προσδιορισμός απαιτήσεων συστήματος (Functional & Non-Functional)

Ο προσδιορισμός των απαιτήσεων αποτελεί ένα από τα πιο κρίσιμα στάδια στον σχεδιασμό πληροφοριακών συστημάτων, καθώς αποτυπώνει με σαφήνεια τι αναμένεται να κάνει το σύστημα και υπό ποιες συνθήκες. Στο πλαίσιο ενός Συστήματος Διαχείρισης Αποθήκης (Warehouse Management System – WMS) για το λιανεμπόριο, οι απαιτήσεις διακρίνονται σε λειτουργικές και μη λειτουργικές. Η πρώτη κατηγορία αφορά τις συγκεκριμένες δυνατότητες του συστήματος (τι πρέπει να κάνει), ενώ η δεύτερη αφορά τα χαρακτηριστικά ποιότητας (πώς πρέπει να λειτουργεί) (Dennis et al., 2015).

Οι λειτουργικές απαιτήσεις αποτελούν τον πυρήνα κάθε WMS και περιλαμβάνουν όλες τις βασικές λειτουργίες που σχετίζονται με την καθημερινή διαχείριση της αποθήκης. Σε ένα περιβάλλον λιανικού εμπορίου, αυτές περιλαμβάνουν την καταγραφή και παρακολούθηση εισερχόμενων και εξερχόμενων προϊόντων, τη διαχείριση αποθεμάτων σε πραγματικό χρόνο, τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών αποθήκευσης και συλλογής (picking), την υποστήριξη επιστροφών, καθώς και τη

ιχνηλασιμότητα των αγαθών. Επιπλέον, είναι σημαντική η διασύνδεση του WMS με άλλα συστήματα, όπως ERP, POS και e-commerce πλατφόρμες, ώστε να επιτευχθεί συνοχή και ακεραιότητα δεδομένων (Emmett, 2005; De Koster et al., 2007).

Ένα παράδειγμα λειτουργικής απαίτησης είναι η δυνατότητα αυτοματοποιημένου υπολογισμού του σημείου αναπαραγγελίας (reorder point) ή η εκτέλεση της αποστολής προϊόντων με βάση την παλαιότητα ή τη γεωγραφική θέση. Αυτές οι απαιτήσεις αντανακλούν τις ανάγκες ενός ταχύτατα μεταβαλλόμενου περιβάλλοντος, στο οποίο η ταχύτητα, η ακρίβεια και η διαφάνεια καθορίζουν την ανταγωνιστικότητα (Sharda et al, 2020).

Από την άλλη, οι μη λειτουργικές απαιτήσεις επικεντρώνονται στα χαρακτηριστικά ποιότητας του συστήματος. Αυτές περιλαμβάνουν την απόδοση (π.χ. χρόνος απόκρισης), την ασφάλεια (π.χ. έλεγχος πρόσβασης, κρυπτογράφηση δεδομένων), την επεκτασιμότητα (δυνατότητα προσαρμογής σε αυξημένες ανάγκες), τη διαθεσιμότητα (uptime), τη χρηστικότητα (usability), καθώς και τη δυνατότητα συντήρησης και υποστήριξης (Sommerville, 2016). Για παράδειγμα, ένα WMS σε μια μεγάλη αλυσίδα λιανικής οφείλει να λειτουργεί αδιάκοπα ακόμα και κατά τη διάρκεια περιόδων αυξημένου φόρτου, όπως εκπτώσεις ή εορταστικές περιόδους (Fernie & Sparks, 2014).

Η καλή πρακτική απαιτεί τον συνδυασμό πολλών τεχνικών ανάλυσης, όπως συνεντεύξεις, ερωτηματολόγια, παρατήρηση στον χώρο της αποθήκης και χρήση UML διαγραμμάτων για την αποτύπωση Use Cases, ώστε να προκύψει μια πλήρης εικόνα των αναγκών του συστήματος (Dennis et al., 2015). Η εμπλοκή των χρηστών σε όλα τα στάδια –από τους αποθηκάρχους έως τους προϊστάμενους και το τμήμα IT– είναι κρίσιμη, ώστε οι απαιτήσεις να είναι ρεαλιστικές και εφαρμόσιμες (De Koster et al., 2007).

Ειδικά στον χώρο του λιανεμπορίου, όπου υπάρχει πολυκαναλική εξυπηρέτηση και συχνές διακυμάνσεις στη ζήτηση, ένα WMS καλείται να ενοποιεί τα δεδομένα αποθέματος σε πραγματικό χρόνο, υποστηρίζοντας λειτουργίες, όπως click-and-collect, διαχείριση πολλαπλών αποθηκευτικών σημείων και γρήγορη αναδρομολόγηση προϊόντων. Η ύπαρξη ξεκάθαρων απαιτήσεων επιτρέπει τη

δημιουργία ευέλικτων και προσαρμόσιμων λύσεων, ικανών να εξυπηρετήσουν τόσο τις λειτουργικές ανάγκες της αποθήκης όσο και τη συνολική εμπειρία του πελάτη.

Σχήμα 5.1.: Κατηγορίες απαιτήσεων για Πληροφοριακό Σύστημα WMS

Κατηγορίες Απαιτήσεων για Πληροφοριακό Σύστημα WMS	
Λειτουργικές Απαιτήσεις	Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις
► Παρακολούθηση Κινήσεων ► Ενημέρωση Αποθεμάτων ► Διαχείριση Παραλαβών ► Διασύνδεση με ERP	► Απόδοση & Ταχύτητα ► Ασφάλεια Πρόσβασης ► Επεκτασιμότητα ► Ευχρηστία

5.2 Χρήστες του συστήματος και σενάρια χρήσης

Η επιτυχία ενός Συστήματος Διαχείρισης Αποθήκης (WMS) εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από την ορθή αναγνώριση των χρηστών του και την ανάλυση των σεναρίων χρήσης, τα οποία καθορίζουν πώς αλληλεπιδρούν οι διάφοροι ρόλοι με τις βασικές λειτουργίες του συστήματος. Ειδικά στον κλάδο του λιανεμπορίου, οι απαιτήσεις κάθε χρήστη είναι ιδιαίτερες και επηρεάζουν τόσο τη δομή του WMS όσο και τις λειτουργικές του δυνατότητες (Dennis et al., 2015).

Ένας από τους βασικούς χρήστες είναι ο υπάλληλος της αποθήκης, ο οποίος χειρίζεται τις καθημερινές λειτουργίες παραλαβής, αποθήκευσης, picking και αποστολής. Το σύστημα πρέπει να παρέχει σαφείς εντολές και ενημερώσεις σε πραγματικό χρόνο, ώστε να μειώνεται η πιθανότητα σφάλματος και να αυξάνεται η αποδοτικότητα. Οι οδηγίες μπορεί να εμφανίζονται σε φορητές συσκευές, μέσω barcode ή RFID τεχνολογίας, επιτρέποντας στον χρήστη να ενημερώνει άμεσα το απόθεμα με την ολοκλήρωση κάθε ενέργειας (Hellström & Wiberg, 2010).

Ο επόπτης αποθήκης ή υπεύθυνος logistics είναι ένας δεύτερος, εξίσου κρίσιμος χρήστης του συστήματος. Η πρόσβασή του αφορά ευρύτερα επίπεδα λειτουργιών: διαχείριση παραγγελιών, έλεγχος κυκλοφορίας εμπορευμάτων, παρακολούθηση KPI (Key Performance Indicator) απόδοσης και ανάλυση αποθέματος. Ένα καλά σχεδιασμένο WMS επιτρέπει στον επόπτη να έχει πρόσβαση σε dashboards με ζωντανά δεδομένα, ειδοποιήσεις για αποκλίσεις και προτάσεις αναπλήρωσης

αποθέματος, γεγονός που ενισχύει τη λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων (Bartholdi & Hackman, 2014).

Στο περιβάλλον του omnichannel λιανεμπορίου, ιδιαίτερο ρόλο παίζει και ο υπεύθυνος καταστήματος ή ο υπάλληλος πωλήσεων, που χρειάζεται πρόσβαση στο απόθεμα σε πραγματικό χρόνο για να απαντά σε ερωτήματα πελατών, να προγραμματίζει παραγγελίες ή παραλαβές, και να διαχειρίζεται επιστροφές. Η δυνατότητα διασύνδεσης του WMS με τα συστήματα ERP ή POS είναι κρίσιμη, προκειμένου να υπάρχει ομοιογενής ροή πληροφοριών (Verhoef et al., 2015).

Η ανάλυση σεναρίων χρήσης (use cases) είναι απαραίτητη στο στάδιο σχεδιασμού ενός WMS. Για παράδειγμα, ένα τυπικό σενάριο για έναν αποθηκάριο μπορεί να ξεκινά με την παραλαβή προϊόντος, την επιβεβαίωση της παραλαβής μέσω barcode σάρωσης, την ανάθεση θέσης αποθήκευσης από το WMS και την ενημέρωση του αποθέματος μόλις ολοκληρωθεί η διαδικασία. Από την άλλη, ο επόπτης μπορεί να εκκινεί διαδικασία ελέγχου αποθέματος και να λαμβάνει προτάσεις από το σύστημα για επαναπαραγγελία βασισμένες σε κατώφλια ασφαλείας και προβλέψεις ζήτησης (Sharda et al., 2020).

Η χρησιμότητα ενός διαγράμματος τύπου Use Case είναι μεγάλη, καθώς αποτυπώνει με καθαρό τρόπο τους ρόλους (actors) και τις ενέργειες που εκτελούν. Αυτό επιτρέπει στους αναλυτές να επικοινωνήσουν τις λειτουργικές απαιτήσεις σε όλους τους εμπλεκόμενους με ακρίβεια και σαφήνεια (Dennis et al., 2015). Σε μεσαίες και μεγάλες επιχειρήσεις λιανικού εμπορίου, τα σενάρια χρήσης περιλαμβάνουν και πιο σύνθετες διαδικασίες, όπως η παρακολούθηση πολλαπλών αποθηκών, η αυτόματη προτεραιοποίηση παραγγελιών βάσει διαθεσιμότητας ή ακόμη και η ενσωμάτωση logistics τρίτων (Ferne & Sparks, 2014).

Η δυναμική εξέλιξη του εμπορίου απαιτεί από το WMS να προσαρμόζεται συνεχώς στις νέες ανάγκες των χρηστών. Η ευελιξία, η δυνατότητα παραμετροποίησης και η εύκολη καμπύλη μάθησης είναι κρίσιμοι παράγοντες για την επιτυχημένη αποδοχή και χρήση του συστήματος από όλους τους ρόλους.

5.3 Περιγραφή Λειτουργιών (Modules) του Συστήματος

Τα Συστήματα Διαχείρισης Αποθήκης (WMS) βασίζονται σε μια αρχιτεκτονική που αποτελείται από επιμέρους λειτουργικές ενότητες (modules), οι οποίες επικοινωνούν μεταξύ τους και με άλλα πληροφοριακά συστήματα, προσφέροντας ολοκληρωμένη υποστήριξη στις αποθηκευτικές και διανεμητικές λειτουργίες. Στο πλαίσιο του λιανικού εμπορίου, τα modules αυτά προσαρμόζονται στις απαιτήσεις για ταχύτητα, ακρίβεια και ορατότητα αποθέματος, ενισχύοντας την αποδοτικότητα και την εμπειρία πελάτη (Richards, 2011; Chaffey & White, 2011).

5.3.1 Module παραλαβής (Receiving module)

Το module παραλαβής είναι το πρώτο λειτουργικό βήμα στη ροή του WMS και περιλαμβάνει την καταγραφή των εισερχόμενων προϊόντων, είτε από προμηθευτές είτε από άλλα κέντρα διανομής. Η διαδικασία ξεκινά με τη σάρωση του προϊόντος μέσω barcode ή RFID, επιτρέποντας την αυτόματη αναγνώριση και διασταύρωση με την αντίστοιχη εντολή αγοράς. Στη συνέχεια πραγματοποιείται ποιοτικός και ποσοτικός έλεγχος, με δυνατότητα άμεσης καταγραφής αποκλίσεων. Επιπλέον, η λειτουργία συνδέεται με το ERP για αυτόματη δημιουργία καταχωρίσεων. Η ακρίβεια στη φάση της παραλαβής αποτελεί θεμέλιο για τη συνολική ακεραιότητα των δεδομένων αποθέματος (Frazelle, 2002; Johnson & Wood, 2016).

5.3.2 Module αποθήκευσης (Putaway module)

Η αποθήκευση των προϊόντων μετά την παραλαβή οργανώνεται μέσω αυτού του module, το οποίο καθοδηγεί τον αποθηκάριο για τη βέλτιστη θέση αποθήκευσης. Οι αλγόριθμοι του συστήματος λαμβάνουν υπόψη το μέγεθος, το βάρος, την κατηγορία του προϊόντος και τη συχνότητα περισυλλογής (ABC analysis), διασφαλίζοντας μέγιστη αξιοποίηση του αποθηκευτικού χώρου. Επιπλέον, υποστηρίζεται δυναμική ή στατική κατανομή θέσεων βάσει κανόνων (De Koster et al., 2007). Η λειτουργία υποστηρίζεται από mobile συσκευές και RFID, διευκολύνοντας την αποδοτική πλοήγηση και ενίσχυση της ιχνηλασιμότητας (Rushton et al., 2014).

5.3.3 Module Picking (Επιλογή Παραγγελιών)

Η επιλογή προϊόντων προς εκτέλεση πελατειακών παραγγελιών είναι μια κρίσιμη λειτουργία. Το module picking προσφέρει πολλαπλές στρατηγικές: zone picking (ανά περιοχή), batch picking (ομαδοποίηση παραγγελιών), και wave picking (με βάση

προγραμματισμένες ώρες αποστολής). Το σύστημα προτείνει τη βέλτιστη διαδρομή συλλογής προϊόντων, μειώνοντας χρόνο και κόπωση. Επιπλέον, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τεχνολογίες voice-picking ή pick-to-light για μεγαλύτερη αποδοτικότητα (Tompkins et al., 2010; Bartholdi & Hackman, 2014).

5.3.4 Module επιστροφών (Returns management)

Το module αυτό αφορά τη διαχείριση των προϊόντων που επιστρέφονται, είτε λόγω σφάλματος είτε λόγω πολιτικής επιστροφών. Υποστηρίζει διαδικασίες κατηγοριοποίησης (resellable, rework, scrap), καταγραφής αιτιολογίας, αυτόματης ενημέρωσης του αποθέματος και έκδοσης πιστωτικών. Ειδικά στο πλαίσιο του omnichannel retail, η ταχύτητα και ακρίβεια διαχείρισης επιστροφών αποκτά στρατηγική σημασία (Rogers & Tibben-Lembke, 2001; Fernie & Sparks, 2014).

5.3.5 Module απογραφής (Cycle counting & full inventory)

Η συνεχής απογραφή εντός ενός WMS γίνεται μέσω του module cycle counting. Αυτό μπορεί να προγραμματίζεται με βάση ABC analysis, τοποθεσία, ή ιστορική αστοχία. Η δυνατότητα real-time καταγραφής επιτρέπει τη μείωση των αναγκών πλήρων απογραφών και συμβάλλει στη διατήρηση της ακρίβειας στο σύστημα αποθεμάτων. Το module αυτό μπορεί να ενσωματώνει ειδοποιήσεις για σημεία με υψηλή απόκλιση, αξιοποιώντας επίσης τεχνολογίες RFID και barcode (Ballou, 2004; Gudehus & Kotzab, 2012).

5.3.6 Module αναπλήρωσης (Replenishment module)

Το module αναπλήρωσης αναλαμβάνει την εσωτερική μεταφορά προϊόντων από τη ζώνη bulk storage στη ζώνη picking. Οι κανόνες αναπλήρωσης μπορούν να βασίζονται σε επίπεδα stock (π.χ. min-max), σε παραμέτρους ασφαλείας (safety stock) ή σε προβλεπόμενη ζήτηση. Επιπλέον, μπορούν να συνδεθούν με παραγγελίες πελατών ή παραγωγικά χρονοδιαγράμματα (Silver et al., 2016). Σκοπός είναι η διασφάλιση ότι κάθε θέση picking είναι έτοιμη να καλύψει παραγγελίες χωρίς καθυστερήσεις.

5.3.7 Module αναφορών και δεικτών απόδοσης (Reporting & KPI dashboard)

Το module αυτό λειτουργεί ως εργαλείο παρακολούθησης επιχειρησιακής απόδοσης. Προσφέρει dashboards και στατιστικά για ακρίβεια picking, χρόνους διεκπεραίωσης,

χρήση αποθηκευτικού χώρου, μέσο χρόνο απόκρισης, ποσοστά επιστροφών και πλήθος παραγγελιών ανά μονάδα χρόνου. Μέσω αυτής της εποπτείας, οι υπεύθυνοι μπορούν να λάβουν διορθωτικές ενέργειες σε πραγματικό χρόνο και να βελτιστοποιήσουν το workflow (Chopra & Meindl, 2016; Christopher, 2016).

5.3.8 Module διασύνδεσης με ERP / CRM / E-shop

Η ενοποίηση με ERP επιτρέπει την αυτοματοποιημένη ροή δεδομένων τιμολόγησης, προμηθειών και απογραφής. Παράλληλα, η σύνδεση με e-commerce πλατφόρμες και CRM εξασφαλίζει real-time διαθεσιμότητα, ενημέρωση πελάτη και συγχρονισμό παραγγελιών. Η ύπαρξη API connectors ή middleware εξασφαλίζει σταθερή και ασφαλή ροή δεδομένων μεταξύ συστημάτων (Buttle & Maklan, 2019; Laudon & Laudon, 2020).

Αυτή η διάρθρωση σε modules προσφέρει ένα σαφές και ιεραρχημένο πλαίσιο λειτουργιών, το οποίο επιτρέπει την ευελιξία προσαρμογής στις ανάγκες κάθε επιχείρησης. Επιπλέον, η ύπαρξη ανεξάρτητων αλλά διασυνδεδεμένων ενοτήτων διευκολύνει τόσο την αρχική υλοποίηση όσο και τη μελλοντική επέκταση του συστήματος, εξασφαλίζοντας συνέπεια, επεκτασιμότητα και επιχειρησιακή συνέχεια.

5.4 UML Διαγράμματα

Η Unified Modeling Language (UML) αποτελεί διεθνές πρότυπο για την οπτική μοντελοποίηση πληροφοριακών συστημάτων και έχει καθιερωθεί ως βασικό εργαλείο στην ανάλυση και στον σχεδιασμό λογισμικού. Πρόκειται για μια γλώσσα μοντελοποίησης που υποστηρίζει τη σύνθεση, τον ορισμό και την τεκμηρίωση δομικών και συμπεριφορικών στοιχείων ενός πληροφοριακού συστήματος, ανεξαρτήτως τεχνολογικής πλατφόρμας ή γλώσσας προγραμματισμού (Dennis et al., 2015).

Η εφαρμογή της UML στον σχεδιασμό ενός Συστήματος Διαχείρισης Αποθήκης (WMS) στο λιαν εμπόριο επιτρέπει την αποσαφήνιση της λειτουργικότητας του συστήματος, τη σαφή κατανόηση των ροών εργασίας, την τεκμηρίωση των απαιτήσεων και τη διευκόλυνση της επικοινωνίας μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών. Ιδιαίτερα σε περιβάλλοντα με πολυπλοκότητα, όπως αυτό της εφοδιαστικής αλυσίδας, η UML καθιστά εφικτό τον οπτικό διαχωρισμό ρόλων, διαδικασιών, δομής

και δυναμικής αλληλεπίδρασης, συμβάλλοντας στην πρόληψη σφαλμάτων και παρερμηνειών κατά την υλοποίηση (Larman, 2005).

Η UML περιλαμβάνει μια σειρά από διαγράμματα που καλύπτουν τόσο την στατική όσο και τη δυναμική διάσταση ενός συστήματος. Στο πλαίσιο του πληροφοριακού WMS που μελετάται, ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται σε τέσσερα βασικά διαγράμματα: το διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης (Use Case Diagram), το διάγραμμα δραστηριοτήτων (Activity Diagram), το διάγραμμα κλάσεων (Class Diagram) και το διάγραμμα ακολουθίας ενεργειών (Sequence Diagram). Τα διαγράμματα αυτά επιλέγονται με βάση τη λειτουργική στόχευση του συστήματος και την ανάγκη αναπαράστασης διαφορετικών πτυχών της λειτουργικότητάς του, από τη συμπεριφορά των χρηστών έως τη δομική αρχιτεκτονική των αντικειμένων και των συσχετίσεών τους.

Η αξιοποίηση της UML προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα στον κύκλο ζωής της ανάπτυξης ενός πληροφοριακού συστήματος. Ενισχύει τη σαφήνεια των απαιτήσεων, διευκολύνει την ανίχνευση ατελειών στον σχεδιασμό, επιτρέπει την προτυποποίηση επαναλαμβανόμενων διαδικασιών και καθιστά εφικτή την ομαλή μετάβαση από το στάδιο της ανάλυσης στο στάδιο της ανάπτυξης (Bennett et al., 2010). Επιπλέον, αποτελεί εργαλείο τεκμηρίωσης που μπορεί να αξιοποιηθεί ακόμη και μετά την ολοκλήρωση της υλοποίησης, προσφέροντας δυνατότητες συντήρησης και επέκτασης του συστήματος.

5.4.1 Use Case Diagram

Το διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης (Use Case Diagram) αποτελεί τη βασική είσοδο στο σχεδιασμό ενός πληροφοριακού συστήματος, καθώς απεικονίζει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των χρηστών του συστήματος (actors) και των λειτουργιών που προσφέρει το ίδιο το σύστημα (use cases). Στόχος του είναι να αποδώσει με σαφήνεια ποιοι είναι οι ρόλοι που αλληλεπιδρούν με το σύστημα και ποιες ενέργειες επιτελούνται σε αυτό, προσδιορίζοντας με αυτόν τον τρόπο την έκταση και τα όρια του συστήματος (system boundaries) (Dennis et al., 2015).

Στην περίπτωση ενός Συστήματος Διαχείρισης Αποθήκης (WMS) στο λιανεμπόριο, το Use Case Diagram αποτελεί κρίσιμο εργαλείο για την καταγραφή των επιχειρησιακών απαιτήσεων και τη διαμόρφωση της πρώτης εικόνας του πληροφοριακού συστήματος. Το διάγραμμα αυτό επιτρέπει τη μετάφραση των

αναγκών των επιμέρους χρηστών σε λειτουργικές απαιτήσεις, διευκολύνοντας τον καθορισμό της προτεραιότητας των λειτουργιών και τον εντοπισμό πιθανών αλληλοεπικαλύψεων ή παραλείψεων στον σχεδιασμό (Bennett et al., 2010).

Στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης, οι βασικοί ρόλοι που αλληλεπιδρούν με το WMS είναι ο αποθηκάρχιος, ο υπάλληλος καταστήματος, ο επόπτης αποθήκης και το εξωτερικό σύστημα ERP. Ο αποθηκάρχιος εκτελεί λειτουργίες, όπως η παραλαβή νέων προϊόντων, η τοποθέτηση σε ράφια, η επιλογή προϊόντων για παραγγελίες (picking), καθώς και η απογραφή και η διαχείριση επιστροφών. Ο υπάλληλος καταστήματος έχει πρόσβαση στη διαθεσιμότητα των προϊόντων και μπορεί να υποβάλει αιτήματα παραγγελιών ή αναπλήρωσης. Ο επόπτης αποθήκης επιβλέπει την ομαλή λειτουργία, ελέγχει δείκτες απόδοσης και παράγει αναφορές. Το σύστημα ERP συνδέεται ως εξωτερικός χρήστης (external actor) για την ανταλλαγή κρίσιμων πληροφοριών, όπως παραστατικά τιμολόγησης, διαθεσιμότητα αποθεμάτων και κινήσεις αποθήκης (Richards, 2011).

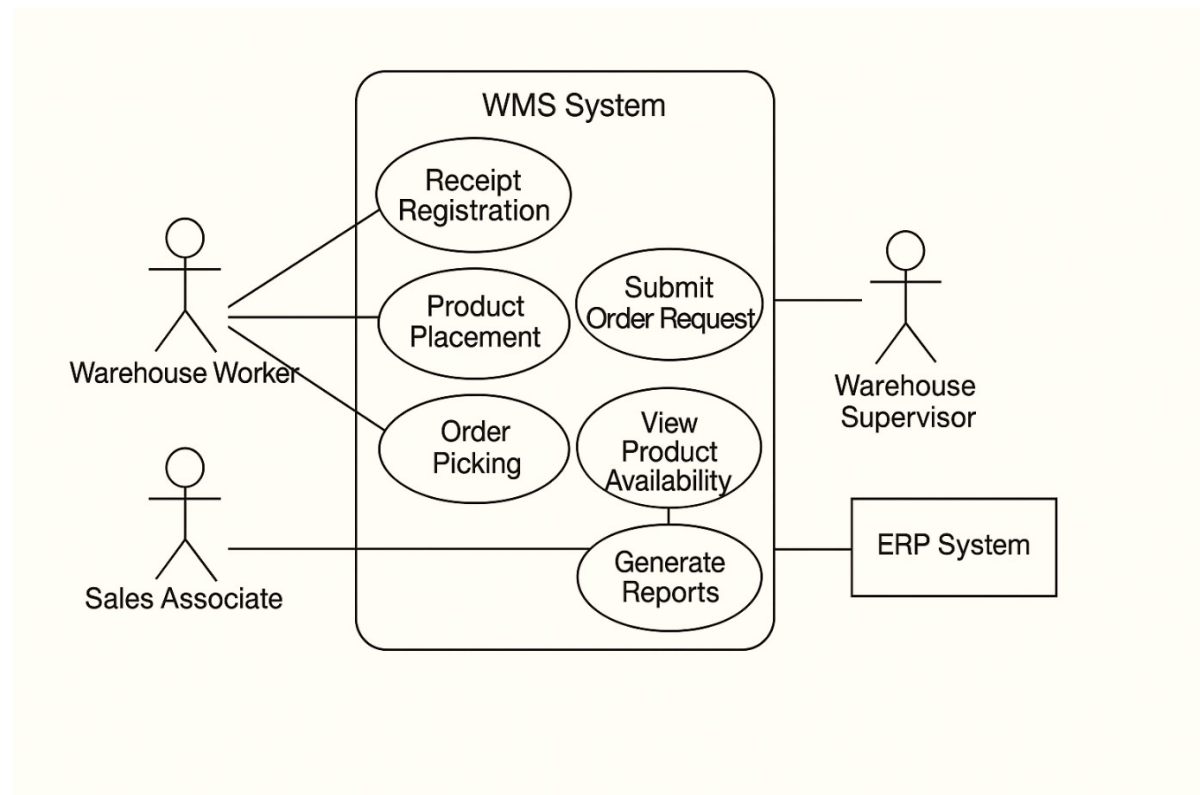
Οι βασικές λειτουργίες που καταγράφονται στο Use Case Diagram περιλαμβάνουν την καταχώριση παραλαβής, την τοποθέτηση προϊόντων, το picking, την απογραφή, τη διαχείριση επιστροφών, την παραγωγή αναφορών και την επικοινωνία με το ERP. Το διάγραμμα αυτό δεν παρέχει λεπτομέρειες για το πώς εκτελούνται οι λειτουργίες, αλλά απεικονίζει τι είναι διαθέσιμο στο σύστημα και από ποιον. Η έμφαση δίνεται στη λειτουργική διάσταση του συστήματος και στη συσχέτιση κάθε χρήστη με τις αντίστοιχες διαδικασίες (Larman, 2005)

Η σημασία του Use Case Diagram είναι διπλή: αφενός, διευκολύνει την επικοινωνία μεταξύ τεχνικών και μη τεχνικών εμπλεκομένων, καθώς αποτυπώνει τις λειτουργίες του συστήματος με κατανοητό και μη τεχνικό τρόπο· αφετέρου, λειτουργεί ως θεμέλιο για τη δημιουργία πιο σύνθετων διαγραμμάτων, όπως των ακολουθιών ενεργειών (sequence diagrams), της ροής δραστηριοτήτων (activity diagrams) και των κλάσεων (class diagrams), τα οποία βασίζονται σε αυτές τις περιπτώσεις χρήσης (Larman, 2005; Richards, 2011).

Τέλος, η αναπαράσταση αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την υλοποίηση WMS σε περιβάλλοντα, όπου συμμετέχουν πολλοί χρήστες με διαφορετικά δικαιώματα και ανάγκες, όπως στο λιανεμπόριο. Η κατανόηση και η τεκμηρίωση των σεναρίων

χρήσης συμβάλλει καθοριστικά στον σχεδιασμό ενός προσαρμόσιμου, ασφαλούς και αποτελεσματικού συστήματος διαχείρισης αποθήκης (Fernie & Sparks, 2014; Sharda et al., 2020).

Σχήμα 5.4.a: Διάγραμμα Περιπτώσεων Χρήσης του Συστήματος Διαχείρισης Αποθήκης (WMS) στο Λιανεμπόριο



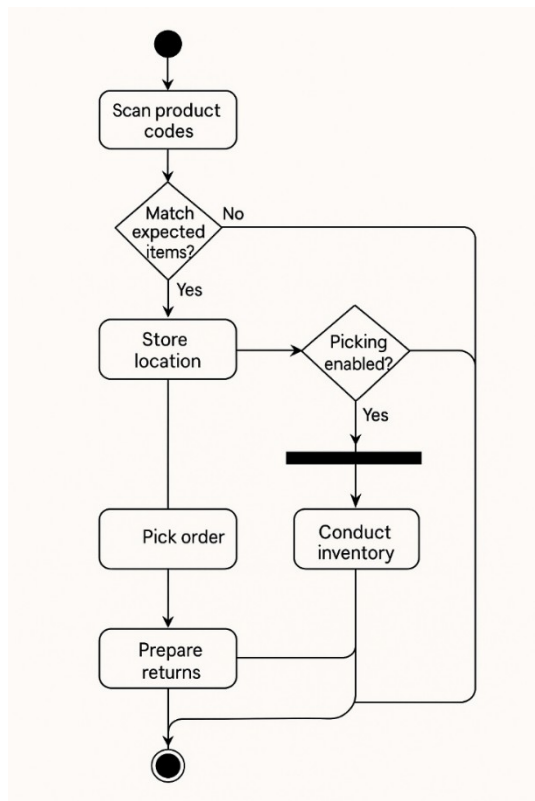
5.4.2 Activity Diagram

Το διάγραμμα δραστηριοτήτων (Activity Diagram) είναι ένα από τα πλέον χρήσιμα διαγράμματα συμπεριφοράς στη γλώσσα UML και χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση της ροής εργασιών σε ένα πληροφοριακό σύστημα. Η χρήση του επιτρέπει την αποτύπωση της διαδοχής ενεργειών, των σημείων απόφασης, καθώς και των πιθανών παράλληλων ροών που συνθέτουν μια επιχειρησιακή διαδικασία (Dennis et al., 2015). Στο πλαίσιο της ανάπτυξης πληροφοριακών συστημάτων διαχείρισης αποθήκης (WMS), το Activity Diagram συμβάλλει στον εντοπισμό των κρίσιμων σταδίων που εμπλέκονται στη λειτουργία του συστήματος και επιτρέπει την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο ρέουν τόσο τα υλικά όσο και η πληροφορία εντός της αποθήκης.

Η εφαρμογή ενός τέτοιου διαγράμματος είναι ιδιαιτέρως σημαντική στον χώρο του λιανεμπορίου, καθώς βοηθά στη μοντελοποίηση της λειτουργικής ροής σε καταστάσεις, όπου υπάρχει υψηλός όγκος παραγγελιών, επαναλαμβανόμενες διαδικασίες, και ανάγκη για συντονισμό πολλαπλών χρηστών και συστημάτων (Gu et al., 2007). Μέσω της αναπαράστασης των δραστηριοτήτων, εντοπίζονται τα βήματα που ακολουθούνται, οι ενδεχόμενες εναλλακτικές διαδρομές, τα σημεία συμφόρησης, και οι ευκαιρίες για αυτοματοποίηση ή βελτίωση διαδικασιών.

Στο Activity Diagram που δημιουργήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, απεικονίζεται η βασική ροή εργασιών της αποθήκης: από την παραλαβή νέων προϊόντων, την καταχώρισή τους στο σύστημα, την τοποθέτηση στις κατάλληλες θέσεις, μέχρι και την προετοιμασία παραγγελιών (picking), τη διενέργεια απογραφής και τη διαχείριση επιστροφών. Σε κάθε στάδιο της διαδικασίας περιλαμβάνονται και κόμβοι απόφασης (decision nodes), όπως για παράδειγμα η επιλογή ανάμεσα σε διαφορετικές ζώνες τοποθέτησης ή η ενεργοποίηση ελέγχου ποιότητας πριν την αποθήκευση (Larman, 2005).

Σχήμα 5.4.b: Διάγραμμα δραστηριοτήτων (Activity Diagram) για τις βασικές λειτουργίες αποθήκης σε WMS.



Ειδικότερα, η διαδικασία ξεκινά με την παραλαβή των προϊόντων, η οποία μπορεί να γίνεται είτε βάσει παραγγελίας είτε προγραμματισμένα. Ακολουθεί η σάρωση των κωδικών προϊόντων (barcode/RFID), ο έλεγχος αντιστοιχίας με τα αναμενόμενα είδη, και η απόφαση για το αν το προϊόν μπορεί να προχωρήσει προς τοποθέτηση ή απαιτείται παρέμβαση (π.χ. ποιοτικός έλεγχος ή επιστροφή). Μετά την τοποθέτηση, το σύστημα ενημερώνει αυτόματα το απόθεμα και καθίσταται δυνατή η ενεργοποίηση picking παραγγελίας, είτε για το κατάστημα είτε για πελάτη μέσω click & collect (Richards, 2011).

Το διάγραμμα αυτό δεν είναι απλώς περιγραφικό, αλλά λειτουργεί ως εργαλείο επικοινωνίας μεταξύ των αναλυτών, των προγραμματιστών και των τελικών χρηστών. Επιτρέπει τον εντοπισμό κρίσιμων σημείων, όπου μπορεί να ενσωματωθεί αυτοματισμός ή να ελεγχθεί η συνέπεια δεδομένων (Bennett et al., 2010). Παράλληλα, υποστηρίζει τη διαδικασία τεκμηρίωσης και αποτελεί βάση για τον μεταγενέστερο σχεδιασμό της αρχιτεκτονικής και της λογικής των modules του συστήματος.

Σύμφωνα με τους Sharda et al. (2020), τα διαγράμματα δραστηριοτήτων αποκτούν αυξανόμενη σημασία σε σύγχρονα πληροφοριακά συστήματα, καθώς υποστηρίζουν

την οπτικοποίηση της επιχειρησιακής γνώσης και την ενσωμάτωση πρακτικών βελτιστοποίησης, όπως lean logistics και business process reengineering. Έτσι, η χρήση Activity Diagram σε ένα WMS δεν αποτελεί απλώς στάδιο σχεδίασης, αλλά μέρος μιας ευρύτερης στρατηγικής ανάλυσης και καινοτομίας.

5.4.3 Class Diagram

Το Class Diagram αποτελεί ένα από τα βασικά δομικά διαγράμματα της UML και αποτυπώνει τη στατική δομή ενός πληροφοριακού συστήματος μέσω της αναπαράστασης των αντικειμένων (κλάσεων), των ιδιοτήτων τους (attributes) και των σχέσεων μεταξύ τους (associations) (Dennis et al., 2015). Είναι ουσιώδες για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οργανώνεται η πληροφορία σε ένα σύστημα και χρησιμεύει ως υπόβαθρο για τον αντικειμενοστραφή σχεδιασμό και την προγραμματιστική υλοποίηση (Bennett et al., 2010).

Σε ένα Σύστημα Διαχείρισης Αποθήκης (WMS), οι κλάσεις που απεικονίζονται στο Class Diagram αντιπροσωπεύουν βασικές οντότητες, όπως τα προϊόντα, οι τοποθεσίες αποθήκευσης, οι παραγγελίες, οι χρήστες, και τα παραστατικά. Κάθε μία από αυτές τις κλάσεις διαθέτει συγκεκριμένα γνωρίσματα (π.χ. SKU, ποσότητα, ημερομηνία λήξης για προϊόντα) και μεθόδους, όπως ενημέρωση αποθέματος, παραχώρηση προϊόντος, που σχετίζονται με τις λειτουργίες του συστήματος (Richards, 2011; Sharda et al., 2020).

Ενδεικτικά, η κλάση Product περιλαμβάνει πεδία, όπως ProductID, Name, Category, QuantityInStock, ενώ σχετίζεται με την κλάση Location μέσω μιας συσχέτισης «αποθηκεύεται σε». Η κλάση Order συσχετίζεται με τα προϊόντα μέσω σχέσης σύνθεσης, καθώς ένα τιμολόγιο ή παραγγελία δεν υφίσταται χωρίς τα επιμέρους προϊόντα. Η κλάση User περιλαμβάνει διαφορετικούς ρόλους, όπως Store Clerk, Warehouse Supervisor, και Administrator, και συνδέεται με διαδικασίες ανάλογες των δικαιωμάτων κάθε ρόλου (Acharya, 2025; Ganesan et al., 2021).

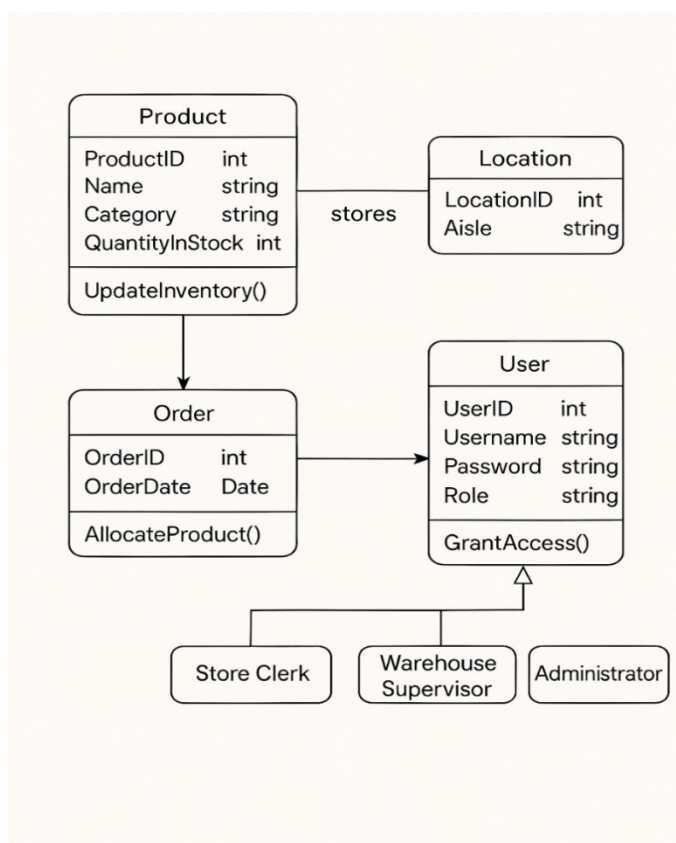
Η χρήση του Class Diagram σε WMS συστήματα δεν περιορίζεται μόνο στον εννοιολογικό σχεδιασμό, αλλά επεκτείνεται και στη φάση της βάσης δεδομένων (data modeling). Συγκεκριμένα, οι κλάσεις μπορούν να μετασχηματιστούν σε πίνακες, και οι συσχετίσεις τους να μεταφερθούν ως σχέσεις πρωτεύοντος/ξένου κλειδιού σε ένα

σχεσιακό σχήμα. Έτσι, το διάγραμμα αυτό συμβάλλει στη διασύνδεση μεταξύ ανάλυσης απαιτήσεων και τεχνικής υλοποίησης (Larman, 2005).

Επιπλέον, το Class Diagram ενδείκνυται για τη διασφάλιση της συνεκτικότητας του λογικού μοντέλου δεδομένων και τη διαχείριση της πολυπλοκότητας του πληροφοριακού περιβάλλοντος. Ενισχύει τον εντοπισμό ασαφειών ή λογικών ελλείψεων στον σχεδιασμό του συστήματος και υποστηρίζει τη συνεργασία μεταξύ μελών της ομάδας ανάπτυξης και ενδιαφερομένων μερών (stakeholders) (Sommerville, 2016).

Στο πλαίσιο του WMS για το λιανεμπόριο, το Class Diagram αποτελεί βασικό εργαλείο για τον καθορισμό της λογικής δομής του συστήματος. Η ύπαρξη σαφών, διακριτών και ιεραρχικά οργανωμένων κλάσεων διευκολύνει την παρακολούθηση του αποθέματος, την ιχνηλασιμότητα προϊόντων, τη σύνδεση με συστήματα ERP, και την ασφαλή πρόσβαση χρηστών με διακριτά δικαιώματα. Ο σχεδιασμός αυτός ενισχύει τη διαλειτουργικότητα και την επεκτασιμότητα του συστήματος (Gu et al., 2007).

Σχήμα 5.4.c.: Διάγραμμα κλάσεων (Class Diagram) για την αναπαράσταση βασικών οντοτήτων και σχέσεων σε Σύστημα Διαχείρισης Αποθήκης (WMS)



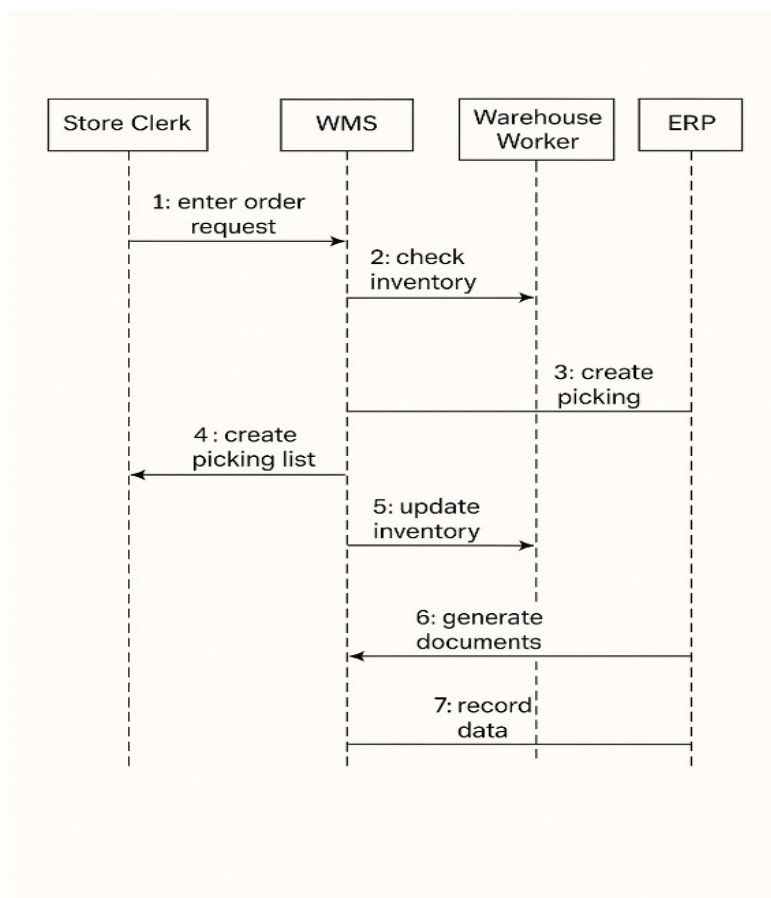
5.4.4 Sequence Diagram

Το Διάγραμμα Ακολουθίας (Sequence Diagram) αποτελεί ένα από τα βασικά διαγράμματα συμπεριφοράς της UML και χρησιμοποιείται για την αποτύπωση της χρονικής ροής των μηνυμάτων που ανταλλάσσονται ανάμεσα σε αντικείμενα ή οντότητες ενός πληροφοριακού συστήματος. Μέσω της γραφικής αναπαράστασης των αλληλεπιδράσεων σε χρονική σειρά, το διάγραμμα αυτό προσφέρει σημαντική πληροφόρηση για τη ροή των ενεργειών που πραγματοποιούνται κατά την εκτέλεση μιας διαδικασίας, αποτυπώνοντας ποιος καλεί ποιον, πότε και με ποιο μήνυμα (Dennis et al., 2015).

Στο πλαίσιο ενός Συστήματος Διαχείρισης Αποθήκης (WMS), το διάγραμμα ακολουθίας αποδεικνύεται εξαιρετικά χρήσιμο για τη μοντελοποίηση σύνθετων επιχειρησιακών διαδικασιών που απαιτούν τη συνεργασία πολλών χρηστών και υποσυστημάτων. Ειδικά σε περιβάλλοντα λιανικού εμπορίου, όπου παρατηρείται υψηλή συχνότητα συναλλαγών, η ανάγκη για ταχύτητα και διαλειτουργικότητα με άλλα συστήματα, όπως ERP ή POS, η ανάγκη για ξεκάθαρη και τεκμηριωμένη αλληλουχία ενεργειών είναι καθοριστικής σημασίας (Larman, 2005; Richards, 2011).

Ένα ενδεικτικό παράδειγμα χρήσης αφορά τη διαδικασία παραγγελίας από κατάστημα. Αρχικά, ο υπάλληλος του καταστήματος καταχωρεί το αίτημα παραγγελίας στο σύστημα. Το WMS ελέγχει τη διαθεσιμότητα αποθέματος και, εφόσον επιβεβαιώσει ότι υπάρχει επαρκής ποσότητα, δημιουργεί εντολή picking και ειδοποιεί τον αποθηκάριο. Ο αποθηκάριος εκτελεί τη συλλογή των προϊόντων και επιβεβαιώνει μέσω του τερματικού του την ολοκλήρωση της διαδικασίας. Το σύστημα ενημερώνει τα αποθέματα, εκδίδει παραστατικά και αποστέλλει τα απαραίτητα δεδομένα στο ERP για περαιτέρω καταγραφή. Όλες αυτές οι ενέργειες αποτυπώνονται σε ένα Sequence Diagram ως διαδοχικά μηνύματα μεταξύ του χρήστη, του WMS, του αποθηκάρου, της βάσης δεδομένων και του ERP (Bennett et al., 2010).

Σχήμα 5.4.d.: Διάγραμμα ακολουθίας (Sequence Diagram) για τη διαδικασία παραγγελίας προϊόντων σε WMS.



Η σημασία του διαγράμματος ακολουθίας έγκειται στη δυνατότητά του να αποτυπώνει τη χρονική αλληλουχία με ακρίβεια, γεγονός που επιτρέπει τον εντοπισμό καθυστερήσεων, σημείων συμφόρησης ή ασυνεπειών στη λογική ροή. Επιπλέον, η αναπαράσταση των interactions καθιστά ευκολότερη την επικοινωνία μεταξύ τεχνικών και μη τεχνικών χρηστών, προσφέροντας μια κοινή βάση κατανόησης για τις λειτουργίες του συστήματος (Sharda et al., 2020).

Η αξιοποίηση του διαγράμματος αυτού δεν περιορίζεται μόνο στο στάδιο του σχεδιασμού. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως εργαλείο debugging κατά την ανάπτυξη, αλλά και ως τεκμηρίωση για εκπαίδευση προσωπικού ή μελλοντικές επεκτάσεις του συστήματος. Σε σχέση με άλλα διαγράμματα της UML, το διάγραμμα ακολουθίας εστιάζει λιγότερο στη ροή των δραστηριοτήτων και περισσότερο στον συγχρονισμό και τη σειρά εκτέλεσης των μηνυμάτων, συμπληρώνοντας με αυτόν τον τρόπο τα Use Case και Activity Diagrams και προσφέροντας μια ολοκληρωμένη

εικόνα της λειτουργικής λογικής του συστήματος (Sommerville, 2016; Dennis et al., 2015).

Η χρήση του σε περιβάλλοντα λιανεμπορίου ενισχύει την αποτελεσματικότητα του σχεδιασμού, καθώς εξασφαλίζει ότι οι βασικές λειτουργίες, όπως η παραγγελία, η αποστολή, η ενημέρωση αποθεμάτων και η τιμολόγηση, εκτελούνται με ακρίβεια και συντονισμό. Η καταγραφή των επιμέρους μηνυμάτων μεταξύ των οντοτήτων του WMS επιτρέπει την επαλήθευση της συνέπειας και της διαλειτουργικότητας του συστήματος με τα υπόλοιπα πληροφοριακά υποσυστήματα, όπως το ERP, τα οποία είναι απαραίτητα για την απρόσκοπτη λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας (Gu et al., 2007).

5.5 Αρχιτεκτονική Συστήματος

Η αρχιτεκτονική του πληροφοριακού συστήματος αποτελεί τον δομικό σχεδιασμό του τρόπου με τον οποίο τα διάφορα υποσυστήματα και οι τεχνολογικές συνιστώσες συνεργάζονται για να υλοποιήσουν τη λειτουργικότητα ενός Συστήματος Διαχείρισης Αποθήκης (WMS). Ο σχεδιασμός αυτός δεν αφορά μόνο το τεχνικό υπόβαθρο της εφαρμογής, αλλά και τον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούν οι χρήστες, οι βάσεις δεδομένων και τα διασυνδεδεμένα συστήματα, όπως τα ERP και CRM. Η επιλογή της κατάλληλης αρχιτεκτονικής είναι κρίσιμη για την απόδοση, την επεκτασιμότητα και την ασφάλεια του συστήματος, ιδιαίτερα στον δυναμικό και απαιτητικό χώρο του λιανικού εμπορίου (Laudon & Laudon, 2016; Sommerville, 2016).

Μία από τις πιο διαδεδομένες αρχιτεκτονικές για την ανάπτυξη WMS είναι η αρχιτεκτονική τύπου client-server. Σε αυτή τη διάταξη, ο πελάτης (client), που μπορεί να είναι ένας σταθμός εργασίας ή κινητή συσκευή, αλληλεπιδρά με έναν εξυπηρετητή (server), ο οποίος διαχειρίζεται την επιχειρησιακή λογική και τα δεδομένα. Η προσέγγιση αυτή υποστηρίζει την κατανομή των λειτουργιών, επιτρέποντας στον client να διατηρεί ένα ελαφρύ και ευέλικτο περιβάλλον διεπαφής χρήστη, ενώ ο server φέρει την κύρια υπολογιστική επιβάρυνση. Στην περίπτωση των WMS για λιανεμπόριο, οι client εφαρμογές συχνά λειτουργούν σε συσκευές φορητών σαρωτών, tablets ή τερματικά RF, επιτρέποντας στους αποθηκάρχους να εκτελούν εργασίες σε πραγματικό χρόνο (Dennis et al., 2015; Richards, 2011).

Παράλληλα, η εξέλιξη των τεχνολογιών διαδικτύου και υπολογιστικού νέφους έχει οδηγήσει στην ευρεία υιοθέτηση web-based αρχιτεκτονικών. Σε ένα τέτοιο μοντέλο, ο χρήστης αποκτά πρόσβαση στο σύστημα μέσω φυλλομετρητή (browser), χωρίς να απαιτείται η εγκατάσταση τοπικού λογισμικού. Οι web εφαρμογές προσφέρουν αυξημένη ευελιξία και υποστηρίζουν απομακρυσμένη πρόσβαση, στοιχείο εξαιρετικά σημαντικό για πολυκαταστημικές λιανεμπορικές επιχειρήσεις ή εκείνες που δραστηριοποιούνται σε πολλαπλές γεωγραφικές περιοχές. Επιπλέον, η υιοθέτηση αρχιτεκτονικών cloud-based μειώνει τις ανάγκες για τοπική υποδομή και επιτρέπει τη δυναμική κατανομή των πόρων με βάση τη ζήτηση, γεγονός που συμβάλλει στη μείωση του κόστους και την αύξηση της αξιοπιστίας (Ustundag & Tanyas, 2009; Chaffey & White, 2011).

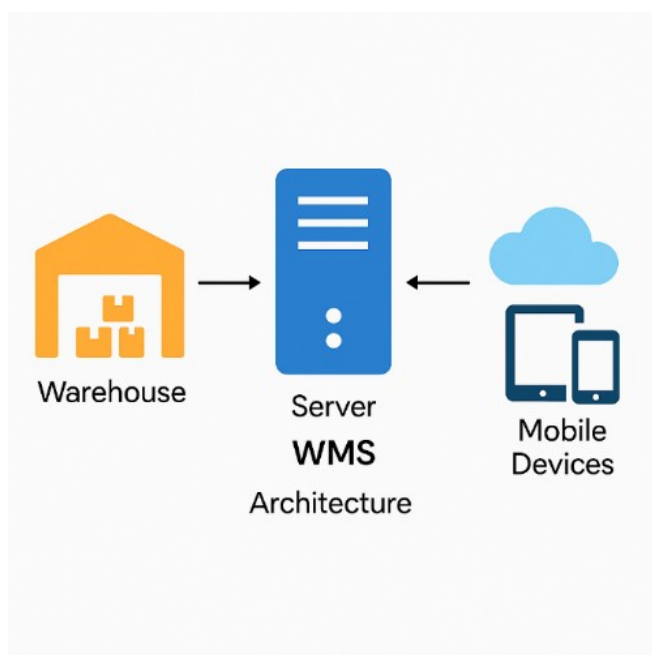
Ένα συχνά χρησιμοποιούμενο μοντέλο υλοποίησης WMS σε λιανεμπορικές επιχειρήσεις είναι η αρχιτεκτονική τριών επιπέδων (three-tier architecture), η οποία διαχωρίζει το σύστημα σε τρεις διακριτές λογικές μονάδες: το επίπεδο παρουσίασης (presentation tier), το επίπεδο επιχειρησιακής λογικής (application tier) και το επίπεδο δεδομένων (data tier). Αυτή η δομή επιτρέπει την ανεξαρτησία των στρωμάτων, διευκολύνοντας τη συντήρηση, την αναβάθμιση και την επέκταση του συστήματος. Για παράδειγμα, μια αλλαγή στο interface του χρήστη δεν απαιτεί τροποποιήσεις στη βάση δεδομένων, ενώ ταυτόχρονα επιτρέπεται η ασφαλής ενοποίηση του WMS με άλλα συστήματα, όπως ERP ή συστήματα τιμολόγησης (Stair & Reynolds, 2012; Gudehus & Kotzab, 2012).

Αξιοσημείωτο είναι επίσης το γεγονός ότι αρκετές σύγχρονες WMS λύσεις ενσωματώνουν μικροϋπηρεσίες (microservices), οι οποίες αναλαμβάνουν συγκεκριμένες λειτουργίες, όπως το picking ή η διαχείριση παραγγελιών, προσφέροντας έτσι μεγαλύτερη ευελιξία, modular σχεδιασμό και δυνατότητα ανεξάρτητης ανάπτυξης και scaling κάθε υπομονάδας. Οι μικροϋπηρεσίες υποστηρίζουν τον παραλληλισμό λειτουργιών, κάτι που οδηγεί σε αυξημένη απόδοση και μικρότερες επιπτώσεις σε περίπτωση σφαλμάτων. Αυτή η προσέγγιση είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη σε περιβάλλοντα που συνδυάζουν WMS με συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης (AI), Internet of Things (IoT) και Business Analytics (Kalogiannidis et al., 2024; Ivanov & Dolgui, 2020).

Η επιλογή της κατάλληλης αρχιτεκτονικής για ένα WMS πρέπει να βασίζεται στις ανάγκες και τη στρατηγική της επιχείρησης. Μια μικρή επιχείρηση μπορεί να επωφεληθεί από ένα απλό client-server σύστημα, ενώ μία πολυεθνική αλυσίδα μπορεί να απαιτεί cloud-based, multi-tenant αρχιτεκτονική με δυνατότητες API διασύνδεσης και real-time analytics. Σε κάθε περίπτωση, η ευελιξία, η ασφάλεια, η διαλειτουργικότητα και η δυνατότητα κλιμάκωσης αποτελούν βασικά κριτήρια αξιολόγησης και επιλογής της αρχιτεκτονικής υποδομής ενός WMS, διασφαλίζοντας την επιτυχία και βιωσιμότητα της λύσης στο εκάστοτε επιχειρησιακό περιβάλλον (Sommerville, 2016; Gu et al., 2007).

Η παρακάτω σχηματική απεικόνιση συνοψίζει τα βασικά στοιχεία της αρχιτεκτονικής ενός WMS στο λιανεμπόριο.

Σχήμα 5.5.: Σχηματική απεικόνιση της αρχιτεκτονικής ενός Συστήματος Διαχείρισης Αποθήκης (WMS), με έμφαση στη ροή πληροφορίας μεταξύ αποθήκης, server, cloud υποδομής και φορητών συσκευών χρηστών.



5.6 Περιβάλλον χρήσης και παράδειγμα Mockup

Ο σχεδιασμός του περιβάλλοντος χρήσης (User Interface – UI) ενός Συστήματος Διαχείρισης Αποθήκης (WMS) αποτελεί κρίσιμο στοιχείο επιτυχίας για την υιοθέτηση και την αποδοτική αξιοποίηση του συστήματος από τους τελικούς

χρήστες. Το περιβάλλον χρήσης λειτουργεί ως σημείο επαφής μεταξύ του ανθρώπου και της τεχνολογίας και επηρεάζει άμεσα την εμπειρία του χρήστη (UX), την ακρίβεια της καταχώρισης δεδομένων, τη διάρκεια εκπαίδευσης, αλλά και την παραγωγικότητα (Nielsen, 1994; Turban et al., 2018).

Στο πλαίσιο ενός WMS για λιανεμπορική επιχείρηση, το περιβάλλον χρήσης πρέπει να είναι σχεδιασμένο σύμφωνα με τις αρχές της χρηστικότητας (usability), λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες και τα επίπεδα εξοικείωσης διαφορετικών κατηγοριών χρηστών, όπως οι αποθηκάριοι, οι επόπτες, οι υπάλληλοι καταστημάτων και οι διαχειριστές συστήματος. Σύμφωνα με τους Turban και Volonino (2017), ένα επιτυχημένο UI πρέπει να παρέχει σαφή πλοήγηση, οπτική ιεραρχία, περιορισμό των σφαλμάτων, καθώς και ταχύτητα στην εκτέλεση επαναλαμβανόμενων ενεργειών. Η αξιοποίηση έγχρωμων ενδείξεων, προειδοποιήσεων και αυτόματης συμπλήρωσης μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ακρίβεια και την ταχύτητα των διαδικασιών, όπως η καταγραφή παραλαβών ή η εκτέλεση picking.

Ως παράδειγμα, προτείνεται mockup οθόνης παρακολούθησης αποθέματος για τον ρόλο του αποθηκάριου, σχεδιασμένο με βάση τις βασικές αρχές διεπαφής. Η κεντρική περιοχή της οθόνης περιλαμβάνει αναζήτηση προϊόντων με φίλτρα (κωδικός, κατηγορία, ημερομηνία παραλαβής), ενώ δεξιά εμφανίζονται πληροφορίες αποθέματος ανά θέση ραφιού και προτεινόμενες ενέργειες. Κάτω από την κεντρική ενότητα, υπάρχει σύνδεση με την κατάσταση παραγγελιών picking. Το μενού πλοήγησης παραμένει ορατό αριστερά, με εικονίδια για τις βασικές λειτουργίες: «Παραλαβή», «Τοποθέτηση», «Απογραφή», «Επιστροφές», «Αναφορές» και «Ρυθμίσεις». Η δομή αυτή ευθυγραμμίζεται με τις συστάσεις της Nielsen (1994) για προβλεψιμότητα, συνέπεια και έλεγχο από τον χρήστη.

Η ανάπτυξη τέτοιων mockup διεπαφών μπορεί να υλοποιηθεί με εργαλεία, όπως το Balsamiq, το Figma ή το Adobe XD, που επιτρέπουν την προσομοίωση της διεπαφής χωρίς ανάγκη προγραμματισμού. Αυτά τα εργαλεία χρησιμοποιούνται ευρέως στο στάδιο της ανάλυσης και του σχεδιασμού πληροφοριακών συστημάτων, με σκοπό να συγκεντρωθούν σχόλια από χρήστες και να γίνουν οι απαραίτητες βελτιώσεις πριν από την υλοποίηση (Dennis et al., 2015).

Ειδικά σε WMS συστήματα, όπου οι λειτουργίες είναι επαναλαμβανόμενες και ο χρόνος εκτέλεσης κρίσιμος, η απλότητα του σχεδιασμού υπερτερεί της αισθητικής πολυπλοκότητας. Οι πιο αποτελεσματικές διεπαφές βασίζονται σε flat σχεδίαση, χρήση ευανάγνωστης γραμματοσειράς, πλήκτρα δράσης με έντονη επισήμανση και οπτικοποιημένα KPIs (Key Performance Indicators). Ο χρήστης θα πρέπει να λαμβάνει ανά πάσα στιγμή ανάδραση για την ενέργειά του, μέσω επιβεβαιώσεων ή ειδοποιήσεων λαθών, ενώ παράλληλα πρέπει να παρέχεται δυνατότητα αναίρεσης ενεργειών, εφόσον απαιτείται (Stair & Reynolds, 2012).

Τέλος, είναι σημαντικό το UI ενός WMS να προσαρμόζεται σε διαφορετικούς τύπους συσκευών και οθονών. Η υποστήριξη responsive σχεδίασης ή ακόμη και native mobile εφαρμογών καθίσταται κρίσιμη σε περιβάλλοντα αποθήκης, όπου η χρήση handheld τερματικών, tablets ή smartwatches επιταχύνει σημαντικά τη ροή εργασιών. Η εμπειρία χρήστη σε διαφορετικά περιβάλλοντα (γραφείο, αποθήκη, κατάστημα) πρέπει να είναι συνεπής, κάτι που εξασφαλίζει η σχεδίαση ενός ενοποιημένου περιβάλλοντος με προσαρμοστικότητα και σαφήνεια (Ganesan et al., 2021; Richards, 2011).

Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται δύο ενδεικτικά παραδείγματα mockup, βασισμένα στις αρχές σχεδίασης UI για WMS εφαρμογές.

Σχήμα 5.6.a: Ενδεικτικό mockup οθόνης παρακολούθησης αποθέματος σε WMS, σχεδιασμένο για χρήση από αποθηκάρειους. Περιλαμβάνει βασικές λειτουργίες πλοήγησης, αναζήτησης, προβολής αποθέματος και προτεινόμενες ενέργειες σε responsive διάταξη.

Παραλαβή

Τοποθέτηση

Απογραφή

Επιστροφές

Αναφορές

Ρυθμίσεις

Παρακολούθηση Αποθέματος

Αναζήτηση προϊόντων

Κωδικός

Κατηγορία

Ημερομηνία παραλαβής

Απόθεμα

175

Location A1-05

Προτεινόμενες Ενέργειες

Τοποθέτηση

Μετακίνηση Picking

Κατάσταση picking

Σχήμα 5.6.b: Ενδεικτικό mockup περιβάλλοντος χρήσης για αποθηκάριο σε WMS – Οθόνη διαχείρισης αποθέματος με δυνατότητα αναζήτησης, φιλτραρίσματος και επιλογής ενεργειών picking ή απογραφής.

Παραλαβή	Κωδικός ή όνομα Αναζήτηση																						
Τοποθέτηση	Κατηγορία	Ημ/να παραλαβής																					
Απογραφή	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Προϊόν</th> <th>Θέση</th> <th>Ποσότητα</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Προϊόν Α</td> <td>Ράφι 1Α</td> <td>150</td> <td> Αναπλήρωση </td> </tr> <tr> <td>Προϊόν Β</td> <td>Ράφι 2Β</td> <td>90</td> <td> Αναπλήρωση </td> </tr> <tr> <td>Προϊόν Α</td> <td>Ράφι 1D</td> <td>200</td> <td> Αναπλήρωση </td> </tr> <tr> <td>Προϊόν Γ</td> <td>Ράφι 3Α</td> <td>75</td> <td> Αναπλήρωση </td> </tr> </tbody> </table>			Προϊόν	Θέση	Ποσότητα		Προϊόν Α	Ράφι 1Α	150	Αναπλήρωση	Προϊόν Β	Ράφι 2Β	90	Αναπλήρωση	Προϊόν Α	Ράφι 1D	200	Αναπλήρωση	Προϊόν Γ	Ράφι 3Α	75	Αναπλήρωση
Προϊόν	Θέση	Ποσότητα																					
Προϊόν Α	Ράφι 1Α	150	Αναπλήρωση																				
Προϊόν Β	Ράφι 2Β	90	Αναπλήρωση																				
Προϊόν Α	Ράφι 1D	200	Αναπλήρωση																				
Προϊόν Γ	Ράφι 3Α	75	Αναπλήρωση																				
Επιστροφή																							
Αναφορές																							
Ρυθμίσεις																							
	Picking <table border="1"> <tr> <td>Παραγγελίες προς συλλογή</td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> </table>			Παραγγελίες προς συλλογή																			
Παραγγελίες προς συλλογή																							

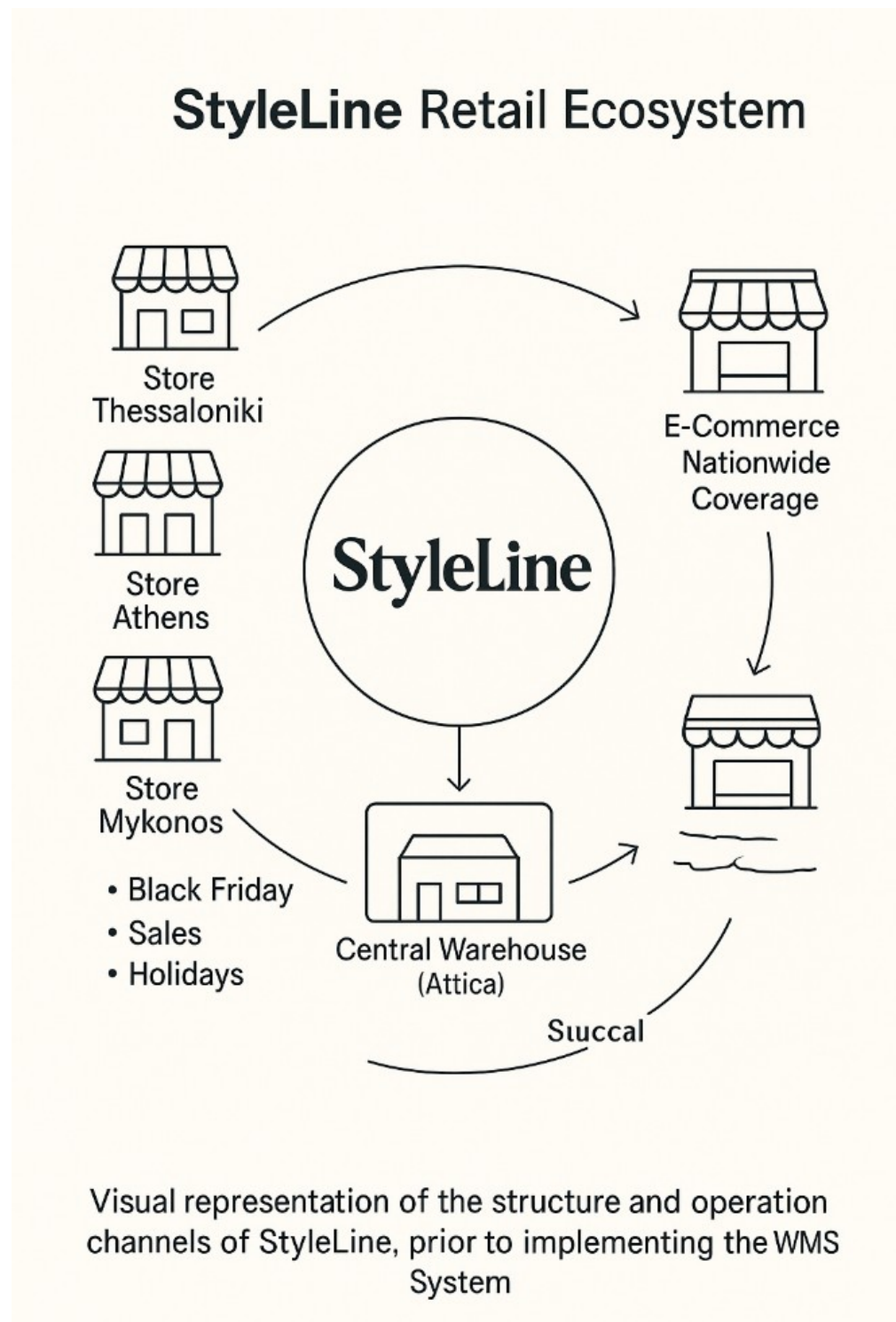
5.7 Υλοποίηση WMS σε Περιβάλλον Λιανικού Εμπορίου Ένδυσης

(Μελέτη εφαρμογής σχεδίου πληροφοριακού συστήματος WMS σε υποθετική επιχείρηση του κλάδου μόδας)

Η παρούσα ενότητα έχει ως στόχο να αποτυπώσει την εφαρμογή του σχεδιασμένου Συστήματος Διαχείρισης Αποθήκης (WMS), όπως αυτό αναπτύχθηκε στις προηγούμενες ενότητες του Κεφαλαίου 5, σε ένα συγκεκριμένο επιχειρησιακό περιβάλλον. Μετά από αναλυτική θεωρητική προσέγγιση του θέματος — συμπεριλαμβανομένων των λειτουργικών απαιτήσεων, της δομής UML, της αρχιτεκτονικής και του περιβάλλοντος χρήσης — επιχειρείται πλέον η μεταφορά αυτών των στοιχείων σε πραγματικό πλαίσιο. Επιλέγεται ως παράδειγμα εφαρμογής μια επιχείρηση λιανικής ένδυσης, καθώς ο συγκεκριμένος κλάδος χαρακτηρίζεται από υψηλή δυναμική αποθεμάτων, εποχικότητα, επιστροφές, ταχύ ρυθμό

ανατροφοδότησης και ανάγκη για συντονισμό μεταξύ φυσικών καταστημάτων και e-commerce δραστηριότητας.

Σχήμα 5.7.: Οπτική αποτύπωση της δομής και των καναλιών λειτουργίας της StyleLine, πριν από την υλοποίηση του Συστήματος WMS



5.7.1 Προφίλ και λειτουργικά χαρακτηριστικά της επιχείρησης

Η επιχείρηση στην οποία εφαρμόζεται το σχεδιασμένο WMS είναι μια υποθετική αλλά ρεαλιστικά δομημένη ελληνική αλυσίδα λιανικής πώλησης ειδών ένδυσης με την επωνυμία **StyleLine**. Η StyleLine διατηρεί 25 φυσικά καταστήματα σε αστικά κέντρα και τουριστικούς προορισμούς, καθώς και ηλεκτρονικό κατάστημα (e-shop) με πανελλαδική κάλυψη. Το λειτουργικό της μοντέλο περιλαμβάνει κεντρική αποθήκη 2.500 τ.μ. στην Αττική, μέσω της οποίας τροφοδοτούνται τόσο τα καταστήματα όσο και οι παραγγελίες του ηλεκτρονικού καταστήματος. Οι αποστολές γίνονται καθημερινά, ενώ παρατηρείται σημαντική αύξηση ζήτησης ανά εποχή (άνοιξη, φθινόπωρο) και ειδικές καταναλωτικές περιόδους (Black Friday, εκπτώσεις, εορτές).

Το προφίλ των αποθεμάτων περιλαμβάνει 3.500–5.000 κωδικούς προϊόντων (SKUs), με παραλλαγές σε χρώμα, μέγεθος και τύπο. Η διαχείριση των αποθεμάτων μέχρι πρότινος γινόταν χειροκίνητα ή με τη χρήση ERP γενικού σκοπού, με αποτέλεσμα συχνές αστοχίες σε απογραφές, καθυστερήσεις στη διεκπεραίωση παραγγελιών και αδυναμία παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο (Richards, 2011). Επιπλέον, το προσωπικό αποθήκης λειτουργούσε με χαμηλό βαθμό αυτοματοποίησης, χωρίς χρήση φορητών τερματικών ή φορητών σαρωτών, γεγονός που ενίσχυε την πιθανότητα λαθών picking και ελλείψεων σε ράφια.

Στο πλαίσιο της στρατηγικής ψηφιακού μετασχηματισμού, η διοίκηση της StyleLine αποφάσισε την εισαγωγή ενός ειδικού WMS, σχεδιασμένου να προσαρμοστεί στις ιδιαιτερότητες του κλάδου της μόδας και στις δικές της λειτουργικές ανάγκες. Το σύστημα σχεδιάζεται ώστε να καλύπτει τις βασικές αποθηκευτικές λειτουργίες — όπως παραλαβή, τοποθέτηση, picking, απογραφή, διαχείριση επιστροφών— και να διασυνδέεται πλήρως με το υπάρχον ERP και το e-shop. Η διαχείριση των αποθεμάτων αφορά τόσο το stock ανά φυσικό κατάστημα, όσο και το συνολικό κεντρικό απόθεμα, επιτρέποντας real-time παρακολούθηση και ενιαίο έλεγχο.

Η υποδομή της επιχείρησης υποστηρίζει την υλοποίηση του WMS σε αρχιτεκτονική client-server με web-based περιβάλλον πρόσβασης, επιτρέποντας στους αποθηκάρχους να χρησιμοποιούν φορητά τερματικά (RF scanners) με ασύρματη συνδεσιμότητα. Η αρχική πιλοτική εφαρμογή του συστήματος προβλέπεται να γίνει

στην κεντρική αποθήκη και σε 3 καταστήματα, με στόχο τη σταδιακή γενίκευση σε όλο το δίκτυο.

Η επιλογή της συγκεκριμένης επιχείρησης ένδυσης επιτρέπει την ανάδειξη της πρακτικής λειτουργικότητας ενός WMS όταν αυτό εφαρμόζεται σε ένα πολυκαναλικό (omnichannel) λιανεμπορικό περιβάλλον, το οποίο συνδυάζει πωλήσεις από φυσικά και ψηφιακά σημεία, υψηλό κύκλο παραγγελιών, ποικιλία προϊόντων και ανάγκη για ακριβή απογραφή. Ειδικά στον κλάδο της μόδας, η αποτελεσματική διαχείριση αποθεμάτων αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την αποφυγή απομείωσης προϊόντων (markdowns), την ομαλή κάλυψη ζήτησης και την ενίσχυση της εμπειρίας του καταναλωτή (Piotrowicz & Cuthbertson, 2014; Gu et al., 2007).

5.7.2 Αντιστοίχιση επιχειρησιακών αναγκών με τις λειτουργίες του WMS

Η επιτυχής υλοποίηση ενός Συστήματος Διαχείρισης Αποθήκης (WMS) προϋποθέτει ότι οι λειτουργικές δυνατότητές του συντονίζονται απολύτως με τις επιχειρησιακές ανάγκες του οργανισμού στον οποίο εφαρμόζεται. Στην περίπτωση της StyleLine, η ανάλυση των αναγκών που καταγράφηκαν στην προηγούμενη υποενότητα αποτελεί τη βάση για τη χαρτογράφηση των απαιτήσεων σε συγκεκριμένες λειτουργίες του σχεδιασμένου WMS, όπως αυτές παρουσιάστηκαν στις ενότητες του Κεφαλαίου 5 (modules, UML διαγράμματα, αρχιτεκτονική).

Η πρώτη κρίσιμη ανάγκη της επιχείρησης αφορά τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας παραλαβής εμπορευμάτων στην κεντρική αποθήκη. Μέχρι σήμερα, η διαδικασία γινόταν με χειρόγραφες σημειώσεις και καταχωρίσεις στο ERP, γεγονός που οδηγούσε σε καθυστερήσεις και σφάλματα. Το νέο WMS περιλαμβάνει λειτουργία ηλεκτρονικής παραλαβής με barcode scanning, η οποία αυτοματοποιεί την αντιστοίχιση των προϊόντων με τα παραστατικά και μειώνει δραστικά τον χρόνο καταγραφής. Οι αποθηκάριοι χρησιμοποιούν φορητά RF τερματικά για να επαληθεύουν σε πραγματικό χρόνο την ακρίβεια της παραλαβής, με τα δεδομένα να ενημερώνονται άμεσα στο σύστημα (Richards, 2011).

Μια δεύτερη ανάγκη είναι η σωστή και αποδοτική τοποθέτηση των προϊόντων στις αποθηκευτικές θέσεις. Η StyleLine αντιμετώπιζε πρόβλημα χωρικής αποδοτικότητας και καθυστερήσεων στην ταξινόμηση. Η λειτουργία "put-away" του WMS, σε συνδυασμό με τη δυνατότητα αλγοριθμικής πρότασης βέλτιστης θέσης (slotting

recommendation), επιτρέπει την καθοδήγηση των αποθηκάρων προς τις κατάλληλες ράγες, με βάση παράγοντες, όπως το είδος του προϊόντος, η συχνότητα picking και η διαθεσιμότητα θέσεων. Η χρήση handhelds υποστηρίζει βήμα-βήμα καθοδήγηση, μειώνοντας τον χρόνο εκπαίδευσης νέου προσωπικού και τα λάθη καταχώρισης (Bennett et al., 2010).

Η πλέον κρίσιμη λειτουργία για τη StyleLine είναι το picking. Το προηγούμενο καθεστώς βασιζόταν σε χειρόγραφες λίστες και καθυστέρουσε σημαντικά την εξυπηρέτηση καταστημάτων και ηλεκτρονικών παραγγελιών. Το νέο WMS υποστηρίζει batch picking και zone picking, ανάλογα με τον τύπο της παραγγελίας, και επιτρέπει στο προσωπικό να εκτελεί τις εντολές με καθοδήγηση βήμα προς βήμα, σαρώνοντας κάθε προϊόν κατά την επιλογή. Επιπλέον, η δυνατότητα real-time παρακολούθησης της εξέλιξης των παραγγελιών από το κεντρικό σύστημα επιτρέπει στον επόπτη αποθήκης να εντοπίζει καθυστερήσεις και να παρεμβαίνει δυναμικά (Dennis et al., 2015).

Ακόμα, η StyleLine χρειάζεται πλήρη και ακριβή εικόνα αποθεμάτων, τόσο στην κεντρική αποθήκη όσο και ανά κατάστημα. Το WMS διαθέτει δυνατότητα περιοδικών ή κυλιόμενων απογραφών (cycle counting), οι οποίες μπορούν να εκτελούνται χωρίς διακοπή λειτουργίας. Το σύστημα υπολογίζει αυτόματα τις αποκλίσεις μεταξύ φυσικού και καταγεγραμμένου αποθέματος και ενημερώνει σχετικά το ERP. Η δυνατότητα απογραφής με φορητές συσκευές και έτοιμες προς χρήση φόρμες μειώνει τις αστοχίες και το ανθρώπινο σφάλμα, ενισχύοντας την αξιοπιστία των αναφορών (Gudehus & Kotzab, 2012).

Τέλος, η επιχείρηση απαιτεί ενοποιημένη διαχείριση επιστροφών από τα φυσικά καταστήματα και το ηλεκτρονικό κατάστημα. Το WMS προσφέρει δυνατότητα κατηγοριοποίησης των επιστρεφόμενων προϊόντων (π.χ. ελαττωματικά, μη πωλήσιμα, διαθέσιμα προς αναδιάθεση) και υποστηρίζει workflows για την τελική απόφαση (επιστροφή στον προμηθευτή, επανατοποθέτηση, καταστροφή). Οι καταστάσεις των επιστροφών είναι προσβάσιμες σε πραγματικό χρόνο από το κεντρικό σύστημα και εμφανίζονται με αντίστοιχες ενδείξεις στην καρτέλα αποθέματος ανά είδος και θέση (Piotrowicz & Cuthbertson, 2014).

Η παραπάνω αντιστοίχιση μεταξύ των λειτουργικών απαιτήσεων της StyleLine και των δυνατοτήτων του WMS καταδεικνύει τη δυνατότητα προσαρμογής του σχεδίου που αναλύθηκε στο Κεφάλαιο 5 σε ρεαλιστικό επιχειρησιακό περιβάλλον. Αποδεικνύεται ότι το σχεδιασμένο σύστημα δεν είναι γενικόλογο, αλλά ικανό να καλύψει ανάγκες πολυκαναλικής λιανικής με σύνθετα logistics και δυναμικό κύκλο αποθεμάτων.

5.7.3 Ροή δεδομένων και ενοποίηση με ERP / online καταστήματα

Η ολοκληρωμένη λειτουργία ενός Συστήματος Διαχείρισης Αποθήκης (WMS) στην επιχείρηση StyleLine δεν εξαρτάται αποκλειστικά από τις εσωτερικές του δυνατότητες, αλλά κυρίως από την ικανότητά του να διασυνδέεται αποτελεσματικά με τα λοιπά πληροφοριακά συστήματα της επιχείρησης, ιδίως με το ERP και το ηλεκτρονικό κατάστημα (e-shop). Η επιτυχής ενοποίηση αυτών των συστημάτων είναι κρίσιμη για την εξασφάλιση ενιαίας πληροφορίας, συγχρονισμού αποθεμάτων και διαφάνειας στις ροές δεδομένων, ώστε να αποφεύγονται διπλοκαταχωρίσεις, ασυνέπειες και καθυστερήσεις (Chaffey & White, 2011).

Το ERP της StyleLine αποτελεί τον κύριο φορέα οικονομικών και λογιστικών δεδομένων, διαχείρισης προμηθευτών, παραστατικών αγορών και πωλήσεων. Το WMS επικοινωνεί με το ERP μέσω διαλειτουργικής διεπαφής (API), εξασφαλίζοντας αυτόματη ανταλλαγή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Για παράδειγμα, κατά την παραλαβή προϊόντων στην αποθήκη, το WMS καταγράφει τις ποσότητες και τις θέσεις αποθήκευσης, και στη συνέχεια αποστέλλει τα δεδομένα στο ERP, το οποίο ενημερώνει τις ποσότητες διαθέσιμων ειδών και εκδίδει τα αντίστοιχα παραστατικά. Αυτή η ροή αποτρέπει λάθη απογραφής και ενισχύει την ακρίβεια των εμπορικών και λογιστικών καταχωρίσεων (Gu et al., 2007).

Παρόμοια διαδικασία ακολουθείται κατά το picking παραγγελιών από το e-shop ή από τα καταστήματα. Το e-shop στέλνει την εντολή πώλησης στο ERP, το οποίο διαβιβάζει την απαίτηση παραγγελίας στο WMS. Το WMS εκκινεί την αντίστοιχη εργασία picking, ενημερώνει για τη διαθεσιμότητα, και όταν ολοκληρωθεί η εκτέλεση της παραγγελίας, αποστέλλει επιβεβαίωση στο ERP. Το ERP με τη σειρά του διαχειρίζεται την τιμολόγηση και αποστολή, ενώ το e-shop λαμβάνει ενημέρωση για την κατάσταση της παραγγελίας. Μέσω αυτού του τριγώνου επικοινωνίας

διασφαλίζεται η συνοχή σε όλα τα σημεία επαφής με τον πελάτη, ανεξάρτητα από το κανάλι πώλησης (Piotrowicz & Cuthbertson, 2014).

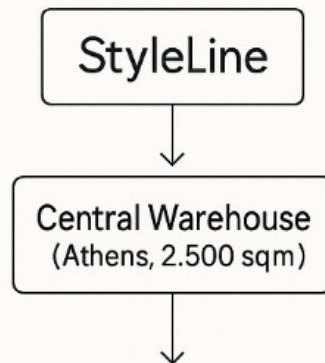
Η StyleLine επωφελείται επιπλέον από τη δυνατότητα του WMS να παρέχει real-time δεδομένα σε όλα τα συστήματα. Όταν ένα προϊόν πωλείται στο φυσικό κατάστημα ή στο e-shop, το απόθεμα ενημερώνεται άμεσα σε όλα τα επίπεδα (WMS, ERP, front-end), μειώνοντας τον κίνδυνο υπεραγορών ή ψευδούς διαθεσιμότητας. Αυτή η πρακτική είναι κρίσιμη σε περιόδους υψηλής ζήτησης ή όταν υπάρχουν περιορισμένα τεμάχια ανά SKU, όπως συμβαίνει συχνά στον κλάδο της μόδας. Παράλληλα, οι αναφορές που παράγονται στο WMS διατίθενται τόσο στη διοίκηση όσο και στους προϊστάμενους των καταστημάτων, παρέχοντας συνοπτικές πληροφορίες για τζίρους, επίπεδα αποθέματος και συχνότητες επιστροφών, σε συνεργασία με τις προβλέψεις ζήτησης που υποστηρίζει το ERP (Richards, 2011; Dennis et al., 2015).

Η διασύνδεση των συστημάτων βασίζεται σε RESTful APIs και σε προτυποποιημένα μηνύματα XML ή JSON. Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός που υιοθετήθηκε προβλέπει διακριτά επίπεδα πρόσβασης για τα διάφορα συστήματα, ώστε να διασφαλίζεται η ασφάλεια των δεδομένων. Η υποδομή του WMS είναι συμβατή με μοντέλο middleware που λειτουργεί ως διαμεσολαβητής ανάμεσα στα διαφορετικά συστήματα, προλαμβάνοντας συγκρούσεις και ασυμβατότητες. Αυτή η προσέγγιση υποστηρίζεται τόσο από τη βιβλιογραφία όσο και από τη βέλτιστη πρακτική σε επιχειρήσεις που λειτουργούν με πολυκάναλο μοντέλο (Ustundag & Tanyas, 2009; Ivanov & Dolgui, 2020).

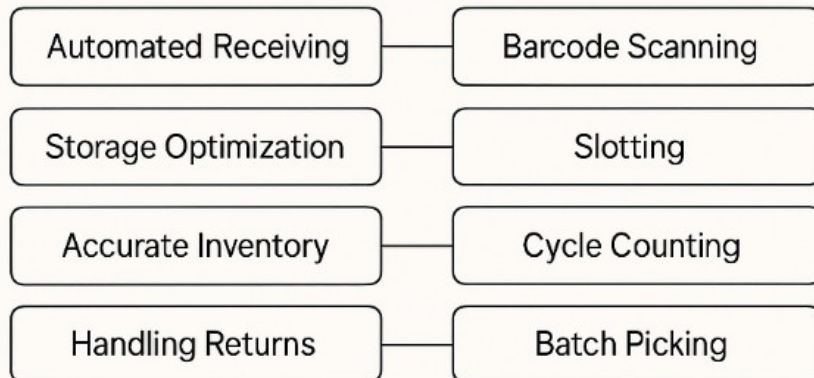
Η ροή δεδομένων μεταξύ WMS, ERP και e-shop δεν είναι μια τεχνική επιλογή μόνο, αλλά στρατηγική αναγκαιότητα για τη StyleLine, καθώς της επιτρέπει να λειτουργεί ως ένας συνεκτικός οργανισμός, ανεξαρτήτως της κατανομής των αποθεμάτων, των καναλιών πώλησης και της φυσικής ή ψηφιακής παρουσίας. Η υλοποίηση της ενοποιημένης αυτής δομής είναι προϋπόθεση για κάθε οργανισμό λιανεμπορίου που στοχεύει στη λειτουργική ευελιξία, την ακρίβεια των αποθεμάτων και τη βελτιωμένη εμπειρία πελάτη.

Σχήμα 5.7.: Απεικόνιση της υλοποίησης WMS στην επιχείρηση StyleLine – δομή, αντιστοίχιση αναγκών και ενοποίηση συστημάτων

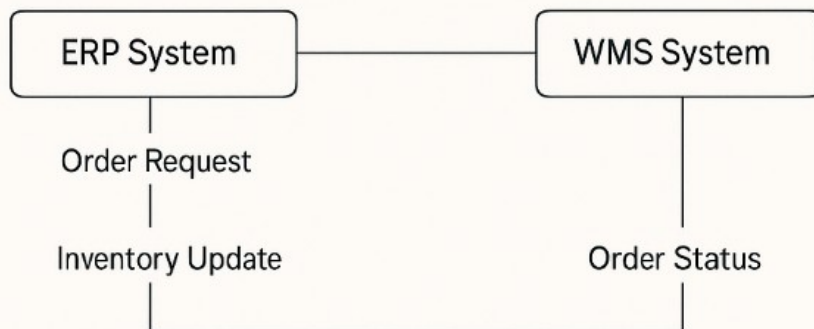
Business Setup



Mapping Business Needs to WMS Functionalities



Data Flow and Integration



Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα – Συζήτηση – Προτάσεις

6.1 Ανακεφαλαίωση βασικών σημείων

Η σύγχρονη επιχειρηματική πραγματικότητα χαρακτηρίζεται από υψηλή πολυπλοκότητα, αβεβαιότητα και έντονες απαιτήσεις για αποδοτικότητα, ευελιξία και ταχύτητα στη λήψη αποφάσεων. Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα εργασία αναδεικνύει τη σημασία των Συστημάτων Διαχείρισης Αποθήκης (WMS) ως κρίσιμων εργαλείων στον ψηφιακό μετασχηματισμό των επιχειρήσεων, ιδιαίτερα στον δυναμικά εξελισσόμενο χώρο του λιανικού εμπορίου. Η μελέτη επιβεβαιώνει ότι τα WMS δεν αποτελούν απλώς τεχνικές λύσεις, αλλά δομικά στοιχεία στρατηγικής, ικανά να επηρεάσουν συνολικά τη λειτουργική αποτελεσματικότητα, την εμπειρία πελάτη και τη θέση της επιχείρησης στην αγορά.

Στον πυρήνα των συμπερασμάτων της εργασίας βρίσκεται η αναγνώριση της αποθήκης ως ζωντανού συστήματος, το οποίο διαχειρίζεται ροές αγαθών, πληροφοριών και αξίας. Η έννοια της αποθήκης δεν περιορίζεται πλέον σε παθητικές αποθηκευτικές λειτουργίες, αλλά ενσωματώνει σύνθετες επιχειρησιακές ροές, που απαιτούν τεχνολογική υποστήριξη, ακρίβεια και διαλειτουργικότητα (Turban et al., 2018). Σε αυτό το πλαίσιο, τα WMS αναδεικνύονται σε πυλώνες αυτοματοποίησης και διαφάνειας, προσφέροντας σε πραγματικό χρόνο πληροφορίες που ενισχύουν τη λήψη αποφάσεων σε όλα τα επίπεδα της διοίκησης.

Η εργασία παρουσιάζει τις βασικές λειτουργίες ενός WMS —παραλαβή, αποθήκευση, picking, απογραφή και διαχείριση επιστροφών— και αναδεικνύει πώς αυτές μπορούν να βελτιστοποιηθούν μέσω σύγχρονων τεχνολογιών, όπως το RFID, η συλλογή δεδομένων με barcode, τα cloud-based περιβάλλοντα και η ενσωμάτωση τεχνητής νοημοσύνης. Παράλληλα, αναλύονται οι στρατηγικές διαχείρισης αποθεμάτων που συνδέονται άμεσα με την επιτυχία ενός WMS, όπως η υιοθέτηση Lean πρακτικών και η αξιοποίηση μοντέλων πρόβλεψης ζήτησης (Chopra & Meindl, 2019· Fore et al., 2016).

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις απαιτήσεις του λιανικού εμπορίου, το οποίο καλείται να διαχειριστεί υψηλό όγκο παραγγελιών, διαρκώς μεταβαλλόμενη ζήτηση και πολλαπλά κανάλια πώλησης. Σε αυτό το περιβάλλον, ένα WMS παρέχει στις επιχειρήσεις τη δυνατότητα να ενισχύσουν την αποδοτικότητα και την ταχύτητα

εκτέλεσης, μειώνοντας παράλληλα το λειτουργικό κόστος και αυξάνοντας την ικανοποίηση του πελάτη (Ganesan et al., 2021). Η ικανότητα ενοποίησης του WMS με άλλα συστήματα, όπως ERP και CRM, προσφέρει μια ολιστική προσέγγιση στη διαχείριση της επιχείρησης, διευκολύνοντας τον συγχρονισμό όλων των κρίκων της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Το θεωρητικό σκέλος της εργασίας συμπληρώνεται από μια εφαρμοσμένη προσέγγιση, μέσα από τη μελέτη περίπτωσης της StyleLine — μιας υποθετικής επιχείρησης λιανικής πώλησης ένδυσης. Η ανάλυση αυτή αναδεικνύει με πρακτικό τρόπο πώς το WMS μπορεί να σχεδιαστεί βάσει συγκεκριμένων επιχειρησιακών αναγκών και να ενσωματωθεί σε ένα υβριδικό περιβάλλον λειτουργίας που περιλαμβάνει τόσο φυσικά καταστήματα όσο και ηλεκτρονική παρουσία. Προβάλλονται κρίσιμες πτυχές, όπως η ανάλυση απαιτήσεων, η αρχιτεκτονική του συστήματος, τα σενάρια χρήσης, καθώς και η ενοποίηση με online συστήματα και ERP.

Συνοψίζοντας, η εργασία υποστηρίζει ότι τα WMS αποτελούν όχι απλώς τεχνική λύση αλλά στρατηγικό μοχλό εξέλιξης. Η εφαρμογή τους σε επιχειρήσεις λιανικού εμπορίου οδηγεί σε ουσιαστική μεταμόρφωση των επιχειρησιακών πρακτικών, επιτρέποντας στις επιχειρήσεις να είναι πιο ευέλικτες, ανταγωνιστικές και πελατοκεντρικές. Το WMS αναδεικνύεται τελικά σε καταλύτη λειτουργικής αριστείας και τεχνολογικής καινοτομίας, με πολλαπλές προεκτάσεις στη διοικητική αποτελεσματικότητα, την εμπειρία πελάτη και την οικονομική βιωσιμότητα.

6.2 Απαντήσεις στους αρχικούς στόχους

Η παρούσα εργασία θέτει εξ αρχής ως στόχο την κατανόηση του ρόλου και της προστιθέμενης αξίας των Συστημάτων Διαχείρισης Αποθήκης (WMS) στη σύγχρονη επιχειρηματική λειτουργία, με εστίαση στον κλάδο του λιανικού εμπορίου. Επιπλέον, αποσκοπεί στην ανάπτυξη ενός υποθετικού σχεδίου πληροφοριακού συστήματος, προσαρμοσμένου στις ανάγκες μιας επιχείρησης λιανικής ένδυσης, ώστε να καταδειχθεί η εφαρμοσιμότητα των θεωρητικών γνώσεων σε ένα ρεαλιστικό επιχειρησιακό πλαίσιο.

Ο πρώτος βασικός στόχος, που αφορά την αποσαφήνιση των βασικών εννοιών, λειτουργιών και τεχνολογικών δυνατοτήτων των WMS, επιτυγχάνεται μέσα από την

εκτενή βιβλιογραφική ανάλυση. Η εργασία καταγράφει τις κύριες λειτουργίες που καλύπτει ένα WMS —παραλαβή, αποθήκευση, picking, απογραφή και διαχείριση επιστροφών— και αναλύει τα τεχνολογικά εργαλεία που τις υποστηρίζουν, όπως οι κωδικοί barcode, οι αισθητήρες RFID, τα cloud-based περιβάλλοντα και η δυνατότητα διασύνδεσης με άλλα πληροφοριακά συστήματα (Richards, 2011· Gu et al., 2007).

Ο δεύτερος στόχος, που εστιάζει στη σύνδεση του WMS με τις ευρύτερες απαιτήσεις διαχείρισης αποθεμάτων, επιτυγχάνεται μέσα από τη διερεύνηση των εννοιών της αποδοτικότητας, της πρόβλεψης ζήτησης και της ευθυγράμμισης του WMS με στρατηγικές πρακτικές, όπως το Just-in-Time και το Lean Warehousing. Η εργασία δείχνει ότι ένα WMS δεν λειτουργεί αποκομμένα, αλλά ενσωματώνεται στον σχεδιασμό της αποθεματικής πολιτικής, προσφέροντας ακρίβεια, ταχύτητα απόκρισης και μείωση κόστους (Chopra & Meindl, 2019· Turban et al., 2018).

Ο τρίτος στόχος αφορά τη διερεύνηση της σημασίας των WMS στο λιανικό εμπόριο, το οποίο αντιμετωπίζει πίεση για διαρκή αναπροσαρμογή, ποικιλομορφία προϊόντων και απαιτήσεις για άμεση εξυπηρέτηση πελάτη. Η εργασία αναδεικνύει ότι η εφαρμογή ενός WMS προσφέρει τη δυνατότητα καλύτερου ελέγχου των αποθεμάτων, υψηλότερης ακρίβειας στις παραδόσεις και ενίσχυσης της πελατοκεντρικής στρατηγικής, ιδιαίτερα σε περιβάλλοντα omnichannel (Ganesan et al., 2021· Acharya, 2022).

Τέλος, ο τέταρτος στόχος, που αφορά την πρακτική απεικόνιση ενός πληροφοριακού συστήματος WMS προσαρμοσμένου σε συγκεκριμένο επιχειρησιακό πλαίσιο, επιτυγχάνεται μέσα από το παράδειγμα της επιχείρησης StyleLine. Στην ενότητα 5.7 αποτυπώνονται οι απαιτήσεις της επιχείρησης, η αντιστοίχισή τους με τις λειτουργίες του συστήματος, η ροή δεδομένων και η ενοποίηση με υπάρχοντα πληροφοριακά περιβάλλοντα. Η εργασία αποδεικνύει ότι ένα WMS μπορεί να σχεδιαστεί με βάση τις ρεαλιστικές ανάγκες μιας επιχείρησης λιανικής, προσφέροντας λειτουργική αποδοτικότητα, τεχνολογική ευελιξία και επιχειρησιακή συνοχή.

Συνεπώς, και οι τέσσερις στόχοι που τίθενται εξ αρχής ικανοποιούνται σε θεωρητικό και πρακτικό επίπεδο, προσφέροντας ένα πλήρες και εφαρμοσμένο πλαίσιο

κατανόησης για τη σημασία, τον σχεδιασμό και την υλοποίηση των WMS στο σύγχρονο λιανεμπόριο.

6.3 Οφέλη από την υλοποίηση WMS

Η υλοποίηση ενός Συστήματος Διαχείρισης Αποθήκης (WMS) επιφέρει σημαντικά και πολυεπίπεδα οφέλη για τις επιχειρήσεις, ιδιαίτερα σε τομείς που χαρακτηρίζονται από σύνθετες ροές προϊόντων, όπως το λιανικό εμπόριο. Τα οφέλη αυτά δεν περιορίζονται μόνο στη βελτίωση της λειτουργικής αποδοτικότητας, αλλά επεκτείνονται στη στρατηγική ευθυγράμμιση, τη διαφάνεια των διαδικασιών και την ενίσχυση της εμπειρίας του πελάτη.

Πρώτο και κυριότερο πλεονέκτημα αποτελεί η αύξηση της ακρίβειας αποθέματος. Μέσω της αυτοματοποιημένης καταγραφής και παρακολούθησης των προϊόντων, το WMS μειώνει δραστικά τα λάθη, αποτρέπει τις ελλείψεις ή τις υπεραποθηκεύσεις και προσφέρει ενημερωμένα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο (Richards, 2011). Έτσι, ενισχύεται η ικανότητα της επιχείρησης να λαμβάνει τεκμηριωμένες αποφάσεις για την προμήθεια, τη διανομή και την αναπλήρωση.

Παράλληλα, η βελτιστοποίηση των ροών εργασίας συμβάλλει στη μείωση του χρόνου κύκλου παραγγελιών. Το WMS καθοδηγεί με ακρίβεια τις διαδικασίες παραλαβής, τοποθέτησης, συλλογής και αποστολής προϊόντων, εξαλείφοντας καθυστερήσεις και βελτιώνοντας την ταχύτητα απόκρισης της επιχείρησης (Gu et al., 2007). Η δυνατότητα ενσωμάτωσης στρατηγικών picking, όπως το batch ή το zone picking, ενισχύει ακόμη περισσότερο την αποδοτικότητα.

Η αύξηση της διαφάνειας αποτελεί επίσης κρίσιμο όφελος. Το WMS παρέχει πλήρη ιχνηλασιμότητα για κάθε προϊόν, από την είσοδο στην αποθήκη έως την τελική του διανομή. Αυτή η δυνατότητα συνδέεται άμεσα με τη συμμόρφωση σε κανονιστικά πρότυπα, την παραγωγή εσωτερικών αναφορών και την καλύτερη αντιμετώπιση επιστροφών ή παραπόνων πελατών (Ganesan et al., 2021). Η επιχείρηση αποκτά έτσι μεγαλύτερη αξιοπιστία και έλεγχο των λειτουργιών της.

Σημαντικό επίσης είναι το όφελος της μείωσης του λειτουργικού κόστους. Η χρήση WMS μειώνει τις ανάγκες για χειροκίνητες εργασίες, περιορίζει τη σπατάλη πόρων,

ελαχιστοποιεί τα σφάλματα και ενισχύει την αποδοτικότητα του ανθρώπινου δυναμικού (Chopra & Meindl, 2019). Σε μακροπρόθεσμο επίπεδο, αυτό μεταφράζεται σε βελτιωμένο περιθώριο κέρδους και ανταγωνιστική τιμολόγηση.

Σε περιβάλλοντα omnichannel, όπως αυτά που εξετάζονται στην παρούσα εργασία, το WMS προσφέρει τη δυνατότητα ενοποίησης πληροφοριών από πολλαπλά κανάλια πώλησης. Με αυτόν τον τρόπο υποστηρίζει τη συνεπή εξυπηρέτηση του πελάτη ανεξαρτήτως σημείου επαφής, ενώ παράλληλα συμβάλλει στη διατήρηση επαρκών επιπέδων αποθεμάτων ανά κανάλι.

Η υλοποίηση ενός WMS οδηγεί την επιχείρηση σε ένα νέο επίπεδο ωριμότητας, όπου η αποθήκη παύει να αποτελεί σημείο συμφόρησης και μετατρέπεται σε εργαλείο στρατηγικής ενδυνάμωσης. Η πληροφορία αποκτά κεντρικό ρόλο, η ακρίβεια μετατρέπεται σε ανταγωνιστικό πλεονέκτημα και η τεχνολογία ενισχύει τη συνοχή μεταξύ λειτουργιών και στόχων.

6.4 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα ή ανάπτυξη

Η διερεύνηση των Συστημάτων Διαχείρισης Αποθήκης (WMS) αποκαλύπτει ένα ταχέως εξελισσόμενο πεδίο, το οποίο συνδέεται άμεσα με την πρόοδο των τεχνολογιών πληροφορικής, τις απαιτήσεις της αγοράς και τις νέες πρακτικές διοίκησης εφοδιαστικής αλυσίδας. Αν και η παρούσα εργασία προσφέρει μια ολοκληρωμένη εικόνα γύρω από τον ρόλο των WMS στο λιανικό εμπόριο, προκύπτουν επιμέρους πεδία που αξίζει να διερευνηθούν περαιτέρω στο πλαίσιο μελλοντικής έρευνας ή καινοτομικής ανάπτυξης.

Ένα πρώτο πεδίο αφορά τη σχέση των WMS με τις τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης. Η ενσωμάτωσή τους υπόσχεται δυνατότητες πρόβλεψης ζήτησης, δυναμικής προσαρμογής ροών και αυτόματης λήψης αποφάσεων με βάση πραγματικά δεδομένα. Μελλοντική έρευνα μπορεί να εστιάσει στη μελέτη αλγορίθμων που επιτρέπουν στα WMS να προβλέπουν ελλείψεις, να προτείνουν ανακατανομές προϊόντων ή να επαναπροσδιορίζουν τις στρατηγικές picking σε πραγματικό χρόνο (Turban et al., 2018).

Παράλληλα, αυξανόμενο ενδιαφέρον παρουσιάζει η επίδραση των “πράσινων” πρακτικών αποθήκευσης και η δυνατότητα των WMS να ενσωματώνουν δείκτες

βιωσιμότητας. Το πεδίο της “green warehousing” συνδέεται με τη μείωση των εκπομπών, την ελαχιστοποίηση ενεργειακής κατανάλωσης, τη βελτιστοποίηση δρομολογίων και τη διαχείριση ανακυκλώσιμων υλικών. Η ανάπτυξη WMS με δυνατότητα περιβαλλοντικής αποτύπωσης αποτελεί ενδιαφέρον πεδίο για μελλοντικές εφαρμογές στον τομέα του ESG (Environmental, Social, Governance).

Επιπλέον, αξίζει να διερευνηθεί η συμπεριφορική διάσταση των χρηστών των WMS, ιδίως σε μικρομεσαίες επιχειρήσεις, όπου η αποδοχή της τεχνολογίας επηρεάζεται από παράγοντες, όπως το επίπεδο ψηφιακής ωριμότητας, η εργασιακή κουλτούρα και η διαθέσιμη εκπαίδευση. Μελέτες που εστιάζουν στη διαχείριση αλλαγής, στην εκπαίδευση προσωπικού και στην προσαρμογή των διεπαφών χρήστη μπορούν να συμβάλουν στη βελτιστοποίηση της υιοθέτησης των συστημάτων.

Ένα ακόμη χρήσιμο πεδίο για μελλοντική ανάπτυξη είναι η διαλειτουργικότητα μεταξύ WMS και άλλων συστημάτων επιχειρηματικής ευφυΐας (BI), που θα επιτρέπουν στις επιχειρήσεις να εξάγουν στρατηγικά συμπεράσματα βάσει σύνθετης ανάλυσης δεδομένων αποθήκης, πωλήσεων και εξυπηρέτησης πελατών. Η δημιουργία ενιαίων dashboards για decision-makers ενισχύει τη στρατηγική διακυβέρνηση και μειώνει τους χρόνους απόκρισης.

Τέλος, η επέκταση της μελέτης σε πραγματικά επιχειρησιακά παραδείγματα ή σε συγκριτικές αναλύσεις διαφορετικών WMS σε κλάδους πέραν του λιανεμπορίου (π.χ. φαρμακοβιομηχανία, τρόφιμα, logistics) μπορεί να αποδώσει χρήσιμα συμπεράσματα για τις διακλαδικές ιδιαιτερότητες και τις δυνατότητες παραμετροποίησης των συστημάτων.

Η τεχνολογική ωρίμανση των WMS ανοίγει διαρκώς νέους δρόμους, τόσο για την επιστημονική έρευνα όσο και για την επιχειρησιακή καινοτομία, προσφέροντας εύφορο έδαφος για εξελίξεις που συνδυάζουν αποδοτικότητα, ευφυΐα και βιωσιμότητα.

6.5 Περιορισμοί της εργασίας

Η παρούσα εργασία εστιάζει στην ανάλυση των Συστημάτων Διαχείρισης Αποθήκης (WMS) και στην εφαρμογή τους στον ευρύτερο χώρο του λιανικού εμπορίου, προσφέροντας μια θεωρητικά τεκμηριωμένη και δομημένη προσέγγιση. Παρά την

πληρότητα της ανάλυσης, αναγνωρίζονται ορισμένοι περιορισμοί που επηρεάζουν το βάθος και την πρακτική επαλήθευση των συμπερασμάτων.

Καταρχάς, η εργασία δεν περιλαμβάνει **πρωτογενή εμπειρικά δεδομένα**, όπως συνεντεύξεις ή ερωτηματολόγια, που θα επέτρεπαν την άμεση αποτύπωση εμπειριών από στελέχη επιχειρήσεων ή χρήστες WMS. Η ανάλυση στηρίζεται αποκλειστικά σε βιβλιογραφικές πηγές, οι οποίες εξασφαλίζουν επιστημονική εγκυρότητα, αλλά δεν επιτρέπουν την αξιολόγηση των συστημάτων σε πραγματικά πεδία εφαρμογής.

Επιπλέον, στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται ένα **υποθετικό επιχειρησιακό σενάριο** στον τομέα της ένδυσης, το οποίο αποσκοπεί στην πρακτική απεικόνιση της εφαρμογής ενός WMS. Αν και βασίζεται σε ρεαλιστικά δεδομένα του κλάδου, δεν αντανακλά τη συνολική πολυπλοκότητα ή τις απρόβλεπτες παραμέτρους που μπορεί να προκύψουν κατά την υλοποίηση ενός πληροφοριακού συστήματος σε πραγματικές επιχειρήσεις.

Επιπρόσθετα, η εργασία επικεντρώνεται στον **χώρο του λιανικού εμπορίου γενικά**, χωρίς να επεκτείνεται σε άλλους κλάδους, όπως η βιομηχανία, τα logistics ή η φαρμακευτική διακίνηση, οι οποίοι εμφανίζουν διαφορετικές απαιτήσεις ως προς τον σχεδιασμό και τη λειτουργία της αποθήκης. Το WMS σε αυτούς τους τομείς ενδέχεται να χρειάζεται ειδικές παραμετροποιήσεις που ξεπερνούν τα όρια της παρούσας μελέτης.

Τέλος, η εστίαση σε τεχνολογίες που είναι ευρέως ώριμες και τεκμηριωμένες κατά τον χρόνο συγγραφής της εργασίας δεν επιτρέπει την εις βάθος διερεύνηση πιο καινοτόμων λύσεων, όπως τα αυτόνομα ρομποτικά συστήματα, η τεχνητή νοημοσύνη σε real-time λήψη αποφάσεων ή τα predictive analytics σε περιβάλλοντα Big Data.

Η επίγνωση αυτών των περιορισμών προσφέρει ένα σταθερό υπόβαθρο για μελλοντική εμβάθυνση, τόσο μέσα από εφαρμοσμένες εμπειρικές μελέτες, όσο και μέσα από διεπιστημονική έρευνα σε διαφορετικά επιχειρησιακά πλαίσια.

Βιβλιογραφία

- Acharya, K. (2022). *Cloths Store Management System Project*. Unpublished manuscript, Hindusthan College of Arts and Science.
- Acharya, K. (2025). *Retail Store Management System Project*. Unpublished manuscript, Hindusthan College of Arts and Science.
- Baker, P. (2004). *The impact of WMS on supply chain performance*. International Journal of Logistics, 7(3), 251–263.
- Ballou, R. H. (2004). *Business logistics/supply chain management: Planning, organizing, and controlling the supply chain* (5th ed.). Pearson Prentice Hall.
- Bartholdi, J. J., & Hackman, S. T. (2014). *Warehouse & Distribution Science* (Release 0.96). Georgia Institute of Technology. <https://www.warehouse-science.com>
- Bell, D. R., Gallino, S., & Moreno, A. (2014). *Showrooms and Information Provision in Omnichannel Retailing*. Production and Operations Management, 23(11), 1927–1941.
- Bennett, S., McRobb, S., & Farmer, R. (2010). *Object-oriented systems analysis and design using UML* (4th ed.). Maidenhead, UK: McGraw-Hill Education.
- Boudette, N. E., & Weise, K. (2025). *How Amazon used Oreos and dog toys to develop an army of robots to grab what you buy*. The New York Times.
- Brynjolfsson, E., Hu, Y., & Rahman, M. S. (2013). *Competing in the Age of Omnichannel Retailing*. MIT Sloan Management Review, 54(4), 23–29.
- Buttle, F., & Maklan, S. (2019). *Customer Relationship Management: Concepts and Technologies* (4th ed.). Routledge.

- Carbonneau, R., Laframboise, K., & Vahidov, R. (2008). *Application of machine learning techniques for supply chain demand forecasting*. *European Journal of Operational Research*, 184(3), 1140–1154. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.12.004>
- Chaffey, D., & White, G. (2011). *Business Information Management* (2nd ed.). Pearson Education.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2016). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation* (6th ed.). Pearson.
- Chopra, S., & Sodhi, M. S. (2021). *Reducing the risk of supply chain disruptions*. *MIT Sloan Management Review*, 62(3), 55–62.
- Christopher, M. (2016). *Logistics & Supply Chain Management* (5th ed.). Pearson Education.
- Daugherty, P. J., Stank, T. P., & Ellinger, A. E. (1998). *Leveraging logistics/distribution capabilities: The effect of logistics service on market share*. *Journal of Business Logistics*, 19(2), 35–51.
- De Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). *Design and control of warehouse order picking: A literature review*. *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481–501. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.009>
- Dennis, A., Wixom, B. H., & Roth, R. M. (2015). *Systems Analysis and Design* (6th ed.). Wiley.
- Emmett, S. (2005). *Excellence in Warehouse Management: How to Minimise Costs and Maximise Value*. Wiley.
- Fernie, J., & Sparks, L. (2014). *Logistics and Retail Management: Emerging Issues and New Challenges in the Retail Supply Chain* (4th ed.). Kogan Page.
- Fildes, R., Goodwin, P., Lawrence, M., & Nikolopoulos, K. (2008). *Effective forecasting and judgmental adjustments: an empirical evaluation and strategies for improvement in supply chain planning*. *International Journal of Forecasting*, 24(1), 3–17.

Fore, S., White, C., & Turner, J. (2016). *Warehouse Operations Best Practices*. Logistics Management Publications.

Frazelle, E. (2002). *World-Class Warehousing and Material Handling*. McGraw-Hill.

Ganesan, A., Anupama, S., & Benitsha, A. (2021). *Stores Management System*. International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT), 9(12), e581–e589. <https://www.ijert.org/>

Grewal, D., Roggeveen, A. L., & Nordfält, J. (2021). *The Future of Retailing*. Journal of Retailing, 97(1), 1–6.

Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2007). *Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review*. European Journal of Operational Research, 177(1), 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.02.025>

Gudehus, T., & Kotzab, H. (2012). *Comprehensive Logistics: A Handbook of Theory and Practice*. Springer.

Hellström, D., & Wiberg, M. (2010). *Improving inventory accuracy using RFID technology: A case study*. Assembly Automation, 30(4), 345–351.

Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2021). *Forecasting: Principles and Practice* (3rd ed.). OTexts. <https://otexts.com/fpp3/>

IoT One (2020). *Triplefin moves to Manhattan SCALE*. <https://www.iotone.com/case-study/3pl-triplefin-moves-to-manhattan-scale-trade/c17930>

Ivanov, D., & Dolgui, A. (2020). *Viability of intertwined supply networks: Extending the supply chain resilience angles towards survivability*. International Journal of Production Research, 58(10), 2904–2915.

Johnson, J. C., & Wood, D. F. (2016). *Contemporary Logistics*. Pearson.

Kalogiannidis, S., Kalfas, D., Papaevangelou, O., Giannarakis, G., & Chatzitheodoridis, F. (2024). *The Role of Artificial Intelligence Technology in Predictive Risk Assessment for Business Continuity: A Case Study of Greece*. Risks, 12(2), 19. <https://doi.org/10.3390/risks12020019>

- Kaur, H., & Singh, S. (2021). *Business process automation for operational efficiency: A study of modern supply chains*. *International Journal of Supply Chain Management*, 10(3), 112–121.
- Larman, C. (2005). *Applying UML and patterns: An introduction to object-oriented analysis and design and iterative development* (3rd ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2016). *Management Information Systems: Managing the Digital Firm* (14th ed.). Pearson.
- Leogrande, A. (2024). Integrating ESG Principles into Smart Logistics: Toward Sustainable Supply Chains. *SSRN*. <https://ssrn.com/abstract=5022211>
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. (1998). *Forecasting: Methods and Applications* (3rd ed.). Wiley.
- Manhattan Associates (2020a). *Happigo case study*. <https://www.manh.com/our-insights/resources/case-study/happigo-advances-supply-chain-manhattan-associates>
- Manhattan Associates (2020b). *Fashion Biz case study*. <https://www.manh.com/our-insights/resources/case-study/fashion-biz-selects-manhattan-optimize-warehouse-procedures-and-improve>
- Mentzer, J. T., Flint, D. J., & Hult, G. T. M. (2001). *Logistics service quality as a segment-customized process*. *Journal of Marketing*, 65(4), 82–104.
- Michalakelis, C. (2018). *The Benefits of Cloud Computing: Evidence From Greece*. *International Journal of Technology Diffusion*, 9(2), 61–73.
- Mitropoulos, P. (2021). *Digital Transformation in Retail: Leveraging Technology for Growth and Efficiency*. Business Strategy Series.
- Monk, E., & Wagner, B. (2013). *Concepts in Enterprise Resource Planning* (4th ed.). Cengage Learning.
- Muller, M. (2011). *Essentials of Inventory Management* (2nd ed.). Amacom.

National Open University of Nigeria. (2015). *Store Management and Inventory Control: Training Manual*. National Open University Press.

Nahmias, S. (2013). *Production and Operations Analysis* (7th ed.). Waveland Press.

Nielsen, J. (1994). *Usability Engineering*. Boston, MA: Morgan Kaufmann.

O'Brien, J. A., & Marakas, G. M. (2011). *Management Information Systems* (10th ed.). McGraw-Hill/Irwin.

Ocicka, B., Mierzejewska, W., & Brzeziński, J. (2022). *Creating supply chain resilience during and post-COVID-19 outbreak: the organizational ambidexterity perspective*. *Decision*, 49, 129–151. <https://doi.org/10.1007/s40622-022-00309-w>

Oracle (2021). *Best Buy transforms fulfillment with Oracle Cloud*. <https://www.oracle.com/customers/best-buy/>

Pantano, E., Pizzi, G., Scarpi, D., & Dennis, C. (2020). *Competing during a pandemic? Retailers' ups and downs during the COVID-19 outbreak*. *Journal of Business Research*, 116, 209–213. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.05.036>

Pareto, V. (1897). *Cours d'Économie Politique*. (θεμελιώδης θεωρητική βάση για την ανάλυση ABC, όπως αναφέρεται στον Richards, 2011)

Peppas, V. P., & Moschuris, S. J. (2013). *RFID technology in supply chain management: A review of the literature and prospective adoption to the Greek market*. *Global Journal of Engineering Education*, 15(1), 61–68.

Piotrowicz, W., & Cuthbertson, R. (2014). *Introduction to the Special Issue: Information Technology in Retail: Toward Omnichannel Retailing*. *International Journal of Electronic Commerce*, 18(4), 5–16. <https://www.ijec-web.org/past-issues/volume-18-number-4-summer-2014/introduction-to-the-special-issue-information-technology-in-retail-toward-omnichannel-retailing>

Richards, G. (2011). *Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse* (1st ed.). Kogan Page.

Rigby, D. (2011). *The Future of Shopping*. *Harvard Business Review*, 89(12), 65–76.

Rogers, D. S., & Tibben-Lembke, R. (2001). *An Examination of Reverse Logistics Practices*. Journal of Business Logistics, 22(2), 129–148.

Rogers, D. S., & Tibben-Lembke, R. (2001). *Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices*. University of Nevada.

Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2014). *The Handbook of Logistics and Distribution Management* (5th ed.). Kogan Page.

SC Junction (2020). *GSL Case Study – Manhattan Associates*.
<https://www.scjunction.com/gsl-case-study-manhattan-associates-0>

Sharda, R., Delen, D., & Turban, E. (2020). *Analytics, Data Science, and Artificial Intelligence: Systems for Decision Support* (11th ed.). Pearson.

Silver, E. A., Pyke, D. F., & Thomas, D. J. (2016). *Inventory and Production Management in Supply Chains*. CRC Press.

Sommerville, I. (2016). *Software Engineering* (10th ed.). Pearson Education.

Soni, S., Shivhare, T., Rai, S., & Parihar, S. (2022). *Store Up – A Store Management System*. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (IJIRSET), 3(1), 10–11. [https://doi.org/10.35248/ijirset.22.3\(3\).10-11](https://doi.org/10.35248/ijirset.22.3(3).10-11)

Stair, R., & Reynolds, G. (2012). *Principles of Information Systems* (10th ed.). Cengage Learning.

Tajima, M. (2007). *Strategic value of RFID in supply chain management*. Journal of Purchasing and Supply Management, 13(4), 261–273.

Tan, K. C., Kannan, V. R., & Handfield, R. B. (1998). *Supply Chain Management: Supplier Performance and Firm Performance*. International Journal of Purchasing and Materials Management, 34(3), 2–9.

Tompkins, J. A. (1996). *Facilities Planning* (2nd ed.). John Wiley & Sons.

Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. A. (2010). *Facilities planning* (4th ed.). John Wiley & Sons.

Toomey, J. W. (2000). *Inventory Management: Principles, Concepts and Techniques*. Springer.

Turban, E., Pollard, C., & Wood, G. (2018). *Information Technology for Management: On-Demand Strategies for Performance, Growth and Sustainability* (11th ed.). Wiley.

Turban, E., & Volonino, L. (2017). *Information Technology for Management: Digital Strategies for Insight, Action, and Sustainable Performance* (10th ed.). Wiley.

Ustundag, A., & Tanyas, M. (2009). *The impacts of Radio Frequency Identification (RFID) technology on supply chain costs*. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 45(1), 29–38.

Verhoef, P. C., Kannan, P. K., & Inman, J. J. (2015). *From Multi-channel Retailing to Omni-channel Retailing: Introduction to the Special Issue on Multi-channel Retailing*. *Journal of Retailing*, 91(2), 174–181. <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2015.02.005>

Waller, M. A., & Esper, T. L. (2014). *The Definitive Guide to Inventory Management: Principles and Strategies for the Efficient Flow of Inventory across the Supply Chain*. Pearson Education.

Whitin, T. M. (1953). *The Theory of Inventory Management*. Princeton University Press.

Παράρτημα Α – Κατάλογος Σχημάτων και Πινάκων

Αρ. Σχήματος / Πίνακα	Τίτλος
Σχήμα 1.2.a	MIS – Ροή πληροφορίας σε σύστημα διοικητικής πληροφόρησης
Σχήμα 1.2.b	Δομή και λειτουργικές μονάδες ενός συστήματος ERP
Σχήμα 1.2.c	Σύστημα διαχείρισης πελατειακών σχέσεων (CRM) – Κύκλος ενίσχυσης πελατειακής εμπειρίας
Σχήμα 1.2.d	Κύριες λειτουργίες και ροή εργασιών ενός Συστήματος Διαχείρισης Αποθήκης (WMS)
Σχήμα 1.2.e	Κρίκοι και λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας σε σύστημα SCM
Σχήμα 1.4.	Χρονογραμμή εξέλιξης των Πληροφοριακών Συστημάτων
Σχήμα 1.5.	Ροή πληροφοριών και αλληλεπίδραση πληροφοριακών συστημάτων στον τομέα του εμπορίου.
Σχήμα 2.2.	Ροή βασικών λειτουργιών σε σύστημα διαχείρισης αποθήκης (WMS)
Σχήμα 2.5.	Διασύνδεση του WMS με ERP, POS και CRM
Σχήμα 3.2.	Χάρτης βασικών αρχών και τεχνικών της αποθεματοποίησης
Σχήμα 3.4.	Γραφική απεικόνιση πρόβλεψης ζήτησης
Σχήμα 3.5.	Οικονομική ποσότητα παραγγελίας (EOQ)
Σχήμα 3.6.a	Omnichannel Retail και διαχείριση αποθέματος
Σχήμα 3.6.b	Ενδεικτικό Kanban Board στη διαχείριση αποθήκης
Σχήμα 3.7.	Ροή βασικών λειτουργιών WMS
Σχήμα 4.1.	Ιδιαιτερότητες λιανικού εμπορίου σε κλίμακα πολυπλοκότητας (1–10)
Σχήμα 4.2.	Συγκριτική αξιολόγηση αναγκών αποθήκευσης και διανομής στο λιανεμπόριο
Σχήμα 4.3.a	Omnichannel retail: Κανάλια και στρατηγικές WMS
Σχήμα 4.3.b	Κυκλική αναπαράσταση της λειτουργικής ροής στην Omnichannel

	Logistics, όπου ο πελάτης βρίσκεται στο επίκεντρο και συνδέεται δυναμικά με e-shop, αποθήκη και τα συστήματα CRM/WMS.
Σχήμα 4.5.	Εξέλιξη του ποσοστού Ελλήνων πολιτών ηλικίας 16–74 ετών που πραγματοποίησαν ηλεκτρονικές αγορές κατά την περίοδο 2019–2022.
Σχήμα 4.6.	Βήματα απόδοσης αποθήκης προς ικανοποίηση πελάτη
Σχήμα 5.1.	Κατηγορίες απαιτήσεων για Πληροφοριακό Σύστημα WMS
Σχήμα 5.4.a	Διάγραμμα Περιπτώσεων Χρήσης του Συστήματος Διαχείρισης Αποθήκης (WMS) στο Λιανεμπόριο
Σχήμα 5.4.b	Διάγραμμα δραστηριοτήτων (Activity Diagram) για τις βασικές λειτουργίες αποθήκης σε WMS.
Σχήμα 5.4.c	Διάγραμμα κλάσεων (Class Diagram) για την αναπαράσταση βασικών οντοτήτων και σχέσεων σε Σύστημα Διαχείρισης Αποθήκης (WMS)
Σχήμα 5.4.d	Διάγραμμα ακολουθίας (Sequence Diagram) για τη διαδικασία παραγγελίας προϊόντων σε WMS.
Σχήμα 5.5.	Σχηματική απεικόνιση της αρχιτεκτονικής ενός Συστήματος Διαχείρισης Αποθήκης (WMS), με έμφαση στη ροή πληροφορίας μεταξύ αποθήκης, server, cloud υποδομής και φορητών συσκευών χρηστών.
Σχήμα 5.6.a	Ενδεικτικό mockup οθόνης παρακολούθησης αποθέματος σε WMS
Σχήμα 5.6.b	Ενδεικτικό mockup περιβάλλοντος χρήσης για αποθηκάριο σε WMS
Σχήμα 5.7.	Οπτική αποτύπωση της δομής και των καναλιών λειτουργίας της StyleLine, πριν από την υλοποίηση του Συστήματος WMS
Πίνακας 1.2.	Συγκριτικός πίνακας πληροφοριακών συστημάτων (MIS, ERP, CRM, WMS, SCM)
Πίνακας 1.6.	Συγκριτική παρουσίαση πλεονεκτημάτων πληροφοριακών συστημάτων έναντι παραδοσιακών μεθόδων
Πίνακας 2.4.	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υιοθέτησης συστήματος διαχείρισης αποθήκης (WMS)
Πίνακας 3.1.	Βασικοί τύποι αποθεμάτων και παραδείγματα
Πίνακας 3.3.	Σύγκριση μεθόδων αποθήκευσης FIFO, LIFO και FEFO
Πίνακας 3.8.	Επιχειρησιακά παραδείγματα χρήσης WMS στον λιανεμπορικό τομέα
Πίνακας 4.4.	Παραδείγματα επιχειρήσεων που εφάρμοσαν WMS σε Omnichannel και ψηφιακό περιβάλλον
Πίνακας 4.5.	Βασικές αλλαγές στη λειτουργία της αποθήκης πριν και μετά την

Οι εικόνες που συνοδεύουν τις ενότητες 1.2., 1.4., 1.5., 4.3. και το 5^ο κεφάλαιο δημιουργήθηκαν με τη βοήθεια εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης (AI), συγκεκριμένα μέσω του GPT-4 της OpenAI.

Παράρτημα Β – Κατάλογος Σχημάτων και Πινάκων

Αγγλικές Συντομογραφίες

Συντομογραφία	Ανάλυση
5S	Sort, Set in order, Shine, Standardize, Sustain – Μεθοδολογία Οργάνωσης Εργασιακού Χώρου
AI	Artificial Intelligence – Τεχνητή Νοημοσύνη
API	Application Programming Interface – Διεπαφή Προγραμματισμού Εφαρμογών
ARIMA	Auto Regressive Integrated Moving Average – Αυτοπαλίνδρομο Ολοκληρωμένο Κινούμενου Μέσου Όρου
AS	Automated Storage – Αυτοματοποιημένη Αποθήκευση
BI	Business Intelligence – Επιχειρηματική Ευφυΐα
CRM	Customer Relationship Management – Σύστημα Διαχείρισης Πελατειακών Σχέσεων
DOM	Distributed Order Management – Κατανεμημένη Διαχείριση Παραγγελιών
EDI	Electronic Data Interchange – Ηλεκτρονική Ανταλλαγή Δεδομένων
EOQ	Economic Order Quantity – Οικονομική Ποσότητα Παραγγελίας
ERP	Enterprise Resource Planning – Σύστημα Επιχειρησιακών Πόρων
FEFO	First Expired, First Out – Πρώτη Λήξη, Πρώτη Έξοδος
FIFO	First In, First Out – Πρώτο Μέσα, Πρώτο Έξω
GSL	Global Smart Logistics – Παγκόσμια Έξυπνη Εφοδιαστική
IT	Information Technology – Τεχνολογία Πληροφορικής

IoT	Internet of Things – Διαδίκτυο των Πραγμάτων
JIT	Just-In-Time – Παραγωγή/Προμήθεια την Κατάλληλη Στιγμή
JSON	JavaScript Object Notation – Σημειογραφία Αντικειμένων της JavaScript
KPI / KPIs	Key Performance Indicator(s) – Βασικοί Δείκτες Απόδοσης
LIFO	Last In, First Out – Τελευταίο Μέσα, Πρώτο Έξω
MAPE	Mean Absolute Percentage Error – Μέσο Σφάλμα Ποσοστού
MIS	Management Information System – Σύστημα Διοικητικής Πληροφόρησης
ML	Machine Learning – Μηχανική Μάθηση
MRP	Material Requirements Planning – Σχεδιασμός Απαιτήσεων Υλικών
POS	Point of Sale – Σύστημα Σημείου Πώλησης
RFID	Radio Frequency Identification – Αναγνώριση μέσω Ραδιοσυχνοτήτων
ROI	Return on Investment – Απόδοση Επένδυσης
ROP	Reorder Point – Σημείο Επαναπαραγγελίας
RS	Retrieval System – Σύστημα Ανάκτησης
S&OP	Sales and Operations Planning – Σχεδιασμός Πωλήσεων και Λειτουργιών
SAP EWM	SAP Extended Warehouse Management – Επεκτάσιμο Σύστημα Διαχείρισης Αποθήκης SAP
SCM	Supply Chain Management – Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας
SLA	Service Level Agreement – Συμφωνία Επιπέδου Υπηρεσιών
SKU(s)	Stock Keeping Unit(s) – Μονάδα Διατήρησης Αποθέματος
TMS	Transportation Management System – Σύστημα Διαχείρισης Μεταφορών
TPS	Transaction Processing System – Σύστημα Επεξεργασίας Συναλλαγών
UI	User Interface – Διεπαφή Χρήστη

UML	Unified Modeling Language – Ενοποιημένη Γλώσσα Μοντελοποίησης
WMS	Warehouse Management System – Σύστημα Διαχείρισης Αποθήκης
XML	eXtensible Markup Language – Επεκτάσιμη Γλώσσα Σήμανσης

Ελληνικές Συντομογραφίες

Συντομογραφία	Ανάλυση
ΔΠ	Διοικητική Πληροφόρηση
ΜΜ	Μηχανική Μάθηση
ΠΠ	Πληροφοριακή Πλατφόρμα
ΠΣ	Πληροφοριακό Σύστημα
ΣΔΑ	Σύστημα Διαχείρισης Αποθήκης
ΣΔΕ	Σύστημα Διαχείρισης Εφοδιαστικής
ΣΔΠ	Σύστημα Διοικητικής Πληροφόρησης