



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

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΣΠΥΡΙΔΩΝ – TML2226
ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΣΟΦΙΑΝΟΠΟΥΛΟΥ ΣΤΥΛΙΑΝΗ

ΠΕΙΡΑΙΑΣ, 2025

ΔΗΛΩΣΗ

«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 ΜΔΕ ανήκουν στον μεταπτυχιακό φοιτητή 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 ΜΔΕ ανήκουν στον μεταπτυχιακό φοιτητή και στην επιβλέπουσα 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) ως συν-συγγραφέων. Στην περίπτωση αυτή προηγείται γραπτή ενημέρωση του/της μη συμμετέχοντα/ουσας στη συγγραφή του επιστημονικού άρθρου. Δεν επιτρέπεται η κατά οποιοδήποτε τρόπο δημοσιοποίηση υλικού το οποίο έχει δηλωθεί εγγράφως ως απόρρητο».

Ο Φοιτητής

Η Επιβλέπουσα

ΒΑΣΙΛΕΙΩΝ ΣΠΥΡΙΔΩΝ



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ – ΑΦΙΕΡΩΣΕΙΣ

Ολοκληρώνοντας την παρούσα διπλωματική εργασία θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνησή της.

Πιο συγκεκριμένα:

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του ΠΜΣ στη Βιομηχανική Διοίκηση και Τεχνολογία του Πανεπιστημίου Πειραιώς για όλες τις γνώσεις που μου παρείχαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου καθώς και την επιβλέπουσα καθηγήτρια Σοφianoπούλου Στυλιανή για την καθοδήγηση και την υποστήριξη της. Επιπλέον, τις πιο θερμές μου ευχαριστίες στον κ. Γιαννάκαινα Βλάσιο ο οποίος τόσο σαν καθηγητής όσο και σαν σύμβουλος – μέντορας μου μετέφερε τις γνώσεις, τις εμπειρίες αλλά και το πάθος του για τον «κόσμο» των logistics. Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Μακαντάση Ευστάθιο – Supply Chain Director για τις συμβουλές και τις ιδέες του όσον αφορά την αναδιοργάνωση ενός αποθηκευτικού κέντρου.

Τέλος, θα ήθελα να αφιερώσω την παρούσα διπλωματική εργασία αρχικά στην οικογένειά μου, τους γονείς μου Μαρία και Χρήστο και την μικρή μου αδερφή Ιωάννα-Πορφυρία, και έπειτα στους φίλους μου, Δημήτρη, Παναγιώτα και Χρήστο, για την αμέριστη υποστήριξη και κατανόηση καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

Σας ευχαριστώ!

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιείται μια παραμετρική ανάλυση των σύγχρονων συστημάτων αποθήκευσης ως προς τον εξοπλισμό που απαιτείται για την διεκπεραίωση των επιμέρους διαδικασιών εντός του αποθηκευτικού κέντρου.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύονται βασικές έννοιες όπως αυτές της εφοδιαστικής αλυσίδας, των logistics και των αποθηκευτικών κέντρων. Η μετατροπή των παραδοσιακών αποθηκών σε σύγχρονα Logistics Centers κρίνεται απαραίτητη για την ικανοποίηση των απαιτήσεων της αγοράς. Οι σύγχρονες υποδομές χρησιμοποιούν προηγμένες τεχνολογίες που ενισχύουν την αποδοτικότητα, ενώ στην ελληνική αγορά παρατηρείται ανάπτυξη με νέα Logistics Centers και επενδύσεις.

Στο επόμενο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στον εξοπλισμό ενός αποθηκευτικού κέντρου ο οποίος διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες: τον εξοπλισμό αποθήκευσης, τον εξοπλισμό διακίνησης και τον εξοπλισμό του order picking. Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτές οι κατηγορίες σχετίζονται με μη αυτοματοποιημένα κέντρα, όπου οι εργαζόμενοι χρησιμοποιούν τον εξοπλισμό για τις εργασίες τους. Για την εξυπηρέτηση διαφορετικών αναγκών και προϋποθέσεων σε κάθε κατηγορία υπάρχουν αρκετοί τύποι εξοπλισμού η επιλογή του σωστού εξοπλισμού είναι ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματικότητα του αποθηκευτικού κέντρου.

Οι αυξανόμενες ανάγκες για παραγωγικότητα και ακρίβεια οδηγούν στην υιοθέτηση νέων τεχνολογιών, όπως τα αυτοματοποιημένα συστήματα αποθήκευσης και ανάκτησης (AS/RS), τα αυτοματοποιημένα καθοδηγούμενα οχήματα (AGVs) και τα αυτόνομα κινούμενα ρομπότ (AMRs). Στο τρίτο κεφάλαιο θα αναλύσουμε αυτές τις τεχνολογίες βλέποντας τα βασικά χαρακτηριστικά τους καθώς και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους.

Η εργασία ολοκληρώνεται με μια μελέτη περίπτωσης μιας γαλακτοκομικής εταιρείας που προχώρησε σε αναδιοργάνωση του κέντρου διανομής της για να επιλύσει παλιά προβλήματα. Η εταιρεία ενοποίησε δύο εργοστάσια και κέντρα διανομής με στόχο την αύξηση της αποδοτικότητας και τη μείωση των λειτουργικών εξόδων. Για την αντιμετώπιση των προκλήσεων προχώρησε σε αλλαγές όπως αναδιαμόρφωση του χώρου, νέα συστήματα αποθήκευσης και εφαρμογή προηγμένων τεχνολογιών, όπως το Vision Picking και το WMS, αποδεικνύοντας με αυτό τον τρόπο τη σημασία της καινοτομίας και της προσαρμογής στις σύγχρονες απαιτήσεις της αγοράς για τη βελτίωση της παραγωγικότητας και της αποτελεσματικότητας.

Λέξεις - Κλειδιά: αποθηκευτικό κέντρο, συστήματα αποθήκευσης, εξοπλισμός ενδοδιακίνησης, συστήματα order picking, αυτοματισμοί, αναδιοργάνωση κέντρου διανομής

ABSTRACT

In this thesis a parametric analysis of modern storage systems is carried out in terms of the equipment required for the handling of the individual processes within the storage center.

In the first chapter, basic concepts such as those of supply chain, logistics and warehouses are analysed. The transformation of traditional warehouses into modern Logistics Centers is deemed necessary to meet market requirements. Modern infrastructures use advanced technologies that enhance efficiency, while the Greek market is witnessing growth with new Logistics Centers and investments.

The next chapter discusses the equipment of a warehouse center which is divided into three categories: storage equipment, handling equipment and order picking equipment. It is worth noting that these categories are related to non-automated centers, where employees use the equipment for their tasks. To serve different needs and conditions in each category there are several types of equipment; choosing the right equipment is vital to the efficiency of the warehouse.

The increasing needs for productivity and accuracy are driving the adoption of new technologies such as automated storage and retrieval systems (AS/RS), automated guided vehicles (AGVs) and autonomously moving robots (AMRs). In chapter three we will analyse these technologies by looking at their key features as well as their advantages and disadvantages.

The paper concludes with a case study of a dairy company that went through a reorganization of its distribution center to solve old problems. The company consolidated two factories and distribution centers with the aim of increasing efficiency and reducing operating costs. To address the challenges, it made changes such as reconfiguring space, new storage systems and implementing advanced technologies such as Vision Picking and WMS, thus demonstrating the importance of innovation and adapting to modern market demands to improve productivity and efficiency.

Keywords: warehouse, warehousing systems, warehousing systems, handling equipment, order picking systems, automation, distribution center reorganization

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ	1
1.1 Εισαγωγή στην Εφοδιαστική Αλυσίδα και τα Logistics	1
1.2 Αποθηκευτικά Κέντρα – Logistics Centers	2
1.2.1 Η εξέλιξη της αποθήκης σε αποθηκευτικό κέντρο	2
1.2.2 Ορισμός και τα είδη του Αποθηκευτικού Κέντρου - Logistics Center.....	2
1.2.3 Οι λειτουργίες ενός Logistics Center.....	3
1.2.4 Τα Logistics Centers του σήμερα και του μέλλοντος.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΤΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ - ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	7
2.1 Συστήματα Αποθήκευσης.....	7
2.1.1 Επάλληλα Στρώματα Παλετών (Block Stacking).....	7
2.1.2 Κλασικά Ράφια Παλετών, Ράφια Back-to-Back (Standard Pallet Racking).....	8
2.1.3 Ράφια Παλέτας Διπλού Βάθους.....	10
2.1.4 Ράφια Ελεύθερης Εισόδου – Διέλευσης (Drive In – Through)	10
2.1.5 Ράφια Slide In	11
2.1.6 Κεκλιμένα Ράφια (Live Storage)	12
2.1.7 Κινητά Ράφια (Mobile Racking).....	13
2.1.8 Ράφια με Προβόλους (Cantilever Racks)	14
2.2 Εξοπλισμός Ενδοαποθηκευτικής Διακίνησης.....	15
2.2.1 Χειροκίνητο Παλετοφόρο (Hand Pallet Truck).....	15
2.2.2 Ηλεκτροκίνητο Παλετοφόρο Πεζού ή Εποχούμενου Χειριστή.....	16
2.2.3 Περονοφόρο με Αντίβαρο (Counter Balanced Forklift Truck)	16
2.2.4 Περονοφόρο Ανυψωτικό (Reach Truck)	17
2.2.5 Περονοφόρο Ανυψωτικό Στενών Διαδρόμων (Very Narrow Aisle – VNA Truck).....	18
2.2.6 Order Picker (Medium – High Level Order Picker).....	18
2.3 Συστήματα Συλλογής Παραγγελιών – Order Picking.....	19
2.3.1 Χειροκίνητο Σύστημα Order Picking	20
2.3.2 Ημι-αυτοματοποιημένο Σύστημα Order Picking.....	20
2.3.3 Αυτοματοποιημένο Σύστημα Order Picking	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ & ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ.....	26
3.1 Αυτοματοποιημένα Συστήματα Αποθήκευσης και Ανάκτησης (Automated Storage and Retrieval Systems, AS/RS)	26
3.1.1 Γερανοί – Stacker Cranes (Unit Load, Mid-Load, Mini Load)	27
3.1.2 Robotic Shuttle Systems	30
3.1.3 Οριζόντια και Κατακόρυφα Καρουζέλ (Horizontal and Vertical Carousels)	30

3.1.4 Κατακόρυφες Μονάδες Ανύψωσης (Vertical Lift Modules)	31
3.2 Αυτοματοποιημένα Καθοδηγούμενα Οχήματα (Automated Guided Vehicles, AGVs) & Αυτονόμως Κινούμενα Φορητά Ρομπότ (Autonomous Mobile Robots, AMRs)	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ.....	38
4.1 Εισαγωγή – Λίγα λόγια για την εταιρεία	38
4.2 Τα Προβλήματα	39
4.3 Λύσεις – Αναδιοργάνωση του κέντρου διανομής	40
4.4 Συμπεράσματα	43
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	45

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Σύστημα Αποθήκευσης Block Stacking.....	8
Εικόνα 2: Σύστημα Αποθήκευσης Back-to-Back.....	9
Εικόνα 3: Σύστημα Αποθήκευσης Διπλού Βάθους.....	10
Εικόνα 4: Σύστημα Αποθήκευσης Drive In – Through.....	11
Εικόνα 5: Σύστημα Αποθήκευσης Slide In.....	12
Εικόνα 6: Σύστημα Αποθήκευσης Live Storage.....	13
Εικόνα 7: Σύστημα Αποθήκευσης Mobile Racking.....	13
Εικόνα 8: Σύστημα Αποθήκευσης Cantilever Racks.....	14
Εικόνα 9: Χειροκίνητο Παλετοφόρο (Hand Pallet Truck).....	15
Εικόνα 10α: Ηλεκτροκίνητο Παλετοφόρο Πεζού Χειριστή.....	16
Εικόνα 10β: Ηλεκτροκίνητο Παλετοφόρο Εποχούμενου Χειριστή.....	16
Εικόνα 11: Περονοφόρο με Αντίβαρα (Counter Balanced Fork Lift Truck).....	17
Εικόνα 12: Περονοφόρο Ανυψωτικό (Reach Truck).....	17
Εικόνα 13: Περονοφόρο Ανυψωτικό Στενών Διαδρόμων (Very Narrow Aisle – VNA Truck).....	18
Εικόνα 14: Order Picker (Medium – High Level Order Picker).....	19
Εικόνα 15: Χειροκίνητο Σύστημα Order Picking.....	20
Εικόνα 16: RF Scanner.....	21
Εικόνα 17: Pick to Light.....	22
Εικόνα 18: Voice Picking.....	23
Εικόνα 19: Vision Picking.....	25
Εικόνα 20: Unit Load Stacker Cranes.....	28
Εικόνα 21: Mid Load Stacker Cranes.....	29
Εικόνα 22: Mini Load Stacker Cranes.....	29
Εικόνα 23: Robotic Shuttle Systems.....	30
Εικόνες 24α και 24β: Κατακόρυφα και Οριζόντια Καρουζέλ (Vertical and Horizontal Carousels).....	31

Εικόνα 25: Κατακόρυφες Μονάδες Ανύψωσης (Vertical Lift Modules).....	32
Εικόνα 26α: Automated Guided Carts.....	34
Εικόνα 26β: Περονοφόρα AGVs.....	34
Εικόνα 26γ: Ρυμουλκά AGVs.....	34
Εικόνα 26δ: AGVs μονάδας φορτίου (Unit Load Automated Guided Vehicles).....	34
Εικόνα 27α: Ρομποτικοί βραχίονες.....	36
Εικόνα 27β: Συνεργατικά Ρομπότ.....	36
Εικόνα 27γ: Goods / Shelf to Person.....	36
Εικόνα 27δ: Ρομπότ διαλογής.....	36
Εικόνα 28α: Carton Flow.....	41
Εικόνα 28β: Pallet Flow.....	41
Εικόνα 29: Picking Tunnel.....	42

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Εξέλιξη των λειτουργιών ενός κέντρου διανομής.....	5
Πίνακας 2: Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα AS/RS.....	27
Πίνακας 3: AGVs Vs AMRs.....	37

1.1 Εισαγωγή στην Εφοδιαστική Αλυσίδα και τα Logistics¹

Οι έννοιες της εφοδιαστικής αλυσίδας και των logistics έχουν κάνει αισθητή την παρουσία τους από πολύ νωρίς στην ιστορία της ανθρωπότητας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα οι πόλεμοι, που κερδήθηκαν χάρη στα logistics του στρατού ή χάθηκαν εξαιτίας της έλλειψής τους. Ωστόσο, ενώ η δύναμη των logistics έχει γίνει κατανοητή από πολύ νωρίς, ο κόσμος των επιχειρήσεων άργησε να καταλάβει την αξία και τα οφέλη που παρέχουν τα ολοκληρωμένα logistics.

Πολλές φορές οι δυο αυτές έννοιες λανθασμένα συγχέονται. Για αυτό τον λόγο είναι απαραίτητο να τις ορίσουμε.

Η εφοδιαστική αλυσίδα αναφέρεται στο σύνολο των διαδικασιών και δραστηριοτήτων που απαιτούνται για την παραγωγή και διανομή ενός προϊόντος από το σημείο της πρώτης ύλης μέχρι τον τελικό καταναλωτή. Περιλαμβάνει τον προγραμματισμό, την προμήθεια των πρώτων υλών, την παραγωγή, τη μεταφορά, την αποθήκευση και τη διανομή του τελικού προϊόντος. Οι βασικοί στόχοι της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι η αποτελεσματικότητα, η μείωση του κόστους και η ικανοποίηση των αναγκών των πελατών.

Από την άλλη πλευρά τα logistics είναι ένα υποσύνολο της εφοδιαστικής αλυσίδας και αναφέρονται κυρίως στις διαδικασίες που αφορούν τη διαχείριση και μεταφορά των προϊόντων από το σημείο παραγωγής στο σημείο κατανάλωσης. Οι δραστηριότητες των logistics περιλαμβάνουν τη διαχείριση αποθηκών, τη μεταφορά, τη διανομή, τη διαχείριση αποθεμάτων και τη συσκευασία. Τα logistics εστιάζουν στη βελτιστοποίηση αυτών των διαδικασιών για την εξασφάλιση της έγκαιρης και αποτελεσματικής παράδοσης των προϊόντων, με στόχο την ελαχιστοποίηση του κόστους και τη μεγιστοποίηση της ικανοποίησης των πελατών.

Με την παγκοσμιοποίηση και την ανάπτυξη του διαδικτύου, οι εφοδιαστικές αλυσίδες έγιναν πιο πολύπλοκες και διεθνείς. Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας έγινε κρίσιμη για την επιτυχία των επιχειρήσεων, καθώς η ανταγωνιστικότητα εξαρτάται από την αποτελεσματικότητα και την ταχύτητα της παραγωγής και διανομής προϊόντων. Από την άλλη πλευρά, τα logistics αποτελούν ένα κρίσιμο υποσύνολο της εφοδιαστικής αλυσίδας, εστιάζοντας στις λειτουργικές πτυχές της μεταφοράς, της αποθήκευσης και της διανομής. Οι τεχνολογικές εξελίξεις και η αυξανόμενη πολυπλοκότητα των παγκόσμιων εφοδιαστικών αλυσίδων έχουν καταστήσει τα logistics αναπόσπαστο μέρος της στρατηγικής διαχείρισης των επιχειρήσεων.

¹ Γιαννάκαινας Β. (2004), Murphy P.R. και Knemeyer A.M. (2018)

1.2 Αποθηκευτικά Κέντρα – Logistics Centers

1.2.1 Η εξέλιξη της αποθήκης σε αποθηκευτικό κέντρο

Μέχρι πρότινος, η θέση της αποθήκης σε μια επιχείρηση ήταν πολύ απλή, χωρίς να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην λειτουργία της, καθώς χρησιμοποιούνταν αποκλειστικά για την φύλαξη των προϊόντων της μέχρι να παραδοθούν στους πελάτες.

Η ανάγκη ύπαρξης ενός κέντρου στο οποίο θα ικανοποιούνται τα 7 σωστά των Logistics (Taschner, A και Charifzadeh, M 2020), δηλαδή η παράδοση του σωστού προϊόντος, στη σωστή ποσότητα, στη σωστή ποιότητα, στο σωστό χρόνο, στο σωστό τόπο, στο σωστό κόστος και με το σωστό περιβαλλοντικό αποτύπωμα, έχει οδηγήσει στην μετατροπή της παραδοσιακής αποθήκης σε Κέντρο Διανομής (Distribution Center – DC) ή σε Κέντρο Logistics (Logistics Center – LC). Συνεπώς, σήμερα η αποθήκη δεν αποτελεί απλά τον τελικό προορισμό των προϊόντων αλλά έναν από τους σημαντικότερους κρίκους της εφοδιαστικής αλυσίδας.

1.2.2 Ορισμός και τα είδη του Αποθηκευτικού Κέντρου - Logistics Center

Στο σημείο αυτό είναι απαραίτητο να δώσουμε έναν ορισμό των Logistics Center. Πιο συγκεκριμένα:

«Ως Logistics Center ορίζουμε μία κτιριακή εγκατάσταση στην οποία διενεργείται και ελέγχεται το σύνολο των δραστηριοτήτων που αποτελούν την καθετοποιημένη λειτουργία των logistics. Με τον όρο καθετοποιημένη λειτουργία εννοούμε την πλήρη υποστήριξη και εκτέλεση όχι μόνο των κλασσικών διαδικασιών παραλαβής, αποθήκευσης, συλλογής, φόρτωσης και αποστολής προϊόντων, αλλά και όλων των υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας (value added services) που συνιστούν διαδικασίες, όπως π.χ. η παλετοποίηση, η παραγγελιοληψία, η πακετοποίηση κ.α.» (Ανατομία των Business Logistics (2004), Γιαννάκαινας Β.)

Υπάρχουν διάφοροι τύποι Logistics Center², ο καθένας από αυτούς με διαφορετικό τρόπο λειτουργίας:

- Κέντρο Μεταφοράς (Transfer Center)

Διαλογή και άμεση αποστολή των εμπορευμάτων χωρίς αποθήκευση. Λειτουργούν ως ενδιάμεσοι σταθμοί, απαιτώντας ταχύτητα και συνεργασία.

- Κέντρο Διανομής (Distribution Center)

² (<https://www.becosan.com/logistics-centers/>)

Αποθηκεύει και διαχειρίζεται αποθέματα, ταξινομεί αγαθά και τα αποστέλλει σε καταστήματα ή καταναλωτές. Περιλαμβάνει λειτουργίες όπως αποστολή, επιλογή και συσκευασία εμπορευμάτων.

- Κέντρο Επεξεργασίας και Διανομής (Processing and Distribution Center)

Αποτελεί μια επέκταση του προηγούμενου κέντρου καθώς περιλαμβάνει και τη διαδικασία της συναρμολόγησης εξαρτημάτων. Συνήθως βρίσκεται κοντά στα εργοστάσια για τελικές εργασίες και απαιτεί ειδικές εγκαταστάσεις.

- Κέντρα Εκπλήρωσης (Fulfillment Centers)

Διαχείριση, συλλογή και παράδοση αποκλειστικά ηλεκτρονικών παραγγελιών. Περιλαμβάνει διαχείριση αποθέματος, παραπόνων, πληρωμών, επιστροφών και δεδομένων πελατών.

1.2.3 Οι λειτουργίες ενός Logistics Center

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, ένα σύγχρονο Logistics Center μπορεί να εκτελέσει αρκετές διαδικασίες, ορισμένες απαραίτητες για την ομαλή λειτουργία ολόκληρης της εφοδιαστικής αλυσίδας αλλά και κάποιες δευτερεύουσας σημασίας όπως οι υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας (value added services).

Αρχικά, θα αναλύσουμε τις πέντε (5) βασικές λειτουργίες ενός αποθηκευτικού κέντρου:³

- Παραλαβή
Στην πρώτη λειτουργία πραγματοποιείται η φυσική παραλαβή των εμπορευμάτων. Αρχικά, ξεφορτώνονται τα εμπορεύματα στον χώρο παραλαβών και αμέσως καταμετρούνται και ελέγχονται οι ποσότητες έτσι ώστε να συμπίπτουν με την παραγγελία που έχει κάνει η επιχείρηση αλλά και με τα συνοδευτικά έγγραφα της μεταφοράς. Ορισμένες φορές, πραγματοποιούνται και ποιοτικοί έλεγχοι λαμβάνοντας ένα δείγμα από την παραγγελία που μόλις έχει παραληφθεί με σκοπό την διασφάλιση της ποιότητας των εμπορευμάτων. Τέλος, πραγματοποιείται παλετοποίηση ή αποπαλετοποίηση ανάλογα με τον τρόπο που θέλουμε να αποθηκευτούν τα εμπορεύματα, εκδίδονται νέα barcodes και καταχωρούνται στο WMS (Warehouse Management System) της αποθήκης.
- Απόθεση
Κατά την απόθεση τα προϊόντα τακτοποιούνται στην αποθήκη βάσει ορισμένων κριτηρίων που έχουμε ορίσει όπως η ταχυκινήσια των ειδών, δεσμεύσεις θερμοκρασίας, διαστάσεις κλπ. Σημαντικό ρόλο σε αυτή την

³ Μαλινδρέτος Γ. (2018)

λειτουργία έχει το WMS καθώς παρέχει στους χρήστες προτάσεις σχετικά με τις θέσεις απόθεσης των προϊόντων αλλά και εποπτεία για την μείωση των λαθών.

- Αποθήκευση

Σ' αυτό το στάδιο πέρα από την βασική λειτουργία της αποθήκευσης περιλαμβάνονται και άλλες όπως η ενδοδιακίνηση των προϊόντων, η απογραφή, η ανατροφοδοσία των θέσεων συλλογής από τις θέσεις stock κλπ.

- Συλλογή

Η συλλογή ή η εκτέλεση των παραγγελιών (order picking) αποτελεί μια από τις σημαντικότερες λειτουργίες ενός αποθηκευτικού κέντρου δεδομένου ότι επηρεάζει σε πολύ μεγάλο βαθμό την αποτελεσματικότητά του και συνεπώς την ικανοποίηση του πελάτη. Ανάλογα με το είδος των προϊόντων και γενικά της επιχείρησης υπάρχουν τρεις μέθοδοι συλλογής (picking): η συλλογή ανά παραγγελία, η συγκεντρωτική συλλογή και η συλλογή ανά ζώνη. Και στις τρεις μεθόδους οι ποσότητες συλλογής μπορούν να είναι τεμάχια, κιβώτια παλέτες ή συνδυασμός τους. Στο επόμενο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα δούμε τα συστήματα συλλογής παραγγελιών και θα αναλύσουμε τους σημαντικότερους αυτοματισμούς που χρησιμοποιούνται στα σύγχρονα αποθηκευτικά κέντρα.

- Αποστολή

Πρόκειται για την τελευταία λειτουργία κατά την οποία τα προϊόντα εξάγονται από την αποθήκη. Σε αυτό το στάδιο αρχικά γίνεται η τελική προετοιμασία της παραγγελίας (ταξινόμηση ανά περιοχή αποστολής ή ανά πελάτη, συσκευασία – παλετοποίηση και ετικετοποίηση), ακολουθεί ένας τελικός έλεγχος και τέλος η φόρτωση στα φορτηγά έτσι ώστε να αποσταλούν στους πελάτες.

Στη συνέχεια, θα αναφερθούμε στις λεγόμενες υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας (value added services). Πώς όμως τα αποθηκευτικά κέντρα οδηγήθηκαν στην πραγματοποίηση τέτοιου είδους λειτουργιών; Οι ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις των καταναλωτών ουσιαστικά επέβαλαν στα αποθηκευτικά κέντρα να προσθέτουν αξία στις υπηρεσίες και στα προϊόντα της επιχείρησης έτσι ώστε να γίνουν πιο ανταγωνιστικά και πιο ελκυστικά στους καταναλωτές. Από τις πιο σημαντικές υπηρεσίες τέτοιου είδους είναι η ανασυσκευασία και η ετικετοποίηση. Για παράδειγμα σε περιόδους εορτών όπως τα Χριστούγεννα πολλές φορές αλλάζει η συσκευασία των προϊόντων τοποθετώντας πολλά τεμάχια μαζί, στα πλαίσια κάποιας προσφοράς, και ταυτόχρονα τοποθετείτε η εορταστική ετικέτα. Επιπλέον, εξίσου σημαντική είναι και η συναρμολόγηση καθώς υπάρχουν αρκετές περιπτώσεις στις οποίες το τελικό προϊόν που έχει παραγγείλει ο καταναλωτής αποτελείται από αρκετά επιμέρους κομμάτια τα οποία χρειάζεται να συναρμολογηθούν μεταξύ τους.

Σε αυτό το σημείο αξίζει να παρατηρήσουμε στον πίνακα 1 που ακολουθεί πως έχουν εξελιχθεί οι λειτουργίες, περνώντας από την απλή – παραδοσιακή αποθήκη στο Logistics Center.

ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΑΠΟΘΗΚΗ	ΚΕΝΤΡΟΔΙΑΝΟΜΗΣ – LOGISTICS
Δεκαετία 1980	Δεκαετία 1990 και μετά
Παραλαβή	Παραλαβή
Προετοιμασία παραλαβής Διαχείριση εγγράφων	Προετοιμασία παραλαβής Διαχείριση εγγράφων Σήμανση προϊόντων - BarCoding Επικόλληση ετικετών Cross – docking Ποιοτικός Έλεγχος
Αποθήκευση	Αποθήκευση
	Έλεγχος αποθεμάτων Διαχείριση θέσεων
Διαχείριση παραγγελιών	Διαχείριση παραγγελιών
	EDI Ηλεκτρονικές παραγγελίες
Συλλογή προϊόντων	Συλλογή προϊόντων
	Συγκέντρωση προϊόντων
Τελική προετοιμασία Παραγγελιών	Τελική προετοιμασία Παραγγελιών
(Ανα)συσκευασία Παλετοποίηση Έκδοση παραστατικών	(Ανα)συσκευασία Παλετοποίηση Έκδοση παραστατικών Περιτύλιξη με stretch film Συναρμολόγηση Επικόλληση ετικετών
Αποστολή	Αποστολή
Μεταφορά – Διανομή	Μεταφορά – Διανομή με παροχή πληροφοριών στους πελάτες Αρομολόγηση φορτηγών Διαπραγμάτευση τιμών Επιλογή μεταφορικής εταιρείας Διαχείριση επιστροφών Έκδοση δεικτών απόδοσης Έκδοση τιμολογίων

Πίνακας 1: Εξέλιξη των λειτουργιών ενός κέντρου διανομής
Πηγή: Logistics Management – Θεωρία και Πράξη (1997), Σιμνιώτης

1.2.4 Τα Logistics Centers του σήμερα και του μέλλοντος

Τα σύγχρονα κέντρα logistics υιοθετούν τεχνολογία αιχμής προκειμένου να αυξήσουν την αποδοτικότητα και ανταγωνιστικότητά τους. Επιπλέον, ψηφιοποιούν τις διαδικασίες τους, χρησιμοποιούν συνεχείς ροές πληροφοριών, ανάλυση δεδομένων και έξυπνο έλεγχο μηχανών. Διαθέτουν συστήματα πληροφορικής για παρακολούθηση αντικειμένων σε πραγματικό χρόνο και αυτοματοποιημένο εξοπλισμό χειρισμού. Αυτή η τεχνολογία είναι κρίσιμη λόγω του μεγάλου όγκου κινήσεων σε κόμβους εφοδιαστικής, καθιστώντας την αυτοματοποίηση ζωτική για την ανταγωνιστικότητα.

Στη χώρα μας η υποδομή Logistics αποτελείται κυρίως από μικρού μεγέθους αποθηκευτικά κέντρα, τα οποία βρίσκονται διασκορπισμένα σε ολόκληρη τη χώρα (με Οινόφυτα, Ασπρόπυργο και Θεσσαλονίκη να κυριαρχούν).

Η Ελλάδα έχει δει σημαντική ανάπτυξη στα κέντρα logistics τα τελευταία χρόνια. Το διαθέσιμο μέγεθος των αποθηκευτικών κέντρων αλλά και η ποιότητά τους έχει βελτιωθεί σε πολύ μεγάλο βαθμό ενώ ταυτόχρονα έχουν δημιουργηθεί νέα κέντρα Logistics και αποθήκες για να υποστηρίξουν την αυξανόμενη ζήτηση για διανομή και αποθήκευση. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι προμηθευτές 3PL (Third Party Logistics) με πολύ μεγάλη παρουσία στο χώρο έχουν επενδύσει σε μεγαλύτερα και πιο σύγχρονα κέντρα. Ωστόσο, σε αντίθεση με άλλες χώρες δεν επικρατεί το outsourcing σε μεγάλο βαθμό καθώς υπάρχει η τάση για δημιουργία ιδιόκτητων αποθηκευτικών κέντρων.

Ακόμα, όσον αφορά τον εξοπλισμό, πολλά κέντρα logistics έχουν υιοθετήσει σύγχρονες τεχνολογίες, όπως αυτοματοποιημένα συστήματα αποθήκευσης και διαχείρισης (AS/RS), συστήματα RFID, και πλατφόρμες διαχείρισης αποθηκών (WMS). Αυτές οι τεχνολογίες βελτιώνουν την αποδοτικότητα και μειώνουν τα κόστη.

Τέλος, αν και υπάρχει πρόοδος, η υποδομή μεταφορών στην Ελλάδα μπορεί να επηρεάσει την αποδοτικότητα των κέντρων logistics. Επενδύσεις σε οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα είναι κρίσιμες για τη βελτίωση της διασύνδεσης. Η ελληνική κυβέρνηση έχει προωθήσει επενδύσεις στη βελτίωση των υποδομών logistics ως μέρος των στρατηγικών ανάπτυξης για την ενίσχυση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της ανταγωνιστικότητας. Με την ολοκλήρωση των επενδύσεων στο Θριάσιο I και II και παράλληλα την ανάπτυξη του εμπορευματικού κέντρου στο δήμο φυλής αλλά και ενός αντίστοιχου σχεδίου στη Θεσσαλονίκη, προβλέπονται μεγάλα περιθώρια ανάπτυξης στην ελληνική αγορά των logistics.

Συνεπώς, η κατάσταση των κέντρων logistics στην Ελλάδα είναι δυναμική και ανταγωνίζεται με τις διεθνείς τάσεις, ενώ προσαρμόζεται συνεχώς στις απαιτήσεις της αγοράς και των τεχνολογικών εξελίξεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΤΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ - ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Σε ένα αποθηκευτικό κέντρο ο εξοπλισμός έχει καθοριστικό ρόλο όσον αφορά την άρτια λειτουργία του. Τα διάφορα είδη εξοπλισμού πρέπει να εναρμονίζονται μεταξύ τους προσφέροντας όσο το δυνατό μεγαλύτερη αποδοτικότητα.

Υπάρχουν τρεις βασικές κατηγορίες. Η πρώτη αφορά τον εξοπλισμό αποθήκευσης, δηλαδή τα ράφια των παλετών και των κιβωτίων, η δεύτερη τον εξοπλισμό διακίνησης, στην οποία περιλαμβάνονται τα ανυψωτικά, τα περονοφόρα και ο λοιπός εξοπλισμός και η τρίτη αφορά τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείτε κατά την συλλογή των παραγγελιών (order picking). Και στις τρεις κατηγορίες αναφερόμαστε σε εξοπλισμό μη-αυτοματοποιημένων αποθηκευτικών κέντρων δηλαδή κέντρων όπου ο εργάτης εκτελεί όλες τις εργασίες με την βοήθεια του εξοπλισμού. Ωστόσο, η αύξηση των αναγκών των καταναλωτών έχει οδηγήσει σε μεγάλες απαιτήσεις από τα αποθηκευτικά κέντρα, οι οποίες ικανοποιούνται μέσω μιας νέας κατηγορίας εξοπλισμού βασισμένη στις σύγχρονες τεχνολογίες και τους αυτοματισμούς.

2.1 Συστήματα Αποθήκευσης

Το αποθηκευτικό σύστημα ενός Logistic Center αποτελεί ζωτικό μέρος της υποδομής που χρησιμοποιείται για την οργάνωση και την αποθήκευση των εμπορευμάτων. Η ορθή επιλογή του καταλληλότερου συστήματος είναι πολύ σημαντική για την λειτουργία του. Για τον λόγο αυτό λαμβάνονται υπόψιν πολλοί παράγοντες όπως η φύση των προς αποθήκευση αντικειμένων, η διάρκεια ζωής τους, η ταχυκίνησή τους, η χωροταξία του αποθηκευτικού κέντρου κ.α.

Προκειμένου να ικανοποιηθούν όλοι οι επιμέρους παράγοντες κατά περίπτωση, υπάρχουν αρκετά είδη αποθηκευτικών συστημάτων, τα βασικά χαρακτηριστικά των οποίων θα αναλυθούν στην συνέχεια.⁴

Πιο συγκεκριμένα:

2.1.1 Επάλληλα Στρώματα Παλετών (Block Stacking)

Τα επάλληλα στρώματα παλετών - block stacking (εικόνα 1) είναι μια μέθοδος αποθήκευσης που συνίσταται στο να τοποθετούνται οι παλέτες η μία πάνω στην άλλη, δημιουργώντας στοίβες, χωρίς την χρήση ραφιών και λοιπού εξοπλισμού. Εξαίρεση

⁴ Γιαννάκαινας Β. (2004)

αποτελεί η περίπτωση κατά την οποία γίνεται χρήση ειδικού εξοπλισμού ποστιάσματος για την εκμετάλλευση μεγαλύτερου ύψους.

Τα βασικά χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης μεθόδου είναι:

- Χαμηλό κόστος εξοπλισμού.
- Το ύψος των στοιβών δεν μπορεί να ξεπεράσει τα τρία ή τέσσερα στρώματα για λόγους σταθερότητας.
- Εκμετάλλευση χώρου περίπου 50-55%.
- Κατάλληλη για εμπορεύματα με χαμηλή ταχύτητα κίνησης.
- Ακατάλληλη για εργασίες συλλογής και εκτέλεσης παραγγελιών (order picking). Στη συγκεκριμένη μέθοδο εφαρμόζεται η αρχή του LIFO (Last In First Out).



Εικόνα 1: Σύστημα Αποθήκευσης Block Stacking

Πηγή: <https://thistlesystems.co.uk/block-stacking-warehouse-semi-automated-racking/>

2.1.2 Κλασικά Ράφια Παλετών, Ράφια Back-to-Back (Standard Pallet Racking)

Το σύστημα αποθήκευσης παλετών Back-to-Back (εικόνα 2) είναι το πιο συνηθισμένο για την αποθήκευση παλετοποιημένων προϊόντων. Αποτελεί την ιδανική λύση σε περιπτώσεις αποθήκευσης με διαφορετικά είδη παλέτας, ενώ μπορεί ενδεχομένως να συνδυαστεί με ράφια περισυλλογής παραγγελιών (order picking) εφαρμόζοντας απόλυτα την αρχή FIFO (First In First Out).

Τα πλαίσια των ραφιών σχηματίζουν διπλές σειρές, οι οποίες χωρίζονται μεταξύ τους με διαδρόμους. Μονές σειρές τοποθετούνται σε τοίχους ή όταν θέλουμε να οριοθετήσουμε το σύστημα.

Τα ράφια Back-to-Back διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες με βάση το πλάτος των διαδρόμων. Αυτές είναι:

- Κλασικά ράφια παλέτας (Storage Racking)

Το πλάτος των διαδρόμων είναι από 2,8 έως 4 μέτρα, προσφέροντας ευκολία στην πραγματοποίηση των διαδικασιών καθώς εντός του διαδρόμου χωράνε μέχρι και δύο μηχανήματα, ενώ το ύψος των ραφιών φτάνει μέχρι 7-8 μέτρα. Η συγκεκριμένη κατηγορία περιορίζει αρκετά την εκμετάλλευση του χώρου, 30 – 40%.

- Ράφια παλέτας στενών διαδρόμων (narrow aisle racking)

Το πλάτος των διαδρόμων είναι από 1,6 έως 1,8 μέτρα ενώ το ύψος των ραφιών φτάνει μέχρι τα 13 μέτρα. Σε αυτή την κατηγορία επιτυγχάνεται αύξηση στην εκμετάλλευση του χώρου έως και 60% αλλά μικρότερη ταχύτητα των εργασιών δεδομένου ότι μπορεί να δουλέψει μόνο ένα μηχάνημα.

- Υψηλά ράφια παλέτας πολύ στενών διαδρόμων (V.N.A racking – high bay)

Το πλάτος των διαδρόμων είναι περίπου στα 1,5 μέτρα ενώ το ύψος των ραφιών μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 35 μέτρα. Στο συγκεκριμένο σύστημα χρησιμοποιούνται ειδικά διαμορφωμένοι γερανοί (stacker cranes). Αξίζει να σημειωθεί ότι με την χρήση τέτοιου είδους ραφιών επιτυγχάνεται ακόμα μεγαλύτερη εκμετάλλευση του χώρου σε σχέση με τις προηγούμενες κατηγορίες.



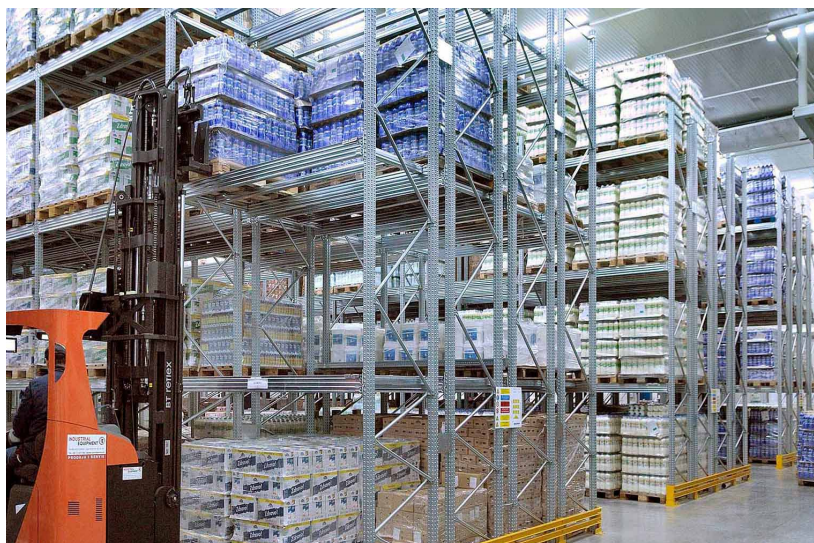
Εικόνα 2: Σύστημα Αποθήκευσης Back-to-Back

Πηγή: <https://ergstorage.eu/el/products/racking-and-shelving/pallet-racking/pallet-back-to-back/>

Επιπλέον, ανάλογα με το είδος των αντικειμένων που πρόκειται να αποθηκευτούν, τα ράφια Back-to-back διαχωρίζονται σε ακόμα δύο κατηγορίες. Η πρώτη είναι τα κλασσικά ράφια παλετών στα οποία αποθηκεύεται οτιδήποτε μπορεί να παλετοποιηθεί. Το δεύτερο είδος είναι τα ράφια θυρίδας (shelving) τόσο για μικροαντικείμενα όσο και για μεσαίου μεγέθους αντικείμενα που δεν μπορούν να παλετοποιηθούν. Αναλόγως διαμορφώνεται και το μέγεθος των ραφιών. Επιπλέον, τα συγκεκριμένα ράφια μπορούν να προσαρμοστούν με συρτάρια (drawers) για την αποθήκευση ακριβών αντικειμένων ή προϊόντων που απαιτούν ειδικές συνθήκες φύλαξης όπως είναι τα φάρμακα. Συνήθως συνδυάζονται με τη χρήση παταριού για ακόμα μεγαλύτερη εκμετάλλευση του διατιθέμενου χώρου.

2.1.3 Ράφια Παλέτας Διπλού Βάθους

Αποτελεί παρόμοιο σύστημα με αυτό των ραφιών Back-to-Back με την μόνη διαφορά ότι εδώ έχουμε τετραπλές σειρές ραφιών (αντί για διπλές). Οι παλέτες τοποθετούνται η μια πίσω από την άλλη σε διπλό βάθος αυξάνοντας έτσι την αποθηκευτική ικανότητα του αποθηκευτικού κέντρου (εικόνα 3).



Εικόνα 3: Σύστημα Αποθήκευσης Διπλού Βάθους
Πηγή: <https://www.racknroll.gr/rafi-paletas-doubledeep/>

2.1.4 Ράφια Ελεύθερης Εισόδου – Διέλευσης (Drive In – Through)

Στο συγκεκριμένο αποθηκευτικό σύστημα οι παλέτες – εμπορεύματα τοποθετούνται, με την βοήθεια ανυψωτικού περνοφόρου οχήματος, με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να ακουμπάνε τα άκρα τους σε ειδική διαμόρφωση του ραφιού.

Το σύστημα ονομάζεται ελεύθερης εισόδου (Drive-In) (εικόνα 4), όταν το ανυψωτικό μηχάνημα μπορεί να εισέλθει και να εξέλθει μόνο από την μια πλευρά των ραφιών, και ελεύθερης διέλευσης (Drive-Through) όταν υπάρχει πρόσβαση στα ράφια και από τις δύο πλευρές.

Τα βασικά του χαρακτηριστικά είναι:

- Ιδανικό για αποθήκευση παλετοποιημένων προϊόντων σε μεγάλες ποσότητες, καθώς κάθε αποθηκευτική «στήλη» πρέπει να αφορά το ίδιο προϊόν.
- Εφαρμογή μόνο της αρχής LIFO (Last In First Out) σε σύστημα Drive-In, ενώ στο Drive-Through μπορεί να εφαρμοστεί και η αρχή FIFO.
- Εκμετάλλευση χώρου περίπου 50 – 60%.
- Δύσκολη πρόσβαση στις αποθηκευτικές θέσεις.
- Το κόστος του είναι περίπου το διπλάσιο από αυτό των κλασικών ραφιών παλέτας.

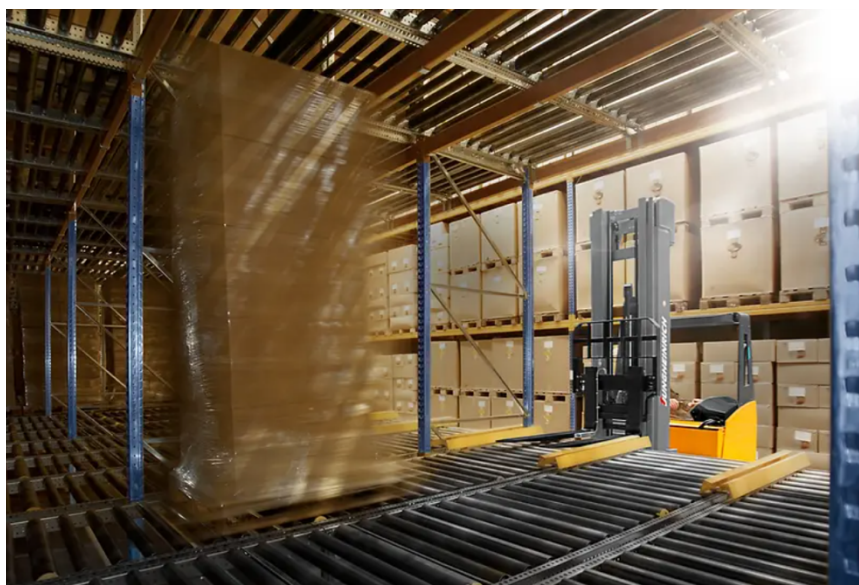


Εικόνα 4: Σύστημα Αποθήκευσης Drive In – Through
Πηγή: <https://www.jungheinrich.gr/>

2.1.5 Ράφια Slide In

Τα ράφια Slide in (εικόνα 5) είναι της ίδια φιλοσοφίας με τα ράφια ελεύθερης εισόδου – διέλευσης (Drive In – Through) με την μόνη διαφορά ότι τα ανυψωτικά μηχανήματα δεν μπαίνουν μέσα στους διαδρόμους. Αντιθέτως, οι παλέτες τοποθετούνται πάνω σε ειδικά ράουλα με την βοήθεια των οποίων το μηχάνημα σπρώχνει αυτή και όλες τις άλλες παλέτες προς τα πίσω. Το συγκεκριμένο σύστημα υπερτερεί από το Drive In – Through αφού οι παλέτες μπορούν να τοποθετηθούν σε μεγαλύτερο βάθος και ύψος με μεγαλύτερη ταχύτητα όμως το κόστος του είναι σχεδόν το διπλάσιο.

Μια σύγχρονη και αυτοματοποιημένη παραλλαγή αυτού του συστήματος είναι το Radio Shuttle, στο οποίο θα αναφερθούμε αναλυτικά στην συνέχεια.



Εικόνα 5: Σύστημα Αποθήκευσης Slide In
Πηγή: <https://www.jungheinrich.gr/>

2.1.6 Κεκλιμένα Ράφια (Live Storage)

Στο σύστημα κεκλιμένων ραφιών - Live Storage (εικόνα 6) οι παλέτες κινούμενες σύμφωνα με την αρχή της βαρύτητας πάνω σε ραουλόδρομους με κλίση 3 – 5%, φορτώνονται από την μία πλευρά των ραφιών και εκφορτώνονται από την αντίθετη. Απαραίτητη για την λειτουργία του είναι η ύπαρξη δύο διαδρόμων ο ένας για την φόρτωση και ο άλλος για την εκφόρτωση, στους οποίους θα κινούνται τα ανυψωτικά μηχανήματα. Υπάρχουν και οι περιπτώσεις όπου η πλευρά φόρτωσης και εκφόρτωσης διαφοροποιείται ανάλογα με το επίπεδο. Για παράδειγμα στο επίπεδο 0 η φόρτωση πραγματοποιείται από αριστερά και η εκφόρτωση από την δεξιά πλευρά ενώ στο επίπεδο 1 γίνονται με την αντίθετη φορά.

Ορισμένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του είναι:

- Ιδανικό για εμπορεύματα με μικρή διάρκεια ζωής, σε μεγάλες παρτίδες και μεγάλη κυκλοφοριακή ταχύτητα.
- Εφαρμογή αποκλειστικά της αρχής FIFO (First In First Out).
- Μεγάλη εκμετάλλευση χώρου έως και 85%.
- Υψηλό κόστος κατασκευής.



Εικόνα 6: Σύστημα Αποθήκευσης Live Storage
Πηγή: <https://www.kolibioti.gr>

2.1.7 Κινητά Ράφια (Mobile Racking)

Τα ράφια στο συγκεκριμένο σύστημα τοποθετούνται πάνω σε κινητές βάσεις οι οποίες είναι εγκατεστημένες στο δάπεδο του αποθηκευτικού κέντρου. Εφόσον είναι επιθυμητή η πρόσβαση σε ένα συγκεκριμένο σημείο, οι βάσεις και συνεπώς τα ράφια μετακινούνται δημιουργώντας έτσι έναν διάδρομο την φορά. Η μετακίνηση των ραφιών μπορεί να γίνει χειρωνακτικά, μηχανικά ή ηλεκτρομηχανικά (εικόνα 7).



Εικόνα 7: Σύστημα Αποθήκευσης Mobile Racking
Πηγή: <https://www.voyatzoglou.gr/metallika-rafia-apothikis-exoplismos/kinita-rafia-mobile-racking/>

Τα βασικά χαρακτηριστικά του είναι:

- Μέγιστη εκμετάλλευση του αποθηκευτικού χώρου.
- Εφαρμογή της αρχής FIFO.
- Πρόσβαση σε όλες τις αποθηκευτικές θέσεις, ωστόσο με σχετικά χαμηλή ταχύτητα.
- Υψηλό κόστος κατασκευής.
- Μεγάλη δυσκολία και κόστος σε περίπτωση αναδιοργάνωσης του αποθηκευτικού κέντρου εξαιτίας της εγκατάστασης των κινητών βάσεων στο δάπεδο.

2.1.8 Ράφια με Προβόλους (Cantilever Racks)

Τα ράφια με προβόλους (εικόνα 8) διαφέρουν από την κλασική μορφή των ραφιών καθώς ουσιαστικά αποτελούν βάσεις τοποθέτησης εμπορευμάτων. Χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις όπου το μήκος του αποθηκευόμενου αντικειμένου είναι πολύ μεγαλύτερο σε σχέση με τις άλλες διαστάσεις του. Για παράδειγμα, σωλήνες, ράβδοι σιδήρου κλπ. Επιπλέον, τέτοιου είδους αντικείμενα αποτελούν μοναδιαία φορτία καθώς δεν μπορούν να μοναδοποιηθούν με κάποιο άλλο τρόπο όπως παλέτες ή κιβώτια.



Εικόνα 8: Σύστημα Αποθήκευσης Cantilever Racks

Πηγή: <https://www.voyatzoglou.gr/metallika-rafia-apothikis-exoplismos/provolika-rafia-cantilever/>

Έχοντας αναλύσει όλα τα αποθηκευτικά συστήματα καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν περιπτώσεις όπου χρησιμοποιούνται συνήθως συγκεκριμένα συστήματα. Για παράδειγμα για προσωρινή αποθήκευση υλικών εμπορευμάτων αλλά και για εμπορεύματα που διακινούνται κατά παρτίδες χρησιμοποιούμε το σύστημα των επάλληλων στρωμάτων (Block Stacking) ή των ραφιών ελεύθερης εισόδου (Drive In). Για αποθήκευση εμπορευμάτων με περιορισμένη διάρκεια ζωής χρησιμοποιείται το σύστημα των κεκλιμένων ραφιών (Live Storage) ενώ για αποθήκευση εμπορευμάτων

με μικρή ζήτηση και έλλειψη αποθηκευτικού χώρου χρησιμοποιείτε το σύστημα των κινητών ραφιών (Mobile Racking). Τέλος, για τις υπόλοιπες περιπτώσεις συνήθως ταιριάζει το σύστημα των ραφιών Back-to-Back.

2.2 Εξοπλισμός Ενδοαποθηκευτικής Διακίνησης

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για την μεταφορά των εμπορευμάτων εντός του αποθηκευτικού κέντρου καλύπτει ένα ευρύ φάσμα εργασιών. Για τον λόγο αυτό υπάρχουν πολλές επιλογές με διαφορετικά χαρακτηριστικά, όπως η δύναμη του κινητήρα, η ταχύτητα, η ανυψωτική ικανότητα τόσο σε βάρος όσο και σε ύψος, οι διαστάσεις του κλπ.

Η σωστή επιλογή του συγκεκριμένου είδους εξοπλισμού προϋποθέτει να ληφθούν υπόψιν, πέρα των λειτουργικών χαρακτηριστικών του μηχανήματος, η χωροταξία του αποθηκευτικού κέντρου και το είδος του αποθηκευτικού συστήματος που θα χρησιμοποιηθεί σε αυτό.

Τα βασικότερα είδη του εξοπλισμού ενδοαποθηκευτικής διακίνησης είναι:⁵

2.2.1 Χειροκίνητο Παλετοφόρο (Hand Pallet Truck)

Αποτελεί το πιο διαδεδομένο μηχανήμα ενδοαποθηκευτικής διακίνησης παλετών, τόσο για την τοποθέτησή τους όσο και για την συλλογή τους σε ύψη πολύ κοντά στο δάπεδο. Για την χρήση του δεν απαιτείται κάποιο δίπλωμα ή άδεια και το κόστος του είναι ιδιαίτερα χαμηλό (εικόνα 9).



Εικόνα 9: Χειροκίνητο Παλετοφόρο (Hand Pallet Truck)
Πηγή: <https://www.yale.com>

⁵ Γιαννάκαινας Β. (2004)

2.2.2 Ηλεκτροκίνητο Παλετοφόρο Πεζού ή Εποχούμενου Χειριστή

Το ηλεκτροκίνητο παλετοφόρο πεζού χειριστή (εικόνα 10α) και το ηλεκτροκίνητο παλετοφόρο εποχούμενου χειριστή (εικόνα 10β) αποτελούν μια σύγχρονη παραλλαγή του χειροκίνητου παλετοφόρου με βασική διαφορά ότι δεν απαιτείται χειρωνακτική εργασία για την λειτουργία του.

Στην περίπτωση του εποχούμενου ο χειριστής κινείται μαζί με το παλετοφόρο πάνω σε ειδική πλατφόρμα και όχι πεζός.



Εικόνα 10α: Ηλεκτροκίνητο Παλετοφόρο Πεζού Χειριστή
Πηγή: <https://www.yale.com>



Εικόνα 10β: Ηλεκτροκίνητο Παλετοφόρο Εποχούμενου Χειριστή
Πηγή: <https://www.yale.com>

2.2.3 Περονόφορο με Αντίβαρα (Counter Balanced Forklift Truck)

Αποτελεί την ιδανικότερη λύση για τις εργασίες των παραλαβών και των μεταφορών σε αποθηκευτικά κέντρα μικρού ύψους. Υπάρχει και η δυνατότητα χρήσης του στον εξωτερικό χώρο του αποθηκευτικού κέντρου επιλέγοντας κατάλληλο τύπο ελαστικών. Ένα πολύ σημαντικό μειονέκτημά του είναι η απαίτηση μεγάλων διαδρόμων σε πλάτος, περίπου 3,5 – 4,5 μέτρα (εικόνα 11).



Εικόνα 11: Περονοφόρο με Αντίβαρα (Counter Balanced Fork Lift Truck)
Πηγή: <https://www.yale.com>

2.2.4 Περονοφόρο Ανυψωτικό (Reach Truck)

Είναι κατάλληλο για αποθηκευτικά κέντρα με ύψος έως και 12 μέτρα και πλάτος διαδρόμων μόλις 2,8 μέτρα. Η θέση οδήγησης προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα καθώς ο οδηγός βλέπει και μπροστά και πίσω, ωστόσο το κόστος του είναι υψηλότερο σε σχέση με το περονοφόρο με αντίβαρα (εικόνα 12).



Εικόνα 12: Περονοφόρο Ανυψωτικό (Reach Truck)
Πηγή: <https://www.yale.com>

2.2.5 Περονοφόρο Ανυψωτικό Στενών Διαδρόμων (Very Narrow Aisle – VNA Truck)

Ιδανικό για πολύ υψηλές αποθήκες με αρκετά στενούς διαδρόμους, 1,7 – 1,8 μέτρα. Στο συγκεκριμένο μηχάνημα τα πιρούνια κινούνται κάθετα ως προς τους διαδρόμους ενώ μπορεί να περιστραφεί 180 μοίρες. Επιπλέον, υπάρχει και η δυνατότητα ανύψωσης της καμπίνας του χειριστή. Βασικό του μειονέκτημα είναι το υψηλό του κόστος, ωστόσο είναι η μοναδική λύση για αποθηκευτικά κέντρα με τις συγκεκριμένες προδιαγραφές (εικόνα 13).



Εικόνα 13: Περονοφόρο Ανυψωτικό Στενών Διαδρόμων (Very Narrow Aisle – VNA Truck)
Πηγή: <https://www.yale.com>

2.2.6 Order Picker (Medium – High Level Order Picker)

Με τη χρήση του Order Picker (εικόνα 14) αυξάνονται οι θέσεις picking ενός αποθηκευτικού κέντρου καθώς το συγκεκριμένο μηχάνημα χρησιμοποιείται για την συλλογή των παραγγελιών πέραν του επιπέδου που μπορεί να φτάσει ένας πεζός εργάτης.

Το μηχάνημα ανυψώνει την πλατφόρμα στην οποία βρίσκεται ο χειριστής ενώ ταυτόχρονα διαθέτει πιρούνια με κατακόρυφη διεύθυνση έτσι ώστε ο χειριστής να τοποθετεί τα συλλεχθέντα προϊόντα με ευκολία πάνω σε παλέτα ή σε κάποιο ειδικά διαμορφωμένο κουτί.



Εικόνα 14: Order Picker (Medium – High Level Order Picker)
Πηγή: <https://www.jungheinrich.co.uk/products/new-forklifts/order-pickers/high-level-order-pickers>

Επιπλέον, ανεξάρτητα του είδους του εξοπλισμού της ενδοαποθηκευτικής διακίνησης που χρησιμοποιείται είναι απαραίτητο εντός του αποθηκευτικού κέντρου να υπάρχει ένας ειδικά διαμορφωμένος χώρος για τη φόρτιση των μπαταριών των ηλεκτροκίνητων μηχανημάτων, τηρώντας όλα τα μέτρα ασφαλείας. Οι μπαταρίες τους θα πρέπει να έχουν τέτοιο μέγεθος που να καλύπτουν τουλάχιστον ολόκληρη τη μέρα λειτουργίας τους.

2.3 Συστήματα Συλλογής Παραγγελιών – Order Picking

Όπως αναφέραμε και στο πρώτο κεφάλαιο, η διαδικασία του order picking αποτελεί μία από τις σημαντικότερες λειτουργίες ενός αποθηκευτικού κέντρου. Για τον λόγο αυτό, ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται κατά τη συλλογή των παραγγελιών αποτελεί ίσως τη πιο σημαντική κατηγορία εξοπλισμού σε ένα αποθηκευτικό κέντρο.

Υπάρχουν 3 βασικά συστήματα order picking με βάση το βαθμό αυτοματοποίησης τους. Τα χειροκίνητα (manual), τα ημι-αυτοματοποιημένα (mechanically assisted) και τα πλήρως αυτοματοποιημένα (automated). Επειδή, ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται σε κάθε σύστημα διαφοροποιείται αρκετά, αξίζει να δούμε αναλυτικά αυτές τις κατηγορίες συστημάτων.

2.3.1 Χειροκίνητο Σύστημα Order Picking

Το συγκεκριμένο σύστημα εμφανίζεται στις μέρες μας μόνο σε πολύ μικρά αποθηκευτικά κέντρα χωρίς μεγάλη κινητικότητα κωδικών. Αποτελεί την πιο απλή μορφή συστήματος order picking καθώς δεν απαιτεί κάποιον εξοπλισμό (εικόνα 15).

Ο αποθηκάριος (picker) συλλέγει τα προϊόντα από τα ράφια και τα τοποθετεί στο καλάθι που έχει μαζί του με τη βοήθεια μιας λίστας παραγγελίας (picking list) που έχει σε έγχαρτη μορφή στα χέρια του.

Το σύστημα αυτό αν και είναι ιδιαίτερα οικονομικό και ευέλικτο δεν είναι αποδοτικό και δεν πραγματοποιείται εύκολα η διαδικασία του ελέγχου.



Εικόνα 15: Χειροκίνητο Σύστημα Order Picking
Πηγή: <https://redstagfulfillment.com/pick-list-guide/>

2.3.2 Ημι-αυτοματοποιημένο Σύστημα Order Picking

Τα ημι-αυτοματοποιημένα συστήματα χρησιμοποιούν διάφορες τεχνικές έτσι ώστε να διευκολύνουν τον αποθηκάριο (picker) να συλλέξει τα εμπορεύματα από τα ράφια με μεγαλύτερη ταχύτητα και ακρίβεια.

Την πιο απλή μορφή αποτελεί το picking με τη βοήθεια RF (Radio Frequency) Scanner (εικόνα 16). Η συσκευή κατευθύνει τον χειριστή στη σωστή θέση επιλογής παρέχοντας του όλες τις απαραίτητες πληροφορίες, όπως η περιγραφή του προϊόντος, οι ποσότητες συλλογής κλπ. Το συγκεκριμένο σύστημα είναι πολύ πιο ακριβές και ταχύτερο από αυτά που βασίζονται σε έγχαρτες λίστες παραγγελίας (picking list), καθώς ενημερώνει τις πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο.⁶

⁶ (<https://www.conveyco.com/technology/order-selection-systems/radio-frequency-picking/>)



Εικόνα 16: RF Scanner

Πηγή: <https://www.interlakemecalux.com/blog/rf-scanner-handheld-barcode>

Ωστόσο, στις μέρες μας στα αποθηκευτικά κέντρα συναντάμε 3 νέα συστήματα τα οποία έχουν φέρει πολλές αλλαγές στη διαδικασία της συλλογής. Αυτά είναι:⁷

- Pick to Light

Το "pick to light" σύστημα (εικόνα 17) είναι ένα σύστημα καθοδήγησης συλλογής προϊόντων που χρησιμοποιεί φωτεινές ενδείξεις για να καθοδηγεί τους εργαζόμενους στις σωστές θέσεις αποθήκευσης των προϊόντων που πρέπει να συλλέξουν. Συνήθως, τα συστήματα αυτά περιλαμβάνουν LED φώτα και οθόνες τοποθετημένες στα ράφια ή στα κουτιά αποθήκευσης.

Το σύστημα λαμβάνει την παραγγελία από το σύστημα διαχείρισης αποθήκης (WMS). Στη συνέχεια, τα LED φώτα ανάβουν στην αντίστοιχη θέση αποθήκευσης του προϊόντος και οι οθόνες δείχνουν την ποσότητα των προϊόντων που πρέπει να συλλεχθούν. Ο αποθηκάριος συλλέγει τα προϊόντα και επιβεβαιώνει την ολοκλήρωση της συλλογής πατώντας ένα κουμπί. Το σύστημα ανάβει την επόμενη θέση αποθήκευσης και η διαδικασία επαναλαμβάνεται έως ότου ολοκληρωθεί η παραγγελία.

Πλεονεκτήματα:

1. Αυξημένη παραγωγικότητα: Οι εργαζόμενοι δεν χρειάζεται να διαβάζουν λίστες ή να αναζητούν θέσεις, μειώνοντας τον χρόνο συλλογής.
2. Μείωση σφαλμάτων: Η καθοδήγηση με φώτα μειώνει την πιθανότητα λάθους στη συλλογή προϊόντων.

⁷ (<https://6river.com/types-of-warehouse-order-picking-systems/>)

3. Εκπαίδευση: Οι νέοι εργαζόμενοι μπορούν να εκπαιδευτούν γρηγορότερα, αφού το σύστημα είναι εύκολο στη χρήση.
4. Διαφάνεια και παρακολούθηση: Οι διαχειριστές μπορούν να παρακολουθούν την απόδοση και την ακρίβεια της συλλογής σε πραγματικό χρόνο.

Μειονεκτήματα:

1. Κόστος εγκατάστασης: Η αρχική επένδυση για την εγκατάσταση του συστήματος μπορεί να είναι υψηλή.
2. Συντήρηση: Απαιτείται τακτική συντήρηση για να διασφαλιστεί η σωστή λειτουργία του συστήματος.
3. Περιορισμοί χώρου: Σε ορισμένα περιβάλλοντα, μπορεί να μην είναι εύκολο να εγκατασταθεί.



Εικόνα 17: Pick to Light

Πηγή: <https://www.luca.eu/en/pick-to-light/>

○ Voice Picking

Το "voice picking" σύστημα (εικόνα 18) είναι μια τεχνολογία που χρησιμοποιεί φωνητικές εντολές αντί για γραπτές λίστες ή φωτεινές ενδείξεις. Οι εργαζόμενοι μέσω φωνητικών απαντήσεων επιβεβαιώνουν τις ενέργειές τους.

Το σύστημα διαχείρισης αποθήκης (WMS) στέλνει τις παραγγελίες στο voice picking σύστημα έτσι ώστε οι εργαζόμενοι να λάβουν οδηγίες μέσω ακουστικών για το πού να πάνε και τι να συλλέξουν. Έπειτα, επιβεβαιώνουν τις ενέργειές τους μιλώντας στο μικρόφωνο, π.χ. "έτοιμο", "επιβεβαιώθηκε". Το σύστημα δίνει την επόμενη εντολή, και η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να ολοκληρωθεί η παραγγελία.

Πλεονεκτήματα:

1. Αυξημένη παραγωγικότητα: Οι εργαζόμενοι έχουν τα χέρια τους ελεύθερα και δεν χρειάζεται να διαβάζουν ή να κοιτάζουν οθόνες, αυξάνοντας την ταχύτητα συλλογής.
2. Μείωση σφαλμάτων: Οι φωνητικές εντολές και η επιβεβαίωση σε πραγματικό χρόνο μειώνουν τα λάθη.
3. Ευκολία εκμάθησης: Οι νέοι εργαζόμενοι μπορούν να εκπαιδευτούν γρήγορα, καθώς το σύστημα είναι φυσικό και εύκολο στη χρήση.
4. Βελτίωση ασφάλειας: Με τα χέρια ελεύθερα και την προσοχή εστιασμένη στη συλλογή, μειώνεται ο κίνδυνος ατυχημάτων.

Μειονεκτήματα:

1. Κόστος εγκατάστασης: Η αρχική επένδυση σε εξοπλισμό και λογισμικό μπορεί να είναι υψηλή.
2. Συντήρηση και υποστήριξη: Το σύστημα απαιτεί συνεχή συντήρηση και τεχνική υποστήριξη.
3. Προσαρμογή: Μπορεί να χρειαστεί χρόνος για να προσαρμοστούν οι εργαζόμενοι στο νέο σύστημα, ειδικά αν είναι εξοικειωμένοι με άλλα συστήματα συλλογής.
4. Περιβαλλοντικοί παράγοντες: Σε θορυβώδη περιβάλλοντα, η χρήση φωνητικών εντολών μπορεί να είναι προκλητική.



Εικόνα 18: Voice Picking

Πηγή: <https://www.capturetech.com/en/techniques/pick-by-voice/>

ο Vision Picking

Το "vision picking" σύστημα (εικόνα 19) είναι μια τεχνολογία που χρησιμοποιεί την επαυξημένη πραγματικότητα (AR) και οπτικών πληροφοριών. Συνήθως, οι εργαζόμενοι φορούν γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας ή χρησιμοποιούν συσκευές χειρός που τους παρέχουν οπτικές οδηγίες για τη συλλογή προϊόντων.

Το σύστημα διαχείρισης αποθήκης (WMS) στέλνει την παραγγελία στο vision picking σύστημα. Οι εργαζόμενοι βλέπουν οπτικές οδηγίες μέσω γυαλιών AR ή άλλων συσκευών, όπως τη θέση των προϊόντων, την ποσότητα που πρέπει να συλλεχθεί κλπ. Στη συνέχεια, οι εργαζόμενοι επιβεβαιώνουν την ολοκλήρωση της συλλογής μέσω της συσκευής, συνήθως με απλή χειρονομία ή φωνητική εντολή. Το σύστημα παρέχει την επόμενη οδηγία και η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να ολοκληρωθεί η παραγγελία.

Πλεονεκτήματα:

1. Αυξημένη παραγωγικότητα: Οι εργαζόμενοι λαμβάνουν πληροφορίες απευθείας στο οπτικό τους πεδίο, μειώνοντας τον χρόνο αναζήτησης και συλλογής.
2. Μείωση σφαλμάτων: Η οπτική καθοδήγηση μειώνει τα λάθη στη συλλογή προϊόντων, βελτιώνοντας την ακρίβεια.
3. Εκπαίδευση: Οι νέοι εργαζόμενοι μπορούν να εκπαιδευτούν γρηγορότερα και αποτελεσματικότερα, καθώς το σύστημα παρέχει σαφείς και άμεσες οδηγίες.
4. Διαφάνεια και παρακολούθηση: Οι διαχειριστές μπορούν να παρακολουθούν την απόδοση σε πραγματικό χρόνο και να κάνουν βελτιώσεις όπου χρειάζεται.
5. Ευελιξία: Το σύστημα μπορεί να προσαρμοστεί εύκολα σε διαφορετικά περιβάλλοντα αποθήκης και διαφορετικά είδη προϊόντων.

Μειονεκτήματα:

1. Κόστος εγκατάστασης: Η αρχική επένδυση σε εξοπλισμό επαυξημένης πραγματικότητας και λογισμικό μπορεί να είναι υψηλή.
2. Συντήρηση και τεχνική υποστήριξη: Απαιτείται συνεχής συντήρηση και υποστήριξη για να διασφαλιστεί η σωστή λειτουργία του συστήματος.
3. Εκπαίδευση: Αν και η εκπαίδευση είναι γρήγορη, μπορεί να χρειαστεί χρόνος για να προσαρμοστούν όλοι οι εργαζόμενοι στη χρήση της νέας τεχνολογίας.
4. Άνεση και ασφάλεια: Η χρήση γυαλιών AR για μεγάλες περιόδους μπορεί να είναι άβολη για ορισμένους εργαζόμενους και πρέπει να διασφαλιστεί ότι δεν θα προκαλέσει προβλήματα ασφάλειας.



Εικόνα 19: Vision Picking

Πηγή: <https://zerintia.com/en/picking-by-vision-in-logistics/>

2.3.3 Αυτοματοποιημένο Σύστημα Order Picking

Τα αυτοματοποιημένα συστήματα παραγγελίας (order picking) αντιπροσωπεύουν μια σύγχρονη τεχνολογική προσέγγιση για τη διαχείριση και εκτέλεση παραγγελιών σε αποθήκες και κέντρα διανομής. Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της αποδοτικότητας, της ακρίβειας και της ταχύτητας στη διαδικασία συλλογής προϊόντων από τα ράφια και την προετοιμασία τους για αποστολή.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι αυτοματοποιημένων συστημάτων παραγγελίας, ο καθένας εκ των οποίων έχει τα δικά του πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, αλλά όλα έχουν ως στόχο να μειώσουν τον χρόνο και το κόστος της διαδικασίας παραγγελίας, ενώ ταυτόχρονα αυξάνουν την ακρίβεια και την ασφάλεια.

Αυτά τα συστήματα επιτρέπουν τη βέλτιστη διαχείριση των αποθεμάτων και την ταχύτερη εξυπηρέτηση των παραγγελιών, κάτι που είναι κρίσιμο σε αγορές με υψηλές απαιτήσεις και ανταγωνισμό. Η εφαρμογή τους απαιτεί αρχική επένδυση και εκπαίδευση του προσωπικού, αλλά τα οφέλη που προσφέρουν σε όρους παραγωγικότητας και μείωσης λαθών τα καθιστούν μια πολύτιμη επένδυση για πολλές επιχειρήσεις.

Τέτοιου είδους συστήματα θα δούμε αναλυτικά στο κεφάλαιο που ακολουθεί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ & ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ

Παράγοντες όπως η δυσκολία εύρεσης ανθρώπινου δυναμικού, το υψηλό κόστος ενοικίασης ή κατασκευής επιπλέον αποθηκευτικών χώρων καθώς και οι ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις για παραγωγικότητα και ακρίβεια, καθιστούν αναγκαία την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών στα αποθηκευτικά κέντρα.

Διανύοντας την τέταρτη βιομηχανική επανάσταση (Industry 4.0) η ανάπτυξη της τεχνολογίας και της ρομποτικής πραγματοποιείται με πολύ γρήγορους ρυθμούς γεγονός που διευκολύνει τις εταιρείες να βελτιστοποιήσουν ευκολότερα τη διαδικασία της εφοδιαστικής τους.

Οι σημαντικότερες κατηγορίες αυτοματισμών που συναντάμε σήμερα κυρίως σε τεχνολογικά εξελιγμένα αποθηκευτικά κέντρα είναι:

- τα αυτοματοποιημένα συστήματα αποθήκευσης και ανάκτησης (Automated Storage and Retrieval Systems, AS/RS)
- τα αυτοματοποιημένα καθοδηγούμενα οχήματα (Automated Guided Vehicles, AGVs)
- τα αυτονόμως κινούμενα φορητά ρομπότ (Autonomous Mobile Robots, AMRs).

Πιο αναλυτικά:

3.1 Αυτοματοποιημένα Συστήματα Αποθήκευσης και Ανάκτησης (Automated Storage and Retrieval Systems, AS/RS)

Ένα αυτόματο σύστημα αποθήκευσης και ανάθεσης⁸ αποτελείται από αρκετά επιμέρους συστήματα, ελεγχόμενα από υπολογιστή για την αυτόματη αποθήκευση και ανάκτηση των εμπορευμάτων. Τέτοιου είδους συστήματα θεωρούνταν παλαιότερα απρόσιτα κυρίως από τα μικρότερα αποθηκευτικά κέντρα. Ωστόσο, με την πάροδο του χρόνου και την αλλαγή στην συλλογή των παραγγελιών (από συλλογή παλετών ή κιβωτίων σε τεμαχιακό picking), δημιουργήθηκαν συστήματα - λύσεις προσιτά σε όλα τα είδη των αποθηκευτικών κέντρων.

Η χρήση τέτοιου είδους συστημάτων είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη σε περιπτώσεις όπου αποθηκεύονται και συλλέγονται μεγάλες ποσότητες εμπορευμάτων, τα εμπορεύματα αποθηκεύονται αρκετά πυκνά λόγω έλλειψης αποθηκευτικού χώρου και στο αποθηκευτικό κέντρο πραγματοποιούνται μόνο οι βασικές λειτουργίες και όχι υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας.

⁸ (<https://www.conveyco.com/blog/automated-storage-and-retrieval-types/>)

Στον παρακάτω πίνακα 2 παρουσιάζονται τα κυριότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση των AS/RS.

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
1. Μείωση εργατικού κόστους.	1. Κόστος αγοράς εξοπλισμού και συντήρησης
2. Δυνατότητα αύξησης του ρυθμού εξαγωγής προϊόντων από την αποθήκη.	2. Προβλήματα ενσωμάτωσης του εξοπλισμού σε υπάρχον σύστημα.
3. Βελτίωση στη συνέπεια εξυπηρέτησης πελατών.	3. Διακοπές στη λειτουργία του συστήματος για συντήρηση.
4. Αύξηση αποθηκευτικής χωρητικότητας.	4. Αποδοχή αυτοματοποίησης από τους εργαζομένους.
5. Μείωση μετακινήσεων υλικών.	5. Εκπαίδευση για τη λειτουργία του συστήματος.
6. Ελαχιστοποίηση φθορών ή καταστροφών σε προϊόντα και εξοπλισμό.	6. Έλλειψη ευελιξίας ανταπόκρισης σε μεταβολές (πχ. σε περιπτώσεις υψηλού βαθμού εποχικότητας).

Πίνακας 2: Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα AS/RS

Πηγή: Journal of Business Logistics, no. 1 (1991), σελ. 72,76

Τα συγκεκριμένα συστήματα λειτουργούν με βάση την αρχή goods του person (αγαθά προς τον εργαζόμενο). Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία AS/RS εκ των οποίων οι πιο συνήθεις τύποι που εμφανίζονται στα αποθηκευτικά κέντρα είναι:⁹

3.1.1 Γερανοί – Stacker Cranes (Unit Load, Mid-Load, Mini Load)

Στο συγκεκριμένο σύστημα γερανοί - ρομπότ διαφόρων τύπων κινούνται ανάμεσα σε ράφια στενού διαδρόμου περίπου 1,5 μέτρων τα οποία μπορούν να εκτείνονται σε πολύ μεγάλα ύψη μέχρι και 35 μέτρα.

Οι δύο κύριες μορφές τους είναι οι γερανοί σταθερού διαδρόμου και οι κινητοί γερανοί. Στους πρώτους σε κάθε διάδρομο υπάρχει και ένας γερανός ο οποίος κινείται τόσο κάθετα όσο και οριζόντια για να αποθηκεύσει και να ανακτήσει το προϊόν τα εμπορεύματα. Ενώ, στη δεύτερη περίπτωση ο γερανός δεν είναι στερεωμένος σε ένα συγκεκριμένο διάδρομο αλλά κινείται ανάμεσα στους διαδρόμους πάνω σε οδηγούς τοποθετημένους στο δάπεδο και την οροφή της αποθήκης. Συνεπώς αυτή η δυνατότητα επιτρέπει σε ένα μόνο κομμάτι του του εξοπλισμού να εξυπηρετεί πολλούς διαδρόμους

⁹ (<https://us.blog.kardex-remstar.com/types-of-automated-storage-and-retrieval-systems>)

Οι διαδικασίες τροφοδοσίας και ανατροφοδοσίας του αποθηκευτικού συστήματος γίνονται με εντελώς αυτόματο τρόπο, ελεγχόμενο από το σύστημα WMS (Warehouse Management System). Αντίθετα, το picking των παραγγελιών μπορεί να γίνει ημιαυτόματα, δηλαδή παραδίδοντας τα προϊόντα σε ένα picker ή πλήρως αυτόματα, παραδίδοντάς τα σ' ένα άλλο αυτοματοποιημένο όχημα ή ρομπότ.

Με βάση το αποθηκευόμενο φορτίο μπορεί να γίνει ακόμα μια κατηγοριοποίηση των Stacker Cranes. Τα 3 είδη που υπάρχουν είναι:

- Unit Load Stacker Cranes

Ιδανική επιλογή όταν η αποθήκευση σε επίπεδο παλέτας είναι περιορισμένη και η γρήγορη ανάκτηση είναι κρίσιμη. Πέρα από την αποθήκευση παλετών είναι ιδανικό και για την αποθήκευση άλλων εξαιρετικά μεγάλων και ογκωδών φορτίων. Το βάρος τους συχνά υπερβαίνει τον ένα τόνο ανά φορτίο. Μπορεί να επιτύχει γρήγορη και ακριβή διαχείριση φορτίων μειώνοντας το χρόνο αναμονής και τις καθυστερήσεις ενώ ταυτόχρονα υπάρχει η δυνατότητα να φτάσει σε μεγάλα ύψη (εικόνα 20).



Εικόνα 20: Unit Load Stacker Cranes

Πηγή: <https://www.mecalux.com/blog/stacker-cranes-warehouse>

- Mid Load Stacker Cranes

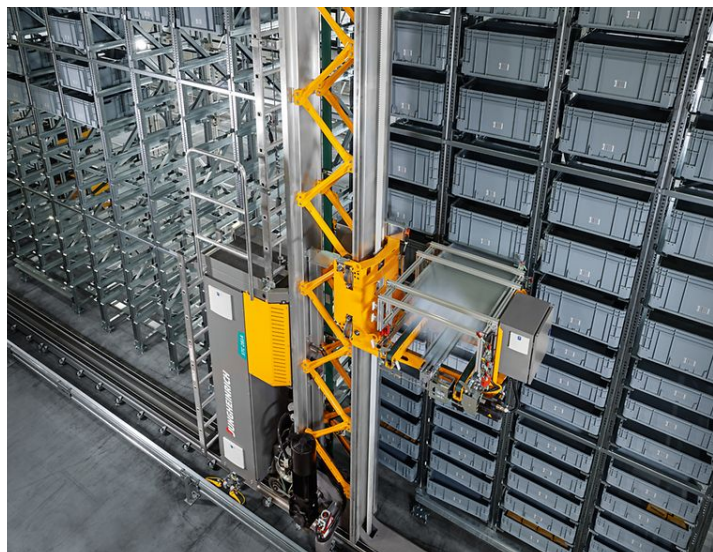
Τα φορτία που μεταφέρουν είναι μεσαίου μεγέθους και βάρους συνήθως μεταξύ 100 και 500 κιλών ανά φορτίο. Είναι πιο μικροί σε σχέση με τους Unit Load Stacker Cranes και φτάνουν σε μικρότερα ύψη. Ωστόσο, προσφέρουν μεγαλύτερη ευελιξία στη διαχείριση διαφορετικών τύπων φορτίων και μπορούν να προσαρμοστούν καλύτερα (εικόνα 21).



Εικόνα 21: Mid Load Stacker Cranes
Πηγή: <https://www.conveyco.com/news/mid-load-cost-effective-unit-load-handling/>

- Mini Load Stacker Cranes

Αυτό το σύστημα είναι ιδανικό σε περίπτωση όπου ακρίβεια η ταχύτητα και ευελιξία είναι εξαιρετικής σημασίας. Διαχειρίζεται μικρά φορτία, συνήθως σε κιβώτια, κάδους, θήκες ή χαρτοκιβώτια. Το ράφι μπορεί να περιέχει μονή ή διπλή αποθήκευση με το βάρος του φορτίου κυμαίνεται από 20 έως 200 κιλά ανά φορτίο. Τέλος, το είδος του γερανών που χρησιμοποιούνται είναι κυρίως σταθερού τύπου (εικόνα 22).



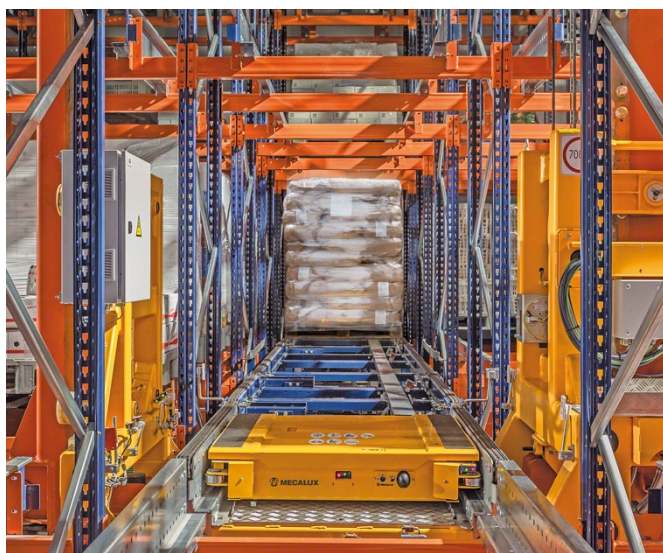
Εικόνα 22: Mini Load Stacker Cranes
Πηγή: <https://www.jungheinrich.cn/en/systems/automated-storage-and-retrieval-systems/automatic-small-parts-storage-1-/stacker-cranes-for-miniload-warehouses>

3.1.2 Robotic Shuttle Systems

Το σύστημα Robotic Shuttle (εικόνα 23) περιλαμβάνει ένα σύνολο ρομποτικών φορείων τα οποία ελέγχονται και λειτουργούν μέσω του WMS και της τεχνητής νοημοσύνης. Κινούνται σε μια μεταλλική κατασκευή που τους επιτρέπει την κίνηση και στις τρεις διαστάσεις του χώρου. Ο αριθμός φορείων που χρησιμοποιείται εξαρτάται από το μέγεθος του συστήματος αλλά και από τη συχνότητα συλλογής των προϊόντων.

Επιπλέον, μπορεί να διαχειριστεί ανάλογα με το μέγεθος του παλέτες, θήκες ή δίσκους. Αξίζει να σημειωθεί ότι το συγκεκριμένο σύστημα είναι αρθρωτό, επεκτάσιμο, και ευέλικτο καθώς είναι εύκολο να προσαρμοστεί στις εκάστοτε επιχειρηματικές ανάγκες.

Κατά τη συλλογή το ρομποτικό φορείο μετακινείται στη θέση του προϊόντος και ανακτά τη θήκη που περιέχει το ζητούμενο εμπόρευμα. Στη συνέχεια το φορείο μετακινείται σε ένα σταθμό εργασίας έτσι ώστε να το συλλέξει ο εργαζόμενος της αποθήκης. Για την ανατροφοδοσία των θέσεων picking πραγματοποιείται μια αντίστοιχη διαδικασία.



Εικόνα 23: Robotic Shuttle Systems

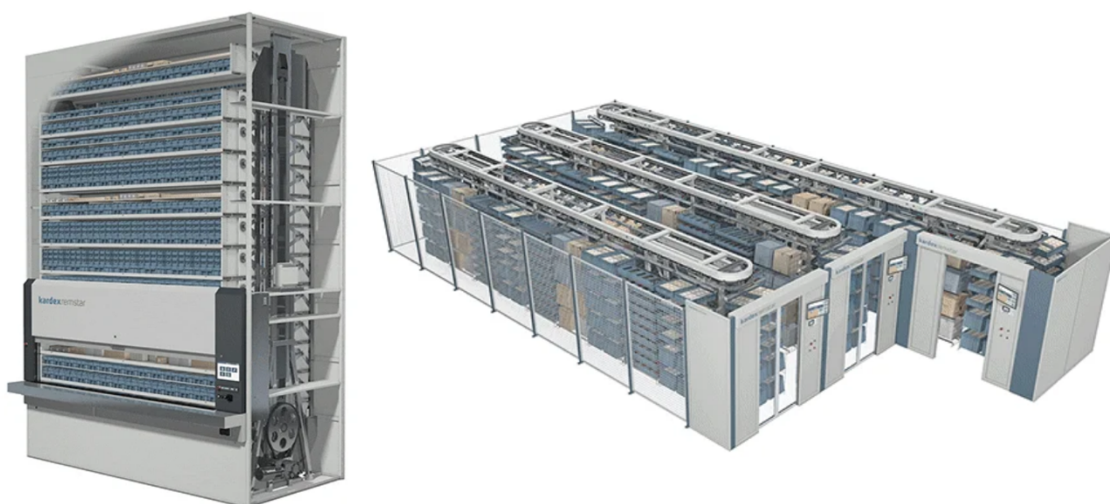
Πηγή: <https://www.interlakemecalux.com/automated-storage-retrieval-systems-asrs/automated-pallet-shuttle>

3.1.3 Οριζόντια και Κατακόρυφα Καρουζέλ (Horizontal and Vertical Carousels)

Τα carousels αποτελούν ένα από τα πιο διαδεδομένα συστήματα αποθήκευσης. Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά, εξοικονομώντας χώρο και χρόνο, καθώς τα επίπεδα των ραφιών μετακινούνται προς τον picker από τον συντομότερο δρόμο ενώ ο ίδιος παραμένει στη θέση του. Για αύξηση της απόδοσης και της ταχύτητας συλλογής συνήθως εγκαθίστανται σε ομάδες, λειτουργώντας ταυτόχρονα ενώ ο picker συλλέγει ένα προϊόν σε ένα συγκεκριμένο καρουζέλ τα υπόλοιπα περιστρέφονται για να προετοιμάσουν τα υπόλοιπα απαιτούμενα προϊόντα της παραγγελίας.

Ανάλογα με το πώς μετακινούνται τα ράφια υπάρχουν δύο κατηγορίες carousel. Τα κάθετα - Vertical Carousels (εικόνα 24α) όπου εδώ τα ράφια κινούνται όπως ένας τροχός στο λούνα παρκ και τα οριζόντια - Horizontal Carousels (εικόνα 24β) των οποίων τα ράφια κινούνται όπως σε ένα καρουζέλ.

Τα συγκεκριμένα συστήματα έχουν υψηλή τιμή απόκτησης ενώ το λειτουργικό τους κόστος είναι αρκετά χαμηλό. Είναι εύκολα σε χρήση και συνεπώς γίνεται και εύκολα η εκμάθηση του προσωπικού της αποθήκης.



Εικόνες 24α και 24β: Κατακόρυφα και Οριζόντια Καρουζέλ (Vertical and Horizontal Carousels)
Πηγή: <https://us.blog.kardex-remstar.com/types-of-automated-storage-and-retrieval-systems>

3.1.4 Κατακόρυφες Μονάδες Ανύψωσης (Vertical Lift Modules)

Οι κατακόρυφες μονάδες ανύψωσης (εικόνα 25) είναι ένα από τα πιο σύγχρονα αποθηκευτικά συστήματα. Σχεδιασμένο να προσαρμόζεται στις αλλαγές του αποθέματος προσφέρει ευελιξία και αποτελεσματικότητα.

Αποτελείται από 2 στήλες αποθηκευτικών ραφιών (μία μπροστά και μία πίσω) ενώ ανάμεσά τους βρίσκεται ένας αυτόματος μηχανισμός εισαγωγής και εξαγωγής τους. Κάθε ράφι για τον καλύτερο διαχωρισμό των αποθηκευμένων προϊόντων χωρίζεται με τη χρήση ειδικών διαχωριστικών ή κουτιών από πλαστικό και χαρτόνι ενώ ταυτόχρονα διατίθεται ένα ευρύ φάσμα διαμορφώσεων των ραφιών αποθήκευσης ανάλογα το πλάτος το βάθος και το βάρος. Επιπλέον, για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητάς του τόσο κατά τη διαδικασία της συλλογής όσο και της αναπλήρωσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν ειδικά εξαρτήματα όπως, laser pointers, αλφαριθμητική μπάρα LED, συσκευές put to light κλπ.

Κατά τη διαδικασία του picking το συγκεκριμένο σύστημα, άμεσα συνδεδεμένο με το WMS, δίνει εντολή στον μηχανισμό να εντοπίσει ένα συγκεκριμένο ράφι. Στη συνέχεια

το ανακτά και το παραδίδει μπροστά στο picker σε μια ειδικά διαμορφωμένη θέση. Εκεί το μηχάνημα αναδεικνύει από ποια ακριβώς θέση πρέπει να συλλέξει αλλά και σε τι ποσότητα. Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία δίδεται εντολή στο μηχάνημα να αναζητήσει το επόμενο ζητούμενο προϊόν. Τέλος, με παρόμοιο τρόπο πραγματοποιείται και η ανατροφοδότηση του συγκεκριμένου αποθηκευτικού συστήματος.



Εικόνα 25: Κατακόρυφες Μονάδες Ανύψωσης (Vertical Lift Modules)
Πηγή: <https://us.blog.kardex-remstar.com/types-of-automated-storage-and-retrieval-systems>

3.2 Αυτοματοποιημένα Καθοδηγούμενα Οχήματα (Automated Guided Vehicles, AGVs) & Αυτονόμως Κινούμενα Φορητά Ρομπότ (Autonomous Mobile Robots, AMRs)

Το αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο όχημα αποτελεί ένα μεταφορικό σύστημα το οποίο κινείται αυτόνομα μέσα σε ένα αποθηκευτικό κέντρο χωρίς οδηγό ή χειριστή. Το όχημα κινείται χρησιμοποιώντας έναν ή περισσότερους από τους ακόλουθους μηχανισμούς:¹⁰

- Μαγνητική ταινία. Το όχημα διαθέτει μαγνητικούς αισθητήρες και ακολουθεί μια διαδρομή χρησιμοποιώντας τη μαγνητική ταινία.
- Ενσύρματη πλοήγηση. Το όχημα ακολουθεί διαδρομές καλωδίων που είναι ενσωματωμένες στο πάτωμα του αποθηκευτικού κέντρου. Τα καλώδια μεταδίδουν ένα σήμα που ανιχνεύουν τα AGVs μέσω κεραίας ή αισθητήρα.

¹⁰ (<https://mobile-industrial-robots.com/blog/agv-vs-amr-whats-the-difference>)

- Πλοήγηση με λέιζερ. Στον συγκεκριμένο μηχανισμό τοποθετούνται αντανακλαστικές ταινίες σε αντικείμενα όπως τοίχους σταθερά μηχανήματα και στύλους. Τα AGVs είναι εξοπλισμένα με πομπό και δέκτη λέιζερ. Τα λέιζερ αντανακλούν την ταινία εντός της οπτικής γωνίας και χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της απόστασης του αντικειμένου.
- Καθοδήγηση όρασης. Ένα σύστημα καμερών το οποίο είναι τοποθετημένο πάνω στο όχημα καταγράφει τα χαρακτηριστικά κατά μήκος της διαδρομής του. Το AGV βασίζεται σε αυτά τα καταγεγραμμένα χαρακτηριστικά για την πλοήγηση του εντός του αποθηκευτικού κέντρου. Αποτελεί την ιδανική λύση καθώς δεν χρειάζεται να τροποποιηθεί η υποδομή.

Συνήθως είναι προγραμματισμένο να εκτελεί τις ίδιες εργασίες καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του. Η αλλαγή της λειτουργίας του δεν είναι οικονομικά αποδοτική καθώς για την υιοθέτηση και χρήση του συγκεκριμένου μεταφορικού συστήματος απαιτούνται αλλαγές στην υποδομή του αποθηκευτικού κέντρου γεγονός που αυξάνει κατά πολύ το κόστος της επένδυσης.

Τα AGVs έχουν ελάχιστη νοημοσύνη. Ακολουθούν πολύ απλές οδηγίες προγραμματισμού και ανιχνεύουν εμπόδια αλλά δεν μπορούν να τα προσπεράσουν. Αντιθέτως, σταματούν μέχρι να αφαιρεθεί το εμπόδιο από μπροστά τους. Συνεπώς, είναι πολύ σημαντική η εκπαίδευση του προσωπικού τόσο για τη διαχείριση όσο και για τη συντήρηση του συγκεκριμένου εξοπλισμού.

Τα περισσότερα AGVs είναι παρόμοια με οχήματα που λειτουργούν με ανθρώπους ωστόσο τα συγκεκριμένα είναι σχεδιασμένα να λειτουργούν χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση ή καθοδήγηση. Οι 4 πιο σύνηθες τύποι είναι: τα automated guided carts (AGC), τα περονοφόρα AGVs, τα ρυμουλκά AGVs και τέλος τα AGVs μονάδας φορτίου (Unit Load Automated Guided Vehicles).

Automated Guided Carts (AGC)

Αποτελούν την πιο απλή μορφή AGV και είναι ιδανικά για εφαρμογές όπου απαιτείται ευελιξία και χαμηλότερο κόστος. Υπάρχουν 2 μορφές, στην πρώτη υπάρχουν ειδικά διαμορφωμένοι γάντζοι μέσω των οποίων σέρνεται η πλατφόρμα, το καρότσι ή το τρόλεϊ με τις ρόδες ενώ στη δεύτερη το AGC σηκώνει όλο το φορτίο εισερχόμενο από κάτω του όπως βλέπουμε και στη φωτογραφία παρακάτω (εικόνα 26α).

Περονοφόρα AGVs

Είναι σχεδιασμένα να εκτελούν ακριβώς τις ίδιες λειτουργίες που εκτελεί ένα κλασικό περονοφόρο ανυψωτικό όπως είδαμε και στο προηγούμενο κεφάλαιο αλλά χωρίς να χρειάζεται ανθρώπινο χειριστή (εικόνα 26β).

Ρυμουλκά AGVs

Τα συγκεκριμένα οχήματα ρυμουλκούν ένα ή περισσότερα μη μηχανοκίνητα οχήματα που φέρουν φορτίο πίσω τους σε σχηματισμό που μοιάζει με τρένο. Χρησιμοποιούνται κυρίως για τη μεταφορά φορτίων σε μεγάλες αποστάσεις ενώ ταυτόχρονα μπορεί να

έχουν πολλές στάσεις παραλαβής κατά μήκος μιας συγκεκριμένης διαδρομής εντός του αποθηκευτικού κέντρου (εικόνα 26γ).

AGVs μονάδας φορτίου (Unit Load Automated Guided Vehicles)

Μπορούν να μεταφέρουν βαρέα και ογκώδη φορτία όπως παλέτες, containers και μεγάλα εξαρτήματα. Είναι σχεδιασμένα με δυνατότητα μεταφοράς φορτίων βάρους πολλών τόνων. Τα συγκεκριμένα οχήματα για να μετατοπίζουν ευκολότερα τα φορτία τους διαθέτουν διάφορους μηχανισμούς όπως κυλινδρικές δοκούς, κυλιόμενες αλυσίδες, πλατφόρμες ανύψωσης ή μεταφορικές ταινίες (εικόνα 26δ).

Συνεπώς, τα αυτόνομα καθοδηγούμενα οχήματα (AGVs) αποτελούν μια σύγχρονη και αποτελεσματική λύση για τη μεταφορά των εμπορευμάτων εντός του αποθηκευτικού κέντρου. Συμβάλλουν στη βελτίωση της αποδοτικότητας, της ασφάλειας και της ευελιξίας των εγκαταστάσεων. Ωστόσο, ενώ το κόστος κτήσης τους είναι αρκετά υψηλό και οι απαιτήσεις συντήρησής τους μεγάλες, τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν είναι αρκετά σημαντικά.



Εικόνα 26α: Automated Guided Carts
Πηγή: <https://www.agvnetwork.com/automated-guided-cart-agc>



Εικόνα 26β: Περονοφόρα AGVs
Πηγή: <https://www.jungheinrich.ch/systeme/automatisiert-e-flurfoerderzeuge/fahrerlose-transportsysteme>



Εικόνα 26γ: Ρυμουλκά AGVs
Πηγή: <https://www.mastermover.com/automated-guided-vehicles-agv/guide-to-automated-guided-vehicles-agv-electric-tugs>



Εικόνα 26δ: AGVs μονάδας φορτίου (Unit Load Automated Guided Vehicles)
Πηγή: <https://insights.antdriven.com/common-types-of-agv>

Από την άλλη πλευρά τα AMRs¹¹ είναι ρομπότ τα οποία λειτουργούν αυτόνομα μέσα σε ένα μη ελεγχόμενο περιβάλλον χωρίς τη χρήση σταθερών διαδρομών. Συνεπώς, δεν απαιτούνται για τη χρήση τους αλλαγές στην υποδομή του αποθηκευτικού κέντρου. Επιπλέον, σε αντίθεση με τα AGVs μπορούν να ανιχνεύσουν και να αποφύγουν εμπόδια επιλέγοντας την καλύτερη εναλλακτική διαδρομή, να προηγηθούν στο περιβάλλον τους ή ακόμα και να χειριστούν απροσδόκητες καταστάσεις όπως για παράδειγμα αντικείμενα που πέφτουν, όπως π.χ. κουτιά ή απρόβλεπτα κάποιος άνθρωπος να μπει στη διαδρομή του.

Είναι εξοπλισμένα με προηγμένες τεχνολογίες όπως τεχνητή νοημοσύνη, μηχανική μάθηση, αισθητήρες και εξελιγμένα λογισμικά για αυτόνομη πλοήγηση. Συνήθως η πλοήγησή τους πραγματοποιείται μέσω κώδικα QR (στη συγκεκριμένη περίπτωση τοποθετούνται αυτοκόλλητα με QR-codes στο δάπεδο όλου του αποθηκευτικού κέντρου, μέσω των οποίων πλοηγείται το ρομπότ διαβάζοντάς τα) ή μέσω ταυτόχρονου εντοπισμού και χαρτογράφησης έτσι ώστε να δημιουργήσουν ένα χάρτη του περιβάλλοντός τους και να πλοηγηθούν αυτόνομα.

Τα AMRs χρησιμοποιούνται σε ένα ευρύ φάσμα εργασιών όπως στη μετακίνηση των εμπορευμάτων, στο order picking αλλά και στην αναπλήρωση των θέσεων picking από θέσεις stock.

Τα πιο διαδεδομένα AMRs είναι:

- Ρομποτικοί βραχίονες: Τους συναντάμε κυρίως σε θέσεις όπου πραγματοποιούνται επαναλαμβανόμενες εργασίες όπως για παράδειγμα τη φόρτωση και εκφόρτωση ενός αυτοματοποιημένου οχήματος. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται για τη διεκπεραίωση των εργασιών order picking αλλά και κατά τη διαλογή (εικόνα 27α).
- Συνεργατικά Ρομπότ: Λειτουργούν συνεργατικά με τους αποθηκάρους κατά τη διαδικασία του order picking. Στόχος τους είναι να βοηθήσουν τους αποθηκάρους μειώνοντας τις αποστάσεις εντός του αποθηκευτικού κέντρου. Υπάρχουν 2 είδη συνεργατικών ρομπότ. Τα λεγόμενα “meet-me” που σταματούν σε συγκεκριμένα σημεία εντός της ζώνης picking περιμένοντας τον αποθηκάριο να συλλέξει τα προϊόντα και να τα τοποθετήσει σε αυτά και τα “follow-me” τα οποία κινούνται μαζί με τον αποθηκάριο καθ’ όλη τη διάρκεια της συλλογής των παραγγελιών. Και στις 2 περιπτώσεις όταν η χωρητικότητα του ρομπότ εξαντληθεί τότε επιστρέφει στον κεντρικό σταθμό εργασίας ενώ ένα άλλο πηγαίνει στη θέση του (εικόνα 27β).
- Goods / Shelf to Person: τα συγκεκριμένα ρομπότ μπορούν να μεταφέρουν από φορτία (παλέτες ή τεμάχια) μέχρι και ολόκληρα ράφια προς τον χειριστή τους στον κεντρικό σταθμό εργασίας. Ο αποθηκάριος συλλέγει το προϊόν που

¹¹ (<https://www.fortna.com/insights-resources/seven-types-of-warehouse-robots-considerations-for-leveraging-robots-in-the-dc/>)

χρειάζεται για την παραγγελία και στη συνέχεια το ρομπότ επιστρέφει το ράφι στη θέση του (εικόνα 27γ).

- ο Ρομπότ διαλογής: Χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο για το διαχωρισμό των προς αποστολή δεμάτων ανάλογα με τον προορισμό τους. Ο αποθηκάριος αφού σαρώσει το barcode του θέματος προς αποστολή, τον τοποθετεί πάνω στο ρομπότ διαλογής. Στη συνέχεια με βάση τις πληροφορίες που έχει λάβει το ρομπότ ξεχωρίζει τα δέματα ανάλογα με τον προορισμό τους. Αποτελούν την ιδανική λύση καθώς εξασφαλίζεται η γρήγορη και με ακρίβεια διαλογή σε σύγκριση με τα παραδοσιακά συστήματα (εικόνα 27δ).



Εικόνα 27α: Ρομπωτικοί βραχίονες
Πηγή: <https://6river.com/types-of-mobile-robots-that-are-changing-the-face-of-warehousing/>



Εικόνα 27β: Συνεργατικά Ρομπότ
Πηγή: <https://www.technologyreview.com/2017/04/05/152765/a-robot-with-its-head-in-the-cloud-tackles-warehouse-picking/>



Εικόνα 27γ: Goods / Shelf to Person
Πηγή: <https://www.interlakemecalux.com/blog/shelf-to-person>



Εικόνα 27δ: Ρομπότ διαλογής
Πηγή: https://manuals.plus/libiao-robotics/lbcrb30-crossbelt-robot-manual#google_vignette

Τέλος, στον πίνακα 3 που ακολουθεί βλέπουμε τις βασικές διαφορές μεταξύ των Αυτοματοποιημένων Καθοδηγούμενων Οχημάτων (Automated Guided Vehicles, AGVs) και των Αυτονόμως Κινούμενων Φορητών Ρομπότ (Autonomous Mobile Robots, AMRs)

	AGVs	AMRs
Πλοήγηση	Κινούνται σε σταθερή διαδρομή εντός του αποθηκευτικού κέντρου.	Κινούνται ελεύθερα χωρίς να χρησιμοποιούν υποδομές για την πλοήγησή τους.
Αποφυγή Εμποδίων	Ανιχνεύουν εμπόδια και σταματούν μέχρι την αφαίρεση τους.	Ανιχνεύουν εμπόδια και έχουν τη δυνατότητα να τα προσπεράσουν.
Ασφάλεια	Λειτουργία εντός συγκεκριμένων περιοχών για την εξασφάλιση της ασφάλειας.	Αρκετά ασφαλή. Μπορούν να λειτουργήσουν στον ίδιο χώρο με τον εργαζόμενο.
Κόστος Ιδιοκτησίας και Συντήρησης	Υψηλό κόστος κτήσης καθώς απαιτούν τροποποιήσεις στην υποδομή για να λειτουργήσουν. Απαιτούν τακτική συντήρηση και επισκευές.	Χαμηλότερο κόστος κτήσης καθώς δεν χρειάζεται υποδομή για τη λειτουργία τους. Απαιτείται ελάχιστη συντήρηση.
Ευελιξία	Για τροποποίηση της διαδρομής που εκτελεί απαιτείται εκ νέου καλωδίωση και επαναπρογραμματισμός.	Ιδιαίτερα ευέλικτο. Δεν απαιτούνται τροποποιήσεις για την εκτέλεση διαφορετικών εργασιών.

Πίνακας 3: AGVs Vs AMRs

Πηγή: <https://hy-tek.com/resources/whats-the-difference-between-amr-and-agv/>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

4.1 Εισαγωγή – Λίγα λόγια για την εταιρεία

Στο τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα παρουσιαστεί μια μελέτη περίπτωσης εταιρείας στον χώρο των γαλακτοκομικών προϊόντων. Η εν λόγω εταιρεία αξίζει να αναλυθεί καθώς προχώρησε σε αναδιοργάνωση του κέντρου διανομής της με σκοπό την επίλυση συσσωρευμένων προβλημάτων πολλών ετών.

Ιστορικό της Εταιρείας

Η εταιρεία κυριαρχεί στην ελληνική αγορά, ειδικά στην αγορά του φρέσκου γάλακτος, για πάνω από 60 χρόνια. Από την ίδρυσή της, η εταιρεία έχει δεσμευτεί στην παραγωγή υψηλής ποιότητας γαλακτοκομικών προϊόντων, κατακτώντας σημαντικό μερίδιο της αγοράς και αποκτώντας πιστούς πελάτες. Με την πάροδο του χρόνου, η γκάμα των προϊόντων της επεκτάθηκε, περιλαμβάνοντας πλέον γάλα, γιαούρτι, φυτικά και τυροκομικά προϊόντα. Αυτή η διαφοροποίηση των προϊόντων της επέτρεψε να καλύψει ευρύτερο φάσμα αναγκών των καταναλωτών, από καθημερινά είδη διατροφής μέχρι εξειδικευμένα προϊόντα για άτομα με ιδιαίτερες διατροφικές απαιτήσεις.

Ξεκίνησε από μία μικρή γαλακτοκομική μονάδα και σταδιακά αναπτύχθηκε, επενδύοντας συνεχώς σε νέες τεχνολογίες και εγκαταστάσεις. Η στρατηγική αυτή ανάπτυξη περιλάμβανε την κατασκευή δύο μεγάλων εργοστασίων στην περιοχή της Αττικής, καθένα με το δικό του κέντρο διανομής. Αυτά τα εργοστάσια εξυπηρετούσαν την αυξανόμενη ζήτηση των προϊόντων της εταιρείας και της επέτρεψαν να διατηρήσει την ποιότητα και την φρεσκάδα των προϊόντων της.

Στρατηγική Απόφαση για Ενοποίηση

Με την πάροδο του χρόνου, η εταιρεία αναγνώρισε την ανάγκη για την ενοποίηση των δύο εργοστασίων και των αντίστοιχων κέντρων διανομής της. Αυτή η στρατηγική απόφαση ελήφθη με στόχο την αύξηση της αποδοτικότητας, τη μείωση του κόστους λειτουργίας και τη βελτίωση της συνολικής διαχείρισης των αποθεμάτων. Η ενοποίηση αυτή δεν ήταν απλή υπόθεση, απαιτούσε την ανασχεδίαση και τον επαναπροσδιορισμό πολλών λειτουργικών διαδικασιών, καθώς δημιουργήθηκε η ανάγκη κατασκευής ενός ολοκληρωμένου κέντρου διανομής που θα μπορούσε να λειτουργεί 24 ώρες το 24ωρο, εξασφαλίζοντας την αδιάκοπη προμήθεια των προϊόντων στους πελάτες.

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του νέου αυτού κέντρου διανομής είναι το περιβάλλον ψυγείου με χαμηλές θερμοκρασίες. Αυτό το τελευταίο σημαίνει ότι όλες οι λειτουργίες εντός του κέντρου διανομής, από την αποθήκευση μέχρι τη συλλογή και την αποστολή των προϊόντων, πρέπει να γίνονται σε ελεγχόμενες θερμοκρασίες. Αυτή η απαίτηση καθιστά τη λειτουργία του κέντρου διανομής ιδιαίτερα απαιτητική, καθώς

οι εργαζόμενοι και ο εξοπλισμός πρέπει να λειτουργούν αποτελεσματικά σε συνθήκες ψύχους.

4.2 Τα Προβλήματα

Η διεύθυνση logistics της εταιρείας βρέθηκε αντιμέτωπη με παθογένειες πολλών ετών και των δύο κέντρων διανομής ενώ ταυτόχρονα κλήθηκε να αντιμετωπίσει και αρκετά προβλήματα που προέκυψαν από την ενοποίησή τους. Πιο συγκεκριμένα, τα βασικά προβλήματα που ανέκυψαν ήταν τα εξής:

- Παρωχημένος και μη Συντηρημένος Εξοπλισμός

Ο εξοπλισμός ήταν γερασμένος και σε πολλές περιπτώσεις μη συντηρημένος, εξαιτίας της έλλειψης δαπανών για κεφαλαιουχικό εξοπλισμό σε βάθος δεκαετίας. Αυτή η παραμέληση είχε ως αποτέλεσμα τη συχνή εμφάνιση βλαβών και την αναποτελεσματικότητα στη λειτουργία των κέντρων διανομής. Η έλλειψη επενδύσεων σε νέο εξοπλισμό οδήγησε σε χαμηλότερη παραγωγικότητα και υψηλότερα κόστη συντήρησης και επισκευών.

- Ανεπαρκής Ασφάλεια και Αποτελεσματικότητα στις Ψυχόμενες Ζώνες

Η εκτέλεση όλων των εργασιών εντός του ψυχόμενου χώρου δεν πραγματοποιούνταν αποτελεσματικά, θέτοντας σε κίνδυνο την ασφάλεια των εργαζομένων, των προϊόντων και του εξοπλισμού. Για παράδειγμα, οι εργαζόμενοι αναγκάζονταν να παραμείνουν εντός του ψυχόμενου χώρου για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα προκειμένου να ολοκληρωθούν οι εργασίες, αυξάνοντας έτσι τον κίνδυνο για την υγεία τους λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών. Επιπλέον, η χαμηλή θερμοκρασία μπορεί να προκαλέσει ζημιές στον εξοπλισμό που δεν είναι σχεδιασμένος για τέτοιες συνθήκες.

- Ελάχιστη Χρήση Τεχνολογίας

Η ελάχιστη χρήση της τεχνολογίας εντός του κέντρου διανομής αποτέλεσε σημαντικό εμπόδιο στην αποτελεσματική λειτουργία του. Η συλλογή παραγγελιών πραγματοποιούνταν με εκτυπωμένες picking lists, μια διαδικασία που είναι χρονοβόρα και επιρρεπής σε λάθη. Τα RF Scanners χρησιμοποιούνταν μόνο για τον τελικό έλεγχο των παραγγελιών, περιορίζοντας την αποδοτικότητα και την ακρίβεια της διαδικασίας. Όσον αφορά τους υπαλλήλους, η έλλειψη της τεχνολογίας τους οδήγησε σε νοοτροπίες μη αποδοχής των αλλαγών, δημιουργώντας αντίσταση σε κάθε προσπάθεια εκσυγχρονισμού και αυτοματοποίησης των διαδικασιών.

- Αλλαγή Μοντέλου Πωλήσεων

Η υιοθέτηση νέου μοντέλου πωλήσεων με βάση το οποίο τα κέντρα διανομής συλλέγουν πλέον τεμαχιακές παραγγελίες, ενώ μέχρι πρότινος η συλλογή γινόταν σε επίπεδο κιβωτίου, δημιούργησε επιπρόσθετες προκλήσεις. Το νέο μοντέλο απαιτούσε

αλλαγές στις διαδικασίες συλλογής, επιβάλλοντας την ανάγκη για μεγαλύτερη ακρίβεια και ταχύτητα στις διαδικασίες συλλογής, προκειμένου να διασφαλιστεί η ικανοποίηση των πελατών και η αποφυγή λαθών στις παραγγελίες.

- Ανεπαρκής Υποδομή για τις Νέες Απαιτήσεις

Η υποδομή του κέντρου διανομής στο οποίο θα γινόταν η ενοποίηση δεν μπορούσε να ανταποκριθεί στις καινούργιες απαιτήσεις καθώς ήταν σχεδιασμένο για λειτουργία κατάψυξης, χωρισμένο σε διαμερίσματα. Το γεγονός αυτό δυσκόλευε την πραγματοποίηση των λειτουργιών της αποθήκευσης και της συλλογής καθώς οι διαχωρισμένες ζώνες περιόριζαν την ευελιξία και την αποδοτικότητα της αποθήκευσης και της διανομής, καθιστώντας δύσκολη την προσαρμογή στις νέες συνθήκες και απαιτήσεις της αγοράς.

Αυτά τα προβλήματα καθιστούσαν αναγκαία την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών και την αναδιοργάνωση των διαδικασιών για τη βελτίωση της αποδοτικότητας, της ασφάλειας και της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών.

4.3 Λύσεις – Αναδιοργάνωση του κέντρου διανομής

Η εταιρεία, προκειμένου να δώσει λύσεις στα προαναφερθέντα προβλήματα, προχώρησε σε αναδιοργάνωση του κέντρου διανομής της. Οι αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν είναι οι εξής:

- Χωροταξία του Κέντρου Διανομής

Για να βελτιωθεί η αποδοτικότητα και να αυξηθεί ο διαθέσιμος αποθηκευτικός χώρος, κατεδαφίστηκαν τα εσωτερικά πάνελ, δημιουργώντας έναν ενιαίο χώρο αποθήκευσης. Η ενοποίηση του χώρου επέτρεψε την καλύτερη διαχείριση των αποθεμάτων και την ευκολότερη πρόσβαση στα προϊόντα. Ένα από τα αρχικά διαμερίσματα, σχεδιασμένο για λειτουργία κατάψυξης, διατηρήθηκε για μελλοντική χρήση, παρέχοντας ευελιξία στην αποθήκευση προϊόντων που απαιτούν ακόμα χαμηλότερες θερμοκρασίες.

- Αποθηκευτικό Σύστημα

Πραγματοποιήθηκαν σημαντικές παρεμβάσεις στο αποθηκευτικό σύστημα για να βελτιωθεί η αποδοτικότητα και η ασφάλεια:

- Δημιουργία Θέσεων Stock και Ανατροφοδοσίας:

Στο πίσω μέρος του κέντρου διανομής δημιουργήθηκαν θέσεις stock και θέσεις ανατροφοδοσίας του συστήματος picking. Για να αξιοποιηθεί καλύτερα ο χώρος, εγκαταστάθηκε σύστημα αποθήκευσης κινητών ραφιών (mobile racking) η μετακίνηση των οποίων πραγματοποιείται ηλεκτρομηχανικά προκειμένου να διευκολυνθεί η διαδικασία αλλά και για να διασφαλιστεί η ασφάλεια των εργαζομένων. Το συγκεκριμένο σύστημα απαιτεί τη χρήση

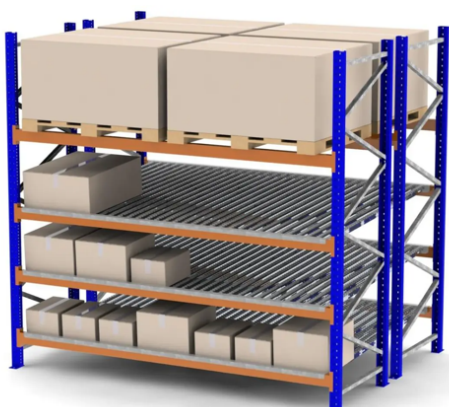
ανυψωτικού ακόμα και για το επίπεδο 0 λόγω του μηχανισμού κίνησης των ραφιών.

- ο Εφαρμογή Συστήματος WMS (Warehouse Management System):

Η ανάπτυξη ενός παραμετροποιημένου συστήματος διαχείρισης αποθήκης (WMS) θα επιτρέψει την αυτοματοποίηση και βελτιστοποίηση των διαδικασιών αποθήκευσης, συλλογής και διανομής προϊόντων. Μέσω της πλήρους προσαρμογής στις ανάγκες της αποθήκης, το WMS θα βελτιώσει την αποδοτικότητα, μειώνοντας λάθη και κόστη, ενώ θα αυξήσει την ακρίβεια και την ταχύτητα στην εκτέλεση παραγγελιών. Επιπλέον, θα επιτρέψει την παρακολούθηση αποθεμάτων σε πραγματικό χρόνο, τη βελτίωση της ιχνηλασιμότητας και την ενσωμάτωση με άλλα επιχειρησιακά συστήματα, παρέχοντας τη δυνατότητα ευελιξίας και προσαρμογής σε μελλοντικές ανάγκες.

- ο Εγκατάσταση Δύο Συστημάτων Picking:

Το πρώτο σύστημα αποτελείται από 20 φατνώματα Carton Flow δύο επιπέδων (εικόνα 28α) και 39 ράφια τύπου Pallet Flow μόνο στο επίπεδο 0 (εικόνα 28β), με δυνατότητα προσθήκης ενός επιπλέον επιπέδου στο μέλλον, αν χρειαστεί. Η ανατροφοδότηση των αποθεμάτων γίνεται από τις θέσεις stock, εξασφαλίζοντας συνεχή τροφοδοσία. Το σύστημα αυτό είναι σχεδιασμένο να διαχειρίζεται την αυξημένη ζήτηση για τεμαχιακές παραγγελίες και μπορεί να ενσωματώσει τεχνολογία Pick to Light, η οποία θα βελτιώσει την ταχύτητα και την ακρίβεια στη συλλογή προϊόντων, μειώνοντας τον χρόνο εκτέλεσης παραγγελιών και τα λάθη.

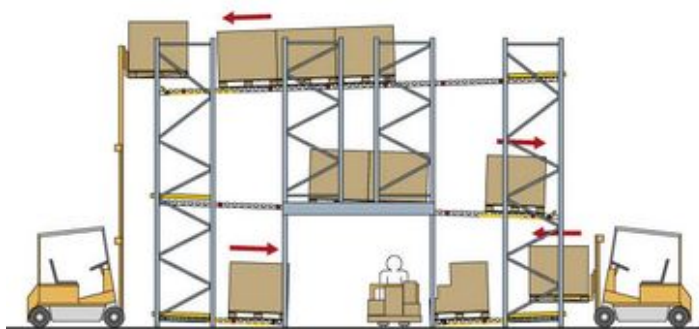


Εικόνα 28α: Carton Flow
Πηγή: <https://flowstore.com/carton-flow-rack-duraflow-df2/>



Εικόνα 28β: Pallet Flow
Πηγή: <https://naumannhobbs.com/storage-products/warehouse-storage-racks/pallet-flow-racks/>

Το δεύτερο σύστημα είναι ένα Picking Tunnel με Pallet Flow (εικόνα 29). Στο επίπεδο 0, μπορούν να τοποθετηθούν μέχρι και 3 παλέτες σε βάθος που καταλήγουν στο tunnel. Η ανατροφοδοσία γίνεται από τις εξωτερικές πλευρές του tunnel, με θέσεις stock στα επίπεδα 1 και 2. Το επίπεδο 1 έχει κλίση προς τα δεξιά και το επίπεδο 2 προς τα αριστερά, διευκολύνοντας τη ροή των προϊόντων και την διαδικασία ανατροφοδότησης των θέσεων picking.



Εικόνα 29: Picking Tunnel

Πηγή: <https://www.rack-and-roll.com/en/products/storagepickingtechnology/pallet-roller-conveyors/>

Αξίζει να σημειωθεί ότι εφαρμόστηκε το Vision Picking και στα δύο συστήματα, βελτιώνοντας σημαντικά την ταχύτητα και την αποδοτικότητα της διαδικασίας συλλογής παραγγελιών. Χρησιμοποιώντας έξυπνα γυαλιά ή άλλες συσκευές επαυξημένης πραγματικότητας, οι εργαζόμενοι λαμβάνουν οδηγίες σε πραγματικό χρόνο για το πού να εντοπίσουν και να συλλέξουν τα προϊόντα. Αυτό αυξάνει την ακρίβεια των παραγγελιών, μειώνει τα λάθη και διασφαλίζει ότι οι εργαζόμενοι λειτουργούν σε πιο ασφαλές περιβάλλον, με μειωμένο χρόνο αναζήτησης και λιγότερη ανάγκη για χειροκίνητη παρέμβαση ή εκτυπωμένες λίστες.

- Νέος Εξοπλισμός Ενδοαποθηκευτικής Διακίνησης

Για να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα της διακίνησης εντός του κέντρου διανομής, πραγματοποιήθηκαν επενδύσεις για την αντικατάσταση παρωχημένων μηχανημάτων και εξοπλισμού με σύγχρονα εργαλεία που αυξάνουν την παραγωγικότητα και μειώνουν τα κόστη συντήρησης. Πιο συγκεκριμένα, αγοράστηκαν δύο ηλεκτροκίνητα παλετοφόρα πεζού χειριστή και ένα εποχούμενου χειριστή καθώς και τρία περονοφόρα ανυψωτικά (Reach Truck). Επιπλέον, έγινε συντήρηση σε ένα μέρος του υπάρχοντος εξοπλισμού που ήταν σε καλή κατάσταση ενώ ταυτόχρονα δημιουργήθηκε ένα πρόγραμμα τακτικής συντήρησης, με προληπτικές επισκευές με σκοπό τη μείωση των απρόοπτων βλαβών.

- Διαχωρισμός Χειρωνακτικών και Αυτοματοποιημένων Εργασιών

Για την ασφάλεια των εργαζομένων και την αποδοτικότερη χρήση του εξοπλισμού, το κέντρο διανομής διαχωρίστηκε σε περιοχές χειρωνακτικών εργασιών και αυτοματοποιημένων διαδικασιών. Αυτός ο διαχωρισμός μειώνει τον κίνδυνο ατυχημάτων και επιτρέπει την καλύτερη αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών και εξοπλισμού.

4.4 Συμπεράσματα

Η εταιρεία αντιμετώπισε σημαντικά προβλήματα που σχετίζονταν με την παλαιότητα του εξοπλισμού, την αναποτελεσματική λειτουργία των ψυχόμενων χώρων, την ελάχιστη χρήση τεχνολογίας και την ανάγκη για αλλαγές στο μοντέλο πωλήσεων. Η ενοποίηση των δύο κέντρων διανομής και η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου κέντρου ήταν απαραίτητες για να αντιμετωπιστούν αυτά τα προβλήματα, ειδικά όσον αφορά την ασφάλεια των εργαζομένων και την αποδοτικότητα των διαδικασιών.

Τα σημαντικότερα οφέλη που προέκυψαν από την ολοκλήρωση του συγκεκριμένου έργου ήταν:

1. Διασφάλιση της Ασφάλειας

Η αναδιοργάνωση του κέντρου διανομής εστίασε στην ασφάλεια τόσο των εργαζομένων όσο και του εξοπλισμού. Με την εγκατάσταση σύγχρονων συστημάτων και την απομάκρυνση των γερασμένων εξοπλισμών, μειώθηκαν τα ατυχήματα και οι κίνδυνοι που συνδέονται με τη χρήση παλαιών μηχανημάτων. Ειδικότερα, η χρήση του Vision Picking βελτίωσε την ασφάλεια εντός του ψυχόμενου χώρου, μειώνοντας τον χρόνο που οι εργαζόμενοι χρειάζονται να παραμείνουν σε χαμηλές θερμοκρασίες και ελαχιστοποιώντας τα λάθη που μπορεί να προκύψουν από την ανθρώπινη αμέλεια.

2. Αναβάθμιση του Εργασιακού Περιβάλλοντος και της Εργασιακής Κουλτούρας

Η υιοθέτηση σύγχρονων τεχνολογιών και η αναδιοργάνωση του χώρου εργασίας προήγαγαν τη δημιουργία ενός σύγχρονου και ευχάριστου εργασιακού περιβάλλοντος. Η εκπαίδευση του προσωπικού στη χρήση νέων τεχνολογιών, όπως το Pick to Light και το Vision Picking, αύξησε τη διάθεση των υπαλλήλων να αποδεχτούν τις αλλαγές και να υιοθετήσουν νέες πρακτικές. Οι αλλαγές αυτές ενίσχυσαν τη συνεργασία και τη θετική στάση απέναντι στην τεχνολογία, συμβάλλοντας στην καλύτερη ομαδική δυναμική και παραγωγικότητα.

3. Αύξηση Αποθηκευτικού Χώρου και Θέσεων Picking

Η αναδιοργάνωση του χώρου με την κατεδάφιση των εσωτερικών πάνελ και τη δημιουργία ενιαίου χώρου αποθήκευσης επέτρεψε την αύξηση του αποθηκευτικού χώρου. Η εγκατάσταση συστημάτων κινητών ραφιών και η δημιουργία θέσεων stock

βελτίωσαν τη διαχείριση του χώρου και αύξησαν τις θέσεις picking, διευκολύνοντας τη διαδικασία συλλογής προϊόντων και την αποθήκευσή τους.

4. Εκσυγχρονισμός Διαδικασιών Αποθήκης

Η υιοθέτηση προηγμένων συστημάτων όπως το Carton Flow και το Picking Tunnel επέτρεψε την αυτοματοποίηση των διαδικασιών αποθήκευσης και συλλογής. Ο εκσυγχρονισμός των διαδικασιών περιλάμβανε την ενσωμάτωσή τους με σύγχρονα τεχνολογικά εργαλεία, όπως τα RF Scanners και το Vision Picking, τα οποία αύξησαν την αποδοτικότητα και την ακρίβεια των παραγγελιών. Επιπλέον, η υιοθέτηση του WMS προσέφερε μια ολοκληρωμένη λύση για τη παρακολούθηση των αποθεμάτων σε πραγματικό χρόνο.

5. Αύξηση Παραγωγικότητας

Ο εκσυγχρονισμένος εξοπλισμός και οι αυτοματοποιημένες διαδικασίες οδήγησαν σε αύξηση της παραγωγικότητας. Η βελτίωση της ταχύτητας συλλογής (picking) και η αύξηση της ακρίβειας του picking σε ποσοστό άνω του 70% αναδεικνύουν τη σημαντική πρόοδο στην αποδοτικότητα της αποθήκης. Η αύξηση στις γραμμές ανά picker και η βελτίωση της ακρίβειας των παραγγελιών συμβάλλουν στην καλύτερη εξυπηρέτηση των πελατών και στη μείωση των λαθών και των επαναλαμβανόμενων παραγγελιών.

Συνολική Αξιολόγηση

Η προσέγγιση που ακολούθησε η εταιρεία (ημι-αυτοματοποιημένα συστήματα) αναδεικνύει τη σημασία του αυτοματισμού και της αναδιοργάνωσης των λειτουργιών σε απαιτητικά περιβάλλοντα όπως αυτό της διανομής γαλακτοκομικών προϊόντων. Η συνδυασμένη εφαρμογή σύγχρονων τεχνολογιών και στρατηγικών βελτίωσης οδήγησε σε σημαντική αναβάθμιση των λειτουργιών του κέντρου διανομής, βελτιώνοντας την ασφάλεια, την αποδοτικότητα και την παραγωγικότητα. Η μελέτη αυτή καταδεικνύει πώς η τεχνολογία και η στρατηγική αναδιοργάνωση μπορούν να επιλύσουν χρόνιες παθογένειες και να οδηγήσουν σε μια πιο αποδοτική και ασφαλή λειτουργία της επιχείρησης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Σιμνιώτης, Γ. (1997) *Logistics Management: Θεωρία και Πράξη*. 1η έκδοση, Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση.

Γιαννάκαινας, Β. (2004) *Ανατομία των BUSINESS LOGISTICS*. 1^η έκδοση, Αθήνα: Εκδόσεις Συκάρης ΑΕΒΕ

Μαλινδρέτος, Γ. (2018). *Εφοδιαστική Αλυσίδα, Logistics και Εξυπηρέτηση Πελατών*. 2η έκδοση, Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Christopher, M. (2016) *Logistics and Supply Chain Management*. 5η έκδοση, London: Pearson.

De Koster, R. B. M., Johnson, A. L. and Roy, D. (2017) 'Warehouse design and management', *International Journal of Production Research*, 55(21), pp. 6327–6330. doi: 10.1080/00207543.2017.1371856.

Murphy, P.R. και Knemeyer, A.M. (2018) *Contemporary Logistics*. 12η έκδοση, London: Pearson.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Conveyco (2023). *Order Selection Systems: Radio Frequency Picking*. Διαθέσιμο στο: <https://www.conveyco.com/technology/order-selection-systems/radio-frequency-picking/>[Πρόσβαση: Δεκέμβριος 2024].

Conveyco (2023). *Automated Storage and Retrieval Types*. Διαθέσιμο στο: <https://www.conveyco.com/blog/automated-storage-and-retrieval-types/>[Πρόσβαση: Δεκέμβριος 2024].

6 River Systems (2023). *Types of Warehouse Order Picking Systems*. Διαθέσιμο στο: <https://6river.com/types-of-warehouse-order-picking-systems/>[Πρόσβαση: Δεκέμβριος 2024].

Kardex Remstar (2024). *8 Types of Automated Storage and Retrieval Systems*. Διαθέσιμο στο: <https://us.blog.kardex-remstar.com/types-of-automated-storage-and-retrieval-systems> [Πρόσβαση: Δεκέμβριος 2024].

Mobile Industrial Robots. *AGV vs AMR: What's the Difference?*. Διαθέσιμο στο: <https://mobile-industrial-robots.com/blog/agv-vs-amr-whats-the-difference> [Πρόσβαση: Δεκέμβριος 2024].

BECOSAN. *Κέντρα Logistics | Τι είναι; - Τύποι*. Διαθέσιμο στο: <https://www.becosan.com/logistics-centers/> [Πρόσβαση: Δεκέμβριος 2024].

FORTNA (2021). *Επτά τύποι ρομπότ αποθήκης: Παράγοντες για την αξιοποίηση ρομπότ στο κέντρο διανομής*. Διαθέσιμο στο: <https://www.fortna.com/insights-resources/seven-types-of-warehouse-robots-considerations-for-leveraging-robots-in-the-dc/> [Πρόσβαση: Δεκέμβριος 2024].