

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία  
Εφαρμογή Τεχνολογιών Στις Σύγχρονες Αποθήκες

Ιούνιος 2021



Επιβλέπων καθηγητής: κ. Χονδροκούκης Γρηγόριος

Ελένη Σπηλιοπούλου

Πανεπιστήμιο Πειραιώς  
Τμήμα Logistics Management



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη .....	4
Λέξεις κλειδιά.....	4
Εισαγωγή.....	5
Κεφάλαιο 1 - Η Αποθήκη .....	6
1.1 Εισαγωγή.....	6
1.2 Οι Τάσεις της Εφοδιαστικής Αλυσίδας .....	8
1.3 Οι Προκλήσεις στην Διαχείριση της Αποθήκης .....	8
1.4 Lean Αποθήκευση .....	12
Κεφάλαιο 2 - Συστήματα Διαχείρισης Αποθηκών (WMS) .....	13
2.1 Εισαγωγή.....	13
2.2 Τύποι Συστημάτων WMS .....	13
2.3 Οι Λειτουργικότητες ενός Τυπικού WMS Λογισμικού.....	14
2.4 Τα Δυνητικά Οφέλη ενός WMS.....	15
2.5 Τα Γνωρίσματα ενός Αποτελεσματικού WMS .....	17
2.6 Η Εφαρμογή ενός WMS .....	18
2.7 Μελέτη Περίπτωση [4]: Το αντίκτυπο της εφαρμογής ενός WMS σε αποθήκη .....	19
Η Εταιρεία που Μελετήθηκε.....	19
Η Υφιστάμενη Κατάσταση.....	19
Η Μελλοντική Κατάσταση.....	20
Οι Βελτιώσεις Επίδοσης.....	23
Συμπεράσματα .....	24
Κεφάλαιο 3 - Τεχνολογίες Συλλογής.....	25
3.1 Εισαγωγή.....	25
3.2 Οι Προκλήσεις του Order Picking.....	25
3.3 Η Τεχνολογία Αυτόματης Αναγνώρισης και Δεδομένων (AIDC).....	27
3.2.1 Barcoding Scanning .....	27
3.2.2 RFID .....	31
Τεχνολογία-Τα κύρια χαρακτηριστικά .....	31
Οι Συχνότητες Λειτουργίας των RFID Συστημάτων.....	33
Τύποι RFID Tags (με βάση το power scheme ).....	33
RFID vs Barcoding.....	34
3.2.3 Pick by Voice.....	35

Τεχνολογία-Τα κύρια συστατικά.....	35
Ο Τρόπος Λειτουργίας .....	35
Πλεονεκτήματα .....	37
Μειονεκτήματα .....	37
Voice vs Barcode Scanning.....	37
3.4 Pick to light / Pick by light .....	38
Τεχνολογία - Τα κύρια συστατικά .....	38
Ο Τρόπος Λειτουργίας .....	38
Πλεονεκτήματα .....	40
Μειονεκτήματα .....	40
3.5 Pick by Vision.....	40
Τεχνολογία - Τα κύρια συστατικά .....	40
Ο Τρόπος Λειτουργίας .....	41
Πλεονεκτήματα .....	42
Μειονεκτήματα .....	42
3.6 Σύγκριση Συστημάτων Συλλογής .....	43
Κεφάλαιο 4 – Η Έξυπνη Αποθήκη .....	46
4.1 Εισαγωγή.....	46
4.2 Οι Νέες Τεχνολογίες που Εφαρμόζονται .....	46
4.3 Η Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών σε Πραγματικές Αποθήκες .....	56
Amazon.....	56
DHL .....	58
Alibaba.....	61
4.4 Το Κοντινό Μέλλον.....	62
Πιθανό Μελλοντικό Σενάριο.....	63
Συμπεράσματα.....	65
Βιβλιογραφία .....	66
Ιστοσελίδες.....	67

## Περίληψη

Η αποθήκη σήμερα κατέχει έναν από τους πιο σημαντικούς ρόλους στην αλυσίδα εφοδιασμού, και αυτό γίνεται αντιληπτό από τις αυξανόμενες απαιτήσεις για ολοένα πιο αποτελεσματικές λειτουργίες logistics. Ως βασικός παράγοντας ανάπτυξης της επιχείρησης, η αποτελεσματική διαχείριση των διαδικασιών της είναι απαραίτητη και η χρήση της τεχνολογίας βασική προϋπόθεση.

Η παρούσα εργασία περιλαμβάνει στο πρώτο κεφάλαιο τις τάσεις της εφοδιαστικής αλυσίδας, τις προκλήσεις στην διαχείριση της αποθήκης που καλείται να αντιμετωπίσει ο διευθυντής της αποθήκης και την έννοια της λιτής αποθήκης.

Έπειτα, στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται λόγος στην αναγκαιότητα χρήσης των WMS για την υποστήριξη αλλά και για το 'χτίσιμο' της αξιοπιστίας, της ταχύτητας, του ελέγχου και της ευελιξίας της λειτουργίας της αποθήκης.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναφέρονται με λεπτομέρεια οι τεχνολογίες που εφαρμόζονται στην συλλογή παραγγελιών, μια από τις σημαντικότερες και πιο δαπανηρές διαδικασίες της αποθήκης.

Τέλος στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις αναδυόμενες τεχνολογίες που εφαρμόζονται, με παραδείγματα εφαρμογής τους σε πραγματικές αποθήκες και σε κάποιες ιδέες που ίσως δούμε να εφαρμόζονται στο κοντινό μέλλον.

## Λέξεις κλειδιά

Αποθήκη, Τεχνολογία, WMS, Barcode, RFID, Pick, Tag, Ρομπότ

## Εισαγωγή

Με βάση τα σημερινά δεδομένα και τις καταναλωτικές ανάγκες να έχουν μεταβληθεί ραγδαία, κυρίως λόγω της πανδημίας COVID-19, οι απαιτήσεις για ολοένα πιο αποτελεσματικές λειτουργίες logistics, κάνουν αντιληπτό το πόσο ζωτικός είναι ο ρόλος των αποθηκών σήμερα στην αλυσίδα εφοδιασμού.

Παρόλο που συναντάμε τις αποθήκες με διαφορετικούς ρόλους, οι βασικές τους διαδικασίες παραμένουν ίδιες.

Είναι αντιμέτωπες με αρκετές προκλήσεις, με την μεγαλύτερη από αυτές να είναι ο τρόπος διαχείρισης και η ταχύτητα της ροής των δεδομένων.

Είναι γεγονός ότι η πρόοδος μιας αποθήκης σχετίζεται με την χρήση της τεχνολογίας, την ταχύτητα και την ακρίβεια, με την βελτίωση της επίδοσής της και την αποτελεσματική διαχείριση των πόρων της.

Η συγκεκριμένη εργασία μελετά τεχνολογίες που συναντάμε στις σύγχρονες αποθήκες:

- Τα συστήματα διαχείρισης αποθηκών (WMS) με αναφορές στους τύπους συστημάτων WMS, στις λειτουργικότητες, στα δυνητικά οφέλη και στα γνωρίσματά τους καθώς και στην εφαρμογή τους εστιάζοντας στο κατά πόσο μπορεί να βελτιωθεί η επίδοση και η παραγωγικότητα μιας πραγματικής αποθήκης (μελέτη περίπτωσης).
- Στις τεχνολογίες που εφαρμόζονται στην διαδικασία της συλλογής<sup>1</sup> με αναφορές στις τεχνολογίες αυτόματης αναγνώρισης και δεδομένων, pick by voice, pick to light και pick by vision.
- και στις νέες (αναδυόμενες) τεχνολογίες.

---

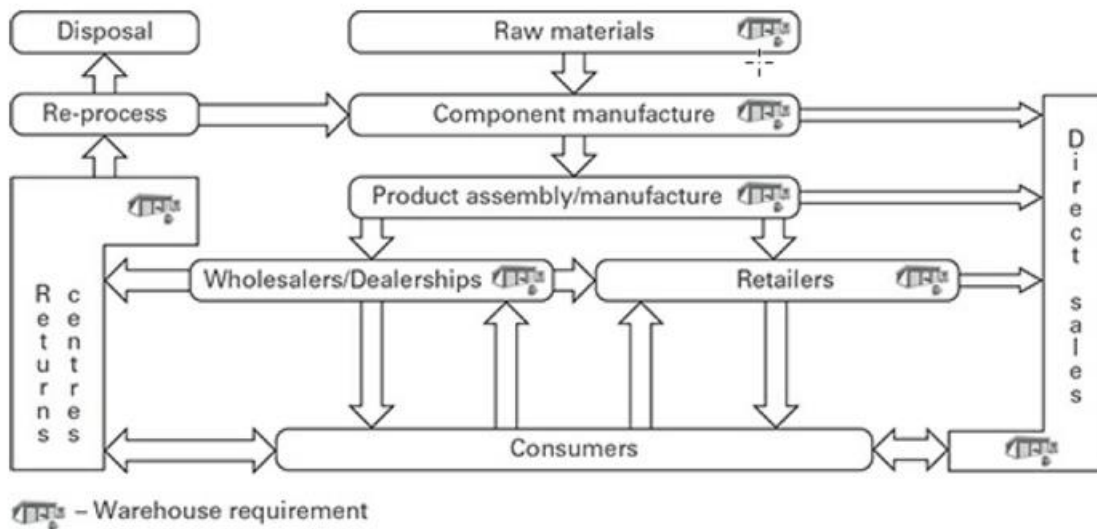
<sup>1</sup> Η διαδικασία της συλλογής, θεωρείται η πιο δαπανηρή σε σχέση με τις υπόλοιπες διαδικασίες της αποθήκης, με άμεσο αντίκτυπο στο επίπεδο εξυπηρέτησης πελατών

## Κεφάλαιο 1 - Η Αποθήκη

### 1.1 Εισαγωγή

Υπάρχουν διάφοροι τύποι αποθηκών. Μπορούν να ταξινομηθούν σε αποθήκες παραγωγής, κέντρα διανομής αλλά και με βάση τον ρόλο που έχουν στην αλυσίδα εφοδιασμού.

Όπως φαίνεται στην εικόνα 1, τις αποθήκες διαχειρίζονται οι προμηθευτές πρώτων υλών, οι κατασκευαστές εξαρτημάτων και τελικών προϊόντων, οι χονδρέμποροι, λιανέμποροι και επιχειρήσεις που εμπλέκονται στην αντίστροφη εφοδιαστική αλυσίδα. Η αποθήκευση μπορεί να γίνει είτε σε ιδιωτικό αποθηκευτικό χώρο ή σε ενοικιαζόμενο μέσω 3PL εταιριών (Υπεργολαβία) [1].



Εικόνα 1- Η αποθήκευση στην αλυσίδα εφοδιασμού

Οι αποθήκες με βάση τον ρόλο που έχουν στην εφοδιαστική αλυσίδα διακρίνονται σε:

- α. Αποθήκες πρώτων υλών
- β. Αποθήκες για προσωρινή αποθήκευση προϊόντων που μπορεί να βρίσκονται σε διαφορετικά στάδια παραγωγής, και προσαρμογής ή συναρμολόγησης προϊόντων πριν την τελική παράδοση.
- γ. Αποθήκες τελικών προϊόντων
- δ. Κέντρα ενοποίησης παραγγελιών, όπου οι αποστολές από διαφορετικές αποθήκες και προμηθευτές ενοποιούνται σε μια τελική παράδοση.
- ε. Κέντρα break-bulk, λαμβάνουν προϊόντα σε μεγάλες ποσότητες από τους προμηθευτές και τα 'σπάνε' σε διαχειρίσιμες ποσότητες για μετέπειτα παράδοσης σε διάφορες τοποθεσίες.
- στ. Κέντρα Cross-dock, τα προϊόντα λαμβάνονται και αποστέλλονται, χωρίς να μεσολαβήσει η αποθήκευσή τους.
- ζ. Κέντρα ταξινόμησης όπου συλλέγονται τα προϊόντα από όλη την χώρα, ταξινομούνται με βάση τον ταχυδρομικό κώδικα, ενοποιούνται και παραδίδονται στις αντίστοιχες περιοχές διανομής για περαιτέρω παράδοση.
- η. Κέντρα εκπλήρωσης παραγγελιών, όπου διαχειρίζονται μεγάλους όγκους από μικρές παραγγελίες. Επιτακτική ανάγκη λόγω της αύξησης της λιανικής πώλησης μέσω διαδικτύου.
- θ. Κέντρα διαχείρισης επιστροφών

Οι παραπάνω αποθήκες έχουν διαφορετικές λειτουργίες (operations), όμως παρά την ετερογένειά τους οι περισσότερες από αυτές μοιράζονται το ίδιο γενικό μοντέλο ροής αγαθών περιλαμβάνοντας τις εξής τυπικές διαδικασίες: παραλαβή, τοποθέτηση, εσωτερική μετακίνηση (replenishment), συλλογή, ταξινόμηση, συσκευασία και αποστολή.



## 1.2 Οι Τάσεις της Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Το φαινόμενο του ηλεκτρονικού εμπορίου μεγαλώνει συνεχώς τόσο για τους τομείς B2B (Business to Business) όσο και για τους τομείς B2C (Business to Customer).

Η ευκολία, οι περιβαλλοντικές πιέσεις αλλά και οι καταναλωτικές ανάγκες, που μπορεί να μεταβληθούν ραγδαία, όπως αυτές που προέκυψαν από την πανδημία COVID-19, έχουν αυξήσει σημαντικά τις απαιτήσεις για online παραγγελίες και παραδόσεις στον χώρο του πελάτη.

Αυτό απαιτεί περισσότερα κέντρα εκπλήρωσης παραγγελιών (fulfilment centers) και κέντρα διαχείρισης επιστροφών.

Οι λιανέμποροι και οι κατασκευαστές θα συνεχίσουν να αναζητούν περαιτέρω εξοικονόμηση κόστους καθώς οι αγορές γίνονται όλο και πιο ανταγωνιστικές. Οι αποθήκες αναμένεται να γίνουν περισσότερο αποδοτικές (efficient) και κοστολογικά αποτελεσματικές (cost effective) με το κλείσιμο μη ευέλικτων κτηρίων και τον τερματισμό μη αποδοτικών λειτουργιών (inefficient operations) [1].

## 1.3 Οι Προκλήσεις στην Διαχείριση της Αποθήκης

### α. Η Μείωση του λειτουργικού κόστους

Οι επιχειρήσεις στοχεύουν στην περαιτέρω μείωση του κόστους της εφοδιαστικής αλυσίδας, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η πίεση για μείωση του κόστους των μεταφορικών και της αποθήκης αλλά και οι απαιτήσεις για διατήρηση του επιπέδου εξυπηρέτησης πελατών σε υψηλά επίπεδα .

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αξιολογούν την επιλογή της ανάθεσης σε τρίτους καθώς και την αναθεώρηση των δικών τους λειτουργιών logistics [1].

### β. Η επίτευξη της τέλει παραγγελίας<sup>2</sup>

Μια παραγγελία θεωρείται τέλεια, όταν έχει παραδοθεί εγκαίρως (στην ώρα που ζήτησε ο πελάτης), πλήρως (ο σωστός αριθμός και τύπος προϊόντων που παραγγέλθηκαν αρχικά από τον πελάτη), σε άριστη κατάσταση (ποιότητα) και όταν συνοδεύεται από τα σωστά έγγραφα (πχ φύλλο παράδοσης, τιμολόγια, τελωνειακά έγγραφα κ.α.) [1].<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Η τέλεια παραγγελία είναι ένας βασικός δείκτης απόδοσης (KPI) της εφοδιαστικής αλυσίδας

- γ. Οι μικρότεροι χρόνοι παράδοσης μιας παραγγελίας (order lead times<sup>3</sup>) και η διαθεσιμότητα αποθέματος.

Ο χρόνος παράδοσης μπορεί να διαφοροποιήσει τους ανταγωνιστές μεταξύ τους. Οι αγοραστές συνήθως επιλέγουν την ταχύτερη παράδοση με παρόμοιο κόστος και ποιότητα είδους αντί να αναμείνουν σε μελλοντική διαθεσιμότητα αποθέματος [1].

- δ. Η Παράδοση μέσω πολλαπλών καναλιών

Οι επιχειρήσεις για να προσεγγίσουν πιο αποδοτικά τους πελάτες τους, χρησιμοποιούν πολλαπλά κανάλια για τις πωλήσεις οπότε οι διευθυντές των αποθηκών θα πρέπει να παρουσιάσουν τα αγαθά με ποικίλους και διαφορετικούς τρόπους [1].

- ε. Οι μικρότερες και πιο συχνές παραγγελίες (με μεγάλη συχνότητα)

Είναι αποτέλεσμα της μεθόδου just in time, της αύξησης των διαδικτυακών πωλήσεων και των πρωτοβουλιών όπως QR (Quick response) και ECR (efficient consumer response<sup>4</sup>) των αποστολών των προμηθευτών στο λιανεμπόριο.

Αυτό απαιτεί αλλαγές στις λειτουργίες της αποθήκης και την σταδιακή απομάκρυνση από την συλλογή μιας πλήρους παλέτας σε συλλογή μικρότερων συσκευασιών και μεμονωμένων στοιχείων (items) [1].

---

<sup>3</sup> Order Lead time: ο χρόνος μεταξύ της παραγγελίας και της παραλαβής του προϊόντος από το πελάτη

<sup>4</sup> Response: η ανταπόκριση στις απαιτήσεις της αγοράς

#### στ. Οι διακυμάνσεις στην ζήτηση

Οι προβλέψεις πωλήσεων έχουν παρέλθει, με τους καταναλωτές να έχουν το κύριο ρόλο στην διαμόρφωση της αγοράς.

Οι βασικοί παράγοντες στις διακυμάνσεις αυτές είναι, η εποχικότητα (σε τομείς της αγοράς όπως μόδα), πριν και μετά από εορταστικές περιόδους (όπως Χριστούγεννα) και οι ημέρες μεγάλων προσφορών (όπως Black Friday), όπου πιέζουν συνεχώς τις αποθήκες για ταχύτερες παραδόσεις στα καταστήματα αλλά και στον χώρο των πελατών [1].

Επομένως οι επιχειρήσεις θα πρέπει να μπορούν να αυξομειώνουν τους πόρους που διαθέτουν ανάλογα με τις ανάγκες. Να αυξάνουν τους πόρους σε περιόδους αιχμής και να τους μειώνουν σε πιο ήσυχες περιόδους [1].

#### ζ. Αύξηση των SKUs

Είναι αποτέλεσμα δύο παραγόντων: από την εισαγωγή προϊόντων σε πολλές παραλλαγές όχι μόνο όσο αφορά αυτά κάθε αυτά, αλλά και ότι αφορά το μέγεθος της συσκευασίας τους, τον τύπο της συσκευασίας, την σήμανσή τους (labeling) και τον συνδυασμό τους (combination), αλλά και από την εισαγωγή από τους λιανέμπορους των δικό τους ετικετών (private brand labels) παρέχοντας στους καταναλωτές περισσότερες επιλογές [1].

#### η. Το κόστος εργασίας και διαθεσιμότητα εργαζομένων

#### θ. Τα περιβαλλοντικά θέματα

#### ι. Η μεταφορά δεδομένων και της πληροφορίας

Μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις είναι ο τρόπος διαχείρισης και η ταχύτητα της ροής των δεδομένων.

Η σημερινή αλυσίδα εφοδιασμού παράγει μεγάλες ποσότητες δεδομένων όπου θα πρέπει να αναλυθούν ώστε να συλλεχθούν πληροφορίες και να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά [1].

Επίσης, η ταχύτητα ανταπόκρισης στις απαιτήσεις της αγοράς εξαρτάται από την ταχύτητα της ροής της πληροφορίας κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Όσο η τεχνολογία αναπτύσσεται προσφέροντας στις επιχειρήσεις νέα εργαλεία και μεθόδους για την συλλογή, επεξεργασία, αποθήκευση και τελικά αξιοποίηση της πληροφορίας, τόσο θα μειώνονται οι χρόνοι ανταπόκρισης στον πελάτη και τόσο περισσότερο θα αυξάνεται η αποτελεσματικότητα των λειτουργιών logistics.

Για παράδειγμα, η δυνατότητα παρακολούθησης των ειδών σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού είναι υψίστης σημασίας ειδικά στον τομέα των τροφίμων και των φαρμακευτικών προϊόντων [1].

Όπως μπορεί να γίνει αντιληπτό από την εικόνα 2, ο διευθυντής της αποθήκης κατέχοντας έναν απαιτητικό ρόλο, αποτελεί έναν σημαντικό κρίκο στην αλυσίδα εφοδιασμού [1].



Εικόνα 2- Οι προκλήσεις της αποθήκης

## 1.4 Lean Αποθήκευση

Ένας τρόπος να ξεπεραστούν κάποιες από τις παραπάνω προκλήσεις είναι η εισαγωγή της έννοιας «Lean» στην λειτουργία της αποθήκης.

Η ιδέα πίσω από το «Lean» είναι η κατάργηση οποιασδήποτε δραστηριότητας (ή διαδικασίας) που χρησιμοποιεί πόρους αλλά δεν δημιουργεί προστιθέμενη αξία [1].

Οι πηγές της αναποτελεσματικότητας ή της σπατάλης (waste) αναφέρονται παρακάτω [1]:

- Η σπατάλη της μεταφοράς: περιττές μετακινήσεις του προσωπικού, των προϊόντων, της πληροφορίας και του εξοπλισμού όπως η άσκοπη μετακίνηση του περνοφορου ανυψωτικού οχήματος ή λήψεις και οι αποθέσεις που υφίσταται μια συσκευασία μέσα στην αποθήκη χωρίς ουσιαστικό λόγο.
- Η διατήρηση αποθέματος παρωχημένων ειδών ή αποθεματοποίηση ειδών που ίσως δεν χρειάζονται (απόκτησή τους πριν γίνουν γνωστές οι ανάγκες τις επιχείρησης).
- Οι άσκοπες κινήσεις του προσωπικού. Παράδειγμα όταν τα ταχυκίνητα είδη δεν είναι εύκολα προσβάσιμα οπότε προχωρούν σε περισσότερες κινήσεις.
- Οι αναμονές, για παράδειγμα εμπόδια στις θέσεις συλλογής, η στις φόρτο- εκφορτώσεις των οχημάτων (αναμονή εργαζομένων).
- Η υπερ-παραγωγή. Κρατώντας πάρα πολύ απόθεμα όπου για να παραχθεί έγιναν άσκοπες εργασίες που θα μπορούσαν να παραληφθούν.
- η υπερ-ανάλωση πόρων που περιλαμβάνει είτε μη κατάλληλη αξιοποίηση του προσωπικού με ικανότητες και δεξιότητες είτε ανάθεση σημαντικών εργασιών σε προσωπικό που δεν έχει εκπαιδευτεί. Χρησιμοποιούνται σωστά οι πόροι;
- Η διόρθωση ελαττωματικών ενεργειών: όπως ο χρόνος που αφιερώθηκε για την διόρθωση λαθών όπως χαμένη συλλογή , προϊόν σε λάθος θέση, ετικέτα σε λάθος προϊόν.

Ένας άλλο τρόπος για να ξεπεραστούν οι παραπάνω προκλήσεις είναι η χρήση της τεχνολογίας ή ακόμα καλύτερα, ο συνδυασμός της φιλοσοφίας lean και της τεχνολογίας.

## Κεφάλαιο 2 - Συστήματα Διαχείρισης Αποθηκών (WMS)

### 2.1 Εισαγωγή

Η χρήση της τεχνολογίας μιας και συμβάλει στην αποδοτική και αποτελεσματική διάθεση των πόρων μιας αποθήκης, μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την παραγωγικότητά της (warehouse productivity), να αύξηση την αξιοποίησή της (utilization) να μειώσει τα κόστη και να αυξήσει την ικανοποίηση των πελατών.

Όσο οι πελάτες γίνονται πιο εκλεπτυσμένοι, απαιτώντας ανταλλαγή δεδομένων με ακρίβεια, ασφάλεια και ταχύτητα, και όσο ανταγωνισμός γίνεται πιο έντονος, τόσο οι επιχειρήσεις χρειάζονται να έχουν εργαλεία της τεχνολογίας πληροφοριών (*Information technology tools /Information systems*), για την υποστήριξη της επιχειρησιακή τους δραστηριότητας (the business) αλλά και για το 'χτίσιμο' της αξιοπιστίας, της ταχύτητας, του ελέγχου και της ευελιξίας της λειτουργίας της αποθήκης (warehouse operation). Η δυνατότητα της επικοινωνίας σε πραγματικό χρόνο (real time) είναι ζωτικής σημασίας στο ταχύτατο κινούμενο τεχνολογικό κόσμο του σήμερα [1].

### 2.2 Τύποι Συστημάτων WMS

Τα συστήματα διαχείρισης αποθηκών και αποθέματος χρησιμοποιούνται από το 1970, για την υποστήριξη των διαδικασιών Logistics. Αρχικά προσέφεραν διαχείριση ποσοτήτων, των θέσεων αποθήκευσης καθώς και των σχέσεων μεταξύ τους. Με λίγα λόγια τα συστήματα αυτά ξεκίνησαν ως συστήματα διαχείρισης αποθεμάτων αποκλειστικά.

Συνειδητοποιώντας την ύπαρξη δυνατοτήτων εξοικονόμησης κόστους τόσο στα logistics όσο και στην αποθήκη, τα συστήματα διαχείρισης αποθήκης μετατράπηκαν σε ολοκληρωμένα συστήματα λογισμικού με ανώτερες λειτουργικότητες βελτιστοποίησης και διαχείρισης [3].

Με βάση την βιβλιογραφία υπάρχουν τρεις τύποι συστημάτων διαχείρισης αποθηκών [4]:

- *Βασικό WMS*: είναι κατάλληλο για έλεγχο αποθέματος και θέσεων αποθήκευσης, αποκλειστικά. Μπορεί να υποστηρίξει οδηγίες αποθήκευσης και συλλογής οι οποίες να εμφανιστούν σε RF τερματικά. Η διαχείριση είναι απλή και εστιάζει στον ρυθμό ροή της λειτουργίας της αποθήκης (operation)(Throughput-σημαντική μέτρηση των εισροών και εκροών μιας διαδικασίας -προ πχ παραγωγή, ).

- *Προηγμένο WMS*: σχεδιάζει πόρους και δραστηριότητες για το συγχρονισμό της ροής των αγαθών μέσα στην αποθήκη. Εστιάζει στην ανάλυση της ροής (flow) του αποθέματος και της χωρητικότητας.
- *Σύνθετο WMS*: βελτιστοποιεί την αποθήκη ή μια ομάδα αποθηκών, οι πληροφορίες που αφορούν τα αγαθά, όπως που βρίσκονται τοποθετημένα, ποιος είναι ο προορισμός τους (σχεδιασμός, εκτέλεση και έλεγχος), είναι διαθέσιμες. Επίσης προσφέρει περισσότερες λειτουργικότητες (όπως βλέπουμε στο παρακάτω σχήμα).

### 2.3 Οι Λειτουργικότητες ενός Τυπικού WMS Λογισμικού

Εξαιτίας της ζήτησης περισσότερων λειτουργικοτήτων (Functionalities) από τις επιχειρήσεις με σκοπό την μείωση του κόστους της αποθήκης τους, οι προμηθευτές των WMS, επεκτείνουν συνεχώς τον σκοπό των λογισμικών των συστημάτων τους (complex WMS) [3].

Σήμερα, τα WMS προσφέρουν όλο και περισσότερες λειτουργικότητες οι οποίες πρωτογενώς εντοπίζονται στα λογισμικά των Logistics συστημάτων όπως ERP, SCM και TMS, όπως η εκπλήρωση μιας ολόκληρης παραγγελίας, η υποστήριξη όλων των διαδικασιών μεταξύ της παραλαβής και της αποστολής, ολοκληρωμένα συστήματα πληροφοριών και ελέγχου [3].

Παρακάτω στην εικόνα 3 παρουσιάζονται οι βασικές και οι πρόσθετες λειτουργικότητες ενός τυπικού WMS λογισμικού [3].

	Management of Best Before Dates	Management of Hazardous Material	Resource Planning	Value Added Services	Vendor Managed Inventory
<b>Key functions</b>		Order Processing	Order Release	Master Data	Customs
<b>Extended functions</b>		Receiving (Inbound)	Put-away	Warehouse Control	Serial Numbers
<b>WMS FUNCTIONALITY</b>	Double- / Multi-Depth Storage	Shipping (Outbound)	Retrieval	Order Picking	Batch Numbers
	Means of Transport	Stocktaking	Information Systems	Inventory Management	Multi-Client Capability
	Returns	Forklift Control System	Dock / Yard Management	Multi-Warehouse Capability	Management of Empties and Loading Equipment

Εικόνα 3- Οι βασικές και οι πρόσθετες λειτουργικότητες ενός τυπικού WMS λογισμικού

## 2.4 Τα Δυνητικά Οφέλη ενός WMS

Κατά την άποψη του Gwynne Richards, μια αποθήκη είναι παραγωγική, όταν τα συστήματα αποθηκών λειτουργούν σε πραγματικό χρόνο, διαχειρίζονται όλες τις διαδικασίες της αποθήκης, και έχουν την ικανότητα να επικοινωνούν με τα υπόλοιπα συστήματα της επιχείρησης [1].

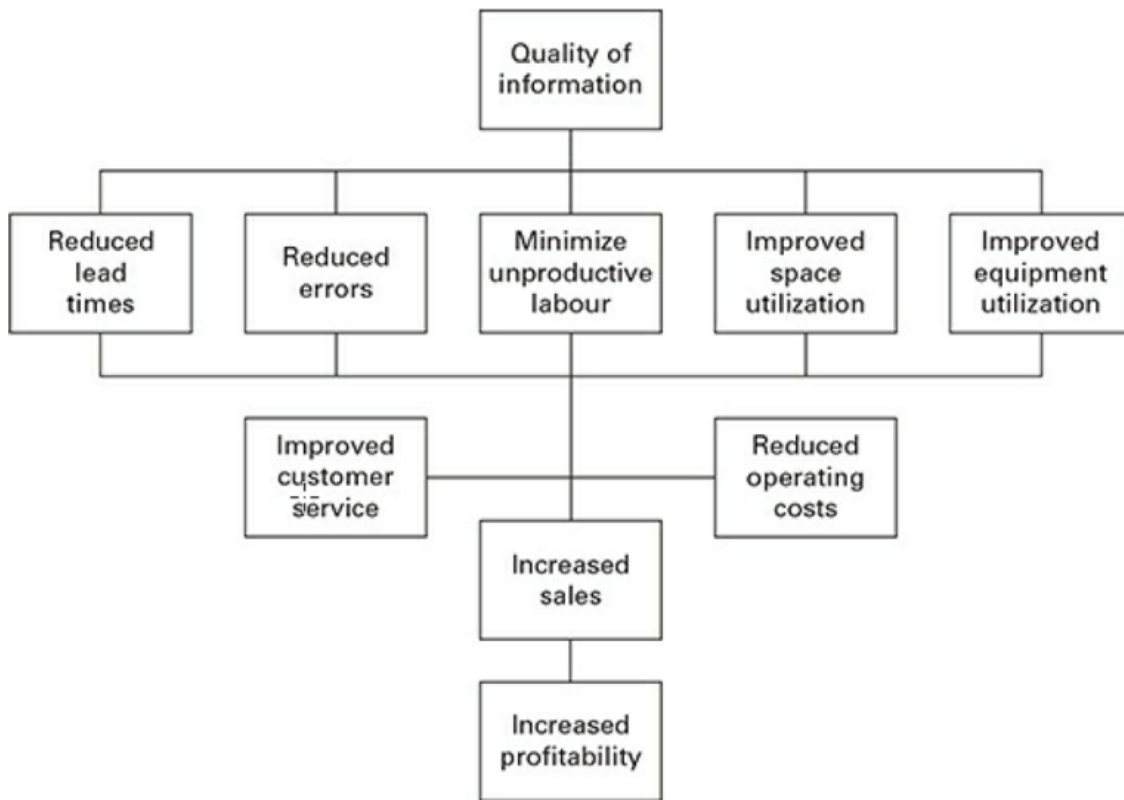
Ένα WMS έχει την ικανότητα να επεξεργάζεται τα δεδομένα γρήγορα και να συντονίζει όλες τις κινήσεις μέσα στην αποθήκη. Επίσης να παράγει αναφορές (Reports) και να χειρίζεται μεγάλους όγκους κινήσεων (transactions) όπως κινήσεις που προέρχονται από τις λειτουργίες του ηλεκτρονικού εμπορίου (*e-commerce operations*) [1].



Τα δυνητικά οφέλη από την εφαρμογή ενός WMS είναι τα ακόλουθα [1]:

1. Η δυνατότητα ορατότητας και η ιχνηλασιμότητα αποθέματος σε πραγματικό χρόνο
2. Η βελτίωση της παραγωγικότητας
3. Η δημιουργία εγγραφών αποθέματος με μεγάλη ακρίβεια
4. Η μείωση των χαμένων Συλλογών
5. Η αυτόματη αναπλήρωση αποθέματος
6. Η μείωση των επιστροφών
7. Η Εξαγωγή αναφορών (πληροφοριών) με ακρίβεια
8. Η απομακρυσμένη ορατότητα δεδομένων
9. Η Βελτίωση της εξυπηρέτησης πελατών
10. Η μείωση της γραφειοκρατίας

Το διάγραμμα στην εικόνα 4 δείχνει πως η ποιότητα των πληροφοριών μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση των πωλήσεων και μείωση του κόστους [1]:



Εικόνα 4- Τα πλεονεκτήματα της ποιότητας των πληροφοριών (χρησιμοποιείται με την άδεια Tompkins Associates)

## 2.5 Τα Γνωρίσματα ενός Αποτελεσματικού WMS

Για να είναι αποτελεσματικό ένα WMS πρέπει να έχει τουλάχιστον τα ακόλουθα γνωρίσματα (προσαρμοσμένα κατά Ruriani 2003) [1]:

- Δυνατότητα διαμόρφωσης και επέκτασης (modular and scalable system)

Η αναζήτηση ενός Modular συστήματος είναι απαραίτητη, (όπου είναι δυνατόν), για τους παρακάτω λόγους:

- Να κοστολογείται μόνο για τις λειτουργικότητες (Functionalities) που χρειάζεται,
- Να εφαρμόζεται αλλά και να εκπαιδεύονται οι χρήστες σε αυτό, ταχύτερα.
- Αλλά και για την ευελιξία που προσφέρει το γνώρισμα αυτό στην μετέπειτα προσθήκη επιπλέον modules εάν και όταν απαιτηθεί.

Επίσης η αναζήτηση ενός scalable συστήματος είναι σημαντική ώστε να μπορεί να υποστηρίξει μια πιθανή ανάπτυξη ή επέκταση της επιχείρησης. Γι' αυτό το λόγο ένα WMS πρέπει να μπορεί να ικανοποιεί τουλάχιστον τις βασικές τρέχουσες ανάγκες αλλά και τις μελλοντικές που μπορεί να υπάρξουν.

- Δυνατότητα Διασύνδεσης (interface) με άλλα συστήματα, στην περίπτωση που οι λειτουργικότητές του περιορίζονται στις βασικές και δεν δύναται να διαμορφωθεί και επεκταθεί.

Κρίσιμη (critical) θεωρείται η δυνατότητα διασύνδεσής του με άλλα συστήματα, όπως λογιστικά πακέτα, ERP συστήματα, MRP συστήματα και με TMS, όπου η ενσωμάτωσή του με εργασίες back office όπως καταχώρηση παραγγελιών, έλεγχος αποθέματος και τιμολόγηση είναι αναγκαία.

Επίσης, ένα WMS σύστημα θα πρέπει να έχει την δυνατότητα διασύνδεσης με μεταφορείς (Conveyors), με εξοπλισμό χειρισμού υλικών (materials handling equipment), με συστήματα επικοινωνίας με τον χειριστή όπως Pick-by-Light, Put-to-Light, Pick-by-Voice και συστήματα αναγνώρισης προϊόντων όπως RF readers.

Ένα WMS μπορεί να είναι stand alone ή μπορεί να είναι κομμάτι/μέρος (module/addon) ενός ERP συστήματος.

- **Προσβασιμότητα**  
Είναι σημαντικό να μπορούν οι χρήστες του συστήματος να έχουν απομακρυσμένη πρόσβαση σε αυτό μέσω διαδικτύου, παραδείγματος χάριν όταν οι χρήστες είναι σε κίνηση, όταν εργάζονται εκτός επιχείρησης και όλα τα προσφερόμενα επίπεδα πρόσβασης να είναι προστατευμένα με κωδικούς πρόσβασης.
- **Εύκολο στην λειτουργία**  
Ένα σύστημα φιλικό προς τον χρήστη με καθαρές και ευανάγνωστες οθόνες και με point and click λειτουργικό περιβάλλον οδηγεί σε αποδοχή του από τους χρήστες αλλά και στην αύξηση της παραγωγικότητάς τους.
- **Δυνατότητα Reporting**  
Παροχή ολοκληρωμένων αναφορών για εξαγωγή πληροφοριών (για παράδειγμα δείκτες KPIs) με στόχο την σωστή λήψη αποφάσεων.

## 2.6 Η Εφαρμογή ενός WMS

Η εφαρμογή ενός WMS απαιτεί μια σημαντική επένδυση σε κεφάλαιο και χρόνο η οποία θα πρέπει να αιτιολογηθεί με τα οφέλη που θα προκύψουν μετά την εφαρμογή του. [4]

Οι παρακάτω κανόνες θα πρέπει να ακολουθούνται πριν την εφαρμογή ενός νέου συστήματος [1]:

- α. Εντοπισμός της κατάλληλης χρονικής περιόδου, για παράδειγμα την περίοδο με τις λιγότερες πωλήσεις για την εταιρεία, την περίοδο που οι βασικοί εμπλεκόμενοι του έργου είναι διαθέσιμοι.
- β. Συμφωνία ενός ρεαλιστικού σχεδίου υλοποίησης με τον προμηθευτή και την ομάδα έργου.
- γ. Διαθεσιμότητα του βασικού προσωπικού (key people) κατά την φάση της εφαρμογής.
- δ. Καθορισμός εφικτών προθεσμιών (deadlines).
- ε. Εκπαίδευση του προσωπικού βασισμένο σε συμφωνημένο πρόγραμμα εκπαιδεύσεων.
- στ. Συνεχής παρακολούθηση των χρονοδιαγραμμάτων (timeline).

## 2.7 Μελέτη Περίπτωση [4]: Το αντίκτυπο της εφαρμογής ενός WMS σε αποθήκη

### Η Εταιρεία που Μελετήθηκε

Η μελέτη δημοσιεύτηκε τον Σεπτέμβριο του 2012 και διεξήχθη στην μεγαλύτερη εταιρεία λιανικής της Ινδίας, εξειδικευμένη στην διαχείριση καταναλωτικών προϊόντων κατηγοριών όπως μόδα, τρόφιμα και γενικά εμπορεύματα. Το 2012 εξυπηρετούσε περισσότερα από 2.600 καταστήματα λιανικής, που τοποθετούνταν σε όλο το μήκος της χώρας. Επίσης διαχειριζόταν περισσότερα από 3 εκατομμύρια SKUs ετησίως. Αυτό απαιτεί ταυτόχρονη διαχείριση 30 διαφορετικών αλυσίδων εφοδιασμού.

Μελετήθηκαν τρεις αποθήκες της εταιρείας όπου η μία έχει αυτοματοποιηθεί και εφαρμοστεί ένα WMS.

Ο σκοπός της μελέτης είναι η ανάλυση του αντίκτυπου της εφαρμογής του WMS σε αυτές τις αποθήκες.

Οι διαδικασίες -πυρήνες που μελετήθηκαν (Core business processes): στις αποθήκες αυτές τα αγαθά (προϊόντα) παραλαμβάνονται χύμα και τοποθετούνται. Στην συνέχεια συλλέγονται, συσκευάζονται και αποστέλλονται στα καταστήματα.

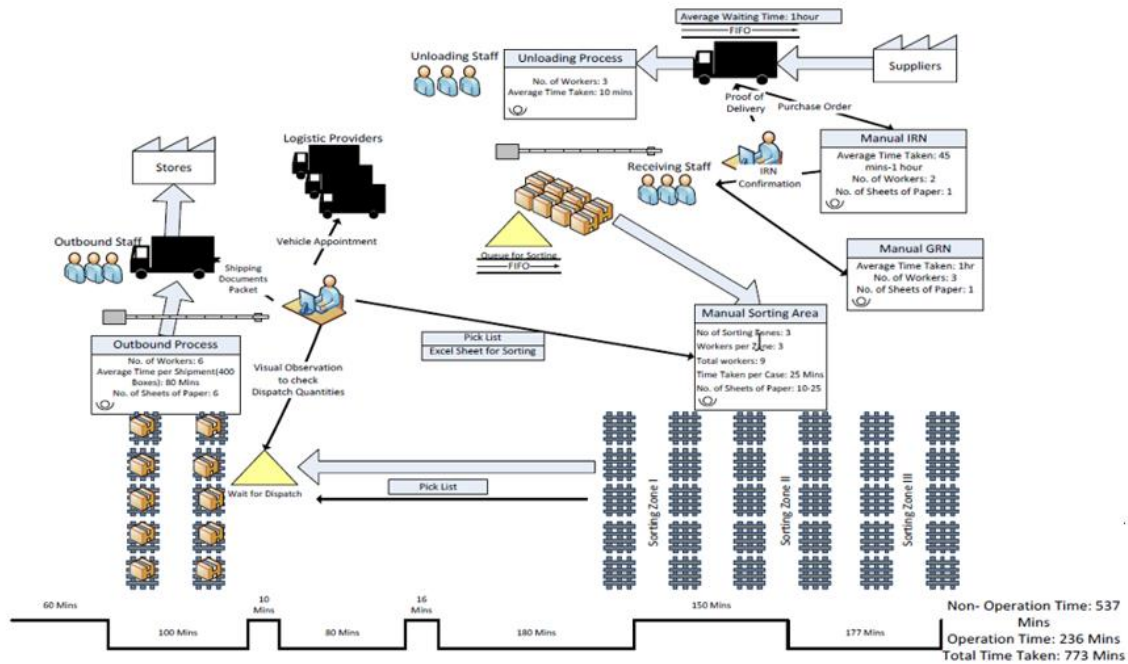
### Η Υφιστάμενη Κατάσταση

Ο Συνολικός χρόνος των διαδικασιών (cycle time -από την παραλαβή μέχρι και την αποστολή των αγαθών) είναι 773 λεπτά από τα οποία τα 236 λεπτά αφορούν λειτουργικό χρόνο και τα 537 αφορούν μη λειτουργικό χρόνο (χρόνος χωρίς προστιθέμενη αξία).

Ο αρκετά μεγάλος μη λειτουργικός χρόνος οφείλεται:

- Στην μεγάλη αναμονή του προμηθευτή πριν την εκφόρτωση, αφού δεν υπήρχε σύστημα προγραμματισμού ώρας άφιξης οχημάτων.
- Στην μη σωστή αξιοποίηση του χώρου αποθήκευσης αφού η αποθήκευση των αγαθών γίνεται στο πάτωμα.
- Και στην περιορισμένη διαθέσιμη υποδομή που καθιστά δύσκολο τον εντοπισμό και την ανάκτηση των αγαθών.

Η υφιστάμενη κατάσταση της αποθήκης παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα 5α:



Εικόνα 5α- Η υφιστάμενη κατάσταση της αποθήκης

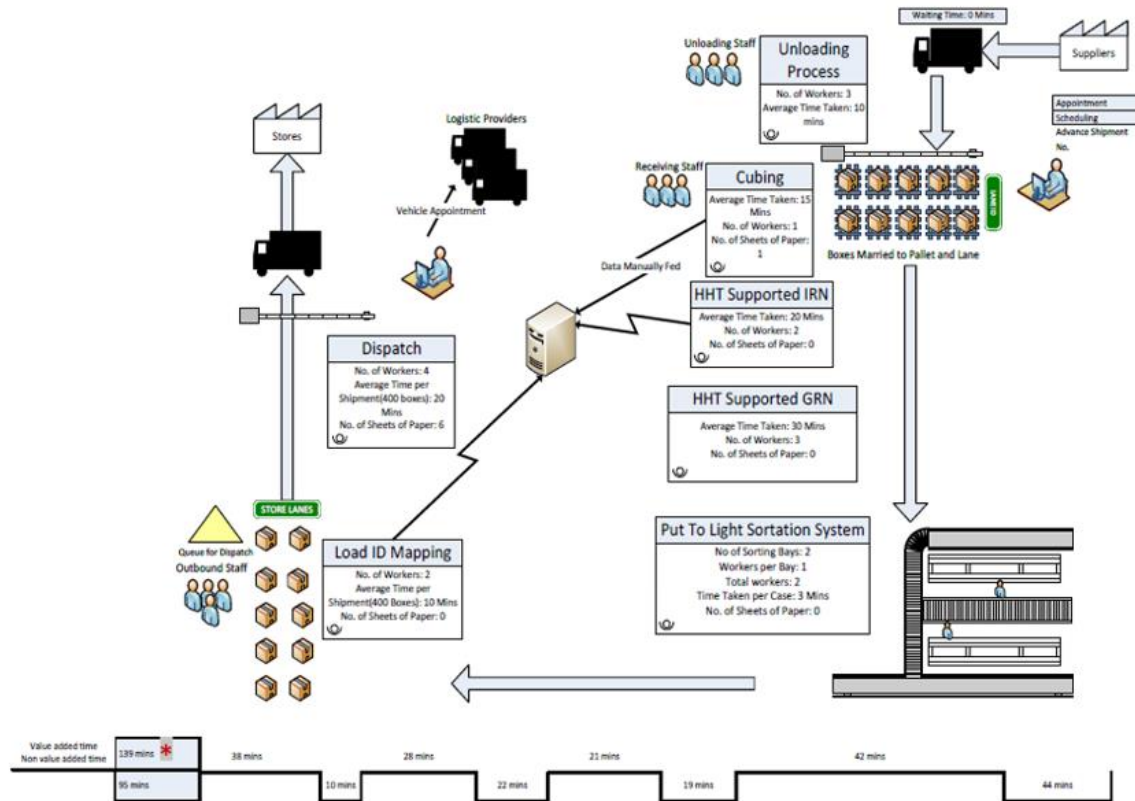
## Η Μελλοντική Κατάσταση

Στην μελλοντική κατάσταση της αποθήκης, έχουν ενσωματωθεί τα συστήματα: WMS βασισμένο σε RF υποδομή (RF ασύρματο δίκτυο για να επικοινωνούν τα scanners με το WMS), Put to light (για την ταξινόμηση και τοποθέτηση των αγαθών σε περιέκτες, όπου ο κάθε περιέκτης αντιστοιχεί και σε ένα κατάστημα) και σύστημα ραφιών στοίβαξης.

Παρατηρείται ότι με την εφαρμογή των παραπάνω συστημάτων μειώνεται ο συνολικός χρόνος της διαδικασίας σε 236 λεπτά από τα οποία τα 141<sup>\*5</sup> λεπτά αφορούν λειτουργικό χρόνο και τα 95 λεπτά αφορούν μη λειτουργικό χρόνο.

Η μελλοντική κατάσταση της αποθήκης παρουσιάζεται στη παρακάτω εικόνα 5β:

<sup>5</sup> ο χρόνος προστιθέμενης αξίας στο σχήμα 3 δεν συμπίπτει με τον υπολογισμό 236-95 λεπτά



Εικόνα 5β- Η μελλοντική κατάσταση της αποθήκης

Επίσης το απαιτούμενο προσωπικό έχει μειωθεί από 97 σε 57, παρατηρείται μια μείωση του ανθρώπινου δυναμικού, της τάξης του 40%.

Μέσα από την οργάνωση της αποθήκης αυξάνεται η χωρητικότητα αποθήκευσης (storage capacity), με αποτέλεσμα να αξιοποιείται καλύτερα ο αποθηκευτικός χώρος και να παρατηρείται αύξηση της αξιοποίησης του χώρου από 6.000 τ.μ. σε 24.000 τ.μ. την ημέρα.

### **Λίγα λόγια για το σύστημα Put ή Pack to Light:**

Σύστημα Put ή pack to light χρησιμοποιείται συνήθως για την ανατροφοδοσία (replenishment) καταστημάτων Λιανικής.

Το WMS ενοποιεί τις παραγγελίες για μια συγκεκριμένη ομάδα καταστημάτων. Ανάλογα με τον ημερήσιο όγκο, το προσωπικό έχει την δυνατότητα να μεταβάλει το πλήθος των καταστημάτων που θα εξυπηρετηθούν.

Όταν τα καταστήματα ζητούν μεμονωμένες σειρές προϊόντων, τότε θα συλλεχθούν μαζικά και χύμα και θα μεταφερθούν στην περιοχή χειρισμού του συστήματος Put to light, με καρότσι (cart), παλετοφόρο (pallet truck) ή μέσω μεταφοράς (conveyor).

Μόλις το SKU φτάσει στο σημείο αυτό, ο χειριστής θα το σαρώσει και τότε θα ανάψει το φως δείχνοντας σε ποιους περιέκτες θα πρέπει να τοποθετηθεί και σε ποιες ποσότητες. Ο κάθε περιέκτης αντιστοιχεί και σε ένα κατάστημα.

Στην περίπτωση μεγάλων ποσοτήτων που αντιστοιχούν σε ατόφιες συσκευασίες όπως παλέτες μπορούν να μεταφερθούν και να ενοποιηθούν κατευθείαν στην περιοχή της αποστολής (Despatch area)

## Οι Βελτιώσεις Επίδοσης

Στον παρακάτω πίνακα 1 παρουσιάζονται οι βελτιώσεις στην επίδοση της αποθήκης μετά την εφαρμογή του WMS αναφορικά με τις παρακάτω διαδικασίες:

<b>Διαδικασία</b>	<b>Εξοικονόμηση χρόνου ανά παραγγελία (σε λεπτά)</b>	<b>Βελτίωση της διαδικασίας (%)</b>
Παραλαβή	159	68
Τοποθέτηση	14	36,84
Συλλογή	49	77,78
Συσκευασία	35	68,62
Αποστολή	424	94,20

Πίνακας 1- Οι βελτιώσεις στην επίδοση της αποθήκης

Τα επιπλέον οφέλη που προκύπτουν από την συγκεκριμένη μελέτη, που βελτιώνουν την επίδοση της αποθήκης είναι:

- i. Με το WMS, υπάρχει η δυνατότητα προγραμματισμού άφιξης των οχημάτων με αποτέλεσμα να μειώνεται ο χρόνος αναμονής των προμηθευτών και η παραλαβή να γίνεται προγραμματισμένα.
- ii. Το προσωπικό της αποθήκης ενημερώνεται εκ των προτέρων για τα αγαθά που θα παραλάβει.
- iii. 100% ιχνηλασιμότητα αγαθών (traceability) σε συνδυασμό με την χρήση RF υποδομής.
- iv. Βάση αλγορίθμων γίνεται η κατανομή του χώρου για την τοποθέτηση, όπως και η ακολουθία με την οποία θα πραγματοποιηθούν οι συλλογές.  
Οι εργαζόμενοι καθοδηγούνται από το σύστημα με αποτέλεσμα την μείωση των άσκοπων μετακινήσεων.
- v. Χρήση Αναφορών (Reports) που βοηθούν στην λήψη αποφάσεων.
- vi. Μείωση χρήσης χαρτιού (μείωση γραφειοκρατίας)

Όλα τα παραπάνω οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι πόροι της αποθήκης χρησιμοποιούνται πιο αποτελεσματικά.



Ο παρακάτω πίνακα 2 περιέχει τη σύγκριση αποθηκών χωρίς και με WMS, βασισμένη σε μετρήσεις επίδοσης:

Μετρήσεις Επίδοσης								
	Συνολικός Χρόνος Διαδικασίας (λεπτά)	Μη Λειτουργικός Χρόνος (λεπτά)	Λειτουργικός Χρόνος (λεπτά)	Μ.Λ.Χ (%)	Λ.Χ. (%)	Χωρητικότητα Αποθήκευσης (τ.μ. ανά ημέρα)	Προσωπικό	Ιχν/τητα
Χωρίς WMS	773	537	236	69,47	30,53	6.000	97	φτωχή
Με WMS	236	95	141	40,25	59,75	24.000	57	100%

Πίνακας 2- Σύγκριση αποθηκών

### Συμπεράσματα

Οι απαιτήσεις για ολοένα πιο αποτελεσματικές λειτουργίες logistics, κάνουν αντιληπτό το πόσο ζωτικός είναι ο ρόλος των αποθηκών λόγω του ότι λειτουργούν ως κόμβοι που κατευθύνουν την ροή των υλικών μέσα στο δίκτυο διανομής. Με την άνοδο του οργανωμένου λιανικού εμπορίου είναι απαραίτητο οι εταιρείες να βελτιώνουν τις διαδικασίες τους και ένας τρόπος είναι να ενσωματώσουν την τεχνολογία στις τρέχουσες διαδικασίες τους. Η μελέτη εντόπισε στην υφιστάμενη κατάσταση της αποθήκης εμπόδια (bottlenecks) τα οποία περιόριζαν την δυναμικότητα της αποθήκης, παρασύροντας μαζί την απόδοση και την παραγωγικότητά της. Με την εφαρμογή του WMS το cycle time της διαδικασίας μειώθηκε και η εξοικονόμηση χρημάτων ανά μήνα υπολογίστηκε στα Rs. 19,60,000 περίπου (28,848.00 Euro, ο υπολογισμός έγινε με συναλλαγματική ισοτιμία 30/09/12).

Η μελέτη αποδεικνύει ότι η εφαρμογή ενός WMS, είναι ένας παράγοντας που επιτρέπει την βελτίωση της επίδοσης και της παραγωγικότητας της αποθήκης, ανασχεδιάζοντας (redesign) και αυτοματοποιώντας τις βασικές της διαδικασίες, με την επιχείρηση να αποκτά ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στις αγορές που δραστηριοποιείται [4].

## Κεφάλαιο 3 - Τεχνολογίες Συλλογής

### 3.1 Εισαγωγή

Το Order Picking (συλλογή παραγγελίας) είναι η διαδικασία της συλλογής διαφόρων προϊόντων από το χώρο στον οποίο βρίσκονται αποθηκευμένα, με σκοπό την ομαδοποίησή τους σε παραγγελίες και την αποστολή τους στους πελάτες. Η δραστηριότητα αυτή εμφανίζεται σε διάφορα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Έτσι το order picking μπορεί να αφορά την συλλογή και αποστολή ολόκληρων παλετών από μία αποθήκη σε άλλη αποθήκη, έως τη συλλογή τεμαχίων από την αποθήκη ενός καταστήματος λιανεμπορίου για την τοποθέτησή τους στα ράφια προς πώληση

### 3.2 Οι Προκλήσεις του Order Picking

Οι κύριες προκλήσεις του Order Picking (operation) είναι [6]:

1. Η ελαχιστοποίηση των λαθών συλλογής
2. Η αύξηση της ακρίβειας της συλλογής
3. Οι συχνές και μικρές παραγγελίες
4. Η ελαχιστοποίηση των χρόνων παράδοσης παραγγελιών και η ικανοποίηση των πελατών.
5. και η διαχείριση της συνεχόμενης αύξησης του όγκου των προϊόντων που πωλούνται μέσω του ηλεκτρονικού εμπορίου.

Παραδοσιακά οι χειριστές (order pickers) εκτελούν την εργασία συλλογής καθοδηγούμενοι από λίστες (picking list) που είναι τυπωμένες σε χαρτί. Το πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι η εύκολη και φθηνή εφαρμογή με περιορισμένη εκπαίδευση του χειριστή. Ενώ στα μειονεκτήματα συγκαταλέγονται η χρονοβόρα αναζήτηση της θέσης αποθήκευσης και η μη ανταλλαγή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο αφού το WMS θα ενημερωθεί αφού ο χειριστής ολοκληρώσει την εργασία και το Backoffice καταχωρήσει την συλλογή στο σύστημα.

Σε αρκετές περιπτώσεις, οι δραστηριότητες (activities) του order picking είναι υπεύθυνες για πάνω από το 50% των λειτουργικών εξόδων της αποθήκης ενώ το ο μισός χρόνος του order picking ξοδεύεται σε δραστηριότητες μη προστιθέμενης αξίας όπως περιήγηση και αναζήτηση συγκεκριμένων θέσεων αποθήκευσης.

Δεδομένου ότι το order picking είναι μια κρίσιμη λειτουργία (operation) αλλά εξίσου δαπανηρή, έγινε επιτακτική η ανάγκη οι διαδικασίες (processes) να γίνονται ολοένα και

πιο αποτελεσματικές, αυξάνοντας την ποιότητα αλλά και την παραγωγικότητα των χειριστών.

Έτσι αναπτυχθήκαν τα συστήματα υποστήριξης Order picking τα οποία συνδυάζουν την ανθρώπινη ευελιξία με την τεχνολογική ακρίβεια.

Παρακάτω αναφέρονται κάποιες από τις βασικές τεχνολογίες που εφαρμόζονται στα συστήματα Order Picking.

### 3.3 Η Τεχνολογία Αυτόματης Αναγνώρισης και Δεδομένων (AIDC)

Η άμεση αυτόματη αναγνώριση των αντικειμένων (auto-ID), για την διαχείριση διαδικασιών στην παραγωγή και τα Logistics, είναι βασικό στοιχείο κάθε WMS. Βασική συνθήκη για μια αποδοτική (efficient) διαδικασία είναι η άμεση αναγνώριση αντικειμένων χωρίς σφάλματα που είναι η βάση του auto-ID [2].

Οι εργασίες που πρέπει να πραγματοποιηθούν μέσα στην αποθήκη θέτουν διαφορετικές απαιτήσεις στην τεχνολογία πληροφοριών (Information Technology) και στην επιλογή ενός επαρκούς κώδικα [2].

Μερικές από αυτές είναι [2] :

- Εξασφάλιση αξιόπιστης ανάγνωσης στις δεδομένες συνθήκες.
- Ρυθμιζόμενη απόσταση ανάγνωσης στις δεδομένες συνθήκες.
- Επαρκής ταχύτητα ανάγνωσης
- Ύπαρξη συμβατότητας με τους υπόλοιπους εμπλεκόμενους της αλυσίδας εφοδιασμού.
- Η αποδοτικότητα κόστους των συστημάτων ανάγνωσης και των μέσων λειτουργίας.

Πάνω από το 70% των auto-ID συστημάτων που εφαρμόζονται, το barcode είναι η πιο συχνή χρησιμοποιούμενη μέθοδος. Σε αυτό οφείλεται η απλή δομή τους, τα καλά πρότυπα και το χαμηλό κόστος [2].

#### 3.2.1 Barcoding Scanning

Ένας γραμμωτός κώδικας αποτελείται από οριζόντιες γραμμές άσπρες και μαύρες διαφορετικού πάχους και σε διαφορετικούς συνδυασμούς αντιπροσωπεύοντας γράμματα, αριθμούς και διάφορα άλλα σύμβολα [1].

Τα κύρια πρότυπα κωδικοποίησης περιλαμβάνουν το EAN-8 και EAN-13 για τα προϊόντα ευρείας κατανάλωσης (retail and grocery standard-Ευρώπη) και το Code 128 [1], με το υποσύνολό του GS1-128 να έχει εφαρμογές γενικής διανομής και Logistics [w1].

Μετά τους γραμμωτούς κώδικες μιας διάστασης (1-D), αναπτύχθηκαν γραμμωτοί κώδικες δύο διαστάσεων (2-D) (εικόνα 6) όπως QR κώδικες (εικόνα 7) και Data Matrix κώδικες (εικόνα 8) με το πλεονέκτημα αποθήκευσης μεγαλύτερης ποσότητας δεδομένων σε πολύ μικρότερο χώρο [1].



Εικόνα 6- Γραμμωτός κώδικας μιας διάστασης & δύο διαστάσεων

[2]:



Εικόνα 7- QR κώδικας

[2]:



Εικόνα 8 Data Matrix κώδικας

Ο γραμμωτός κώδικας χρησιμοποιείται για την αναγνώριση προϊόντων, θέσεων αποθήκης, περιέκτες/μονάδες αποστολής (για παράδειγμα χαρτοκιβώτια, παλέτες), σειριακούς αριθμούς και αριθμούς παρτίδας [1].

Ο γραμμωτός κώδικας 'διαβάζεται' από τον barcode reader (ή barcode scanner), όπου βρίσκεται πάνω σε μία ετικέτα (label) και αποκρυπτογραφείται σε έναν κωδικό [1].

Υπάρχουν τρεις τρόποι ανάγνωσης ενός γραμμωτού κώδικα: laser, Linear Imager και 2D Area Imager.

Τα Barcode readers (hardware) έρχονται σε διάφορες μορφές, μπορεί να είναι hand held, truck-mounted, στατικοί ή wearable [1].

Στον συγκεκριμένο τομέα, άξιο αναφοράς με βάση τις τεχνολογικές εξελίξεις είναι ο hands-free, wearable υπολογιστής ο οποίος επιτρέπει στον χειριστή να χειρίζεται τα προϊόντα και με τα δύο χέρια (εικόνα 9) σε αντίθεση με το να κρατά μαζί με το προϊόν και ένα handheld υπολογιστή (εικόνα 10) [1].



Εικόνα 9- Συλλογή με finger scanner



Εικόνα 10- Συλλογή με hand-held barcode scanner

### 3.2.2 RFID

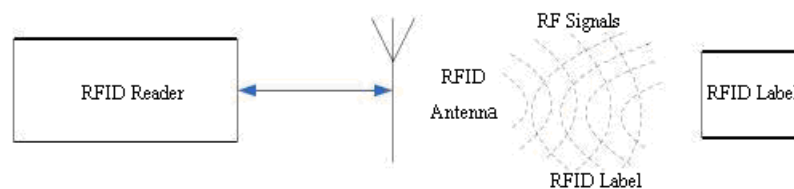
Η τεχνολογία RFID είναι η εξέλιξη της τεχνολογίας ανάγνωσης γραμμωτού κώδικα. Η αρχή λειτουργίας των RFID Scanners είναι παρόμοια με εκείνη των barcode εκτός από την σήμανση των SKUs και των θέσεων αποθήκευσης που γίνονται με RFID tags αντί με Barcode ετικέτες [7].

#### Τεχνολογία-Τα κύρια χαρακτηριστικά

Η RFID τεχνολογία μεταδίδει πληροφορίες μέσω ραδιοκυμάτων μεταξύ RFID tags και readers. Το κάθε tag, που χρησιμοποιείται για αποθήκευση και ανάκτηση δεδομένων, τοποθετείται επί του στοιχείου (πχ προϊόν) που μεταφέρεται, αποθηκεύεται, συλλέγεται κλπ και περιέχει πληροφορίες οι οποίες προσδιορίζουν μοναδικά και αυτόματα το στοιχείο αυτό [8].

Ένα τυπικό/απλό RFID σύστημα αποτελείται από τρία μέρη: Tags (αποτελείται από ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα τσιπ συνδεδεμένο με κεραία), readers και ένα ενδιάμεσο λογισμικό (middleware) το οποίο γεφυρώνει το RFID υλικό με τις επιχειρησιακές εφαρμογές (Information technology tools). Ο ρόλος της κεραίας είναι να καθορίζει το εύρος ανάγνωσης της ετικέτας (Tag), μεταδίδοντας το σήμα μεταξύ του tag και του reader [5]. Το κάθε tag έχει ένα μοναδικό ηλεκτρονικό κωδικό και τοποθετείται στο στοιχείο ώστε αυτό να αναγνωρίζεται και να ταυτοποιείται αυτόματα [8].

Η βασική αρχή της RFID τεχνολογίας είναι η αμφίδρομη επικοινωνία των tags και των readers όπου όταν το tag εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο, λαμβάνει το σήμα RF που εκπέμπεται από τον reader με αποτέλεσμα να ενεργοποιείται και να επιστρέφει σε αυτόν τις πληροφορίες του στοιχείου που είναι αποθηκευμένες σε αυτό (εικόνα 11)[8].



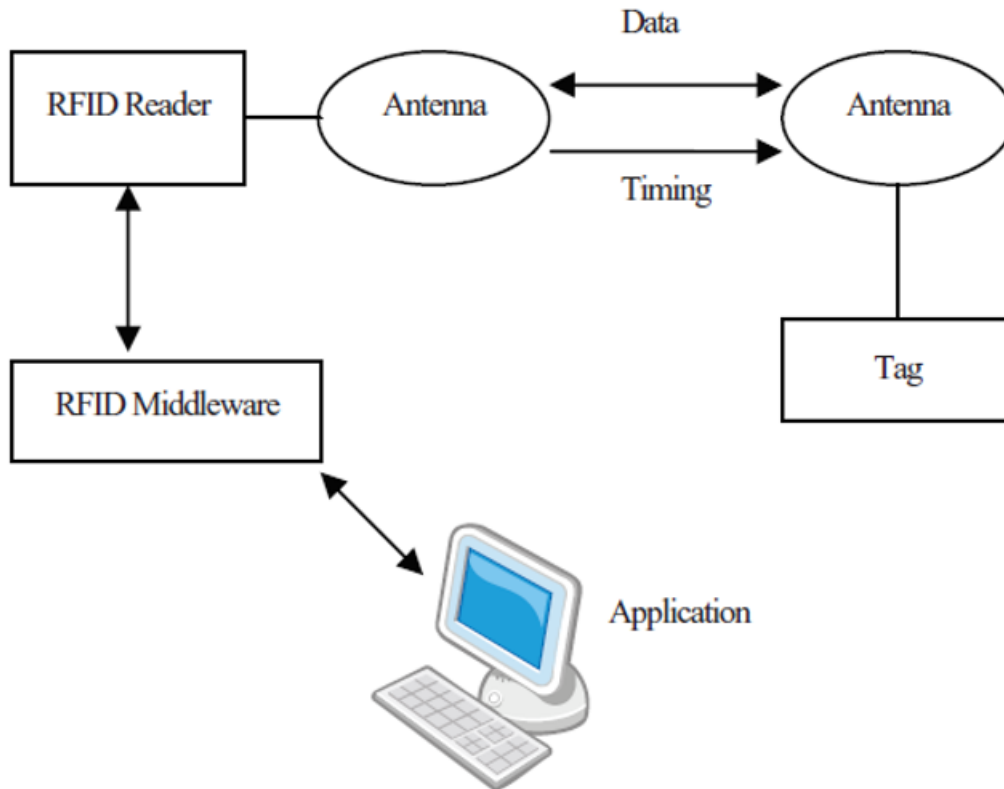
Εικόνα 11- οι αρχές της τεχνολογίας RFID



Ο Reader αφού συλλέξει τις πληροφορίες τις μεταβιβάζει στο RFID Middleware<sup>6</sup> για επεξεργασία και χρήση από τις εφαρμογές της επιχείρησης (Information Technology tools) όπως ένα WMS ή ένα ERP σύστημα [9] .

Το κάθε tag αποτελείται από πληροφορίες του στοιχείου που το ταυτοποιούν μοναδικά, όπως το ID του στοιχείου, τη περιγραφή του, τη ημερομηνία παραγωγής και λήξης και όποια άλλη πληροφορία απαιτείται [9].

Η τυπική δομή ενός RFID συστήματος σε μια αποθήκη [5]:



Εικόνα 12- Η δομή ενός RFID συστήματος

<sup>6</sup> Το *middleware* είναι το ενδιάμεσο λογισμικό το οποίο ενσωματώνεται στην RFID τεχνολογία για να υποστηρίξει την διαχείριση της αποθήκης μέσω της συγκεκριμένης τεχνολογίας.

## Οι Συχνότητες Λειτουργίας των RFID Συστημάτων

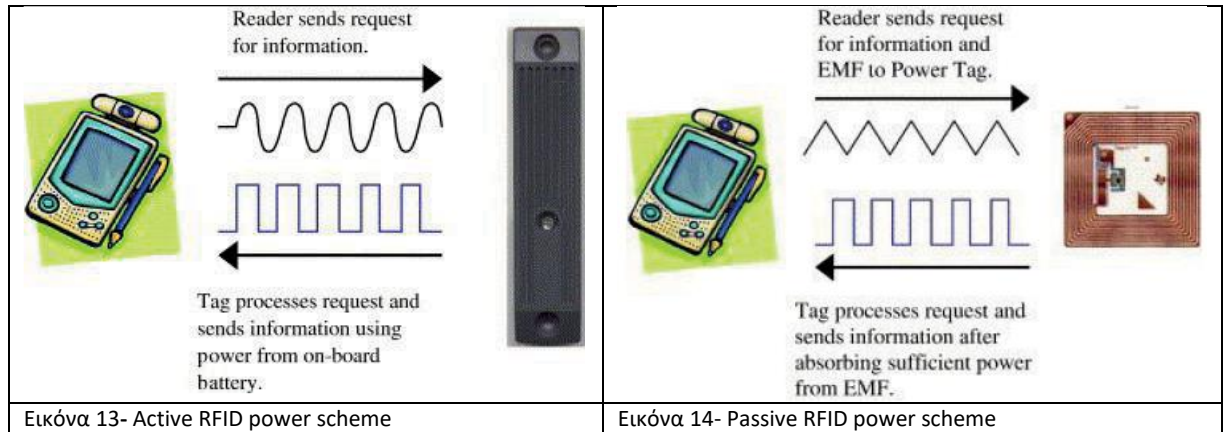
Οι RFID Readers και Tags μπορούν να λειτουργήσουν σε τρεις διαφορετικές συχνότητες [7] :

- a. Χαμηλή Συχνότητα (LF<135 kHz)  
Τα συστήματα LF είναι κατάλληλα για εργασίες κοντά σε μεταλλικά και υγρά στοιχεία αλλά με δυνατότητα ανάγνωσης κοντινών (μικρών) αποστάσεων.
- b. Υψηλή Συχνότητα (HF: 13.56MHz)  
Τα συστήματα HF μπορούν να επηρεαστούν από μεταλλικά και υγρά στοιχεία αλλά με δυνατότητα ταυτόχρονης ανάγνωσης πολλαπλών ετικετών, με υψηλότερες ταχύτητες και μεγαλύτερων αποστάσεων.
- c. Εξαιρετικά υψηλή Συχνότητα (UHF: 850-960 MHz)  
Τα συστήματα UHF είναι καταλληλότερα για την αποθήκευση και παρακολούθηση των αγαθών (goods). Χαρακτηρίζονται από υψηλούς ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων μεγάλων αποστάσεων (έως 6 μέτρα) ακόμα και αν τα σήματα συνήθως δεν διαπερνούν αρκετά υλικά.

## Τύποι RFID Tags (με βάση το power scheme )

Υπάρχουν τρεις τύποι RFID tags [5]:

- a. Η Ενεργητική ετικέτα (Active): η οποία έχει μια μικρή μπαταρία και ένα πομπό για να μεταδίδει το δικό της σήμα προς τον Reader (Εικόνα 13).
- b. Παθητική ετικέτα (Passive): η οποία δεν έχει εσωτερική πηγή ισχύος αλλά τροφοδοτείται με ηλεκτρομαγνητική ενέργεια που μεταδίδεται από τον RFID Reader. Συνήθως χρησιμοποιείται σε ποικίλες logistics εφαρμογές (για την παρακολούθηση αποθέματος, προστασία επωνυμίας) (Εικόνα 14).
- c. Ημι-παθητική ετικέτα (semi-passive): όπου είναι συνδυασμός των παραπάνω δύο τύπων δηλαδή τροφοδοτείται με μπαταρία αλλά απαιτείται να ενεργοποιηθεί από τον Reader.



## RFID vs Barcoding

Ως μέσο συλλογής, μετάδοσης και αξιοποίησης δεδομένων, η RFID τεχνολογία προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση άλλες τεχνολογίες AIDC όπως τους γραμμωτούς κώδικες (barcodes). Βασικό πλεονέκτημα είναι η μοναδική αναγνώριση/ταυτοποίηση και παρακολούθηση της κατάστασης του κάθε στοιχείου σε πραγματικό χρόνο μέσω διαδικτύου, προσφέροντας stock visibility (πάντοτε και παντού) και traceability σε οποιαδήποτε στάδιο/κόμβο της αλυσίδας εφοδιασμού από τον οποιοδήποτε εμπλεκόμενο, αυξάνοντας την ακρίβεια και την κοινή χρήση δεδομένων [9].

Επίσης άλλα πλεονεκτήματα έναντι του γραμμωτού κώδικα είναι:

- α. Η ευκολία χρήσης και η αξιοπιστία.
- β. Τα RFID tags μπορούν να διαβαστούν (και να γραφτούν) από μεγάλες αποστάσεις, έχοντας οποιονδήποτε προσανατολισμό και θέση, με άλλα αντικείμενα να παρεμβάλλονται και χωρίς οπτική επαφή με τον reader.
- γ. Μαζική σάρωση (vs της μεμονωμένης σάρωσης).
- δ. Οι ετικέτες περιέχουν μικροτσιπ με μνήμη έτσι ο όγκος των δεδομένων που μπορούν να κρυπτογραφηθούν σε ένα tag είναι μεγαλύτερος από εκείνων που υπάρχουν σε μια ετικέτα (label) γραμμωτού κώδικα.

### 3.2.3 Pick by Voice

#### Τεχνολογία-Τα κύρια συστατικά

Η χρήση της τεχνολογίας φωνής κερδίζει συνεχώς έδαφος στις αποθήκες παγκοσμίως, ειδικά στην συλλογή παραγγελιών, παρόλα αυτά η ίδια τεχνολογία χρησιμοποιείται και από άλλες διαδικασίες τις αποθήκης όπως παραλαβή, τοποθέτηση, εσωτερική μετακίνηση και απογραφή [1].

Τα κύρια συστατικά ενός τυπικού συστήματος Pick by Voice είναι [w2]:

- Το λογισμικό ροής εργασίας (workflow software)
- Το λογισμικό αναγνώρισης φωνής
- Μια ασύρματη κινητή συσκευή στην οποία εκτελείται το λογισμικό αναγνώρισης φωνής
- Ακουστικά και μικρόφωνο (στα σύγχρονα συστήματα συνδέονται ασύρματα με την συσκευή).

#### Ο Τρόπος Λειτουργίας

- α. Ο Χειριστής είναι εξοπλισμένος με ακουστικά και μικρόφωνο και με μια μικρή συσκευή (μικρός υπολογιστής), η οποία βρίσκεται πάνω σε μια ζώνη που φορά ο χειριστής.
- β. Το WMS στέλνει μηνύματα στην συσκευή του χειριστή μέσω εκπομπών ραδιοσυχνοτήτων (Radio Frequency transmissions) όπου τα μηνύματα αυτά μετατρέπονται σε εντολές φωνής.
- γ. Οι εντολές φωνής 'λένε' στον χειριστή σε ποια θέση θα πάει και τι θα συλλέξει.
- δ. Ο χειριστής επίσης χρησιμοποιεί την φωνή για να επικοινωνήσει πίσω με το σύστημα ώστε να επιβεβαιώσει την εργασία του και να ολοκληρωθεί η εντολή εργασίας (εικόνα 15)[1].



Εικόνα 15-Σύστημα Pick by voice

Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται πάνω από 20 χρόνια και χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά σε αποθηκευτικούς χώρους ψύξης όπου η χρήση γαντιών και οι χαμηλές θερμοκρασίες καθιστούσαν δύσκολη την χρήση ασύρματων τερματικών (Barcode Readers\Scanners) [1].

## Πλεονεκτήματα

Τα οφέλη/πλεονεκτήματα [1] και τα μειονεκτήματα [6] από την χρήση της συγκεκριμένης τεχνολογίας αναφέρονται συνοπτικά παρακάτω:

- Αύξηση παραγωγικότητας
- Μείωση λαθών στη Συλλογή
- Ακρίβεια στην συλλογή
- Αξιοπιστία και απλότητα
- Βελτίωση της ασφάλειας χειριστή (χέρια και η όραση λειτουργούν ελεύθερα)
- Μηδαμινή εκπαίδευση
- Υποστηρίζει διαφορετικές γλώσσες (πολύγλωσσο)
- Μείωση του κύκλου διεκπεραίωσης παραγγελιών
- Γρήγορη απόσβεση
- Καλύτερη αξιοποίηση του χρόνου του χειριστή (operator) στον χώρο (Warehouse floor)

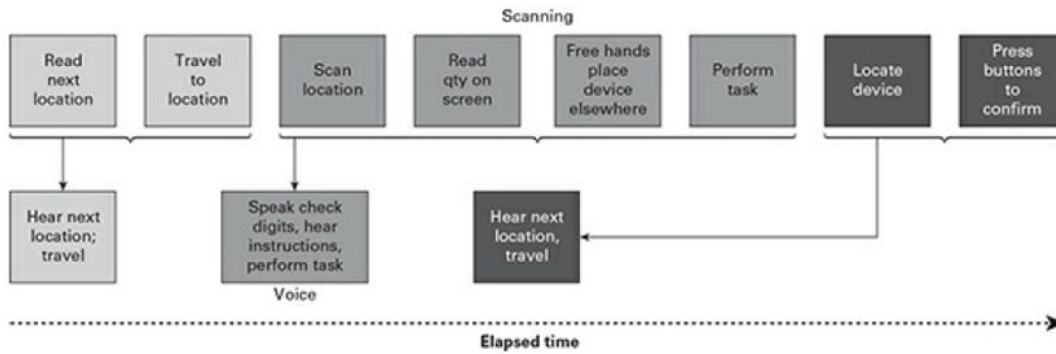
## Μειονεκτήματα

- Δύσκολα λειτουργεί σε περιβάλλοντα με θόρυβο.
- Μειωμένη αλληλεπίδραση μεταξύ συναδέλφων (co-workers).

## Voice vs Barcode Scanning

Όπως φαίνεται στην εικόνα 16, η χρήση της τεχνολογίας φωνής στην διαδικασία της Συλλογής απαιτεί λιγότερα βήματα με εκείνης της ανάγνωσης γραμμωτού κώδικα [1]:

Συγκεκριμένα η τεχνολογία φωνής απαιτεί τρία βήματα ενώ η σάρωση γραμμωτού κώδικα οκτώ.



Εικόνα 16- Σύγκριση φωνής με ανάγνωση γραμμωτού κώδικα

### 3.4 Pick to light / Pick by light

#### Τεχνολογία - Τα κύρια συστατικά

Η τεχνολογία Pick to light (ή pick by light) χρησιμοποιεί μικρά φώτα (light-indicators) που βρίσκονται πάνω σε ράβδους οι οποίες τοποθετούνται σε θέσεις συλλογής όπως απλά ράφια, ράφια ροής (με ράουλα) και ράφια παλετών.

Τα κύρια συστατικά ενός απλού/τυπικού συστήματος pick to light είναι [w3]:

- Τα τερματικά φωτισμού (terminal lighting) που τοποθετούνται σε κάθε θέση συλλογής. Τα τερματικά διακρίνονται σε ενσύρματα και ασύρματα.
- Ο σαρωτής γραμμωτού κώδικα (barcode scanner) για να ταυτοποιεί το κουτί (ή κιβώτιο) ή τα κουτιά (ή τα κιβώτια) (totes or cartons) που αντιστοιχούν στην παραγγελία του πελάτη.
- Το λογισμικό pick to light, για να ελέγχει τα φώτα και για την επικοινωνία του με το WM σύστημα ή με κάποιο άλλο σύστημα.

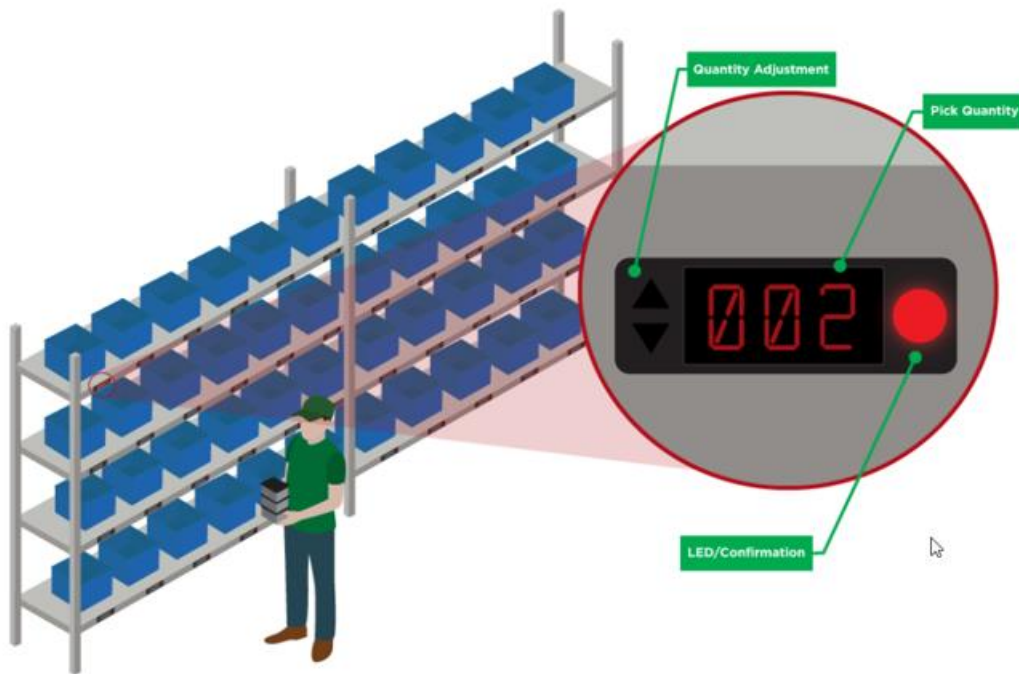
#### Ο Τρόπος Λειτουργίας

Τα βασικά βήματα μια τυπικής pick to light διαδικασίας είναι τα εξής [w3]:

- Ο χειριστής θα ξεκινήσει την εργασία του σαρώνοντας ένα barcode το οποίο είναι πάνω στο κιβώτιο ή κουτί το οποίο αντιστοιχεί και στην παραγγελία του πελάτη.

- β. Το σύστημα θα ανάψει τα τερματικά στις απαιτούμενες θέσεις συλλογής για την συγκεκριμένη παραγγελία δημιουργώντας την διαδρομή συλλογής. Στην οθόνη του κάθε τερματικού θα εμφανίζονται οι ποσότητες που θα πρέπει να συλλεχθούν.
- γ. Ο χειριστής θα συλλέξει το προϊόν και θα επιβεβαιώσει την συλλογή του πατώντας ένα κουμπί. Στην περίπτωση έλλειψης αποθέματος υπάρχουν συστήματα που δίνουν την δυνατότητα στον χειριστή να προσαρμόσει την ποσότητα της συλλογής χρησιμοποιώντας τα καταλληλά κουμπιά.
- δ. Ο χειριστής θα συνεχίσει την συλλογή μέχρι να δει την ένδειξη «ΤΕΛΟΣ» ή μέχρι να μην ανάψουν άλλα φώτα, υποδεικνύοντάς ότι η παραγγελία έχει ολοκληρωθεί (εικόνα 17).

Το Pick to light λειτουργεί καλύτερα όταν εφαρμόζεται σε μικρό αριθμό SKUs, τα οποία αντιπροσωπεύουν ένα υψηλό ποσοστό του ημερήσιου όγκου παραγγελιών (περίπου 20%-80%) και το βλέπουμε να εφαρμόζεται περισσότερο σε μικρού μεγέθους στοιχεία όπως μικρό-ανταλλακτικά [w4].



Εικόνα 17- Σύστημα Pick to light



### Πλεονεκτήματα

- Αύξηση παραγωγικότητας
- Μείωση λαθών στην Συλλογή
- Ακρίβεια συλλογής
- Αξιοπιστία και απλότητα
- Βελτίωση της ασφάλειας χειριστή (χέρια και η όραση λειτουργούν ελεύθερα)
- Μηδαμινή εκπαίδευση
- Μείωση του κύκλου διεκπεραίωσης παραγγελιών
- Μεγάλη αύξηση του επιπέδου εξυπηρέτησης
- Γρήγορη απόσβεση
- Καλύτερη αξιοποίηση του χρόνου του χειριστή (operator) στον χώρο (Warehouse floor)

### Μειονεκτήματα

- Μόνο ένας χειριστής (picker) μπορεί να εργαστεί στην ζώνη συλλογή κάθε φορά

## 3.5 Pick by Vision

### Τεχνολογία - Τα κύρια συστατικά

Χρησιμοποιείται η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας (AR-Augmented Reality) η οποία εισάγει ψηφιακά αντικείμενα στον πραγματικό κόσμο σε πραγματικό χρόνο.

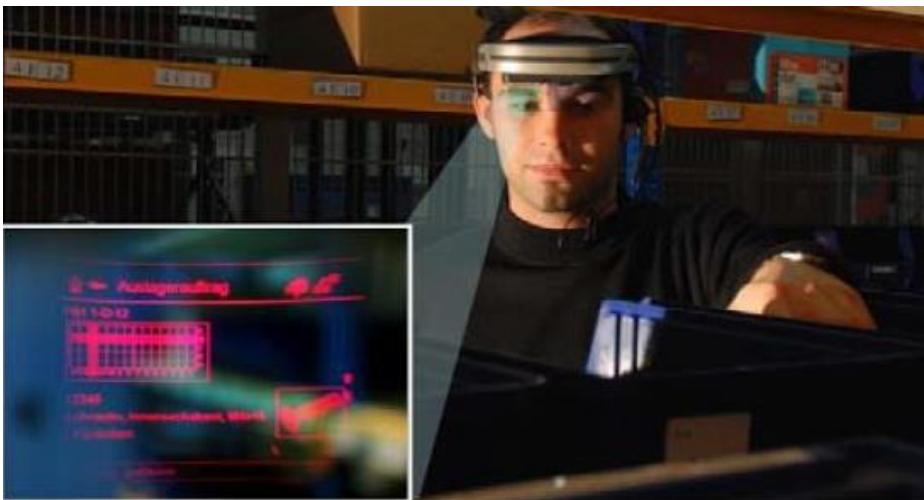
Πρόκειται για ένα είδος δια δραστικού περιβάλλοντος που βασίζεται στην πραγματικότητα και χρησιμοποιεί τις δυνατότητες της εικόνας, του ήχου, του κειμένου και των εφέ που παράγονται από υπολογιστή, για να βελτιώσει την πραγματική εμπειρία του χρήστη [6].

Τα κύρια συστατικά ενός τυπικού συστήματος pick by vision είναι [6]:

- α. Οθόνη κεφαλής (HMD-head mounted display-εικόνα 18) ή γυαλιά τεχνολογικά τροποποιημένα που περιέχουν φακούς συμβατούς με την τεχνολογία AR (εικόνα 19), ώστε να επικαλύπτουν τον πραγματικό κόσμο με εικονικά αντικείμενα.
- β. Φορητή συσκευή αλληλεπίδρασης που απεικονίζει όλες τις απαιτούμενες πληροφορίες συλλογής (συμπεριλαμβάνοντας την θέση αποθήκευσης (storage location) και την ποσότητα) κατευθείαν/απευθείας στο οπτικό πεδίο του χειριστή (picker).
- δ) Και ένα λογισμικό ελέγχου για τις απεικονίσεις αλλά και για την επικοινωνία του με το WMS ή με κάποιο άλλο σύστημα.

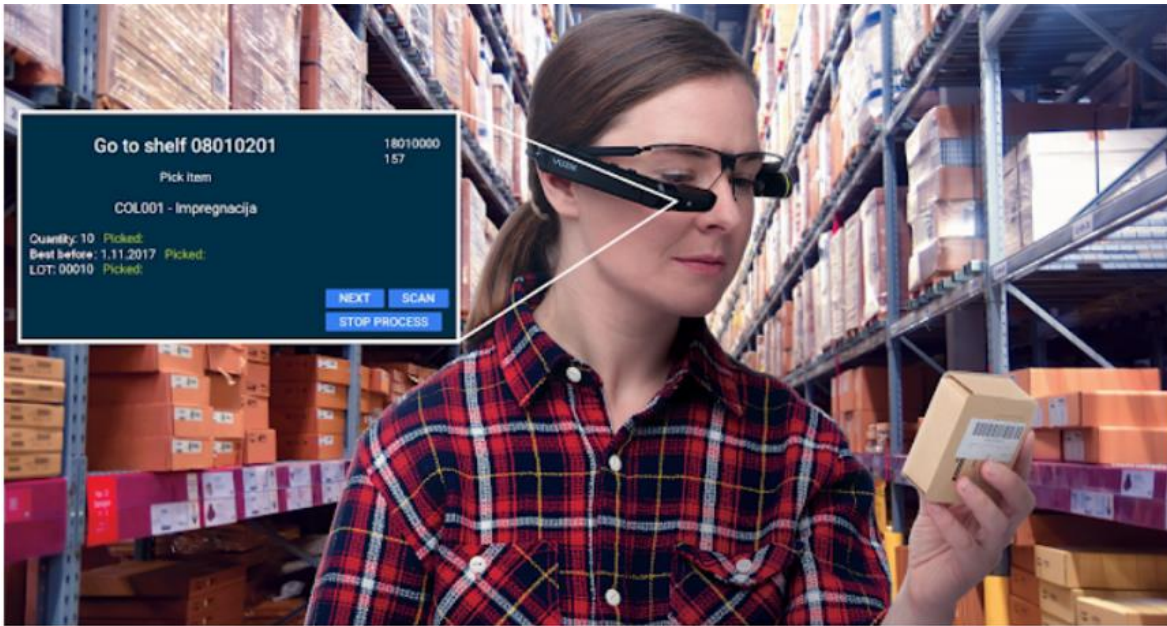
### Ο Τρόπος Λειτουργίας<sup>7</sup>

Για να ξεκινήσει η διαδικασία, το WMS παρέχει στην συσκευή συνεχώς πληροφορίες (οδηγίες) σε πραγματικό χρόνο. Ο χειριστής βλέπει την ψηφιακή λίστα συλλογής στο οπτικό του πεδίο, καθοδηγείται μέσω ενός συστήματος πλοήγησης στον απαιτούμενο διάδρομο και θέση και σαρώνει το προϊόν με έναν barcode scanner το οποίο πρέπει να επιλέξει. Σε πραγματικό χρόνο ενημερώνεται το απόθεμα στο WMS [6].



Εικόνα 18-Σύστημα Pick by vision AR με οθόνη κεφαλής

<sup>7</sup> Ανάλογα με την πολυπλοκότητα του συστήματος, η συσκευή είτε καθοδηγεί τον χειριστή μέσα στους διαδρόμους της αποθήκης με βάση την τρέχουσα θέση του, είτε απεικονίζει τις πληροφορίες συλλογής σε μορφή κειμένου



Εικόνα 19- Σύστημα Pick by vision με γυαλιά

### Πλεονεκτήματα [W5]

- Μείωση λαθών στην συλλογή
- Βελτίωση της ασφάλειας χειριστή (χέρια και η όραση λειτουργούν ελεύθερα)
- Μηδαμινή εκπαίδευση (διαισθητική χρήση)
- Εύκολη εφαρμογή χωρίς τροποποιήσεις στην δομή της αποθήκης
- Ανεξάρτητο με την γλώσσα

### Μειονεκτήματα [6]

- Μειωμένη αλληλεπίδραση μεταξύ συναδέλφων (co-workers)

### 3.6 Σύγκριση Συστημάτων Συλλογής

#### **Barcode Scanning**

Υπάρχουν εκατοντάδες μοντέλα, το καθένα σχεδιασμένο με ένα διαφορετικό σύνολο χαρακτηριστικών, για να ταιριάζει στις διαφορετικές επιχειρησιακές ανάγκες.

Είναι το πιο ευρέως εφαρμόσιμο σύστημα με μια από τις πρώτες συσκευές που χρησιμοποιήθηκε στην διαδικασία του picking, το handheld barcode scanner. Αν και με το μικρότερο pick rate, εφαρμόζεται ικανοποιητικά σε αποθηκευτικές θέσεις με πολλαπλά SKUs, βελτιώνοντας την ακρίβεια, την παραγωγικότητα και την ευελιξία. Παρέχει πληροφόρηση σε πραγματικό χρόνο και είναι ένα σύστημα χαμηλού κόστους.

Παρόλα αυτά για την σωστή και αποτελεσματική του χρήση από του χειριστές, απαιτείται κάποιος χρόνος εκπαίδευσης. Επίσης, απαιτεί barcode σε κάθε στοιχείο (προϊόν) και χρήση διεθνών προτύπων.

#### **Pick to voice**

Σύστημα το οποίο κερδίζει συνεχώς έδαφος στις αποθήκες παγκοσμίως, έχει μέτριο Pick rate αλλά είναι ιδανικό για αποθηκευτικές θέσεις με ελεγχόμενη θερμοκρασία.

Προσφέρει υψηλή ακρίβεια και παραγωγικότητα καθώς και ευελιξία. Παρέχει πληροφόρηση σε πραγματικό χρόνο και είναι ένα σύστημα μέτριου κόστους. Η εκπαίδευση των χρηστών είναι γρήγορη και εύκολη και η χρήση του είναι απλή μιας τα χέρια και η όραση είναι ελεύθερη.

Παρόλα αυτά, δύσκολα λειτουργεί σε περιβάλλοντα με θόρυβο και παρατηρούνται προβλήματα σε αποθηκευτικές θέσεις με πολλαπλά SKUs και έλλειψη αλληλεπίδρασης του χειριστή με τους συνάδελφους του.

#### **RFID**

Σύστημα το οποίο εφαρμόζεται σε υψηλής αξίας προϊόντα και σε εκείνα που απαιτούν ιχνηλασιμότητα με ακρίβεια. Έχει σχετικά υψηλό pick rate. Προσφέρει αρκετά υψηλή ακρίβεια και παραγωγικότητα. Παρέχει ενημέρωση αποθέματος σε πραγματικό χρόνο (σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας) καθώς το προϊόν παρακολουθείται και ιχνηλατείται οποιαδήποτε χρονική στιγμή.

Παρόλα αυτά είναι ένα σύστημα υψηλού κόστους. Απαιτεί από τους εμπλεκόμενους της εφοδιαστικής αλυσίδας να χρησιμοποιούν το συγκεκριμένο σύστημα και στις δικές τους

διαδικασίες. Παρατηρούνται προβλήματα στην εφαρμογή του σε συγκεκριμένους τύπους προϊόντων όπως χύδην και μεταλλικά.

### **Pick to Light**

Σύστημα το οποίο εφαρμόζεται σε συγκεκριμένο χώρο μέσα στην αποθήκη, παρόλα αυτά με υψηλό pick rate και ιδανικό για μεμονωμένα είδη με υψηλή συχνότητα πώλησης. Προσφέρει υψηλή ακρίβεια και παραγωγικότητα καθώς και ευελιξία. Παρέχει πληροφόρηση σε πραγματικό χρόνο. Η εκπαίδευση των χρηστών είναι γρήγορη, εύκολη και η χρήση του είναι απλή μιας και τα χέρια είναι ελεύθερα.

Παρόλα αυτά είναι ένα σύστημα υψηλού κόστους με μικρή ευελιξία, αφού μόνο ένας χειριστής μπορεί να εργαστεί στην ζώνη συλλογής κάθε φορά, και απαιτεί μεγάλο χρόνο εφαρμογής. Παρατηρούνται προβλήματα σε αποθηκευτικές θέσεις με πολλαπλά SKUs και έλλειψη αλληλεπίδρασης του χειριστή με τους συνάδελφους του.

### **Pick by vision**

Δεν υπάρχουν αρκετές πληροφορίες (ποσοτικές) για να μπορέσουμε να αναφερθούμε στο σύστημα αυτό και να το συγκρίνουμε με τα υπόλοιπα.

Γενικά χαρακτηρίζεται από υψηλό pick rate, ακρίβεια και παραγωγικότητα, παρέχοντας πληροφόρηση σε πραγματικό χρόνο. Η εκπαίδευση των χρηστών είναι εύκολη και η χρήση του είναι απλή μιας και τα χέρια είναι ελεύθερα.

Pick systems						
	Paper	Barcode Scanning	Pick to Voice	RFID	Pick to Light	Pick by Vision
Pick Rate (lines/hour)	<100	<100 *	100-250	200-300	250-450	High
Accuracy	Low	Good	High	Very High	High	High
Productivity	Low	Good	High	Very High	High	High
Real Time	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Hands Free	No	No/Yes*	Yes	No*/Yes	Yes	Yes
Training	Some Time	Some Time	Easy	-	Easy	Easy
Maintenance	Low	Low	Yes	Yes	Yes	Yes
Papperless	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Cost	low	low	Good	Very High	Very High	?*
*στην περίπτωση των wearable scanners το pick rate είναι <150 και τα χερια είναι ελεύθερα						
*τα χερια δεν είναι ελευθερα όταν χρησιμοποιούνται Hand-held						
*περιορισμένα κοστολογικά δεδομένα						

Πίνακας 3- Σύγκριση τεχνολογιών συλλογής

## Κεφάλαιο 4 – Η Έξυπνη Αποθήκη

### 4.1 Εισαγωγή

Σήμερα βρισκόμαστε σε ένα στάδιο, όπου οι προκλήσεις στην εφοδιαστική αλυσίδα απαιτούν αλλαγή νοοτροπίας μεταξύ των χειριστών της αποθήκης, με τον αυτοματισμό και την ρομποτική (Τεχνολογίες Industry 4.0) να θεωρούνται βιώσιμες και τις περισσότερες φορές απαραίτητες εναλλακτικές λύσεις, εκεί που υπάρχει μεγάλος όγκος εργασίας και αυτό είναι ορατό πια παγκοσμίως.

Υπάρχουν επιχειρήσεις που εισαγάγουν τον αυτοματισμό και την ρομποτική σε μεγάλη κλίμακα όπως η Amazon, όπου εισήγαγε την ιδέα, οι παραγγελίες να εκπληρώνονται μέσω εναέριων μέσων και τα είδη να παραδίδονται μέσω drones.

Σημαντική επίδραση στις αποθήκες θα έχει η ανάπτυξη της τεχνικής νοημοσύνης (Artificial Intelligence) και της εικονικής πραγματικότητα (Virtual Reality).

Με τις συνεχώς αυξανόμενες προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι επιχειρήσεις σήμερα, με την μεγαλύτερη εξ αυτών την αύξηση του ηλεκτρονικού εμπορίου, η χρήση της νέα τεχνολογίας είναι ένας τρόπος αντιμετώπισής τους.

Οι ιδέες όπως αυτοματοποιημένες αποθήκες, υβριδικά φορτηγά, ρομπότ, drones, ανάπτυξη προϊόντων μέσω 3D εκτυπωτών και οπτικά και φωνητικά καθοδηγούμενες λειτουργίες αποθηκών βρίσκονται σε διάφορα στάδια ανάπτυξης<sup>8</sup>.

### 4.2 Οι Νέες Τεχνολογίες που Εφαρμόζονται

Η σπουδαιότητα των Logistics που συνεχώς αυξάνεται και η στρατηγική αξία της αποθήκευσης ενθαρρύνουν τις εταιρείες στο να επιδιώκουν βελτιώσεις στις διαδικασίες της αποθήκης. Επίσης, οι ασταθείς συνθήκες που επικρατούν στους αποθηκευτικούς χώρους, λόγω των συνεχών αυξανόμενων προκλήσεων στην διαχείρισή τους (βλέπε Κεφαλαίο 1) κάνουν δύσκολη την εκτέλεση των αντίστοιχων εργασιών με τα επιθυμητά κριτήρια επίδοσης.

Το αποτέλεσμα των προκλήσεων αυτών είναι η υποχρεωτική χρήση των νέων τεχνολογιών (ή διαφορετικά των αναδυόμενων τεχνολογιών) στις αποθήκες.

---

<sup>8</sup> Οι νέες τεχνολογίες που υιοθετούνται από τις αποθήκες για να υποστηρίξουν την αλυσίδα εφοδιασμού του αύριο [1].

Παρακάτω αναφέρονται οι κύριες τεχνολογίες [10]:

1. Έξυπνα Συστήματα Διαχείρισης Αποθηκών (WMS)

Η εισαγωγή έξυπνων συστημάτων και η ενσωμάτωση αυτών στα συστήματα διαχείρισης αποθηκών προκάλεσαν ριζικό μετασχηματισμό των δραστηριοτήτων της αποθήκης, μετατρέποντας τα απλά αυτά συστήματα σε αυτόματα.

Με αυτό τον τρόπο θα υπάρχει η δυνατότητα, η τοποθεσία και ο εκτιμώμενος χρόνος άφιξης των συσκευών μεταφοράς να παρακολουθούνται από τα έξυπνα WMS, με αποτελέσματα τα συστήματα αυτά να είναι σε θέση να βελτιστοποιούν την παράδοση Just in Time αποφασίζοντας και προετοιμάζοντας την κατάλληλη περιοχή παραλαβής και αποστολής.

Την ίδια χρονική στιγμή, σύστημα RFID θα ενημερώνουν το WMS σχετικά με την κατάσταση των προϊόντων που έχουν αποσταλεί ήδη, είτε που είναι σε μεταφορά είτε που η αποστολή τους είναι σε εξέλιξη. Επίσης όλη η αλυσίδα εφοδιασμού θα ενημερώνεται με δεδομένα όπως ποσότητα, μέγεθος και τιμή.



## 2. Αυτόματα συστήματα AS/RS (Automatic Storage and Retrieval Systems)

Τα συστήματα αποθήκευσης και συλλογής είναι κομμάτι των τεχνολογιών της αυτοματοποιημένης αποθήκης, τα οποία επεξεργάζονται και συλλέγουν τα προϊόντα με αυτόματο τρόπο. Ουσιαστική εφαρμογή έχουν σε χώρους αποθήκευσης μεγάλου ύψους όπου τα ράφια φτάνουν τα 40 μέτρα.

Τα κύρια συστατικά του συστήματος περιλαμβάνουν έναν γερανό ή μια μηχανή αποθήκευσης/ανάκτησης, ράφια αποθήκευσης, θέσεις εισόδου, εξόδου και θέσεις συλλογής. Τα ράφια είναι τα σταθερά μέρη που τοποθετούνται και στις δύο πλευρές του διαδρόμου όπου σε αυτά αποθηκεύονται τα προϊόντα.

Ο γερανός (ή η μηχανή αποθήκευσης/ανάκτησης), που είναι ικανός να μετακινείται τόσο στις οριζόντιες όσο και στις κάθετες κατευθύνσεις, λειτουργεί στον διάδρομο της αποθήκης ώστε να τοποθετεί τα προϊόντα στα ράφια και σε άλλες περιπτώσεις να τα συλλέγει.

Ο γερανός λαμβάνει από την θέση εισόδου τα προϊόντα για να τα τοποθετήσει στα ράφια ενώ εκείνα που συλλέγει τα τοποθετεί στην θέση εξόδου. Οι θέσεις εισόδου και εξόδου τοποθετούνται στο τέλος του διαδρόμου. Από κει μεταφέρονται στις ζώνες συλλογής.

Παράδειγμα ενός συστήματος AS/RS παρουσιάζεται στην εικόνα 20.



Εικόνα 20-Παράδειγμα ενός AS/RS συστήματος

Η εγκατάσταση του συστήματος AS/AR σε μια αποθήκη έχει τα ακόλουθα οφέλη:

- a. Η χρήση της χωρητικότητας: τα συστήματα αυτά μπορούν να φτάσουν σε σημεία του χώρου όπου η χειροκίνητη πρόσβαση είναι αδύνατη. Έχουν την δυνατότητα να λειτουργούν σε στενούς διαδρόμους στα οποία δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα περνοφόρα (forklift).
- b. Μείωση του κόστους εργασίας δεδομένου ότι μόνο ένα σύστημα AS/AR μπορεί να εκτελέσει όλες τις δραστηριότητες συλλογής.
- c. Η αύξηση της ακρίβειας συλλογής και αποθήκευσης.  
Σε κάθε περίπτωση υπάρχει ο παράγοντας του ανθρώπινου σφάλματος όπου μπορεί να συλλέξει λανθασμένα εμπορεύματα ή να τα τοποθετήσει σε λάθος θέσεις. Αυτά τα λάθη μπορούν να ελαχιστοποιηθούν με την χρήση του συστήματος AS/AR
- d. Ασφάλεια  
Η αντικατάσταση του ανθρώπου με ένα αυτοματοποιημένο σύστημα μπορεί να μειώσει τα εργατικά ατυχήματα που μπορεί να προκληθούν από την απόσπαση της προσοχής, άγχος και από διάφορους άλλους συναισθηματικούς λόγους.

Ως παραδείγματα των οφελών της χρήσης αυτόματων συστημάτων AS/AR, θα μπορούσε να είναι η εξοικονόμηση του χώρου των διαδρόμων έως και 50%, και η βελτίωση της ακρίβειας της διαχείρισης των προϊόντων έως και 99,99%.

Παρόλα αυτά δεν θα πρέπει να αγνοήσουμε τα εξής:

- το κόστος της αρχικής εγκατάστασης, και της συντήρησης το οποίο είναι πολύ υψηλό σε σχέση με εκείνο των παραδοσιακών συστημάτων.
- και οι αλλαγές που δύσκολα πραγματοποιούνται μόλις εφαρμοστεί το συγκριμένο σύστημα.

### 3. Internet of Things

Η ιδέα του industry 4.0 έχει αλλάξει σε μεγάλο βαθμό την δομή των παραδοσιακών διαδικασιών παραγωγής και μεταφοράς.

Η συνεργασία σε πραγματικό χρόνο μπορεί να χτιστεί μεταξύ των εμπλεκόμενων της αλυσίδα εφοδιασμού, χρησιμοποιώντας τις πρόσφατες τεχνολογίες που εισήχθησαν όπως το RFID, συστήματα cyber-physical και Internet of things (IoT).

Μεταξύ αυτών των νέων τεχνολογιών το IoT είναι ένα δυναμικό σύστημα δικτύου, όπου κάθε συσκευή έχει ταυτότητα, φυσικά χαρακτηριστικά και εικονική προσωπικότητα με δυνατότητες αυτόματης διαμόρφωσης που βασίζονται σε πρωτόκολλα επικοινωνίας.

Με άλλα λόγια είναι ένα δίκτυο σύνδεσης έξυπνων συσκευών, δίνοντας την δυνατότητα μεταφοράς και συλλογής πληροφορίας από όλες τις συσκευές που συνδέονται στο διαδίκτυο μέσω ασυρμάτων δικτύων, αισθητήρων, Bluetooth, παγκόσμιου συστήματος εντοπισμού (GPS) και RFID.

Έτσι η ψηφιακή σύνδεση των συσκευών αυτών διευκολύνει τον προγραμματισμό, το έλεγχο και την συνεργασία των διαδικασιών της αλυσίδας εφοδιασμού μεταξύ των εμπλεκόμενων.

Η διαφορά του IoT με τις υπόλοιπες τεχνολογίες είναι το πλαίσιο του, που παρέχει ένα προηγμένο επίπεδο αλληλεπίδρασης μεταξύ των συσκευών (αντικειμένων) και του υπάρχοντος συστήματος και επίσης η ικανότητα αντίδρασης στις αλλαγές του συστήματος.

Τα αντικείμενα είναι εξοπλισμένα με αισθητήρες και ηλεκτρονικά κυκλώματα ώστε να επικοινωνούν με τους ανθρώπους. Συσκευές IoT όπως γυαλιά, έξυπνα οχήματα έχουν ήδη μπει στην ζωή μας.

Για παράδειγμα, η συσκευή rostybell είναι ένα έξυπνο γραμματοκιβώτιο το οποίο στέλνει ειδοποίηση στο κινητό του κατόχου όταν υπάρχει περιεχόμενο.

Έτσι ακόμα και αν είστε μακριά θα γνωρίζετε οι η αλληλογραφία σας έρχεται στο γραμματοκιβώτιό σας (εικόνα 21)



Εικόνα 21-Postybell το έξυπνο γραμματοκιβώτιο

#### 4. Robotics

Τα αυτόνομα ρομπότ είναι ένας από τους κύριους πυλώνες του industry 4.0. Η ιδέα του industry 4.0 απαιτεί από τους ανθρώπους και τα ρομπότ να συνεργάζονται μέσω κατάλληλων διεπαφών και τα ρομπότ να ελέγχονται απομακρυσμένα ενώ συμμετέχουν σε επιχειρησιακές δραστηριότητες.

Ο μετασχηματισμός των επιχειρησιακών μοντέλων που υιοθετούν τα ρομπότ και οι τεχνολογικές εξελίξεις έχουν προκαλέσει αύξηση στις ρομποτικές τεχνολογίες η οποία αναμένεται να φτάσει σε συνολικές πωλήσεις στα 17,5 δισεκατομμύρια δολάρια (USD) εντός του χρονικού διαστήματος 2019-2021.

Το ρομπότ σχηματίζεται από στοιχεία τα οποία είναι ενσωματωμένα μεταξύ τους. Τα στοιχεία αυτά είναι: ο χειριστής, το τελικό στοιχείο δράσης, οι ενεργοποιητές, οι αισθητήρες, ο ελεγκτής, ο επεξεργαστής και το λογισμικό.

Ο χειριστής είναι το κύριο σώμα του ρομπότ με αρθρώσεις, συνδέσεις και δομή. Το τελικό στοιχείο δράσης είναι το μέρος που μπορεί να συγκρατεί τα προϊόντα, να εκτελεί λειτουργίες και να συνδέεται με τις υπόλοιπες μηχανές. Οι ενεργοποιητές είναι οι πηγές ενέργειας των ρομπότ που τους επιτρέπουν να κινούνται και να λαμβάνουν τα σήματα από τους ελεγκτές ενώ οι αισθητήρες συλλέγουν πληροφορίες σχετικά με το εξωτερικό και εσωτερικό περιβάλλον. Ο ελεγκτής επιτρέπει στους ενεργοποιητές να ενεργούν οι να κινούνται με βάση την πληροφορία που λαμβάνουν από τον υπολογιστή. Ο επεξεργαστής ως εγκέφαλος υπολογίζει τις κινήσεις του ρομπότ καθώς και την ταχύτητά του για την εκτέλεση της συγκεκριμένης εργασίας. Το λογισμικό είναι το λειτουργικό σύστημα σχεδιασμένο για τις κινήσεις και τις αρχές λειτουργία του ρομπότ. Παραδείγματα ρομπότ παρουσιάζονται στις εικόνες 22 και 23.

Η θεμελιώδης διαφορά μεταξύ ενός γερανού και ενός ρομπότ βασίζεται στην ομάδα ελέγχου. Παρα την ομοιότητα τους, ένας γερανός δεν είναι ρομπότ δεδομένου ότι πρέπει να λειτουργηθεί από έναν άνθρωπο που ελέγχει τον ενεργοποιητή. Από την άλλη πλευρά ο έλεγχος ενός ρομπότ γίνεται από ένα υπολογιστή.

Η συμμετοχή των ρομπότ στις δραστηριότητες της αποθήκης έχει πολλά οφέλη. Είναι γνωστό ότι λειτουργούν πιο αποδοτικά, αποτελεσματικά και με ακρίβεια αυξάνοντας την παραγωγικότητα από τα μη αυτοματοποιημένα συστήματα.

Με βάση το MIT Technology Review η ικανότητα των ρομπότ στην διαχείριση των υλικών είναι τέσσερις φορές μεγαλύτερη από τα μη αυτοματοποιημένα συστήματα. Το αποτέλεσμα είναι η μείωση του λειτουργικού κόστους.

Ένα ακόμα όφελος είναι ότι τα ρομπότ δεν χρειάζονται τις περιβαλλοντικές και τις εργασιακές συνθήκες που χρειάζεται ένας άνθρωπος, έτσι μπορούν να λειτουργήσουν σε περιβάλλοντα εργασίας επικίνδυνα όπου απαιτούνται κανονισμοί ασφαλείας για τον άνθρωπο.

Εκτός από τα πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω, η χρήση των ρομπότ έχει και κάποια μειονεκτήματα. Όπως έχουν υψηλό αρχικό κόστος εγκατάστασης. Επίσης μπορούν να λειτουργούν πολύ καλά σε τυπικές εργασίες, με αποτέλεσμα σε περίπτωση εκτατής ανάγκης να μην μπορέσουν να επέμβουν στο τυχαίο πρόβλημα.



Εικόνα 22- Παράδειγμα 1 Ρομπότ



Εικόνα 23- Παράδειγμα 2 Ρομπότ

## 5. Automated Guided Vehicles (AGVs)

Τα οχήματα AGV είναι μη επανδρωμένα που λειτουργούν χωρίς την ανάγκη χειριστή. Μπορούν να κινούνται αυτόνομα είτε πάνω σε οδηγούς-ράγες είτε "διαβάζοντας" ένα καλώδιο οπτικών ινών που βρίσκεται τοποθετημένο στο δάπεδο της αποθήκης.

Γενικά χρησιμοποιούνται στην παραγωγή και στις αποθήκες για την μεταφορά αγαθών από την παραλαβή στην τοποθέτησή τους αλλά και για την φόρτωση και εκφόρτωση τους (εικόνα 24).

Τα οφέλη στην χρήση των AGV οχημάτων στην αποθήκη είναι τα παρακάτω:

- Εργασία 7/24
- Μείωση των εργατικών ατυχημάτων
- Μείωση του λειτουργικού κόστους
- Αύξηση της αποδοτικότητας
- Αρμονική συνεργασία με τον άνθρωπο στο ίδιο περιβάλλον, με την βοήθεια αισθητήρων.
- Ευέλικτη αναδιάταξη της διαδρομής των AGVs



Εικόνα 24-Παραδείγματα οχημάτων AGV

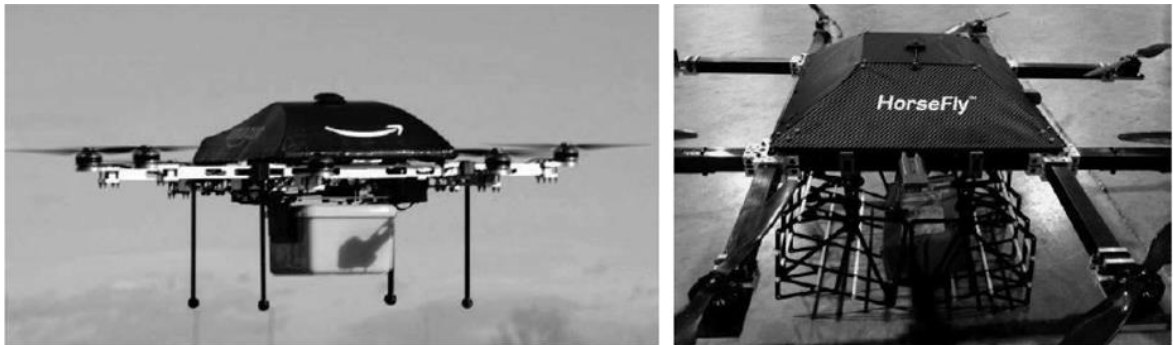
## 6. Drones

Τα Drones είναι ιπτάμενα αντικείμενα που χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο στις αποθήκες.

Λειτουργούν είτε αυτόνομα με την βοήθεια ενός λογισμικού πλοήγησης είτε η λειτουργία τους ελέγχεται από έναν χειριστή. Οι αισθητήρες που έχουν τα βοηθούν να αποφεύγονται απρόβλεπτες καταστάσεις όπως μια σύγκρουση.

Επίσης, εκτελούν ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών στην αποθήκη και έτσι επιτυγχάνονται τα παρακάτω οφέλη:

- Στις απογραφές αποθέματος προσφέρουν μεγαλύτερη ακρίβεια
- Διευκολύνουν την πρόσβαση σε προϊόντα που είναι τοποθετημένα σε υψηλότερα ράφια με αποτέλεσμα να μειώνονται οι πιθανότητες ατυχήματος
- Μειώνουν το κόστος εργασίας



Εικόνα 25- Παραδείγματα drones



### 4.3 Η Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών σε Πραγματικές Αποθήκες

#### Amazon

Η Amazon είναι τις τελευταίες δύο δεκαετίες ο μεγαλύτερος διαδικτυακός λιανοπωλητής. Ο σημαντικότερος λόγος για αυτό, είναι ότι υπήρξε πρωτοπόρος στην χρήση συστημάτων αυτόματης αποθήκευσης, πραγματοποιώντας συνεχείς βελτιώσεις, αξιοποιώντας τις αναπτυσσόμενες τεχνολογίες, με αποτέλεσμα την επιτυχημένη λειτουργία μιας από τις πιο περίπλοκες αλυσίδες εφοδιασμού.

Η παράδοση στην ίδια μέρα και οι επιλογές παράδοσης την επόμενη ημέρα που προσφέρει, ανεβάζει τον ανταγωνισμό σε υψηλό επίπεδο με αποτέλεσμα την προσέλκυση ολοένα και περισσότερων πελατών.

Οι κύριοι στόχοι της Amazon είναι η διαχείριση και η παράδοση πολλών κατηγοριών προϊόντων, γρήγορα και σε λογικές τιμές. Για την επίτευξη αυτών των στόχων θα πρέπει στις αποθήκες να διατηρείται το σωστό απόθεμα σε χαμηλά κόστη.

Η Amazon για να διατηρήσει την κερδοφορία της χρησιμοποιεί τεχνολογίες αυτοματισμού.

Έτσι έχει σημειώσει μεγάλη πρόοδο στην ανάπτυξη του αυτοματισμού στις αποθήκες της σε συνεργασία με την ρομποτική εταιρεία KIVA Systems. Με την βοήθεια των ρομπότ οι περισσότερες δραστηριότητες διαχείρισης αποθεμάτων έχουν αυτοματοποιηθεί όπως η συλλογή παραγγελίας και η συσκευασία.

Αυτά τα ρομπότ (εικόνα 26) που είναι 40 εκατοστών και 145 κιλών μπορούν να μεταφέρουν περίπου 300 κιλά φορτίου.

Από το 2016, λειτουργούν 45.000 ρομπότ στα 20 κέντρα Logistics της Amazon, με αποτέλεσμα να εξοικονομείται το 20% του συνολικού κόστους αποθήκευσης που αντιστοιχεί σε 22 εκατομμύρια δολάρια από κάθε αυτοματοποιημένη αποθήκη.



Εικόνα 26-Τα ρομπότ Kiva της Amazon

Επίσης εκτός από τα οφέλη στην επίδοσης αποθήκης, τα ρομπότ είναι μια λύση φιλική προς το περιβάλλον αφού μπορούν να λειτουργήσουν σε χαμηλή ενέργεια και χωρίς την ανάγκη φωτός με αποτέλεσμα να εξοικονομείται το 30% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας σε μια αποθήκη.

Ο ολοένα αυξανόμενος αριθμός των ρομπότ και η ανάγκη της ανθρώπινης ύπαρξης στα συστήματα αποθηκών καθιστούν υποχρεωτική την συνύπαρξη του ανθρώπου με τα ρομπότ.

Συγκεκριμένα, το γεγονός ότι δεν αναγνωρίζουν τους ανθρώπους, κάνει τα ρομπότ να λειτουργούν μόνο σε συγκεκριμένες περιοχές της αποθήκης. Η Amazon για να λύσει το πρόβλημα αυτό παρέχει στους εργαζόμενους της έξυπνα γιλέκα, τα οποία στέλνουν σήματα που μπορούν να αποτρέψουν πιθανά ατυχήματα προειδοποιώντας τα ρομπότ να κινούνται πιο αργά.

Ένα άλλο καινοτόμο έργο της Amazon είναι οι ιπτάμενες αποθήκες που ονομάζονται Amazon Prime Air (εικόνα 27).

Ένα σύστημα αποθήκης είναι εγκατεστημένο σε ένα ιπτάμενο αεροσκάφος, όπου θα κάνει παραδόσεις με την βοήθεια drone σε πελάτες που παρευρίσκονται σε ειδικές εκδηλώσεις όπως συναυλίες, ποδοσφαιρικούς αγώνες.

Η ιπτάμενη αποθήκη λειτουργεί ως πλήρως αυτόνομη αποθήκη και μπορεί να φτάσει τα 14 χιλιόμετρα ύψος και να μεταφέρει φορτίου μέχρι ενός τόνου.

Οι υπτάμενες αποθήκες είναι μια ιδέα που παρόλο που βρίσκεται στην φάση δοκιμών, δεν θα αργήσει να εφαρμοστεί στον πραγματικό κόσμο στο κοντινό μέλλον.



Εικόνα 27- Η υπτάμενη αποθήκη της Amazon

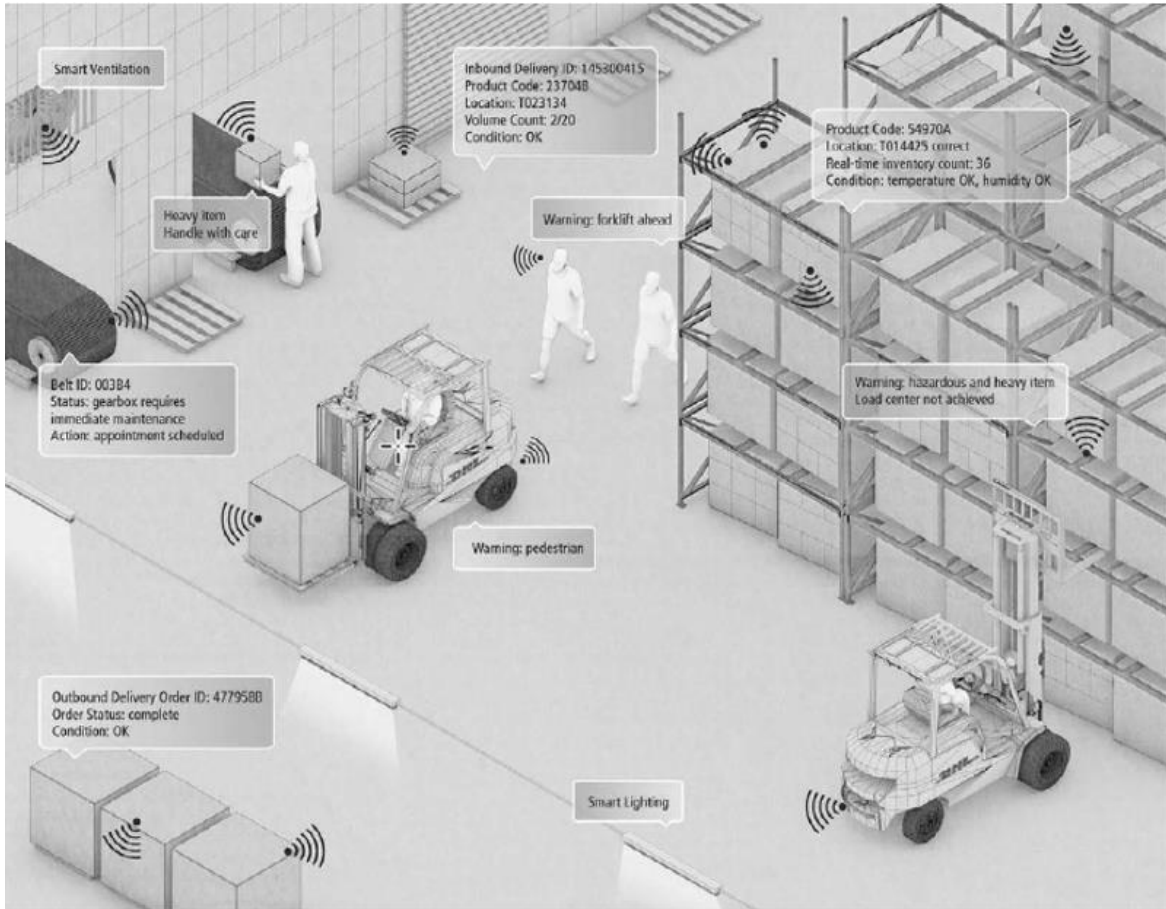
## DHL

Η DHL είναι μια από τις μεγαλύτερες εταιρείες Logistics στον κόσμο, που ειδικεύεται σε διεθνής μεταφορές, παραδόσεις δεμάτων και ταχυμεταφορές. Δραστηριοποιείται σε 220 χώρες σε όλο τον κόσμο και διανέμει περίπου 1,3 δισεκατομμύρια δέματα ετησίως.

Η DHL εφαρμόζει πολλές νέες τεχνολογίες στα δίκτυα της εφοδιαστικής της αλυσίδας. Από την χρήση ηλεκτρικών οχημάτων παράδοσης έως γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας και ρομποτικά συστήματα αποθήκης. Συνεργάστηκε με την Κινεζική εταιρεία Huawei, η οποία ανέπτυξε αισθητήρες που τοποθετούνται στα γραμματοκιβώτια τα οποία προειδοποιούν τον πλησιέστερο οδηγό της DHL εάν υπάρχει προϊόν για συλλογή μειώνοντας στο 50% το χρόνο αναμονής των οδηγών.

Η τεχνολογία IoT η οποία επικεντρώνεται στις συνδέσεις των αντικειμένων ταιριάζει απόλυτα με τον τομέα των Logistics, που απαιτεί την πραγματοποίηση εκατομμύριων αποστολών από πολλαπλά οχήματα αλλά και συγχρόνως την παρακολούθηση (tracking) και την ταξινόμηση προϊόντων από ανθρώπους και αυτά τα δύο να λειτουργούν σε αρμονία.

Η DHL έχει δημοσιεύσει μια έκθεση που δείχνει την εφαρμογή του IoT στις αποθήκες της και παρουσιάζεται στην εικόνα 28.



Εικόνα 28- Εφαρμογές IoT σε μια αποθήκη

Εκτός από την τεχνολογία IoT, η DHL εξετάζει και άλλες τεχνολογικές εξελίξεις όπως την ρομποτική και τα μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα για να φτιάξει ένα μελλοντικό χάρτη εφαρμογών πάνω στο δικό της σύστημα.

Επίσης, με βάση την ρομποτική έκθεση που δημοσίευσαν, αναμένουν έλλειψη εργατικού δυναμικού της επόμενες δύο δεκαετίες και η DHL θα ήθελε να λύσει το πρόβλημα αυτό αξιοποιώντας της τεχνολογίες ρομποτικής στα Logistics τους που περιλαμβάνουν διαχείριση αποθεμάτων, αποθήκες και παραδόσεις last mile.

Η εφαρμογή της ρομποτικής σε ένα κέντρο διανομής απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα (εικόνα 29).



Εικόνα 29- Η Ρομποτική σε ένα κέντρο διανομής της DHL

## Alibaba

Η μεγαλύτερη Κινεζική εταιρεία με αντικείμενο το ηλεκτρονικό εμπόριο, το λιανεμπόριο την τεχνολογία και το διαδίκτυο.

Παρόμοια με τον μεγαλύτερο ανταγωνιστή της την Amazon, η Alibaba δίνει επίσης σημασία στις τεχνολογικές εξελίξεις και στα επιδράσεις αυτών στα συστήματά τους.

Η έξυπνη αποθήκη τους στην Huiyan στην Κίνα λειτουργείται από 60 ρομπότ. Τα ρομπότ αυτά (εικόνα 30) μπορούν να μεταφέρουν φορτίου μέχρι 500 κιλά και μεταφέρουν τα προϊόντα από τους χώρους αποθήκευσης στους εργαζόμενους της αποθήκης. Μέσω αισθητήρων λέιζερ, σαρώνουν γρηγορά το περιβάλλον, αναγνωρίζοντας τα αντικείμενα αποφεύγοντας έτσι τις συγκρούσεις. Περιστρέφονται 360 μοίρες και συνδέονται αυτόματα στον φορτιστή τους όταν έχουν χαμηλή μπαταρία. Έχουν υψηλή ενεργειακή απόδοση και μπορούν να λειτουργήσουν 4 με 5 ώρες με φόρτιση 5 λεπτών.



Εικόνα 30- Τα ρομπότ της Alibaba

#### 4.4 Το Κοντινό Μέλλον

Κάποιοι ισχυρίζονται ότι δεν θα υπάρχει η απαίτηση για αποθήκες με απόθεμα καθώς οι επιχειρήσεις θα διαχειρίζονται τόσο καλά την εφοδιαστική τους αλυσίδα που το cross docking θα είναι ο κανόνας με τις αποθήκες να μετατρέπονται σε διαμετακομιστικούς κόμβους δεμάτων και παλετών [1].

Ενώ κάποιοι άλλοι υποστηρίζουν, ότι το αυξανόμενο κόστος των καυσίμων και η απαίτηση των πελατών για μικρότερους χρόνους παράδοσης της παραγγελίας τους, θα οδηγήσει σε μεγαλύτερο αριθμό τοπικών αποθηκών [1].

Η ιδέα της Amazon είναι, να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στους πελάτες της, ώστε να ανταποκρίνονται ταχύτατα σε οποιαδήποτε παραγγελία τοποθετείται. Το αποτέλεσμα είναι η ύπαρξη ενός σημαντικού αριθμού κέντρων εκπλήρωσης παραγγελιών, με πάνω από 70 στις ΗΠΑ και 14 κινητές αποθήκες (mobile) στο Ηνωμένο Βασίλειο, όπως εναέρια μέσα ή οχήματα με 3D εκτυπωτές [1].

Με βάση τα σημερινά δεδομένα και τις καταναλωτικές ανάγκες να έχουν μεταβληθεί ραγδαία, λόγω της πανδημίας COVID-19, έχουν αυξηθεί σημαντικά οι συχνές παραγγελίες με μικρό αριθμό γραμμών και στοιχείων (items). Οι παραγγελία αυτών των μεμονωμένων ειδών αυξάνουν την ανάγκη για τεχνολογικές λύσεις, ταχύτερες και ακριβέστερες μεθόδους συλλογής και αποστολής παραγγελιών.

Στο κοντινό μέλλον ο αυτοματισμός θα διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην αποθήκη και είναι πιθανόν να έχουμε πολλούς τύπους ρομπότ που να μπορούν να διασχίσουν το πάτωμα να συλλέγουν και να εναποθέτουν παλέτες σε οποιοδήποτε σημείο της αποθήκης.

Ένα παράδειγμα είναι η συνεργασία των εταιρειών Prime Vision και Delft Robotics, όπου συνδυάζουν την υψηλή ευελιξία των ρομποτικών βραχιόνων με τις δυνατότητες ανίχνευσης της τεχνολογίας 3D όρασης, προσφέροντας λύση στο προβλήματα αυτοματισμού που μέχρι πρότινος ήταν αδύνατον ή δαπανηρό να αντιμετωπιστούν (εικόνα 31).

Τα ευφυή ρομποτικά συστήματα θα χρησιμοποιούν ένα συνδυασμό τεχνολογιών που θα του επιτρέπουν να «κοιτάζουν» το εργασιακό περιβάλλον της αποθήκης. Με αυτό τον τρόπο είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν τις διαφορές των προϊόντων (πχ. σε μέγεθος, σχήμα, βάρος) και να επεξεργάζονται ποικίλες συσκευασίες (σημαντικό στο τομέα των ταχυμεταφορών και του ηλεκτρονικού εμπορίου) [1].



Εικόνα 31-το ρομπότ των εταιρειών Prime Vision και Delft Robo

### Πιθανό Μελλοντικό Σενάριο

Όταν το όχημα χωρίς οδηγό θα εισέρχεται στις εγκαταστάσεις της επιχείρησης θα διαβάζεται η RFID ετικέτα του και θα οδηγείται στον αντίστοιχο χώρο φόρτωσης και εκφόρτωσης.

Μόλις φτάσει, θα ανοίξει τόσο η πόρτα του όσο και η πόρτα στον χώρο της φορτο-εκφόρτωσης. Οι εσωτερικές ράγες-οδηγοί του οχήματος θα συνδέονται με τις ράγες-οδηγούς της αποθήκης και ο μεταφορέας (conveyor) θα ενεργοποιείται κατεβάζοντας τις παλέτες. Η κάθε παλέτα θα περνά από μια RFID πύλη όπου αυτή και τα είδη που περιέχει θα διαβάζονται μέσω των RFID tags και τα δεδομένα θα στέλνονται απευθείας στο WMS.

Ένα AVG<sup>9</sup> θα παίρνει την παλέτα και θα την μεταφέρει είτε στην περιοχή cross docking για απευθείας αποστολή είτε για περαιτέρω αποθήκευση μέσω του συστήματος AS/RS αφού από-συσχευαστεί ρομποτικά.

Οι προμηθευτές θα ενημερώνονται για πιθανές ασυμφωνίες σε αυτά που παρελήφθησαν και θα γίνονται και οι αντίστοιχες προσαρμογές στις πληρωμές τους.

---

<sup>9</sup> AVG (Automated Guided Vehicles) είναι οχήματα που κινούνται χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση, είτε πάνω σε οδηγούς-ράγες ή "διαβάζοντας" ένα καλώδιο οπτικών ινών που βρίσκεται τοποθετημένο στο δάπεδο της αποθήκης.



Το σύστημα θα ελέγχει όλες τις κινήσεις της αποθήκης, χωρίς να απαιτείται εκτύπωση λιστών συλλογής, επικοινωνία με φορητά τερματικά ή χωρίς να απαιτείται να δοθούν φωνητικές εντολές στο προσωπικό της αποθήκης.

Μόλις η παραγγελία του πελάτη παραληφθεί και διαβαστεί από το αυτοματοποιημένο σύστημα αποθήκευσης και συλλογής (AS/RS<sup>10</sup>), τότε θα στείλει τα κιβώτια (totes) που περιέχουν τα προϊόντα της παραγγελίας του πελάτη στην περιοχή συλλογής, το ρομπότ θα διαβάσει τις RFID ετικέτες και θα τα συγκρίνει με την παραγγελία του πελάτη, τα συλλέγει και τα τοποθετεί σε ένα άλλο κιβώτιο για αποστολή. Το κιβώτιο θα τοποθετηθεί πάνω σε έναν μεταφορέα μαζί με την ετικέτα προορισμού και θα φορτωθεί σε ένα όχημα αναμονής για αποστολή.

Το πρόβλημα στο παραπάνω σενάριο είναι ο τρόπος διαχείρισης της πολυπλοκότητας. Η επιλογή μεμονωμένων ειδών από μεγαλύτερες συσκευασίες θα συνεχίσει να δημιουργεί προβλήματα για μια πλήρως αυτοματοποιημένη αποθήκη, οπότε η ανθρώπινη παρέμβαση θα εξακολουθεί να είναι αναγκαία.

Ίσως τα ρομπότ, οι μεταφορείς και τα AVG να φέρνουν τα προϊόντα στον χειριστή αλλά η φυσική συλλογή και συσκευασία να παραμείνουν σε αυτόν [1].

---

<sup>10</sup> AS/RS (Automatic Storage and Retrieval Systems) είναι αυτοματοποιημένα συστήματα αποθήκευσης και συλλογής.

## Συμπεράσματα

Η σπουδαιότητα των Logistics που συνεχώς αυξάνεται και η στρατηγική αξία της αποθήκευσης ενθαρρύνουν τις εταιρείες στο να επιδιώκουν βελτιώσεις στις διαδικασίες των αποθηκών τους. Οι ασταθείς συνθήκες που επικρατούν στους αποθηκευτικούς χώρους, λόγω των συνεχών αυξανόμενων προκλήσεων στην διαχείρισή τους δυσκολεύουν την εκτέλεση των αντίστοιχων εργασιών, η οποία γίνεται χωρίς τις επιθυμητές επιδόσεις.

Ειδικά η αύξηση του ηλεκτρονικού εμπορίου και η ανάγκη για άμεση ανταπόκριση σε χιλιάδες ή μερικές φορές σε εκατομμύρια παραγγελίες μέσα σε λίγα λεπτά, καθιστούν τα παραδοσιακά συστήματα αποθήκης (κυρίως εκείνα που βασίζονται σε χειροκίνητες καταχωρήσεις δεδομένων με αποκλειστική χρήση χαρτιού), αναποτελεσματικά.

Η λύση για την αντιμετώπιση των προκλήσεων αυτών είναι χρήση της τεχνολογίας που αναμφισβήτητα τις μετασχηματίζει σε έξυπνες αποθήκες.

Χάρη σε αυτήν, οι αποθήκες γίνονται πιο παραγωγικές και κοστολογικά αποτελεσματικές, μιας και οι τρέχουσες διαδικασίες τους αυτοματοποιούνται (μερικώς ή πλήρως) και απλοποιούνται, απαλλαγμένες από τα περιττά βήματα.

Στο κοντινό μέλλον, ο αυτοματισμός και η ρομποτική θα θεωρούνται βιώσιμες και απαραίτητες εναλλακτικές λύσεις, κυρίως εκεί που υπάρχει μεγάλος όγκος εργασίας και αυτό θα είναι ορατό πια παγκοσμίως.

## Βιβλιογραφία

- [1] Gwynne Richards *Warehouse Management - A complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse*, Third Edition 2018, CPI Group (UK) Ltd, Croydon CR0 4YY
- [2] Michael ten Hompel & Thorsten Schmidt - *Warehouse Management Automation and Organisation of Warehouse and Order Picking Systems*, Springer Berlin Heidelberg New York 2007
- [3] Michael ten Hompel & Jakob Rehof & Oliver Wolf - *Cloud Computing for Logistics*, Springer International Publishing Switzerland 2015
- [4] Ramaa.A & K.N.Subramanya & T.M.Rangaswamy- *Impact of Warehouse Management System in a Supply Chain, International Journal of Computer Applications (0975 – 8887)*, Volume 54– No.1, September 2012 (case study)
- [5] Mayadah Hassan & Dr. Maged Ali & Dr. Emel Aktas- *Radio Frequency Identification (RFID) Technologies for Locating Warehouse Resources: A Conceptual Framework*, January 2012
- [6] Jendrik Haase & Daniel Beimborn - *Acceptance of Warehouse Picking Systems – A Literature Review*, SIGMIS-CPR'17, June 21-23, 2017, Bangalore, India.
- [7] Daria Battini, Martina Calzavara, Alessandro Persona & Fabio Sgarbossa- *A comparative analysis of different paperless*, Department of Management and Engineering, University of Padua,Vicenza, 2015, Italy.
- [8] Liu Jun'e, Zhang Xiaocui & Liu Bingwu, *The application of RFID technology in the inventory management*, 2010 2nd International Conference on Signal Processing Systems (ICSPS).
- [9] Ming K.Lim, WitoldBahr & StephenC.H.Leung - *RFID in the warehouse: A literature analysis (1995–2010) of its applications, benefits, challenges and future trends*, Elsevier B.V. 2013
- [10] Turan Paksoy , Çiğdem Koçhan & Sadia Samar Ali -*Logistics 4.0 Digital Transformation of Supply Chain Management 2021* by Taylor & Francis Group.

## Ιστοσελίδες

[w1] [https://en.wikipedia.org/wiki/Code\\_128](https://en.wikipedia.org/wiki/Code_128)

[w2] <https://www.lucasware.com/> (Voice Picking Software Selection Guide)

[w3] <https://www.lucasware.com/what-is-a-pick-to-light-system-and-how-does-voice-compare/>

[w4] <https://www.mhi.org/solutions-community/solutions-guide/pick-to-light>

[w5] <https://www.mhi.org/solutions-community/solutions-guide/vision>