



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
UNIVERSITY OF WEST ATTICA

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΘΕΜΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

« ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ INDUSTRY 4.0 ΣΤΗΝ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ ΜΕ ΓΝΩΜΟΝΑ ΤΟ
ΜΕΛΛΟΝ (LOGISTICS 4.0) »



ΜΑΣΤΡΑΝΤΩΝΑΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΑΒΡΑΑΜ ΧΑΤΖΟΠΟΥΛΟΣ

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2023

Η παρούσα διπλωματική εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την τριμελή εξεταστική επιτροπή, η οποία ορίστηκε από την Γ.Σ. του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, σύμφωνα με το νόμο και τον εγκεκριμένο Οδηγό Σπουδών του τμήματος.

Επιβλέπων: Χατζόπουλος Αβραάμ
Λέκτορας

Επιτροπή Αξιολόγησης:

.....

Χατζόπουλος Αβραάμ

Λέκτορας

.....

Σκλαβούνου Ελένη Ορσαλία

Λέκτορας Εφαρμογών

.....

Δρόσος Χρήστος

ΕΔΙΠ

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Μαστραντωνάς Απόστολος του Παναγιώτη, με αριθμό μητρώου 18389074 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο σημείο αυτό, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας. Οφείλω να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή της εργασίας κ. Αβραάμ Χατζόπουλο, για την καθοδήγησή του και την πολύτιμη βοήθεια που προσέφερε σε κάθε στάδιο εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Χωρίς τη συμπαράσταση και συνεχή βοήθειά του, η ολοκλήρωση αυτής της εργασίας δεν θα ήταν δυνατή. Τέλος, ευχαριστώ θερμά την οικογένεια και τους φίλους μου, για την κατανόηση και συμπαράσταση που έδειξαν ολόκληρη την περίοδο εκπόνησης της εργασίας αυτής.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη σημερινή εποχή, η τεχνολογία εξελίσσεται με πολύ γρήγορους ρυθμούς. Σε αυτό έχει συμβάλει η 4^η Βιομηχανική Επανάσταση ή Industry 4.0. Το Industry 4.0 θέτει ως στόχο τη χρήση μεγάλων δικτύων μηχανών που θα διαμορφώνουν τις έξυπνες γραμμές παραγωγής με ικανότητα αυτόνομης ανταλλαγής πληροφοριών και ελέγχου.

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως απώτερο σκοπό την εισαγωγή των θεμελιωδών αρχών του Industry 4.0 και την επίδραση που θα επιφέρει στην εφοδιαστική αλυσίδα στο σύνολό της. Το Industry 4.0 μέσω της εφοδιαστικής αλυσίδας ή Logistics 4.0 αποτελεί ευκαιρία για την εισαγωγή νέων τεχνολογιών που θα συνοδεύουν τη ψηφιοποίηση και την αυτοματοποίηση των διαδικασιών παραγωγής, στοχεύοντας την αναδιάρθρωση της γραμμής παραγωγής και της αλυσίδας εφοδιασμού. Ακόμη, διαφαίνεται και η σημαντικότητα του ανθρώπινου δυναμικού στο νέο παραγωγικό περιβάλλον.

Η εφοδιαστική αλυσίδα κρίνεται πολύ σημαντική στο παρόν αλλά και στο μέλλον, γιατί χωρίς αυτήν τα προϊόντα που παράγονται από τις βιομηχανίες δε θα μπορούν να φτάνουν στον καταναλωτή έγκαιρα και με τη ποιότητά τους αμετάβλητη. Για αυτό το λόγο, κρίνεται επιτακτική η ανάγκη ενσωμάτωσης και αξιοποίησης των νέων τεχνολογιών του Industry 4.0, αφού στοχεύουν στην επιτυχή εφαρμογή της τεχνολογίας με εξαιρετικά ευέλικτη μαζική παραγωγή, μείωση του κόστους πολυπλοκότητας, εμφάνιση νέων υπηρεσιών και επιχειρηματικών μοντέλων, συντονισμό και έξυπνη αυτοδιαχείριση σε πραγματικό χρόνο και βελτιστοποίηση των αλυσίδων αξίας για τη διατήρηση του ανταγωνιστικού πλεονεκτήματός τους.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Industry 4.0, Logistics 4.0, έξυπνες γραμμές παραγωγής

ABSTRACT

Nowadays, technology is evolving at a very fast pace. The 4th Industrial Revolution or Industry 4.0 has contributed to this. Industry 4.0 aims to use large networks of machines that will shape intelligent production lines capable of autonomous information exchange and control.

This thesis aims to introduce the fundamental principles of Industry 4.0 and the effect it will have on the supply chain as a whole. Industry 4.0 through the supply chain or Logistics 4.0 is an opportunity to introduce new technologies that will accompany the digitization and automation of production processes, targeting the restructuring of the production line and the supply chain. Furthermore, the importance of human resources in the new production environment is also evident.

The supply chain is considered very important in the present but also in the future, because without it the products produced by the industries will not be able to reach the consumer on time and with their quality unchanged. For this reason, the need to integrate and exploit the new technologies of Industry 4.0 is deemed imperative, since they aim at the successful application of technology with highly flexible mass production, reduction of complexity costs, emergence of new services and business models, coordination and intelligent self-management in real time and optimizing value chains to maintain their competitive advantage.

KEYWORDS

Industry 4.0, Logistics 4.0, smart production lines

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	iii
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	iv
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	v
ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ.....	v
ABSTRACT	vi
KEYWORDS	vi
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	vii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	ix
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ-ΕΙΚΟΝΩΝ.....	x
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.1: LOGISTICS ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΑ ΕΛΛΑΔΑ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.2: ΟΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΕΙΣ.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.1: ΑΓΟΡΑ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.2: ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.3: ΠΑΡΑΓΩΓΗ.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.4: ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.5: ΠΩΛΗΣΕΙΣ.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.6: ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΡΟΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.7: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΘΗΚΗΣ	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.8: ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΩΝ.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.9: ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ (ΑΔΕΑ).....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΑΣΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΟΥ INDUSTRY 4.0 ΚΑΙ Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥΣ ΣΤΑ LOGISTICS 4.0	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.1: ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ (IoT)	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.2 : ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ.....	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.3: ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.4: BIG DATA ANALYTICS	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.5: ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΝΕΦΟΥΣ ΚΑΙ ΑΚΡΩΝ (CLOUD AND EDGE COMPUTING).....	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.6: BLOCKCHAIN.....	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.7: ΚΥΒΕΡΝΟΦΥΣΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	42

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.8: DIGITAL TWIN	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.9: 3D PRINTING	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.10: ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ-AUGMENTED REALITY ..55	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ FOOD LOGISTICS 4.0	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.1: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΟ ΤΟΜΕΑ ΤΩΝ FOOD LOGISTICS 4.0.....	61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.2: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ ΜΕ RFID	63
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.3: DHL SUPPLY CHAIN	66
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.4: ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ – INTERNET OF THINGS (IoT) ΣΤΗΝ DHL SUPPLY CHAIN	68
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΟΦΕΛΗ ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΤΟΥ INDUSTRY 4.0 ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΤΩΝ LOGISTICS.....	79
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.1: ΟΦΕΛΗ ΤΩΝ LOGISTICS	79
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.2 : ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΤΩΝ LOGISTICS	81
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.3: ΣΧΕΔΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ	82
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΕΠΙΛΟΓΟΣ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	84
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	86

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Η εξέλιξη των Logistics	8
Πίνακας 2: Η εξέλιξη της SCM.....	8
Πίνακας 3: Λειτουργίες και δραστηριότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας.....	10
Πίνακας 4: Ποικιλία δεδομένων εφοδιαστικής αλυσίδας σύμφωνα με την επιχείρηση DHL	32
Πίνακας 5: Παραδείγματα επίλυσης προβλημάτων logistics λαμβάνοντας υπόψη τις πηγές δεδομένων	33
Πίνακας 6: Οι βασικές αρχές του Blockchain	39
Πίνακας 7: Πιθανές εφαρμογές blockchain στη βιομηχανία logistics	40
Πίνακας 8: Επηρεασμένες τεχνολογίες από τη τεχνολογική πρόοδο.....	80

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ-ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Η εξέλιξη των Βιομηχανικών Επαναστάσεων	7
Εικόνα 2: Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα	16
Εικόνα 3: Δραστηριότητες της Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας	17
Εικόνα 4: Ενδεικτική απεικόνιση εικόνας των IoT εφαρμογών.....	19
Εικόνα 5: Ρομπότ εξυπηρέτησης για logistics εξοπλισμένα με αισθητήρες επικοινωνίας και καθοδήγησης	22
Εικόνα 6: Αισθητήρας με δύο πηνία για τη παρακολούθηση του συρμάτινου μαγνητικού πεδίου	22
Εικόνα 7: Ρομπότ εξυπηρέτησης ή καθοδήγησης AGV στη διαδικασία συναρμολόγησης.....	24
Εικόνα 8: Κυλινδρικός εναέριος μεταφορέας	25
Εικόνα 9: Κυλινδρικός μεταφορέας δαπέδου.....	25
Εικόνα 10: Συνοπτική περιγραφή της Τεχνητής Νοημοσύνης, της Μηχανικής Μάθησης και της Βαθιάς Μάθησης	27
Εικόνα 11: Εικονική μορφή ενός αλγορίθμου μηχανικής μάθησης.....	28
Εικόνα 12: Logistics Mall : Οι υπηρεσίες και οι διεργασίες των Logistics στο νέφος	35
Εικόνα 13: Οι εφαρμογές του υπολογιστικού άκρων ή edge computing	36
Εικόνα 14: Η αρχιτεκτονική του Bitcoin.....	38
Εικόνα 15: Έξυπνο σύστημα μεταφορών logistics βασισμένο σε Κυβερνοφυσικό Σύστημα	44
Εικόνα 16: Η ιδέα του Ψηφιακού Διδύμου ή Digital Twin.....	47
Εικόνα 17: Διάγραμμα που δείχνει τα μέρη του συστήματος στερεολιθογραφίας,	50
Εικόνα 18: Η πρωτότυπη συσκευή AR του Ivan Sutherland	55
Εικόνα 19: Έξυπνα γυαλιά AR Apple.....	57
Εικόνα 20: Η αρχιτεκτονική της τεχνολογίας της πληροφορικής στην εφοδιαστική αλυσίδα τροφίμων	62
Εικόνα 21: Απαντήσεις που σχετίζονται με την ανάπτυξη RFID για ιχνηλασιμότητα	63
Εικόνα 22: Γραμμωτός κώδικας barcode και RFID τσιπ	64
Εικόνα 23: Αρχιτεκτονική πληροφορικής για διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας με RFID.	66
Εικόνα 24: DHL Smart Sensor: www.smartsensor-temperature.net	70
Εικόνα 25: Πύλη παρακολούθησης Agheera σε πραγματικό χρόνο	72
Εικόνα 26: DHL Resilience360.....	75
Εικόνα 27: Η ετικέτα έξυπνης μνήμης της Thinfilm με την Diageo	77

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η τέταρτη βιομηχανική επανάσταση ή Industry 4.0, οραματίζεται ότι διαθέτει έξυπνα εργοστάσια, εξοπλισμό, πρώτες ύλες και προϊόντα που συνεργάζονται με την παραγωγή και επικοινωνούν μέσω ενός "Δικτύου Πραγμάτων" ή Διαδικτύου Πραγμάτων (IoT). Λόγω της γρήγορης ανάπτυξης της ψηφιακής τεχνολογίας που κατέστη δυνατή από τη Βιομηχανική Επανάσταση, οι άνθρωποι μπορούν να παραμείνουν σε συνεχή επαφή με τον ψηφιακό κόσμο όπου κι αν βρίσκονται και όποτε το επιλέξουν. Η εφοδιαστική αλυσίδα, ή Logistics 4.0, είναι μία από τις πτυχές του Industry 4.0 που συμβάλλουν σε αυτήν την πρόοδο. Νέες προσεγγίσεις και τεχνολογία σε αυτόν τον τομέα κατέστησαν δυνατές λόγω της απρόβλεπτης δυναμικής και της πολυπλοκότητας της αγοράς της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς και της συμπεριφοράς των πελατών.

Το Industry 4.0 σκοπεύει στην επιτυχή εφαρμογή της τεχνολογίας με ανθρώπινο αυτοματισμό, αλλά και ημιαυτοματισμό, στην εξαιρετικά ευέλικτη μαζική παραγωγή, στη μείωση του κόστους πολυπλοκότητας, στην εμφάνιση αμιγώς νέων υπηρεσιών και επιχειρηματικών μοντέλων, στον συντονισμό και στην έξυπνη αυτοδιαχείριση σε πραγματικό χρόνο και στη βελτιστοποίηση των αλυσίδων αξίας για τη διατήρηση του ανταγωνιστικού πλεονεκτηματός τους. Για αυτό λοιπόν, η παρούσα διπλωματική εργασία μέσω μιας ολοκληρωμένης βιβλιογραφικής ανασκόπησης αποπειράται να σκιαγραφήσει τη συνολική εικόνα του Industry 4.0 στον τομέα των Logistics 4.0 με την ιστορική αναδρομή που έχει αφετηρία τους αρχαίους ελληνικούς χρόνους και τερματισμό τους σύγχρονους με τις Βιομηχανικές Επαναστάσεις και να περιγράψει τον τρόπο χρήσης των τεχνολογιών αυτών.

Τα logistics έχουν υποστεί σημαντική εξέλιξη όλα αυτά τα χρόνια. Στο παρελθόν, τα logistics επικεντρώνονταν κυρίως στις μεταφορές και την αποθήκευση, αλλά με την πρόοδο της τεχνολογίας και την παγκοσμιοποίηση, τα logistics έγιναν πιο περίπλοκα και ολοκληρωμένα. Η πρώτη βιομηχανική επανάσταση έφερε τη μηχανοποίηση και η δεύτερη τη μαζική παραγωγή, ενώ η τρίτη βιομηχανική επανάσταση έφερε την αυτοματοποίηση και τη μηχανογράφηση. Τώρα, η τέταρτη βιομηχανική επανάσταση, γνωστή και ως Industry 4.0, φέρνει ένα νέο επίπεδο ψηφιοποίησης και αυτοματισμού. Αυτή η εξέλιξη των logistics επέτρεψε την ενσωμάτωση προηγμένων τεχνολογιών όπως το IoT, τα μεγάλα δεδομένα και η τεχνητή νοημοσύνη, τα οποία με τη σειρά τους επέτρεψαν την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, τη βελτιωμένη πρόβλεψη και την καλύτερη λήψη αποφάσεων.

Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελεί αναπόσπαστο μέρος των logistics και επηρεάζεται επίσης από τα Logistics 4.0. Η ενσωμάτωση προηγμένων τεχνολογιών όπως το IoT, τα μεγάλα δεδομένα και η τεχνητή νοημοσύνη στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας επιτρέπει την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, τη βελτιωμένη πρόβλεψη και την καλύτερη λήψη αποφάσεων. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη απόδοση, μειωμένο κόστος και βελτιωμένη απόδοση.

Ο στόχος των Logistics 4.0 είναι να βελτιστοποιήσει και να αυτοματοποιήσει τις διαδικασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας, να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα και να αυξήσει τη διαφάνεια και την ευελιξία στην εφοδιαστική αλυσίδα. Μία από τις βασικές τεχνολογίες που οδηγεί στην

ανάπτυξη των Logistics 4.0 είναι το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT). Συσκευές με δυνατότητα IoT, όπως αισθητήρες και ετικέτες RFID, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό και την παρακολούθηση λειτουργιών logistics σε πραγματικό χρόνο. Αυτό επιτρέπει βελτιωμένη ορατότητα και έλεγχο των λειτουργιών logistics, οδηγώντας σε αυξημένη απόδοση και μειωμένο κόστος. Μια άλλη βασική τεχνολογία είναι τα μεγάλα δεδομένα, τα οποία επιτρέπουν τη συλλογή και ανάλυση μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων από διάφορες πηγές. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για βελτιωμένη πρόβλεψη, λήψη αποφάσεων και βελτιστοποίηση λειτουργιών logistics. Τέλος, η τεχνητή νοημοσύνη (AI) διαδραματίζει επίσης κρίσιμο ρόλο στα Logistics 4.0. Τα συστήματα που βασίζονται σε τεχνητή νοημοσύνη μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εργασίες όπως η βελτιστοποίηση διαδρομής, η πρόβλεψη ζήτησης και η προγνωστική συντήρηση. Τα Logistics 4.0 επιτρέπουν επίσης μεγαλύτερη συνεργασία και επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών παραγόντων στην αλυσίδα εφοδιασμού, όπως προμηθευτών, κατασκευαστών, παρόχων logistics και πελατών. Αυτό οδηγεί σε μια πιο ολοκληρωμένη και ανταποκρινόμενη αλυσίδα εφοδιασμού, η οποία μπορεί να προσαρμοστεί καλύτερα στις μεταβαλλόμενες συνθήκες της αγοράς και στις απαιτήσεις των πελατών.

Μια άλλη πτυχή των logistics 4.0 είναι η ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών όπως τα drones, τα αυτόνομα οχήματα και τα ρομπότ που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της μεταφοράς και της παράδοσης αγαθών. Με την αυξανόμενη βιομηχανία ηλεκτρονικού εμπορίου και τις προκλήσεις παράδοσης τελευταίου μιλίου, αυτές οι τεχνολογίες μπορούν να διαδραματίσουν ζωτικό ρόλο στη βελτίωση της αποδοτικότητας και της σχέσης κόστους-αποτελεσματικότητας των λειτουργιών logistics.

Έξυπνες αποθήκες, Προγνωστική συντήρηση, Έξυπνα δίκτυα logistics, τεχνολογία Blockchain και Κυβερνοφυσικά συστήματα είναι μερικοί από τους τομείς που μπορεί να βελτιώσει το Logistics 4.0.

Μια μελέτη περίπτωσης μιας εταιρείας που έχει εφαρμόσει τα Logistics 4.0 μπορούν να προσφέρουν πολύτιμες πληροφορίες για τα οφέλη και τις προκλήσεις της υιοθέτησης αυτής της τεχνολογίας. Για παράδειγμα, η DHL Supply Chain, παγκόσμιος ηγέτης στα logistics, έχει εφαρμόσει τεχνολογίες IoT και AI στις δραστηριότητές της. Αυτό οδήγησε σε βελτιωμένη ορατότητα και έλεγχο των λειτουργιών logistics, μειωμένο κόστος και βελτιωμένη απόδοση. Ωστόσο, η εφαρμογή του Logistics 4.0 συνοδεύεται από προκλήσεις, όπως η ανάγκη για σημαντικές επενδύσεις σε νέες τεχνολογίες και η ανάγκη επανεκπαίδευσης των εργαζομένων.

Ένα από τα οφέλη των Logistics 4.0 είναι η ικανότητα βελτίωσης της βιωσιμότητας στις αλυσίδες εφοδιασμού. Οι προηγμένες τεχνολογίες όπως το IoT και τα μεγάλα δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μείωση της σπατάλης και την αύξηση της αποτελεσματικότητας, οδηγώντας σε μια πιο βιώσιμη αλυσίδα εφοδιασμού. Επιπλέον, τα Logistics 4.0 μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της εμπειρίας του πελάτη παρέχοντας παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, βελτιωμένη πρόβλεψη και καλύτερη λήψη αποφάσεων. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η εφαρμογή των Logistics 4.0 συνοδεύεται από το δικό της σύνολο προκλήσεων και προβλημάτων. Η ενσωμάτωση προηγμένων τεχνολογιών μπορεί να είναι περίπλοκη και είναι σημαντικό να διασφαλιστεί ότι τα συστήματα και οι διαδικασίες που εφαρμόζονται είναι ασφαλή, αξιόπιστα και αποτελεσματικά. Επιπλέον, είναι σημαντικό να

ληφθούν υπόψη ο αντίκτυπος του Logistics 4.0 στο εργατικό δυναμικό και οι ηθικοί παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την εφαρμογή του logistics 4.0.

Μερικά ερευνητικά ερωτήματα που μπορούν να διερευνηθούν στον τομέα των Logistics 4.0 μπορούν να είναι:

- Ποια είναι η ιστορική αναδρομή της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης ή Industry 4.0 και πώς οδήγησε στην ανάπτυξη των Logistics 4.0;
- Ποια είναι τα πιθανά οφέλη από τη χρήση αυτόνομων ρομπότ εξυπηρέτησης αυτοματοποιημένων καθοδηγούμενων οχημάτων ή AGV και μη επανδρωμένων εναέριων οχημάτων ή UAV στην επιμελητεία των αγαθών;
- Πώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τεχνολογίες Logistics 4.0 για τη βελτιστοποίηση των λειτουργιών logistics;

Η παρούσα διπλωματική εργασία θα χρησιμοποιήσει μια προσέγγιση μεικτών μεθόδων που ενσωματώνει τόσο μια βιβλιογραφική ανασκόπηση όσο και μια μελέτη περίπτωσης για την αντιμετώπιση των προαναφερθέντων ερευνητικών θεμάτων. Η αξιολόγηση της βιβλιογραφίας περιλαμβάνει μια διεξοδική εξέταση του συνόλου των εργασιών για την τέταρτη βιομηχανική επανάσταση τόσο με την ευρύτερη έννοια όσο και για τις επιχειρήσεις της εφοδιαστικής αλυσίδας. Προκειμένου να δοθεί μια διεξοδική εξέταση των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται και των αποτελεσμάτων που προέκυψαν, η μελέτη περίπτωσης επικεντρώνεται στην ανάπτυξη τεχνολογιών Industry 4.0 από διάφορες εταιρείες food logistics που δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα αλλά και στο εξωτερικό, συλλέγοντας πληροφορίες μέσω ανασκόπησης εταιρικών εκθέσεων και ακαδημαϊκών δημοσιεύσεων χρησιμοποιώντας τον προαναφερθέντα συνδυασμό τεχνικών. Η εις βάθος γνώση των εφαρμογών Industry 4.0 στον τομέα των logistics είναι ο κύριος στόχος αυτής της διατριβής. Η πλειοψηφία των πηγών της βιβλιογραφίας προήλθε μέσω αναζητήσεων για επιστημονικές εργασίες σε βάσεις δεδομένων όπως το Google Scholar, το ScienceDirect, το ResearchGate, το IEEEExplore και το Google Books. Επιπλέον, συμπεριλήφθηκαν αρκετές αγγλόφωνες πηγές άρθρων από το Διαδίκτυο, αφού οι Έλληνες συγγραφείς δεν έχουν γράψει τόσα πολλά στη παρούσα φάση για το Industry 4.0 πάνω στον τομέα των Logistics.

Τέλος, το Industry 4.0 και ο τομέας των Logistics 4.0 αυξάνουν την αντιληπτικότητα, την επινοητικότητα και την δημιουργικότητα του ανθρώπου, δίνοντας τη δυνατότητα σε αυτόν να επεξεργάζεται πολύ μεγάλο όγκο δεδομένων ταχύτατα σε πολλαπλά πεδία και τη προοπτική της μελλοντικής αξιοποίησης και βελτιστοποίησης των Logistics 4.0 .

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται σε αυτή την βιβλιογραφική έρευνα αποτελεί μια ποιοτική προσέγγιση, η οποία περιλαμβάνει την ανάλυση δεδομένων που δεν είναι αριθμητικά ή υποκειμενικά. Για τη διεξαγωγή της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, πραγματοποιήθηκε αναζήτηση χρησιμοποιώντας έναν συνδυασμό λέξεων-κλειδιών που αλληλεπιδρούν με τεχνολογίες Industry 4.0, όπως "Industry 4.0", "Internet of Things", "Robotics", "Automation", "Artificial Intelligence", "Big Data Analytics", "Cloud Computing", "Blockchain", "Cyber-Physical Systems", "Digital Twins", "3D Printing" και "Augmented Reality". Οι λέξεις-κλειδιά "architecture" ή "review" προστέθηκαν στην αναζήτηση για την εύρεση βιβλιογραφίας που εστιάζεται ειδικά στη δομή ή το

πλαίσιο αυτών των τεχνολογιών. Η αναζήτηση περιορίστηκε σε επιστημονικές δημοσιεύσεις, βιβλία και διαδικτυακά άρθρα που δημοσιεύτηκαν από το 1993 μέχρι και το 2023. Αυτό το εύρος επιλέχθηκε για να διασφαλιστεί ότι η ανασκόπηση κάλυπτε την πιο πρόσφατη και σχετική βιβλιογραφία για το θέμα. Για περαιτέρω βελτίωση της αναζήτησης και εστίαση στην εφαρμογή των τεχνολογιών Industry 4.0 στη Διαχείριση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας, εφαρμόστηκαν πρόσθετες λέξεις-κλειδιά όπως "Logistics 4.0", "διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας", "Industry 4.0", "Logistics 4.0", "έξυπνες γραμμές παραγωγής", "βιομηχανία logistics" και "μελλοντικές προοπτικές". Ο τελεστής αναζήτησης "AND" χρησιμοποιήθηκε για τον συνδυασμό αυτών των λέξεων-κλειδιών με τις προαναφερθείσες τεχνολογίες, γεγονός που βοήθησε στον περιορισμό των αποτελεσμάτων αναζήτησης και στη διασφάλιση ότι στην ανασκόπηση συμπεριλήφθηκε μόνο σχετική βιβλιογραφία. Συνολικά, αυτή η μεθοδολογία επέτρεψε μια ολοκληρωμένη ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για τις τεχνολογίες Industry 4.0, με ιδιαίτερη έμφαση στην εφαρμογή τους στην αλυσίδα εφοδιασμού. Η χρήση ποιοτικών μεθόδων έρευνας σε αυτή τη μελέτη επέτρεψε μια λεπτομερή ανάλυση των δεδομένων, η οποία βοήθησε στον εντοπισμό βασικών τάσεων και γνώσεων που μπορούν να ενημερώσουν τη μελλοντική έρευνα σε αυτόν τον τομέα.

Ακόμα, η παρούσα διπλωματική εργασία περιγράφει τη μεθοδολογία και τους περιορισμούς μιας βιβλιογραφικής ανασκόπησης σχετικά με το θέμα του Industry 4.0 και τις εφαρμογές του στα Logistics 4.0. Η ανασκόπηση διεξήχθη χρησιμοποιώντας κριτήρια αποκλεισμού που βασίζονται σε εισαγωγικά για την αποφυγή άσχετων αποτελεσμάτων. Η σχετική βιβλιογραφία εξετάστηκε διεξοδικά και εξήχθησαν δεδομένα με βάση ερευνητικά ερωτήματα, στόχους και περιλήψεις. Διασφαλίστηκε ότι οι πηγές ήταν αξιόπιστες και τα δεδομένα αναφέρθηκαν όσο το δυνατόν ακριβέστερα. Παρουσιάστηκαν οι περιορισμοί της μελέτης, συμπεριλαμβανομένου του ότι περιοριζόταν στη χρήση τεχνολογιών Industry 4.0 στον κλάδο των Logistics και του Supply Chain, συγκεκριμένα στους τομείς των εφαρμοσμένων τεχνολογιών της εφοδιαστικής αλυσίδας αλλά και στη μεταφορά εμπορευμάτων πρώτης ανάγκης, όπως είναι η τροφή. Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας περιλάμβανε επιστημονικά, διαδικτυακά άρθρα και βιβλία που εκδόθηκαν μόνο στην αγγλική γλώσσα, τα οποία ενδέχεται να έχουν αποκλείσει σχετικές μελέτες που έχουν δημοσιευτεί σε άλλες γλώσσες ή πηγές. Επιπλέον, η μελέτη δεν περιλάμβανε τη συλλογή πρωτογενών δεδομένων και τα ευρήματα βασίστηκαν αποκλειστικά στην ανάλυση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας, η οποία μπορεί να έχει περιορισμούς όπως η έλλειψη πρόσβασης σε ιδιόκτητα δεδομένα ή η ανεπαρκής αναφορά των αποτελεσμάτων. Είναι επίσης σημαντικό να σημειωθεί ότι τα ευρήματα ενδέχεται να μην μπορούν να γενικευθούν σε όλες τις εταιρείες Logistics and Transportation παγκοσμίως λόγω των διαφοροποιήσεων στην υιοθέτηση των τεχνολογιών Industry 4.0, όπως το μέγεθος της εταιρείας, το ρυθμιστικό περιβάλλον και οι κανόνες πολιτικής.

Το πρώτο ερευνητικό ερώτημα επιδιώκει να κατανοήσει το ιστορικό πλαίσιο της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης και τη σχέση της με την ανάπτυξη των Logistics 4.0. Η διατύπωση της ερώτησης είναι περιγραφική και αναλυτική, καθώς ωθεί τον ερευνητή να διερευνήσει την προέλευση και την εξέλιξη και των δύο εννοιών και να εντοπίσει τους βασικούς παράγοντες που οδήγησαν στην ενσωμάτωσή τους. Έτσι λοιπόν, σε αυτή την εργασία θα χρειαστεί να πραγματοποιηθεί μια βιβλιογραφική ανασκόπηση και να αναλυθούν οι διάφορες πτυχές του Industry 4.0 και του Logistics 4.0, συμπεριλαμβανομένων των τεχνολογικών, οικονομικών και κοινωνικών επιπτώσεών τους.

Το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα επικεντρώνεται στα πιθανά πλεονεκτήματα της ενσωμάτωσης αυτόνομων ρομπότ εξυπηρέτησης, AGV και UAV σε λειτουργίες logistics. Η διατύπωση της ερώτησης είναι αξιολογική και εμπειρική, καθώς στοχεύει να αξιολογήσει τα οφέλη από τη χρήση αυτών των τεχνολογιών και τον αντίκτυπό τους σε διάφορες πτυχές των logistics, όπως η αποτελεσματικότητα, η ασφάλεια, η σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας και η βιωσιμότητα. Για αυτό λοιπόν, θα χρειαστεί να συλλεχθούν και να αναλυθούν εμπειρικά δεδομένα από διαφορετικές πηγές, όπως μελέτες περιπτώσεων, πειράματα πεδίου, έρευνες και προσομοιώσεις.

Τέλος, το τρίτο ερευνητικό ερώτημα στοχεύει να διερευνήσει την εφαρμογή των τεχνολογιών Logistics 4.0 στη βελτιστοποίηση των λειτουργιών logistics. Η διατύπωση της ερώτησης είναι ρυθμιστική και πρακτική, καθώς επιδιώκει να δώσει συστάσεις και λύσεις για τη βελτίωση των διαδικασιών logistics χρησιμοποιώντας τις τελευταίες τεχνολογικές καινοτομίες. Για να απαντηθεί αυτό το ερώτημα, θα πρέπει να προσδιοριστούν οι βασικές τεχνολογίες Logistics 4.0 και οι λειτουργίες τους, όπως παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, προγνωστικά αναλυτικά στοιχεία και αυτοματοποιημένο σχεδιασμό, και να αναλυθεί η ενσωμάτωση αυτών στα συστήματα logistics για τη βελτίωση της απόδοσής τους. Η έρευνα περιλαμβάνει συνδυασμό μελετών περίπτωσης ή case studies, ειδικών συνεντεύξεων και προσομοιώσεων για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των προτεινόμενων λύσεων στην διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.1: LOGISTICS ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΑ ΕΛΛΑΔΑ

Τα Logistics πρωτοεμφανίστηκαν κατά την εποχή του Ηροδότου, δηλαδή τον 5^ο αιώνα π.Χ. Αναλυτικά, συναντώνται στις προετοιμασίες των Περσών για πολεμική σύρραξη κατά των Ελλήνων. Εκεί, γίνεται η περιγραφή του σχεδιασμού και της υποστήριξης διακίνησης προϊόντων και ατόμων. Αμέσως μετά, εμφανίστηκαν τον 4^ο αιώνα π.Χ. κατά την εκστρατεία του Μεγάλου Αλεξάνδρου. Ο Μέγας Αλέξανδρος με τα Logistics εξασφάλιζε καλύτερο στρατό με ταχύτερη οργάνωση κατά την περίοδο των μαχών αλλά και των μετακινήσεών τους. Όσες περιοχές κατακτούσε ο Μακεδονικός Στρατός γίνονταν τόποι τροφοδοσίας εφοδίων για να είναι σε θέση να ανταποκρίνονται στις απειλές των επερχόμενων εχθρών τους. Με αυτόν το τρόπο, μειώνεται και το κόστος μετακίνησης και αποστολής των πολεμοφοδίων. (ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.2: ΟΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΕΙΣ

Η 1^η Βιομηχανική Επανάσταση ξεκίνησε στην Αγγλία το 1784 με γρήγορη εξάπλωση στην Ευρώπη και την Αμερική. Με τη δύναμη του ατμού άρχισε να αναπτύσσεται η βιομηχανική παραγωγή κυρίως στα εργοστάσια κλωστοϋφαντουργίας κι άρχισαν να φτιάχνονται ατμόπλοια και σιδηρόδρομοι για τις θαλάσσιες και χερσαίες μεταφορές αντίστοιχα. (ewood.gr, 2022)

Η 2^η Βιομηχανική Επανάσταση ξεκίνησε από την Γερμανία και την Αμερική το 1870. Εκείνη τη περίοδο ανακαλύφθηκε το εναλλασσόμενο ρεύμα από τον Νίκολα Τέσλα και το συνεχές ρεύμα από τον Τόμας Έντισον. Με την εφεύρεση του ρεύματος ξεκίνησαν να χρησιμοποιούνται οι ηλεκτροκινητήρες, οι ηλεκτρογεννήτριες και ο ηλεκτρικός λαμπτήρας. Με τη συμβολή του εφευρέτη Γκράχαμ Μπελ άρχισε να χρησιμοποιείται ο τηλεγράφος και το τηλέφωνο σε συνδυασμό με το ρεύμα. Ακόμη, το 1903 ο εφευρέτης Χένρι Φορντ ηγείται στη κατασκευή της πρώτης κινητής γραμμής συναρμολόγησης μαζικής παραγωγής. (ewood.gr, 2022)

Η 3^η Βιομηχανική Επανάσταση άρχισε να υλοποιείται το 1969 από τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και από την Ιαπωνία. Για ακόμη μία φορά τροποποιούνται οι διαδικασίες της βιομηχανικής παραγωγής με τις εφευρέσεις του τρανζίστορ, της λυχνίας και των μικροτσιπ, οι οποίες δίνουν στη Βιομηχανία απεριόριστες δυνατότητες σε πολλές ηλεκτρονικές εφαρμογές. Αυτή η Επανάσταση φέρνει μία νέα ηλεκτρονική εποχή με τη συμβολή των ηλεκτρονικών υπολογιστών, των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, των μηχανών αφαιρετικής κατεργασίας ή Computer Numerical Control ή CNC και των λογισμικών CAD-CAM, με αποτέλεσμα ο αυτοματισμός της μαζικής παραγωγής να γίνεται όλο και πιο ταχύς. Τότε εφευρίσκονται και τα πρώτα ρομπότ, οι προηγμένες τηλεπικοινωνίες, το διαδίκτυο, το ασύρματο ίντερνετ ή Wi-Fi, τα έξυπνα λογισμικά. (ewood.gr, 2022)

Τέλος, η 4^η Βιομηχανική Επανάσταση εκκινήθηκε το 2011 στη Γερμανία. Εκείνη τη περίοδο άρχισαν να συνδυάζονται πολλές τεχνολογίες μαζί και να εξελίσσονται με πιο γρήγορο ρυθμό. Σε

αυτές τις τεχνολογίες άρχισαν να συνδυάζονται και οι αλγόριθμοι. Ο κύριος στόχος της 4^{ης} Βιομηχανικής Επανάστασης είναι η πλήρης αυτοματοποίηση και ο ψηφιακός αυτοματισμός ενός έξυπνου εργοστασίου ή smart factory. Για την επίτευξη αυτού βασίζεται στην ανάλυση, επεξεργασία και εκμετάλλευση του τεραστίου όγκου ψηφιακών δεδομένων, τα λεγόμενα Big Data, που δημιουργούνται σήμερα καθημερινά στο εξελιγμένο διαδίκτυο (Internet). Όλα τα παραπάνω εξέλιξαν με θεαματικό τρόπο τη Τεχνητή Νοημοσύνη, με αποτέλεσμα να την ενσωματώσουν σε διάφορες ρομποτικές μηχανές και συστήματα. Αυτή η ενσωμάτωση καθιστά τις διεργασίες αυτών των μηχανών και συστημάτων πιο αξιόπιστες και πιο γρήγορες. (ewood.gr, 2022)

Οι Βιομηχανικές Επανάστασεις



Εικόνα 1: Η εξέλιξη των Βιομηχανικών Επανάστασεων

(https://yourfreetemplates.com/industry_4-0/)

Ο όρος Logistics 4.0 ορίζεται ως συλλογικός για έννοιες και τεχνολογίες της οργάνωσης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Μεταξύ αυτών, τα κυβερνοφυσικά συστήματα ελέγχουν τις φυσικές διαδικασίες, δημιουργούν εικονικά αντίγραφα του φυσικού κόσμου και λαμβάνουν αποκεντρωμένες αποφάσεις. Πάνω από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων – Internet of Things (IoT), δηλαδή στο κυβερνοχώρο, τα κυβερνοφυσικά συστήματα συνεργάζονται και αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους και με ανθρώπους σε πραγματικό χρόνο. Μέσω του Διαδικτύου της Υπηρεσίας ή Internet of service, η εξόρυξη δεδομένων ή Data Mining (DM) φέρνει στην επιφάνεια την γνώση που χρειάζεται για να ληφθούν αποφάσεις, τόσο σε εσωτερικές όσο και διεταιρικές υπηρεσίες που προσφέρονται και χρησιμοποιούνται από τους συμμετέχοντες της αλυσίδας αξίας. (Frazzon, 2019, p. 185)

Ο όρος "εφοδιαστική αλυσίδα 4.0" αναφέρεται στην ενοποίηση των επιχειρήσεων, καθώς επεκτείνει τις εφαρμογές της μέσω συστηματικών έξυπνων εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένων, ενδεικτικά, του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT), της έξυπνης υποδομής, των έξυπνων προϊόντων, των έξυπνων μηχανών και της συνδεσιμότητας που επιτρέπει την επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο με έξυπνες διαδικασίες που ανταποκρίνονται σε κάθε στάδιο της εφοδιαστικής αλυσίδας. (Queiroz, 2017)

Συνοπτικά, ο αντίκτυπος της βιομηχανικής εξέλιξης στα Logistics και στην εφοδιαστική αλυσίδα (SCM) εντοπίζεται στους δύο παρακάτω πίνακες:

<p>Logistics 1.0 Μηχανοποίηση μεταφορών (1780)</p>
<p>Logistics 2.0 Αυτοματοποίηση συστήματος χειρισμού (1960)</p>
<p>Logistics 3.0 Σύστημα Διαχείρισης Logistics (1980)</p>
<p>Logistics 4.0 Έξυπνα Συστήματα Μεταφορών – Intelligent Transportation Systems (ITS) και συστήματα εντοπισμού σε πραγματικό χρόνο – Real Time Locating Systems (RTLS) (2010 και μετά)</p>

Πίνακας 1: Η εξέλιξη των Logistics

<p>Κατά τη χρονική περίοδο των Logistics 1.0 και Logistics 2.0 δεν είχαν υλοποιηθεί τα SCM 1.0 και SCM 2.0</p>
<p>SCM 3.0 Ενσωμάτωση μεταξύ δύο καναλιών (1980)</p>
<p>SCM 4.0 Ολική ενοποίηση δικτύου (2010 και μετά)</p>

Πίνακας 2: Η εξέλιξη της SCM

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ

Η Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας ή ΔΕΑ ονομάζεται η διαχείριση ενός δικτύου εσωτερικά συνδεδεμένων επιχειρήσεων που συμμετέχουν στην απώτερη παροχή πακέτων προϊόντων και υπηρεσιών, τα οποία απευθύνονται στους τελικούς καταναλωτές. Η Μάρθα Κούπερ αναφέρει και έναν άλλο ορισμό για την ΔΕΑ. Η ΔΕΑ ονομάζεται η ολοκληρωμένη φιλοσοφία διαχείρισης της συνολικής ροής ενός καναλιού διανομής από τον προμηθευτή στον καταναλωτή. (Cooper, 2001)

Η διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας εκτείνεται σε όλη τη διαδικασία μεταφοράς και αποθήκευσης των πρώτων υλών, ημιτέτοιμων και ολοκληρωμένων αγαθών από τα σημεία προέλευσης προς τα σημεία κατανάλωσης. Ακόμη, η ΔΕΑ είναι πολύπλοκος κλάδος λόγω των αριθμών των παραγόντων που έχει να αντιμετωπίσει και συνήθως αντιπροσωπεύει τα δίκτυα παρά τις αλυσίδες. (Harland, 1996)

Η ΔΕΑ αποτελείται από κάποιες λειτουργίες και δραστηριότητες, οι οποίες πρόκειται να αναλυθούν στον παρακάτω πίνακα.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΚΑΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ	
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ	Σχεδίαση και εφαρμογή ενός προϊόντος στα μέτρα του προμηθευτή
ΠΡΟΒΛΕΨΗ	Ανάπτυξη σχεδίου και προγράμματος και λήψη αποφάσεων
ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	Καθιέρωση στρατηγικής χωρητικότητας
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ	Διαχείριση ποσότητας και τοποθέτησης του αποθέματος εντός της επιχείρησης και της αλυσίδας εφοδιασμού

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ	Προγραμματισμός, διαχείριση και αντιστοίχιση της ζήτησης πελατών με τις δραστηριότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας
ΑΓΟΡΑΣΤΙΚΗ ΑΞΙΑ	Προσδιορισμός και εξουσιοδότηση προμηθευτών αγαθών και υπηρεσιών και παράλληλη διαχείριση των συνεχιζόμενων σχέσεων αγοραστή-προμηθευτή
LOGISTICS	Διαχείριση κινήσεων φυσικών αγαθών σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα

Πίνακας 3: Λειτουργίες και δραστηριότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας

Η ΔΕΑ επιτάσσει τον συντονισμό πελατών και προμηθευτών με συστήματα γρήγορης ανταπόκρισης στη δυναμική της αγοράς. Με αυτόν τον τρόπο, μειώνεται δραματικά το απόθεμα και οι χρόνοι παράδοσης. (Fox, 1993, p. 4)

Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι ένα σύνθετο έργο που περιλαμβάνει τη λήψη αποφάσεων σε όλα τα επίπεδα, από το στάδιο του σχεδιασμού της αλυσίδας έως τις λειτουργικές λειτουργίες. Όλες αυτές οι αποφάσεις επηρεάζουν εντός της καθορισμένης περιόδου. Για το λόγο αυτό, ορίζονται τρία χρονικά επίπεδα με τα οποία συνδέονται οι αποφάσεις: στρατηγικό, τακτικό και λειτουργικό. Αυτά τα επίπεδα θα πρέπει να έχουν μακροπρόθεσμο, μεσοπρόθεσμο και βραχυπρόθεσμο αντίκτυπο αντίστοιχα. (Carrera, S., Ramdane-Cherif, W., & Portmann, M. C., 2010)

Οι αποφάσεις που θα επηρεάσουν την επιχείρηση μακροπρόθεσμα λαμβάνονται υπόψη σε στρατηγικό επίπεδο. Αυτό περιλαμβάνει αποφάσεις σχετικά με τον αριθμό των αποθηκών και των περιοχών παραγωγής, την τοποθεσία, τη χωρητικότητα, την επιλογή συνεργατών, την οργάνωση των ροών εντός του δικτύου logistics κ.λπ. Το τακτικό επίπεδο περιέχει αποφάσεις που αναθεωρούνται σε τακτική βάση. Για παράδειγμα, οι αποφάσεις προμήθειας και τα σχέδια παραγωγής, οι κανόνες αποθήκευσης, οι στρατηγικές μεταφορές και η συχνότητα των επισκέψεων πελατών μπορεί να ποικίλλουν από μερικούς μήνες έως ένα χρόνο. Τέλος, οι αποφάσεις του λειτουργικού επιπέδου περιλαμβάνουν προγραμματισμό, κατανομή πόρων, αναγνώριση παράδοσης, δρομολόγηση, φόρτωση φορτηγών κ.λπ. , καθώς λαμβάνονται σε καθημερινή βάση.

Στα παρακάτω κεφάλαια αναλύεται εις βάθος το δίκτυο των λειτουργιών της εφοδιαστικής αλυσίδας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.1: ΑΓΟΡΑ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ

Για την αγορά πρώτων υλών από τον προμηθευτή η κάθε επιχείρηση πρέπει να ακολουθήσει την στρατηγική αγοράς, που επιτυγχάνεται στο τμήμα αγοράς. Εκεί λαμβάνονται κρίσιμες αποφάσεις σχετικά με το τι πρέπει να αγοραστεί και από ποιον, ώστε να έχει καλύτερες πωλήσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.2: ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ

Το τμήμα προμήθειας και αγορών έχει την απόλυτη ευθύνη στον επιχειρησιακό σχεδιασμό να διασφαλίσει την αποτελεσματικότητα της παραγγελίας και την αναπλήρωση των φυσικών αγαθών.

Οι τρεις μεταβλητές του επιχειρησιακού σχεδιασμού είναι οι εξής:

1. Διαχείριση αναζήτησης αγοράς και παραγγελιών
2. Παραλαβή φυσικών αγαθών
3. Έλεγχος λογαριασμού προμηθευτών

Κύριος παράγοντας για τη λειτουργία της κυκλικής οικονομίας καθιστά ο προμηθευτής. Οι δραστηριότητες που καταλογίζουν στον προμηθευτή να υποστυλώσει τους στόχους πωλήσεων είναι οι εξής:

- a. Επιλογή προμηθευτών
- b. Στρατηγικές συνεργασίες προμηθευτών
- c. Πράσινη πιστοποίηση και διαδικασία προϊόντων

Αξίζει να αναφέρουμε ότι η πράσινη πιστοποίηση και διαδικασία προϊόντων σχετίζεται με τις πράσινες συμβάσεις πάνω στη κυκλική οικονομία. Οι πράσινες συμβάσεις ορίζονται ως οι διαδικασίες προμηθειών αγαθών ή ανάθεσης έργων και υπηρεσιών, οι οποίες έχουν ως σκοπό τη συνεισφορά των κλειστών κύκλων ενέργειας και υλικών εντός της εφοδιαστικής αλυσίδας. Συνάμα, οι πράσινες συμβάσεις στοχεύουν στα μηδαμινά απόβλητα σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής των προϊόντων. (EE)

Η 4^η Βιομηχανική Επανάσταση ή Industry 4.0 εστιάζει στις ψηφιακές τεχνολογίες που ενισχύουν το μετασχηματισμό της διαδικασίας της χειροκίνητης προμήθειας σε αυτοματοποιημένη. Οι ψηφιακές τεχνολογίες συνεισφέρουν στην ελαχιστοποίηση της αβεβαιότητας μέσω της αυξημένης διαφάνειας των πληροφοριών και στη βελτιστοποίηση της χρήσης πόρων. Έτσι, με τον μετασχηματισμό αυτό ανυψώνεται στην επιφάνεια του Industry 4.0 ο όρος Προμήθεια 4.0.

(Stock, T., & Seliger, G., 2016, pp. 536-541)

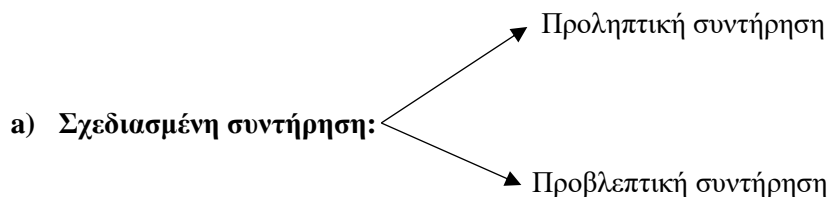
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.3: ΠΑΡΑΓΩΓΗ

Η παραγωγή διασαφηνίζεται από έννοιες, μεθόδους και διαδικασίες, οι οποίες χρειάζεται να κατανοηθούν, να σχεδιαστούν, να ελεγχθούν και να εκτελεστούν. Ο σχεδιασμός κατορθώνεται από τον προγραμματισμό των πόρων της επιχείρησης ή Enterprise Resource Planning (ERP). Αυτό το σύστημα διαχείρισης επιχειρήσεων περιλαμβάνει ενσωματωμένα σύνολα ολοκληρωμένου λογισμικού, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιτυχώς στη διαχείριση και την ενσωμάτωση όλων των επιχειρηματικών λειτουργιών. Αυτά τα σύνολα αποτελούνται από ένα άθροισμα επιχειρηματικών εφαρμογών και εργαλείων για τις πωλήσεις και τη διανομή, τη διαχείριση υλικών και το ανθρώπινο δυναμικό. Αυτός ο προγραμματισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο βελτίωσης της αποδοτικότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας. (Shenle Pan, 2019) Σύμφωνα με την εμπορική στρατηγική, η εξισορρόπηση μεταξύ της προσφοράς και της ζήτησης επιτυγχάνεται μέσω του προγραμματισμού πωλήσεων και λειτουργιών ή Sales and Operations Planning (S&OP). Έπειτα, αναλαμβάνει το κύριο πρόγραμμα παραγωγής ή Master Production Schedule (MPS) τις ποσότητες που πρόκειται να παραχθούν και το επίπεδο των αποθεμάτων για κάθε εβδομάδα, ανά προϊόν και ανά περίοδο. Για την προγραμματισμένη παραγωγή των προϊόντων του MPS συμβάλλει ο σχεδιασμός απαιτήσεων υλικών ή Material Requirements Planning (MRP), καθορίζοντας τη ποσότητα των απαιτούμενων εξαρτημάτων και υποδεικνύοντας την ημερομηνία, την οποία τα εξαρτήματα αυτά πρέπει να είναι διαθέσιμα. Η απαραίτητη προοπτική για την εκτέλεση όλων των εργασιών παραγωγής περιγράφεται από τον προγραμματισμό πόρων χωρητικότητας ή Capacity Resource Planning (CRP). Μόλις επιτευχθεί ο προγραμματισμός των αναγκών δυναμικότητας και πόρων, έχει σειρά ο έλεγχος της παραγωγικής δραστηριότητας ή Production Activity Control (PAC). Η εκτέλεσή του για κάθε βιομηχανία διαφαίνεται παρακάτω με τα εξής βήματα:

- i. Προετοιμασία εγγράφων παραγωγής
- ii. Παρακολούθηση του παραπάνω εμπειριστατωμένου προγραμματισμού
- iii. Εκκίνηση της παραγωγής
- iv. Παρακολούθηση αποτελεσμάτων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.4: ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Για να κρατηθεί το κόστος ενός αγαθού όσο γίνεται χαμηλό πρέπει να συντηρείται από το σύνολο του τεχνικού, του διοικητικού και του διαχειριστικού τομέα. Ύστερα, χρειάζεται να εφαρμοστεί η ανάλυση εις βάθος στη πολιτική συντήρησης, η προετοιμασία των σχεδίων συντήρησης και η παρακολούθηση επικείμενων παρεμβάσεων. Υφίστανται δύο τύποι συντήρησης που είναι οι εξής:



b) Μη σχεδιασμένη συντήρηση —→ Διορθωτική συντήρηση

Κατά βάση, τα επίπεδα συντήρησης είναι πιο πάνω στην ιεραρχία από τα επίπεδα επείγουσας ανάγκης και πολυπλοκότητας.

Τέλος, το κριτήριο της συνολικής αποτελεσματικότητας εξοπλισμού ή Overall Equipment Effectiveness (OEE) παρακολουθεί την απόδοση του εξοπλισμού και η τεχνική συνολική παραγωγική συντήρηση ή Total Productive Management (TPM) βελτιώνει την απόδοση αυτή, επικρατώντας σε όλες τις λειτουργίες και τις δραστηριότητες της επιχείρησης. (De Groot, P., 1995)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.5: ΠΩΛΗΣΕΙΣ

Το τμήμα εξυπηρέτησης πελατών μιας επιχείρησης αναλαμβάνει να διαχειριστεί τις παραγγελίες, ακολουθώντας μία τυπική διαδικασία, η οποία διαφαίνεται παρακάτω :

- ✓ Πρόβλεψη ζήτησης
- ✓ Διαχείριση
- ✓ Πραγματοποίηση
- ✓ Αποστολή
- ✓ Τιμολόγηση παραγγελιών
- ✓ Διαχείριση παραπόνων
- ✓ Εξυπηρέτηση, αφότου η παραγγελία διανεμηθεί στο πελάτη

Να σημειωθεί ότι η ζήτηση ενός αγαθού ή μιας υπηρεσίας ενδέχεται να είναι σταθερή ανάλογα τη χρονική περίοδο.

Αναλυτικότερα, οι τεχνικές της πρόβλεψης ζήτησης μπορεί να είναι ποσοτικές, δηλαδή με χρονική περίοδο κλπ., αλλά και ποιοτικές, δηλαδή με μελέτη αγοράς. Αμέσως μετά, γίνεται η συνένωση των υποθέσεων αυτών από τα τμήματα της επιχείρησης. Τέλος, μετρίεται η αξιοπιστία της διαδικασίας για την περαιτέρω βελτίωσή της.

Η ακρίβεια πρόβλεψης και η έγκαιρη παράδοση είναι δείκτες της απόδοσης των τμημάτων πωλήσεων της επιχείρησης και της βελτιστοποίησης των δραστηριοτήτων των εγκαταστάσεων που παρέχουν ολοκληρωμένα αυτοματοποιημένα συστήματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.6: ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΡΟΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

Ο καθορισμός, ο σχεδιασμός της πολιτικής διαχείρισης και της μεθόδου αναπλήρωσης των αποθεμάτων και η παρακολούθηση των προϊόντων αποτελούν τη λειτουργία παρακολούθησης των ροών προϊόντων. Στη βιομηχανία συναντάμε 5 είδη αποθεμάτων και φαίνονται παρακάτω:

- Πρώτες ύλες
- Εργασίες σε εξέλιξη

- Ημιτελή προϊόντα
- Τελικά προϊόντα
- Ανταλλακτικά

Τα αποθέματα παρέχουν προϊόντα τα οποία διευρύνονται από τη προσφορά και παράγονται από τη ζήτηση, δημιουργώντας ρύθμιση σε αυτά.

Οι λειτουργίες του αποθέματος είναι οι εξής:

- Το κυκλικό απόθεμα, που είναι αναγκαίο για τη κάλυψη της ζήτησης μεταξύ δύο αναπληρώσεων
- Το απόθεμα ασφαλείας, που έχει ως κύριο μέλημα τη κάλυψη μη προγραμματισμένων μειώσεων αποθέματος
- Το απόθεμα μεγέθους παρτίδας που παρέχεται για οικονομικούς λόγους
- Και το απόθεμα αγωγών που βρίσκεται σε διαμετακόμιση.

Ο υπολογισμός του συνολικού κόστους του αποθέματος βγαίνει από το άθροισμα του κόστους αγοράς ή κατασκευής, του κόστους μεταφοράς, του κόστους παραγγελίας και του κόστους αποθέματος. Η πολιτική διαχείρισης αποθεμάτων και οι μέθοδοι αναπλήρωσης επιτρέπουν κάθε κόμβο logistics και κάθε προϊόν να αναπληρώνονται ανάλογα με την αποθήκευση και τη μεταφορά τους.

Η απόδοση των ροών προϊόντων εντοπίζεται από δείκτες όπως το ποσοστό εξαντλημένων αποθεμάτων, ο κύκλος αποθέματος και βελτιώνεται με κοινή διαχείριση των ροών με άλλα τμήματα της Εφοδιαστικής Αλυσίδας. Η κοινή διαχείριση των ροών της Εφοδιαστικής Αλυσίδας μεταξύ των τμημάτων βοηθά στη μείωση του φαινομένου πολλαπλασιασμού των αποθεμάτων, γνωστό και ως Forrester Effect. Αυτό το φαινόμενο αυξάνει τα αποθέματα πολλαπλασιαστικά λόγω διακύμανσης των προβλέψεων της τελικής ζήτησης στα κανάλια διανομής. Για αυτό, η συνεργασία των εταιρειών ενισχύει την αποτελεσματικότητα της ανταπόκρισης των καταναλωτών ή Efficient Consumer Response (ECR) και τον συνεργατικό σχεδιασμό, τη πρόβλεψη και αναπλήρωση ή Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR), ο οποίος στηρίζεται σε S&OP και κοινή πρόβλεψη ζήτησης. Τέλος, οι μέθοδοι ECR και CPFR υποβοηθούν την απόδοση της αλυσίδας εφοδιασμού κι όχι την ατομική απόδοση. (Danese, 2006)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.7: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΘΗΚΗΣ

Ρυθμίζοντας τη ροή των προϊόντων, το σύστημα διαχείρισης της αποθήκης αποτελεί τη στρατηγική αποθήκευσης και διαχείρισης των αγαθών στους διάφορους κόμβους της εφοδιαστικής αλυσίδας. Για να λειτουργήσει ορθά η αποθήκη χρειάζεται τη παραλαβή των προϊόντων, τη διαχείριση αποθεμάτων και την αποστολή αγαθών. Ακόμη, οι δύο τύποι κόμβων αποθέματος είναι οι αποθήκες που αποθηκεύουν τα εμπορεύματα και οι κόμβοι που συναρμολογούν ή αποσυναρμολογούν τα προϊόντα. Η πλατφόρμα διαμεταφοράς δεν επιτρέπει την αποθήκευση των εμπορευμάτων.

Επιπλέον, οι χώροι της αποθήκης είναι οι εξής:

- ❖ Ζώνη υποδοχής (εκεί γίνεται ο έλεγχος και η αποσυσκευασία)
- ❖ Χώρος αποθήκευσης, ο οποίος έχει ράφια αποθήκευσης και παραλαβής
- ❖ Περιοχή προετοιμασίας παραγγελιών, η οποία χρησιμεύει στη συγχώνευση και επισήμανση
- ❖ Περιοχή αποστολής (εκεί διαδραματίζεται η συσκευασία, ο έλεγχος και η ζώνη αναμονής του προϊόντος)

Όλα τα παραπάνω έχουν το σκοπό να ενισχύσουν την αποτελεσματικότητα της ροής των προϊόντων. Για να κρατηθεί αυτή η υποδομή, η επιχείρηση χρειάζεται να επιλέξει με απόλυτη σύνεση μεταξύ διαφορετικών μεθόδων αποθήκευσης, χειρισμού και εξοπλισμού. Με αυτό τον τρόπο, η επιχείρηση θα επιδιώξει να διαχειριστεί την απόδοση της αποθήκης. Η απόδοση αυτή περιγράφεται με δείκτες, όπως τα ετοιμοπαράδοτα αποθέματα, η ακρίβεια αποστολής και η αξιοποίηση χώρου και ενδυναμώνεται από τη μείωση κόστους της αποθήκης. (Ramaa.A, K.N.Subramanya, T.M.Rangaswamy, 2012)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.8: ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΩΝ

Η μεταφορά εμπορευμάτων εκπληρώνεται χερσαία, δηλαδή με φορτηγά ή σιδηροδρομικά, θαλάσσια, αεροπορικά ή με πολύτροπα συστήματα. Τα προϊόντα μεταφέρονται στους θαλάσσιους λιμένες, στα λιμάνια ποταμών, στα αεροδρόμια, στους ξηρούς λιμένες και στα εμπορευματικά κέντρα.

Το σύστημα διαχείρισης μεταφορών ή Transport Management System (TMS) είναι ένα ολοκληρωμένο λογισμικό που σχεδιάζει κι εντοπίζει τη δραστηριότητα του στόλου. Αυτό το λογισμικό προγραμματίζει, βελτιστοποιεί τις δομές των προμηθειών και διανέμει με ελάχιστο κόστος και οικολογικό αντίκτυπο τα εμπορεύματα. (I Arbnor, B Bjerke, 1997, p. 5)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.9: ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ (ΑΔΕΑ)

Η μαζική παραγωγή των προϊόντων από τις βιομηχανίες ρυπαίνει ολοένα και περισσότερο τον πλανήτη με αέριους ρύπους και απορρίμματα, εξαντλώντας τους πόρους και τις χωματερές. Για αυτό το λόγο, οι κατασκευαστές των βιομηχανιών όλου του πλανήτη έχουν ευαισθητοποιήσει τη περιβαλλοντική τους ανησυχία ενσωματώνοντας τις δικές τους περιβαλλοντικές ή «πράσινες» πρωτοβουλίες στην Εφοδιαστική Αλυσίδα. Αυτές οι πρωτοβουλίες μετατρέπουν τον όρο Εφοδιαστική Αλυσίδα σε όρο Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα. Η ΑΔΕΑ αποτελείται από όλες εκείνες τις διαδικασίες που αφορούν επιστροφές προϊόντων λόγω ζημίας ή ελαττώματος, ακυρώσεις, εποχικού στοκ, συντήρησης, ανακύκλωσης, επαναπλήρωσης και επανεπεξεργασίας.

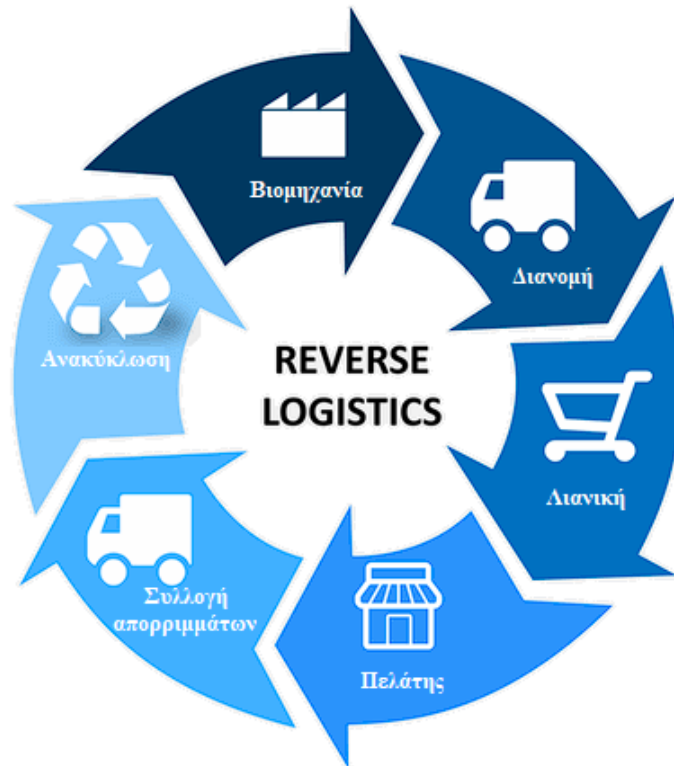
Η εφαρμογή της ανταγωνιστικής ΑΔΕΑ, η οποία σχετίζεται με την απογραφή, τη μεταφορά και τη διάθεση απορριμμάτων, θα εξοικονομούσε οικονομικό κόστος με περισσότερα έσοδα και θα προωθούσε περισσότερους καταναλωτές να αγοράζουν προϊόντα από την εφαρμογή αυτής. Για να

είναι βιώσιμη η Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας είναι αναγκαία και η αντίστροφή της, που αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της. Η ΑΔΕΑ βοηθά στη μείωση της ποσότητας των απορριμμάτων που αποστέλλονται στους χώρους υγειονομικής ταφής, αφού εξάγει τη μέγιστη αξία από τα φυσικά αγαθά στο τέλος της ζωής ή χρήσης τους. Η νομοθετική πίεση και οι κοινωνικές δραστηριότητες που πραγματοποιούνται από Μη Κυβερνητικές Οργανώσεις σε όλο τον κόσμο επηρεάζουν την ανάπτυξη της ΑΔΕΑ.

Αξίζει να υπογραμμιστεί, ότι το 2003 καθορίστηκε ο ευρωπαϊκός νόμος για τη συλλογή ηλεκτρονικών αποβλήτων για επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, ανακατασκευή και σωστή διάθεση των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, παρόμοιοι νόμοι τέθηκαν σε ισχύ στον Καναδά, σε πολλές πολιτείες των ΗΠΑ, στην Κίνα και στην Ιαπωνία. Ως αποτέλεσμα, τόσο οι ακαδημαϊκοί όσο και οι επαγγελματίες των επιχειρήσεων ενδιαφέρονται περισσότερο για αυτόν τον τομέα. (P. Sasikumara and G. Kannanb, 2008, pp. 234-249)

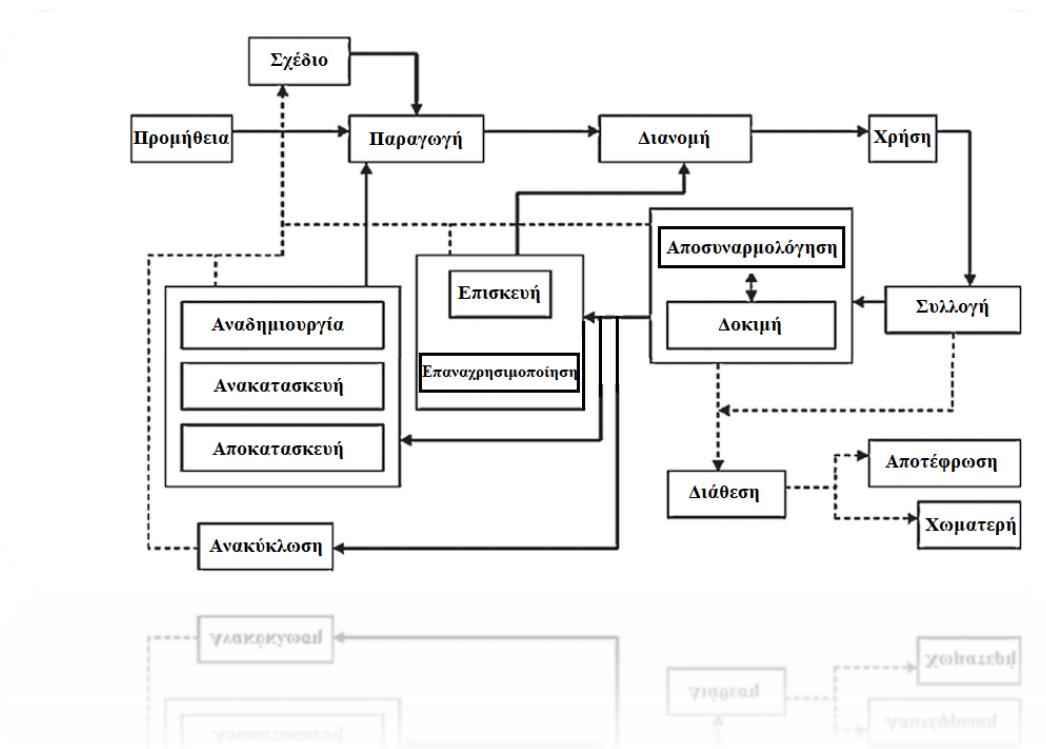
Τέλος, στις δύο παρακάτω εικόνες αναλύονται η Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα και οι δραστηριότητές της.

Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα (Reverse Logistics)



Εικόνα 2: Αντίστροφη Εφοδιαστική Αλυσίδα

(<https://www.sketchbubble.com/en/presentation-reverse-logistics.html>)



Εικόνα 3: Δραστηριότητες της Αντίστροφης Εφοδιαστικής Αλυσίδας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΑΣΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΟΥ INDUSTRY 4.0 ΚΑΙ Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥΣ ΣΤΑ LOGISTICS 4.0

Η σημερινή εποχή αποτελείται από ποικίλες τεχνολογίες που έχουν ως βασικό στήριγμα τη ψηφιακή συνδεσιμότητα. Αυτές οι τεχνολογίες συντελούν στην ολοκληρωμένη ψηφιακή αλυσίδα εφοδιασμού με διατεματική διαφάνεια (end to end) και ενοποίηση ικανή, ώστε να παρακολουθείται από αισθητήρες παρακολούθησης και πλήρους ιχνηλασιμότητας, δυναμικά ρυθμιζόμενα και συγχρονισμένα δίκτυα που θα συνδέονται με πολλαπλές πηγές προμηθευτών και μεταφορέων και μηχανήματα που θα λειτουργούν κάτω από νέφη (clouds) εφοδιαστικής αλυσίδας, αυξάνοντας την παραγωγικότητα, μειώνοντας το κόστος και παρέχοντας ευφυΐα σε πραγματικό χρόνο. Η παρακάτω επισκόπηση και ανάλυση των τεχνολογιών αυτών αποσκοπεί στη βελτιστοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας Logistics 4.0.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.1: ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ (IoT)

Υπάρχουν διάφοροι ορισμοί για το διαδίκτυο των πραγμάτων. Συνήθως περιγράφεται ως ένα παγκόσμιο, διασκορπισμένο δίκτυο (ή δίκτυα), που αποτελείται από φυσικά «πράγματα», που μπορούν να αντιληφθούν ή να ανταποκριθούν στο περιβάλλον τους, καθώς και να αλληλεπιδράσουν με άλλες συσκευές ή υπολογιστές. Χρησιμοποιείται σε ένα ευρύ φάσμα

«έξυπνων» αντικειμένων όπως αντικείμενα με ενσωματωμένους αισθητήρες, οικιακές συσκευές, βιομηχανικά ρομπότ, αυτοκίνητα, τρένα και φορητά αντικείμενα όπως ρολόγια, βραχιόλια ή πουκάμισα. Η αξία τους έγκειται στις τεράστιες ποσότητες δεδομένων που μπορούν να συλλάβουν και την ικανότητά τους για επικοινωνία, υποστήριξη ελέγχου σε πραγματικό χρόνο ή ανάλυση δεδομένων που αποκαλύπτει νέες ιδέες και προτρέπει νέες ενέργειες. (Ron Davies, 2015, p. 2)

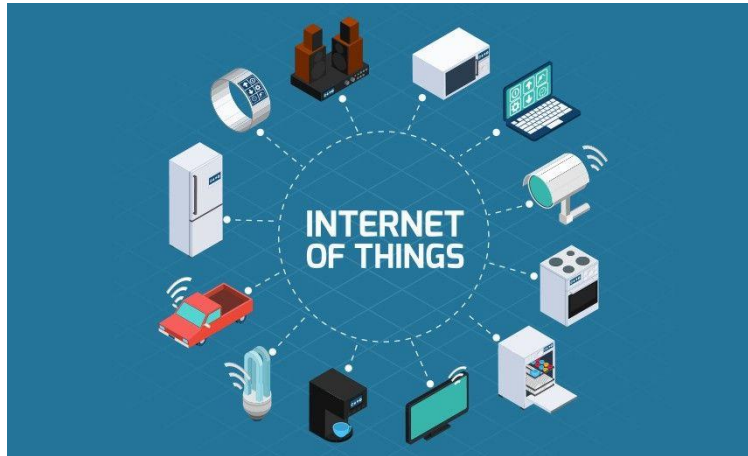
Ο όρος «Internet of Things» (IoT) εμφανίστηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1990, προερχόμενος από το Auto-ID Center στο MIT, για να περιγράψει εργασία σχετικά με την υποδομή RFID - Radio Frequency Identification ή Ταυτοποίηση Μέσω Ραδιοσυχνότητων. Σήμερα, αυτός ο όρος έχει εξελιχθεί σε ένα παγκόσμιο δίκτυο υποδομής, όπου «πράγματα», ασύρματες μεταδόσεις και υπολογιστικές δυνατότητες συνδυάζονται για να σχηματίσουν ένα δίκτυο πληροφοριών επιτρέποντας νέα κανάλια επικοινωνίας μεταξύ ανθρώπων και «πραγμάτων» και μεταξύ άλλων «πραγμάτων». Θερμόμετρα, πυρηνικοί αντιδραστήρες, πλυντήρια ρούχων, κλιματιστικά, κάμερες ασφαλείας και κινητήρες είναι μερικά παραδείγματα αυτών. Τέλος, αυτά τα φυσικά στοιχεία συνδέονται με τον ψηφιακό κόσμο μέσω του IoT. (Luigi Atzori, Antonio Iera, Giacomo Morabito, 2010)

Το IoT έχει εισχωρήσει σε πολλούς τομείς όπου δραστηριοποιούνται οι άνθρωποι, όπως το περιβάλλον, η υγεία, η επιχειρηματικότητα και η βιομηχανία, προσφέροντας αλλαγές που στόχο έχουν τη βελτιστοποίηση των τομών αυτών. Στη παρούσα διπλωματική εργασία ασχολούμαστε με τον τομέα των Logistics. Αυτός ο τομέας συσχετίζεται άμεσα με το IoT, διότι αποτελείται από τα εξελισσόμενα συστήματα μεταφοράς και τα οχήματα εφοδιασμού που έχουν αυξανόμενο επίπεδο ανίχνευσης, δικτύωσης, και ικανότητα επικοινωνίας, επιτρέποντας στα οχήματα να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και με το περιβάλλον τους. Επιπλέον, η τεχνολογία αισθητήρων αναπτύσσεται γρήγορα καθώς τα οχήματα αναμένεται να αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους, χρησιμοποιώντας μια ποικιλία αισθητήρων, καμερών, χαρτογράφησης και εξοπλισμού ραντάρ για την εκτέλεση μιας σειράς εργασιών όπως οδήγηση, αποφυγή σύγκρουσης και σύγκρουσης, ανίχνευση πεζών και ζώων και εύρεση χώρων στάθμευσης. (Daniel J. Fagnant, Kara Kockelman, 2015, pp. 167-181)

Το RFID που αναλύσαμε και στον παραπάνω ορισμό του IoT παίζει σημαντικό ρόλο στα Logistics για τον εντοπισμό και την σύλληψη δεδομένων. Ανιχνεύει αυτόματα και παρακολουθεί τις ετικέτες που έχουν τοποθετηθεί σε αντικείμενα χρησιμοποιώντας ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Το RFID παρέχει αναγνώριση από απόσταση, καθώς δεν χρειάζεται να βρίσκεται στην οπτική γωνία του αναγνώστη όπως κάνει ένας γραμμωτός κώδικας. Σε σύγκριση με τους γραμμωτούς κώδικες, οι ετικέτες RFID προσφέρουν ένα ευρύτερο φάσμα μοναδικών αναγνωριστικών και μπορούν επίσης να περιλαμβάνουν επιπλέον πληροφορίες σχετικά με τον κατασκευαστή, το είδος του προϊόντος, ακόμη και περιβαλλοντικές μεταβλητές όπως η θερμοκρασία.

Ακόμη, στο IoT υφίσταται και η υποδομή WSN – Wireless Sensor Network ή Ασύρματο Δίκτυο Αισθητήρων. Ένας τεράστιος αριθμός ακραίων κόμβων αισθητήρων αποτελούν τα Logistics. Για αυτό το λόγο, είναι πολύ σημαντικό να οργανωθούν και να συνδυαστούν ελεύθερα αυτοί οι τερματικοί κόμβοι. Η ευελιξία του WSN στον χειρισμό υλικοτεχνικών θεμάτων, όπως η παρακολούθηση της κατάστασης του οχήματος μεταφοράς σε έξυπνες μεταφορές και η παρακολούθηση της κατάστασης των προϊόντων σε έξυπνη αποθήκευση, έχει οδηγήσει στη σημαντική αύξηση της δημοτικότητάς τους. (Romer, K., & Mattern, F., 2004, pp. 54-61)

Οι υποδομές RFID και WSN, όπως και το GPS και άλλες τεχνολογίες συνδυάζονται, ώστε να εντοπίζουν πιθανούς κινδύνους καθυστέρησης. Οι άνθρωποι που διαχειρίζονται την εφοδιαστική αλυσίδα χρησιμοποιούν αυτά τα έξυπνα προγράμματα και βοηθούν να μειωθεί η διακύμανση να μειωθεί το κόστος και αυξηθεί η κερδοφορία. Έτσι, με αυτές τις έξυπνες τεχνολογίες ελέγχεται και το απόθεμα ενός προϊόντος που έχει σχέση με τον πωλητή και τον πελάτη και παρακολουθείται η συνθήκη αποθήκευσης του προϊόντος για την βελτίωση όλης της ποιότητας στην αλυσίδα εφοδιασμού.



Εικόνα 4: Ενδεικτική απεικόνιση εικόνας των IoT εφαρμογών

(<https://studiousguy.com/examples-internet-of-things/>)

Για να λειτουργήσουν σωστά οι συσκευές εφαρμογής του IoT πρέπει να υπάρχει καλή συνδεσιμότητα δικτύου για τη σωστή μετάδοση των θέσεών τους σε δορυφόρους GPS, ενώ άλλοι τύποι εφαρμογών μπορεί να θέλουν πολύ καλή συνδεσιμότητα Bluetooth ή Wi-Fi. Τέλος, η καλύτερη και ταχύτερη τεχνολογία που μπορεί να προσφέρει την απόλυτη συνδεσιμότητα είναι η αναπτυσσόμενη 5G υποδομή, με αποτέλεσμα να ενισχύει κατά πολύ την αποτελεσματικότητα του IoT. (Gordana Radivojević, 2017)

Τα IoT στα Logistics συγκροτεί τη διέξοδο από διάφορα προβλήματα που αντιμετωπίζει αυτός ο τομέας όπως :

- I.** Παγκόσμια Αλυσίδα Εφοδιασμού
- II.** Αυξανόμενη ζήτηση ηλεκτρονικού εμπορίου (αποτέλεσε πρόβλημα τη περίοδο καραντίνας από τον COVID-19)
- III.** Αύξηση αποστολών
- IV.** Κατακερματισμός αγοράς
- V.** Αύξηση προσδοκιών από τους πελάτες
- VI.** Χαμηλά περιθώρια κέρδους
- VII.** Έλλειψη ανθρώπινου δυναμικού κατά τις μεταφορές

Όμως, εντοπίζονται και κάποια μειονεκτήματα στο IoT και είναι τα εξής :

- **Συμβατότητα:** Οι συσκευές διαφορετικών κατασκευαστών που διασυνδέονται στο IoT δεν έχουν, προς το παρόν, το διεθνές πρότυπο συμβατότητας για τον εξοπλισμό σήμανσης και παρακολούθησης.
- **Πολύπλοκότητα:** Το IoT είναι ένα ποικίλο και περίπλοκο δίκτυο. Οποιαδήποτε δυσλειτουργία ή σφάλμα συσκευής ή λογισμικού θα έχει αρνητικά αποτελέσματα. Ακόμη και μια σύντομη απώλεια ισχύος μπορεί να είναι αρκετά ενοχλητική.
- **Απόρρητο/Ασφάλεια:** Πολλά διασυνδεδεμένες συσκευές αποτελούν μέρος του Διαδικτύου των πραγμάτων και οι εταιρείες τεχνολογίας θα μπορούσαν να τις παρακολουθούν. Δεδομένου ότι πολλά δεδομένα που σχετίζονται με το παραπάνω περιεχόμενο, μεταδίδονται από τους έξυπνους αισθητήρες, ώστε να υπάρχει υψηλός κίνδυνος απώλειας ιδιωτικών δεδομένων.
- **Μικρότερη απασχόληση ανθρώπινου στόλου:** Η αυτοματοποίηση των εφαρμογών του IoT ενδέχεται να αυξήσει την ανεργία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.2 : ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ

Από τη δεκαετία του 1950 ο αυτοματισμός εφαρμόζεται όλο και περισσότερο στα Logistics. Έχει αναλάβει πολλές εσωτερικές εργασίες, όπως η μεταφορά, ο χειρισμός, η αποθήκευση και η συσκευασία, ειδικά σε εργασίες όπου δε χρειαζόταν να ασκήσει ο χρήστης πολύπλοκες διεργασίες πάνω στο αντικείμενο αυτό. Ο πρώιμος αυτοματισμός περιλάμβανε τυπικές εφαρμογές πάνω στη μεταφορά αγαθών μικρού μεγέθους σε μεγάλες αποστάσεις και τη σταδιακή εξέλιξή της. Η παλετοποίηση καταναλωτικών αντικειμένων, όπως κονσέρβες και χαρτοκιβώτια, χρησιμοποιώντας βασικά εργαλεία χειρισμού, ήταν μια άλλη χρήση του αυτοματισμού. Παράλληλα, η αυτοματοποίηση στις παραγωγικές διαδικασίες προχωρούσε με ταχύτερο τρόπο. Η αυτοκινητοβιομηχανία χρησιμοποιούσε βιομηχανικά ρομπότ από τη δεκαετία του 1950 για μια μεγάλη ποικιλία εργασιών. Το αρχικό σύστημα βιομηχανικών ρομπότ ονομαζόταν ULTIMATE και είχε εφευρεθεί από τον George Devol. Χρησιμοποιήθηκαν ευρέως από τις αυτοκινητοβιομηχανίες και γενικά από τις βιομηχανίες, ειδικά στην Αμερική, τη δεκαετία του 1960. Αυτά τα ρομπότ χειρίστηκαν βαριές εργασίες όπως η συγκόλληση ή η μετακίνηση και η τοποθέτηση τεμαχίων. Τα τελευταία χρόνια με την γρήγορη πρόοδο της τεχνολογίας τα βιομηχανικά ρομπότ προσφέρουν πλέον νέες δυνατότητες. Ακόμη στον τομέα των Logistics η αυξημένη εφαρμογή αυτών προσφέρει μεγάλες δυνατότητες στη Διαχείριση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας, που έχουν σχέση με τη βελτιστοποίηση των συχνοτήτων μεταφοράς και χειρισμού, ώστε να υφίσταται ο συνεχής αυτοματισμός σε όλο το δίκτυο. (Echelmeyer, W., Kirchheim, A., & Wellbrock, E., 2008)

Πριν από τον καθορισμό της διατύπωσης για την αυτοματοποίηση logistics, η οποία ξεκινά με τα δίκτυα logistics και καταλήγει στην ρομποτική με τα logistics, θα δοθεί μια επισκόπηση. Οι δυσκολίες της επιβολής της αυτοματοποίησης των διαδικασιών εφοδιασμού θα συζητηθούν εκτενώς στο δεύτερο μέρος.

Ένα δίκτυο logistics περιγράφει πρώτα τη διαδρομή που ακολουθεί ένα προϊόν από το σημείο προέλευσής του μέχρι το τελικό του προϊόν και την ανακύκλωσή του μετά τη χρήση. Ο κύκλος ζωής του προϊόντος περιλαμβάνει έναν αριθμό οργανισμών και επιχειρήσεων που παρέχουν στα

αγαθά νέα χαρακτηριστικά προσθέτοντας αξία στους τομείς της παραγωγής ή των υπηρεσιών. Αυτοί οι οργανισμοί κι οι εταιρίες είναι τα εργοστάσια εφοδιασμού. Γενικά, το πεδίο δραστηριοτήτων τους και οι λειτουργικές τους ακολουθίες καλύπτουν τρεις τομείς: την εισαγωγή εμπορευμάτων και αγαθών, την παροχή υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας και την έξοδο στον επόμενο σταθμό της αλυσίδας εφοδιασμού. Ειδικά, ένα εργοστάσιο που ασχολείται με τα Logistics εργάζεται με μια ποικιλία διαδικασιών. Σε κάθε χώρα του κόσμου διαφέρουν αυτές οι διαδικασίες του εργοστασίου σε ένα υποκατάστημα. Επομένως, μια ισχυρή ανταγωνιστική θέση εξαρτάται σημαντικά από την αποτελεσματική εκτέλεση παραγωγικών επιχειρηματικών διαδικασιών. Τέλος, ο όρος «εργοστάσιο εφοδιαστικής αλυσίδας» αποτελείται από επιχειρήσεις που ασκούν μόνο δραστηριότητες εφοδιαστικής (π.χ. διανομή ή αποθήκευση) ή εκείνες με κυρίως κλασική παραγωγή που έχουν λειτουργίες υλικοτεχνικής υποστήριξης (π.χ. κατασκευή εξαρτημάτων, συναρμολόγηση ή παραγωγή τροφίμων κ.λπ.). (Echelmeyer, W., Kirchheim, A., & Wellbrock, E., 2008)

Ο όρος Robotic – Logistics περιγράφει την επιμελητεία υπηρεσιών που περιλαμβάνει τον πλήρη σχεδιασμό, τον έλεγχο, την υλοποίηση και τη δοκιμή όλων των εσωτερικών και αλληλεπικαλυπτόμενων ροών αγαθών και προσωπικού της επιχείρησης. Με τις απαιτούμενες δυνατότητες για πλήρη και ημιτελή συστήματα παρόχων υπηρεσιών και των δικτύων τους, αυτός ο όρος προσφέρει λύσεις προσανατολισμένες στη διαδικασία και τον πελάτη. Η αγορά ρομποτικής-υλικοτεχνικής υποστήριξης είναι ένα πεδίο εφαρμογής που απαιτεί και παρέχει τη τεχνολογία βιομηχανικών ρομπότ με σκοπό τη βελτιστοποίηση της εσωτερικής ροής υλικών. (Walter, LOGISTICS AND SUPPLY MANAGEMENT IN SERVICE INDUSTRIES THE PERSPECTIVE OF LOGISTICS, PURCHASING, AND SUPPLY MANAGEMENT IN THE GERMAN HOTEL SECTOR, 2007)

Όσον αφορά τον αυξανόμενο ανταγωνισμό και τους ολοένα σπανιότερους πόρους, η τεχνολογία βιομηχανικών ρομπότ μπορεί να αποτελέσει εργαλείο καινοτομίας, προσφέροντας σε μία επιχείρηση ανταγωνιστικό πλεονέκτημα σε βάθος χρόνου. Για τους επιμελητές υπηρεσιών προσφέρει περαιτέρω δυνατότητες σε σχέση με άλλες τεχνολογίες, για παράδειγμα υπηρεσίες προόδου προστιθέμενης αξίας. Εκτός από την αύξηση της αποτελεσματικότητας της διαδικασίας, η τεχνολογία βιομηχανικών ρομπότ μπορεί να κάνει τους χώρους εργασίας πιο ανθρώπινους και να επιτρέψει την ανακατανομή των πόρων. Θεωρητικά, τα ρομπότ μπορούν να εφαρμοστούν σε περιοχές που περιλαμβάνουν εργασίες με ακραία φυσική καταπόνηση. Ανακουφίζουν τον εργαζόμενο μεταφέροντας συνεχώς βαριά εμπορεύματα ή δουλεύοντας σε δύσκολες συνθήκες, συμπεριλαμβανομένων των ψυχρών ή επικίνδυνων περιοχών, ενώ εργάζονται όλο το εικοσιτετράωρο. Με τη σειρά του, αυτό θα οδηγούσε σε βελτιωμένες εργονομικές συνθήκες εργασίας, μεγαλύτερη ευελιξία και αποτελεσματικότητα, καθώς και χαμηλότερα λειτουργικά έξοδα και δαπάνες μισθοδοσίας.

Όταν τα βιομηχανικά ρομπότ είναι σε λειτουργία, για λόγους ασφαλείας είναι εξοπλισμένα με αισθητήρες που διαθέτουν μια ζώνη προειδοποίησης, η οποία υποδεικνύει ότι το εμπόδιο βρίσκεται στη διαδρομή τους και μια ζώνη ασφαλείας, όπου το ρομπότ εξυπηρέτησης σταματά εάν το εμπόδιο δεν απομακρυνθεί. Η ασφαλής πλοήγηση είναι μια μέθοδος με βάση την οποία ορίζονται οι διαδρομές των αυτόματα καθοδηγούμενων ρομπότ και βάσει της οποίας τα ρομπότ ελέγχονται για να ακολουθήσουν την διαδρομή από τον χρήστη. (LamsonGroup, 2014)

Αυτό διαφαίνεται στη παρακάτω εικόνα :

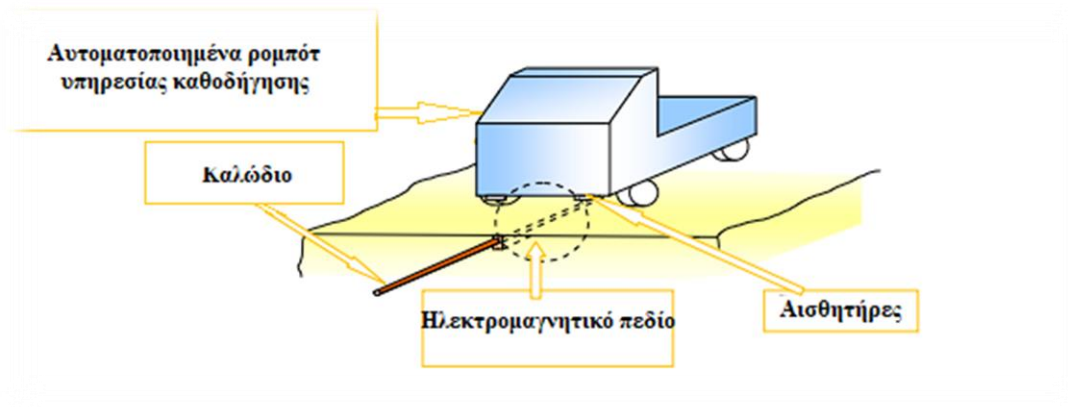


Εικόνα 5: Ρομπότ εξυπηρέτησης για logistics εξοπλισμένα με αισθητήρες επικοινωνίας και καθοδήγησης

(<https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0308393EN/bmw-group-is-making-logistics-robots-faster-and-smarter?language=en>)

Υπάρχουν τρεις βασικές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στα συστήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας για την καθοδήγηση των ρομπότ εξυπηρέτησης: τα ενσωματωμένα σύρματα καθοδήγησης, με ταινία καθοδήγησης και αυτοκαθοδιγόμενα ρομπότ.

Στην προσέγγιση με το ενσωματωμένο σύρμα, ένα στενό κανάλι που είναι τοποθετημένο στην επιφάνεια του βιομηχανικού δαπέδου γεμίζεται με έναν ηλεκτρικό αγωγό. Αφού στερεωθεί το σύρμα, χύνεται τσιμέντο στο κανάλι για να ισιώσει το δάπεδο. Ο πλοηγός είναι συνδεδεμένος σε μια γεννήτρια που παράγει ένα σήμα τάσης ρεύματος χαμηλής συχνότητας, ζώνης 1–15 kHz. Οι αισθητήρες στην κύρια πλάκα των ρομπότ εξυπηρέτησης μπορούν να μετρήσουν το μαγνητικό πεδίο που προκαλείται κατά τη διάρκεια της διαδρομής. Τα παραπάνω λεγόμενα φαίνονται και στην παρακάτω συνοπτική εικόνα:



Εικόνα 6: Αισθητήρας με δύο πηνία για τη παρακολούθηση του συρμάτινου μαγνητικού πεδίου

(Πραγματοποιήθηκε η δημιουργία του στο πρόγραμμα Ζωγραφικής των Windows που παράχθηκε από την ψηφιακή εικόνα της ιστοσελίδας web <https://www.meilirobots.com/resources-list/robot-guide>)

Δύο αισθητήρες είναι εγκατεστημένοι στο ρομπότ εξυπηρέτησης, ένας σε κάθε πλευρά του σύρματος οδήγησης. Το μετρούμενο μαγνητικό πεδίο και για τα δύο πηνία είναι το ίδιο όταν το ρομπότ είναι διαμορφωμένο έτσι ώστε τα καλώδια του κινητήρα να τοποθετούνται τετράγωνα μεταξύ των δύο αισθητήρων. Εάν το ρομπότ μετακινηθεί προς τη μία ή την άλλη πλευρά ή αν αλλάξει κατεύθυνση το καθοδηγούμενο καλώδιο, η ένταση των μαγνητικών πεδίων και των δύο αισθητήρων θα γίνει ανομοιόμορφη. Το ρομπότ καθοδηγείται κατάλληλα από τη διαφορά στα μαγνητικά πεδία, η οποία χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση του κινητήρα. Μέχρι να διορθωθούν τα σήματα από τους δύο αισθητήρες, το ρομπότ αλλάζει πορεία περιστασιακά. Όταν χρησιμοποιούνται έγχρωμες ταινίες στο πάτωμα για να ορίσουν διαδρομές, τα ρομπότ εξυπηρέτησης χρησιμοποιούν ένα σύστημα οπτικών αισθητήρων ικανών να παρακολουθούν το χρώμα. Οι ταινίες μπορούν να κολληθούν ή να βαφτούν ή να χρησιμοποιηθεί ένα σπρέι που δείχνει τη διαδρομή. Αυτές οι βαφές πρέπει να έχουν φθορίζοντα στοιχεία που θα αντανακλούν το υπεριώδες φως που κατευθύνεται στο ρομπότ. Το ανακλώμενο φως ανιχνεύεται από έναν αισθητήρα τοποθετημένο στον πίνακα ενός ρομπότ που καθοδηγείται αυτόματα, το οποίο στη συνέχεια κατευθύνει το ρομπότ να ακολουθήσει την εν λόγω ταινία. Αυτά τα χρώματα πρέπει να περιλαμβάνουν στοιχεία φθορισμού που θα αντανακλούν το υπεριώδες φως που στέλνεται από το ρομπότ εξυπηρέτησης. Οι ταινίες χρησιμοποιούνται σε συνθήκες όπου υπάρχει ηλεκτρική διαταραχή στην εγκατάσταση που προκαλεί ανακρίβεια στην οδήγηση καλωδίων ή όταν δεν είναι πρακτική η τοποθέτηση του καλωδίου στο πάτωμα. Ένα μειονέκτημα των ταινιών είναι ότι μπορούν να καταστραφούν γρήγορα ή να βρομιστούν λόγω της διέλευσης άλλων οχημάτων, γεγονός που προκαλεί κακή αντανάκλαση του υπεριώδους φωτός προς τον αισθητήρα.

Η αυτοματοποίηση των μεταφορικών καθηκόντων στα βιομηχανικά συστήματα έχει δει μια σημαντική ποιοτική αλλαγή με την εμφάνιση των AGV ή των ρομπότ εξυπηρέτησης αυτοματοποιημένων καθοδηγούμενων οχημάτων. Τα ρομπότ εξυπηρέτησης στον τομέα της εφοδιαστικής προσφέρουν μια μεγάλη ποικιλία από διακριτές τεχνολογικές και λειτουργικές λύσεις λόγω των πολυάριθμων χρήσεων. Επειδή οι διαδικασίες εσωτερικής μεταφοράς πραγματοποιούνται ως επί το πλείστον από υπηρεσίες AGV ή ρομπότ καθοδήγησης, η ανάγκη για περιορισμένο χώρο κίνησης είναι ζωτικής σημασίας. Η μονάδα ελέγχου AGV έχει προχωρήσει μαζί με τα ηλεκτρονικά και την τεχνολογία μικροεπεξεργαστή, γεγονός που έχει μειώσει την απαίτηση για επακριβώς καθορισμένες διαδρομές μέσω των οποίων περνά το ρομπότ υπηρεσίας AGV. Για αυτό, το σημερινό τμήμα των ρομπότ υπηρεσιών AGV που βασίζεται στο σύστημα πλοήγησης αφορά συστήματα με σταθερή τροχιά και συστήματα με ελεύθερη πλοήγηση. (Isak Karabegović, Edina Karabegović., Ermin Husak, 2012)

Σήμερα, μεγάλες εταιρείες παραγωγής συνεχίζουν να βρίσκουν λύσεις στο σύστημα AGV με δυνατότητα αμιγώς αυτόνομης λειτουργίας στις αποθηκευτικές ζώνες, καθώς και φόρτωσης και τακτοποίησης, κάτι που επιτυγχάνεται με ένα σύνολο λύσεων πάνω στην ακριβή τοποθέτηση και αναγνώριση τόσο στο AGV όσο και στις αποθήκες. Η αυτονομία αυτών των ρομπότ ενσωματώνεται στις γραμμές συναρμολόγησης και παραγωγής, καθώς αντιπροσωπεύει τις κινητές θέσεις εργασίας, που παραδίδουν ή αποστέλλουν τα αντικείμενα εργασίας σωστά, σύμφωνα με την τεχνολογία και την ταχύτητα εργασίας σε συγκεκριμένους τομείς, μοιάζοντας σαν κινούμενοι

σταθμοί εργασίας. Παρακάτω απεικονίζεται και ένα παρόμοιο σύστημα AGV σε μία αυτοκινητοβιομηχανία:

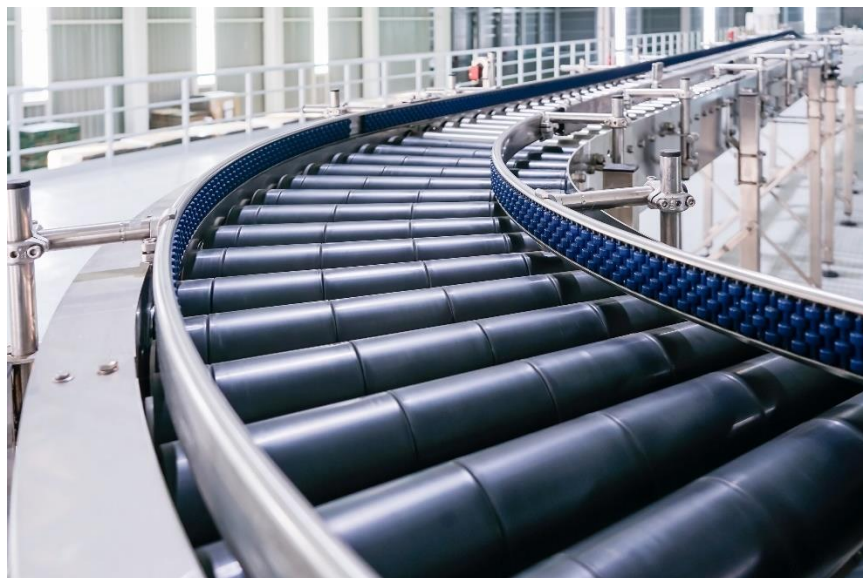


Εικόνα 7: Ρομπότ εξυπηρέτησης ή καθοδήγησης AGV στη διαδικασία συναρμολόγησης

(<https://www.agvnetwork.com/what-is-automated-guided-vehicle-agv-robot>)

Αξίζει να προστεθεί ότι οι μεταφορείς χρησιμοποιούνται όταν το υλικό πρέπει να μετακινηθεί σε μεγάλες ποσότητες από συγκεκριμένες θέσεις σε σταθερή διαδρομή. Αυτή η μόνιμη τροχιά μπορεί να ληφθεί από μια συγκεκριμένη κατασκευή ή να ανεγερθεί σε βιομηχανικό δάπεδο. Έτσι, έχουμε κυρίως μεταφορείς δαπέδου και εναέριους μεταφορείς. Κάποια από τα διαφορετικά σχέδια των μεταφορέων είναι οι κυλινδρικοί μεταφορείς, οι τροχοφόροι μεταφορείς, οι μεταφορικοί ιμάντες, οι μεταφορείς αλυσίδας και οι εναέριοι μεταφορείς. Τέλος, Ο κυλινδρικός μεταφορέας δαπέδου κινείται μέσα τριβής, που πραγματοποιείται μεταξύ των κυλίνδρων και του φορτίου. Η κίνηση καθίσταται δυνατή στην αυτόματη παραγωγή από έναν ηλεκτροκινητήρα. (McGuire, Patrick M, 2009)

Ο κυλινδρικός εναέριος μεταφορέας και ο κυλινδρικός μεταφορέας δαπέδου απεικονίζονται αντίστοιχα και παρακάτω:



Εικόνα 8: Κυλινδρικός εναέριος μεταφορέας

(<https://www.materialhandlingtech.com/products/overhead-conveyor/>)



Εικόνα 9: Κυλινδρικός μεταφορέας δαπέδου

(<https://www.dreamstime.com/pallet-gravity-flow-pallet-boxes-floor-mountet-gravity-flow-distribution-warehouse-image208839363>)

Συνοψίζοντας, με την αυτοματοποίηση και τον συνεχή εκσυγχρονισμό των διαδικασιών παραγωγής στην αλυσίδα εφοδιασμού, οι συνθήκες για την εφαρμογή ρομπότ εξυπηρέτησης AGV γίνονται πιο απαιτητικές και πολύπλοκες. Τα ρομπότ AGV πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για τη συντήρηση συγκεκριμένων μηχανών, τη μεταφορά υλικών, τη συναρμολόγηση και τη συντήρηση ως αποτέλεσμα της ανάπτυξης νέων μεθόδων και τεχνολογιών και της χρήσης νέων υλικών σε διαδικασίες βιομηχανικής παραγωγής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.3: ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ

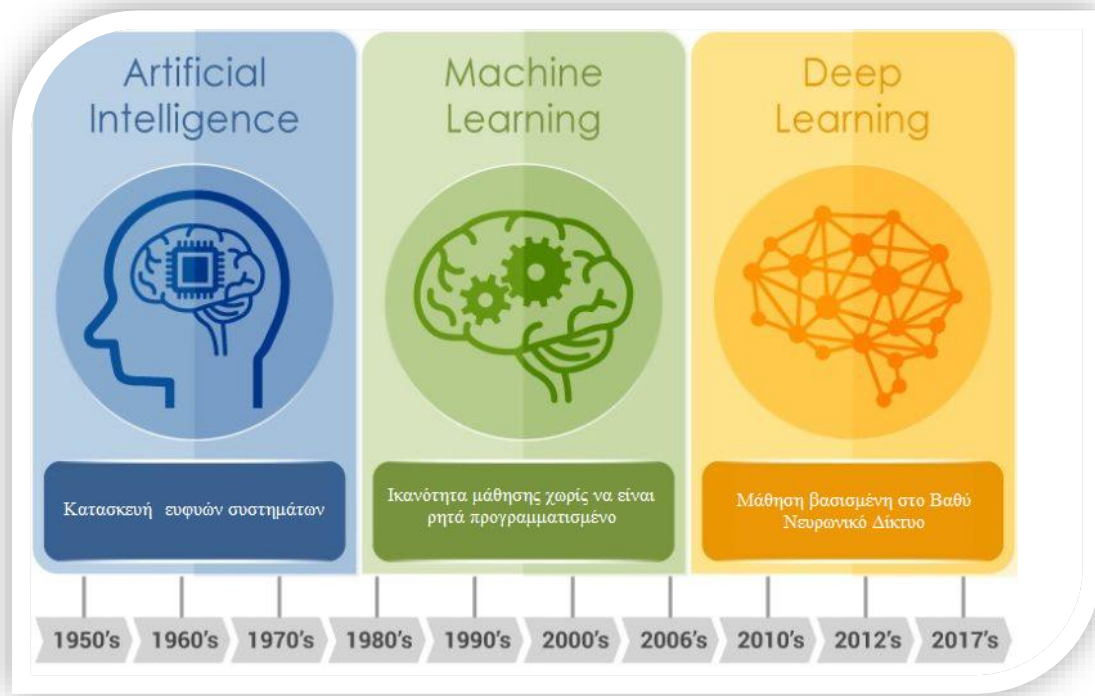
Τι είναι η σκέψη ; Για τον Αριστοτέλη, η σκέψη ήταν αυτό που κάνει η ψυχή και για τον Καρτέσιο ήταν η αδιαμφισβήτητη απόδειξη της ύπαρξής του. Για τον Έρικ Μπάουμ, έναν Αμερικανό ειδικό στη μηχανική μάθηση, η σκέψη είναι ένα πρόγραμμα υπολογιστή. Ο Μπάουμ με αυτό επιδιώκει να ορίσει τη σκέψη με κομψότητα, σαφήνεια και μεγάλη πειθώ. Ο Έρβιν Σρέντιγκερ το 1944 έγραψε το βιβλίο με τίτλο «Τι είναι η ζωή» , πριν από την ανακάλυψη του γενετικού κώδικα DNA και ενέπνευσε με τη σειρά του τον Μπάουμ στον τομέα της Πληροφορικής. (Eric B. Baum, 2004)

Οι συλλογισμοί του φιλοσόφου Αριστοτέλη για τη σκέψη περί το 384-322 π.Χ. φέρουν την αρχή της έννοιας της Τεχνητής Νοημοσύνης. Αυτοί παρείχαν πρότυπα εκφράσεων που έδιναν πάντα σωστά συμπεράσματα από σωστές υποθέσεις βασισμένα στην Αριστοτέλεια Συλλογιστική. Βέβαια, ο όρος Artificial Intelligence ή Τεχνητή Νοημοσύνη χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά το 1956 για την περιγραφή ενός θερινού εργαστηρίου με όνομα «Το καλοκαιρινό ερευνητικό πρόγραμμα του Dartmouth για την τεχνητή νοημοσύνη» και βασικό θέμα «οι μηχανές που σκέπτονται». Η εγκυκλοπαιδική ερμηνεία του όρου «Τεχνητή Νοημοσύνη» ορίζεται ως η ικανότητα της μηχανής να μπορεί να σκέπτεται και να μιμείται την ανθρώπινη συμπεριφορά και ευφυΐα, χωρίς την αντικατάσταση αυτής. Εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στον τομέα της Πληροφορικής, δείχνοντας πόσο δημοφιλής είναι στον αυξημένο όγκο δεδομένων, στους προηγμένους αλγορίθμους και στις βελτιώσεις πάνω στην ενίσχυση των υπολογιστών και την αποθήκευση δεδομένων.

Η έρευνα που ασκήθηκε στη Τεχνητή Νοημοσύνη επικεντρώθηκε σε θέματα όπως η επίλυση προβλημάτων και οι συμβολικές μέθοδοι. Κατά τη περίοδο του 1960 το υπουργείο Εθνικής Αμύνης τον Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής ενδιαφέρθηκε για αυτή την έρευνα και εκπαίδευσε τους πρώιμους υπολογιστές να μιμούνται τη βασική συλλογιστική του ανθρώπου. Μόνο και μόνο από αυτή την έρευνα μεταλαμπαδεύτηκε η γνώση της στην αυτοματοποίηση και την τυπική συλλογιστική, κάτι που παρατηρείται στους προηγμένους υπολογιστές στη σημερινή εποχή. Έχει επίσης διαδοθεί σε συστήματα υποστήριξης αποφάσεων των ευφών συστημάτων αναζήτησης, τα οποία μπορεί να κατασκευαστούν για να συμπληρώνουν και να βελτιώνουν τις ανθρώπινες ικανότητες. (Γεώργιος Σάπκας, χ.χ.)

Η Τεχνητή Νοημοσύνη – ΑΙ πηγάζει από τον κλάδο της Πληροφορικής και έχει σχέση με την ενσωμάτωση των ανθρώπινων χαρακτηριστικών και με την αναπαράσταση της ανθρώπινης νοημοσύνης, όπως είναι η λογική, η αντίληψη, η επίλυση διαφόρων προβλημάτων κι ο προγραμματισμός. Ειδικά, η τεχνητή νοημοσύνη αναπτύσσει και εφαρμόζει διάφορες μεθόδους μετατροπής πολύπλοκων δεδομένων, που είναι κατά κύριο λόγο χωρίς δομή, σε έξυπνες σκέψεις ή γνώσεις. Τα βασικά στοιχεία αυτής της διακλάδωσης της Πληροφορικής είναι η Μηχανική Μάθηση ή Machine Learning , η Βαθιά Εκμάθηση ή Deep Learning, η Γνωστική Υπολογιστική ή Cognitive Computing, η ανάλυση και επεξεργασία της φυσικής γλώσσας και η ανάλυση συναισθημάτων με τη βοήθεια των πολύπλοκων δεδομένων. (Anand,A., 2017)

Όσα είπαμε στη παραπάνω παράγραφο με λακωνικό τρόπο διαγράφεται στη παρακάτω εικόνα:



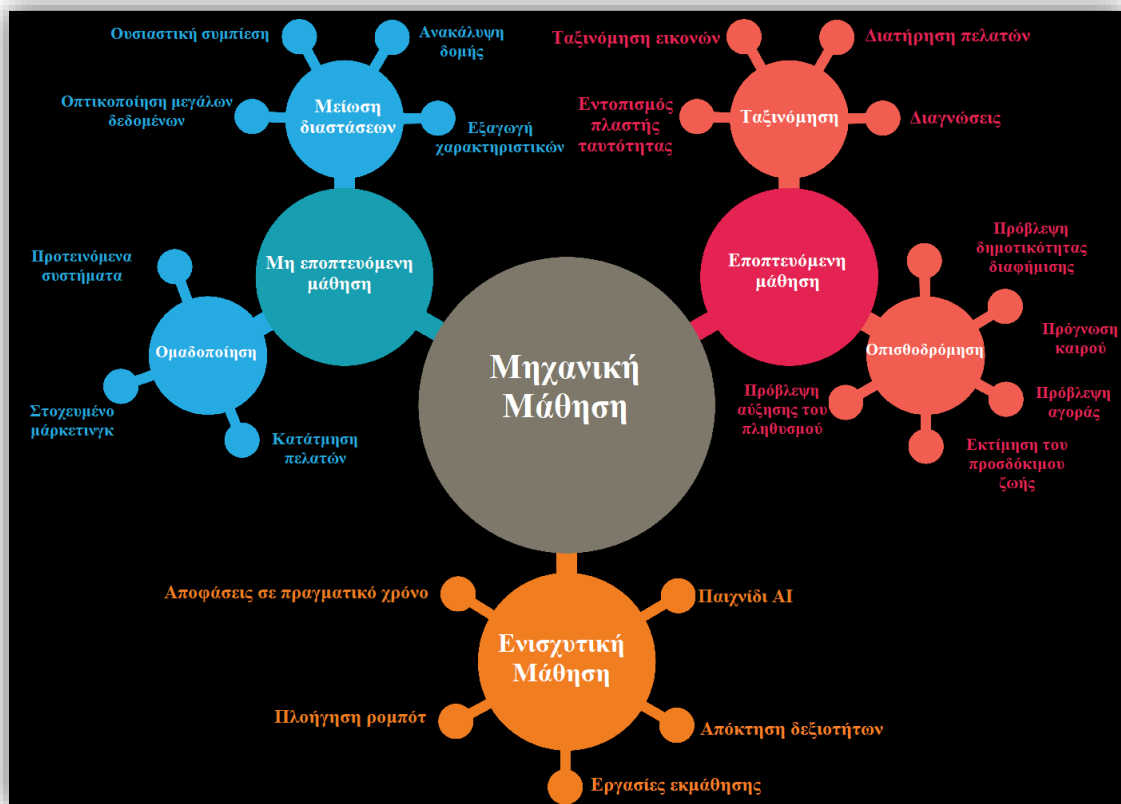
Εικόνα 10: Συνοπτική περιγραφή της Τεχνητής Νοημοσύνης, της Μηχανικής Μάθησης και της Βαθιάς Μάθησης

(<https://www.viatech.com/en/2018/05/history-of-artificial-intelligence/>)

Η ακριβής διαχείριση αποθεμάτων είναι ένα κρίσιμο θεμέλιο της Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας καθώς έχει άμεσο αντίκτυπο στις ταμειακές ροές και το περιθώριο κέρδους μιας εταιρείας. Μία από τις πιο διαδεδομένες εφαρμογές της μηχανικής μάθησης στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι η διαχείριση αποθεμάτων. Η πρόβλεψη προσφοράς και ζήτησης θα είναι πιο ακριβής λόγω της ικανότητας του ΑΙ για χειρισμό, ανάλυση και ερμηνεία μαζικών συνόλων δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Η ικανοποίηση των πελατών επηρεάζεται σημαντικά από την αποτελεσματική διαχείριση αποθεμάτων. Ελλείψεις προϊόντων και μεγαλύτεροι χρόνοι παράδοσης ενδέχεται να προκύψουν από κακή διαχείριση αποθεμάτων, η οποία μπορεί να βλάψει τις σχέσεις με τους πελάτες. Η διαχείριση των αναγκών και των αποθεμάτων των πελατών μπορεί να βελτιωθεί με τη χρήση τεχνητής νοημοσύνης.

Ο αλγόριθμος της μηχανικής μάθησης διερευνά τη μελέτη και την κατασκευή του, παίρνοντας διάφορες γνώσεις από τα δεδομένα και τα προβλέπει. Αυτό ο αλγόριθμος λειτουργεί κατασκευάζοντας μοντέλα από πειραματικά δεδομένα, για να κάνει προβλέψεις με βάση τα δεδομένα ή να εξάγει τελικές αποφάσεις.

Για να κατανοηθεί περισσότερο η μορφή αυτού του αλγορίθμου, επιχειρείται να απεικονισθεί παρακάτω:



Εικόνα 11: Εικονική μορφή ενός αλγορίθμου μηχανικής μάθησης

(<https://towardsdatascience.com/machine-learning-algorithms-in-laymans-terms-part-1-d0368d769a7b>)

Η εφοδιαστική αλυσίδα ενσωματώνει την τελική διαδικασία των προϊόντων και τα παραδίδει στους καταναλωτές. Οι περιπτώσεις χρήσης τεχνητής νοημοσύνης στην εφοδιαστική αλυσίδα και τη βελτιστοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας αυξάνονται. Η μηχανική μάθηση ανακαλύπτει μοτίβα στην αλυσίδα εφοδιασμού που φέρνουν επανάσταση σε κάθε επιχείρηση. Οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης αναλύουν μεγάλα δεδομένα για να λάβουν πιο έξυπνες αποφάσεις σχεδιασμού, να μειώσουν το κόστος αποθέματος και λειτουργίας, να βελτιώσουν την απόδοση παράδοσης και να μειώσουν τον κίνδυνο προμηθευτή. Για αυτό το λόγο από το 2017 και μετά σχεδόν μία στις δύο επιχειρήσεις χρησιμοποιούσαν Τεχνητή Νοημοσύνη στα τμήματα Οικονομικών, Πληροφορικής και της Εμπορικής Δραστηριότητας, ταξινομώντας τεράστιους πολύπλοκους όγκους δεδομένων των μηχανικών κατασκευών.

Σε συνδυασμό με το IoT, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει στην παρακολούθηση των αγαθών μέσω της διατεματικής διαδικασίας της Εφοδιαστικής Αλυσίδας. Μπορεί να βοηθήσει τους επαγγελματίες της εφοδιαστικής αλυσίδας στην παρακολούθηση του εντοπισμού των αντικειμένων και στη δημιουργία ορατότητας των περιστάσεων γύρω από τη μεταφορά τους. Κατά τη μεταφορά, η χρήση τεχνολογιών αισθητήρων μπορεί να προσφέρει πληροφορίες για σημαντικές παραμέτρους όπως η θερμοκρασία ή η υγρασία. Η τεχνητή νοημοσύνη (AI) μπορεί να

χρησιμοποιηθεί για την παροχή συστάσεων βελτιστοποίησης διαδρομής σε πραγματικό χρόνο και, κατά συνέπεια, για εξοικονόμηση χρόνου και εξόδων ταξιδιού παρακολουθώντας τις καιρικές συνθήκες και τις συνθήκες κυκλοφορίας. Η βιομηχανία εφοδιαστικής μπορεί να αλλάξει ως αποτέλεσμα της μειωμένης εξάρτησης των αυτόνομων οχημάτων στην ανθρώπινη εργασία. Για χρόνια, επιχειρήσεις όπως η Tesla, η Google και η Mercedes Benz έχουν πραγματοποιήσει σημαντικές επενδύσεις στην έννοια των αυτόνομων αυτοκινήτων. Ακόμη, τα αυτόνομα φορτηγά ενδέχεται να είναι το επόμενο μεγάλο πράγμα για τον τομέα των μεταφορών, πράγμα πολύ πιο δύσκολο λόγω του μεγαλύτερου βάρους των οχημάτων αλλά όχι ανέφικτο. (Ben Gesing, Steve J. Peterson, Dr. Dirk Michelsen, 2018)

Συνοπτικά, η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση γίνονται το κέντρο καινοτομίας που αυτοματοποιεί τη διαδικασία παραγωγής στους βιομηχανικούς τομείς. Πολλά εργοστάσια και κατασκευαστικοί τομείς βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη, τον αυτοματισμό και τη μηχανική μάθηση για να βελτιώσουν την παραγωγή και τη συντήρηση και να κατανοήσουν το επίπεδο της διαδικασίας από τα δεδομένα που εξάγουν οι μηχανές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.4: BIG DATA ANALYTICS

Οι διαφορετικές επιλογές που σχετίζονται με την αλυσίδα εφοδιασμού και τις λειτουργίες logistics μιας επιχείρησης εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τα δεδομένα. Οι επιχειρήσεις εξαρτώνται από δεδομένα για να κατανοήσουν τις απαιτήσεις και τις επιθυμίες των πελατών. Τα καθημερινά δεδομένα που χρησιμοποιούνται στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι εκτεταμένα, προσαρμόσιμα, γρήγορα και ευαίσθητα. Αυτοί οι τύποι δεδομένων ονομάζονται Big Data.

Οι επιχειρήσεις σκοπεύουν τώρα να προσθέσουν λύσεις Big Data στην τρέχουσα υποδομή πληροφορικής τους. Αυτό είναι απαραίτητο λόγω των προκλήσεων που προκύπτουν από τη συνεχιζόμενη παγκοσμιοποίηση, τον αυξανόμενο όγκο δεδομένων και τις ανάγκες των πελατών σε περισσότερα μεμονωμένα προϊόντα και διαμορφώσεις υπηρεσιών. Λόγω των μεταβαλλόμενων αναγκών της αγοράς, η παγκοσμιοποίηση καθιστά δυνατή την απόκτηση νέων πελατών και την επιτακτική ανάπτυξη νέων και εξελισσόμενων επιχειρηματικών μοντέλων. Η αλυσίδα εφοδιασμού πρέπει να περιλαμβάνει νέους διανομείς και προμηθευτές. Το επίκεντρο κάθε επιχείρησης βρίσκεται όλο και περισσότερο στο πλαίσιο και στα περιβάλλοντα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Και τα δύο επηρεάζονται όχι μόνο από τις συνθήκες της αγοράς, αλλά και από πιθανούς κινδύνους ή στενώσεις της γραμμής παραγωγής ή της αλυσίδας εφοδιασμού. Για παράδειγμα, αν και βρίσκεται στον πυρήνα πολλών εταιρειών, η διαχείριση κινδύνου της εφοδιαστικής αλυσίδας δεν υποστηρίζεται καλά από τα συστήματα πληροφορικής. Τις περισσότερες φορές, οι διαταραχές αντιμετωπίζονται αντιδραστικά. Συνήθως λείπει η έγκαιρη αναγνώριση των επερχόμενων ή μελλοντικών κινδύνων. Αυτό σημαίνει ότι σχεδόν όλες οι δραστηριότητες δεν διαθέτουν τον απαραίτητο χρόνο απόκρισης. Λόγω των διακριτών επιχειρηματικών στρατηγικών, των παραγόμενων αγαθών και των παρεχόμενων υπηρεσιών, όλες αυτές οι ανησυχίες βρίσκονται στον πυρήνα διαφόρων εταιρειών με διαφορετική εστίαση. Ως εκ τούτου, τα δεδομένα γίνονται πιο σημαντικά και γίνονται ένα κύριο μέρος των νέων επιχειρηματικών μοντέλων στο μέλλον. Οι

λύσεις Big Data πρέπει να προσαρμοστούν για τις ανάγκες και το περιβάλλον της επιχείρησης. (M. Jeseke, M. Grüner, F. Wieb, 2013)

Η σημασία της έξυπνης κατασκευής τονίζεται όλο και περισσότερο στις επιχειρήσεις, καθώς χρησιμοποιείται μια ποικιλία πολλών τεχνολογιών και κάνει τη διαδικασία παραγωγής πιο ευέλικτη, ανταποκρινόμενη και αποκεντρωμένη. Η εμφάνιση των μεγάλων δεδομένων έχει ως αποτέλεσμα την έξυπνη παραγωγή με γνώμονα τα δεδομένα, η οποία προσφέρει στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας ένα μοναδικό πρόβλημα και μια πολλά υποσχόμενη ευκαιρία. Η μετακίνηση φυσικών υλικών από τους προμηθευτές στους κατασκευαστές, στη συνέχεια σταδιακά μέσω του διανομέα στους τελικούς χρήστες, ήταν παραδοσιακά η κύρια έμφαση στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι κατασκευαστές μπορούν πλέον να αναγνωρίσουν την άυλη ροή πληροφοριών που εξελίσσεται ταυτόχρονα με τη ροή των υλικών χάρη στην ταχεία ανάπτυξη της τεχνολογίας της πληροφορίας τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Η διερεύνηση της σημασίας των δεδομένων για να γίνει μια αλυσίδα εφοδιασμού πιο έξυπνη, πιο ευέλικτη και πιο ευέλικτη είναι απαραίτητη, καθώς η διαδικασία παραγωγής καθοδηγείται περισσότερο από δεδομένα. Τα δεδομένα διαβιβάζονται αμέσως μεταξύ των συνεργαζόμενων μερών σε τακτά χρονικά διαστήματα σε μια γραμμική διαδικασία γνωστή ως διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ακόμη, η επιτυχία κάθε επιχείρησης βασίζεται στην ευρωστία καθώς και στην αποτελεσματικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας και της διαχείρισης logistics. Η Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας είναι υπεύθυνη για τη δημιουργία και τη διατήρηση των συνδέσμων διαφορετικών οντοτήτων σε μια επιχείρηση που είναι υπεύθυνες για την προμήθεια πρώτων υλών μέχρι την τελική παράδοση του προϊόντος στον τελικό χρήστη. (John Walker, 2014)

Τα Logistics με τα Big Data Analytics είναι ένας πολύ ιδανικός συνδυασμός. Σήμερα, ένας τεράστιος όγκος εμπορευμάτων διαχειρίζεται πολλές εταιρείες logistics, οι οποίες παράγουν επίσης μεγάλες ποσότητες δεδομένων. Κάθε μέρα, ένα παγκόσμιο δίκτυο παράδοσης παρακολουθεί την προέλευση, τον προορισμό, το μέγεθος, το βάρος, το περιεχόμενο και τη θέση εκατομμυρίων πακέτων. Ωστόσο, αυτή η παρακολούθηση δεδομένων δεν εκμεταλλεύεται πλήρως αυτόν τον συνδυασμό. Για να αυξηθεί η λειτουργική αποτελεσματικότητα, να ενισχυθεί η εμπειρία των πελατών και να αναπτυχθούν πολύτιμα νέα επιχειρηματικά μοντέλα, υπάρχει πιθανώς ένας τόνος μη πραγματοποιημένων δυνατοτήτων. Για παράδειγμα, τα πλεονεκτήματα του συνδυασμού των ροών δεδομένων της εφοδιαστικής αλυσίδας από διάφορους παρόχους logistics ενδέχεται να μειώσουν τον κατακερματισμό της υπάρχουσας αγοράς και να επιτρέψουν τη δημιουργία ισχυρών νέων συνεργασιών και υπηρεσιών. Πολλοί πάροχοι υπηρεσιών αρχίζουν να αναγνωρίζουν ότι τα μεγάλα δεδομένα είναι ένα επαναστατικό εργαλείο για τον τομέα της εφοδιαστικής. (Jain, A. D. S., Mehta, I., Mitra, J., Agrawal, S, 2017)

Ο τρόπος εφαρμογής των Μεγάλων Δεδομένων ξεκινά από τη δοκιμή της δημιουργίας και της κατανάλωσης πληροφοριών. Λόγω πέντε μοναδικών χαρακτηριστικών, η ανάλυση μεγάλων δεδομένων μπορεί να προσφέρει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στον τομέα των logistics. Δείχνει πώς χρησιμοποιούνται τα Big Data στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας με μεγαλύτερη επιτυχία. Προσφέρουν έναν οδηγό για την εύρεση των διακριτικών περιουσιακών στοιχείων που κατέχει κάθε πάροχος logistics. Παρέχονται παρακάτω αυτά τα πέντε παραδείγματα συγκεκριμένων περιπτώσεων χρήσης που κάνουν χρήση της αξίας αυτών των δεδομένων και βοηθούν στη βελτίωση της ικανοποίησης των πελατών, της λειτουργικής αποτελεσματικότητας ή της δημιουργίας νέων επιχειρηματικών μοντέλων:

- Ισχυρή στρατηγική βελτιστοποίησης.
- Συγκεκριμένα προϊόντα και απτοί πελάτες.
- Συγχρονισμός επιχείρησης-πελάτη.
- Δίκτυο πληροφοριών.
- Τόσο τοπική όσο και παγκόσμια παρουσία.

Οι προμηθευτές εμπορευμάτων σήμερα συλλέγουν πληροφορίες από διάφορες πηγές, όπως η προέλευση των αντικειμένων, το σημείο άφιξης και η παρούσα θέση. Επιπλέον, η ίδια η παράδοση λειτουργεί ως πηγή δεδομένων, παρέχοντας λεπτομέρειες για τον μεταφορέα, τη διαδρομή, την τοποθεσία και πληροφορίες από τους πλοηγούς GPS. Μια άλλη κατηγορία πηγών δεδομένων που εμπλέκεται στην εφοδιαστική αλυσίδα είναι χιλιάδες καταστήματα, είδη εμπορευμάτων, σύνδεσμοι στην αλυσίδα εφοδιασμού, εκατομμύρια πελάτες πελατών, αμέτρητες χρηματοοικονομικές συναλλαγές και συναλλαγές πληροφοριών. Η ανάλυση μεγάλων δεδομένων δημιουργεί νέες ευκαιρίες και σε αυτόν τον τομέα. (M. Jeseke, M. Grüner, F. Wieb, 2013)

Για παράδειγμα, παρακάτω ο πίνακας 4 παρουσιάζει την ποικιλία των δεδομένων στην αλυσίδα εφοδιασμού, λαμβάνοντας υπόψη την έκθεση της εταιρείας logistics DHL.

Περιοχή προέλευσης δεδομένων	Δεδομένα	Συχνότητα
Πωλήσεις	Τιμή, ποιότητα, ποσότητα πωληθέντων αγαθών, ώρα, τόπος και ημερομηνία πώλησης, πληροφορίες πελατών	Κάθε ώρα καθημερινά
Πελάτες	Πληροφορίες σχετικά με αποφάσεις και αγοραστική συμπεριφορά.	Πληροφορίες προέρχονται από κάθε κλικ, τραπεζική μεταφορά
Αποθέματα	Μη συγκεντρωτικές πληροφορίες από πολλές τοποθεσίες	Κάθε ώρα
Τόπος και χρόνος	Αισθητηριακά δεδομένα για τον προσδιορισμό της θέσης των εμπορευμάτων σε κατάστημα, αποθήκη, κέντρο διανομής, μεταφορά	Συνεχείς ενημερώσεις για τις κινήσεις εμπορευμάτων
Προμήθεια	Αφή δεδομένων για τον προσδιορισμό του καλύτερου τρόπου παράδοσης αγαθών, δεδομένα καιρού, πληροφορίες μεταφοράς	Κάθε ώρα

Προμηθευτές	Πληροφορίες σχετικά με τον προμηθευτή, την τοποθεσία του, τη συμπεριφορά του (ποια αγαθά παραδίδει, ποιες αποστάσεις, δυνατότητα παράδοσης αγαθών διασυνοριακά, από ξηρά, ξηρά ή αεροπορικά, κόστος και χρόνος)	Καθημερινά
-------------	---	------------

Πίνακας 4: Ποικιλία δεδομένων εφοδιαστικής αλυσίδας σύμφωνα με την επιχείρηση DHL

Ακόμη, παρακάτω και ο πίνακας 2 δείχνει μερικά παραδείγματα επίλυσης προβλημάτων σε διαφορετικά επίπεδα διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας, τα οποία μπορούν να επιλυθούν με τη χρήση της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων που βασίζονται σε δεδομένα.

Συνάρτηση	Πρόβλημα	Τύποι δεδομένων	Απόφαση
Προώθηση αγαθών	Ανάλυση ζήτησης	Ιστορικά δεδομένα, ιστολόγια, ειδήσεις, βαθμολογίες, αρχεία καταγραφής, αρχεία τηλεφωνικών κέντρων, έρευνες καταναλωτών, κοινωνικά δίκτυα	Πρόβλεψη ζήτησης και σχετικό πρόγραμμα διαχείρισης αποθεμάτων
Πρόβλεψη ζήτησης	Βελτίωση Επιπέδου Υπηρεσιών	Ιστορικά στοιχεία για παραγγελίες, δεδομένα μέσω ενημέρωσης, δεδομένα από κοινωνικά δίκτυα.	Ανάλυση προτιμήσεων
Προμήθεια	Διαπραγματεύσεις με προμηθευτές	Οικονομικά στοιχεία για τον προμηθευτή, την ικανότητα και τους πελάτες	Συμφραζόμενη διαφήμιση
Διαχείριση αποθεμάτων	Χαμηλότερο κόστος αποθήκευσης	Δεδομένα μεταφοράς, δεδομένα χωρητικότητας αποθήκης, δεδομένα φόρτωσης	Αυξημένη ανακύκλωση οχημάτων
Παραγωγή	Αντιμετώπιση προβλημάτων	Διαδίκτυο των πραγμάτων, ιστορικά δεδομένα	Μείωση χρόνου παροχής μεταφοράς

Μεταφορά	Βελτιστοποίηση διαδρομής σε πραγματικό χρόνο	Πυκνότητα κυκλοφορίας, καιρικές συνθήκες, περιορισμοί συστήματος μεταφορών, δεδομένα GPS	Αύξηση ικανοποίησης πελατών
Διαχείριση μεταφορών	Μειωμένο κόστος επισκευής	Τεχνική κατάσταση του αυτοκινήτου, κατανάλωση καυσίμου.	Ανοιχτές διαπραγματεύσεις

Πίνακας 5: Παραδείγματα επίλυσης προβλημάτων logistics λαμβάνοντας υπόψη τις πηγές δεδομένων

Έτσι, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η τεχνολογία Big Data με συνδυασμό του Διαδικτύου των πραγμάτων, μπορεί να υποστηρίξει τα logistics στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των λειτουργιών και της ποιότητας της εξυπηρέτησης πελατών και στη λήψη και ανάλυση δεδομένων παγκόσμιας προσφοράς. Η δημιουργία δεδομένων μεγάλου όγκου συνεπάγεται την ανάπτυξη αναλυτικών μοντέλων. Οι οργανισμοί Logistics μπορούν να αποφασίσουν γρήγορα και αποτελεσματικά με βάση την αποτελεσματική ανάλυση τεράστιων συνόλων δεδομένων χάρη σε αναλυτικά μοντέλα. Η έξυπνη δρομολόγηση πολλών διαφορετικών τύπων δεδομένων και ροών δεδομένων είναι ένας άλλος τρόπος με τον οποίο τα Μεγάλα Δεδομένα επιτρέπουν τη λειτουργία αυτοματοποιημένων συστημάτων εφοδιαστικής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.5: ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΝΕΦΟΥΣ ΚΑΙ ΑΚΡΩΝ (CLOUD AND EDGE COMPUTING)

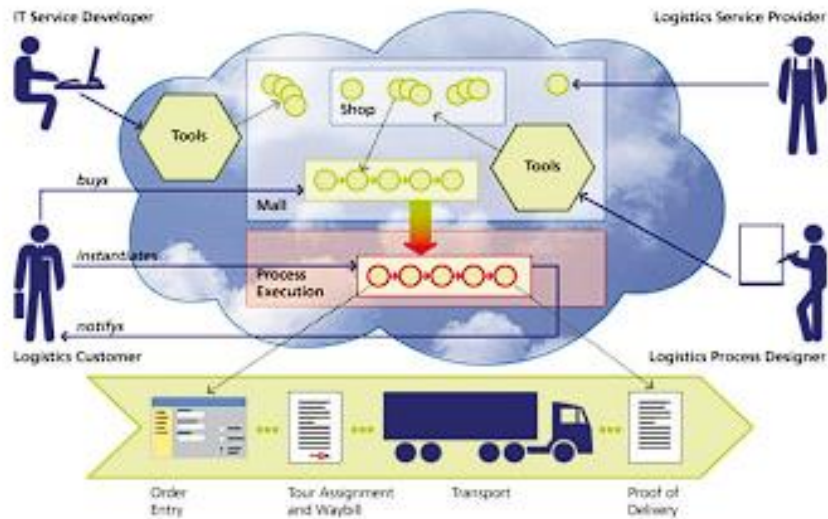
Το υπολογιστικό νέφος (cloud computing) ονομάζεται η χρήση διαφόρων υπηρεσιών των ηλεκτρονικών υπολογιστών μέσω του Διαδικτύου. Τα κύρια χαρακτηριστικά του είναι: η παροχή υπηρεσιών κατόπιν αιτήματος του χρήστη, η ευρεία πρόσβαση στο δίκτυο, η αμοιβαία χρήση πόρων, η ευελιξία στη χρήση και μετρημένη χρήση. Αυτό σημαίνει ότι οι χρήστες μπορούν να χρησιμοποιούν πόρους του υπολογιστή όταν και όσο χρειάζονται. Μπορούν να έχουν πρόσβαση πολλοί χρήστες στο Διαδίκτυο μέσω διαφορετικών συσκευών, χρησιμοποιώντας τους ίδιους πόρους και παρακολουθώντας ταυτόχρονα τις διάφορες μετρήσεις σπατάλης των πόρων για κάθε χρήστη. (T. Mladenović, Gordana Radivojević, 2018)

Στην εποχή της ψηφιοποίησης, το cloud computing είναι ήδη διάχυτο και ο ρυθμός με τον οποίο αλλάζουν τα επιχειρηματικά μοντέλα σε πολλούς κλάδους ως αποτέλεσμα του cloud αυξάνεται. Ο κλάδος των logistics χαρακτηρίζεται από πολλές παραμέτρους που πρέπει να ενσωματωθούν κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Εξαιτίας αυτού, η χρήση του cloud computing είναι μια πραγματικά θετική εξέλιξη. Νέοι παίκτες, όπως οι πάροχοι υπηρεσιών logistics, γίνονται βασικό συστατικό του οικοσυστήματος logistics, το οποίο γίνεται όλο και πιο περίπλοκο. Για αυτό το λόγο, τα συστήματα Πληροφορικής διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο καθώς επιτρέπουν την πρόσβαση, την ανάλυση και την επεξεργασία πληροφοριών για την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων.

Οι τεχνολογικές εξελίξεις όπως η αυξημένη υπολογιστική ισχύς, η διείσδυση της ευρυζωνικής πρόσβασης στο Διαδίκτυο ή οι φορητές συσκευές έδωσαν την ώθηση για ψηφιοποίηση. Νέα επίπεδα αυτοματισμού καθίστανται δυνατά από τάσεις όπως το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT), όπου τα αντικείμενα αρχίζουν να μιλούν μεταξύ τους απευθείας και να αποκτούν αυτόνομη συμπεριφορά. Καθώς τα δεδομένα συλλέγονται με διαρκώς αυξανόμενο ρυθμό, εμφανίζονται νέοι παράγοντες διαφοροποίησης και επιχειρηματικά μοντέλα. Οι πρώτες δοκιμές σε διάφορες, όπως οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, χώρες με μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα (UAV) ανοίγουν έναν εντελώς νέο τρόπο μεταφοράς. Οι παγκόσμιες βιομηχανίες διαμορφώνονται από αυτές τις αλλαγές. Ο τομέας των logistics μπορεί επίσης να κερδίσει από αυτές τις εξελίξεις, αλλά διακρίνεται από τους πολυάριθμους εταίρους που εμπλέκονται στην αλυσίδα εφοδιασμού, γεγονός που δημιουργεί πρόσθετα εμπόδια για την ολοκλήρωση. Παρόλο που έχουν θεσπιστεί πολλά πρότυπα, όπως τα μεγέθη εμπορευματοκιβωτίων, ο σειριακός κωδικός εμπορευματοκιβωτίων αποστολής ή η ηλεκτρονική ανταλλαγή δεδομένων (EDI), οι διαδικασίες του κλάδου παραμένουν πολύ ετερογενείς. Ένας από τους παράγοντες που οδηγούν την ψηφιοποίηση είναι το cloud computing, το οποίο μπορεί να βελτιώσει τη συνεργασία στην αλυσίδα εφοδιασμού, να ενθαρρύνει την καινοτομία και να την ενσωματώσει στις επιχειρήσεις και να επιτρέψει σε νέους ανταγωνιστές να εισέλθουν στην αγορά με προϊόντα αιχμής.

Οι πόροι αποθήκευσης και υπολογιστών διαχειρίζονται κεντρικά στο cloud computing. Όπου δεν υπάρχουν κόμβοι διανομής, χρησιμοποιείται περιφερειακή διαχείριση logistics. Χρησιμοποιώντας ένα ενιαίο κέντρο δεδομένων, το κεντρικό σύστημα παρακολουθεί τις πληροφορίες εξυπηρέτησης και παράδοσης. Η συμφόρηση δικτύου είναι ένα πιθανό ζήτημα που βασίζεται στο φόρτο στο κέντρο δεδομένων. Επομένως, απαιτείται μια ποικιλία λύσεων εξισορρόπησης φορτίου. Επιπλέον, υπάρχει πιθανότητα οι καθυστερήσεις να επιδεινωθούν καθώς αυξάνεται η ζήτηση για οποιαδήποτε δεδομένη υπηρεσία. (Shuangqin liu and Bo Wo, 2010)

Μία υπηρεσία του cloud computing για τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι το “Logistics Mall”. Αυτή η υπηρεσία είναι μοντελοποιημένη πλατφόρμα cloud που ειδικεύεται στην εμπορία και τη χρήση υπηρεσιών πληροφορικής και διαδικασιών των logistics. Οι σχεδιαστές της εφαρμογής προγραμματίσαν το Logistics Mall να ορίζει τις σύνθετες διαδικασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας που συνδυάζει τις φυσικές υπηρεσίες με τις υπηρεσίες πληροφορικής των logistics. Ακόμη, αυτή η διεργασία ορίζεται ως επιχειρηματική διαδικασία ως υπηρεσία ή Business Process as a Services (BPaaS). Η επιχειρηματική διαδικασία ως υπηρεσία, ή BPaaS, είναι ένας τύπος εξωτερικής ανάθεσης επιχειρηματικών διαδικασιών ή Business Process Outsourcing (BPO) που παρέχεται με βάση ένα μοντέλο υπηρεσιών cloud. ο BPaaS είναι συνδεδεμένο με άλλες υπηρεσίες, συμπεριλαμβανομένων των Software-as-a-Service ή SaaS, Platform-as-a-Service ή PaaS και Infrastructure-as-a-Service ή IaaS, και είναι πλήρως παραμετροποιήσιμο. Το BPaaS παρέχει στις επιχειρήσεις τις διαδικασίες και την τεχνολογία που χρειάζονται για να λειτουργήσουν ως υπηρεσία χρήσης επί πληρωμή, κάνοντας χρήση της διαθεσιμότητας και της αποτελεσματικότητας ενός συστήματος που βασίζεται στο σύννεφο. Αυτή η προσέγγιση των λειτουργιών μειώνει σημαντικά το συνολικό κόστος ιδιοκτησίας, παρέχοντας μια λύση κατ' απαίτηση που βασίζεται στις υπηρεσίες που απαιτούνται. (Bentounsi, M., Benbernou, S., Atallah, M.J, 2012, σσ. 662-663)
Όλα τα προλαλήσαντα απεικονίζονται και παρακάτω :



Εικόνα 12: Logistics Mall : Οι υπηρεσίες και οι διεργασίες των Logistics στο νέφος

(<https://www.semanticscholar.org/paper/Towards-a-Logistics-Cloud-Holtkamp-Steinbu%20C3%9F%70a462e8f2cc4367f9b94e49e9a942643ae01048>)

Από την άλλη πλευρά το υπολογιστικό άκρων ή Edge Computing αποτελεί μια νέα έννοια στο υπολογιστικό πεδίο. Χαρακτηρίζεται από γρήγορη επεξεργασία και γρήγορο χρόνο απόκρισης της εφαρμογής και φέρνει την υπηρεσία υπολογιστικού νέφους και τα βοηθητικά προγράμματα πιο κοντά στον τελικό χρήστη. Η επιτήρηση, η εικονική πραγματικότητα και η παρακολούθηση της κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο είναι μερικές μόνο από τις εφαρμογές με δυνατότητα Internet που αναπτύσσονται τώρα. Αυτές οι εφαρμογές χρησιμοποιούνται συχνά από τους τελικούς χρήστες στις κινητές συσκευές τους με περιορισμένους πόρους, με διακομιστές cloud που χειρίζονται την κύρια υπηρεσία και την επεξεργασία. Υψηλή καθυστέρηση και προβλήματα που σχετίζονται με την κινητικότητα προκύπτουν από τη χρήση υπηρεσιών cloud σε κινητές συσκευές. Το Edge computing φέρνει τον υπολογισμό στην άκρη του δικτύου, ικανοποιώντας τα προαναφερθέντα κριτήρια εφαρμογής. Τα τρία μοντέλα Edge computing—Cloudlets, Fog computing και Mobile Edge computing—μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αντιμετώπιση προβλημάτων με το cloud computing. Η ιδέα του mobile edge computing, που επιτρέπει στους χρήστες smartphone να έχουν πρόσβαση σε υπηρεσίες υπολογιστών από το σταθμό βάσης δεδομένων, προτάθηκε για πρώτη φορά από το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τηλεπικοινωνιακών Προτύπων (ETSI). Η Cisco πρωτοστάτησε στην ιδέα του «υπολογισμού ομίχλης», που επιτρέπει στις εφαρμογές αιχμής του δικτύου να λειτουργούν απευθείας σε δεκάτομμυρια έξυπνα συνδεδεμένες συσκευές. Για την αντιμετώπιση του ζητήματος της καθυστέρησης κατά τη χρήση των πόρων υπολογιστή του τοπικού δικτύου για την πρόσβαση στο σύννεφο, οι Satyanarayanan et al. ανέπτυξε την έννοια των cloudlets. Παρόμοια επεξεργασία εκφόρτωσης, υπηρεσίες εφαρμογών και αποθήκευση παρέχονται κοντά στους τελικούς χρήστες μέσω φορητών υπολογιστών. (M. Satyanarayanan, P. Bahl, R. Caceres, N. Davies, 2009) . Όλα όσα προαναφέραμε εντοπίζονται και στη παρακάτω εικόνα:

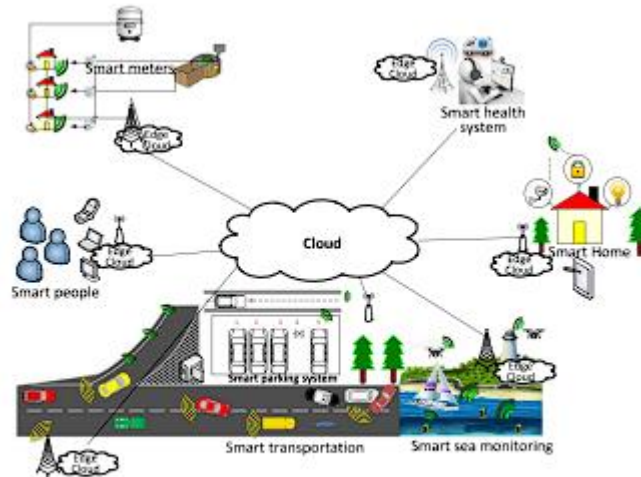


Fig. 1. Edge computing applications.

Εικόνα 13: Οι εφαρμογές του υπολογιστικού άκρων ή edge computing

(https://www.researchgate.net/figure/Edge-computing-applications_fig1_331362529)

Το Edge computing διαθέτει αρκετά χαρακτηριστικά παρόμοια με το Cloud computing. Ωστόσο, τα διακριτικά χαρακτηριστικά του Edge computing που το καθιστά μοναδικό είναι οι εξής:

- ✓ Πυκνή γεωγραφική κατανομή
- ✓ Υποστήριξη μετακίνησης
- ✓ Επίγνωση τοποθεσίας
- ✓ Εγγύτητα
- ✓ Χαμηλή απόκριση χρόνου
- ✓ Συνειδητοποίηση πλαισίου
- ✓ Ετερογένεια

Μια πιθανή προοπτική για το cloud computing ως μέσο για τον ψηφιακό μετασχηματισμό στη βιομηχανία logistics είναι η δυνατότητα ανάλυσης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο από αισθητήρες κινητών σε έξυπνα αυτοκίνητα ή τσιπ και η ανταλλαγή πληροφοριών πέρα από τα όρια της εταιρείας. Μαζί, αυτές οι προσεγγίσεις μπορούν να βελτιώσουν τις διαδικασίες που σχετίζονται με την παρακολούθηση και την ανίχνευση ή μπορούν να υποστηρίξουν τη διαχείριση εξαιρέσεων όταν κάτι δεν πηγαίνει όπως έχει προγραμματιστεί. Πρόσθετα παραδείγματα περιλαμβάνουν την αυξημένη επικοινωνία με τις αρχές που επιβλέπουν τους ελέγχους ασφαλείας και τον εκτελωνισμό, καθώς και με τους πελάτες για να τους ειδοποιήσουν για ανακριβείς πληροφορίες, προβλήματα με τις αποστολές τους ή παραβιάσεις της εμπορικής συμμόρφωσης. Η ανάλυση μεγάλων δεδομένων και οι εξελίξεις στη διαχείριση δεδομένων παρέχουν περισσότερες ευκαιρίες για ανάλυση ιστορικών δεδομένων και πρόβλεψη του μέλλοντος. Επιπλέον, τα στοιχεία που επηρεάζουν τα logistics, όπως οι φυσικές καταστροφές, οι πολιτικές αναταραχές και οι νόμοι, είναι πλέον ευκολότερο να προβλεφθούν, να προβληθούν και να συμπεριληφθούν στους υπολογισμούς. Για να διασφαλιστεί η γρήγορη επεξεργασία εφαρμογών έντασης δεδομένων, το edge computing στοχεύει

να φέρει τις υπηρεσίες και τις βοηθητικές εφαρμογές Cloud computing πιο κοντά στον τελικό χρήστη. Λόγω των επειγόντων προβλημάτων που πρέπει ακόμη να επιλυθούν, η τεχνολογία αιχμής των υπολογιστών έχει μια σειρά από μειονεκτήματα. Προσφέροντας κατάλληλες λύσεις και πληρώντας προδιαγραφές όπως δυναμικούς μηχανισμούς χρέωσης, υποστήριξη εφαρμογών σε πραγματικό χρόνο, κοινά επιχειρηματικά μοντέλα για διαχείριση και ανάπτυξη, διαχείριση πόρων, επεκτάσιμη αρχιτεκτονική, δυνατότητες πλεονασμού και ανακατεύθυνσης και ασφάλεια, μπορούν να ξεπεραστούν αυτοί οι περιορισμοί. Τέλος, ενώ κανείς δεν μπορεί να προβλέψει τι θα φέρει το μέλλον, δεν θα ήταν σοκαριστικό να βλέπουμε τις επιχειρήσεις να υιοθετούν πιο συχνά το cloud και το edge computing.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.6: BLOCKCHAIN

Το Blockchain είναι μια κοινόχρηστη κατανεμημένη βάση δεδομένων μεταξύ κόμβων δικτύου υπολογιστών. Το blockchain είναι μια ψηφιακή βάση δεδομένων που αποθηκεύει ηλεκτρονικά δεδομένα. Η βασική λειτουργία των blockchain είναι να διατηρούν ένα ασφαλές και αποκεντρωμένο αρχείο συναλλαγών σε συστήματα κρυπτονομισμάτων όπως το Bitcoin. Η καινοτομία ενός blockchain ενδυναμώνει την εμπιστοσύνη χωρίς την ανάγκη για ένα αξιόπιστο τρίτο μέρος, διασφαλίζοντας την ακεραιότητα και την ασφάλεια ενός αρχείου δεδομένων.

Αξίζει να αναφερθεί ότι αυτός που δημιούργησε την αρχιτεκτονική blockchain αλλά και τη δημιουργία του πρώτου σύγχρονου κρυπτονομίσματος όπως το bitcoin ήταν ο Satoshi Nakamoto, όταν κυκλοφόρησε σε διαδικτυακά φόρουμ συζητήσεων την σχετική ερευνητική εργασία του «Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System». Ο Nakamoto κυκλοφόρησε το blockchain και το κρυπτόνισμα Bitcoin το 2009. Ωστόσο, αυτός που ανακάλυψε εξ ολοκλήρου την έννοια του Blockchain ήταν ο υποψήφιος διδάκτορας David Chaum στο πανεπιστήμιο της Καλιφόρνια στο Μπέρκλεϋ στις ΗΠΑ το 1982. Στη διατριβή του «Συστήματα υπολογιστών που έχουν δημιουργηθεί, συντηρούνται και εμπιστεύονται από αμοιβαία ύποπτες ομάδες» περιέγραψε μια βάση δεδομένων blockchain. Τα ύποπτα ομαδικά δίκτυα του Chaum δεν σχεδιάστηκαν ειδικά για να υποστηρίζουν ψηφιακά νομίσματα, αλλά η σύνδεση ήταν προφανής. Βασικό μέλος στη δουλειά του στην τεχνολογία blockchain, ο Chaum ίδρυσε μια εταιρεία με την ονομασία DigiCash το 1989. Το 1995, η εταιρεία εισήγαγε ένα κρυπτόνισμα που ονομάζεται διαφορετικά digicash, eCash και cyberbucks. Οι ειδικοί λένε ότι το πρωτόκολλο blockchain που περιγράφεται στην ερευνητική εργασία Nakamoto είναι ουσιαστικά το ίδιο με αυτό του David Chaum. Η μόνη ουσιαστική διαφορά είναι η προσθήκη του μηχανισμού συναίνεσης απόδειξης εργασίας Bitcoin για την επικύρωση μπλοκ δεδομένων και εξόρυξης νομισμάτων. (Krystsina Sadouskaya, 2017)



Εικόνα 14: Η αρχιτεκτονική του Bitcoin

(<https://www.visiott.com/blog/blockchain-traceability/>)

Εκτός από τη δημοσιότητα για ριζικές αλλαγές μέσω νέων πηγών ελέγχου και επιρροής που βασίζονται σε blockchain, καθώς και την υπόσχεση για δραματική μείωση του κόστους των συναλλαγών, η τεχνολογία blockchain έχει πραγματικά τη δυνατότητα να έχει τη κορυφαία επίδοση για τη συντριπτική πλειοψηφία των συναλλαγών. Στα logistics, η παρακολούθηση των συναλλαγών είναι μια βασική δραστηριότητα. Είναι κρίσιμο σε αυτόν τον τομέα να παρακολουθούνται οι προηγούμενες επιδόσεις και δράσεις καθώς και τις μελλοντικές πρωτοβουλίες.

Στο σύγχρονο επιχειρηματικό περιβάλλον, τα δεδομένα συναλλαγών μιας εταιρείας συνήθως διατηρούνται σε ιδιωτικές βάσεις δεδομένων και συχνά δεν υπάρχει κύριο βιβλίο για όλες τις διαθέσιμες λειτουργίες. Αντίθετα, αυτές οι πληροφορίες συχνά διανέμονται σε εσωτερικές λειτουργίες και επιχειρηματικές μονάδες, γεγονός που καθιστά τη συμφωνία των συναλλαγών μια χρονοβόρα και επιρρεπή σε σφάλματα προσπάθεια. Επειδή τα μέρη που εμπλέκονται στην εφοδιαστική αλυσίδα δεν έχουν πρόσβαση στα λογιστικά βιβλία του άλλου και δεν μπορούν αυτόματα να επαληθεύσουν ότι τα περιουσιακά στοιχεία ανήκουν σε αυτόν στην πραγματικότητα μπορεί να μεταβιβαστεί, μια τυπική συναλλαγή μετοχών, για παράδειγμα, μπορεί να ολοκληρωθεί σε μικροδευτερόλεπτα, αλλά η μεταφορά το απόθεμα μπορεί να διαρκέσει πολύ περισσότερο. Αντίθετα, μια σειρά διαμεσολαβητών ενεργούν ως εγγυητές των περιουσιακών στοιχείων καθώς το αρχείο της συναλλαγής υπερβαίνει τα οργανωτικά όρια και τα λογιστικά βιβλία ενημερώνονται μεμονωμένα. Σε ένα σύστημα Blockchain, όπως θα δούμε και στον πίνακα 6, δεν χρειάζεται να χρησιμοποιούνται μεσάζοντες τρίτου μέρους για την επαλήθευση ή τη μεταβίβαση ιδιοκτησίας. Καθώς το λογιστικό βιβλίο αντιγράφεται σε πολλές πανομοιότυπες βάσεις δεδομένων, ένα σύστημα που βασίζεται σε blockchain θα διακανονίζει τις συναλλαγές με ασφάλεια και θα τις επικυρώνει μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα. (Iansiti, M. , Lakhani, K.R., 2017)

Οι βασικές αρχές του Blockchain εντοπίζονται στον παρακάτω πίνακα:

Κατανεμημένη βάση δεδομένων	Κάθε μέρος σε ένα blockchain έχει πρόσβαση σε ολόκληρη τη βάση δεδομένων και το πλήρες ιστορικό της, δηλαδή κανένα μέρος δεν ελέγχει τα δεδομένα ή τις πληροφορίες και κάθε μέρος μπορεί να επαληθεύσει τα αρχεία των συνεργατών συναλλαγών του απευθείας, χωρίς ενδιάμεσο.
Μετάδοση peer to peer	Η απευθείας επικοινωνία υπολογιστή με υπολογιστή πραγματοποιείται μέσω ενός κεντρικού κόμβου, με κάθε κόμβο να αποθηκεύει και να μεταδίδει δεδομένα σε κάθε άλλο κόμβο.
Διαφάνεια με ψευδώνυμο	Κάθε κόμβος ή χρήστης έχει μια ξεχωριστή αλφαριθμητική διεύθυνση 30 και πλέον χαρακτήρων που τον προσδιορίζει, επομένως κάθε συναλλαγή και η σχετική τιμή είναι προσβάσιμη σε οποιονδήποτε έχει πρόσβαση στο σύστημα. Όταν πραγματοποιούν συναλλαγές μεταξύ διευθύνσεων blockchain, οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να παραμείνουν ανώνυμοι ή να εμφανίσουν έγγραφα ταυτοποίησης σε τρίτους.
Μη αναστρέψιμη εγγραφή	Οι εγγραφές δεν μπορούν να αλλάξουν επειδή συνδέονται με όλες τις προηγούμενες εγγραφές συναλλαγών μετά την εισαγωγή μιας συναλλαγής στη βάση δεδομένων και την ενημέρωση των λογαριασμών. Για να διασφαλιστεί ότι η καταχώρηση της βάσης δεδομένων είναι μόνιμη, με χρονολογική σειρά και προσβάσιμη σε όλους τους άλλους στο δίκτυο, επινοούνται διάφορες υπολογιστικές διαδικασίες και μέθοδοι.
Υπολογιστική Λογική	Οι συναλλαγές blockchain μπορεί να συνδέονται με την υπολογιστική λογική και είναι ουσιαστικά προγραμματιζόμενες λόγω της ψηφιακής φύσης του καθολικού. Οι χρήστες μπορούν να σχεδιάσουν αλγόριθμους και κανόνες για την αυτόματη εκκίνηση συναλλαγών μεταξύ κόμβων (π.χ. έξυπνα συμβόλαια).

Πίνακας 6: Οι βασικές αρχές του Blockchain

Ακόμη, ο παρακάτω πίνακας 7 παρουσιάζει τις εντοπισμένες πιθανές εφαρμογές blockchain στα logistics με βάση την επικράτηση της θεωρίας της καινοτομίας και τις αντίστοιχες ιδιότητες του πλαισίου καινοτομίας του κοινωνιολόγου Everett Rogers. (Badzar, 2016; Everett Rogers, 2003)

Σχετικό πλεονέκτημα	<ul style="list-style-type: none"> - Διευκόλυνση της παρακολούθησης προέλευσης - Μείωση του κόστους συναλλαγής - Αποκλεισμός κεντρικού κρατικού θεσμού - Ανοικτή πρόσβαση σε πληροφορίες σχετικά με τις δραστηριότητες εντός της αλυσίδας εφοδιασμού - Παρέχει στους φορείς την επιλογή αγοράς βιώσιμων προϊόντων και μεταφορών - Οι πελάτες αποκτούν τη δυνατότητα να αξιολογήσουν το προϊόν ή τον προμηθευτή πριν λάβουν μια απόφαση
Συμβατότητα	<ul style="list-style-type: none"> - Παρέχει στους πελάτες τις πληροφορίες που θέλουν σχετικά με την προέλευση του προϊόντος και τη διαδρομή εμπορευμάτων - Μειώνει τον κίνδυνο απάτης ή απομιμήσεων προϊόντων - Ευκολότερη εκτέλεση συναλλαγών χρησιμοποιώντας κατακερματισμούς αντί για φυσικά έγγραφα - Χρήση του IoT για την επικοινωνία οχήματος με όχημα - Επιτρέπει την παρακολούθηση, την παρακολούθηση και τον εντοπισμό μεταφορών - Καλύτερη παρακολούθηση, ανίχνευση και ανακύκλωση του κύκλου ζωής του προϊόντος
Πολυπλοκότητα	<ul style="list-style-type: none"> - Διευκόλυνση της επεξεργασίας της γραφειοκρατίας - Αποτελεσματική χρήση κωδικών QR, RFID, ετικετών NFC, WiFi ή iBeacon - Ένα δίκτυο που λειτουργεί σε μια πλατφόρμα με σκοπό την ανταλλαγή άυλων και υλικών πόρων - Πιο αξιόπιστη φόρτωση αγαθών - Πολλαπλές ενεργές πλατφόρμες για πρόσβαση τόσο σε ιδιωτικές όσο και σε δημόσιες
Δοκιμασία	<ul style="list-style-type: none"> - Η έκταση της συμμετοχής και της ανταλλαγής πληροφοριών καθορίζεται και ρυθμίζεται από τον χρήστη - Η ενεργός συμμετοχή δεν είναι υποχρεωτική
Παρατηρητικότητα	<ul style="list-style-type: none"> - Αποτελεσματική παρακολούθηση του ιστορικού απόδοσης στόλου και οχημάτων - Λειτουργία του Διαδικτύου των πραγμάτων - Απλοποίηση της ανταλλαγής αγαθών και των συστημάτων πληρωμών - Σταδιακή αύξηση των νεοσύστατων επιχειρήσεων blockchain και των ενεργών πλατφορμών.

Πίνακας 7: Πιθανές εφαρμογές blockchain στη βιομηχανία logistics

Η χρήση εφαρμογών blockchain συμβαίνει σε διαφορετικά στάδια μετασχηματισμού και απαιτεί διαφορετικά επίπεδα συνεργασίας και συναίνεσης, καθώς και νομοθετικές και ρυθμιστικές προσπάθειες. Επιπλέον, είναι καλό να δημιουργούνται οργανωτικές διαδικασίες, δυνατότητες και υποδομή προκειμένου να διευκολύνεται η εφαρμογή αυτών των εφαρμογών blockchain. Η

κατηγοριοποίηση των υποθέσεων χρήσης με βάση τη πρωτοτυπία και την προσπάθεια συντονισμού τους βοηθά τους διαχειριστές να εντοπίσουν τις κατάλληλες επιχειρηματικές ευκαιρίες και τα αντίστοιχα σημεία εκκίνησης. (Iansiti, M. , Lakhani, K.R., 2017)

Ωστόσο η τεχνολογία Blockchain έχει και κάποια μειονεκτήματα:

- Είναι νεοφερμένη τεχνολογία πολύπλοκη στη φύση της.
- Ενδέχεται να βλάπτει τον ανταγωνισμό και τη φορολογία.
- Οι κρατικοί φορείς δεν επιθυμούν να ενσωματώσουν το blockchain λόγω νομικών περιορισμών ή κινήτρων.
- Η μη ενσωμάτωση του blockchain από οποιονδήποτε που εμπλέκεται στην αλυσίδα αξίας μειώνει τον επερχόμενο όγκο πληροφοριών γεγονός που με τη σειρά του μειώνει την εμπιστοσύνη καθώς οι πληροφορίες δεν μπορούν να βρεθούν και να αντιστοιχηθούν.
- Προσφέρει τη δυνατότητα διατήρησης της ανωνυμίας, η οποία μπορεί να αποτελέσει κατάλληλη βάση για παράνομες συναλλαγές και δραστηριότητες
- Ο απαιτούμενος μηχανολογικός εξοπλισμός, όπως είναι οι επεξεργαστές και η ηλεκτρική ενέργεια έχουν διαρκώς αυξανόμενο κόστος σε συνδυασμό με το μονοπώλιο της αγοράς.
- Ο χρόνος επιβεβαίωσης της συναλλαγής είναι αυξημένος.
- Το περιβάλλον επιβαρύνεται από τη μεγάλη χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος.

Η τεχνολογία blockchain μπορεί να συνδυαστεί με την εφοδιαστική για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας, της διαφάνειας και της ασφάλειας των λειτουργιών logistics. Μερικοί τρόποι με τους οποίους το blockchain μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα logistics περιλαμβάνουν:

1. **Διαχείριση αλυσίδας εφοδιασμού:** Το Blockchain μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας παρέχοντας σε πραγματικό χρόνο ορατότητα και ιχνηλασιμότητα των λειτουργιών logistics, επιτρέποντας στους διαχειριστές logistics να σχεδιάζουν και να διαχειρίζονται καλύτερα τα επίπεδα αποθεμάτων και να ανταποκρίνονται γρήγορα στις αλλαγές στη ζήτηση.
2. **Έξυπνες συμβάσεις:** Το Blockchain μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αυτοματοποίηση των λειτουργιών logistics, χρησιμοποιώντας έξυπνα συμβόλαια για την αυτοματοποίηση της εκτέλεσης των διαδικασιών logistics και τη μείωση της ανάγκης για μεσάζοντες.
3. **Ιχνηλασιμότητα:** Το Blockchain μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή ιχνηλασιμότητας σε πραγματικό χρόνο των λειτουργιών logistics, επιτρέποντας στους διαχειριστές logistics να παρακολουθούν την κίνηση των αγαθών και να διασφαλίζουν τη συμμόρφωση με τους κανονισμούς.
4. **Πληρωμή:** Το Blockchain μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διευκόλυνση πληρωμών και οικονομικών συναλλαγών σε λειτουργίες logistics, παρέχοντας έναν ασφαλή και αποτελεσματικό τρόπο μεταφοράς αξίας.
5. **Ασφάλεια:** Το Blockchain μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ενίσχυση της ασφάλειας στις λειτουργίες logistics, παρέχοντας αδιάβλητα και αμετάβλητα αρχεία συναλλαγών εφοδιαστικής.
6. **Προγνωστική συντήρηση:** Το Blockchain μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση της κατάστασης των περιουσιακών στοιχείων logistics και την πρόβλεψη του πότε χρειάζεται συντήρηση, συμβάλλοντας στην αποφυγή βλαβών και στη μείωση του χρόνου διακοπής λειτουργίας.

7. **Διαφάνεια:** Το Blockchain μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της διαφάνειας στις λειτουργίες logistics, παρέχοντας σε πραγματικό χρόνο ορατότητα των συναλλαγών εφοδιαστικής και διασφαλίζοντας τη συμμόρφωση με τους κανονισμούς.
8. **Μείωση κόστους:** Το blockchain μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μείωση του κόστους με την αυτοματοποίηση των λειτουργιών logistics, τη μείωση της ανάγκης για μεσάζοντες και τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των λειτουργιών logistics.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η ενσωμάτωση της τεχνολογίας blockchain στα logistics απαιτεί καλή κατανόηση τόσο του blockchain όσο και του logistics και θέτει ορισμένες προκλήσεις όπως η επεκτασιμότητα, η διακυβέρνηση και η διαλειτουργικότητα. Επιπλέον, υπάρχει ανάγκη για ειδικευμένους επαγγελματίες που μπορούν να διαχειρίζονται και να συντηρούν αυτά τα συστήματα, καθώς και για τυποποίηση και ρύθμιση ώστε να διασφαλίζεται η ασφαλής και ασφαλής λειτουργία του blockchain στα συστήματα logistics.

Ενώ πολλοί ειδικοί του κλάδου πιστεύουν ότι η χρήση της τεχνολογίας blockchain έχει λαμπρό μέλλον, άλλοι πιστεύουν ότι υπάρχουν μη ρεαλιστικές προσδοκίες για τις αλυσίδες blockchain, οι οποίες θα μπορούσαν στην πραγματικότητα να επιδεινώσουν τις επιπτώσεις της αποτυχημένης υιοθέτησης του blockchain στον κλάδο. Η τεχνολογία Blockchain βρίσκεται ακόμη στα αρχικά της στάδια εφαρμογής. Ωστόσο, παρά το γεγονός ότι υπήρξαν πολλές ανεπιτυχείς προσπάθειες αξιοποίησης της τεχνολογίας blockchain, υπήρξαν επίσης πολλές επιτυχημένες επιχειρηματικές περιπτώσεις, όπως αυτές που αναφέρθηκαν παραπάνω. Το τελευταίο παρουσιάζει μια σχετικά αισιόδοξη άποψη ότι, όπως και πολλές άλλες νέες τεχνολογίες, τα blockchain θα βρουν τη θέση τους στη χρήση και θα υιοθετηθούν παγκοσμίως, καθώς καταβάλλεται περισσότερη δουλειά για την υπέρβαση των περιορισμών τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.7: ΚΥΒΕΡΝΟΦΥΣΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Η Δρ. Helen Gill του Εθνικού Ιδρύματος Επιστημών (NSF) πρότεινε για πρώτη φορά την ιδέα των Cyberphysical Systems (CPS) το 2006. Ο πρωταρχικός στόχος των CPS ήταν να αξιολογήσει όλο και πιο περίπλοκα συστήματα που τα συστήματα υπολογιστών της εποχής δεν μπορούσαν να διαβάσουν επαρκώς. Τα CPS είναι αυτοματοποιημένα συστήματα που καθιστούν δυνατή τη σύνδεση των υποδομών υπολογιστών και επικοινωνιών με δραστηριότητες στον φυσικό κόσμο. Σε αντίθεση με τα συμβατικά ενσωματωμένα συστήματα, τα οποία δημιουργούνται ως αυτόνομες μονάδες, ο πρωταρχικός στόχος του CPS είναι να συνδέσει διάφορες μονάδες. Είναι απαραίτητο, δεδομένης της ταχείας προόδου της τεχνολογίας και του Διαδικτύου, τα CPS να συμβαδίζουν με την τάση να διαθέτουν πληροφορίες και υπηρεσίες παντού.

Τα έξυπνα τηλέφωνα, τα αυτοκίνητα και οι οικιακές συσκευές περιλαμβάνουν όλα ενσωματωμένα συστήματα που είναι απαραίτητα για τη σύγχρονη ζωή. Ωστόσο, μόνο λίγα από αυτά μπορούν να διαχειρίζονται εξ αποστάσεως. Εάν μπορούσαμε να ενεργοποιήσουμε τη θέρμανση όταν επιστρέφουμε από τη δουλειά, έτσι ώστε το σπίτι να είναι ζεστό όταν φτάνουμε εκεί, αυτό θα ήταν αρκετά ελκυστικό και επιθυμητό για αυτά τα συστήματα. Επιπλέον, θα ήταν απίστευτα βολικό αν οι καφετιέρες το πρωί άρχιζαν να παρασκευάζουν καφέ μόνοι τους καθώς κοιμόμασταν. Είναι

επίσης δυνατό να διατηρηθούν αυτά τα συστήματα χρησιμοποιώντας αυτήν την απομακρυσμένη πρόσβαση στα δεδομένα διεργασίας. (Baheti, Radhakisan, and Helen, 2011)

Υπάρχουν ακόμη πολλοί τομείς στους οποίους χρησιμοποιείται σήμερα το CPS, όπως σε ιατρικό εξοπλισμό, συστήματα ασφάλειας και υποβοήθησης στην οδήγηση αυτοκινήτου, συστήματα αεροναυτικών, συστήματα ελέγχου και αυτοματισμού βιομηχανικών διεργασιών και συστήματα υποβοήθησης τροφοδοσίας για την καλύτερη δυνατή χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

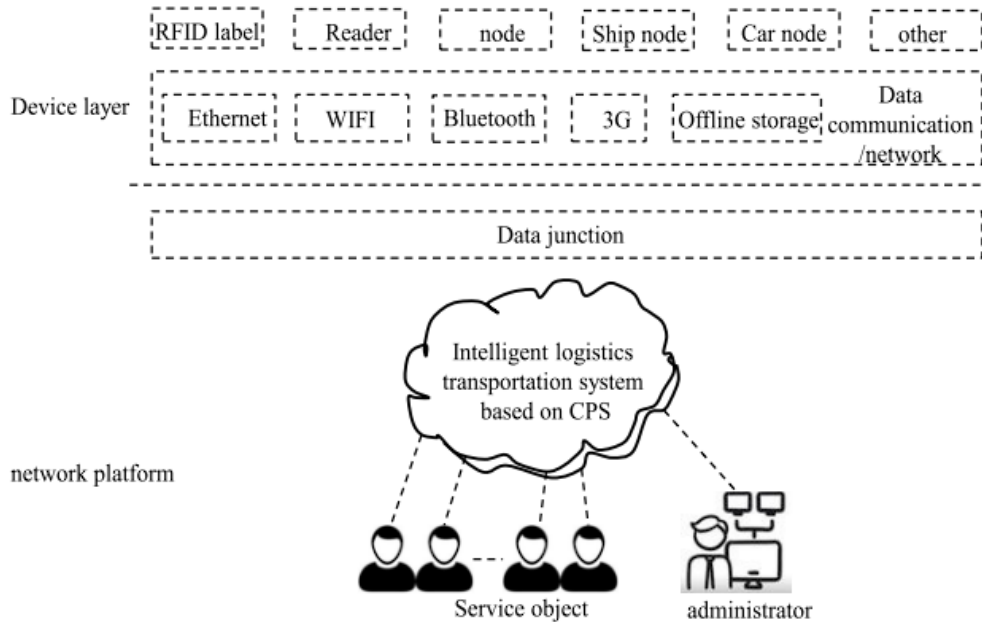
Ένα κυβερνοφυσικό σύστημα αποτελείται από μια μονάδα ελέγχου, συνήθως έναν ή περισσότερους μικροελεγκτές, οι οποίοι ελέγχουν τους αισθητήρες και τους ενεργοποιητές που είναι απαραίτητοι για την αλληλεπίδραση με τον πραγματικό κόσμο και επεξεργάζονται τα δεδομένα που λαμβάνονται. Αυτά τα ενσωματωμένα συστήματα απαιτούν επίσης μια διεπαφή επικοινωνίας ή χρήστη για την ανταλλαγή δεδομένων με άλλα ενσωματωμένα συστήματα ή ένα νέφος. Η ανταλλαγή δεδομένων είναι το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό τους, καθώς τα δεδομένα μπορούν να συνδεθούν και να αξιολογηθούν κεντρικά. Με άλλα λόγια, ένα CPS είναι ένα ενσωματωμένο σύστημα που είναι σε θέση να στέλνει και να λαμβάνει δεδομένα μέσω ενός δικτύου. Το CPS που είναι συνδεδεμένο στο Διαδίκτυο αναφέρεται συχνά ως «Διαδίκτυο των πραγμάτων». (Lee, Edward, 2008)

Με άλλα λόγια τα Κυβερνοφυσικά Συστήματα πραγματοποιούν τα εξής :

- I. Ενσωματώνουν στοιχεία του φυσικού και του εικονικού κόσμου, τόσο εντός μιας επιχείρησης όσο και σε περιβάλλοντα μεταξύ επιχειρήσεων. Βασική σε αυτή τη συγκυρία είναι η ακριβής και αυτοματοποιημένη αναγνώριση φυσικών αντικειμένων.
- II. Είναι ικανά να παρακολουθούν τη φυσική πραγματικότητα με τη χρήση αισθητήρων (π.χ. για θερμοκρασία, πίεση, θέση κ.λπ.).
- III. Τα CPS ελέγχει σποραδικά τις φυσικές οντότητες μέσω ενεργοποιητών και ως εκ τούτου επηρεάζει τις διαδικασίες με ενεργό και φυσικό τρόπο. Αυτή η ικανότητα έχει ιδιαίτερη σημασία στο πλαίσιο των εφαρμογών ρομποτικής.
- IV. Κατέχουν τις τεχνικές προϋποθέσεις για την επεξεργασία δεδομένων και πληροφοριών. Με αυτόν τον τρόπο, οι μικροελεγκτές και οι μικροεπεξεργαστές γίνονται βασικά στοιχεία τέτοιων συστημάτων.
- V. Τα CPS λειτουργούν εν μέρει με βάση τη δική τους ευφυΐα και επομένως είναι ικανά να λαμβάνουν αυτόνομα αποφάσεις ή κανόνες αποφάσεων και να ελέγχουν τον φυσικό κόσμο.
- VI. Κατέχουν τις τεχνικές δυνατότητες προκειμένου να επικοινωνεί και να συντονίζεται με άλλα Κυβερνοφυσικά Συστήματα, καθώς και με ήδη υπάρχοντα συστήματα πληροφοριών, καθώς και με ανθρώπους χρήστες και υπεύθυνους λήψης αποφάσεων.
- VII. Τέλος, τα CPS είναι, ανάλογα με το εκάστοτε πλαίσιο, ικανά να ανταποκρίνονται έξυπνα σε δυναμικές αλλαγές και να βελτιώνουν τις ικανότητές τους με βάση τη δική τους εμπειρία και γνώση.

Η διςδιάστατη σάρωση κώδικα και η ανθρώπινη καταγραφή χρησιμοποιούνται συχνά στην πρόωμη μεταφορά εμπορευμάτων. Η τεχνολογία RF είναι πιο αποτελεσματική από αυτές τις δύο τεχνικές. Αυτό το έγγραφο περιγράφει ένα σύστημα μεταφορών logistics που βασίζεται στην τεχνολογία Διαδικτύου των Πραγμάτων που ενσωματώνει την τεχνολογία RFID με το ασύρματο δίκτυο

αισθητήρων για τη βελτίωση της εφοδιαστικής και της αποτελεσματικότητας μεταφοράς, όπως φαίνεται στη παρακάτω εικόνα 15. Αυτό το σύστημα λαμβάνει υπόψη τη μακροπρόθεσμη ανάπτυξη της τεχνολογίας Διαδικτύου των Πραγμάτων στα logistics και τις μεταφορές. (Zhang, 2018)



Εικόνα 15: Έξυπνο σύστημα μεταφορών logistics βασισμένο σε Κυβερνοφυσικό Σύστημα

(Zhang, 2018)

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα Κυβερνοφυσικά Συστήματα (CPS) μπορούν να συνδυαστούν με τα logistics με διάφορους τρόπους, συμπεριλαμβανομένων των εξής:

1. **Εντοπισμός και παρακολούθηση λειτουργιών logistics σε πραγματικό χρόνο:** Το CPS μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση της τοποθεσίας, των συνθηκών και της κατάστασης των στοιχείων του logistics, όπως η αποτελεσματικότητα των λειτουργιών τους.
2. **Βελτιστοποίηση των διαδρομών και χρονοδιαγραμμάτων εφοδιαστικής αλυσίδας:** Το CPS μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση δεδομένων σχετικά με τις συνθήκες κυκλοφορίας, τα καιρικά μοτίβα και άλλους παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τις διαδρομές και τα χρονοδιαγράμματα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Αυτό μπορεί να βοηθήσει τους διαχειριστές logistics να βελτιστοποιήσουν τις διαδρομές και τα χρονοδιαγράμματα για να μειώσουν το κόστος και να βελτιώσουν τους χρόνους παράδοσης.
3. **Προγνωστική συντήρηση:** Το CPS μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση της κατάστασης των στοιχείων του logistics και την πρόβλεψη του πότε χρειάζεται συντήρηση. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην αποφυγή βλαβών και στη μείωση του χρόνου διακοπής λειτουργίας.

4. **Αυτόνομα οχήματα:** Το CPS μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο και τη λειτουργία αυτόνομων οχημάτων, drones και άλλων υλικών διοικητικής μέριμνας, τα οποία μπορούν να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα και να μειώσουν την ανάγκη για ανθρώπινους χειριστές.
5. **Έξυπνη αποθήκη:** Το CPS μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των λειτουργιών της αποθήκης, όπως η διαχείριση αποθεμάτων, η επιλογή και η τοποθέτηση και ο χειρισμός υλικών.
6. **Επιμελητεία με δυνατότητα IoT:** Οι συσκευές IoT όπως ετικέτες RFID, αισθητήρες και κάμερες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με τις λειτουργίες εφοδιαστικής, τα οποία στη συνέχεια μπορούν να αναλυθούν και να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας και τη μείωση του κόστους.
7. **Αντίστροφη διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας ή Reverse Logistics:** Το CPS μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό της κίνησης του προϊόντος και με τη βοήθεια της τρισδιάστατης εκτύπωσης ή άλλης τεχνολογίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ανταλλακτικών και εξαρτημάτων για επιστρεφόμενα ή σπασμένα προϊόντα.

Η ενοποίηση του CPS και των logistics είναι ακόμα ένας σχετικά νέος τομέας και απαιτεί καλή κατανόηση τόσο του CPS όσο και του logistics. Επιπλέον, η ενοποίηση του CPS και των logistics απαιτεί τη διαχείριση μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων και την ενοποίηση πολλαπλών συστημάτων και τεχνολογιών, κάτι που μπορεί να είναι προκλητικό. Ωστόσο, τα πιθανά οφέλη από το συνδυασμό CPS και logistics είναι σημαντικά, όπως μειωμένο κόστος, βελτιωμένη απόδοση και αυξημένη ικανοποίηση των πελατών.

Γενικά, τα Κυβερνοφυσικά Συστήματα έχουν τη δυνατότητα να δρουν αυτόνομα και να σχηματίζουν ένα ετερογενές σύστημα, όπου αλληλεπιδρούν με τον εαυτό τους και με τα ανθρώπινα μέλη. Η διεπαφή επικοινωνίας μεταξύ των CPS και των ανθρώπινων μελών απαιτεί προσπάθειες επιστημονικής αναζήτησης προκειμένου να δημιουργηθεί μια βαθύτερη κατανόηση σχετικά με τη χρήση των τεχνολογιών πληροφοριών και επικοινωνιών, συμπεριλαμβανομένων αισθητήρων και ενεργοποιητών στη σχέση «ανθρώπου-μηχανής», καθώς και μορφές και μέθοδοι αντιμετώπισης και ερμηνεύει δεδομένα. Τα κυβερνοφυσικά συστήματα, επιτρέπουν μια νέα διάσταση για τη πλήρη διαφάνεια της ροής υλικών της εφοδιαστικής αλυσίδας. Έτσι, οι τεχνολογίες CPS επιτρέπουν, την παρακολούθηση προϊόντων, διασφαλίζοντας ασφάλεια για όλα τα στοιχεία της αλυσίδας, πρόσβαση σε μια κοινή πλατφόρμα επικοινωνίας δεδομένων, διευκολύνοντας τη γνώση σχετικά με τη ζήτηση, το απόθεμα και τις πωλήσεις, τα αισθητηριακά εργαλεία για την πρόβλεψη ενδεχόμενων ανωμαλιών κατά την παραγωγή, μεταξύ άλλων παραγόντων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.8: DIGITAL TWIN

Η ιδέα του ψηφιακού δίδυμου ξεκίνησε το 2002 στο Πανεπιστήμιο του Μίσιγκαν από τον Michael Grieves. Ανέφερε στη παρουσίασή του ότι τα βασικά στοιχεία του πραγματικού και του εικονικού χώρου, καθώς και ότι οι χώροι αυτοί είναι διασυνδεδεμένοι και ανταλλάσσουν πληροφορίες σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής αποτελούν τα βασικά στοιχεία του ψηφιακού δίδυμου. (Grieves, 2016) Ο ορισμός εκείνη την εποχή είχε μια ισχυρή εστίαση στο προϊόν. Για αυτό, το ψηφιακό δίδυμο ορίστηκε ως ένα σύνολο εικονικών κατασκευών πληροφοριών που περιγράφουν πλήρως ένα δυνητικό ή πραγματικό φυσικό κατασκευασμένο προϊόν από το μικροατομικό επίπεδο έως το μακρογεωμετρικό επίπεδο. (C. Zhuang, J. Liu, and H. Xiong, 2018, pp. 1149-1163)

Τα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων είναι μια σημαντική περίπτωση χρήσης για τα ψηφιακά δίδυμα ή digital twins στον σχεδιασμό και τον έλεγχο των συστημάτων logistics. Τα συστήματα logistics, όπως οι αποθήκες, τα κέντρα διανομής, τα περιβάλλοντα παραγωγής ή τα δίκτυα προμήθειας, μπορούν να θεωρηθούν ως πολύπλοκα συστήματα σε σχέση με την αλληλεπίδραση πολλών οντοτήτων σε ένα εξαιρετικά δυναμικό περιβάλλον. Σε τέτοια συστήματα, τα επιχειρηματικά αντικείμενα μετατρέπονται σε διαδικασίες από πόρους για να εκπληρώσουν τις παραγγελίες (πελάτες) με αποτελεσματικό τρόπο. Αυτές οι διαδικασίες δημιουργούν έναν τεράστιο όγκο δεδομένων (Big Data), όπως αναλύσαμε και στη παραπάνω ενότητα. Για να επιτευχθεί αποδοτικότητα (σε σχέση με το κόστος και τις επιδόσεις) η χρήση των πόρων στα συστήματα logistics πρέπει όχι μόνο να τερματίζεται εκ των προτέρων με βέλτιστο τρόπο (προγραμματισμός πόρων), αλλά και να καθοδηγείται βέλτιστα σε πραγματικό χρόνο σε περίπτωση απρόβλεπτων αποκλίσεων (έλεγχος). (Bar-Yam, 2002) Για να λάβουν καλές αποφάσεις στον σχεδιασμό και τον έλεγχο, οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων στα logistics πρέπει:

- (a) να γνωρίζουν ότι υπάρχει πρόβλημα με το τρέχον σχέδιο,
- (b) να δημιουργήσουν σενάρια αποφάσεων που έχουν νόημα και
- (c) να αξιολογήσουν αυτά τα σενάρια σε σχέση με την αποτελεσματικότητα.

Για να υποστηρίξει αυτές τις ανάγκες, ένα σύστημα υποστήριξης αποφάσεων πρέπει να διαθέτει:

- 1) Γνώση σχετικά με την τρέχουσα κατάσταση του συστήματος συμπεριλαμβανομένων παραγγελίες, πόροι, οντότητες και διαδικασίες
- 2) Γνώση για τη μελλοντική κατάσταση του συστήματος συμπεριλαμβανομένων μελλοντικών παραγγελιών και διαδικασιών, καθώς και διαθεσιμότητας πόρων και οντοτήτων·
- 3) Λειτουργίες αναγνώρισης τρεχουσών και επερχόμενων διαταραχών.
- 4) Λειτουργίες για τη δημιουργία σεναρίων αποφάσεων που είναι εφικτά.
- 5) Λειτουργίες που αξιολογούν αυτά τα σενάρια απόφασης.

Οι δύο πρώτες απαιτήσεις ((1), (2)) είναι οι βασικές ιδιότητες των ψηφιακών δίδυμων, αφού πραγματοποιούν τη ψηφιακή αναπαράσταση αντικειμένων και διαδικασιών του πραγματικού κόσμου. (C. M. Meyer, W. Kersten, and C. Nede, 2007) Στη παρούσα διπλωματική εργασία, παρουσιάζεται μια προσέγγιση που όχι μόνο θεωρεί την παρούσα κατάσταση ενός συστήματος ως εστίαση του ψηφιακού δίδυμου αλλά περιλαμβάνει επίσης τη διάσταση του χρόνου. Ως εκ τούτου, οι προηγούμενες και οι πιθανές μελλοντικές καταστάσεις είναι στοιχειώδη μέρη του ψηφιακού

μοντέλου, καλύπτοντας έτσι και τις απαιτήσεις (3) και (4) όπως θα δειχθεί. Εκτός από κοινές προσεγγίσεις, χωρίζεται το ψηφιακό δίδυμο σε ένα δυναμικό (γεγονότα στο παρελθόν, παρόν και μέλλον) και στατικό μοντέλο (δομή διαδικασίας, πόροι, παραγγελίες, επιχειρηματικά αντικείμενα). Αυτό επιτρέπει να αποθηκεύεται το παρελθόν, το παρόν και το μέλλον του συστήματος στην ίδια μορφή. Καθιστά επίσης δυνατή την εκτέλεση μιας προσομοίωσης απευθείας με βάση το στατικό μοντέλο και μια επιλεγμένη δυναμική κατάσταση. Αυτό έχει το πλεονέκτημα ότι δεν χρειάζεται φάση προθέρμανσης και η διαδικτυακή προσομοίωση έχει στην πραγματικότητα δυνατότητες σε πραγματικό χρόνο. Επιπλέον, δεν υπάρχει ανάγκη για ένα ξεχωριστό μοντέλο προσομοίωσης (που κανονικά θα είχε μια μάλλον τεράστια επικάλυψη με το μοντέλο του ψηφιακού δίδυμου). Μόνο η λογική της μετάβασης από τη μια κατάσταση στην άλλη (δυναμική) πρέπει να μοντελοποιηθεί επιπρόσθετα. Αυτό μειώνει τους χρόνους προσαρμογής σε περίπτωση δομικών αλλαγών στον πραγματικό κόσμο. (Deiseroth J. , Klennert M. , Thissen, S.Schwede, C. Toth., 2013)



Εικόνα 16: Η ιδέα του Ψηφιακού Διδύμου ή Digital Twin

(Adam Klatzkin, 2019)

Ο μελλοντικός σκοπός του ψηφιακού δίδυμου είναι ο συνδυασμός του με την υποστήριξη λήψης αποφάσεων που να υποστηρίζουν τα logistics ως ένα εικονικό πεδίο πειράματος για τον σχεδιαστή και τον ελεγκτή. Έτσι, το πραγματικό φυσικό σύστημα αντιπροσωπεύεται ουσιαστικά από τους πόρους διεργασιών, τα επιχειρηματικά αντικείμενα και τις παραγγελίες στο μοντέλο στατικής διεργασίας του δίδυμου. Τα συμβάντα σε πραγματικό χρόνο που παράγονται από σαρωτές ή αισθητήρες μεταδίδονται στο δίδυμο απευθείας ή μέσω υπαρχόντων συστημάτων όπως τα συστήματα διαχείρισης αποθήκης (WMS). Έτσι, δημιουργείται το δυναμικό μέρος του μοντέλου επιτρέποντας την ανάλυση παρούσων και παρελθουσών καταστάσεων. Η προσομοίωση της ροής υλικού είναι ένα εγγενές μέρος του ψηφιακού δίδυμου που επιτρέπει την πρόβλεψη του μέλλοντος του συστήματος. Πάνω από το ψηφιακό δίδυμο βρίσκεται το επίπεδο των υπηρεσιών υποστήριξης

αποφάσεων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα συστήματα υποστήριξης Logistics. Αυτές οι υπηρεσίες βοηθούν τον σχεδιαστή και τον ελεγκτή να δημιουργήσει εφικτές υποθέσεις απόφασης που βασίζονται στο ψηφιακό δίδυμο. Αυτό μπορεί να είναι τόσο απλό όσο η υποστήριξη του σχεδιαστή με μια μηχανή ροής εργασιών για τη δημιουργία σεναρίων με μη αυτόματο τρόπο ή τόσο περίπλοκο όσο οι αλγόριθμοι βελτιστοποίησης που δημιουργούν αυτόματα αυτές τις υποθέσεις. (M. Zajac and C. Schwede, 2016) Υφίστανται τρεις διαφορετικές φάσεις κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής ενός συστήματος logistics :

- I. **Σχέδιο:** Στη φάση του σχεδίου το σύστημα δημιουργείται ή ενημερώνεται. Το ψηφιακό δίδυμο υπάρχει και αλλάζει πριν εφαρμοστεί ή προσαρμοστεί το φυσικό του δίδυμο. Οι υπηρεσίες αποφάσεων περιλαμβάνουν διαστασιολόγηση, διάταξη, σχεδιασμό διαδικασίας, επιλογή πόρων και τεχνολογίας.
- II. **Σχεδιασμός:** Στη φάση του σχεδιασμού, το ψηφιακό δίδυμο και το φυσικό σύστημα είναι ήδη συνδεδεμένα και συγχρονισμένα. Η υποστήριξη αποφάσεων περιλαμβάνει προγραμματισμό προγραμμάτων και πόρων, βελτιστοποίηση αποθεμάτων, προγραμματισμό χρονικού παραθύρου κ.λπ.
- III. **Λειτουργία συστήματος:** Η υποστήριξη αποφάσεων αφορά την πρόβλεψη διαταραχών χρησιμοποιώντας διαδικτυακά μέτρα προσομοίωσης και συντήρησης, όπως η ανακατανομή πόρων σε πραγματικό χρόνο και η αλλαγή παραγγελιών.

Τα ψηφιακά δίδυμα είναι εικονικά αντίγραφα φυσικών συστημάτων και μπορούν να συνδυαστούν με την εφοδιαστική αλυσίδα με διάφορους τρόπους για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας και τη μείωση του κόστους. Διάφοροι τρόποι με τους οποίους τα ψηφιακά δίδυμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα logistics περιλαμβάνουν:

1. **Παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο:** Τα ψηφιακά δίδυμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση των λειτουργιών logistics σε πραγματικό χρόνο, παρέχοντας στους διαχειριστές logistics πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την αποτελεσματικότητα και την αποτελεσματικότητα των λειτουργιών τους.
2. **Προγνωστική συντήρηση:** Τα ψηφιακά δίδυμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προβλέψουν πότε χρειάζεται συντήρηση, βοηθώντας τους διαχειριστές logistics να αποτρέψουν βλάβες και να μειώσουν το χρόνο διακοπής λειτουργίας.
3. **Προσομοίωση:** Τα ψηφιακά δίδυμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προσομοίωση λειτουργιών logistics, επιτρέποντας στους διαχειριστές logistics να δοκιμάσουν και να αξιολογήσουν νέα σχέδια, διαδρομές και χρονοδιαγράμματα προτού δεσμευτούν σε αυτά.
4. **Βελτιστοποίηση:** Τα ψηφιακά δίδυμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτιστοποίηση των λειτουργιών εφοδιαστικής αλυσίδας, για παράδειγμα, προσομοιώνοντας διαφορετικές διαδρομές και χρονοδιαγράμματα και επιλέγοντας την πιο αποτελεσματική επιλογή.
5. **Εκπαίδευση:** Τα ψηφιακά δίδυμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκπαίδευση επαγγελματιών logistics, επιτρέποντάς τους να δοκιμάσουν και να βελτιώσουν τις δεξιότητές τους σε ένα εικονικό περιβάλλον.
6. **Απομακρυσμένη παρακολούθηση:** Τα ψηφιακά δίδυμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την απομακρυσμένη παρακολούθηση των λειτουργιών logistics, γεγονός που επιτρέπει στους διαχειριστές logistics να παρακολουθούν και να ελέγχουν λειτουργίες από διαφορετικές τοποθεσίες.

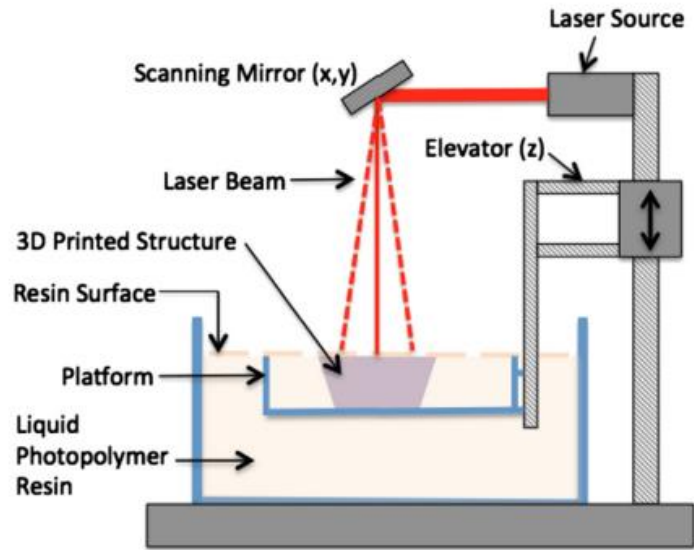
7. **Ποιοτικός έλεγχος:** Τα ψηφιακά δίδυμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διασφάλιση της ποιότητας των λειτουργιών Logistics συγκρίνοντας το εικονικό αντίγραφο με τις φυσικές λειτουργίες, κάτι που βοηθά στον εντοπισμό και τη διόρθωση τυχόν αποκλίσεων.
8. **Μείωση κόστους:** Τα ψηφιακά δίδυμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μείωση του κόστους προσομοιώνοντας διαφορετικά σενάρια εφοδιασμού για τον εντοπισμό των πιο οικονομικών επιλογών.

Τέλος, τα ψηφιακά δίδυμα μπορούν να δημιουργηθούν χρησιμοποιώντας δεδομένα αισθητήρων και άλλες πληροφορίες από τις φυσικές λειτουργίες Logistics και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με άλλες τεχνολογίες όπως η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση για την ανάλυση και τη βελτιστοποίηση των λειτουργιών Logistics. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι η δημιουργία και η διατήρηση ενός ψηφιακού δίδυμου απαιτεί σημαντική συλλογή και διαχείριση δεδομένων, καθώς και χρήση εξειδικευμένου λογισμικού και τεχνογνωσίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.9: 3D PRINTING

Ένας από τους πρωτοπόρους στην ανάπτυξη μιας γρήγορης μεθόδου δημιουργίας πρωτοτύπων που χρησιμοποιεί μια μόνο δέσμη λέιζερ ήταν ο Hideo Kodama στο Δημοτικό Ινστιτούτο Βιομηχανικής Έρευνας της Ναγκόγια στην Ιαπωνία. Δημοσίευσε άρθρα σχετικά με τις προσπάθειές του να δημιουργήσει τεχνικές αυτόματης κατασκευής τρισδιάστατων μοντέλων χρησιμοποιώντας ακτίνες UV και φωτοευαίσθητη ρητίνη το 1980 και το 1981. Χρησιμοποίησε μια μάσκα για να ρυθμίσει την έκθεση της πηγής UV. Σύγκρινε μεθόδους για τη δημιουργία λεπτών, επόμενων στρωμάτων φωτοπολυμερούς, τα οποία τελικά θα ήταν γνωστά ως SLA. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο Charles Hull δημιούργησε και τελειοποίησε τη στερεολιθογραφία το 1984. Το 1986, έλαβε ένα δίπλωμα ευρεσιτεχνίας στερεολιθογραφίας, το οποίο χρησιμοποίησε για να περιγράψει μια μέθοδο δημιουργίας διατομών τρισδιάστατων μοντέλων με σκλήρυνση υγρών πολυμερών υπό ακτινοβολία UV σε συνέχεια του Hideo Kodama. Κάθε στρώμα κατασκευάστηκε χρησιμοποιώντας ψηφιακά δεδομένα και μια ακτίνα λέιζερ ελεγχόμενη από υπολογιστή, το ένα πάνω στο άλλο ή layer by layer. Ο Hull αργότερα δημιούργησε την εταιρεία 3D Systems, η οποία συνέχισε να κατασκευάζει και να εμπορεύεται εξοπλισμό στερεολιθογραφίας. Το 1988, η 3D Systems δημιούργησε τον πρώτο εκτυπωτή SLA που χρησιμοποιήθηκε για επαγγελματικούς σκοπούς. (Amanda Su, Subhi J. Al'Aref, 2018)

Με λακωνικό τρόπο, γίνεται η προσπάθεια απεικόνισης των μερών του συστήματος στερεολιθογραφίας που διαφαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 17: Διάγραμμα που δείχνει τα μέρη του συστήματος στερεολιθογραφίας.

(Amanda Su, Subhi J. Al'Aref, 2018)

Η προσθετική κατασκευή είναι ο συλλογικός όρος για την ολοκληρωμένη τεχνολογία που στηρίζει την ευρεία χρήση της σε όλο τον κόσμο και η τρισδιάστατη εκτύπωση ή 3D Printing είναι το βασικό συστατικό που χρησιμοποιείται σε αυτή τη διαδικασία παραγωγής. Μέσω μιας ακολουθίας τομών διατομής, τα τρισδιάστατα εξαρτήματα κατασκευάζονται με τον τρόπο στρώμα προς στρώμα ή layer by layer. Τα αρχεία τρισδιάστατου σχεδιασμού με τη βοήθεια υπολογιστή (CAD) χρησιμοποιούνται στην τρισδιάστατη εκτύπωση ως διαδικασία για τη δημιουργία τρισδιάστατων απτικών φυσικών μοντέλων. Η γρήγορη δημιουργία πρωτοτύπων, η συμπαγής ελεύθερη μορφή, ο αυτοματισμός υπολογιστών και η πολυεπίπεδη κατασκευή είναι όλες πιθανές μέθοδοι παραγωγής. Η πρόσφατη χρήση της τρισδιάστατης εκτύπωσης στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης σε αντίθεση με την κατασκευή έχει ανοίξει νέους δρόμους για επιστημονική πρόοδο και μελέτη. Οι μηχανικοί χρησιμοποιούν ως επί το πλείστον τρισδιάστατη εκτύπωση για την κατασκευή πρωτοτύπων μηχανικής, αλλά έχει επίσης την υπόσχεση να επιτρέψει την ευρεία μαζική προσαρμογή των προϊόντων. Οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές που προορίζονταν αρχικά για χρήσεις εκτός της μηχανικής ιστών, γίνονται όλο και περισσότερο γνωστοί για την ικανότητά τους να παράγουν πορώδη ικρίωματα με σχήμα που καθορίζεται από τον χρήστη, διασυνδεδεμένο πορώδες και ελεγχόμενα χημικά χαρακτηριστικά. Μέσω της χρήσης του λογισμικού Slicer που περιλαμβάνεται στον τρισδιάστατο εκτυπωτή, οι ψηφιακές συντεταγμένες τροφοδοσίας που παράγονται από τη μορφή αρχείου Stereolithography (STL) μεταφράζονται από τον 3D εκτυπωτή σε αρχείο G-code. Η ευελιξία σχεδιασμού και κατασκευής πολύπλοκων δομών, καθώς και η δυνατότητα αλλαγής, επαναχρησιμοποίησης και βελτίωσης της εξατομίκευσης, καθίστανται δυνατά με αυτήν την τεχνική εκτύπωσης. Είναι δυνατή η δημιουργία μοντέλων για μεταμόσχευση οργάνων, καρδιακές επεμβάσεις και κατάγματα οστών στον τομέα της ιατρικής. Οι πέντε φάσεις κάθε διαδικασίας τρισδιάστατης εκτύπωσης περιλαμβάνουν τρισδιάστατη μοντελοποίηση, μετατροπή και μετάδοση δεδομένων, έλεγχο και προετοιμασία, κατασκευή και μετεπεξεργασία. Αυτή η αλυσίδα διαδικασίας είναι η ίδια για όλες τις τεχνολογίες τρισδιάστατης εκτύπωσης. Η ευελιξία της προσθετικής κατασκευής επιτρέπει στους παραγωγούς να βελτιστοποιούν τα σχέδια

για λιτή παραγωγή, η οποία αποφεύγει τα απόβλητα που προκύπτουν από την αφαίρεση υλικού, σε αντίθεση με παλαιότερες διαδικασίες κατασκευής που επέβαλαν πολυάριθμα όρια στο σχεδιασμό του προϊόντος. Έχει γίνει πλέον γνωστό ότι στα μέσα ενημέρωσης προσέλκυσε το ενδιαφέρον του ευρύτερου κοινού και ερευνητών από διάφορους κλάδους και έχει προσαρμοστεί σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών στην αυτοκινητοβιομηχανία, την αεροδιαστημική, τη μηχανική, την ιατρική, τη βιολογία και την προμήθεια τροφίμων σε αλυσίδες εφοδιασμού, μεταξύ άλλων. Τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας πρέπει να συνδεθούν με τις ικανότητες και τις προδιαγραφές των μονάδων παραγωγής που προκύπτουν από το επιχειρηματικό σχέδιο, το οποίο μπορεί να θεωρηθεί ως η στρατηγική έλξης της αγοράς για την ανάπτυξη της προσθετικής κατασκευής. (Susmita Bose, Sahar Vahabzadeh, Amit Bandyopadhyay, 2013, σσ. 496-504)

Η σημασία της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας στην τρισδιάστατη εκτύπωση και η συμβολή της στις τεχνολογίες προσθετικής κατασκευής είναι ένας αμφιλεγόμενος ισχυρισμός που εξακολουθεί να αποτελεί πρόκληση για τους ακαδημαϊκούς. Όπως έχουμε αναφέρει και σε προηγούμενες ενότητες, σε γενικές γραμμές, η εφοδιαστική αλυσίδα ορίζεται ως το δίκτυο των επιχειρήσεων που συμμετέχουν στις πολλές διαδικασίες και δραστηριότητες που παράγουν αξία και τη μεταφέρουν στον τελικό πελάτη με τη μορφή αγαθών και υπηρεσιών. Με άλλους όρους, μια αλυσίδα εφοδιασμού είναι μια συντονισμένη διαδικασία κατά την οποία οι πρώτοι πόροι μετατρέπονται σε τελικά προϊόντα προτού παρασχεθούν στους πελάτες λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες τους. Το σημερινό ενδιαφέρον για τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας περιλαμβάνει συντονισμό μεταξύ των πολλών προμηθευτών, συμπεριλαμβανομένων των παραγωγών, των διανομέων, των χονδρεμπόρων και των λιανοπωλητών. (Harland, 1996)

Η βιομηχανία logistics θα επηρεαστεί καθώς η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης προχωρά και γίνεται πιο δημοφιλής. Οι εφοδιαστικές αλυσίδες θα γίνουν συντομότερες καθώς οι διαδικασίες παραγωγής θα εξορθολογίζονται, αλλάζοντας την απαίτηση για μεταφορά. Τα επόμενα χρόνια προβλέπεται σημαντική μείωση του όγκου των εισαγωγών από την Ασία προς την Ευρώπη. Η εκτύπωση κατ' απαίτηση αποδίδει ήδη σε εταιρείες logistics όπως η DHL και η UPS, οι οποίες έχουν επεκτείνει τα δίκτυα διανομής τους και έχουν συνεργαστεί με επιχειρήσεις τρισδιάστατης εκτύπωσης. (blogger, 2022)

Η μέθοδος κατασκευής ενός προϊόντος στρώμα προς στρώμα ή layer by layer χρησιμοποιώντας τρισδιάστατη εκτύπωση μειώνει τα απόβλητα σε σύγκριση με την παραδοσιακή παραγωγή, η οποία συχνά αφαιρεί και απορρίπτει πόρους. Αυτό μπορεί να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να επιτύχουν τους στόχους της στρατηγικής βιωσιμότητας. Η αποκεντρωμένη παραγωγή καθίσταται δυνατή μέσω της τρισδιάστατης εκτύπωσης, η οποία προσφέρει επίσης δυνατότητες βελτίωσης του σχεδιασμού του προϊόντος με την άρση των περιορισμών που επιβάλλονται από τη συμβατική κατασκευή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της κατανάλωσης υλικών. Η ανάπτυξη φιλικών προς το περιβάλλον υλικών όπως το ABS και τα βιοπολυμερή, τα οποία βοηθούν τα χαμηλότερα αποτυπώματα άνθρακα, κατέστη δυνατή χάρη στις αυξημένες επενδύσεις στην έρευνα και ανάπτυξη υλικών. Με τη χρήση της τρισδιάστατης εκτύπωσης, απαιτούνται λιγότερα απόβλητα logistics, γεγονός που μειώνει τις συνολικές εκπομπές άνθρακα που σχετίζονται με την εκτύπωση. Τα πλεονεκτήματα των εξελίξεων στην επιστήμη των υλικών (όπως η χρήση ελαφρύτερων υλικών για την κατασκευή εξαρτημάτων αεροπλάνων και φιλικών προς το περιβάλλον υλικών συσκευασίας) παρουσιάζουν επίσης νέες επιλογές για τη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα στα logistics και στην εφοδιαστική αλυσίδα. (DHL, 2022)

Από την άλλη πλευρά, το 3D Printing έχει κάποιες προκλήσεις που είναι καλό να επιλυθούν, για την καλύτερη εφαρμογή της προσθετικής κατασκευής. (DHL, 2022) Αυτές είναι οι εξής:

- ✓ Επειδή η τρισδιάστατη εκτύπωση απαιτεί μικρότερες παρτίδες αγαθών από την παραδοσιακή κατασκευή, είναι πιο ακριβή και χρειάζεται περισσότερο χρόνο για να παραχθεί από τη μαζική παραγωγή. Αυτό εμποδίζει την ευρεία υιοθέτησή του σε όλους τους τομείς.
- ✓ Η περιορισμένη επιλογή πρώτων υλών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την τρισδιάστατη εκτύπωση είναι άλλο ένα εμπόδιο στην υιοθέτηση. Σε ορισμένες περιπτώσεις, εξακολουθεί να είναι δύσκολο να αποκτηθούν οι ίδιες υλικές ιδιότητες όπως στη συμβατική παραγωγή.
- ✓ Πολλές επιχειρήσεις συνεχίζουν να δυσκολεύονται να εφαρμόσουν την τρισδιάστατη εκτύπωση λόγω των ανησυχιών ότι τα πρότυπα ψηφιακής σχεδίασης που αποθηκεύονται στο cloud ενδέχεται να στοχοποιηθούν από χάκερ, με αποτέλεσμα πιθανώς παραβίαση πνευματικών δικαιωμάτων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι τεχνολογίες προσθετικής κατασκευής έχουν τη δυνατότητα να αλλάξουν σημαντικά τον τρόπο δημιουργίας των αλυσίδων εφοδιασμού σε όλο τον κόσμο. Η τεχνική έχει τη δυνατότητα να καταργήσει την απαίτηση τόσο για εργασία συναρμολόγησης χαμηλού επιπέδου όσο και για εγκαταστάσεις παραγωγής μεγάλου όγκου, μειώνοντας δραματικά το κόστος της εφοδιαστικής αλυσίδας. (G.R. Janssen, I.J. Blankers, E.A. Moolenburgh, A.L., 2014)

Μπορούμε να εκτυπώσουμε κατόπιν ζήτησης με ελάχιστη επίδραση στα logistics και στο απόθεμα. Αυτό σημαίνει ότι δεν χρειάζεται πλέον να στοιβάζουμε τα τελικά προϊόντα σε αποθήκες ή σε ράφια. Απλώς δημιουργούμε ένα προϊόν όποτε το χρειαζόμαστε. Και σπάζοντας την αλυσίδα εφοδιασμού στα μικρότερα εξαρτήματά της, το σύστημα αποκτά νέα αποτελεσματικότητα. Αυτές οι εξοικονομήσεις κόστους καλύπτουν ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού, από το κόστος συναρμολόγησης και μεταφοράς μέχρι το κόστος εξαρτημάτων, ενώ παράλληλα περιορίζεται το σκραπ, δηλαδή τυχόν απόβλητα βιομηχανικής παραγωγής ή ανακυκλώσιμα απορρίμματα, αυξάνει την προσαρμογή και επιταχύνει τους κύκλους συναρμολόγησης. (M. Gravier, 2016)

Το συμβατικό μοντέλο της εφοδιαστικής αλυσίδας βασίζεται σε μακροχρόνιους βιομηχανικούς περιορισμούς, την αποτελεσματικότητα της μαζικής παραγωγής, την απαίτηση για εργασία συναρμολόγησης χαμηλού κόστους και μεγάλου όγκου κ.λπ. Ωστόσο, η τρισδιάστατη εκτύπωση ξεπερνά αυτούς τους περιορισμούς. Τα προϊόντα χαμηλού όγκου, μοναδικά που μπορούν να εκτυπωθούν χρησιμοποιώντας τεχνολογία 3D είναι ικανά για σημαντικά μεγαλύτερη πολυπλοκότητα από αυτά που κατασκευάζονται με πιο συμβατικές τεχνικές. Αυτό καταργεί ταυτόχρονα την απαίτηση τόσο για εργάτες συναρμολόγησης χαμηλού επιπέδου όσο και για εγκαταστάσεις παραγωγής μεγάλου όγκου, εξαλείφοντας τουλάχιστον τη μισή αλυσίδα εφοδιασμού με ένα μόνο χτύπημα. Από αυτή την άποψη, η αποστολή αγαθών σε όλο τον κόσμο δεν είναι πλέον οικονομικά συμφέρουσα, δεδομένου ότι είναι δυνατή η κατασκευή σχεδόν οπουδήποτε στην ίδια τιμή ή λιγότερο. Τα ψηφιακά αρχεία χρησιμεύουν ως πρώτες ύλες σήμερα και τα μηχανήματα που τα δημιουργούν είναι διασυνδεδεμένα, πιο γρήγορα και πιο αποτελεσματικά από ποτέ. Και αυτό απαιτεί ένα νέο παράδειγμα της εφοδιαστικής αλυσίδας. (M. Gravier, 2016)

Η τεχνολογία τρισδιάστατης εκτύπωσης έχει τη δυνατότητα να αποσυναρμολογήσει τα υπάρχοντα συστήματα παγκόσμιας αλυσίδας εφοδιασμού και να τα ξαναχτίσει ως ένα νέο, τοπικό σύστημα με τη βοήθεια τοπικής προμήθειας. Επιπλέον, η τεχνολογία προωθεί μια άμεση σύνδεση μεταξύ του μάρκετινγκ, της κατασκευής και του σχεδιασμού. Η χρήση της τεχνολογίας μπορεί να αλλάξει την παγκόσμια αλυσίδα εφοδιασμού σε ένα δίκτυο τοπικής ιδιοκτησίας και λειτουργίας. (H.J. Nyman, P. Sarlin, 2014)

Η κατασκευή θα γίνει πιο ανταποκρινόμενη στα αιτήματα των πελατών και πιο ευέλικτη χάρη στην τρισδιάστατη εκτύπωση. Ως αποτέλεσμα, θα υπάρχουν λιγότερες εργασίες σε εξέλιξη, λιγότερα τελικά προϊόντα στο απόθεμα και λιγότερη απαξίωση των υφιστάμενων αποθεμάτων. Με λιγότερη αποθήκευση και λιγότερα παλιά αγαθά, ακόμα κι αν το κόστος ανά μονάδα μπορεί να είναι μεγαλύτερο, το κόστος ολόκληρου του συστήματος της αλυσίδας εφοδιασμού μπορεί να είναι χαμηλότερο από αυτό των παραδοσιακών βιομηχανικών αλυσίδων εφοδιασμού. Είναι δυνατή η παραγωγή προϊόντων πιο κοντά στον χρήστη. (C. Alexander, 2015) Ένα περιβάλλον μαζικής προσαρμογής κατά παραγγελία υποστηρίζεται από τρισδιάστατη εκτύπωση και σε ορισμένες περιπτώσεις, θα επιτρέψει τη διαφοροποίηση των προϊόντων να καθυστερήσει στη διαδικασία της αλυσίδας εφοδιασμού. Ο όγκος των πληροφοριών που μεταδίδονται θα αυξηθεί δραματικά. Το απόθεμα δημιουργείται από την πρώτη ύλη, η οποία είναι συχνά αρκετά προσαρμόσιμη και πολύτιμη για πολλά αγαθά. Οι μικρές παρτίδες και η ασταθής ζήτηση είναι τέλειοι υποψήφιοι για αυτή τη διαδικασία αυτή. (H.J. Nyman, P. Sarlin, 2014)

Παρόλο που αναμένεται ότι το κόστος παραγωγής μπορεί να μειωθεί για είδη μικρού όγκου λόγω χαμηλότερου κόστους εγκατάστασης και εργαλείων, οι ευκαιρίες για τρισδιάστατη εκτύπωση δεν καλύπτονται πλήρως από αυτό. Νέες τακτικές μάρκετινγκ και κανάλια διανομής μπορούν να χρησιμοποιηθούν με την προσθετική κατασκευή. Η τρισδιάστατη εκτύπωση επιτρέπει την παραγωγή με βάση την τρέχουσα ζήτηση, σε αντίθεση με τους κατασκευαστές που παράγουν πράγματα με βάση την αναμενόμενη ζήτηση. Ως αποτέλεσμα, οι χρόνοι αποστολής από την παραγγελία έως την παράδοση μειώνονται. Θα υπάρχει μια πολύ πιο προσαρμόσιμη αλυσίδα εφοδιασμού για να αντιμετωπίσει τις αυξήσεις της ζήτησης προϊόντων. (R. Bogue, 2013)

Με λακωνικό τρόπο μπορούμε να πούμε ότι το 3D Printing ή Προσθετική Κατασκευή αποτελείται από μερικούς τρόπους χρήσης στα logistics και είναι οι εξής :

1. **Γρήγορη δημιουργία πρωτοτύπων:** Η τρισδιάστατη εκτύπωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη γρήγορη δημιουργία πρωτοτύπων νέων προϊόντων, επιτρέποντας στους διαχειριστές logistics να δοκιμάσουν και να αξιολογήσουν νέα σχέδια πριν δεσμευτούν για μαζική παραγωγή.
2. **Κατασκευή κατ' απαίτηση:** Η τρισδιάστατη εκτύπωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ανταλλακτικών και εξαρτημάτων κατά παραγγελία, μειώνοντας την ανάγκη για μεγάλα αποθέματα και επιτρέποντας στους διαχειριστές logistics να ανταποκρίνονται γρήγορα στην μεταβαλλόμενη ζήτηση.
3. **Προσαρμογή:** Η τρισδιάστατη εκτύπωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία προσαρμοσμένων ανταλλακτικών και εξαρτημάτων, επιτρέποντας στους διαχειριστές logistics να δημιουργούν προϊόντα προσαρμοσμένα στις συγκεκριμένες ανάγκες των πελατών.

4. **Μειωμένοι χρόνοι παράδοσης:** Με την εκτύπωση 3D, τα ανταλλακτικά και τα εξαρτήματα μπορούν να παραχθούν γρήγορα και αποτελεσματικά, μειώνοντας τους χρόνους παράδοσης και βελτιώνοντας τους χρόνους παράδοσης.
5. **Μειωμένο κόστος εφοδιαστικής αλυσίδας:** Η τρισδιάστατη εκτύπωση μπορεί να βοηθήσει στη μείωση του κόστους εφοδιαστικής αλυσίδας μειώνοντας την ανάγκη για μεγάλα αποθέματα, μειώνοντας την ανάγκη μεταφοράς και αποθήκευσης και επιτρέποντας την τοπική παραγωγή.
6. **Απομακρυσμένη παραγωγή:** Η τρισδιάστατη εκτύπωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εξ αποστάσεως παραγωγή ανταλλακτικών και εξαρτημάτων, επιτρέποντας στους διαχειριστές logistics να παράγουν ανταλλακτικά και εξαρτήματα πιο κοντά στο σημείο χρήσης, μειώνοντας το κόστος μεταφοράς και βελτιώνοντας τους χρόνους παράδοσης.
7. **Ανταλλακτικά:** Η τρισδιάστατη εκτύπωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία ανταλλακτικών, μειώνοντας το χρόνο διακοπής λειτουργίας και το κόστος επισκευής.
8. **Αντίστροφη εφοδιαστική αλυσίδα:** Η τρισδιάστατη εκτύπωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην αντίστροφη επιμελητεία, για την παραγωγή ανταλλακτικών και εξαρτημάτων για επιστρεφόμενα ή σπασμένα προϊόντα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η τρισδιάστατη εκτύπωση εξακολουθεί να είναι μια σχετικά νέα τεχνολογία και η εφαρμογή της στα logistics βρίσκεται ακόμα υπό έρευνα και ανάπτυξη. Μερικοί από τους περιορισμούς της τρισδιάστατης εκτύπωσης περιλαμβάνουν το κόστος των μηχανών και των υλικών, το μέγεθος και το βάρος των εξαρτημάτων που μπορούν να εκτυπωθούν, την ταχύτητα εκτύπωσης και την ποιότητα του τελικού προϊόντος.

Συνοπτικά, μπορούμε να πούμε ότι η δημιουργία τρισδιάστατων αντικειμένων με χρήση σύγχρονης τεχνολογίας της προσθετικής κατασκευής ή τρισδιάστατη εκτύπωση, έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται σε μια σειρά από βιομηχανίες, συμπεριλαμβανομένης της κατασκευής ιατρικού εξοπλισμού και ανταλλακτικών για αεροπλάνα. Τα περιφερειακά δίκτυα logistics θα γίνουν πιο περίπλοκα, θα αναπτυχθούν νέες στρατηγικές εφοδιαστικής αλυσίδας, οι εταιρείες θα μπορούν να προσφέρουν νέες υπηρεσίες logistics στον τομέα της προμήθειας ανταλλακτικών και οι πάροχοι logistics θα μπορούν να ορίσουν μια παγκόσμια τρισδιάστατη πλατφόρμα με βάση ψηφιακών μοντέλων. Τέλος, η εξατομίκευση προϊόντων και υπηρεσιών, σύμφωνα με τις απαιτήσεις των χρηστών, πραγματοποιείται με τρισδιάστατη εκτύπωση στο πλησιέστερο κέντρο διανομής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.10: ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ-AUGMENTED REALITY

Μαζί με την εικονική πραγματικότητα ή Virtual Reality (VR), τη μικτή πραγματικότητα ή Mixed Reality (MR) και την επαυξημένη πραγματικότητα ή Augmented Reality (AR), αυτές οι τεχνολογίες αναφέρονται ως «εμβυθιστικές» ή Immersive Technologies. Αντί να «αυξάνουμε» τη σύνδεσή μας με το περιβάλλον μας και την αντίληψή μας για τα αντικείμενα με τα οποία εργαζόμαστε, όπως συμβαίνει με το VR, το οποίο αντικαθιστά τη φυσική πραγματικότητα με ένα προκαθορισμένο περιβάλλον, ο στόχος της επαυξημένης πραγματικότητας AR είναι να ενισχύσει την ανθρώπινη ενασχόληση με το περιβάλλον. Αν και ο Tom Caudell και ο David Mizell χρησιμοποίησαν για πρώτη φορά τη φράση "Augmented Reality" στις αρχές της δεκαετίας του 1990, αυτές οι τεχνολογίες υπάρχουν για περισσότερα από πενήντα χρόνια και έχουν προχωρήσει από τότε, δηλαδή από το 1968 από τον Ivan Sutherland. (De Pace, F., Manuri, F. & Sanna, A., 2018)

Παρακάτω διαφαίνεται και η πρώτη προσπάθεια ανάπτυξης της συσκευής επαυξημένης πραγματικότητας AR από τον Ivan Sutherland εν έτη 1968:



Εικόνα 18: Η πρωτότυπη συσκευή AR του Ivan Sutherland

(<https://www.informit.com/articles/article.aspx?p=2516729&seqNum=2>, 2016)

Σήμερα, η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) αναφέρεται σε μια πραγματικότητα μέσω υπολογιστή ή ένα διαδραστικό σύστημα γραφικών που επιτρέπει την οπτικοποίηση μιας βελτιωμένης εικόνας υπερθέτοντας ένα ή περισσότερα επίπεδα πληροφοριών, είτε αποτελούνται από απλά δεδομένα, εικονικά αντικείμενα ή πολυμέσα. Σε αντίθεση με την εικονική

πραγματικότητα (VR), όπου η εικόνα που εμφανίζεται και οι σχετικές αισθητηριακές εισροές μπορεί να μην αντιστοιχούν πάντα στην πραγματικότητα που παρατηρεί ο χρήστης, οι τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας (AR) προσφέρουν ένα πρόσθετο επίπεδο πληροφοριών σχετικά με το περιβάλλον στο οποίο λειτουργεί ο χρήστης, το οποίο στη συνέχεια γίνεται αντιληπτή σε πραγματικό χρόνο τόσο στα στοιχεία της παρατηρούμενης πραγματικότητας όσο και στις πρόσθετες πληροφορίες. (Martin, J., Bohuslava, J., Igor, H., 2018, pp. 231-236)

Τέλος, το AR επιτρέπει το κλείσιμο του χάσματος μεταξύ του τεράστιου όγκου ψηφιακών δεδομένων και του πραγματικού κόσμου με τον οποίο σχετίζονται τα δεδομένα. Αν και οι πληροφορίες που χρησιμοποιούνται για τη λήψη αποφάσεων και την ανάληψη δράσης είναι περιορισμένες σε σελίδες και δισδιάστατα σχήματα, η πραγματικότητα είναι τρισδιάστατη. Αυτό το χαρακτηριστικό εμποδίζει τους ανθρώπους να χρησιμοποιήσουν πλήρως τα διαθέσιμα γεγονότα και τους εμποδίζει να έχουν μια ολοκληρωμένη κατανόηση της πραγματικότητας. Το AR κλείνει αυτό το χάσμα αναδεικνύοντας διακριτές και απεριόριστες αξιοποιημένες ανθρώπινες δεξιότητες. (Porter, M. E., Heppelmann, J. E., 2017)

Ο βιομηχανικός κλάδος ήταν ένας από τους κύριους τομείς χρήσης του AR από την έναρξή του. Πολλοί ακαδημαϊκοί έχουν συμπεριλάβει αυτήν την τεχνολογία ως μία από τις τεχνολογίες που του Industry 4.0, λόγω του πόσο εύκολα έχει εξελιχθεί για να αντιμετωπίσει τα ζητήματα της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης. Στην πραγματικότητα, η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας από αυτό τον κλάδο έχει επεκταθεί σημαντικά, με αποτέλεσμα να υπάρχει υψηλότερη παραγωγικότητα και καλύτερο εργασιακό περιβάλλον χάρη στις τεράστιες δυνατότητες της επαυξημένης πραγματικότητας για τη βελτίωση της αντίληψης των εργαζομένων στην κάθε επιχείρηση. Τα έξυπνα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας (ARSG) είναι από τις πιο πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες για βιομηχανική χρήση. Δεδομένου ότι υποτίθεται ότι βοηθούν το προσωπικό του καταστήματος που εκτελεί διαφορετικές εργασίες χειρισμού υλικών, συναρμολόγησης, συντήρησης και ποιοτικού ελέγχου, κερδίζουν δημοτικότητα. (Oztemel, E., Gursev, S., 2018, pp. 127-182)

Επιπλέον, τα smartphone και τα tablet είναι προσβάσιμα σε όλους και τα tablet αρχίζουν να πολλαπλασιάζονται ιδιαίτερα στον βιομηχανικό τομέα, προσφέροντας μια πιο σύνθετη εμπειρία λόγω του μεγέθους των οθονών. Υπό αυτή την έννοια, ένα από τα πιο πολλά υποσχόμενα πεδία όπου η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να είναι χρήσιμη είναι τα logistics. Οι εργαζόμενοι που συμμετέχουν σε εισερχόμενες ή εξερχόμενες λειτουργίες logistics βοηθούνται στην εκτέλεση των καθηκόντων τους από τα προαναφερθέντα gadget και κερδίζουν κυρίως από τη γρήγορη πρόσβαση και τη σαφή εμφάνιση των σχετικών πληροφοριών. Τρεις κύριοι τομείς υλικοτεχνικής υποστήριξης επηρεάζονται ιδιαίτερα από την εφαρμογή AR, οι οποίοι είναι η αποθήκη, η μεταφορά και η εκπαίδευση. (Syberfeldt, A., Holm, M., Danielsson, O., Wang, L., Brewster, R. L., 2016)



Εικόνα 19: Έξυπνα γυαλιά AR Apple

(<https://www.youtube.com/watch?v=AvzgDoDgXzE>, n.d.)

Οι χρήστες μπορεί να επωφεληθούν από την επαυξημένη πραγματικότητα με πολλούς τρόπους, αλλά οι δυνατότητές της στα logistics είναι ιδιαίτερα υψηλές. Δεδομένου του ζωτικού ρόλου που διαδραματίζει η εφοδιαστική και του πόσο διαρκώς εξελίσσεται ως αποτέλεσμα της τεχνολογικής προόδου και της καινοτομίας, όλες οι πτυχές των λειτουργιών εφοδιαστικής — από την αγορά έως την αποθήκευση έως την παράδοση — πρέπει να είναι αποτελεσματικές και αποδοτικές προκειμένου να συμβαδίζουν με την παραγωγή και τη διανομή. Τα ανθρώπινα στοιχεία και λειτουργίες είναι κρίσιμα σε αυτή τη διαδικασία. Η επαφή μεταξύ του χειριστή και του περιβάλλοντος εργασίας αυξάνεται εκθετικά από τα gadget AR. Δεδομένου ότι η τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας (AR) ενισχύει τη μετάδοση πληροφοριών από το ψηφιακό στο πραγματικό περιβάλλον, έχει επιρροή και περιλαμβάνει πολυάριθμους εταιρικούς μετόχους σε στρατηγικό, διαχειριστικό και λειτουργικό επίπεδο. Οι χειριστές εργάζονται στον βιομηχανικό κλάδο των logistics, όπως το προσωπικό μεταφορών ή αποθήκης το οποίο εμπλέκεται άμεσα στην εισαγωγή αυτής της τεχνολογίας και τη χρησιμοποιεί για την εκτέλεση των τακτικών εργασιακών τους καθηκόντων. Επιπλέον, οι διαχειριστές logistics πρέπει να μάθουν να χειρίζονται το AR και να το εφαρμόζουν σωστά στο χώρο εργασίας επειδή δεν το χρησιμοποιούν προσωπικά ή άμεσα. (Fang, W., An, Z., 2020)

Η χρήση επαυξημένης πραγματικότητας (AR) από χειριστές ενισχύει την ικανότητά τους να παρακολουθούν και να έχουν πρόσβαση σε δεδομένα, να λαμβάνουν οδηγίες και ενδείξεις σχετικά με στοιχεία και να διαχειρίζονται λειτουργίες. Το AR ενισχύει την ικανότητα απόκτησης και χρήσης πληροφοριών τοποθετώντας τις απευθείας στο πλαίσιο στο οποίο θα εφαρμοστούν και δίνοντας δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, μειώνοντας την ψυχική πίεση για την απορρόφηση πληροφοριών και ενισχύοντας την προσοχή του χειριστή. Επιπλέον, το AR ενισχύει τη λήψη αποφάσεων διευκολύνοντας την επεξεργασία πληροφοριών του χειριστή και ενισχύοντας τις ικανότητες επικοινωνίας, επίλυσης προβλημάτων και λήψης αποφάσεων με έναν ειδικό. Η ικανότητα του χειριστή να αλληλεπιδρά με το εξωτερικό περιβάλλον βελτιώνεται από το AR, το οποίο ενισχύει μια σειρά από γνωστικές ικανότητες όπως η μνήμη, η μάθηση, η αντίληψη, η λήψη αποφάσεων, η επίλυση προβλημάτων και η προσοχή. (Fang, W., An, Z., 2020)

Ακόμη και οι πιο έμπειροι επαγγελματίες μπορεί να αντιμετωπίσουν υπερφόρτωση πληροφοριών, δηλαδή να έχουν πάρα πολλές διαδικασίες για να θυμούνται ή να δυσκολεύονται να εντοπίσουν τα ακριβή σημεία παρέμβασης, γεγονός που μειώνει το ανθρώπινο λάθος. Μπορούν να επωφεληθούν

από το AR στις καθημερινές τους εργασίες. Προκειμένου να υποστηριχθεί ο χειριστής που γίνεται «έξυπνος» σε πραγματικό χρόνο κατά τις χειροκίνητες λειτουργίες, ενεργώντας ως σύστημα ψηφιακής βοήθειας για τη μείωση των σφαλμάτων και ταυτόχρονα τη μείωση της εξάρτησης από έντυπες οδηγίες εργασίας, οθόνες υπολογιστή και μνήμη χειριστή, που πρέπει πρώτα να μεταφραστεί από εξειδικευμένο εργάτη, η τεχνολογία AR μπορεί να προσφέρει σχετικά οφέλη (όπως ταχύτερους χρόνους κύκλου, αξιοπιστία, μειωμένο ποσοστό αποτυχίας και ιχνηλασιμότητα). Προκειμένου να βοηθηθεί ο έξυπνος χειριστής να λάβει καλύτερες αποφάσεις, η τεχνολογία AR παρέχει επίσης ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο για έξυπνες διαδικασίες και μηχανήματα κατασκευής. (Fang, W., An, Z., 2020)

Ωστόσο, όπως φαίνεται μέσω της πρακτικής και του πειραματισμού, το AR έχει επίσης μειονεκτήματα, τεχνολογικούς περιορισμούς και ανθρώπινα εμπόδια.

(Bräuer, P., & Mazarakis, A, 2018)

Ορισμένοι από αυτούς τους περιορισμούς, τόσο όσον αφορά το υλικό όσο και το λογισμικό, αφορούν συγκεκριμένες συσκευές. Οι μπαταρίες των εργαλείων μπορεί να μην είναι φτιαγμένες ώστε να διαρκούν αρκετά για να περάσουν μια ολόκληρη εργάσιμη ημέρα και η χρήση επιπλέον μπαταριών που πρέπει να μεταφέρουν οι εργαζόμενοι μπορεί να είναι επαχθής. Επιπλέον, η φυσική διαδικασία μπορεί να επηρεαστεί από την υπερθέρμανση και την επιβράδυνση των επεξεργασιών μετά από παρατεταμένη χρήση ή όταν απαιτείται περίπλοκη εργασία ή οι οθόνες ενδέχεται να μην προσαρμόζονται αμέσως σε μια αλλαγή στο φωτισμό (π.χ. από τη μετακίνηση μέσα και έξω από ένα κτίριο). Είναι δύσκολο για τους επαγγελματίες να πειραματίζονται με συσκευές, να δημιουργούν τις δικές τους εφαρμογές και να συνδέουν συσκευές με υπάρχοντα συστήματα, καθώς τα περιβάλλοντα προγραμματισμού και οι γλώσσες δεν είναι τυπικές. Οι χρήστες συσκευών επηρεάζονται επιπλέον από πρόσθετους τεχνολογικούς περιορισμούς. (Stoltz, M.-H., Giannikas, V., McFarlane, D., Strachan, J., Um, J., Srinivasan, R, 2017) Πολλά gadget AR είναι άβολα στη χρήση, καθώς δεν προορίζονται για παρατεταμένη, συνεχή χρήση, έχοντας τα εξής προβλήματα:

- Η καθυστέρηση της οθόνης μπορεί να οδηγήσει σε πονοκεφάλους
- Οι μη κεντρικές προβολές, όπου οι πληροφορίες εμφανίζονται επάνω δεξιά ή αριστερά, προκαλούν κόπωση των ματιών, καθώς οι χρήστες πρέπει να εργάζονται για να κρατούν την προσοχή τους αποκλειστικά στο κέντρο της οθόνης
- Τα ογκώδη gadget δεν φοριούνται άνετα.

Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) μπορεί να συνδυαστεί με logistics για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας και τη μείωση του κόστους. Μερικοί τρόποι με τους οποίους το AR μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα logistics περιλαμβάνουν:

1. **Εκπαίδευση:** Το AR μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκπαίδευση επαγγελματιών logistics παρέχοντάς τους πληροφορίες και καθοδήγηση σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντάς τους να βελτιώσουν τις δεξιότητές τους και να μειώσουν τα λάθη.
2. **Συντήρηση και επισκευή:** Το AR μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παρέχει στους επαγγελματίες logistics πληροφορίες και καθοδήγηση σε πραγματικό χρόνο για εργασίες συντήρησης και επισκευής, μειώνοντας το χρόνο διακοπής λειτουργίας και βελτιώνοντας την απόδοση.

3. **Διαχείριση αποθέματος:** Το AR μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παρέχει στους επαγγελματίες logistics πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τα επίπεδα αποθέματος, επιτρέποντάς τους να διαχειρίζονται το απόθεμα πιο αποτελεσματικά και να μειώνουν τα αποθέματα.
4. **Pick and Pack:** Το AR μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καθοδηγήσει τους επαγγελματίες logistics στη διαδικασία συλλογής και συσκευασίας, βελτιώνοντας την ακρίβεια και μειώνοντας τα σφάλματα.
5. **Απομακρυσμένη βοήθεια:** Το AR μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή απομακρυσμένης βοήθειας σε επαγγελματίες logistics, επιτρέποντας στους ειδικούς να τους καθοδηγούν και να τους βοηθούν εξ αποστάσεως, βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητα και μειώνοντας το κόστος.
6. **Πλοήγηση:** Το AR μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παρέχει στους επαγγελματίες logistics πληροφορίες πλοήγησης σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντάς τους να πλοηγούνται σε αποθήκες και άλλες εγκαταστάσεις logistics πιο αποτελεσματικά.
7. **Ποιοτικός έλεγχος:** Το AR μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διασφάλιση της ποιότητας των λειτουργιών logistics παρέχοντας στους επαγγελματίες logistics πληροφορίες και καθοδήγηση σε πραγματικό χρόνο, βοηθώντας στον εντοπισμό και τη διόρθωση τυχόν αποκλίσεων.
8. **Μείωση κόστους:** Το AR μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μείωση του κόστους παρέχοντας στους επαγγελματίες logistics πληροφορίες και καθοδήγηση σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντάς τους να βελτιστοποιήσουν τις λειτουργίες logistics και να μειώσουν τα σφάλματα.

Τέλος, το AR μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με άλλες τεχνολογίες όπως το GPS, οι αισθητήρες και το IoT για την παροχή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και τη βελτίωση των λειτουργιών logistics. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι η χρήση του AR στα logistics θέτει επίσης ορισμένες προκλήσεις όπως το κόστος, η διαχείριση δεδομένων, η ασφάλεια και το απόρρητο. Επιπλέον, υπάρχει ανάγκη για ειδικευμένους επαγγελματίες που μπορούν να διαχειρίζονται και να συντηρούν αυτά τα συστήματα, καθώς και για τυποποίηση και ρύθμιση ώστε να διασφαλίζεται η ασφαλής και ασφαλής λειτουργία του AR στα συστήματα logistics.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ FOOD LOGISTICS

4.0

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τη διατροφή του πλανήτη είναι περισσότερο σημαντικές από οποιοδήποτε άλλο μέρος της καθημερινής ζωής. Τα logistics είναι ένα κρίσιμο συστατικό για τη διατροφή του πλανήτη. Τα τελευταία 20 με 30 χρόνια, τα θέματα που σχετίζονται με τα τρόφιμα αποτελούν φυσικό μέρος της έρευνας για την εφοδιαστική αλυσίδα, και τα τελευταία χρόνια, το ενδιαφέρον για αυτά τα θέματα έχει αυξηθεί ως αποτέλεσμα νέων σημαντικών κοινωνικών ζητημάτων όπως η παγκοσμιοποίηση, οι ειδοποιησείς ποιότητας, τα αυξημένα πρότυπα και οι τροποποιήσεις των σχέσεων και των δομών της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων. Είναι ζωτικής σημασίας, λοιπόν, να εξετάσουμε νέες μελέτες, καθώς ο τομέας των food logistics γίνεται όλο και πιο σημαντικός. (Roth, A. V., A. A. Tsay, M. E. Pullman, and J. V. Gray, 2008)

Ένας κρίσιμος κρίκος στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων είναι η επιμελητεία τροφίμων ή food logistics. Δεδομένου ότι τα περισσότερα είδη τροφίμων έχουν σχετικά μικρή διάρκεια ζωής, είναι σημαντικό να ικανοποιούνται τα αιτήματα των πελατών προσφέροντας την κατάλληλη ποιότητα και ποσότητα σε προσιτή τιμή, έγκαιρα και με ελάχιστη έως καθόλου σπατάλη τροφίμων. Προκειμένου να διαχειρίζεται αποτελεσματικά τη ροή των ειδών διατροφής από το φάρμα στο τραπέζι με τους λιγότερους πόρους και τα λιγότερα απόβλητα, ενώ ταυτόχρονα ικανοποιεί τις απαιτήσεις των πελατών, περιλαμβάνει τόσο την ψυχρή όσο και την περιβαλλοντική επιμελητεία ή cold and ambient logistics. Προκειμένου οι επιχειρήσεις επιμελητείας τροφίμων να χειριστούν τις συμμορφώσεις οδικής ασφάλειας και ασφάλειας τροφίμων, τις οδικές συνθήκες, συμπεριλαμβανομένης της κυκλοφορίας, του επιπέδου εξυπηρέτησης (έγκαιρη παράδοση) και τη βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης, έχουν υιοθετήσει την τεχνολογία πληροφοριών στις καθημερινές τους λειτουργίες. Επιπλέον, η αγορά για τα logistics τροφίμων έχει κορεστεί όλο και περισσότερο τις τελευταίες δεκαετίες και οι προσδοκίες των νέων πελατών αυξάνουν την πίεση και περιπλέκουν τα συστήματα. Η πίεση αυξάνεται επίσης από πρόσθετες παραμέτρους που συμβάλλουν, όπως η διάρκεια ζωής, η παγκοσμιοποίηση, οι δημογραφικές αλλαγές, η μεταβαλλόμενη ζήτηση των καταναλωτών για εξατομικευμένα τρόφιμα, όπως τρόφιμα χωρίς γλουτένη, χαμηλή περιεκτικότητα σε ζάχαρη και αλάτι, χαμηλές θερμίδες, κ.λπ. και ηθικά βρώσιμα αγαθά, όπως υφίστανται σε διάφορες χώρες της Ανατολής. Ωστόσο, πρέπει να γίνει περισσότερη δουλειά για τον εκσυγχρονισμό της εφοδιαστικής αλυσίδας τροφίμων, δημιουργώντας τελικές απαντήσεις που θα βελτιστοποιήσουν τον κοινωνικό, περιβαλλοντικό και οικονομικό τομέα. (Fredriksson, A.; Liljestrang, K, 2015)

Αν και οι τεχνολογίες βιομηχανίας 4.0 έχουν αρχίσει να αναπτύσσονται σε μεγάλη κλίμακα, τα food logistics έχουν βελτιωθεί με την πάροδο του χρόνου. Απαιτούνται νέες στρατηγικές για την εφοδιαστική αλυσίδα τροφίμων υπό το πρίσμα της τρέχουσας τάσης προς την τεχνολογία Industry 4.0, προκειμένου να μειωθεί το κόστος υλικολογικής υποστήριξης και οι εκπομπές άνθρακα και να ενισχυθεί η βιωσιμότητα γενικά. Ως εκ τούτου, έχει καταστεί απαραίτητο να λυθούν αυτά τα προβλήματα, να αυξηθεί η ευαισθητοποίηση και η κατανόηση της βιομηχανίας 4.0 στον τομέα των τροφίμων και να αναγνωριστούν τόσο τα πλεονεκτήματα όσο και τα μειονεκτήματα της επιμελητείας τροφίμων 4.0. Η παρούσα διπλωματική εργασία, σε αυτό το κεφάλαιο εστιάζει στη συνάφεια των τεχνολογιών Industry 4.0 στο πλαίσιο των food logistics.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.1: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΟ ΤΟΜΕΑ ΤΩΝ FOOD LOGISTICS 4.0

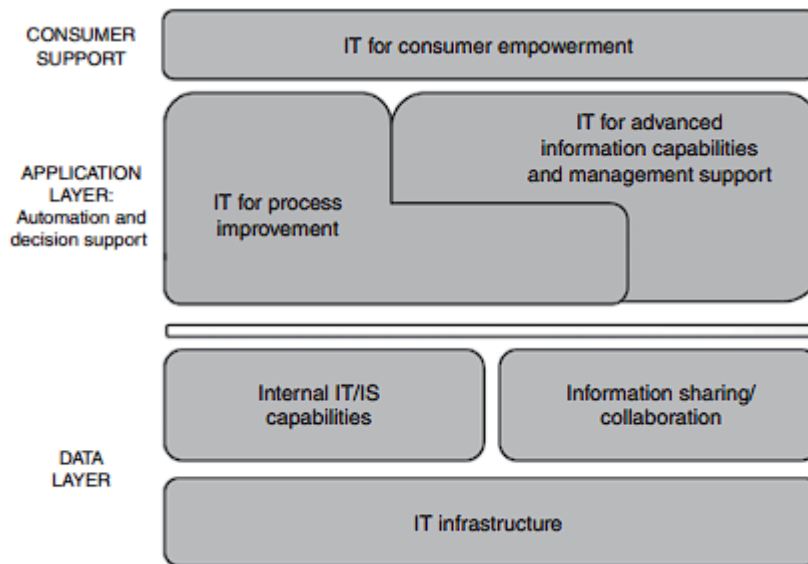
Τις τελευταίες δεκαετίες, έχουμε δει σημαντικές επενδύσεις στον βιομηχανικό κλάδο και μεγαλύτερη προσοχή στην εκμετάλλευση αυτής της δυνατότητας λειτουργίας. Η τεχνολογία της πληροφορικής (IT) υπήρξε ζωτικός παράγοντας διευκόλυνσης στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η βελτίωση της λειτουργικής αποτελεσματικότητας και η μείωση του κόστους ήταν συχνά οι κινητήριες δυνάμεις πίσω από τις εγκαταστάσεις πληροφορικής στο περιβάλλον της αλυσίδας εφοδιασμού. Οι μειωμένοι χρόνοι κύκλου, οι βελτιωμένες λειτουργίες και τα χαμηλότερα επίπεδα αποθέματος είναι μερικά μόνο πλεονεκτήματα που αναφέρονται ως αποτέλεσμα της ανάπτυξης πληροφορικής στην αλυσίδα εφοδιασμού. Ωστόσο, σε πολλές περιπτώσεις, η λειτουργία της πληροφορικής έχει επεκταθεί για να περιλαμβάνει δυνατότητες παροχής βελτιωμένων πληροφοριών που μπορεί να βελτιώσουν περαιτέρω τη συντονισμένη λήψη αποφάσεων, την πρόβλεψη ζήτησης και μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα της δραστηριότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας. (Wu, F., Yenyurt, S., Kim, D. and Cavusgil, S.T., 2006)

Βασίζόμενοι σε περισσότερες από δύο δεκαετίες εμπειρίας, πολλοί τομείς ανάπτυξης πληροφορικής στην αλυσίδα εφοδιασμού έχουν ήδη φτάσει σε ένα ώριμο στάδιο και όλοι οι εμπλεκόμενοι φορείς μοιράζονται παρόμοια κατανόηση του προβλεπόμενου κόστους και των πλεονεκτημάτων τέτοιων υλοποιήσεων. Για παράδειγμα, υπάρχει καλή κατανόηση του τρόπου με τον οποίο χειρίζονται οι διαδικασίες διαχείρισης αποθεμάτων, παραγωγής και αναπλήρωσης από συστήματα σχεδιασμού πόρων παραγωγής ή Manufacturing Resource Planning (MRP) και προγραμματισμού πόρων επιχείρησης ή Enterprise Resource Planning (ERP), καθώς και πώς υποστηρίζονται οι διαδικασίες διανομής και αποθήκευσης από συστήματα διαχείρισης διανομής ή Distribution Management System (DMS) και συστήματα διαχείρισης αποθήκης ή Warehouse Management System (WMS).

Τα προαναφερθέντα ζητήματα εγείρουν μια σειρά από ολοκαίνουργιες απαιτήσεις για τη χρήση της πληροφορικής στο περιβάλλον της αλυσίδας εφοδιασμού, συμπεριλαμβανομένης της ανάγκης για βελτιωμένες δυνατότητες πληροφοριών, αυτοματισμό, ανταλλαγή πληροφοριών και περίπλοκη υποστήριξη αποφάσεων. Η άνοδος νέων τεχνολογιών και ρυθμίσεων πλούσιων σε πληροφορίες, όπως το Internet of Things, οι αισθητήρες, η αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων (RFID), τα μεγάλα δεδομένα κ.λπ., δημιουργεί ταυτόχρονα νέες ευκαιρίες και προσφέρει δυνατότητες και εργαλεία αιχμής για την κάλυψη αυτών των απαιτήσεων. Στα μέρη που ακολουθούν, γίνεται μια προκαταρκτική προσπάθεια να συνδυαστούν οι τρέχουσες δυνατότητες πληροφορικής με τις αυξανόμενες απαιτήσεις και να προστεθεί σε αυτή τη συζήτηση με ορισμένα πρώιμα εμπειρικά δεδομένα. (Tseng, M.-L., Wu, K.-J. and Nguyen, T.T., 2011)

Μια προτεινόμενη αρχιτεκτονική πληροφορικής στο πλαίσιο μιας εφοδιαστικής αλυσίδας φαίνεται γραφικά στη παρακάτω εικόνα 18. Οι δυνατότητες που προσφέρει το κατώτερο στρώμα της αρχιτεκτονικής βασίζονται στο ανώτερο στρώμα για να δώσουν αυξημένες δυνατότητες. Από αυτή την άποψη, οι αποφάσεις που λαμβάνονται στο επίπεδο υποδομής πληροφορικής ήδη καθορίζουν, σε κάποιο βαθμό, το διαμέτρημα και το επίπεδο λεπτομέρειας των πληροφοριών που μπορούν να διατεθούν στα ανώτερα επίπεδα. Ο βαθμός αυτοματοποίησης της διαδικασίας ή το είδος των πληροφοριών που είναι διαθέσιμες στα υψηλότερα επίπεδα της αρχιτεκτονικής, για παράδειγμα,

περιορίζεται εάν χρησιμοποιείται τεχνολογία γραμμωτού κώδικα στο επίπεδο υποδομής πληροφορικής για την αναγνώριση του προϊόντος. Οι επιχειρηματίες που ασχολούνται με τον τομέα του food logistics μπορούν να επωφεληθούν από αυτό και να επιτρέψουν την υπηρεσία ιχνηλασιμότητας που παρέχεται στους τελικούς χρήστες για κάθε μοναδική παρουσία προϊόντος που δεν θα ήταν εφικτό, εάν η αναγνώριση μοναδικού στιγμιότυπου υποστηρίζεται από μια υποδομή RFID. Φυσικά, μια τέτοια υπηρεσία θα εξαρτηθεί επίσης από τις κατάλληλες εσωτερικές δυνατότητες IT, την ανταλλαγή πληροφοριών με εταίρους στην αλυσίδα εφοδιασμού, καθώς και από τον σωστό έλεγχο της διαδικασίας και τη διαχείριση πληροφοριών.



Εικόνα 20: Η αρχιτεκτονική της τεχνολογίας της πληροφορικής στην εφοδιαστική αλυσίδα τροφίμων

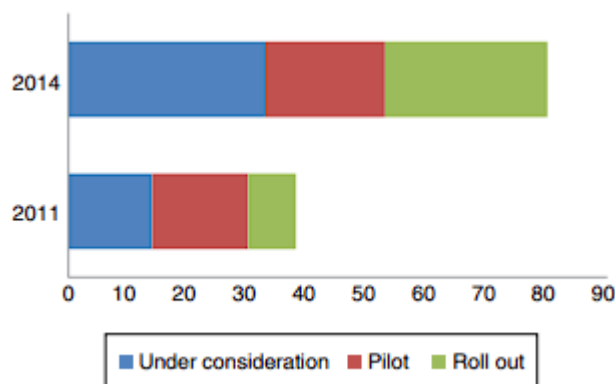
(Katerina Pramatarī, 2016)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.2: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ ΜΕ RFID

Αναμένεται ότι η έλευση νέων τεχνολογιών, όπως η RFID, θα μεταμορφώσει πλήρως πολλές πτυχές της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας μειώνοντας το κόστος, βελτιώνοντας τα πρότυπα υπηρεσιών και ανοίγοντας νέες ευκαιρίες για τον εντοπισμό συγκεκριμένων περιπτώσεων προϊόντων. Ένα νέο και πλούσιο περιβάλλον πληροφοριών που ορίζεται από τις εξελιγμένες δυνατότητες συλλογής δεδομένων της τεχνολογίας RFID, σε συνδυασμό με μοναδική αναγνώριση προϊόντων και δεδομένα σε πραγματικό χρόνο από διάφορες πηγές δεδομένων, όπως περιβαλλοντικούς αισθητήρες, ανοίγει νέες δυνατότητες για την αποτελεσματική διαχείριση των διαδικασιών της εφοδιαστικής αλυσίδας και υποστήριξη αποφάσεων. (Pramatari, K.C. and Dimakopoulou, A, 2014)

Αν και υπήρξαν πρωτοβουλίες και συνομιλίες για την ανάπτυξη της RFID στο περιβάλλον της εφοδιαστικής αλυσίδας για περισσότερο από μια δεκαετία, μόλις τα τελευταία χρόνια είδαμε μια πιο λογική προσέγγιση για την υιοθέτηση RFID στην αλυσίδα εφοδιασμού. Οι αρχικές προσπάθειες επηρεάστηκαν σε μεγάλο βαθμό από εξωτερικές δυνάμεις, ιδιαίτερα όταν η τεχνολογία ήταν ακόμη στα σπάργανα και ορισμένα τεχνικά ζητήματα παρέμεναν άλυτα, όπως η πίεση από έναν μεγάλο λιανοπωλητή στους εταίρους της αλυσίδας εφοδιασμού. Εξαιτίας αυτού του γεγονότος, ο κλάδος στο σύνολό του δημιούργησε κακές εντυπώσεις και για αρκετά χρόνια στη συνέχεια, οι δυνατότητες της τεχνολογίας RFID αντιμετωπίζονταν με σκεπτικισμό. Ωστόσο, μπορεί κανείς να υποστηρίξει ότι έχουμε εισέλθει στη φάση του ορθολογισμού, αφού οι επενδύσεις υποκινούνται κυρίως από εσωτερικούς στόχους και την ανάλυση κόστους-οφέλους, με βάση πρόσφατες εγκαταστάσεις RFID. (Pramatari, K.C. and Dimakopoulou, A, 2014)

Σύμφωνα με μια πρόσφατη έρευνα ευρωπαϊκών επιχειρήσεων, οι πρωτοβουλίες RFID που συνδέονται με την ιχνηλασιμότητα, την παρακολούθηση περιουσιακών στοιχείων, τον έλεγχο αποθεμάτων και τα εισερχόμενα/εξερχόμενα logistics είναι από τις πιο δημοφιλείς εφαρμογές της αλυσίδας εφοδιασμού για αυτήν την τεχνολογία. (Pramatari, K.C. and Dimakopoulou, A, 2014)



Εικόνα 21: Απαντήσεις που σχετίζονται με την ανάπτυξη RFID για ιχνηλασιμότητα

(Pramatari, K.C. and Dimakopoulou, A, 2014)

Η παραπάνω εικόνα 19 συγκρίνει τον τρόπο με τον οποίο οι ερωτηθέντες που έδειξαν ενδιαφέρον για την ιχνηλασιμότητα απάντησαν στην ίδια ερώτηση το 2014 και το 2011. Λιγότερο από το 5%

των εταιρειών ανέφεραν ότι είχαν ένα τέτοιο έργο στη φάση ανάπτυξης το 2011 και λιγότερο από το 40% των ερωτηθέντων έδειξε οποιοδήποτε ενδιαφέρον για τη χρήση RFID για ιχνηλασιμότητα. Σημαντική άνοδος στη χρήση RFID ήταν εμφανής το 2014, με σχεδόν το 80% των ερωτηθέντων να εκδήλωσαν ενδιαφέρον και περίπου το 30% να δηλώνουν ότι είχαν ήδη ένα έργο σαν αυτό στη φάση ανάπτυξης. Τα έργα που περιλαμβάνουν παρακολούθηση περιουσιακών στοιχείων, ελέγχους αποθεμάτων και εισερχόμενα/εξερχόμενα logistics παρουσιάζουν όλα παρόμοιο μοτίβο. Είναι επίσης αξιοσημείωτο ότι μόλις το 13% των ερωτηθέντων που χρησιμοποιούν τεχνολογία RFID ισχυρίστηκαν ότι το ζήτησε ένας σημαντικός εμπορικός εταίρος. (Pramatari, K.C. and Dimakroulou, A, 2014)

Το 60% όσων απάντησαν στην ίδια μελέτη δήλωσαν ότι θεωρούν ότι η RFID είναι μια υποδομή που μπορεί να υποστηρίξει μια οικογένεια εφαρμογών κατά τη λήψη επενδυτικών αποφάσεων. Η RFID έχει τη δυνατότητα να επιτρέψει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων, από τη διαχείριση αποθήκης και διανομής μέχρι τις λειτουργίες λιανικής πώλησης, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης ραφιών, της διαχείρισης προωθήσεων και των υπηρεσιών αιχμής για τους καταναλωτές, καθώς και εφαρμογές που καλύπτουν ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού, όπως η ιχνηλασιμότητα προϊόντων. (Pramatari, K.C., Doukidis, G.I. and Kourouthanassis, P., 2005)

Συγκεκριμένα, το RFID είναι μια τεχνολογία που χρησιμοποιεί ραδιοκύματα για την αυτόματη αναγνώριση στοιχείων. Ένα μικροτσip συνδεδεμένο με κεραία με σειριακό αριθμό και ίσως άλλα δεδομένα χρησιμοποιείται για την αναγνώριση του αντικείμενου. Μια ετικέτα RFID είναι το όνομα που δίνεται σε αυτό το αντικείμενο. Το τσιπ μπορεί να στείλει δεδομένα ταυτότητας σε έναν αναγνώστη χάρη στην κεραία. Ο αναγνώστης μετατρέπει τα ραδιοκύματα που αντικατοπτρίζει η ετικέτα RFID σε ψηφιακά δεδομένα που μπορούν να σταλούν σε ένα εταιρικό πληροφοριακό σύστημα ή Information System (IS).

Οι γραμμωτοί κώδικες ή barcodes είναι συχνά το κύριο μέσο με το οποίο εντοπίζονται θήκες, παλέτες και είδη στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων. Ωστόσο, η ικανότητα του RFID να αναγνωρίζει προϊόντα αυτόματα χωρίς να απαιτεί οπτική επαφή και να αποθηκεύει πολύ περισσότερες πληροφορίες, οδήγησε πολλούς στον κλάδο να το θεωρήσουν ως την «επόμενη γενιά γραμμωτού κώδικα». Αυτή η δυνατότητα επιτρέπει τη μαζική σειριακή αναγνώριση κάθε μεμονωμένης παρουσίας προϊόντος στην αλυσίδα εφοδιασμού. Το πρότυπο που χρησιμοποιείται σε αυτήν την περίπτωση είναι ο Ηλεκτρονικός Κωδικός Προϊόντος (EPC). Συνοπτικά, φαίνεται ένα παράδειγμα barcode και RFID στη παρακάτω εικόνα 20:



Εικόνα 22: Γραμμωτός κώδικας barcode και RFID τσιπ

(<https://idcard.ph/rfid-vs-barcode-what-are-the-differences/>, χ.χ.)

Οι διάφοροι τομείς εφαρμογών που μπορεί να συμβάλλει το RFID είναι οι εξής :

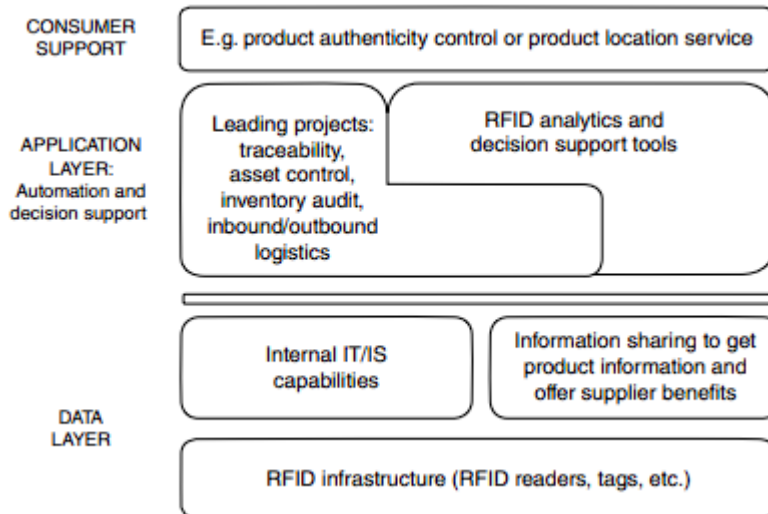
- ❖ Αυτοματοποίηση των τρεχουσών διαδικασιών για εξοικονόμηση χρόνου, χρημάτων και βελτίωση των λειτουργιών
- ❖ Δημιουργία ολοκαίνουργιων ή βελτιωμένων εταιρικών διαδικασιών και προσφορών αιχμής στους καταναλωτές, συμπεριλαμβανομένης της παρακολούθησης διαθεσιμότητας στο ράφι προϊόντων ή της ανίχνευσης μεμονωμένων παρουσιών προϊόντων.
- ❖ Πρόσδος που έγινε σε πολλές μετρήσεις ποιότητας πληροφοριών, συμπεριλαμβανομένης της επικαιρότητας, της ορθότητας και άλλων
- ❖ Εμφάνιση νέων τύπων πληροφοριών που επιτρέπουν μια πιο ακριβή αναπαράσταση του φυσικού κόσμου, όπως η ακριβής θέση ενός προϊόντος σε ένα κατάστημα, η ιστορία κατασκευής και διανομής του κ.λπ. (Katerina Pramatar, 2016)

Το επίπεδο δεδομένων της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής, συμπεριλαμβανομένης της σχετικής υποδομής πληροφορικής, των εσωτερικών δυνατοτήτων IT/IS και της ανταλλαγής πληροφοριών με τους επιχειρηματίες της εφοδιαστικής αλυσίδας, θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις ακόλουθες ανάγκες προκειμένου να απαντηθεί αυτό το ζήτημα:

- Λόγω του τεράστιου όγκου δεδομένων που πρέπει να υποβάλλονται σε επεξεργασία σε πραγματικό χρόνο, η διαχείριση πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο για υποστήριξη αποφάσεων είναι μια αρκετά τεχνολογική πρόκληση, ακόμη και σε περιπτώσεις όπου τα στοιχεία εξακολουθούν να είναι αναγνωρίσιμα σε επίπεδο τύπου προϊόντος μέσω γραμμωτών κωδίκων.
- Αν και η εφοδιαστική αλυσίδα έχει εφαρμόσει την τεχνολογία barcode ως πρότυπο για την αναγνώριση αντικειμένων, οι πληροφορίες διατηρούνται σε διάφορα επίπεδα είτε στα συστήματα καταστημάτων, γεγονός που οδηγεί σε σημαντικές δυσκολίες ακεραιότητας όταν είναι απαραίτητοι η ανταλλαγή δεδομένων και ο συγχρονισμός.
- Κάθε αλληλεπίδραση της εφοδιαστικής αλυσίδας μπορεί να περιλαμβάνει μια ποικιλία επιχειρηματικών συνεργασιών που πρέπει να διατηρηθούν, καθώς και πολλές πιθανές καταστάσεις συνεργασίας. Για παράδειγμα, ένας λιανοπωλητής θα μπορούσε να συνεργαστεί με εκατοντάδες προμηθευτές και το αντίστροφο.
- Η απαίτηση για αυτοματοποιημένες, ασφαλείς τεχνολογικές διασυνδέσεις μεταξύ οργανισμών για τη διευκόλυνση της απρόσκοπτης ανταλλαγής πληροφοριών και της συλλογικής λήψης αποφάσεων. (Katerina Pramatar, 2016)

Η παρακάτω εικόνα 21 δείχνει την προτεινόμενη αρχιτεκτονική IT σε δράση όταν η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας υποστηρίζεται από τεχνολογία RFID. Όπως αναφέρθηκε ήδη, πολλές δραστηριότητες όπως η ιχνηλασιμότητα, ο έλεγχος περιουσιακών στοιχείων, ο έλεγχος αποθεμάτων και η εισερχόμενη ή εξερχόμενη επιμελητεία υποστηρίζονται συχνά από την ίδια υποδομή RFID σε συνδυασμό με εσωτερικές δυνατότητες πληροφορικής και άλλα συστήματα όπως ERP και WMS. Όταν τα έξοδα της ίδιας υποδομής RFID έρχονται σε αντίθεση με τα πλεονεκτήματα που επιτυγχάνονται από πολλές βελτιώσεις διεργασιών, τότε είναι πιο εύκολο να δικαιολογηθεί η επένδυση στην τεχνολογία RFID. Το θέμα της χρήσης των συλλεγόμενων δεδομένων για την απόκτηση γνώσης τομέα και τη δυνατότητα προηγμένων κρίσεων ανοίγει

σταδιακά καθώς η βιομηχανία προχωρά όλο και περισσότερο προς την εφαρμογή της RFID σε πολυάριθμες δραστηριότητες της αλυσίδας εφοδιασμού. Το ίδιο ισχύει και για τη χρήση της τεχνολογίας RFID για την υποστήριξη καταναλωτικών υπηρεσιών αιχμής, ιδιαίτερα σε βιομηχανίες που χρησιμοποιούν RFID σε επίπεδο προϊόντων.



Εικόνα 23: Αρχιτεκτονική πληροφορικής για διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας με RFID.

(Katerina Pramatarı, 2016)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.3: DHL SUPPLY CHAIN

Μία από τις κορυφαίες εταιρείες διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας παγκοσμίως, η DHL Supply Chain είναι τμήμα της DHL, του μεγαλύτερου παρόχου logistics στον κόσμο. Οι Adrian Dalsey, Larry Hillblom και Robert Lynn ίδρυσαν την DHL το 1969 ως την πρώτη παγκόσμια υπηρεσία ταχείας παράδοσης από πόρτα σε πόρτα, ξεκινώντας μια μακρά ιστορία για την αλυσίδα εφοδιασμού της DHL. Η DHL σήμερα παρέχει υπηρεσίες σε περισσότερες από 220 χώρες και περιοχές παγκοσμίως ως αποτέλεσμα της επέκτασης των υπηρεσιών πολλών ετών. (<https://www.dhl.com/gr-el/home.html>, n.d.)

Από νωρίς, η DHL επικεντρώθηκε στην προσφορά υπηρεσιών ταχείας παράδοσης τόσο σε επιχειρήσεις όσο και σε καταναλωτές. Καθώς όμως η παγκόσμια οικονομία άλλαξε και εμφανίστηκε μεγαλύτερη ανάγκη για ολοκληρωμένες λύσεις εφοδιασμού, η DHL άρχισε να διευρύνει το φάσμα των υπηρεσιών της για να περιλαμβάνει υπηρεσίες διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας. Το 1998, η DHL αγόρασε και μετονόμασε την Airborne Express, μια σημαντική εταιρεία που συμμετείχε στον τομέα των ταχυμεταφορών των ΗΠΑ, σε DHL Airways. Η αγορά δημιούργησε μια σταθερή βάση για τη θέση της DHL στην αμερικανική αγορά και προετοίμασε το δρόμο για μελλοντική ανάπτυξη και ανάπτυξη. (<https://www.dhl.com/gr-el/home.html>, n.d.)

Για να επικεντρωθεί στις λύσεις εφοδιαστικής αλυσίδας, η DHL Supply Chain ιδρύθηκε ως ξεχωριστή επιχειρηματική οντότητα το 2002. Για την καλύτερη εξυπηρέτηση πελατών που χρειάζονταν κάτι περισσότερο από υπηρεσίες ταχείας παράδοσης και για την κάλυψη της αυξανόμενης ανάγκης για λύσεις εφοδιαστικής αλυσίδας από άκρη σε άκρη. Από την ίδρυσή της,

η DHL Supply Chain έχει επεκταθεί και κατατάσσεται μεταξύ των κορυφαίων εταιρειών διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας παγκοσμίως, παρέχοντας υπηρεσίες σε πελάτες σε διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένων των καταναλωτικών προϊόντων, του λιανικού εμπορίου, της τεχνολογίας, της αυτοκινητοβιομηχανίας και των βιοεπιστημών. (<https://www.dhl.com/gr-el/home.html>, n.d.)

Η DHL Supply Chain παρέχει μια ποικιλία υπηρεσιών εφοδιαστικής αλυσίδας, όπως αντίστροφη εφοδιαστική, επιμελητεία και προμήθεια, καθώς και υπηρεσίες logistics και μεταφορών. Η εταιρεία είναι αφοσιωμένη στο να προσφέρει στους πελάτες της λύσεις αιχμής, φιλικές προς το περιβάλλον και οικονομικά βιώσιμες που υποστηρίζουν την επίτευξη των εταιρικών τους στόχων. Η DHL Supply Chain έχει καθιερωθεί ως ηγέτης στον κλάδο με έμφαση στην καινοτομία, τη βιωσιμότητα και την ευτυχία των πελατών. Συνεχίζει επίσης να επεκτείνεται και να αλλάζει για να ανταποκρίνεται στις συνεχώς μεταβαλλόμενες απαιτήσεις των πελατών της. (Macaulay, James, Lauren Buckalew, and Gina Chung., 2015)

Τα τελευταία χρόνια, η DHL Supply Chain έχει πραγματοποιήσει σημαντικές επενδύσεις στις ψηφιακές της δυνατότητες, συμπεριλαμβανομένης της ανάπτυξης προηγμένων λύσεων ανάλυσης, τεχνητής νοημοσύνης και Internet of Things (IoT). Αυτές οι επενδύσεις βοηθούν την εταιρεία να βελτιώσει την ορατότητα και την αποτελεσματικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας και να παρέχει στους πελάτες της δεδομένα και πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο. Η εταιρεία επικεντρώνεται επίσης στην επέκταση του παγκόσμιου αποτυπώματός της, ιδιαίτερα στις αναδυόμενες αγορές, για να υποστηρίξει την αυξανόμενη ζήτηση για λύσεις εφοδιαστικής αλυσίδας σε αυτές τις αγορές. (Macaulay, James, Lauren Buckalew, and Gina Chung., 2015)

Ακόμη, σύμφωνα με την ετήσια έκθεση της εταιρείας για το 2020, ο Όμιλος Deutsche Post DHL δημιούργησε συνολικά έσοδα 66,8 δισεκατομμυρίων ευρώ το 2020, αύξηση 5,5% σε σύγκριση με το προηγούμενο έτος. Τα κέρδη προ φόρων και τόκων ή Earnings Before Interest and Taxes (EBIT) της εταιρείας ανήλθαν σε 4,8 δισ. ευρώ, παρουσιάζοντας αύξηση 17,4% σε σχέση με το 2019. Τα καθαρά κέρδη της εταιρείας για το έτος ήταν 2,6 δισ. ευρώ, σημειώνοντας σημαντική αύξηση σε σύγκριση με 1,2 δισ. ευρώ της προηγούμενης χρονιάς. (<https://www.dhl.com/global-en/home/press/press-archive/2022/dpdhl-group-increases-2022-ebit-guidance-thanks-to-its-international-dhl-business.html>, χ.χ.) Το τμήμα εφοδιαστικής αλυσίδας της εταιρείας, το οποίο περιλαμβάνει την DHL Supply Chain συνέβαλε σε έσοδα 14,5 δισεκατομμυρίων ευρώ, αύξηση 2,6% σε σύγκριση με το προηγούμενο έτος. Τα λειτουργικά κέρδη EBIT του τμήματος για το 2020 ήταν 688 εκατ. ευρώ, αύξηση 10,2% σε σύγκριση με το 2019. Συνολικά, η οικονομική απόδοση της εταιρείας το 2020 ήταν σταθερή, παρά τις προκλήσεις που θέτει η πανδημία COVID-19. Τέλος, η εστίαση της εταιρείας στο ηλεκτρονικό εμπόριο, τα logistics υγειονομικής περίθαλψης και τη βιωσιμότητα βοήθησαν στην αύξηση των εσόδων και των κερδών.

Συμπερασματικά, η ιστορία της αλυσίδας εφοδιασμού της DHL είναι ιστορία επέκτασης, καινοτομίας και αφοσίωσης στην ποιότητα. Λόγω της έμφασης στην καινοτομία, τη βιωσιμότητα και την ευτυχία των πελατών, η εταιρεία έχει γίνει ηγέτης στον κλάδο. Η αλυσίδα εφοδιασμού της DHL βρίσκεται σε καλή θέση για να συνεχίσει την ανάπτυξη και την επιτυχία της τα επόμενα χρόνια, λόγω του καθιερωμένου παγκόσμιου δικτύου της και των επενδύσεών της σε ψηφιακές δυνατότητες. (<https://www.dhl.com/global-en/home/press/press-archive/2022/dpdhl-group-increases-2022-ebit-guidance-thanks-to-its-international-dhl-business.html>, χ.χ.)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.4: ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ – INTERNET OF THINGS (IoT) ΣΤΗΝ DHL SUPPLY CHAIN

Ένα πράγμα ξεχωρίζει στη μέση της δημοσιότητας του IoT σήμερα: ο τομέας των logistics είναι ένας κρίσιμος παράγοντας που έχει τοποθετηθεί να κερδίσει από την επανάσταση του IoT. Δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι τα logistics και το IoT ταιριάζουν πολύ καλά, καθώς εκατομμύρια φορτία μεταφέρονται, παρακολουθούνται και αποθηκεύονται καθημερινά από μια ποικιλία εξοπλισμού, οχημάτων και ανθρώπων. Το IoT στα logistics μπορεί να συνδέσει ουσιαστικά διάφορα υλικά στοιχεία σε μια εφοδιαστική αλυσίδα και στη συνέχεια να αναλύσει τα δεδομένα που παράγονται από αυτές τις συνδέσεις για να αποκτήσει νέες πληροφορίες. Ως αποτέλεσμα, οι εταιρείες logistics μπορεί να επιτύχουν καλύτερα επίπεδα λειτουργικής αποτελεσματικότητας παρέχοντας στους πελάτες τους εξατομικευμένες, δυναμικές και αυτοματοποιημένες υπηρεσίες. Το IoT αναμφίβολα θα επηρεάσει τον τομέα των logistics τα επόμενα δέκα χρόνια καθώς οι τιμές για τα εξαρτήματα συσκευών (αισθητήρες, ενεργοποιητές και ημιαγωγοί) μειώνονται, οι ταχύτητες ασύρματου δικτύου αυξάνονται και η ισχύς επεξεργασίας δεδομένων αυξάνεται. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Πόσο νέος, όμως, είναι το IoT στα logistics; Πολλές τεχνολογίες IoT, συμπεριλαμβανομένων των αισθητήρων, των μικροεπεξεργαστών και της ασύρματης σύνδεσης, έχουν χρησιμοποιηθεί από καιρό σε μια ποικιλία εφαρμογών που σχετίζονται με την εφοδιαστική αλυσίδα. Στην πραγματικότητα, ο τομέας των logistics ήταν ένας από τους πρώτους χρήστες της τεχνολογίας IoT στις επιχειρηματικές δραστηριότητες, από την εμφάνιση φορητών σαρωτών που αυτοματοποιούσαν τη διαδικασία παράδοσης έως τους πολυάριθμους αισθητήρες που ελέγχουν την ποιότητα του φορτίου και την αποτελεσματικότητα των φορτηγών παράδοσης. Ωστόσο, ακόμη και οι αρχαίοι χρήστες αρχίζουν να αξιοποιούν τις δυνατότητες IoT της βιομηχανίας logistics. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Το κεντρικό σημείο μιας εφοδιαστικής αλυσίδας για τη διακίνηση εμπορευμάτων ήταν παραδοσιακά μια αποθήκη. Ωστόσο, στο τρέχον οικονομικό πλαίσιο, χρησιμεύουν επίσης ως σημαντική πηγή ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος για τους παρόχους logistics, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να παρέχουν στους πελάτες τους γρήγορες, προσιτές και ολοένα πιο ευέλικτες λειτουργίες αποθήκευσης. Η έξυπνη διαχείριση αποθέματος με γνώμονα το IoT θα καταστεί δυνατή στην αποθήκη με την ευρεία χρήση ετικετών σε επίπεδο παλέτας ή αντικειμένου χρησιμοποιώντας φθηνές, μικροσκοπικές συσκευές αναγνώρισης όπως το RFID που αναφέραμε και στο παραπάνω κεφάλαιο. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Όταν οι παλέτες τοποθετούνται στο κατάλληλο σημείο, οι ετικέτες στέλνουν σήματα στο σύστημα διαχείρισης αποθήκης (WMS) για να επιτρέψουν την ορατότητα σε πραγματικό χρόνο στα επίπεδα αποθέματος και να αποτρέψουν ακριβές καταστάσεις εκτός αποθέματος. Οι αισθητήρες μπορούν να ειδοποιήσουν τον διαχειριστή της αποθήκης για τυχόν χαμένα αντικείμενα, ώστε να μπορέσει να τα εντοπίσει και να λάβει τα κατάλληλα μέτρα. Οι αισθητήρες παρακολουθούν την κατάσταση ενός αντικειμένου για ποιοτικό έλεγχο και ειδοποιούν τους υπεύθυνους αποθήκης όταν πρόκειται να παραβιαστούν τα κριτήρια θερμοκρασίας ή υγρασίας. Αυτό θα επέτρεπε στους υπαλλήλους της αποθήκης να κάνουν τις απαραίτητες διορθώσεις, διασφαλίζοντας υπηρεσίες υψηλότερης ποιότητας και αυξημένη εμπιστοσύνη των πελατών. Οι παλέτες επιθεωρούνται από μια πύλη

εξερχόμενων κατά τη διάρκεια της εξερχόμενης παράδοσης για να διαπιστωθεί ότι αποστέλλονται τα σωστά στοιχεία με την κατάλληλη σειρά για την παράδοση. Μετά από αυτό, τα επίπεδα αποθεμάτων ενημερώνονται αυτόματα στο WMS για σωστό έλεγχο αποθέματος. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

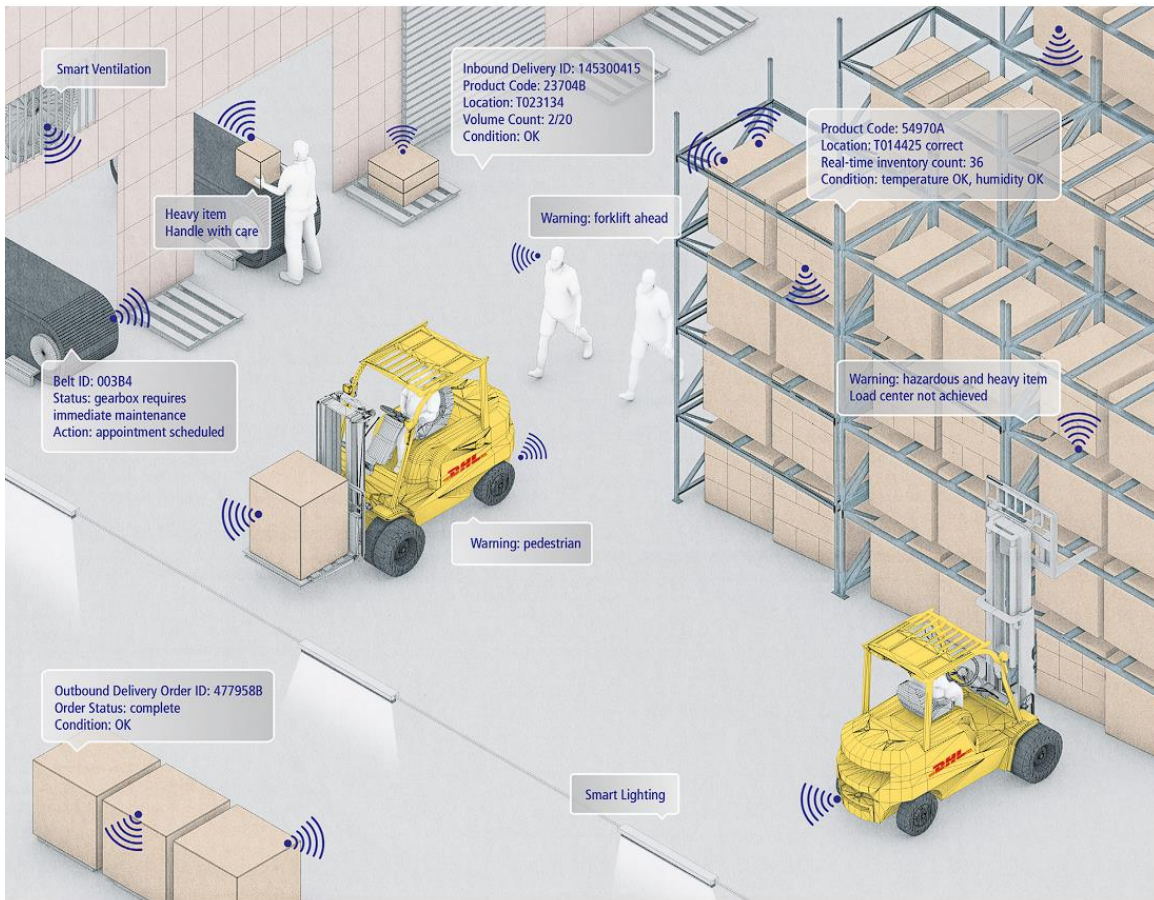
Το IoT έχει τη δυνατότητα να προωθήσει την αποτελεσματική χρήση υλικών στοιχείων εκτός από τα προϊόντα που διατηρούνται σε αποθήκες. Το IoT επιτρέπει στους διαχειριστές αποθήκης να παρακολουθούν όλα τα υλικά στοιχεία σε πραγματικό χρόνο, συνδέοντας μηχανές και φορτηγά σε ένα ενιαίο σύστημα. Οι διαχειριστές μπορούν να λαμβάνουν ειδοποιήσεις όταν ένα αγαθό χρησιμοποιείται υπερβολικά ή όταν θα ήταν καλύτερο να χρησιμοποιηθεί σε αδράνεια για άλλους σκοπούς. Για παράδειγμα, μπορεί να εγκατασταθεί ένας αριθμός αισθητήρων για την παρακολούθηση της συχνότητας και των περιόδων χρήσης διαφόρων στοιχείων του συστήματος ταξινόμησης, όπως οι μεταφορικοί μάντες. Τα δεδομένα μπορούν στη συνέχεια να αναλυθούν για να καθοριστούν οι εργασίες και τα ποσοστά χωρητικότητας για τα στοιχεία που λειτουργούν καλύτερα. Όλα τα παραπάνω τα υλοποιεί η τεχνολογία "SmartLIFT" που εφευρέθηκε από τη Swisslog. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus; <http://info.totaltraxinc.com/blog/here-is-what-happens-when-big-data-and-forklifts-meet>, n.d.)

Η προσέγγιση δημιουργεί ένα εσωτερικό σύστημα GPS που δίνει στον οδηγό περονοφόρου ακριβείς πληροφορίες τοποθεσίας και κατεύθυνσης για παλέτες, συνδυάζοντας αισθητήρες περονοφόρου, κατευθυντικούς γραμμικούς κώδικες που είναι εγκατεστημένοι στην οροφή της αποθήκης και δεδομένα WMS. Επιπλέον, παρέχει στους διαχειριστές έναν πίνακα εργαλείων όπου μπορούν να δουν την ταχύτητα, τη θέση και την παραγωγικότητα όλων των οδηγών περονοφόρων σε πραγματικό χρόνο, καθώς και την ακρίβεια του αποθέματός τους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η εταιρεία Bobcat, η οποία εφάρμοσε τη λύση στην αποθήκη της με αποτέλεσμα ο αριθμός των παλετών που μετακινούνταν ανά ώρα να αυξηθεί κατά 30% χωρίς προβλήματα αποθέματος. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Οι μελλοντικές εκδόσεις αυτών των συστημάτων θα μπορούν να εντοπίζουν αναποτελεσματικότητα στις αυτοματοποιημένες λειτουργίες. Ένα αυτοματοποιημένο όχημα καθοδήγησης (AGV), όπως ένας αυτόματος μεταφορέας παλετών, θα εκτελεί επανειλημμένα την αποστολή που του έχει ανατεθεί, εκτός εάν του δοθεί άλλη ανάθεση χειροκίνητα. Με αυτόν το τρόπο, εξετάζεται από τον διευθυντή της αποθήκης η χωρητικότητά της και οι τάσεις χρήσης, ακόμη και τα Σαββατοκύριακα. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Η προγνωστική συντήρηση για συστήματα μεταφοράς αποθήκης καθίσταται επίσης δυνατή από συνδεδεμένα υλικά στοιχεία σε μια αποθήκη. Για παράδειγμα, μπορεί να εγκατασταθούν αισθητήρες σε εξοπλισμό διαλογής για την παρακολούθηση της απόδοσης ή της θερμοκρασίας του μηχανήματος προκειμένου να εντοπιστούν τα επίπεδα φυσικής καταπόνησης. Οι κάμερες μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό συσσωρεύσεων ή ζημιών σε πακέτα καθώς συμβαίνουν. Για τον προγραμματισμό συναντήσεων συντήρησης και τον προσδιορισμό της εκτιμώμενης διάρκειας ζωής του εξοπλισμού στο τρέχον επίπεδο λειτουργίας του, όλα αυτά τα δεδομένα μπορούν να συγκεντρωθούν και να συνδυαστούν για αναλύσεις πρόβλεψης συντήρησης. Το προσωπικό ενημερώνεται για τυχόν συσσωρεύσεις, ώστε να μπορούν να διορθωθούν πριν προκληθεί σοβαρή ζημιά. Αξίζει να σημειωθεί ότι για την υγεία και την ασφάλεια του προσωπικού της DHL Supply Chain τα περονοφόρα ανυψωτικά μπορούν να επικοινωνούν με άλλα περονοφόρα

ανυψωτικά και να σαρώνουν το περιβάλλον για κρυφά πράγματα που μπορούν να προκαλέσουν σύγκρουση χρησιμοποιώντας αισθητήρες, ενεργοποιητές, ραντάρ ή κάμερες που είναι τοποθετημένες σε αυτά. Τα περνοφόρα ανυψωτικά μπορεί να διαμορφωθούν έτσι ώστε να επιβραδύνουν αυτόματα σε διασταυρώσεις, εάν ένα άτομο ή άλλο περνοφόρο όχημα εμφανίζεται στη γωνία. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus; <http://www.sick.com/us/en-us/home/pr/whitepapers/Documents/SICK%20White%20Paper-%20Collision%20Awareness%20Solutions.pdf>, n.d.)



Εικόνα 24: DHL Smart Sensor: www.smartsensor-temperature.net

(James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Μεταφορά εμπορευμάτων με την DHL Freight Transportation

Η μεταφορά εμπορευμάτων έχει τεράστιες δυνατότητες για δίκτυα IoT, λόγω των εκατομμυρίων περιουσιακών στοιχείων που διαθέτει στη θάλασσα, στον αέρα και στους δρόμους. Το IoT θα υπερβεί το track and trace στις εμπορευματικές μεταφορές. Επί του παρόντος, οι αποστολές σε ένα φορτηγό αεροπλάνο κατά την πτήση και τα εμπορευματοκιβώτια σε ένα φορτηγό πλοίο στη μέση του Ειρηνικού Ωκεανού μπορούν να παρακολουθούνται. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Όπως είδαμε, η παρακολούθηση τοποθεσίας και κατάστασης που βασίζεται στο IoT θα αυξήσει την ορατότητα και την ασφάλεια των μεταφορών σε ένα νέο επίπεδο. Οι ετικέτες πολλαπλών αισθητήρων σε εμπορεύματα και οι τηλεματικοί αισθητήρες σε φορτηγά μεταφέρουν πληροφορίες σχετικά με την τοποθεσία, την κατάσταση (συμπεριλαμβανομένου του εάν έχουν παραβιαστεί κάποιο όριο) και εάν έχει ανοίξει μια συσκευασία (για τον εντοπισμό πιθανής κλοπής). (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Η DHL Freight Transportation, θυγατρική της DHL, παρέχει υπηρεσίες logistics και μεταφορών για διάφορους κλάδους, συμπεριλαμβανομένης της εφοδιαστικής τροφίμων. Μία από τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει η βιομηχανία logistics, συμπεριλαμβανομένης της εφοδιαστικής τροφίμων, είναι ο κατακερματισμός των υφιστάμενων λύσεων, γεγονός που καθιστά δύσκολη την επίτευξη ελέγχου ακεραιότητας από άκρο σε άκρο των αλυσίδων εφοδιασμού. Για να αντιμετωπιστεί αυτή η πρόκληση, πρέπει να δημιουργηθούν νέες πλατφόρμες που να μπορούν να ενοποιούν δεδομένα από πολλαπλές πηγές και να παρέχουν μια ολοκληρωμένη εικόνα των αλυσίδων εφοδιασμού. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Η Agheera, ένας πάροχος λύσεων παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο, έχει αναπτύξει μια ανοιχτή πλατφόρμα που συνδέει διάφορες συσκευές τηλεματικής και υλικού αισθητήρων για να παρέχει μια ενοποιημένη άποψη των αλυσίδων εφοδιασμού. Αυτή η πλατφόρμα συγχωνεύει δεδομένα από πολλαπλά περιουσιακά στοιχεία, όπως συνδεδεμένα swar αμαξώματα ή φορτηγά, σε μια ενιαία πύλη στην οποία γίνεται εφικτή η πρόσβαση από όλο τον κόσμο. Αυτό επιτρέπει στους παρόχους logistics και στους πελάτες να παρακολουθούν όλα τα περιουσιακά στοιχεία και τις διάφορες συσκευές τους σε πραγματικό χρόνο, παρέχοντας πολύτιμες πληροφορίες για την κατάσταση των λειτουργιών εφοδιαστικής τροφίμων. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Η DHL Freight Transportation μπορεί να επωφεληθεί από τη χρήση αυτής της πλατφόρμας αποκτώντας προβολή σε πραγματικό χρόνο για την κατάσταση των λειτουργιών της επιμελητείας τροφίμων, γεγονός που μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της λειτουργικής αποτελεσματικότητας, στη μείωση των απορριμμάτων και στην αύξηση της ικανοποίησης των πελατών. Η πλατφόρμα μπορεί να παρέχει στην DHL Freight Transportation δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για τη θέση και την κατάσταση των προϊόντων διατροφής κατά τη μεταφορά, τα οποία μπορούν να βοηθήσουν στη διασφάλιση της ακεραιότητας των προμηθειών τροφίμων και στη μείωση του κινδύνου αλλοίωσης ή μόλυνσης. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Συμπερασματικά, η χρήση ανοιχτών πλατφορμών όπως η Agheera μπορεί να προσφέρει σημαντικά οφέλη για τους παρόχους logistics τροφίμων όπως η DHL Freight Transportation. Παρέχοντας σε πραγματικό χρόνο ορατότητα στις αλυσίδες εφοδιασμού και βελτιώνοντας τη λειτουργική αποτελεσματικότητα, αυτές οι πλατφόρμες μπορούν να συμβάλουν στη διασφάλιση της ακεραιότητας και της ποιότητας των προμηθειών τροφίμων και να υποστηρίξουν την ανάπτυξη της βιομηχανίας logistics τροφίμων. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)



Εικόνα 25: Πύλη παρακολούθησης Agheera σε πραγματικό χρόνο

(<https://agheera.com/solutions/automotive-monitoring-solutions>, χ.χ.)

Η DHL Freight Transportation, ως κορυφαία εταιρεία logistics και μεταφορών, διαθέτει σημαντικό στόλο οχημάτων και περιουσιακών στοιχείων που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά προϊόντων διατροφής. Η χρήση τεχνολογιών IoT μπορεί να προσφέρει πολύτιμες γνώσεις σχετικά με τη χρήση αυτών των οχημάτων και περιουσιακών στοιχείων, συμβάλλοντας στη βελτιστοποίηση της χρήσης τους και στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των λειτουργιών εφοδιαστικής τροφίμων. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Οι αισθητήρες IoT μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση της χρήσης και του χρόνου αδράνειας φορτηγών, εμπορευματοκιβωτίων και ULD και για τη μετάδοση αυτών των δεδομένων για ανάλυση. Αυτά τα δεδομένα μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό της βέλτιστης χρήσης οχημάτων και περιουσιακών στοιχείων, βοηθώντας στον εντοπισμό περιοχών όπου μπορούν να γίνουν βελτιώσεις. Για παράδειγμα, αισθητήρες που μετρούν την χωρητικότητα κάθε φορτίου μπορούν να παρέχουν πληροφορίες για τις πλεονάζουσες χωρητικότητες των οχημάτων σε συγκεκριμένες διαδρομές. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό ευκαιριών για ενοποίηση και βελτιστοποίηση των διαδρομών, οι οποίες μπορούν να βοηθήσουν στη βελτίωση της απόδοσης του στόλου, στη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και στη μείωση των νεκρών μιλίων. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Χρησιμοποιώντας τεχνολογίες IoT για διαχείριση στόλου και περιουσιακών στοιχείων, η DHL Freight Transportation μπορεί να αποκτήσει ορατότητα στις δραστηριότητές της σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας τη λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων και βελτιωμένο σχεδιασμό. Η εφαρμογή ενός κεντρικού ταμπλό που μπορεί να επικεντρωθεί στον εντοπισμό της πλεονάζουσας χωρητικότητας κατά μήκος σταθερών διαδρομών σε όλες τις επιχειρηματικές μονάδες μπορεί να βοηθήσει στον εξορθολογισμό των λειτουργιών, στη μείωση του κόστους και στην αύξηση της ικανοποίησης των πελατών. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Για αυτό το λόγο λοιπόν, η χρήση τεχνολογιών IoT για διαχείριση στόλου και περιουσιακών στοιχείων μπορεί να προσφέρει σημαντικά οφέλη για τους παρόχους εφοδιαστικής τροφίμων όπως η DHL Freight Transportation. Παρέχοντας ορατότητα σε πραγματικό χρόνο στις λειτουργίες, βελτιώνοντας τη λειτουργική απόδοση και μειώνοντας το κόστος, αυτές οι τεχνολογίες μπορούν να βοηθήσουν στην υποστήριξη της ανάπτυξης και της επιτυχίας της βιομηχανίας logistics τροφίμων. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus; <http://www.epa.gov/smartway/forpartners/documents/trucks/techsheets-truck/420f00037.pdf>, n.d.)

Η χρήση της τεχνολογίας IoT στα logistics, ιδιαίτερα για τις εμπορευματικές μεταφορές DHL, έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει σημαντικά την αποτελεσματικότητα και την ασφάλεια στη μεταφορά αγαθών. Η εφαρμογή λύσεων όπως το MoDe, το οποίο χρησιμοποιεί αναλυτικά στοιχεία και παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο για την πρόβλεψη αστοχιών στοιχείων και το χρονοδιάγραμμα συντήρησης, μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένο χρόνο λειτουργίας του οχήματος και μειωμένο κίνδυνο για τους οδηγούς φορτηγών. Αξιοποιώντας την τεχνολογία IoT για την παρακολούθηση της χρήσης και της συντήρησης των οχημάτων, η DHL Freight Transportation μπορεί να βελτιώσει τη διαχείριση του στόλου και να μειώσει το κόστος που σχετίζεται με το χρόνο διακοπής του ενεργητικού. Επιπλέον, η χρήση αισθητήρων για τη μέτρηση της χωρητικότητας κάθε φορτίου και την παρακολούθηση στοιχείων σε πραγματικό χρόνο μπορεί να επιτρέψει την καλύτερη βελτιστοποίηση των διαδρομών, τη βελτίωση της οικονομίας καυσίμου και τη μείωση των νεκρών μιλίων. Συνολικά, η χρήση της τεχνολογίας IoT στην εφοδιαστική τροφίμων μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τις λειτουργίες της DHL Freight Transportation, οδηγώντας σε βελτιωμένη απόδοση, ασφάλεια και οικονομική αποδοτικότητα. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Αξίζει να ειπωθεί ότι η DHL Freight Transportation, θα μπορούσε επίσης να χρησιμοποιήσει τεχνολογίες IoT για να βελτιώσει τα μέτρα υγείας και ασφάλειας για τους οδηγούς φορτηγών μεγάλων αποστάσεων. Η εφαρμογή καμερών και άλλων αισθητήρων για την παρακολούθηση της κόπωσης του οδηγού και την πρόληψη πιθανών συγκρούσεων μπορεί να βελτιώσει τη συνολική οδική ασφάλεια και να μειώσει τον κίνδυνο ατυχημάτων. Με τη χρήση τεχνολογίας όπως η παρακολούθηση της κόρης και οι κάμερες υπερέυθρων, το σύστημα μπορεί να ανιχνεύσει σημάδια κόπωσης του οδηγού και να ενεργοποιήσει ηχητικούς συναγερμούς και δονήσεις καθίσματος για να ειδοποιήσει τον οδηγό να κάνει ένα διάλειμμα. Η εφαρμογή τέτοιων τεχνολογιών μπορεί επίσης να αυξήσει την ευημερία των οδηγών μειώνοντας την έκθεσή τους σε επικίνδυνες συνθήκες του δρόμου για παρατεταμένες χρονικές περιόδους. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus; <http://fp7-mode.eu/>, n.d.)

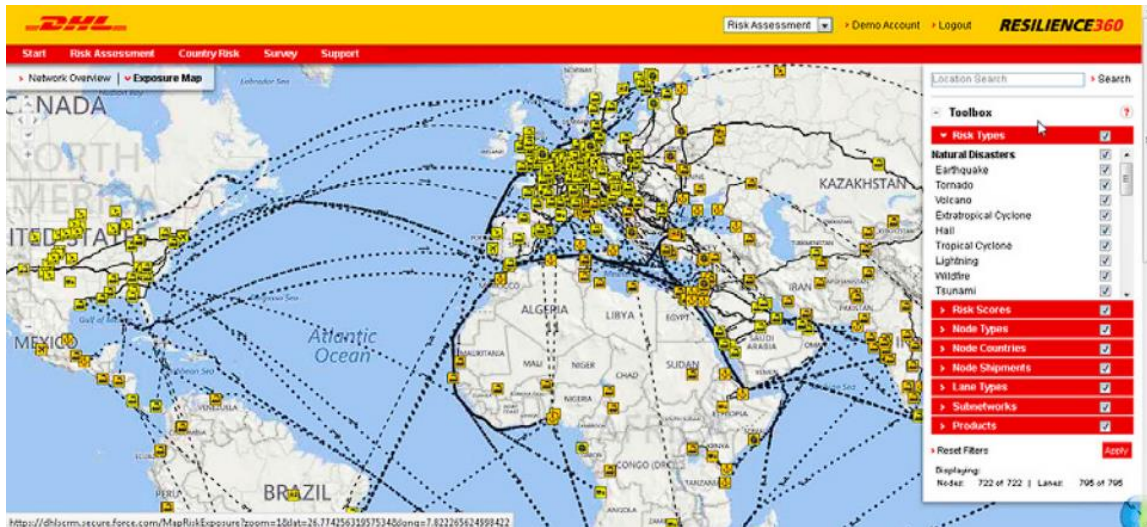
Ακόμη, η εταιρεία Logistics χρησιμοποιεί το IoT στις δραστηριότητές της στον τομέα της εφοδιαστικής τροφίμων για να ενισχύσει τις προσπάθειες διαχείρισης κινδύνου της εφοδιαστικής αλυσίδας από άκρο σε άκρο. Ένα εργαλείο που χρησιμοποιεί η εταιρεία είναι το DHL Resilience360, το οποίο παρέχει μια ολοκληρωμένη εικόνα της αλυσίδας εφοδιασμού και επιτρέπει την παρακολούθηση πιθανών κινδύνων σε πραγματικό χρόνο. Το εργαλείο αξιοποιεί δεδομένα από διάφορες πηγές, συμπεριλαμβανομένων των δεδομένων αισθητήρων, για να βοηθήσει στον εντοπισμό και την ιεράρχηση των κινδύνων. Στη βιομηχανία Logistics τροφίμων, αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, καθώς τυχόν διαταραχές μπορεί να οδηγήσουν σε αλλοίωση ή απώλεια ευπαθών αγαθών. Με το IoT, η DHL μπορεί γρήγορα να εντοπίσει και να ανταποκριθεί σε πιθανές διακοπές στην αλυσίδα εφοδιασμού, συμβάλλοντας στη μείωση του κινδύνου σπατάλης τροφίμων και στη διατήρηση της ακεραιότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας. Αυτό τελικά βοηθά στη διασφάλιση της παράδοσης ασφαλών και υψηλής ποιότητας τροφίμων στους πελάτες. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Η DHL Freight Transportation χρησιμοποιεί την τεχνολογία IoT (Internet of Things) για να βελτιώσει τις λειτουργίες της αλυσίδας εφοδιασμού της και να αυξήσει την αποτελεσματικότητα και την αξιοπιστία των υπηρεσιών μεταφοράς εμπορευμάτων της. Όπως αναφέρεται στη δήλωση, η εταιρεία χρησιμοποιεί την πλατφόρμα Resilience360 για να παρακολουθεί και να ανταποκρίνεται σε διακοπές σε παγκόσμια κλίμακα, συμπεριλαμβανομένων απεργιών σε λιμάνια, κλεισίματος αεροδρομίων και κλεισίματος αυτοκινητοδρόμων. Συλλέγοντας και αναλύοντας δεδομένα από τα περιουσιακά του στοιχεία, όπως φορτηγά και αποθήκες, το Resilience360 μπορεί να προβλέψει πιθανές διακοπές και να ενεργοποιήσει αυτόματα κατάλληλες στρατηγικές μετριασμού. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Στο πλαίσιο της εφοδιαστικής τροφίμων, το IoT μπορεί να διαδραματίσει κρίσιμο ρόλο στη διασφάλιση της ασφάλειας και της ποιότητας των αποστολών τροφίμων. Για παράδειγμα, αισθητήρες θερμοκρασίας με δυνατότητα IoT μπορούν να τοποθετηθούν σε φορτηγά τροφίμων για την παρακολούθηση της θερμοκρασίας του φορτίου σε πραγματικό χρόνο, ειδοποιώντας την εταιρεία για τυχόν πιθανές αποκλίσεις θερμοκρασίας που θα μπορούσαν να θέσουν σε κίνδυνο την ποιότητα του φαγητού. Αυτό βοηθά να διασφαλιστεί ότι τα τρόφιμα παραδίδονται στους πελάτες στην καλύτερη δυνατή κατάσταση. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Η τεχνολογία IoT μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τη βελτιστοποίηση των διαδρομών και των χρόνων παράδοσης, μειώνοντας τον χρόνο που ξοδεύουν τα τρόφιμα κατά τη μεταφορά και αυξάνοντας τη διάρκεια ζωής τους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω παρακολούθησης και παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο των αποστολών τροφίμων, επιτρέποντας στην εταιρεία να ανταποκρίνεται γρήγορα σε τυχόν απροσδόκητα γεγονότα ή διακοπές. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Συνοψίζοντας, η DHL Freight Transportation χρησιμοποιεί την τεχνολογία IoT για να βελτιώσει τις λειτουργίες εφοδιαστικής τροφίμων και να αυξήσει την αποτελεσματικότητα και την αξιοπιστία των υπηρεσιών της. Συλλέγοντας και αναλύοντας δεδομένα από τα περιουσιακά της στοιχεία, η εταιρεία είναι σε θέση να ανταποκρίνεται γρήγορα σε διακοπές και να βελτιστοποιεί τις διαδρομές και τους χρόνους παράδοσης, διασφαλίζοντας ότι οι αποστολές τροφίμων παραδίδονται στην καλύτερη δυνατή κατάσταση. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)



Εικόνα 26: DHL Resilience360

(James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Παράδοση τελευταίου μιλίου

Ενώ το συγκεκριμένο παράδειγμα που αναφέρεται στην παρεχόμενη δήλωση σχετίζεται περισσότερο με τον κλάδο των ταχυδρομείων και της παράδοσης δεμάτων, εξακολουθούν να υπάρχουν τρόποι με τους οποίους η DHL Freight Transportation μπορεί να αξιοποιήσει την τεχνολογία IoT για την εφοδιαστική τροφίμων στο τελευταίο μίλι. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Για παράδειγμα, η DHL Supply Chain θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει αισθητήρες θερμοκρασίας ή άλλους τύπους αισθητήρων IoT σε φορτηγά παράδοσης για να παρακολουθεί τις συνθήκες των τροφίμων που μεταφέρονται, όπως τη θερμοκρασία, την υγρασία ή τα επίπεδα κραδασμών. Συλλέγοντας δεδομένα σε πραγματικό χρόνο από αυτούς τους αισθητήρες, το άτομο που το παραδίδει μπορεί να λάβει ειδοποιήσεις εάν υπάρχει οποιαδήποτε απόκλιση από τις επιθυμητές συνθήκες και να λάβει τα κατάλληλα μέτρα για να μετριάσει τυχόν πιθανή βλάβη στο φαγητό. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Οι αισθητήρες IoT μπορούν επίσης να εγκατασταθούν σε έξυπνα ντουλάπια ή κουτιά δεμάτων για να διασφαλιστεί ότι τα τρόφιμα και άλλα ευπαθή αντικείμενα αποθηκεύονται στη βέλτιστη θερμοκρασία κατά το τελευταίο μίλι παράδοσης. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στη διατήρηση της ποιότητας και της ασφάλειας των τροφίμων και στη μείωση των απορριμμάτων, αποτρέποντας την αλλοίωση ή τη ζημιά κατά τη μεταφορά. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Η τεχνολογία IoT μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τη βελτιστοποίηση των διαδρομών παράδοσης, τη μείωση των χρόνων παράδοσης και τη βελτίωση της ικανοποίησης των πελατών. Χρησιμοποιώντας δεδομένα σε πραγματικό χρόνο που συλλέγονται από αισθητήρες, το προσωπικό παράδοσης μπορεί να προσαρμόσει τις διαδρομές και τα χρονοδιάγραμμά του για να αποφύγει κυκλοφοριακή συμφόρηση, κλείσιμο δρόμων ή άλλες διακοπές, τα οποία μπορούν να βοηθήσουν στη διασφάλιση της έγκαιρης παράδοσης των τροφίμων και σε καλή κατάσταση. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Συνολικά, η τεχνολογία IoT μπορεί να προσφέρει πολλά οφέλη στις δραστηριότητες εφοδιαστικής τροφίμων της DHL Freight Transportation στο τελευταίο μίλι. Αξιοποιώντας τους αισθητήρες IoT και τα αναλυτικά στοιχεία, η DHL μπορεί να βελτιώσει την απόδοση παράδοσης, να μειώσει τα απόβλητα και να διασφαλίσει την ασφάλεια και την ποιότητα των τροφίμων που μεταφέρονται. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Η χρήση της τεχνολογίας IoT σε έξυπνα οικιακά προϊόντα, όπως τα συνδεδεμένα ψυγεία, έχει επιπτώσεις στις λειτουργίες εφοδιαστικής τροφίμων της DHL Freight Transportation. Παρακολουθώντας τις ημερομηνίες λήξης των προϊόντων και ανιχνεύοντας πότε εξαντλούνται οι προμήθειες, τα έξυπνα ψυγεία μπορούν αυτόματα να παραγγείλουν περισσότερα τρόφιμα στο διαδίκτυο, γεγονός που έχει τη δυνατότητα να διαταράξει την παραδοσιακή διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Για παράδειγμα, οι αισθητήρες στο έξυπνο ψυγείο ενός λιανοπωλητή μπορούν να ανιχνεύσουν πότε το απόθεμα είναι χαμηλό και να υποβάλουν αυτόματα μια παραγγελία στο πλησιέστερο κέντρο διανομής, μειώνοντας τον χρόνο παράδοσης και αποφεύγοντας τα αποθέματα που μπορεί να οδηγήσουν σε χαμένες πωλήσεις. Επιπλέον, οι προκαταρκτικές λύσεις αποστολής, όπως αυτές που κατοχυρώνονται με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας από την Amazon, θα μπορούσαν να επιτρέψουν στους παρόχους logistics να προβλέψουν τη ζήτηση των πελατών και να μετακινήσουν τα προϊόντα πιο κοντά στη διεύθυνση παράδοσης του πελάτη για εξοικονόμηση χρόνου. Συνδυάζοντας δεδομένα αισθητήρων με δεδομένα πελατών, η DHL Freight Transportation θα μπορούσε να παρέχει μια ποικιλία από ad hoc, δηλαδή επί τούτου, και προληπτικές υπηρεσίες παράδοσης για σπίτια και τοπικές επιχειρήσεις, συμπεριλαμβανομένης της παράδοσης τροφίμων ελεγχόμενης θερμοκρασίας που απαιτούν εξειδικευμένο χειρισμό κατά τη μεταφορά. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Η επιχείρηση θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει λύσεις με δυνατότητα IoT για να βελτιώσει την ευέλικτη υπηρεσία διεύθυνσης παράδοσης για την επιμελητεία τροφίμων. Με τα δέματα με ετικέτα και την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, οι παραλήπτες θα μπορούσαν να έχουν μεγαλύτερη ορατότητα και έλεγχο της διαδικασίας παράδοσης, συμπεριλαμβανομένης της επιλογής αλλαγής της διεύθυνσης παράδοσης σε πραγματικό χρόνο. Τα έξυπνα οικιακά προϊόντα με αισθητήρες εγγύτητας θα μπορούσαν επίσης να παρέχουν ενημερώσεις σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τη διαθεσιμότητα του παραλήπτη, επιτρέποντας πιο ακριβή και αποτελεσματική παράδοση. Επιπλέον, η DHL θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει προγνωστικά αναλυτικά στοιχεία για να αναλύσει τα ιστορικά δεδομένα τοποθεσίας κινητής συσκευής του παραλήπτη για να ζητήσει επιβεβαίωση του αναμενόμενου παραθύρου και της τοποθεσίας παράδοσης, βελτιώνοντας την ακρίβεια και την αξιοπιστία των παραδόσεων τους. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Η DHL Freight Transportation, όπως και άλλοι πάροχοι logistics, μπορεί να αξιοποιήσει την τεχνολογία IoT για να βελτιστοποιήσει το ταξίδι επιστροφής και να προσφέρει πρόσθετες υπηρεσίες στους πελάτες της. Με λύσεις με δυνατότητα IoT, η DHL μπορεί να συνδεθεί με άτομα ή επιχειρήσεις στη διαδρομή παράδοσης που θα ήθελαν να στείλουν πράγματα αλλά δεν έχουν τον χρόνο ή τα μέσα να πάνε σε ένα ταχυδρομείο ή να προετοιμάσουν και να συσκευάσουν σωστά τα αντικείμενα. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Αξίζει να προστεθεί ότι με την επισήμανση σε επίπεδο στοιχείου, ένα μεμονωμένο προϊόν μπορεί να παρακολουθείται μέσω μιας τυπωμένης έξυπνης ετικέτας NFC που ενσωματώνει αισθητήρες για την παρακολούθηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Η DHL μπορεί να χρησιμοποιήσει

αυτές τις χαμηλού κόστους τυπωμένες έξυπνες ετικέτες για να παρέχει ορατότητα επόμενης γενιάς στα προϊόντα που έχει μεταφέρει, κάτι που είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την επιμελητεία τροφίμων. Για παράδειγμα, όταν τα ευπαθή είδη παραγγέλλονται στο διαδίκτυο, οι πελάτες θα μπορούν να χρησιμοποιούν το smartphone τους, μέσω NFC, για να ελέγχουν κατά την άφιξη εάν διατηρήθηκε η σωστή θερμοκρασία κατά τη μεταφορά και εάν η σφράγιση ήταν σπασμένη. Η DHL μπορεί επίσης να χρησιμοποιήσει αισθητήρες IoT για να παρακολουθεί τα επίπεδα θερμοκρασίας και υγρασίας κατά τη μεταφορά, ειδοποιώντας τα ενδιαφερόμενα μέρη εάν υπάρχουν αποκλίσεις από τις αναμενόμενες συνθήκες. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Έτσι λοιπόν, η τεχνολογία IoT προσφέρει ευκαιρίες στην DHL Freight Transportation να βελτιστοποιήσει τις διαδικασίες εφοδιαστικής της, να μειώσει το κόστος και να προσφέρει πρόσθετες υπηρεσίες στους πελάτες της, ιδιαίτερα στην αναπτυσσόμενη αγορά B2C ή Business to Consumer για τρόφιμα και φαρμακευτικά προϊόντα. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Η DHL Freight Transportation θα μπορούσε ενδεχομένως να χρησιμοποιήσει τις τυπωμένες ετικέτες έξυπνης μνήμης της Thinfilm για να βελτιώσει τη διαφάνεια και την ιχνηλασιμότητα της εφοδιαστικής τροφίμων. Με την ενσωμάτωση αισθητήρων σε αυτές τις ετικέτες, η DHL Freight Transportation θα μπορούσε να αποκτήσει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για τη θερμοκρασία, την υγρασία και άλλες περιβαλλοντικές συνθήκες των προϊόντων κατά τη μεταφορά. Αυτό θα τους επέτρεπε να διασφαλίσουν ότι τα τρόφιμα μεταφέρονται στη σωστή θερμοκρασία και συνθήκες για να διατηρήσουν την ποιότητα και την ασφάλειά τους. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)



Εικόνα 27: Η ετικέτα έξυπνης μνήμης της Thinfilm με την Diageo

(James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus; https://media-cldnry.s-nbcnews.com/image/upload/newscms/2015_09/909191/jw_blue_smart_bottle_3.jpg, n.d.)

Επιπλέον, θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει αυτές τις ετικέτες για να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα της παράδοσης στο τελευταίο μίλι. Οι λεπτομερείς πληροφορίες που παρέχονται από αυτές τις ετικέτες θα επιτρέψουν στον πάροχο logistics να βελτιστοποιήσει τις διαδρομές και τα χρονοδιαγράμματα παράδοσης με βάση τις συγκεκριμένες ανάγκες κάθε είδους. Θα μπορούσαν να ομαδοποιήσουν αντικείμενα με παρόμοιες απαιτήσεις και να τα παραδώσουν μαζί, μειώνοντας τον χρόνο και το κόστος που σχετίζεται με την παράδοση κάθε είδους ξεχωριστά. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ετικέτες έξυπνης μνήμης θα μπορούσαν να παρέχουν στους καταναλωτές πιο λεπτομερείς πληροφορίες για τα προϊόντα που λαμβάνουν. Για παράδειγμα, οι πελάτες θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν τα smartphone τους για να σαρώσουν τις ετικέτες και να έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες σχετικά με την προέλευση, την ημερομηνία λήξης, τα συστατικά και τις θρεπτικές αξίες του προϊόντος. Αυτό θα αυξήσει την εμπιστοσύνη των πελατών στα προϊόντα που αγοράζουν και θα παρείχε περισσότερες πληροφορίες για να λάβουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με τις επιλογές των τροφίμων τους. (James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΟΦΕΛΗ ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΤΟΥ INDUSTRY 4.0 ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΤΩΝ LOGISTICS

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.1: ΟΦΕΛΗ ΤΩΝ LOGISTICS

Η πλειοψηφία των ερευνητών συμφωνεί ότι η εφαρμογή των τεχνολογιών, μεθόδων και προσεγγίσεων της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης ή Industry 4.0 θα είναι επωφελής για τις επιχειρήσεις. Η βελτίωση των δυνατοτήτων επεξεργασίας πληροφοριών θα συμβάλει στη μείωση του επιπέδου αβεβαιότητας προσφοράς-ζήτησης σε ένα μεγαλύτερο παγκόσμιο επιχειρηματικό δίκτυο και θα συμβάλει άμεσα στη βελτιστοποίηση των επιχειρηματικών διαδικασιών με μια ολοκληρωμένη, κατανοητή και σε πραγματικό χρόνο παγκόσμια άποψη της επιχείρησης. (Francesco Galati, Barbara Bigliardi, 2019, pp. 104-107)

Όπως φαίνεται παρακάτω στον πίνακα 8, υφίστανται τέσσερις κατηγορίες στις οποίες οι πρόσφατες εξελίξεις στην τεχνολογία των πληροφοριών έχουν φέρει πλεονεκτήματα.

Επηρεασμένες τεχνολογίες από τη τεχνολογική πρόοδο
<p>1) Επιχείρηση: Η σύγκλιση μεταξύ του αναλογικού και του ψηφιακού κόσμου, η αποδοχή των νέων βιομηχανικών προτύπων και η αυξανόμενη προσαρμογή του επιχειρηματικού μοντέλου στο μάρκετινγκ πληροφοριών επηρεάζουν όλες τις οικονομίες και την κοινωνία.</p>
<p>2) Λειτουργίες της επιχείρησης:</p> <ul style="list-style-type: none">• Επιδράσεις της νέας τεχνολογίας στην εφοδιαστική αλυσίδα και τις βιομηχανικές διαδικασίες.• Βελτίωση στην ποιότητα του προϊόντος.• Αποτελεσματικές μέθοδοι παραγωγής.• Διαλειτουργικότητα, προσομοίωση, αποκέντρωση και ανταπόκριση σε λειτουργικό επίπεδο σε πραγματικό χρόνο.• Επαγρύπνηση παραγωγής μέσω της πρόβλεψης προβλημάτων από έξυπνα πρωτόκολλα και κοινή χρήση πληροφοριών μέσω έξυπνων ρολογιών ή tablet.• Συντήρηση συνολικής παραγωγικότητας με τη χρήση αισθητήριων οργάνων για την ανίχνευση αντικατάστασης εξαρτημάτων.
<p>3) Τεχνολογικά επιτεύγματα: Με την εισαγωγή μικροσκοπικών υπολογιστών συνδεδεμένων στο Διαδίκτυο, το Industry 4.0 κυκλοφόρησε από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων ή Internet of Things , το οποίο επιτρέπει σε όλα τα φυσικά αντικείμενα να μετατρέπονται σε «έξυπνα πράγματα».</p> <p>Με το συγχρονισμό της ενσωμάτωσης του υπολογιστή με τις φυσικές διαδικασίες, τα κυβερνοφυσικά συστήματα γεφυρώνουν το χάσμα μεταξύ του πραγματικού και του</p>

εικονικού κόσμου, παρέχοντας πρωτοφανή επίπεδα αποτελεσματικότητας, ελέγχου και διαφάνειας.

- 4) Εξειδίκευση εργασίας:** Η αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής είναι περίπλοκη, κάτι το οποίο οδηγεί στην ανάπτυξη νέων βιομηχανιών και μεθόδων εργασίας μέσω της κατασκευής περίπλοκων και πολύπλοκων συστημάτων που συνδυάζουν προσεγγίσεις με υψηλή χρηστικότητα. Η επανάληψη των εργασιών μειώνεται και είναι απαραίτητη η συνεχής βελτίωση των δεξιοτήτων.

Πίνακας 8: Επηρεασμένες τεχνολογίες από τη τεχνολογική πρόοδο

(S.G. Ponnambalam, Nachiappan Subramanian, Manoj Kumar Tiwari, Wan Azhar Wan Yusoff, 2019)

Σε σύγκριση με το συμβατικό μοντέλο της εφοδιαστικής αλυσίδας, οι προαναφερθείσες εφαρμογές αναμένεται να βελτιώσουν μια σειρά από δυνατότητες και σημαντικά στοιχεία προστιθέμενης αξίας για τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Ακόμη, μερικές θετικές αναφορές για τη Διαχείριση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας διαφαίνονται και παρακάτω:

- ❖ **Εντοπισμός δυναμικότητας :** Τα συστήματα που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους σε ανοιχτούς χώρους μιας αποθήκης εξοικονομούν δαπάνες εργασίας και χρόνο αποθήκευσης.
- ❖ **Προγραμματισμός και αναφορά :** Για βελτιωμένο σχεδιασμό διαδρομής και χρόνου παράδοσης, συστήματα που παρακολουθούν ένα δίκτυο μεταφορών, εντοπίζουν και αξιολογούν καταστάσεις όπως τροχαία ατυχήματα και μειώνουν την καταγραφή της εργασίας.
- ❖ **Βελτιστοποίηση διαδρομής :** Εργαλεία σχεδιάζουν την ταχύτερη, πιο οικονομική και χρονικά αποδοτική διαδρομή, ενώ ελαχιστοποιούν τις λανθασμένες παραδόσεις.
- ❖ **Ευελξία, αξιοπιστία και αποδοτικότητα πόρων**
- ❖ **Ανίχνευση και παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο :** Όργανα και εργαλεία για την παρακολούθηση μεμονωμένων πραγμάτων καθώς και εμπορευματοκιβωτίων και οχημάτων.
- ❖ **Διαχείριση ενέργειας :** Συστήματα που υποστηρίζουν την εξισορρόπηση φορτίου και επιτρέπουν τη λήψη των καλύτερων δυνατών αποφάσεων σχετικά με τη χρήση καυσίμου, φωτισμού, θέρμανσης κ.λπ.
- ❖ **Πρόληψη και εντοπισμός απειλών :** Εξοπλισμός που βοηθά στην πρόληψη και τη μείωση της κλοπής στον εντοπισμό μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης σε εμπορευματοκιβώτια ή φορτηγά.
- ❖ **Παρακολούθηση και διαχείριση της θερμοκρασίας του προϊόντος**

(Dalmarco, G., Ramalho, F. R., Barros, A. C. and Soares, A. L., 2019)

Η αποτελεσματικότητα και η κερδοφορία της εφοδιαστικής αλυσίδας έχουν προτεραιότητα πάνω από όλα μέσω της μείωσης του κόστους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.2 : ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΤΩΝ LOGISTICS

Οι αποφάσεις θα πρέπει να βασίζονται σε ένα παγκόσμιο μοντέλο που να εξηγεί την αποδοχή των εφαρμογών της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης για κάθε ενδιαφερόμενο στην αλυσίδα εφοδιασμού, καθώς υπάρχουν πολλά εμπόδια και κίνδυνοι.

Τα εμπόδια σχετίζονται με τους χρήστες, την τεχνολογία και την πολιτική και μπορούν να χωριστούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

- ✓ Το κόστος εφαρμογής και διατήρησης τεχνολογικών λύσεων, η έλλειψη επαγγελματιών ΤΠΕ (Τεχνολογία Πληροφοριών και Επικοινωνιών) και η αβεβαιότητα σχετικά με την απόδοση της επένδυσης είναι μερικά μόνο παραδείγματα των οικονομικών, λειτουργικών και διαχειριστικών εμποδίων.
- ✓ Προβλήματα με ασυμβατότητα εφαρμογών ΤΠΕ, έλλειψη προτύπων ΤΠΕ, ασφάλεια και προστασία δεδομένων.
- ✓ Η απουσία νομοθεσίας που συντονίζει και εναρμονίζει σε εθνικό και ηπειρωτικό επίπεδο, καθορίζει πρότυπα και διευκολύνει την υιοθέτηση ΤΠΕ.

(Giusti, R., Manerba, D., Bruno, G. and Tadei R., 2019)

Η υιοθέτηση της τεχνολογίας Industry 4.0 επηρεάζεται εξίσου από το στάδιο του ψηφιακού μετασχηματισμού μιας εταιρείας. Τα προβλήματα ασφαλείας που μπορεί να επηρεάσουν την επιλογή ενός οργανισμού να υιοθετήσει νέες τεχνολογίες περιλαμβάνουν το απόρρητο, τον έλεγχο ταυτότητας, τη ρύθμιση συστήματος και τη διαχείριση. Η χαμηλή συμβατότητα μεταξύ των συμμετεχόντων στο Supply Chain 4.0 είναι αποτέλεσμα της απουσίας τυποποιημένων προτύπων ανίχνευσης και μέτρησης σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού. (Ghadimi, P., Wang, C., Lim, M. K. and Heavey, 2019, p. 599)

Η χρήση αυτών των εργαλείων και η απόκτηση γνώσεων από δεδομένα παραμένουν προβλήματα για τους οργανισμούς, όπως εντοπίζεται και στον παρακάτω πίνακα 9.

Προκλήσεις που σχετίζονται με τις τεχνολογίες του Industry 4.0
<ul style="list-style-type: none">✓ Χαμηλό επίπεδο ωριμότητας της προτιμώμενης τεχνολογίας✓ Ανισότητα✓ Διακοπή υφιστάμενων εργασιών✓ Υψηλή επένδυση στην υλοποίηση του Industry 4.0✓ Αβεβαιότητα ως προς το οικονομικό όφελος✓ Δυσκολίες στην ολοκλήρωση της αλυσίδας αξίας✓ Κίνδυνος παραβιάσεων της ασφάλειας✓ Χαμηλό επίπεδο τεχνολογικής ωριμότητας✓ Διακοπή εργασιών σε εξέλιξη✓ Έλλειψη προτύπων, κανονισμών και εντύπων πιστοποίησης✓ Έλλειψη υποδομών✓ Έλλειψη ψηφιακών δεξιοτήτων

- | |
|--|
| ✓ Δυσκολίες στη διασφάλιση της διασφάλισης ποιότητας δεδομένων |
| ✓ Έλλειψη εσωτερικής ψηφιακής κουλτούρας και κατάρτισης |

Πίνακας 9: Προκλήσεις των τεχνολογιών του Industry 4.0

(Schniederjans, D. G., Curado, C. and Khalajhedayati M, 2020)

Οι πιο αξιοσημείωτες προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι επιχειρήσεις στις ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες είναι η έλλειψη κατανόησης του Industry 4.0, η εστίαση στο κόστος ανάπτυξης της εταιρείας, η έλλειψη κατανόησης της στρατηγικής σημασίας του Industry 4.0 και η έλλειψη συστήματος κατάρτισης. Οι επιχειρήσεις που εφαρμόζουν το Industry 4.0 έχουν συχνά παρουσία σε πολλές χώρες. (Raj, A., Dwivedi, G., Sharma, A., Lopes de Sousa Jabbour, A. B. and Rajak S, 2020, σσ. 7-9)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.3: ΣΧΕΔΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Ένας καλά καθορισμένος εταιρικός οδικός χάρτης είναι απαραίτητος για την έναρξη και την αποτελεσματική ολοκλήρωση δραστηριοτήτων καινοτομίας και ψηφιακού μετασχηματισμού, επιπλέον των επενδύσεων σε τεχνολογίες υλικού και λογισμικού.

Η στροφή προς την ψηφιακή τεχνολογία απαιτεί νέες οργανωτικές, επιχειρηματικές και οργανωτικές βελτιώσεις στην τεχνολογία, τις διαδικασίες παραγωγής, τη φυσική υποδομή, τους ανθρώπινους πόρους και τη διαχείριση. Η ανάπτυξη νέων προσεγγίσεων και εργαλείων για τον χειρισμό της μετάβασης, η ρύθμιση των λειτουργιών, η ενοποίηση προτύπων, κανόνων και διαδικασιών, δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας και οικονομικά ζητήματα είναι όλα παραδείγματα επακόλουθων ενεργειών που θα πρέπει να προταθούν ως μέρος της ψηφιακής τεχνολογίας μιας εταιρείας μεταμόρφωση. Για να είναι η κινητήρια δύναμη πίσω από την αλυσίδα εφοδιασμού του μέλλοντος, η εξατομίκευση, η αυτοματοποίηση και η οικονομική, κοινωνική και οικολογική βιωσιμότητα ενός οργανισμού θα πρέπει να χτιστούν με βάση τους στόχους και τους περιορισμούς σε κάθε τομέα. (Akabane, G. K., Oliveira, R. M. N. de and Costa, I., 2020)

Το μοναδικό μοντέλο ωριμότητας που χρησιμοποιείται ως εργαλείο για την εξέταση του τρόπου με τον οποίο εφαρμόζεται το Industry 4.0 στις λειτουργίες logistics, καθώς προσαρμόζεται σε πολλά σενάρια και δίνει στους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων στις επιχειρήσεις ένα εύχρηστο εργαλείο για γρήγορη αξιολόγηση του επιπέδου ωριμότητας της εταιρείας. Υπάρχουν πέντε στάδια ωριμότητας:

1. Άγνοια
2. Συμπέρασμα
3. Υιοθέτηση
4. Διαχείριση
5. Οριστικοποίηση

Το πρώτο επίπεδο υποδεικνύει ότι δεν υπάρχουν δυνατότητες Logistics 4.0, ενώ το πέμπτο επίπεδο δείχνει ότι όλες οι λύσεις Logistics 4.0 έχουν εφαρμοστεί και ενσωματωθεί πλήρως. (Facchini, F., Oleśków-Szlapka, J., Ranieri, L. and Urbinati, A., 2020)

Παρά τη μεθοδολογία που βασίζεται στην τεχνολογία του Industry 4.0, η βελτίωση της απόδοσης της εταιρείας θα εξακολουθεί να εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από παράγοντες που σχετίζονται με τους ανθρώπους, όπως η ενεργή συμμετοχή των εργαζομένων σε δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων. Οι τεχνολογίες Industry 4.0, υπό αυτή την έννοια, έχουν επίσης αντίκτυπο σε κοινωνικοπολιτισμικά στοιχεία που ενσωματώνουν τον τρόπο με τον οποίο μαθαίνουν οι ομάδες, οι οργανισμοί και οι άνθρωποι, με αποτέλεσμα τροποποιήσεις συμπεριφοράς που προάγουν τα αποτελέσματα απόδοσης.

Η εταιρική μάθηση μπορεί να θεωρηθεί ως μια διαδικασία βελτίωσης που βασίζεται σε μια βαθύτερη γνώση και μια μεγαλύτερη κατανόηση της οργανωτικής κουλτούρας και του περιβάλλοντος. Η μακροπρόθεσμη ανταγωνιστικότητα μπορεί να αυξηθεί μέσω της εφαρμογής τεχνικών διαχείρισης γνώσης, θέτοντας τις βάσεις για την οργανική υιοθέτηση του Industry 4.0. Για να καταστεί ευκολότερη η διαδικασία μετατροπής αυτών των τεράστιων όγκων δεδομένων σε γνώση, η διαχείριση γνώσης, η οποία καλύπτει την πράξη της ανάπτυξης, της ανταλλαγής, της χρήσης και της διαχείρισης της γνώσης και των πληροφοριών μέσα σε έναν οργανισμό, είναι ζωτικής σημασίας. Η ικανότητα μιας εταιρείας να επωφεληθεί πλήρως από μια ψηφιακή αλυσίδα εφοδιασμού εξαρτάται από την ικανότητά της να υιοθετεί και να ενσωματώνει τις διάφορες τεχνολογίες και δεξιότητες που απαιτούνται. (Dalmarco, G., Ramalho, F. R., Barros, A. C. and Soares, A. L., 2019)

Η χαρτογράφηση ροής αξίας είναι ένα εργαλείο που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι επιχειρήσεις για να κατανοήσουν τις βασικές δυνατότητες στις λειτουργίες και τη ροή πληροφοριών τους. Θα είναι σε θέση να καθορίσουν την αναλογία κόστους-οφέλους για περαιτέρω ενέργειες, όπως βραχυπρόθεσμες προσπάθειες συνεχούς βελτίωσης ή ένα μακροπρόθεσμο έργο βελτιστοποίησης, με τη χρήση των ολοκληρωμένων πληροφοριών. Το Value Stream Mapping 4.0 (VSM4.0) είναι μια ιδέα για την ενημέρωση των αξιών και του ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος μιας εταιρείας που βασίζεται στη διαχείριση των δεδομένων που είναι διαθέσιμα στην ψηφιακή εποχή.

Τέλος, από την αρχή του εικοστού πρώτου αιώνα, η θεωρία ελέγχου (CT) έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς στη μοντελοποίηση και ανάλυση λειτουργικών συστημάτων στην εφοδιαστική και την παραγωγή. Η σταθερότητα, η αξιοπιστία και η ανθεκτικότητα είναι τα χαρακτηριστικά που εξετάστηκαν. Η συνεισφορά της θεωρίας ελέγχου στις επιχειρήσεις είναι μια προσαρμοστική κατανόηση των διαδικασιών σχεδιασμού και ελέγχου σε ένα συνεχές χρονικό πεδίο, με την ικανότητα να καλύπτει τη δυναμική της διαδικασίας και τις αλλαγές στην Εφοδιαστική Αλυσίδα και το περιβάλλον σε διαφορετικά επίπεδα, επιτυγχάνοντας μια ολοκληρωμένη λύση προβλημάτων στο σύνολό του συστήματος. (Ivanov, D., Sethi, S., Dolgui, A. and Sokolov, B., 2018)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΕΠΙΛΟΓΟΣ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά, ο όρος Logistics 4.0 αποτελεί μια αλλαγή παραδείγματος στη βιομηχανία logistics που καθοδηγείται από τον ψηφιακό μετασχηματισμό και τις τεχνολογίες Industry 4.0. Η παρούσα διατριβή έχει εξετάσει την εξέλιξη των logistics από την αρχαία Ελλάδα μέχρι σήμερα, εστιάζοντας στον κρίσιμο ρόλο που διαδραματίζει η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας στη διασφάλιση της αποτελεσματικής ροής αγαθών από τις πρώτες ύλες προς τους τελικούς καταναλωτές.

Η εφαρμογή των τεχνολογιών Industry 4.0 στα logistics έχει αποφέρει σημαντικά οφέλη, όπως δείχνουν τα ευρήματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης και έρευνας. Πρώτον, το Logistics 4.0 έχει βελτιώσει την αποτελεσματικότητα στον κλάδο των logistics. Χρησιμοποιώντας προηγμένες τεχνολογίες όπως η αυτοματοποίηση και η ρομποτική, οι εταιρείες logistics μπορούν να εκτελούν εργασίες ταχύτερα και με μεγαλύτερη ακρίβεια από πριν. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μια πιο βελτιστοποιημένη αλυσίδα εφοδιασμού, μειώνοντας τις καθυστερήσεις και τα σφάλματα στη διαδικασία. Δεύτερον, το Logistics 4.0 έχει μειώσει το κόστος για τις εταιρείες logistics. Με τη χρήση τεχνολογιών όπως τα Big Data Analytics, οι εταιρείες logistics μπορούν να βελτιστοποιήσουν τις δραστηριότητές τους, να μειώσουν τα απόβλητα και το υπερβολικό απόθεμα και να λάβουν πιο ενημερωμένες αποφάσεις σχετικά με τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Τρίτον, το Logistics 4.0 έχει αυξήσει τη διαφάνεια στον κλάδο της εφοδιαστικής αλυσίδας. Χρησιμοποιώντας τεχνολογίες όπως το Internet of Things και το blockchain, οι εταιρείες logistics μπορούν να παρακολουθούν τις αποστολές σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας μεγαλύτερη ορατότητα και ιχνηλασιμότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Αυτή η διαφάνεια είναι ιδιαίτερα σημαντική για τη διασφάλιση της ασφάλειας των τροφίμων και την παρακολούθηση της προέλευσης των προϊόντων.

Ακόμη, το Logistics 4.0 έχει βελτιώσει σε μεγάλο βαθμό την εμπειρία των πελατών. Χρησιμοποιώντας τεχνολογίες όπως η επαυξημένη πραγματικότητα και το ψηφιακό δίδυμο, οι πελάτες μπορούν να αλληλεπιδρούν με τα προϊόντα εικονικά και να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις για τις αγορές τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη ικανοποίηση πελατών, αφοσίωση και εμπιστοσύνη στην επωνυμία.

Ωστόσο, αυτή η στροφή στο Logistics 4.0 δεν γίνεται χωρίς προκλήσεις. Μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις είναι η ανάγκη για νέες δεξιότητες. Καθώς οι εταιρείες logistics υιοθετούν νέες τεχνολογίες, χρειάζονται υπαλλήλους με νέες δεξιότητες για τη λειτουργία, τη συντήρηση και την ανάπτυξη αυτών των τεχνολογιών. Οι εταιρείες του κλάδου της εφοδιαστικής αλυσίδας χρειάζεται να επενδύσουν στην εκπαίδευση και την ανάπτυξη, για να διασφαλίσουν ότι οι υπάλληλοί τους έχουν τις απαραίτητες δεξιότητες για να εργαστούν στον τομέα του Logistics 4.0.

Μια άλλη πρόκληση είναι οι κίνδυνοι για την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο. Οι εταιρείες logistics πρέπει να προστατεύουν τα δεδομένα και τα συστήματά τους από επιθέσεις στον κυβερνοχώρο, οι οποίες θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε παραβιάσεις δεδομένων, οικονομική απώλεια και ζημιά στη φήμη. Οι εταιρείες logistics πρέπει να επενδύσουν στα κυβερνοφυσικά συστήματα και να ακολουθήσουν τις βέλτιστες πρακτικές για τον μετριασμό αυτών των κινδύνων.

Επιπλέον, οι ηθικές ανησυχίες αποτελούν πρόκληση στο Logistics 4.0. Καθώς υιοθετούνται τεχνολογίες όπως η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση, υπάρχει κίνδυνος μετατόπισης θέσεων εργασίας, που θα μπορούσε να επηρεάσει τα προς το ζην των εργαζομένων. Οι εταιρείες logistics πρέπει να διασφαλίσουν ότι η χρήση αυτών των τεχνολογιών είναι ηθική και δεν παραβιάζει τα δικαιώματα των εργαζομένων.

Η μελέτη περίπτωσης που παρουσιάζεται στο Κεφάλαιο 4 κατέδειξε την πρακτική εφαρμογή του Logistics 4.0 στη βιομηχανία logistics τροφίμων (food logistics). Υπογραμμίζει τη χρήση της τεχνολογίας των πληροφοριών, τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας με RFID και την ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) στην εφοδιαστική αλυσίδα της DHL (DHL Supply Chain) για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας, της ιχνηλασιμότητας και της ασφάλειας των τροφίμων. Αυτή η μελέτη περίπτωσης απεικονίζει τις δυνατότητες του Logistics 4.0 να μεταμορφώσει τη βιομηχανία της εφοδιαστικής αλυσίδας, ιδιαίτερα στην αντιμετώπιση των προκλήσεων της ασφάλειας των τροφίμων, της ιχνηλασιμότητας και της μείωσης των απορριμμάτων.

Στο Κεφάλαιο 5, έχουμε συζητήσει τα οφέλη και τις προκλήσεις του Industry 4.0 στον τομέα των logistics. Τα οφέλη περιλαμβάνουν αυξημένη απόδοση, μειωμένο κόστος, βελτιωμένη εμπειρία πελατών και βελτιωμένη βιωσιμότητα. Ωστόσο, οι προκλήσεις του Industry 4.0 στα logistics περιλαμβάνουν κινδύνους κυβερνοασφάλειας, την ανάγκη για νέες δεξιότητες και ηθικές ανησυχίες, όπως ο αντίκτυπος στην απασχόληση.

Για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, το Κεφάλαιο 5.3 έχει συζητήσει ορισμένα από τα σχέδια διαχείρισης και τις τεχνικές που μπορούν να υιοθετήσουν οι εταιρείες logistics για να διασφαλιστεί η ομαλή μετάβαση στο Logistics 4.0. Αυτά περιλαμβάνουν τη συνεργασία με παρόχους τεχνολογίας, τις επενδύσεις στην εκπαίδευση και ανάπτυξη εργαζομένων, την υιοθέτηση βέλτιστων πρακτικών για την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο και την ανάπτυξη δεοντολογικών κατευθυντήριων γραμμών για τη χρήση των τεχνολογιών Industry 4.0.

Συνοπτικά, το Logistics 4.0 αποτελεί κρίσιμο παράγοντα του Industry 4.0 και η εφαρμογή του στη βιομηχανία logistics έχει τη δυνατότητα να αποφέρει σημαντικά οφέλη τόσο στις εταιρείες όσο και στους καταναλωτές. Ωστόσο, αυτή η στροφή στον τομέα Logistics 4.0 απαιτεί μια στρατηγική προσέγγιση που περιλαμβάνει συνεργασία, επενδύσεις και υιοθέτηση βέλτιστων πρακτικών στην τεχνολογία, την ανάπτυξη δεξιοτήτων και ηθικούς λόγους. Συνολικά, το Logistics 4.0 αλλάζει το παιχνίδι για τη βιομηχανία logistics και ο αντίκτυπός του είναι πιθανό να γίνει αισθητός για πολλά χρόνια ακόμα, ίσως και για αιώνες από τη στιγμή που ο άνθρωπος μέσω των Logistics μεταφέρει τα αγαθά του όχι μόνο στη πατρίδα του αλλά και σε όλο τον πλανήτη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adam Klatzkin. (2019, Απριλίου 24). Ανάκτηση Ιανουαρίου 24, 2023, από <https://www.pbctoday.co.uk/news/digital-construction/digital-twins/digital-twins-design-management/55800/>
- Akabane, G. K., Oliveira, R. M. N. de and Costa, I. (2020). A Typological Approach for Technological Innovation in Logistics in the Industry 4.0 Scenario. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)*. Ανάκτηση Ιανουαρίου 14, 2023
- Amanda Su, Subhi J. Al'Aref. (2018). History of 3D Printing. Department of Radiology, Weill Cornell Medicine, New York, NY, United States, Dalio Institute of Cardiovascular Imaging, NewYork-Presbyterian Hospital, New York, NY, United States. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 18, 2022
- Anand,A. (2017). *Artificial Intelligence – Literature Review*. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 4, 2022, από <https://cis-india.org/internet-governance/files/artificial-intelligence-literature-review>
- Badzar, A. (2016). Blockchain for Securing Sustainable Transport Contracts and Supply Chain Transparency. Lund University, Helsingborg, Sweden. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 9, 2022
- Baheti, Radhakisan, and Helen. (2011). Cyberphysical Systems - The impact of control technology. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 11, 2022
- Bar-Yam. (2002). General features of complex systems. New England Complex Systems Institute, Cambridge, MA, USA. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 12, 2022
- Ben Gesing, Steve J. Peterson, Dr. Dirk Michelsen. (2018). *Artificial Intelligence in Logistics*. DHL Customer Solutions & Innovation. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 4, 2022
- Bentounsi, M., Benbernou, S., Atallah, M.J. (2012). Bentounsi, M., Benbernou, S., & Atallah, M. J. (2012, June). Privacy-preserving business process outsourcing. In 2012 IEEE 19th International Conference on Web Services IEEE. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 8, 2022
- blogger, s. (2022). *How 3D printing is changing supply chains*. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 20, 2022, από <https://www.sccgltd.com/featured-articles/how-3d-printing-is-changing-supply-chains/>
- Bräuer, P., & Mazarakis, A. (2018). AR in order-picking-experimental evidence with Microsoft HoloLens. Arbeitsgruppe Web Science. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 23, 2022
- C. Alexander. (2015). Five Ways 3D Printing Is Transforming the Supply Chain. Supply & Demand Chain Executive Blog. Ανάκτηση Ιανουαρίου 24, 2023
- C. M. Meyer, W. Kersten, and C. Nede. (2007). Integration des Komplexitäts-managements in den strategischen Führungsprozess der Logistik. Haupt. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 14, 2022
- C. Zhuang, J. Liu, and H. Xiong. (2018). Digital twin-based smart production management and control framework for the complex product assembly shop-floor. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 12, 2022

- Carrera, S., Ramdane-Cherif, W., & Portmann, M. C. (2010). Scheduling supply chain node with fixed components arrivals and two partially flexible deliveries. IFAC Proceedings Volumes. Ανάκτηση Νοεμβρίου 16, 2022
- Cooper, M. (2001). Ανάκτηση Νοεμβρίου 15, 2022, από <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x>
- Dalmarco, G., Ramalho, F. R., Barros, A. C. and Soares, A. L. (2019). Providing Industry 4.0 technologies: The case of a production technology cluster. Journal of High Technology Management Research. Ανάκτηση Ιανουαρίου 8, 2023
- Dalmarco, G., Ramalho, F. R., Barros, A. C. and Soares, A. L. (2019). Providing Industry 4.0 technologies: The case of a production technology cluster. Journal of High Technology Management Research. Ανάκτηση Ιανουαρίου 14, 2023
- Danese, P. (2006). Ανάκτηση Νοεμβρίου 20, 2022, από <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207540600557991>
- Daniel J. Fagnant, Kara Kockelman. (2015). Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations. Transportation Research Part A. Ανάκτηση Νοεμβρίου 24, 2022
- De Groote, P. (1995). Maintenance performance analysis: a practical approach. Journal of Quality in Maintenance Engineering. Ανάκτηση Νοεμβρίου 19, 2022
- De Pace, F., Manuri, F. & Sanna, A. (2018). Augmented Reality in Industry 4.0. American Journal of Computer Science and Information Technology. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 21, 2022
- Deiseroth J. , Klennert M. , Thissen, S.Schwede, C. Toth,. (2013). Virtual Experiment Fields for Logistical Problem Solving. IEEE. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 14, 2022
- DHL. (2022). *Challenges of 3D Printing*. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 20, 2022, από <https://www.dhl.com/global-en/home/insights-and-innovation/thought-leadership/trend-reports/3d-printing-logistics.html>
- Echelmeyer, W. (2008). Contribution to a Fully Automatic .
- Echelmeyer, W., Kirchheim, A., & Wellbrock, E. (2008). Robotics-Logistics: Challenges for Automation of Logistic Processes. IEEE International Conference on Automation and Logistics. Ανάκτηση Νοεμβρίου 28, 2022
- Eric B. Baum. (2004). Beyond Artificial Intelligence. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 3, 2022
- Everett Rogers. (2003). Diffusion of Innovations. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 10, 2022
- ewood.gr*. (2022, Νοεμβρίου 11). Ανάκτηση από <https://ewood.gr/4%ce%b7-%ce%b2%ce%b9%ce%bf%ce%bc%ce%b7%cf%87%ce%b1%ce%bd%ce%b9%ce%ba%ce%ae-%ce%b5%cf%80%ce%b1%ce%bd%ce%ac%cf%83%cf%84%ce%b1%cf%83%ce%b7-02/>

- Facchini, F., Oleśków-Szłapka, J., Ranieri, L. and Urbinati, A. (2020). A maturity model for Logistics 4.0: An Empirical Analysis and a Roadmap for Future Research. MDPI. Ανάκτηση Ιανουαρίου 14, 2023
- Fang, W., An, Z. (2020). A scalable wearable AR system for manual order picking based on warehouse floor related navigation. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 22, 2022
- Fox, M. (1993). Ανάκτηση Νοεμβρίου 15, 2022, από <http://eil.utoronto.ca/wp-content/uploads/public/papers/iscm-intro.pdf>
- Francesco Galati, Barbara Bigliardi. (2019). Industry 4.0: Emerging themes and future research avenues using a text mining approach. Computers in Industry. Ανάκτηση Ιανουαρίου 7, 2023
- Frazzon, E. M. (2019). *Towards Supply Chain Management 4.0*. Ανάκτηση Νοεμβρίου 11, 2022, από <https://bjopm.org.br/bjopm/article/view/539/823>
- Fredriksson, A.; Liljestränd, K. (2015). Capturing food logistics: A literature review and research agenda. International Journal of Logistics Research and Applications. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 29, 2022
- Freepik. (2015). Ανάκτηση από flaticon.com
- G.R. Janssen, I.J. Blankers, E.A. Moolenburgh, A.L. (2014). The Impact of 3D Printing on Supply Chain Management. Posthumus. Ανάκτηση Ιανουαρίου 24, 2023
- Ghadimi, P., Wang, C., Lim, M. K. and Heavey. (2019). Intelligent sustainable supplier selection using multi-agent technology: Theory and application for Industry 4.0 supply chains. Computers & Industrial Engineering. Ανάκτηση Ιανουαρίου 11, 2023
- Giusti, R., Manerba, D., Bruno, G. and Tadei R. (2019). Synchromodal logistics: An overview of critical success factors, enabling technologies, and open research issues. Transportation Research Part E. Ανάκτηση Ιανουαρίου 11, 2023
- Gordana Radivojević. (2017). Internet of Thing in Logistics. Logistics International Conference. Ανάκτηση Νοεμβρίου 27, 2022
- Grieves, M. (2016). Origins of the Digital Twin Concept. Florida Institute of Technology/NASA.
- H.J. Nyman, P. Sarlin. (2014). 47th Hawaii International Conference on System Science. Waikoloa. Ανάκτηση Ιανουαρίου 24, 2023
- Hans, C., Hribernik, K. A. and Thoben, K. D. (2008). An approach for the integration of data within complex logistics systems.
- Harland. (1996). *Supply Chain Management: Relationships, Chains and Networks*. Ανάκτηση Νοεμβρίου 15, 2022
- <http://fp7-mode.eu/>. (χ.χ.). Ανάκτηση Φεβρουαρίου 13, 2023, από <http://fp7-mode.eu/>

<http://info.totaltraxinc.com/blog/here-is-what-happens-when-big-data-and-forklifts-meet>. (χ.χ.).
Ανάκτηση Φεβρουαρίου 6, 2023, από <http://info.totaltraxinc.com/blog/here-is-what-happens-when-big-data-and-forklifts-meet>

<http://www.epa.gov/smartway/forpartners/documents/trucks/techsheets-truck/420f00037.pdf>.
(χ.χ.). Ανάκτηση Φεβρουαρίου 13, 2023, από <http://www.epa.gov/smartway/forpartners/documents/trucks/techsheets-truck/420f00037.pdf>

<http://www.sick.com/us/en-us/home/pr/whitepapers/Documents/SICK%20White%20Paper-%20Collision%20Awareness%20Solutions.pdf>. (χ.χ.). Ανάκτηση Φεβρουαρίου 6, 2023,
από <http://www.sick.com/us/en-us/home/pr/whitepapers/Documents/SICK%20White%20Paper-%20Collision%20Awareness%20Solutions.pdf>

<https://agheera.com/solutions/automotive-monitoring-solutions>. (χ.χ.).
<https://agheera.com/solutions/automotive-monitoring-solutions>. Ανάκτηση
Φεβρουαρίου 13, 2023, από <https://agheera.com/solutions/automotive-monitoring-solutions>

<https://idcard.ph/rfid-vs-barcode-what-are-the-differences/>. (χ.χ.). Ανάκτηση Ιανουαρίου 19,
2023

https://media-cldnry.s-nbcnews.com/image/upload/newscms/2015_09/909191/jw_blue_smart_bottle_3.jpg.
(χ.χ.). Ανάκτηση Φεβρουαρίου 19, 2023, από https://media-cldnry.s-nbcnews.com/image/upload/newscms/2015_09/909191/jw_blue_smart_bottle_3.jpg

<https://studiousguy.com/examples-internet-of-things/>. (χ.χ.). Ανάκτηση Νοεμβρίου 26, 2022,
από <https://studiousguy.com/examples-internet-of-things/>

<https://towardsdatascience.com/machine-learning-algorithms-in-laymans-terms-part-1-d0368d769a7b>. (χ.χ.). Ανάκτηση Δεκεμβρίου 4, 2022, από
<https://towardsdatascience.com/machine-learning-algorithms-in-laymans-terms-part-1-d0368d769a7b>

<https://www.agvnetwork.com/what-is-automated-guided-vehicle-agv-robot>. (χ.χ.). Ανάκτηση
Δεκεμβρίου 2, 2022, από <https://www.agvnetwork.com/what-is-automated-guided-vehicle-agv-robot>

<https://www.dhl.com/global-en/home/press/press-archive/2022/dpdhl-group-increases-2022-ebit-guidance-thanks-to-its-international-dhl-business.html>. (χ.χ.). Ανάκτηση
Φεβρουαρίου 19, 2023, από <https://www.dhl.com/global-en/home/press/press-archive/2022/dpdhl-group-increases-2022-ebit-guidance-thanks-to-its-international-dhl-business.html>

<https://www.dhl.com/gr-el/home.html>. (χ.χ.). DHL. Ανάκτηση Φεβρουαρίου 5, 2023, από
<https://www.dhl.com/gr-el/home.html>

<https://www.dreamstime.com/pallet-gravity-flow-pallet-boxes-floor-mountet-gravity-flow-distribution-warehouse-image208839363>. (χ.χ.). Ανάκτηση Δεκεμβρίου 2, 2022, από <https://www.dreamstime.com/pallet-gravity-flow-pallet-boxes-floor-mountet-gravity-flow-distribution-warehouse-image208839363>

<https://www.informit.com/articles/article.aspx?p=2516729&seqNum=2>. (2016). Ανάκτηση Δεκεμβρίου 21, 2022, από <https://www.informit.com/articles/article.aspx?p=2516729&seqNum=2>

<https://www.materialhandlingtech.com/products/overhead-conveyor/>. (χ.χ.). Ανάκτηση Δεκεμβρίου 2, 2022, από <https://www.materialhandlingtech.com/products/overhead-conveyor/>

<https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0308393EN/bmw-group-is-making-logistics-robots-faster-and-smarter?language=en>. (χ.χ.). Ανάκτηση Νοεμβρίου 30, 2022, από <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0308393EN/bmw-group-is-making-logistics-robots-faster-and-smarter?language=en>

https://www.researchgate.net/figure/Edge-computing-applications_fig1_331362529. (χ.χ.). Ανάκτηση Δεκεμβρίου 8, 2022, από https://www.researchgate.net/figure/Edge-computing-applications_fig1_331362529

<https://www.semanticscholar.org/paper/Towards-a-Logistics-Cloud-Holtkamp-Steinbu%C3%9F/70a462e8f2cc4367f9b94e49e9a942643ae01048>. (χ.χ.). Ανάκτηση Δεκεμβρίου 8, 2022, από <https://www.semanticscholar.org/paper/Towards-a-Logistics-Cloud-Holtkamp-Steinbu%C3%9F/70a462e8f2cc4367f9b94e49e9a942643ae01048>

<https://www.sketchbubble.com/en/presentation-reverse-logistics.html>. (χ.χ.). Ανάκτηση Νοεμβρίου 23, 2022, από <https://www.sketchbubble.com/en/presentation-reverse-logistics.html>

<https://www.viatech.com/en/2018/05/history-of-artificial-intelligence/>. (χ.χ.). Ανάκτηση Δεκεμβρίου 4, 2022, από <https://www.viatech.com/en/2018/05/history-of-artificial-intelligence/>

<https://www.visiott.com/blog/blockchain-traceability/>. (χ.χ.). Ανάκτηση Δεκεμβρίου 9, 2022, από <https://www.visiott.com/blog/blockchain-traceability/>

<https://www.youtube.com/watch?v=AvzgDoDgXzE>. (χ.χ.). Ανάκτηση Δεκεμβρίου 22, 2022, από <https://www.youtube.com/watch?v=AvzgDoDgXzE>

https://yourfreetemplates.com/industry_4-0/. (χ.χ.). Ανάκτηση Νοεμβρίου 11, 2022, από https://yourfreetemplates.com/industry_4-0/

I Arbnor, B Bjerke. (1997). Methodology for Creating Business Knowledge. SAGE. Ανάκτηση Νοεμβρίου 22, 2022

Iansiti, M. , Lakhani, K.R. (2017). The truth about blockchain. Harvard Business Review. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 9, 2022

- Isak Karabegović, Edina Karabegović,, Ermin Husak. (2012). Service robot application for examination and maintaining of water supply, gas and sewage systems. *International Journal of Engineering Research and Development*. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 2, 2022
- Ivanov, D., Sethi, S., Dolgui, A. and Sokolov, B. (2018). A survey on control theory applications to operational systems, supply chain management, and Industry 4.0. *Annual Reviews in Control*. Ανάκτηση Ιανουαρίου 14, 2023
- Jain, A. D. S., Mehta, I., Mitra, J., Agrawal, S. (2017). Application of Big Data in Supply Chain Management. Στο *Materials today: Proceedings* (σσ. 1106-1115). 5th International Conference of Materials Processing and Characterization. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 5, 2022
- James Macaulay, Dr. Markus Kückelhaus. (χ.χ.). *DHL*. Ανάκτηση Φεβρουαρίου 6, 2023, από discover.dhl.com
- John Walker. (2014). *Big data: A revolution that will transform how we live,work and think*. Taylor and Francis. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 5, 2022
- Katerina Pramadari. (2016). Information technology for food supply chains. Department of Management Science and Technology. Ανάκτηση Ιανουαρίου 15, 2023
- Krystsina Sadouskaya. (2017). Adoption of Blockchain Technology in Supply and Logistics. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 9, 2022
- LamsonGroup. (2014). *Material Handling*.
- Lee, Edward. (2008). *Cyber Physical Systems: Design Challenges*. University of California. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 11, 2022
- Luigi Atzori, Antonio Iera, Giacomo Morabito. (2010). The internet of things: A survey. *Computer Networks*. Ανάκτηση Νοεμβρίου 24, 2022
- M. Gravier. (2016). 3D Printing: Customers Taking Charge of the Supply Chain. *Industry Week*. Ανάκτηση Ιανουαρίου 24, 2023
- M. Jeseke, M. Grüner, F. Wieb. (2013). BIG DATA IN LOGISTICS: A DHL perspective on how to move beyond the hype. *DHL*. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 5, 2022
- M. Satyanarayanan, P. Bahl, R. Caceres, N. Davies. (2009). The case for VM-based cloudlets in mobile computing. *IEEE Pervasive Comput.*
- M. Zajac and C. Schwede. (2016). Cross-Process Production Control by Camera-Based Quality Management Inside a Logistic Assistance System. *Dinalog*. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 14, 2022
- Macaulay, James, Lauren Buckalew, and Gina Chung. (2015). Internet of Things in Logistics. *DHL Trend Research*. Ανάκτηση Φεβρουαρίου 5, 2023
- Martin, J., Bohuslava, J., Igor, H. (2018). Augmented Reality in Education 4.0. *IEEE*. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 21, 2022

- McGuire, Patrick M. (2009). *Conveyors Application, Selection, and Integration*. Boca Raton. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 2, 2022
- Oztemel, E., Gursev, S. (2018). Literature review of Industry 4.0 and related technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 22, 2022
- P. Sasikumara and G. Kannanb. (2008). Issues in reverse supply chains, part II: reverse distribution issues – an overview. *International Journal of Sustainable Engineering*. Ανάκτηση Νοεμβρίου 23, 2022
- Porter, M. E., Heppelmann, J. E. (2017). *Why Every Organization Needs an Augmented Reality Strategy*. *Harvard Business Review*. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 21, 2022
- Pramatari, K.C. and Dimakopoulou, A. (2014). *Assessing the impact of RFID projects: European survey results*. Marseille, France: International RFID Congress 2014,. Ανάκτηση Ιανουαρίου 19, 2023
- Pramatari, K.C., Doukidis, G.I. and Kourouthanassis, P. (2005). *Towards 'smarter' supply and demand-chain collaboration practices enabled by RFID technology*. *Smart Business Networks*. New York: Springer Verlag. Ανάκτηση Ιανουαρίου 19, 2023
- Queiroz. (2017). *Smart supply chain in Industry 4.0: trends, challenges and research opportunities*. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*. Ανάκτηση Νοεμβρίου 13, 2022
- R. Bogue. (2013). *Assembly Automation*. 33. Ανάκτηση Ιανουαρίου 24, 2023
- Raj, A., Dwivedi, G., Sharma, A., Lopes de Sousa Jabbour, A. B. and Rajak S. (2020). *Barriers to the adoption of industry 4.0 technologies in the manufacturing sector: An inter-country comparative perspective*. *International Journal of Production Economics*. Ανάκτηση Ιανουαρίου 12, 2023
- Ramaa, A., K.N.Subramanya, T.M.Rangaswamy. (2012). *Impact of Warehouse Management System*. *International Journal of Computer Applications*. Ανάκτηση Νοεμβρίου 21, 2022
- Romer, K., & Mattern, F. (2004). *The design space of wireless sensor networks*. *IEEE Wireless Communications*. Ανάκτηση Νοεμβρίου 26, 2022
- Ron Davies. (2015, Μάιος). Ανάκτηση Νοεμβρίου 23, 2022, από europarl: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/557012/EPRS_BRI\(2015\)557012_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/557012/EPRS_BRI(2015)557012_EN.pdf)
- Roth, A. V., A. A. Tsay, M. E. Pullman, and J. V. Gray. (2008). *Unraveling the Food Supply Chain: Strategic Insights from China*. *The Journal of Supply Chain Management*. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 29, 2022
- S.G. Ponnambalam, Nachiappan Subramanian, Manoj Kumar Tiwari, Wan Azhar Wan Yusoff. (2019). *Industry 4.0 and Hyper Customized Smart Manufacturing Supply Chains*. IGI Global. Ανάκτηση Ιανουαρίου 7, 2023

- Schniederjans, D. G., Curado, C. and Khalajhedayati M. (2020). Supply chain digitisation trends: An integration of knowledge management. *International Journal of Production Economics*. Ανάκτηση Ιανουαρίου 12, 2023
- Shenle Pan, R. Y. (2019). *sciencedirect*. Ανάκτηση από <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1474034619305695>
- Shuangqin liu and Bo Wo. (2010). Study on the supply chain management of global companies. *IEEE*. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 8, 2022
- Stock, T., & Seliger, G. (2016). Opportunities of sustainable manufacturing. *Procedia CIRP*. Ανάκτηση Νοεμβρίου 18, 2022
- Stoltz, M.-H., Giannikas, V., McFarlane, D., Strachan, J., Um, J., Srinivasan, R. (2017). Augmented Reality in Warehouse Operations: Opportunities and Barriers. *IFAC*. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 23, 2022
- Susmita Bose, Sahar Vahabzadeh, Amit Bandyopadhyay. (2013). Bone tissue engineering using 3D printing. *Materials today*. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 19, 2022
- Syberfeldt, A., Holm, M., Danielsson, O., Wang, L., Brewster, R. L. (2016). Support Systems on the Industrial Shop-floors of the Future – Operators’ Perspective on Augmented Reality. *Procedia CIRP*. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 22, 2022
- T. Mladenović, Gordana Radivojević. (2018). Cloud Computing in logistics, Master Thesis, Faculty of Transport and Traffic Engineering. University of Belgrade. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 8, 2022
- Tseng, M.-L., Wu, K.-J. and Nguyen, T.T. (2011). Information technology in supply chain management: a case study. *Procedia*. Ανάκτηση Ιανουαρίου 9, 2023
- Walter, S. (2007). LOGISTICS AND SUPPLY MANAGEMENT IN SERVICE INDUSTRIES THE PERSPECTIVE OF LOGISTICS, PURCHASING, AND SUPPLY MANAGEMENT IN THE GERMAN HOTEL SECTOR. European Business School (EBS). Ανάκτηση Νοεμβρίου 30, 2022
- Walter, S. (χ.χ.). Logistics as a success factor for the management of service processes.
- Wu, F., Yenyurt, S., Kim, D. and Cavusgil, S.T. (2006). The impact of information technology on supply chain capabilities and firm performance: a resource-based view. *Industrial Marketing Management*. Ανάκτηση Ιανουαρίου 5, 2023
- Zhang, N. (2018). Smart Logistics Path for Cyber-Physical Systems With Internet of Things. *IEEE*. Ανάκτηση Ιανουάριος 22, 2023
- Γεώργιος Σάπκας. (χ.χ.). Ανάκτηση Δεκεμβρίου 3, 2022, από <https://www.sapkasgeorge.gr/%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%AF%CE%B1-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B5%CE%BE%CE%AD%CE%BB%CE%B9%CE%BE%CE%B7-%CF%84%CE%B7%CF%82-%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%82-%CE%BD%CE%BF%CE%B7%CE%BC/>

ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ. (χ.χ.). ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ.

Ανάκτηση Νοεμβρίου 11, 2022, από logistics.teicm.gr:

http://logistics.teicm.gr/index.php?option=com_k2&view=itemlist&task=category&id=13:%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%AF%CE%B1%CE%BA%CE%B1%CE%B9-logistics

ΕΕ. (χ.χ.). Ανάκτηση Νοεμβρίου 16, 2022, από https://ec.europa.eu/info/policies/public-procurement/tools-public-buyers/green-procurement_el

<https://real-transport.com/en/service/innovation-logistics-4-0/>

<https://www.sketchbubble.com/en/presentation-reverse-logistics.html>

<https://www.axestrack.com/iot-applications-in-logistics/>

<https://wordstream-files-prod.s3.amazonaws.com/s3fs-public/machine-learning.png>

https://www.google.gr/search?q=how+companies+around+the+world+are+using+AI&tbm=isch&ved=2ahUKewizttLtveD7AhX72rsIHWwcDjMQ2-cCegQIABAA&oq=how+companies+around+the+world+are+using+AI&gs_lcp=CgNpbWcQAz_oECCMQJzoFCAAQgAQ6BwgjEOoCECc6CAgAEIAEELEDOgQIABBDOgcIABAEEMcDOgQIABAEogYIABAIEB46BwgAEIAEEBM6CAgAEAgQHhATUPwQWM52YPB4aARwAHgAgAGNAYgB_CWSAQUzMi4xNpgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nsAEJwAEB&sclient=img&ei=L9iMY_PiBfu17_UP7Li4mAM&bih=649&biw=1366#imgrc=y6k2Kcw-KEoY9M