



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

Κύριοι κίνδυνοι και κρίσιμοι παράγοντες επιτυχίας για την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στο ΟΜ και στο SCM



**Τάτσιος Κωνσταντίνος
2020**

**Επιβλέπων Καθηγητής:
κ. Θανάσης Ζηλιασκόπουλος**

Εγκρίθηκε από τα μέλη της τριμελούς επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής (Επιβλέπων): κ. Θ. Ζηλιασκόπουλος

Δεύτερος Εξεταστής: κ. Θ. Λόης

Τρίτος Εξεταστής: κ. Γ. Λυμπερόπουλος

Ευχαριστίες

Πρώτα απ' όλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους επιβλέπον καθηγητές μου κ. Θ. Ζηλιασκόπουλο και κ. Θ. Λόη για την πολύτιμη καθοδήγηση τους, την βοήθεια τους καθώς και την εμπιστοσύνη που μου έδειχναν καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας μου, ώστε να μπορώ να μελετήσω σε βάθος το συγκεκριμένο θέμα. Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης, τον κ. Γ. Λυμπερόπουλο για τη συμμετοχή του στην εξεταστική επιτροπή της διπλωματικής μου εργασίας. Επίσης μαζί με τον κ. Θ. Ζηλιασκόπουλο, τον κ. Θ. Λόη, και τον κ. Γ. Λυμπερόπουλο θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Π. Τσιακάρα και το κ. Α. Κερμανίδη για την άριστη συνεργασία που είχαμε στα μαθήματα τους ώστε να μπορέσω να διεκπεραιώσω με επιτυχία το μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών του Τμήματος των Μηχανολόγων Μηχανικών.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου που με στηρίζει, με βοηθά και με κατανοεί όλα αυτά τα χρόνια στην πορεία μου σαν μαθητής, φοιτητής και τα τελευταία χρόνια σαν εργαζόμενος.

Περίληψη

Η διοίκηση των λειτουργιών (Operations Management) αποτελεί ένα σπουδαίο τομέα κάθε επιχειρησιακής δραστηριότητας αποσκοπώντας στην αποτελεσματική διαχείριση των περιορισμένων πόρων μέσω του προγραμματισμού, της οργάνωσης και του ελέγχου.

Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας (Supply Chain Management) είναι η διαχείριση ενός δικτύου διασυνδεδεμένων επιχειρήσεων που συμβάλουν στην παροχή προϊόντων και υπηρεσιών. Είναι δηλαδή ο ολοκληρωμένος σχεδιασμός, ο συντονισμός και ο έλεγχος όλων των επιχειρηματικών διαδικασιών και δραστηριοτήτων στην αλυσίδα εφοδιασμού με σκοπό την ικανοποίηση των πελατών, ικανοποιώντας παράλληλα τις απαιτήσεις των άμεσα εμπλεκόμενων μέσα στην αλυσίδα εφοδιασμού.

Η τεχνητή νοημοσύνη εφαρμόζεται και συζητιέται εδώ και πολλά χρόνια σε πολλούς τομείς. Αντίστοιχα εφαρμόζεται και χρησιμοποιείται στον κλάδο των εφοδιαστικών αλυσίδων. Επίσης τα τελευταία χρόνια η αύξηση των άρθρων που αφορούν την τεχνητή νοημοσύνη είναι ραγδαία καθώς και το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας για το παρών θέμα. Δεν είναι λίγες οι αναφορές και τα άρθρα που οι τίτλοι τους αναφέρουν το Industry 4.0, τα Logistics 4.0, το SCM 4.0, τα Big Data, κ.α., καθώς και την εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης σε αυτά, ενώ οι προβλέψεις και οι αναφορές αυτές έχουν σαν χρονικό ορίζοντα ακόμα και έως το 2050.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται όλα τα οφέλη που προφέρει η εφαρμογή τεχνικών τεχνητής νοημοσύνης κατά την έλευση της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης, όπως η παρακολούθηση, ο έλεγχος, η πρόγνωση, η βελτιστοποίηση, η ορατότητα, και πολλά ακόμα. Επίσης παρουσιάζονται όλα τα ρίσκα και οι κίνδυνοι από την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στο Operations Management και στο Supply Chain Management, όπως οι οικονομικές απώλειες, οι απώλειες θέσεων εργασίας, η παραβίαση προσωπικών δεδομένων, η ακόβουλη χρήση και πολλά ακόμα που περιγράφονται αναλυτικά στα παρακάτω κεφάλαια.

Λέξεις-κλειδιά: Τεχνητή Νοημοσύνη, AI, Industry 4.0, Logistics 4.0, SCM 4.0, Μεγάλα Δεδομένα, Διαδίκτυο των πραγμάτων, Εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης στην βιομηχανία, Εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης στην διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας, Ρίσκα τεχνητής νοημοσύνης στην βιομηχανία, Ρίσκα τεχνητής νοημοσύνης στην διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας.

Abstract

Operations Management is a great part of every operational activity with the purpose of sufficiently managing limited resources by programming, planning and controlling.

Supply Chain Management is the management of a network of interconnected operations, which they contribute in providing product and services. In other words, it is the complete planning, coordination and control of all the operational procedures and activities in the supply chain, aiming towards the clients' satisfaction, fulfilling at the same time the demands of those who are directly involved within the supply chain.

Artificial intelligence is being applied and discussed over for many years in many different sectors. Accordingly, it is being applied and used on the sector of supply chain. Additionally, over the last years the increase of articles that concern the artificial intelligence is rapid, as it is the interest of the scientific community towards the present subject. Moreover, the references and the articles whose titles include Industry 4.0, Logistics 4.0, SCM 4.0, Big Data and more, are not few either, including the implementation of Artificial Intelligence on those, while those references' timescale expands until 2050.

In the present dissertation, all the benefits that are being offered by the implementation of AI techniques during the coming of the fourth industrial revolution are presented, like supervision, control, prognosis, optimization, visibility and many more. Moreover, all the risks and dangers of the implementation of AI in Operations Management and in Supply Chain Management are being presented, like economical deficit, loss of job positions, the infringement of personal information, malicious use, and many more that are being described analytically in the chapters below.

Key-words: Artificial Intelligence, AI, Industry 4.0, Logistics 4.0, SCM 4.0, Big Data, Internet of Things, IoT, Implantation of Artificial Intelligence in Industry, Implantation of Artificial Intelligence in Supply Chain Management, Risks of Artificial Intelligence in Industry, Risks of Artificial Intelligence in Supply Chain Management.

Η παρούσα διπλωματική εργασία χωρίζεται στα παρακάτω κεφάλαια:

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία

Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα

Κεφάλαιο 5: Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	14
1.1 Σκοπός της Εργασίας	14
1.2 Θεωρητικό Υπόβαθρο	14
1.3 Βασικοί Ορισμοί	15
1.3.1 Η Διοίκηση Λειτουργιών (Operations Management - OM).....	15
1.3.1.1 Εισροές.....	16
1.3.1.2 Η διαδικασία μετασχηματισμού	16
1.3.1.3 Εκροές.....	17
1.3.1.4 Ποιος είναι ο λόγος που μελετάμε το Operations Management.....	17
1.3.2 Εφοδιαστική Αλυσίδα - Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας.....	18
1.3.2.1 Η Εφοδιαστική Αλυσίδα (Supply Chain – SC)	18
1.3.2.2 Η Διαχείριση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας (Supply Chain Management - SMC)	20
1.3.3 Ορισμοί της Τεχνητής Νοημοσύνης.....	22
1.3.4 Τι είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη	25
1.3.5 Ιστορικά – Που βρισκόμαστε σήμερα	27
2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	30
2.1 Βιομηχανία 4.0	30
2.1.1 Εισαγωγή	30
2.1.2 Προκλήσεις στην Βιομηχανική Τεχνητή Νοημοσύνη.....	32
2.1.2.1 Απόκτηση και αποθήκευση δεδομένων	32
2.1.2.2 Έξοδα δοκιμής και πολυπλοκότητα.....	32
2.1.2.3 Υψηλές κανονιστικές απαιτήσεις	33
2.1.2.4 Κόστος ταλέντου.....	33
2.1.3 Παραδείγματα Βιομηχανικής χρήσης Τεχνητής Νοημοσύνης.....	33
2.1.3.1 Παρακολούθηση	33
2.1.3.2 Βελτιστοποίηση	35
2.1.3.3 Έλεγχος	36
2.1.4 Οι απαιτήσεις της Βιομηχανίας για εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης.....	38
2.1.5 Τοπίο λύσεων Τεχνητής Νοημοσύνης.....	39
2.1.5.1 Τεχνολογίες Δεδομένων.....	39

2.1.5.2 Αναλυτικές τεχνολογίες.....	40
2.1.6 Ο λόγος που η Βιομηχανική Τεχνητή Νοημοσύνη έχει μείνει πίσω.....	40
2.2 Logistics 4.0.....	41
2.3 Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας 4.0 (Supply Chain Management 4.0).....	43
2.3.1 Εισαγωγή.....	43
2.3.2 Σύγκριση μεταξύ Παραδοσιακής και Ψηφιακής Αλυσίδας Εφοδιασμού. ..	45
2.3.3 Βασικές τεχνολογίες που εμπλέκονται στην SCM 4.0.....	46
2.3.4 Η Τεχνητή Νοημοσύνη στο Μάρκετινγκ.....	47
2.3.5 Η Τεχνητή Νοημοσύνη στις Πωλήσεις.....	48
2.3.6 Η Τεχνητή Νοημοσύνη στη Λογιστική.....	49
2.3.7 Η Ορατότητα της Εφοδιαστικής Αλυσίδας.....	50
2.3.8 Μεταφορές Χωρίς Οδηγό.....	51
2.3.8.1 Λειτουργίες αποθήκευσης.....	52
2.3.8.2 Λειτουργίες εξωτερικής εφοδιαστικής.....	54
2.3.8.3 Line Haul Logistics.....	54
2.3.8.4 Παράδοση Last Mile.....	54
2.3.8.5 Truck Platooning.....	55
2.3.9 Τα Συστήματα RFID.....	56
2.3.10 Τα Μεγάλα Δεδομένα (Big Data).....	58
2.3.11 Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things).....	61
2.3.12 Το Blockchain.....	63
2.3.12.1 Τι είναι το Blockchain.....	63
2.3.12.2 Το Blockchain στην Εφοδιαστική Αλυσίδα.....	64
2.3.12.3 Οι προκλήσεις στο σημερινό blockchain και οι λύσεις του στην εφοδιαστική.....	68
2.3.12.4 Εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης στο Blockchain.....	69
2.4 Ρίσκα και Κίνδυνοι σε Εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης.....	72
2.4.1 Εισαγωγή.....	72
2.4.2 Το Μέλλον Των Επαγγελματιών Και η Ανεργία.....	75
2.4.3 Η Φιλικότητα των Τεχνητά Έξυπνων Συστημάτων Απέναντι στον Άνθρωπο.....	77
2.4.4 Η Αβεβαιότητα που φέρει η Τεχνητή Νοημοσύνη.....	77
2.4.5 Τα Πνευματικά Δικαιώματα και το Απόρρητο.....	78
2.4.6 Η Αποξένωση των Ανθρώπων.....	79

2.4.7 Κοινωνικές Διακρίσεις	79
2.4.8 Η Ποιότητα και η Ακεραιότητα των Δεδομένων	80
2.4.9 Η Διαφάνεια των Έξυπνων Τεχνολογιών.....	81
2.4.10 Κακόβουλη χρήση – Κακόβουλες Επιθέσεις.	83
2.4.11 Ένα Παράδειγμα Παγίδας-Κακόβουλης Χρήσης.....	83
2.4.12 Το Ψηφιακό χάσμα.....	84
2.4.13 Εμπειρογνώμονες	85
2.4.14 Το Οργανωτικό Ρίσκο	85
2.4.15 Το Ρίσκο στη Λήψη Αποφάσεων	86
2.4.16 Νομικά πλαίσια.....	87
2.4.17 Κοινωνικές Ρυθμίσεις.....	87
2.4.18 Γενικά Εμπόδια και Κίνδυνοι για την Εφοδιαστική Αλυσίδα 4.0.....	89
2.4.19 Η Τεχνητή Νοημοσύνη ως Λάθος Όρος	90
3. Μεθοδολογία.....	91
4. Αποτελέσματα.....	93
5. Προτάσεις για μελλοντική έρευνα	97
Βιβλιογραφία	98

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Οι διαδικασίες του Operations Management [6].....	17
Εικόνα 2: Οι τρεις κύριες λειτουργίες ενός οργανισμού	18
Εικόνα 3: Συσχέτιση μεταξύ Operations Management, Marketing και Finance	18
Εικόνα 4: Η ροή του Supply Chain Management [13]	20
Εικόνα 5: Όγκος άρθρων για την Βιομηχανία 4.0 τα τελευταία χρόνια [33]	28
Εικόνα 6: Λέξεις κλειδιά σχετικά με τη Βιομηχανία 4.0 [33]	29
Εικόνα 7: Η εξέλιξη της Βιομηχανίας 4.0 [40].....	31
Εικόνα 8: Διαχείριση αποθήκης από αυτοκινούμενα ρομπότ [73].....	53
Εικόνα 9: Truck Platooning [78]	56
Εικόνα 10: Η χρήση RFID σε μια αποθήκη[81]	57
Εικόνα 11: Πεδία εφαρμογής των Big Data [84].....	59
Εικόνα 12: Η αύξηση συγγραφής άρθρων για τα Big Data [83]	60
Εικόνα 13: Το Internet of Things [93]	61
Εικόνα 14: Παράδειγμα Εφαρμογής Blockchain [98].....	67
Εικόνα 15: Οι Έξυπνες συμβάσεις [98].....	67
Εικόνα 16: Οι λύσεις του Blockchain στο SCM [98].....	68
Εικόνα 17: Οι προκλήσεις στο Blockchain [103].....	69
Εικόνα 18: Η τεχνητή νοημοσύνη στο Blockchain [106].....	70
Εικόνα 19: Το μέλλον των επαγγελματιών [107]	76

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Η εξέλιξη της Βιομηχανίας, των Logistics και της Δ.Ε.Α. [33]	27
Πίνακας 2: Σύγκριση Παραδοσιακής & Ψηφιακής Εφοδιαστικής Αλυσίδας [57]	45
Πίνακας 3: Διαχωρισμός Άρθρων Βιβλίων	92

1. Εισαγωγή

1.1 Σκοπός της Εργασίας

Η σύγχρονη τεχνολογία εξελίσσεται με πολύ γρήγορους ρυθμούς. Οι απαιτήσεις των καταναλωτών καθώς και τα προϊόντα αλλά και οι υπηρεσίες στα οποία προσανατολίζονται αλλάζουν μέρα με τη μέρα. Οι εφοδιαστικές αλυσίδες για να ανταπεξέλθουν στις δυναμικές αυτές αλλαγές προσπαθούν να χρησιμοποιήσουν συστήματα και εφαρμογές που βελτιστοποιούν τις διαδικασίες και την απόδοσή τους. Η έννοια και η εισαγωγή της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εφοδιαστική αλυσίδα είναι αυτή που θα αλλάξει τον τρόπο λειτουργίας της, θα την διευκολύνει με τις διαδικασίες της, θα μειώσει τα έξοδα της και τον χρόνο των διαδικασιών, καθώς και θα αυξήσει τα κέρδη της.

Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη και η κατανόηση όλων των εννοιών και ορισμών που αφορούν την εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στο Operations Management και στο Supply Chain Management. Επίσης στον σκοπό της εργασίας εμπεριέχεται η μελέτη των σύγχρονων και έξυπνων εφαρμογών όπως το Big Data Analytics, το Internet Of Things, το Industry 4.0, το SCM 4.0 κ.α. Έτσι, στο τέλος αυτής της εργασίας θα εξαχθούν τα συμπεράσματα για τους κύριους κινδύνους και τους κρίσιμους παράγοντες επιτυχίας για την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στο Operations Management και στο Supply Chain Management, καλύπτοντας το κενό που υπάρχει στην βιβλιογραφία αυτή τη στιγμή.

1.2 Θεωρητικό Υπόβαθρο

Το θεωρητικό υπόβαθρο που χρειάστηκε για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας, αφορούσε την μελέτη και την κατανόηση εννοιών που σχετίζονται με την Διοίκηση των Λειτουργιών (Operations Management), την Εφοδιαστική Αλυσίδα (Supply Chain) καθώς και την Διαχείριση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας (Supply Chain Management). Επίσης πολύ σημαντική ήταν η μελέτη των σύγχρονων Εφοδιαστικών αλυσίδων οι οποίες εφαρμόζουν τεχνικές Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligence) για την βελτιστοποίηση των διαδικασιών και των λειτουργιών τους.

1.3 Βασικοί Ορισμοί

1.3.1 Η Διοίκηση Λειτουργιών (Operations Management - OM)

Ας σκεφτούμε τα συστατικά του πρωινού γεύματος μας ξεκινώντας τη μέρα. Τα περισσότερα συστατικά φτάσανε στο τραπέζι μας μετά από αρκετά βήματα επεξεργασίας από διαφορετικούς οργανισμούς. Ομοίως και η πρωινή εφημερίδα. Έτσι, καθημερινά χρησιμοποιούμε αντικείμενα και προϊόντα που έχουν κατασκευαστεί από κάποιον άλλο, καθώς και υπηρεσίες από διαφορετικούς οργανισμούς. Ακριβώς όπως λέγεται ότι τα ψάρια δεν γνωρίζουν το νερό που τους περιβάλλει, οι περισσότεροι σκεφτόμαστε ελάχιστα τις οργανωτικές διαδικασίες που παράγουν αυτά τα αγαθά και υπηρεσίες για δική μας χρήση και εξυπηρέτηση. Η διοίκηση των λειτουργιών ασχολείται με το πώς παράγονται τα αγαθά και οι υπηρεσίες που αγοράζουμε και καταναλώνουμε κάθε μέρα [2].

Η διοίκηση λειτουργιών (Operations Management) είναι όλες εκείνες οι συνολικές δραστηριότητες που αφορούν τη μελέτη, το σχεδιασμό, τον προγραμματισμό, τον έλεγχο, την οργάνωση της παραγωγικής διαδικασίας, καθώς και τις επιχειρηματικές δραστηριότητες στον τομέα της παράγωγης αγαθών προϊόντων και υπηρεσιών. Αποτελεί έναν σημαντικό τομέα κάθε επιχειρησιακής δραστηριότητας αποσκοπώντας στην αποτελεσματική διαχείριση των περιορισμένων υλικών και ανθρωπίνων πόρων, καθώς και την αποτελεσματικότητα των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων όσον αφορά τις απαιτήσεις των πελατών σε ζήτηση. Ασχολείται με την διαχείριση των διαδικασιών που μετατρέπει τις εισροές όπως πρώτες ύλες, μηχανήματα, εγκαταστάσεις και ανθρώπινο δυναμικό, σε εκροές με τη μορφή εμπορευμάτων, δηλαδή σε τελικό ή ημιτελές προϊόν ή υπηρεσίες. Τα αγαθά είναι φυσικά είδη που περιλαμβάνουν πρώτες ύλες, εξαρτήματα, υποσυγκροτήματα και τελικά προϊόντα. Οι υπηρεσίες είναι δραστηριότητες που παρέχουν κάποιο συνδυασμό ώρας, θέσης, δραστηριότητας, μεταφοράς κ.α. [3][4][5][6].

1.3.1.1 Εισροές

Παραδείγματα τύπων εισροών:

Πελάτες

Για παράδειγμα σε ένα αεροδρόμιο κάθε ταξιδιώτης μπορεί να παρομοιαστεί με ένα προϊόν. Αρχικά πρέπει να δείξει το εισιτήριο, να παραδώσει τη βαλίτσα, να περάσει τον έλεγχο και να επιβιβαστεί στο αεροπλάνο. Όλο αυτό μοιάζει με τη διαδικασία που ακολουθεί ένα προϊόν σε μια βιομηχανία περνώντας από διάφορα στάδια.

Πρώτες ύλες

Για να κατασκευαστεί ένα μεταλλικό εξάρτημα θα πρέπει πρώτα να υπάρχει η πρώτη ύλη του μετάλλου, είτε σε φύλλο, είτε σε κύβο, είτε σε κυλινδρική διατομή κ.α. .

Πληροφορίες

Ένας λογιστής συγκεντρώνει και παρέχει πληροφορίες στους πελάτες και βοηθά στην ανάπτυξη ενός οικονομικού σχεδίου. Οι πληροφορίες περιλαμβάνουν επίσης ανατροφοδότηση για τον έλεγχο ή τη βελτίωση της διαδικασίας [7][8].

1.3.1.2 Η διαδικασία μετασχηματισμού

Διαδικασία

Είναι τα βήματα που απαιτούνται για τη μετατροπή των εισροών σε εκροές. Αυτό μπορεί να είναι μια σειρά βημάτων ή σε κάθε/κάποια βήμα/βήματα να πρέπει να ληφθεί μία νέα απόφαση.

Εξοπλισμός

Είναι τα εργαλεία που χρειάζονται για το μετασχηματισμό. Όπως μηχανήματα, υπολογιστές, λογισμικά κ.α.

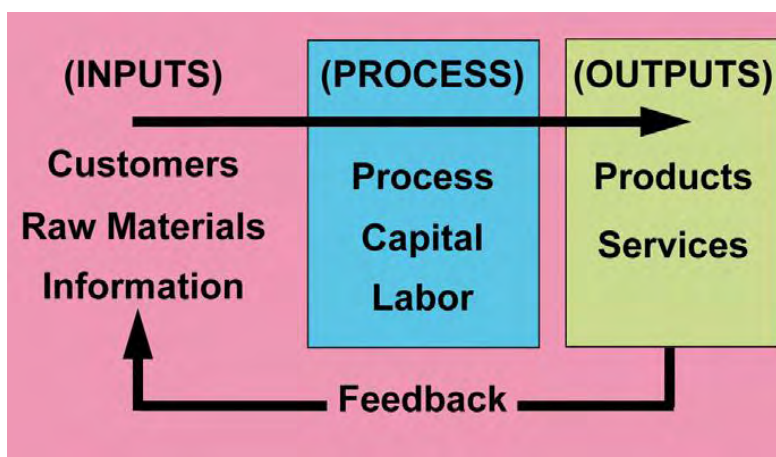
Προσωπικό

Το προσωπικό που απαιτείται για την εκτέλεση της διαδικασίας μετασχηματισμού [7][8].

1.3.1.3 Εκροές

Εκροή

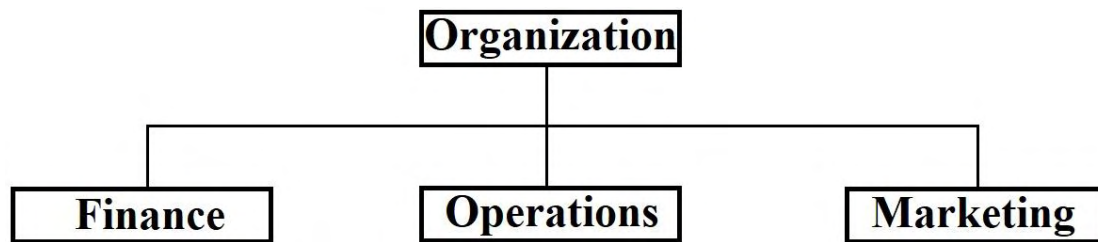
Η εκροή είναι το προϊόν ή / και η υπηρεσία που απαιτεί ο πελάτης. Οι εκροές ενός συστήματος μπορούν να γίνουν εισροές σε μια άλλη επακόλουθη διαδικασία αν αυτό απαιτείται. Για παράδειγμα η κατασκευή μιας πλακέτας κινητού τηλεφώνου όπου μετά θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή του τηλεφώνου. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να υπάρχουν στοιχεία ελέγχου και ανατροφοδότησης (feedback) για τη βελτίωση των λειτουργιών του συστήματος [7][8].



Εικόνα 1: Οι διαδικασίες του Operations Management [6]

1.3.1.4 Ποιος είναι ο λόγος που μελετάμε το Operations Management

Το Operations Management είναι μία από τις τρεις κύριες λειτουργίες (μάρκετινγκ, χρηματοδότηση και λειτουργίες) ενός οποιουδήποτε οργανισμού. Έτσι θα πρέπει να γνωρίζουμε, πως παράγονται τα υλικά και οι υπηρεσίες, τα κόστη και τα κέρδη σε κάθε εταιρία καθώς και πως η εταιρία θα αποκτήσει περισσότερα χρήματα [7][8].

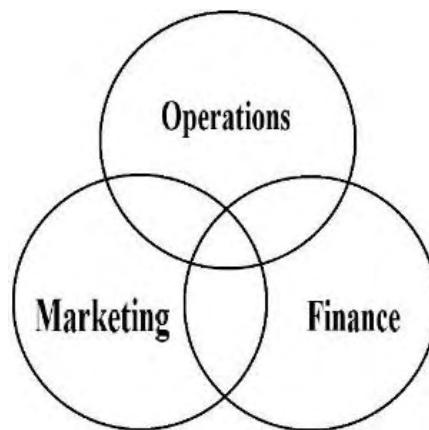


Εικόνα 2: Οι τρεις κύριες λειτουργίες ενός οργανισμού

Λειτουργίες / Παραγωγή: Προϊόντα (κατασκευή και συναρμολόγηση).

Χρηματοοικονομική – Λογιστική: Προϋπολογισμοί, οικονομικές απαιτήσεις προγραμμάτων, παροχή κεφαλαίων.

Μάρκετινγκ: Πώληση, Προώθηση, Αξιολόγηση επιθυμιών και αναγκών των πελατών.



Εικόνα 3: Συσχέτιση μεταξύ Operations Management, Marketing και Finance

1.3.2 Εφοδιαστική Αλυσίδα - Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας

1.3.2.1 Η Εφοδιαστική Αλυσίδα (Supply Chain – SC)

Σύμφωνα με μια μελέτη [9], η αλυσίδα εφοδιασμού ορίζεται ως «Όλες οι δραστηριότητες που σχετίζονται με τη ροή και μετατροπή αγαθών από τα στάδια των πρώτων υλών και το στάδιο της μεταφοράς στον τελικό χρήστη, καθώς επίσης και όλες οι δραστηριότητες που σχετίζονται με τις ροές πληροφοριών μεταξύ όλων των

συνδεδεμένων μερών, τόσο προς τα πάνω όσο και προς τα κάτω». Ως εκ τούτου, η αλυσίδα εφοδιασμού δεν αποτελείται μόνο από μία εταιρία, αλλά από ένα επιχειρηματικό δίκτυο διαφορετικών εταιριών που είναι συνδεδεμένοι με το σχεδιασμό, την παραγωγή και την παράδοση προϊόντων.

Μία εφοδιαστική αλυσίδα αποτελείται από όλα τα στάδια που εμπλέκονται έμμεσα ή άμεσα στην ικανοποίηση των απαιτήσεων του πελάτη. Συνεπώς, η εφοδιαστική αλυσίδα αποτελείται από κατασκευαστές και προμηθευτές, από χώρους αποθήκευσης, κέντρα διανομών, μεταφορείς, πωλητές, πελάτες, αλλά και από τις πρώτες ύλες, τα αποθέματα κατά την διαδικασία παραγωγής και έτοιμα προϊόντα που ρέουν μεταξύ αυτών των σημείων[10][11].

Οι επιχειρήσεις εξαρτώνται από τις αλυσίδες εφοδιασμού που τους παρέχουν ότι χρειάζονται για να επιβιώσουν και να ευδοκιμήσουν. Επίσης, κάθε επιχείρηση ταιριάζει σε μία ή περισσότερες αλυσίδες εφοδιασμού και έχει να διαδραματίσει κάποιο ρόλο σε κάθε μία από αυτές. Ο ρυθμός αλλαγής και η αβεβαιότητα σχετικά με το πώς θα γίνουν οι αγορές καθώς και η εξέλιξη, έκανε όλο και πιο αναγκαίο για τις εταιρείες να γνωρίζουν τις αλυσίδες εφοδιασμού στις οποίες συμμετέχουν και να κατανοούν τους ρόλους που παίζουν. Η ικανοποίηση των πελατών συνεπάγεται στην ανάπτυξη νέων προϊόντων, τη προβολή των προϊόντων στην αγορά, τη χρηματοδότηση, τη εξυπηρέτηση πελατών, κ.α. Οι εταιρείες που μαθαίνουν πώς να χτίζουν και να συμμετέχουν σε ισχυρές αλυσίδες εφοδιασμού αποκτούν ένα πολύ μεγάλο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα [12][13].

Γίνεται λοιπόν κατανοητό ότι στον πραγματικό κόσμο μια αλυσίδα εφοδιασμού είναι πολύ περίπλοκη. Δεν είναι πραγματικά μια αλυσίδα, αλλά μοιάζει περισσότερο με ένα δίκτυο, αφού συνήθως υπάρχουν πολλοί προμηθευτές και πολλοί πελάτες για κάθε συμμετέχουσα εταιρεία στην αλυσίδα[14]. Επίσης, υπάρχουν ένθετες αλυσίδες μέσα στις αλυσίδες. Για παράδειγμα, μια αλυσίδα εφοδιασμού κατασκευής κινητήρα είναι μια ένθετη αλυσίδα εφοδιασμού εντός της συνδεδεμένης αλυσίδας εφοδιασμού αυτοκινήτων [15].

1.3.2.2 Η Διαχείριση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας (Supply Chain Management - SMC)

Ο όρος «Διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας» εμφανίστηκε για πρώτη φορά το 1982 ως προσέγγιση διαχείρισης αποθεμάτων με έμφαση στην προμήθεια πρώτων υλών [16]. Γύρω στο 1990, οι ακαδημαϊκοί περιέγραψαν για πρώτη φορά το Supply Chain Management (SCM) για να διευκρινίσουν πως διαφέρει από τις παραδοσιακές προσεγγίσεις στη διαχείριση της ροής των υλικών και των πληροφοριών. Στο SCM τονίζεται η ανάγκη συνεργασίας μεταξύ διαδοχικών παραγόντων, από τον πρωτογενή παραγωγό έως τους τελικούς καταναλωτές, ώστε να ικανοποιηθεί η ζήτηση με το μικρότερο δυνατόν κόστος. Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι η διαχείριση ενός δικτύου διασυνδεδεμένων επιχειρήσεων που συμβάλουν στην παροχή προϊόντων και υπηρεσιών. Είναι δηλαδή ο ολοκληρωμένος σχεδιασμός, ο συντονισμός και ο έλεγχος όλων των επιχειρηματικών διαδικασιών και δραστηριοτήτων στην αλυσίδα εφοδιασμού με σκοπό την ικανοποίηση των πελατών, ικανοποιώντας παράλληλα τις απαιτήσεις των άμεσα εμπλεκόμενων μέσα στην αλυσίδα εφοδιασμού[12].



Εικόνα 4: Η ροή του Supply Chain Management [13]

Η εφοδιαστική αναφέρεται συνήθως σε δραστηριότητες που συμβαίνουν εντός των ορίων ενός μεμονωμένου οργανισμού και οι αλυσίδες εφοδιασμού αναφέρονται σε δίκτυα εταιρειών που συνεργάζονται και συντονίζουν τις ενέργειές τους για την παράδοση ενός προϊόντος στην αγορά. Αντιθέτως, η διαχείριση αλυσίδας εφοδιασμού θα πρέπει να γνωρίζει όλα τα παραδοσιακά logistics και να συμπεριλάβει δραστηριότητες όπως το μάρκετινγκ, ανάπτυξη νέων προϊόντων, χρηματοδότηση και εξυπηρέτηση πελατών. Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας βλέπει την αλυσίδα εφοδιασμού και τους οργανισμούς ως μία ενιαία οντότητα. Φέρνει μια προσέγγιση συστημάτων στην κατανόηση και διαχείριση των διαφόρων δραστηριοτήτων που απαιτούνται για τον συντονισμό της ροής των προϊόντων και υπηρεσίες για την καλύτερη εξυπηρέτηση του τελικού πελάτη[12].

Η αποτελεσματική διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας απαιτεί ταυτόχρονες βελτιώσεις τόσο στα επίπεδα εξυπηρέτησης πελατών όσο και στην εσωτερική λειτουργικότητα των εταιρειών στην αλυσίδα εφοδιασμού. Η σωστή εξυπηρέτηση των πελατών σημαίνει υψηλά ποσοστά παραγγελιών, χαμηλό χρόνο παράδοσης και ελάχιστα προϊόντα που επιστρέφονται από τους πελάτες για οποιονδήποτε λόγο. Η εσωτερική αποτελεσματικότητα για οργανισμούς στην αλυσίδα εφοδιασμού σημαίνει ότι αυτοί οι οργανισμοί έχουν ένα ελκυστικό ποσοστό απόδοσης στις επενδύσεις τους, σε απόθεμα και άλλα περιουσιακά στοιχεία, καθώς και ότι βρίσκουν τρόπους για να μειώσουν τα έξοδα λειτουργίας και πώλησης[18].

Έτσι όλα αυτά τα ζητήματα διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο ευρείες κατηγορίες:

- **Επίπεδο προγραμματισμού:** στο επίπεδο αυτό αναλύονται τα δεδομένα προμηθειών, παραγωγής, αποθεματοποίησης και πωλήσεων, γίνονται προβλέψεις και πλάνα πάνω στα οποία βασίζεται ο προγραμματισμός.
- **Επίπεδο εκτέλεσης:** στο στάδιο αυτό εκτελείται το πλάνο που έχει καθορισθεί στο επίπεδο προγραμματισμού και παρακολουθείται η εξέλιξή του βάσει των δεδομένων και των πληροφοριών που συλλέγονται από όλο το μήκος της Εφοδιαστικής Αλυσίδας.

Τέλος, σύμφωνα με τα παραπάνω, υπάρχει ένα βασικό πρότυπο για την πρακτική της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Κάθε αλυσίδα εφοδιασμού έχει το δικό της μοναδικό σύνολο απαιτήσεων αγοράς και λειτουργικές προκλήσεις, παρ' όλα αυτά, τα ζητήματα παραμένουν ουσιαστικά τα ίδια. Οι εταιρείες σε οποιαδήποτε αλυσίδα εφοδιασμού πρέπει να λαμβάνουν αποφάσεις μεμονωμένα και συλλογικά σχετικά με τις ενέργειές στους στην παραγωγή, το απόθεμα, την τοποθεσία, την μεταφορά και τα δεδομένα των πληροφοριών [12][18][19][20].

1.3.3 Ορισμοί της Τεχνητής Νοημοσύνης

Κατά το παρελθόν, πολλοί είναι οι ορισμοί που έχουν αναφερθεί για να ορίσουν την Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence). Μερικοί από αυτούς είναι οι παρακάτω [21][22] :

Να σκέφτονται ανθρώπινα:

«Η συναρπαστική νέα προσπάθεια δημιουργίας υπολογιστών που σκέφτονται, μηχανές με μυαλό, με την πλήρη και κυριολεκτική έννοια» (Haugeland, 1978)

«Ο αυτοματισμός δραστηριοτήτων που συνδέονται με την ανθρώπινη σκέψη, δραστηριότητες όπως ως λήψη αποφάσεων, επίλυση προβλημάτων και μάθηση» (Bellman, 1978)

Να σκέπτονται Λογικά:

«Η μελέτη των ψυχικών ικανοτήτων μέσω της χρήσης υπολογιστικών μοντέλων» (Charniak, MC Dermott, 1985)

«Η μελέτη των υπολογισμών που είναι πιθανό να αντιληφθούν, να σκεφτούν και να ενεργήσουν» (Winston, 1992)

Να φέρονται ανθρώπινα:

«Η τέχνη της δημιουργίας μηχανών που εκτελούν λειτουργίες που απαιτούν νοημοσύνη όταν εκτελούνται από ανθρώπους» (Kurzweil, 1991)

«Η μελέτη του πώς να κάνουμε τους υπολογιστές να κάνουν τα πράγματα μαγικά, αυτή τη στιγμή όμως οι άνθρωποι είναι καλύτεροι» (Rich, Kinght, 1991)

Να φέρονται ορθολογικά:

«Η Υπολογιστική Νοημοσύνη είναι η μελέτη του σχεδιασμού από έξυπνους ανθρώπους» (Schalkoff, 1990)

«Η τεχνητή νοημοσύνη ασχολείται με την έξυπνη συμπεριφορά των αντικειμένων» (Luger, Stubblefeild, 1993)

Σε πολλά άρθρα οι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι είναι πολλές οι εταιρείες που ισχυρίζονται ότι τα προγράμματά τους εφαρμόζουν τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης, αλλά πολλοί είναι αυτοί που διαφωνούν και πιστεύουν πως ένα πραγματικό τεχνητά έξυπνο σύστημα είναι αυτό που μπορεί να μάθει από μόνο του. Το αληθινό σύστημα τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να βελτιωθεί, επιστρέφοντας πιο έξυπνο και πιο ενημερωμένο, με βελτιωμένες δυνατότητες και γνώσεις [23]. Πολλοί πιστεύουν πως ο Alan Turing ήταν ο πρώτος που προσδιόρισε αν ένας υπολογιστής είναι έξυπνος. Ο Turing υπογράμμισε πως εάν οι υπολογιστές έδειχναν ανθρώπινο επίπεδο ικανότητας συνομιλίας, θα πρέπει να είμαστε σίγουροι για τη νοημοσύνη και τις ικανότητες που έχουν. Επιπρόσθετα, σύμφωνα με οργανισμούς τεχνολογίας που ασχολούνται με τη μηχανική εκμάθηση και τη τεχνητή νοημοσύνη, υπάρχουν πολλές κατηγορίες τεχνητής νοημοσύνης. Ο Frank Chen έσπασε το AI σε πέντε κατηγορίες [24][25][26]:

- Λογικός συλλογισμός
- Αναπαράσταση γνώσεων
- Σχεδιασμό και πλοήγηση
- Επεξεργασία φυσικής γλώσσας
- Αντίληψη

Αντιθέτως, ο Arend Hintze, Επίκουρος Καθηγητής Ολοκληρωμένης Βιολογίας & Επιστήμης και Μηχανικής Υπολογιστών στο Michigan ,έχει περάσει χρόνια ερευνώντας την τεχνητή νοημοσύνη, και σε ένα άρθρο του δηλώνει πως θεωρεί ότι υπάρχουν τέσσερις διαφορετικοί τύποι [24][27]:

Τύπος I:

Ο τύπος I περιγράφεται ως αντιδραστικός. Αυτός ο τύπος μηχανήματος δεν σχηματίζει μνήμες ούτε χρησιμοποιεί τις εμπειρίες του παρελθόντος για τη λήψη αποφάσεων. Το παράδειγμά του για αυτόν τον τύπο είναι εκείνο του υπολογιστή της IBM που παίζει σκάκι και νικά τον Garry Kasparov στα τέλη της δεκαετίας του 1990. Αυτός ο τύπος υπολογιστή μπορεί να λειτουργήσει μόνο σε ό,τι βλέπει την τρέχουσα στιγμή.

Τύπος II:

Ο τύπος II περιγράφεται ως εκείνος με περιορισμένες αναμνήσεις. Αυτές οι μηχανές μπορούν να εξετάσουν το παρελθόν, αλλά το μειονέκτημά τους είναι ότι δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτές τις εμπειρίες για να χειριστούν νέες καταστάσεις. Για τον τύπο II δίνεται το παράδειγμα αυτοκινήτων χωρίς οδηγό. Αυτά τα αυτοκίνητα μπορούν να παρατηρήσουν την ταχύτητα και κατεύθυνση άλλων αυτοκινήτων. Οι παρατηρήσεις αυτές απλά αποθηκεύονται σε μία βάση δεδομένων μαζί άλλα στοιχεία οδήγησης.

Τύπος III:

Ο τύπος III περιγράφεται ως η θεωρία του μυαλού. Η θεωρία του μυαλού, μπορεί και κατανοεί τους ανθρώπους, αναγνωρίζει αντικείμενα και μπορεί να έχει σκέψεις και συναισθήματα. Αυτός ο τύπος μηχανής μπορεί να αλληλοεπιδράσει κοινωνικά.

Τύπος VI:

Ο τύπος IV θεωρείται αυτοσυνείδητος και περιλαμβάνει τη θεωρία του νου. Ο Arend Hintze βλέπει την αυτογνωσία ως γνώση της εσωτερικής τους κατάστασης. Χρησιμοποιεί το παράδειγμα ότι ο υπολογιστής θέλει κάτι σε σύγκριση με γνωρίζοντας ότι θέλετε κάτι.

Μέχρι σήμερα ο τύπος III και ο τύπος IV δεν υπάρχουν και πιστεύεται ότι είμαστε μακριά ακόμα από αυτό το επίπεδο.

1.3.4 Τι είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence), απασχολεί ολοένα και περισσότερο τον παγκόσμιο τομέα των επιχειρήσεων και αναφέρεται πως η ικανότητα διαχείρισης τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης θα γίνει ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος σε όλες τις μεγάλες βιομηχανίες. Τα τελευταία χρόνια έχει δει αυξανόμενο ενδιαφέρον και δημοτικότητα σε πολλούς τομείς, όπως και στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Από τα τέλη του 1970 η τεχνητή νοημοσύνη αναπτύχθηκε για τη βελτίωση της λήψης αποφάσεων από τον άνθρωπο. Σύμφωνα με το πολλούς, ο χρόνος που σπαταλάτε από ανθρώπους που εκτελούν εργασίες στην εφοδιαστική αλυσίδα είναι χάσιμο χρημάτων. Έτσι, μια επιχείρηση θα μπορούσε να αυτοματοποιήσει ορισμένες εργασίες για να μειώσει αυτή τη σπατάλη χρόνου με ρομποτικές διαδικασίες και αλγόριθμους μηχανικής μάθησης για την γρηγορότερη και αποδοτικότερη εξυπηρέτηση των πελατών [22].

Η τεχνητή νοημοσύνη γενικά θεωρείται μια περίπλοκη οντότητα. Υπάρχουν πολλοί ορισμοί και πολλές ακόμη εντυπώσεις για το τι συναντά κανείς στην τεχνητή νοημοσύνη. Οι κίνδυνοι που σχετίζονται με την τεχνητή νοημοσύνη ποικίλλουν και εξαρτώνται από το επίπεδο της τεχνητής νοημοσύνης που εφαρμόζεται. Τα οφέλη όμως που έχει η τεχνητή νοημοσύνη θεωρητικά υπερτερούν των κινδύνων, ειδικά στις εφαρμογές των επιχειρήσεων. Οι εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης χρησιμοποιούνται ήδη στις επιχειρήσεις και αναμένεται να συνεχίσουν να αναπτύσσονται. Στο άμεσο μέλλον η τεχνητή νοημοσύνη θα γίνει πιο διαδεδομένη στις επιχειρηματικές διαδικασίες και θα απαιτηθούν αρκετές προσαρμογές από την κοινωνία και το περιβάλλον όπου θα εφαρμοστεί.

Η χρήση διαφόρων μεθοδολογιών τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίλυση σύνθετων προβλημάτων όπως αναζήτηση πληροφοριών, διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού, αλλαγές στη ζήτηση των πελατών και πολλά άλλα. Επίσης, η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης για τις εταιρείες που δραστηριοποιούνται στις χρηματοοικονομικές υπηρεσίες αυξάνεται, συνεπώς δεν χρειάζεται πλέον να ανησυχούν τόσο για το πως θα αναλύσουν μεγαλύτερους όγκους σημαντικών πληροφοριών των συστημάτων τους. Το ερώτημα όμως που προκύπτει για τις επιχειρήσεις δεν είναι το πότε θα εφαρμοστεί, αλλά το πώς θα εφαρμοστεί. Η

απάντηση όμως σε αυτήν την ερώτηση είναι δύσκολο να απαντηθεί σήμερα γιατί κάτι τέτοιο απαιτεί μια ευρεία και σαφή κατανόηση των διαφόρων τρόπων που μπορεί να επηρεάσει η τεχνητή νοημοσύνη τις επιχειρήσεις και την εφοδιαστική αλυσίδα [24][25].

Σήμερα η τεχνητή νοημοσύνη επικεντρώνεται στον ψηφιακό τομέα. Δηλαδή σε εφαρμογές όπως η εξατομίκευση της εμπειρίας του πελάτη μέσα από διαδικτυακές διαφημίσεις, να προβλέπεται η ζήτηση των πελατών καθώς και οι τάσεις στα προϊόντα που ζητούν οι πελάτες. Πιστεύεται επίσης ότι στην σύγχρονη εφοδιαστική αλυσίδα χρειάζεται και εκεί η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης πέρα από το ψηφιακό κομμάτι [28]. Στην πραγματικότητα, η τεχνητή νοημοσύνη είναι μία ευκαιρία για τις επιχειρήσεις να αναπτυχθούν δραματικά. Έτσι, πολλές από τις μεγαλύτερες επιχειρήσεις του κόσμου στοιχηματίζουν στη τεχνητή νοημοσύνη για να δημιουργήσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, αυξημένη επίγνωση της κατάστασής τους, μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και υψηλότερη ποιότητα.

Μερικά παραδείγματα από μεγάλες εταιρίες ανά το κόσμο που εφαρμόζουν τεχνητή νοημοσύνη στις διαδικασίες τους:

Η Amazon ακόμα και μετά την αγορά της Κίνα προς 775 εκατομμύρια δολάρια για την δημιουργία της Amazon robotics, έχει επενδύσει σε μεγάλο βαθμό σε τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης, συμπεριλαμβανομένης της χορηγίας ενός διαγωνισμού, για ενίσχυση των δεσμών μεταξύ των βιομηχανικών και ρομποτικών κοινοτήτων για την ανάπτυξη λύσεων σε προβλήματα αυτοματισμού [29].

Ο πάροχος υπηρεσιών αλυσίδας εφοδιασμού J.B. Hunt είχε πραγματοποιήσει πενταετή σύμβαση 500 εκατομμυρίων δολαρίων για την ανάπτυξη τεχνολογίας που θα συνδέει τους αποστολείς και τους μεταφορείς, χρησιμοποιώντας δεδομένα σε πραγματικό χρόνο [30].

Η Boeing απέκτησε την Liquid Robotics, προγραμματιστή αυτόνομων θαλάσσιων συστημάτων, δημιούργησε εργαστήριο με το πανεπιστήμιο Mellon, και συνεργάστηκε με τη Microsoft, για να χρησιμοποιήσει την Azure cloud πλατφόρμα της, για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των αεροσκαφών της [28][31].

Η Bosch επένδυσε 300 εκατομμυρίων ευρώ στο νέο κέντρο τεχνητής νοημοσύνης που κατέχει η ίδια. Σύμφωνα με τον Volkmar Denner, πρόεδρο του

διοικητικού της συμβουλίου, σε δέκα χρόνια από τώρα σχεδόν κάθε προϊόν της εταιρίας θα διαθέτει τεχνητή νοημοσύνη ή θα έχει κατασκευαστεί με αυτή [32].

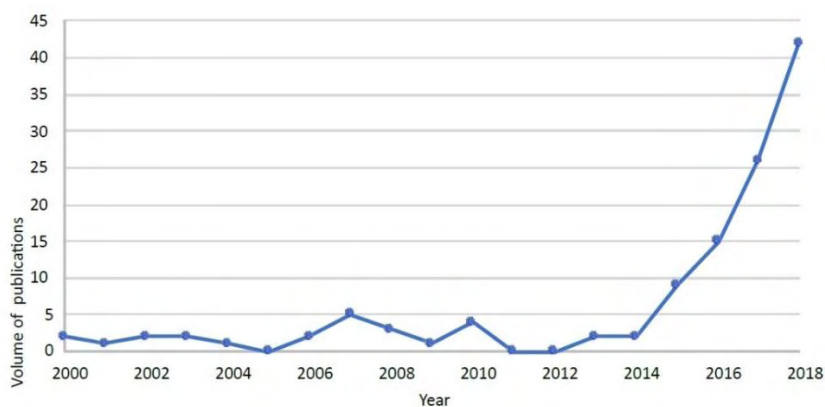
1.3.5 Ιστορικά – Που βρισκόμαστε σήμερα

Η βιομηχανία, τα Logistics και η Διαχείριση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας έχουν περάσει από πολλά στάδια. Με την πάροδο των χρόνων και τη πρόοδο της τεχνολογίας όλοι οι τομείς αναβαθμίστηκαν ανοίγοντας νέους ορίζοντες βελτιώνοντας και βελτιστοποιώντας όλες τις διαδικασίες του τομέα των επιχειρήσεων, των κατασκευών και της εφοδιαστικής αλυσίδας. Στις μέρες μας με την ολοένα και μεγαλύτερη εμφάνιση και τάση για εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης αναμένεται να υπάρξει ακόμα μεγαλύτερη πρόοδος σε σχέση με αυτό που θεωρούσαμε βέλτιστη κατάσταση σήμερα. Στο παρακάτω πίνακα απεικονίζεται η πρόοδος που έχει γίνει στον τομέας της βιομηχανίας, στα Logistics και τη Διαχείριση της Εφοδιαστικής αλυσίδας [33].

	INDUSTRY AGE	LOGISTICS AGE	SCM AGE
2020	Industry 4.0 Strong products individualization under production conditions with great flexibility (current...)	Logistics 4.0 Intelligent Transportation Systems (ITS), Real Time Locating Systems (RTLS) (current...)	SCM 4.0 Total network integration (current)
2010			
2000	Industry 3.0 Micro-processors. First programmable logic controller (PLC). Use of electronics and Information Technology (1969 to 2000s)	Logistics 3.0 System of Logistics Management (from the 1980s)	SCM 3.0 Integration between two channels (beginning of the 1980s)
1990			
1980			
1970	Industry 2.0 Mass production using electrical energy (1870 to 1969)	Logistics 2.0 Automation of handling system (from the 1960s)	There is no SCM concept in this period
1960			
1880			
1870			
1860	Industry 1.0 Mechanical weaving loom, water, steam power (1784 to 1870)	Logistics 1.0 Mechanization of transport (late 19th century and early 20th century)	There is no SCM concept in this period
1850			
1800			
1790			
1780			

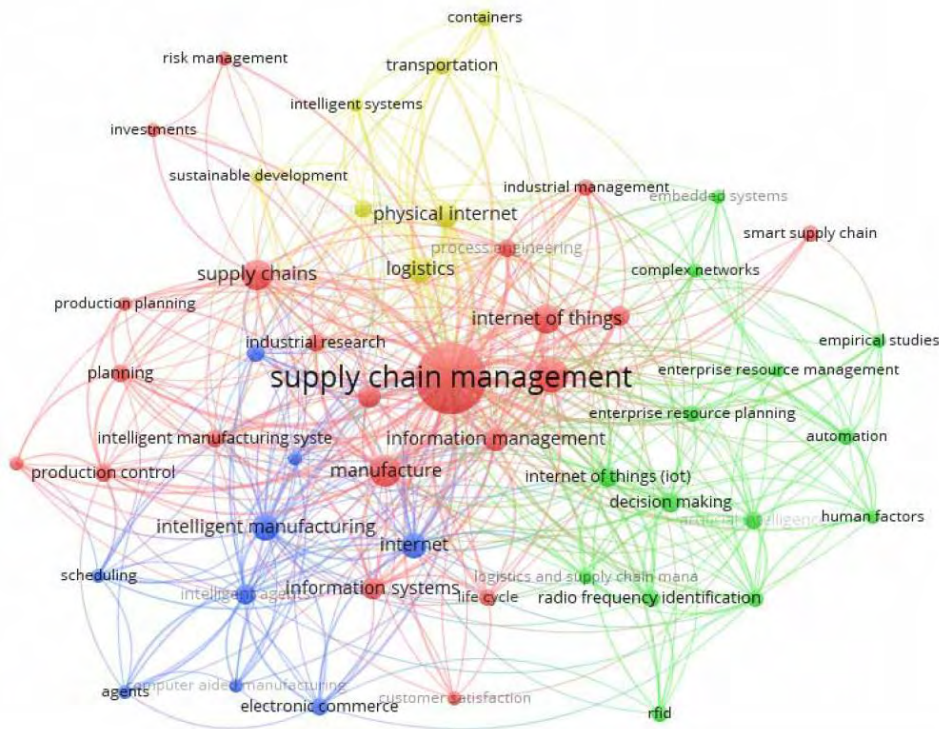
Πίνακας 1: Η εξέλιξη της Βιομηχανίας, των Logistics και της Δ.Ε.Α. [33]

Η εφαρμογή των νέων τεχνολογιών ωθεί την κατασκευή σε μια νέα επανάσταση. Τα αποτελέσματα της βιομηχανίας 4.0, των logistics 4.0 και του SCM 4.0 είναι αντικείμενο μελέτης με υψηλές προσδοκίες. Τα κύρια χαρακτηριστικά των έξυπνων εργοστασίων σε συνδυασμό με την έξυπνη διαχείριση, γενούν δίκτυα πολλών έξυπνων εταιρειών δημιουργώντας από κοινού αξία ώστε να διατηρήσουν τον ανταγωνισμό τους. Από τον όγκο των εγγράφων που δημοσιεύονται ανά έτος και το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας, οδηγούμαστε σε συμπεράσματα για την σημαντικότητα και την σημασία του θέματος [33].



Εικόνα 5: Όγκος άρθρων για την Βιομηχανία 4.0 τα τελευταία χρόνια [33]

Μια ανάλυση του παρακάτω σχήματος αποκαλύπτει από το μέγεθος των κύκλων, πόσες φορές χρησιμοποιήθηκαν οι παραπάνω ορισμοί ως λέξεις κλειδιά στην επιστημονική κοινότητα. Επίσης, μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι οι λέξεις κλειδιά είναι ταξινομημένες σε τέσσερα διαφορετικά χρώματα[33].



Εικόνα 6: Λέξεις κλειδιά σχετικά με τη Βιομηχανία 4.0 [33]

- Το πράσινο σύμπλεγμα μπορεί να αναλυθεί ως αυτό που αντιπροσωπεύει όλους τους παράγοντες όπως ο άνθρωπος και οι τεχνολογίες, που αντιπροσωπεύουν τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Επιπλέον, οι περισσότερες λέξεις σε αυτό το σύμπλεγμα αφορούν το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) και τη λήψη αποφάσεων (decision making).
- Το μπλε σύμπλεγμα χαρακτηρίζει την ευφυΐα που εφαρμόζεται στην διαδικασία κατασκευής. Οι πιο σχετικές λέξεις στο μπλε σύμπλεγμα είναι η έξυπνη κατασκευή (intelligent manufacturing).
- Το κόκκινο σύμπλεγμα αφορά τη διαχείριση αλυσίδας εφοδιασμού και τη βιομηχανία 4.0 (industry 4), η οποία είναι κριμένη πίσω από τη λέξη SCM. Ωστόσο, οι λέξεις κλειδιά για το συγκεκριμένο χρώμα περιλαμβάνουν και όλες τις υπόλοιπες λέξεις του σχήματος.
- Το κίτρινο σύμπλεγμα μπορεί να αναπαρασταθεί από περιοχές που σχετίζονται με τα logistics και οι πιο αντιπροσωπευτικές λέξεις είναι τα logistics και το φυσικό διαδίκτυο (physical internet).

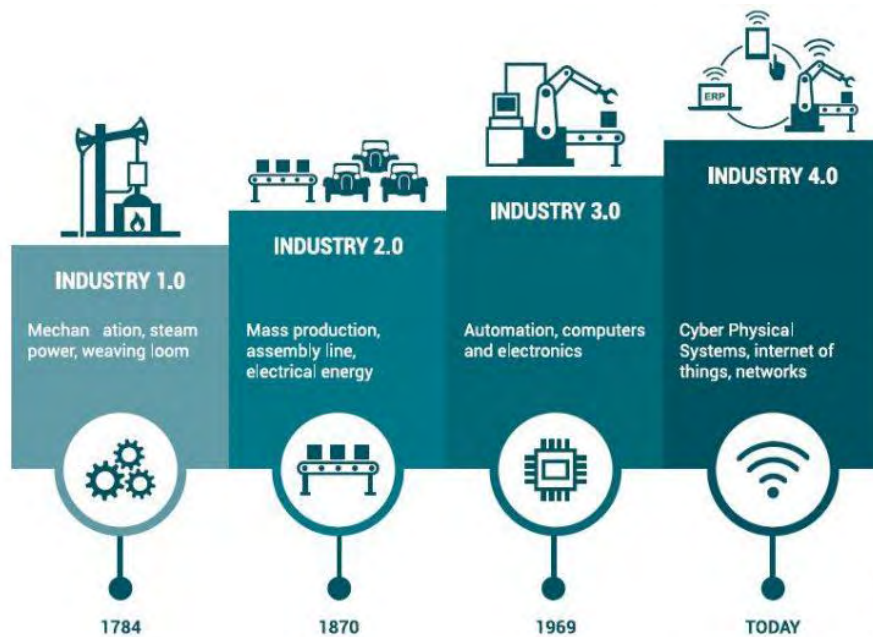
2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 Βιομηχανία 4.0

2.1.1 Εισαγωγή

Ο αγώνας των εταιριών για ηγετική θέση στην καινοτομία και στις έξυπνες κατασκευές αυξάνεται παγκοσμίως. Η μεταποιητική βιομηχανία υφίσταται άνευ προηγουμένου μετασχηματισμό που βασίζεται σε τεχνολογίες που βοηθούν τους κατασκευαστές να ψηφιοποιήσουν τα εργοστάσιά τους [34]. Η 4^η βιομηχανική επανάσταση μπορεί να οδηγήσει σε οικονομικές και λειτουργικές επιπτώσεις βελτιώνοντας την παραγωγικότητα. Η πραγματική της εφαρμογή ξεκίνησε με βελτιωμένη παραγωγικότητα ακολουθούμενη από βελτιωμένη ευελιξία, ποιότητα και ταχύτητα. Η κατασκευαστική ευελιξία μπορεί να επιτευχθεί μέσω αλληλεπιδράσεων μεταξύ μηχανών προκειμένου να σχηματιστεί ένα δυναμικά μεταβαλλόμενο σύστημα παραγωγής [35]. Η βελτίωση της ποιότητας μπορεί να επιτευχθεί μέσω της παρακολούθησης των εγκαταστάσεων σε πραγματικό χρόνο. Η ταχύτητα κατασκευής μπορεί να επιτευχθεί μέσω της αυξημένης διασύνδεσης μεταξύ διαφορετικών τομέων παραγωγής που συμβάλλουν σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής του προϊόντος. Βάσει αυτών των στόχων, η υλοποίηση της Βιομηχανίας 4.0 παραμένει κορυφαία προτεραιότητα για πολλούς ηγέτες σε διάφορες βιομηχανίες. Ωστόσο, πολύ λίγες βιομηχανίες κατάφεραν ως σήμερα να υιοθετήσουν γρήγορα αυτές τις τεχνολογίες [36][37].

Η Βιομηχανία 4.0 (Industry 4.0) σαν ορολογία είναι γνωστή στο κοινό από το 2011 όταν μια ένωση εκπροσώπων από επιχειρήσεις προώθησε την ιδέα ως προσέγγιση για την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας της γερμανικής βιομηχανίας [37]. Η γερμανική κυβέρνηση υποστήριξε την ιδέα, ξεκινώντας το «Industrie 4.0» ως αναπόσπαστο μέρος της «Στρατηγικής Υψηλής Τεχνολογίας 2020 για τη Γερμανία», εστιάζοντας στην τεχνολογική καινοτομία [38]. Το Industry 4.0 είναι το πρόγραμμα που βασίζεται στη γερμανική κυβέρνηση με την υπόθεση ότι στο εγγύς μέλλον η βιομηχανική παραγωγή θα χαρακτηρίζεται από ισχυρή εξατομίκευση προϊόντων, συνθήκες παραγωγής με μεγάλη ευελιξία, ευρεία ενοποίηση μεταξύ πελατών και της επιχειρήσεων, καθώς και τη σύνδεση της παραγωγής με υβριδικά προϊόντα [39].



Εικόνα 7: Η εξέλιξη της Βιομηχανίας 4.0 [40]

Γίνεται λυτών σαφές ότι οι γραμμές μεταξύ Τεχνητής νοημοσύνης και γειτονικών πεδίων όπως η μηχανική μάθηση (machine learning), τα μεγάλα δεδομένα (big data), τα προγνωστικά αναλυτικά στοιχεία (predictive analytics) και το IoT (internet of things) αναφέρονται συχνά στο ίδιο αντικείμενο. Η τεχνητή νοημοσύνη αναφέρεται σε τεχνολογίας που επιτρέπουν στο λογισμικό να είναι έξυπνο, να μοιάζει δηλαδή και να σκέφτεται σαν άνθρωπος. Να μπορεί δηλαδή να κατασκευάζει αντικείμενα, να παίρνει αποφάσεις, να αναγνωρίζει τον ανθρώπινο λόγο κ.α. Η μηχανική μάθηση (machine learning) επίσης είναι ένα υποσύνολο της τεχνητής νοημοσύνης. Το machine learning αναφέρεται σε τεχνικές που επιτρέπουν την δημιουργία ενός λογισμικού τεχνητής νοημοσύνης, εκπαιδεύοντας αυτό το λογισμικό με δεδομένα ώστε να εμφανιστεί την επιθυμητή έξυπνη συμπεριφορά. Η μηχανική εκμάθηση όμως συσχετίζεται άμεσα με τα Big Data. Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση των μηχανών. Επίσης, για τις επιχειρήσεις το Ίντερνετ των πραγμάτων (IoT) είναι μια ολοένα και πιο σημαντική πηγή πληροφοριών για την κατανόηση της τρέχουσας κατάστασης της. Οι συσκευές και οι αισθητήρες IoT μπορούν να επισημάνουν την κατάσταση σε ζωντανό χρόνο, και οι μεγάλοι όγκοι δεδομένων μπορούν να εφαρμοστούν σε έξυπνες τεχνικές μηχανικής μάθησης [33][35][36].

Τα οφέλη συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης σε βιομηχανικά περιβάλλοντα είναι πολλά, έτσι οι επιχειρήσεις που εφαρμόζουν τεχνητή νοημοσύνη μπορούν εύκολα να έχουν βελτιωμένη και προγνωστική επίγνωση της κατάστασης, να μοντελοποιήσουν σύνθετα βιομηχανικά συστήματα, να αυξηθούν την ποιότητα, την ποσότητα και να μειώσουν το κίνδυνο έλλειψης αποθεμάτων. Επίσης έχουν καλύτερο σχεδιασμό και λήψη αποφάσεων, και έτσι μπορούν να αξιολογήσουν τις διάφορες πολιτικές σε δυναμικά και απρόβλεπτα περιβάλλοντα αυξάνοντας αποδοτικότητα και την παραγωγικότητα. Μερικά αποτελέσματα, είναι η αύξηση της παραγωγής, η αυξημένη ποιότητα των προϊόντων, το χαμηλότερο κόστος εργασίας, τα μειωμένα σφάλματα, η χαμηλότερη κατανάλωση υλικού και τα λιγότερα απόβλητα [33][38].

2.1.2 Προκλήσεις στην Βιομηχανική Τεχνητή Νοημοσύνη

Παρατηρείται λοιπόν μία σειρά προκλήσεων σε εφαρμογές βιομηχανικής τεχνητής νοημοσύνης οι οποίες, κάποιες από αυτές, περιγράφονται παρακάτω [28]:

2.1.2.1 Απόκτηση και αποθήκευση δεδομένων

Σε αντίθεση με τα φυσικά δεδομένα που συλλέγει μια επιχείρηση από δικά της αρχεία και εμπειρίες ή τα ψηφιακά δεδομένα που συλλέγει από το διαδίκτυο, τα βιομηχανικά συστήματα τεχνητής νοημοσύνης συχνά βασίζονται σε δεδομένα που λαμβάνονται από αισθητήρες που επιδιώκουν να αντιπροσωπεύουν τον πραγματικό κόσμο σε ψηφιακή μορφή. Η απόκτηση αυτών των δεδομένων και η αποθήκευσή τους για ανάλυση μπορεί να είναι εξαιρετικά περίπλοκη, παρόλα αυτά αν αποθηκευτούν και χρησιμοποιηθούν σωστά μπορούν να δώσουν πολλές απαντήσεις που είναι πολύ πιο αποτελεσματικές από τις κλασικές εφαρμογές προσομοίωσης.

2.1.2.2 Έξοδα δοκιμής και πολυπλοκότητα

Για την δοκιμή συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης στην γραμμή παραγωγής, στον βιομηχανικό εξοπλισμό, στις αποθήκες και σε άλλα βιομηχανικά συστήματα απαιτείται μεγάλο κόστος. Εξαιτίας αυτού τα βιομηχανικά συστήματα τεχνητής νοημοσύνης συνήθως δοκιμάζονται χρησιμοποιώντας τεχνικές προσομοίωσης.

2.1.2.3 Υψηλές κανονιστικές απαιτήσεις

Τα βιομηχανικά περιβάλλοντα υπόκεινται συχνά σε καταστατικά συμμόρφωσης από νομικές και εταιρικές απαιτήσεις, αλλά και από κυβερνητικούς κανονισμούς. Ανεξάρτητα από την αγορά και τη βιομηχανία, οι απαιτήσεις συμμόρφωσης καλύπτουν τομείς όπως το πόσο ασφαλές είναι ένα προϊόν, η υγεία και ασφάλεια των εργαζομένων, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις και η ασφάλεια του χώρου εργασίας. Τέλος, οι ρυθμιστικοί έλεγχοι απαιτούν την επικύρωση των αλλαγών στις βιομηχανικές διαδικασίες κι έτσι μπορεί να έρθουν σε αντίθεση με τους στόχους και τα πλάνα της αυτοματοποίησης μέσω της τεχνητής νοημοσύνης.

2.1.2.4 Κόστος ταλέντου

Επιστήμονες, μηχανικοί και προγραμματιστές που καταλαβαίνουν τα δεδομένα, καθώς και οι ειδικοί σε θέματα τεχνητής νοημοσύνης, είναι η ειδική της ομάδας που απαιτείται για την εφαρμογή της. Αυτές οι δεξιότητες είναι τόσο σπάνιες όσο και ακριβές στη σημερινή αγορά και οι εταιρείες πρέπει να ανταγωνιστούν για την απόκτηση τέτοιων ταλαντούχων ανθρώπων.

2.1.3 Παραδείγματα Βιομηχανικής χρήσης Τεχνητής Νοημοσύνης

Η βιομηχανική τεχνητή νοημοσύνη έχει κάνει ήδη τις πρώτες εμφανίσεις της και μερικές από τις περιπτώσεις που μπορεί να συνεισφέρει είναι οι παρακάτω [28]:

2.1.3.1 Παρακολούθηση

Στα βιομηχανικά σενάρια, υπάρχει συνεχής ανάγκη παρακολούθησης της απόδοσης των συστημάτων και διαδικασιών για τον εντοπισμό ή την πρόβλεψη σφαλμάτων ή άλλων πιθανών καταστάσεων που φέρουν ανεπιθύμητα αποτελέσματα. Χρησιμοποιώντας μηχανική εκμάθηση, τα μοντέλα μπορούν να εκπαιδευτούν σχετικά με τα διαθέσιμα δεδομένα για να κατανοήσουν τα σύνθετα συστήματα. Αυτά τα μοντέλα στη συνέχεια μπορούν να προβλέψουν τη μελλοντική κατάσταση αυτών των συστημάτων βάσει των δεδομένων εισόδου τους.

Έλεγχος ποιότητας: Μια κοινή περίπτωση κατασκευαστικής χρήσης για την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης είναι τα μηχανήματα με οπτική επιθεώρηση αντικειμένων σε μια γραμμή παραγωγής. Η χρήση τεχνητής νοημοσύνης επιτρέπει τον έλεγχο της ποιότητας, διασφαλίζοντας ότι επιθεωρείται όλο το τελικό προϊόν, επιτρέποντας λιγότερα ελαττώματα σε σύγκριση με παλιότερους μεθόδους όπως η δειγματοληψία. Εκτός από τη διασφάλιση ότι τα προϊόντα είναι απαλλαγμένα από ατέλειες, τα συστήματα οπτικής επιθεώρησης που βασίζονται σε μεθόδους τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να ερευνήσουν πολλά χαρακτηριστικά προϊόντων, συμπεριλαμβανομένων της γεωμετρίας, των ανοχών, της επιφάνειας, της συσκευασίας, του χρώματος και της υφής [41].

Προγνωστική συντήρηση: Η πρόβλεψη της συντήρησης είναι ένα ταχέως αναπτυσσόμενο υποσύνολο ανίχνευσης σφαλμάτων που εστιάζει στην πρόβλεψη και τον εντοπισμό σφαλμάτων προτού συμβούν, κάτι που αποφέρει διακοπή λειτουργίας. Τα δεδομένα που συλλέγουν τέτοια έξυπνα συστήματα προβλέπουν αστοχίες προτού συμβούν και προγραμματίζουν προληπτικά επισκευές και παραγγελίες των απαραίτητων ως προς τη συντήρηση ανταλλακτικών.

Παρακολούθηση αποθέματος: Η τεχνητή νοημοσύνη παρέχει μια ευρεία ποικιλία διαχείρισης αποθεμάτων στην αλυσίδα εφοδιασμού επιτρέποντας στις επιχειρήσεις να αποφύγουν δαπανηρές αγορές για μεγάλες εκτάσεις αποθήκευσης. Ένα αυτόνομο κινητό ρομπότ που λειτουργεί σε αποθήκη μπορεί να εντοπίσει το μειωμένο ή το εξαντλημένο απόθεμα στα ράφια. Παρόμοια επίσης συστήματα αναπτύσσονται σε αποθήκες, με προσεγγίσεις που βασίζονται σε drone [42].

Διαχείριση κινδύνων εφοδιαστικής αλυσίδας: Για την αποτελεσματική διαχείριση ενός συγκροτήματος η εφοδιαστική αλυσίδα απαιτεί την ικανότητα εντοπισμού και μετριασμού του φαινομένου των καθυστερήσεων και των ελλείψεων. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη διαταραχών πριν συμβούν, παρέχοντας έγκαιρη προειδοποίηση.

2.1.3.2 Βελτιστοποίηση

Τα συστήματα σχεδιασμού και υποστήριξης αποφάσεων που βασίζονται σε τεχνητή νοημοσύνη, πέρα από την παρακολούθηση, επιτρέπουν στους χρήστες να καθορίσουν μια διαδρομή ή ένα σχέδιο, για να φτάσουν στην επιθυμητή κατάσταση με τρόπο που βελτιστοποιεί ένα σύνολο στόχων των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων. Τέτοιες δραστηριότητες βελτιστοποίησης είναι:

Σχεδιασμός διεργασιών: Πολλά βιομηχανικά σενάρια περιλαμβάνουν πολύπλοκες εργασίες οι οποίες επηρεάζουν σημαντικούς παράγοντες όπως το κόστος, ο χρόνος, η ποιότητα, η ζωή των εργαλείων, τα απόβλητα κ.α. Ένα παράδειγμα είναι η ακολουθία λειτουργιών που απαιτούνται για τη δημιουργία ενός μηχανολογικού εξαρτήματος ή καλουπιού χρησιμοποιώντας ένα είδος μηχανήματος, όπως μία CNC φρέζα. Ένα μέρος της μορφοποίησης του αντικειμένου αποτελείται από μία ακολουθία λειτουργιών, όπως διάφορες κοπές. Κάθε κοπή γίνεται χρησιμοποιώντας ένα συγκεκριμένο εργαλείο. Σε μία φρέζα όμως, παρόλο που υπάρχει μία μεγάλη γκάμα εργαλείων, μόνο μερικά μπορούν να φορτωθούν στο μηχάνημα ταυτόχρονα. Από αυτό το παράδειγμα και μόνο, προκύπτουν διάφορα προβλήματα βελτιστοποίησης όπως ο σχεδιασμός των ρυθμίσεων της επιλογής και της αλληλουχίας λειτουργιών του μηχανήματος, την επιλογή των εργαλείων, καθώς και την αλληλουχία της διαδρομής του εργαλείου. Κάθε ένα από αυτά τα προβλήματα μπορεί να επιλυθεί με μια ποικιλία τεχνικών μηχανικής μάθησης και αλγορίθμων [43].

Διαχείριση απόδοσης: Στην κατασκευή, η απόδοση μιας δεδομένης διαδικασίας μπορεί να σημάνει τη διαφορά μεταξύ κερδοφόρων και μη κερδοφόρων προϊόντων. Για παράδειγμα, στην κατασκευή ηλεκτρονικών εξαρτημάτων (π.χ. ολοκληρωμένα, ρελέ, αντιστάσεις), ενόψει της ολοένα και πιο περίπλοκης κατασκευής με πολλές εκατοντάδες παραμέτρους για την κατασκευή μίας πλακέτας, οι παραδοσιακές τεχνικές για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης είναι χρονοβόρες και πολύπλοκες. Η μηχανική εκμάθηση επιτρέπει στους κατασκευαστές να χρησιμοποιήσουν πλήρως τα διαθέσιμα δεδομένα για τη βελτίωση της διαδικασίας και την αύξηση των αποδόσεων [44].

Προνοητική διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας: Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι μια διαδικασία δύο βημάτων. Το πρώτο βήμα είναι η πρόβλεψη της ζήτησης. Στη συνέχεια, η πρόβλεψη χρησιμοποιείται ως είσοδος σε ένα σύστημα βελτιστοποίησης που αξιολογεί το κόστος των αποθεμάτων, το κόστος παράδοσης, το κόστος διατήρησης αποθέματος και άλλους παράγοντες που σχετίζονται με την αλυσίδα εφοδιασμού. Οι διαχειριστές της αλυσίδας εφοδιασμού μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιήσουν εργαλεία για να δημιουργήσουν ένα σχέδιο για το τι θα παραγγείλουν, σε ποια ποσότητα και πότε. Χρησιμοποιώντας όμως μηχανική εκμάθηση, είναι δυνατή η εφαρμογή ενός βήματος αντί για δύο όπου το σύστημα από μόνο του μαθαίνει τη σχέση μεταξύ όλων των διαθέσιμων δεδομένων εισόδου για να αυξήσει την απόδοση.

Σχεδιασμός προϊόντος: Καθώς τα ψηφιακά και φυσικά προϊόντα αναπτύσσονται σε πολυπλοκότητα, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να εφαρμοστεί για την επιτάχυνση της διαδικασίας σχεδιασμού και τη διευκόλυνση της κατασκευής προϊόντων. Με τον έξυπνο σχεδιασμό, οι σχεδιαστές μπορούν να καθορίσουν ένα σετ διαφόρων περιορισμών για ένα προϊόν και ο αλγόριθμος μηχανικής μάθησης να δημιουργήσει εναλλακτικές λύσεις που βελτιστοποιούν ποιοτικά χαρακτηριστικά όπως το βάρος, η αντοχή κλπ.

2.1.3.3 Έλεγχος

Τα συστήματα ελέγχου αποτελούν την καρδιά κάθε σύγχρονης βιομηχανικής λειτουργίας, και απαιτούνται από οργανισμούς που επιδιώκουν να αποκομίσουν τα πλήρη οφέλη του αυτοματισμού. Στο πεδίο του ελέγχου υπάρχουν πολλά παραδείγματα εφαρμογών που επωφελούνται από την τεχνητή νοημοσύνη και τη μηχανική μάθηση, όπως:

Ρομποτική: Τα ρομπότ χρησιμοποιούνται σε μια μεγάλη ποικιλία βιομηχανικών εφαρμογών όπως ταξινόμηση, συναρμολόγηση, συγκόλληση, ποιοτικό έλεγχο, αποθήκευση κ.α. Επίσης τα ρομπότ φορτώνουν ή χειρίζονται άλλα μηχανήματα όπως CNC. Το πρόβλημα όμως που προκύπτει είναι ότι τα ρομπότ έχουν προγραμματιστεί για κάποιες πολύ συγκεκριμένες συνθήκες. Με την εφαρμογή όμως της τεχνητής νοημοσύνης επιτρέπεται στα ρομπότ να αποφεύγουν πιθανές παρεμβολές

από ανθρώπους ή άλλα ρομπότ και να μπορούν να δουλεύουν χωρίς την παρέμβαση κάποιου χειριστή.

Αυτόνομα οχήματα: Τα αυτόνομα κινητά οχήματα αναπτύσσονται σε μεγάλο βαθμό σε αποθήκες και εργοστάσια για την υποστήριξη μεταφοράς υλικών και διαφόρων ακόμα εφαρμογών. Επιπλέον, αυτόνομα ρομπότ και ιπτάμενα drone υποστηρίζουν εφαρμογές διαχείρισης αποθεμάτων σε πολλές σύγχρονες αποθήκες. Η τεχνητή νοημοσύνη σε συνδυασμό με τεχνικές όρασης μέσω υπολογιστή επιτρέπει στα αυτόνομα αυτά ρομπότ να ολοκληρώσουν αυτές τις εργασίες πιο αποτελεσματικά, να χαρτογραφήσουν και να κινηθούν στο χώρο τους με μεγαλύτερη ασφάλεια γύρω από τους ανθρώπους.

Αυτοματισμός εργοστασίου: Η Βιομηχανία 4.0 βασίζεται σε έξυπνα εργοστάσια, εγκαταστάσεις και αποθήκες που είναι πλήρως αυτοματοποιημένα. Η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης εξασφαλίζει την ανίχνευση σφαλμάτων και ελαττωμάτων, ενώ παράλληλα συντονίζει και βελτιστοποιεί τη ροή εργασιών γύρω από το εργοστάσιο.

Αυτοματοποίηση HVAC (Heating, ventilation, and air conditioning): Εκτός από το κόστος λειτουργίας, τα συστήματα HVAC έχουν συχνά κακή απόδοση και είναι θορυβώδη. Αυτό συμβαίνει διότι ο εξοπλισμός είναι παλιός ή έχει αντικατασταθεί με μονάδες που δεν ταιριάζουν ή είναι εκτός προδιαγραφών σε σχέση με το πρωτότυπο σχεδιασμό. Η μηχανική μάθηση μπορεί να βοηθήσει τους υπευθύνους κτιρίων να μεγιστοποιήσουν την άνεση, να μειώσουν το ενεργειακό κόστος, να εξαλείψουν τα σφάλματα του συστήματος και να παρατείνουν τη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού. Η Google έχει χρησιμοποιήσει με επιτυχία ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης που βασίζεται σε νευρωνικά δίκτυα για τον έλεγχο 120 διαφορετικών μεταβλητών, όπως ανεμιστήρες, συστήματα ψύξης και παράθυρα, με αποτέλεσμα να μειώσει έως και 40% την ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται για ψύξη σε ένα από τα κέντρα δεδομένων της [45].

Έξυπνα πλέγματα (smart grids): Τα έξυπνα πλέγματα ενισχύουν τα παραδοσιακά συστήματα διανομής με δεδομένα και συνδεσιμότητα από και προς συσκευές έξυπνων μετρητών σε εφαρμογές αποθήκευσης. Η τεχνητή νοημοσύνη επιτρέπει το έξυπνο πλέγμα να προβλέπει τη ζήτηση και τις βλάβες στο δίκτυο

τροφοδοσίας και αμέσως να ανταποκρίνεται στις μεταβαλλόμενες αυτές συνθήκες [46].

2.1.4 Οι απαιτήσεις της Βιομηχανίας για εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης

Για να θεωρείται πετυχημένη η εφαρμογή τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης στο βιομηχανικό περιβάλλον, θα πρέπει να τηρεί τα παρακάτω κριτήρια [28] :

Επεξήγηση: Ένα από τα μεγαλύτερα εμπόδια στην αποδοχή της τεχνητής νοημοσύνης είναι η εμπιστοσύνη από τους χρήστες. Μέχρι να δημιουργηθεί η εμπιστοσύνη είναι σημαντικό για τους χρήστες να είναι σε θέση να κατανοήσουν το σκεπτικό πίσω από τις αποφάσεις που λαμβάνονται από μία έξυπνη μηχανή.

Προβλεπόμενη ασφάλεια: Με την εφαρμογή συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης είναι σημαντικό να διασφαλιστεί η ανθρώπινη σωματική ακεραιότητα αλλά και η ακεραιότητα των υπολοίπων μηχανημάτων, ασχέτως αν έχει εφαρμοστεί πάνω τους κάποιου είδους τεχνητής νοημοσύνης. Ακόμη, συστήματα που ελέγχουν σημαντικά περιουσιακά στοιχεία της εταιρείας πρέπει να είναι αδιαπέραστα διαφορετικά υπάρχει κίνδυνος απώλειας οικονομικών πόρων.

Ευκολία και ταχύτητα χρήσης: Τα εργαλεία για τη δημιουργία βιομηχανικών συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης θα πρέπει να είναι εύχρηστα και κατανοητά από όλους τους άμεσα ενδιαφερόμενους. Για την προώθηση της καινοτομίας τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται από τις ομάδες υλοποίησης πρέπει να τους επιτρέψουν να πειραματιστούν γρήγορα πάνω σε αυτά.

Ευελιξία ανάπτυξης: Πάνω σε ένα σύστημα που έχει εφαρμοστεί τεχνητή νοημοσύνη θα πρέπει να διασφαλιστεί ότι το σύστημα θα μπορεί στο μέλλον να δεχτεί αναβαθμίσεις, να μπορεί να προσαρμοστεί σε διαφορετικές βιομηχανικές απαιτήσεις, καθώς και να μπορεί να συνεργαστεί με άλλα έξυπνα συστήματα.

2.1.5 Τοπίο λύσεων Τεχνητής Νοημοσύνης

2.1.5.1 Τεχνολογίες Δεδομένων

Είναι σημαντικό να γίνει κατανοητό ότι το έξυπνο εργοστάσιο αφορά κυρίως δεδομένα, ή πιο συγκεκριμένα, δεδομένα με δυνατότητα δράσης που οδηγούν σε χρήσιμες πληροφορίες και γνώσεις. Όσο περισσότερα δεδομένα αναλύονται τόσο πιο σωστές είναι οι αποφάσεις που παίρνονται. Πριν από την τέταρτη βιομηχανική επανάσταση υπήρχε μεγάλη εξάρτηση από χειροκίνητες μεθόδους συλλογής δεδομένων μηχανημάτων πράγμα που είναι αναποτελεσματικό, ευαίσθητο σε ανθρώπινα λάθη και ανίκανο να προσφέρει ορατότητα σε πραγματικό χρόνο στις επιχειρηματικές λειτουργίες. Στη σύγχρονη και έξυπνη βιομηχανία, η αυτοματοποίηση της διαδικασίας συλλογής δεδομένων από μηχανήματα και εφαρμογές είναι απαραίτητη. Η οργάνωση του εργοστασιακού περιβάλλοντος με αισθητήρες μπορεί να συμβάλει στη δημιουργία μιας καθαρής εικόνας σχετικά με τη χωρητικότητα και την απόδοση των περιουσιακών στοιχείων της εταιρείας, συμπεριλαμβανομένων του εξοπλισμού κατασκευής. Τα δεδομένα μπορεί να είναι στατικά όπως τα χαρακτηριστικά μιας μηχανής, ή δυναμικά όπως η κατάσταση υγείας μιας μηχανής. Ο ρόλος των δεδομένων αυτών αποτελεί το πιο βασικό κομμάτι για την αποτελεσματική παρακολούθηση και τον έλεγχο σε πραγματικό χρόνο.

Σήμερα οι περισσότερες συσκευές που αναπτύσσονται σε ένα εργοστάσιο είναι εξοπλισμένες με αισθητήρες που συλλέγουν και μοιράζονται μεγάλους όγκους δεδομένων και καταγράφουν τις διάφορες ενέργειες και τα αποτελέσματα. Οι κατασκευαστές έχουν αρχίσει να αναγνωρίζουν τη στρατηγική σημασία της ανάλυσης των δεδομένων και ως εκ τούτου τα δεδομένα καθίστανται βασικοί παράγοντες για την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας. Αυτοί οι τεράστιοι όγκοι δεδομένων που αναλύονται σε πραγματικό χρόνο, αξιοποιώντας τις αναλυτικές δυνατότητες της τεχνητής νοημοσύνης, μπορούν να βελτιώσουν τη λήψη αποφάσεων και να προσφέρουν βελτιωμένη εικόνα στους επιχειρηματίες, βελτιώνοντας την αποδοτικότητα, αυτοματοποιώντας την παραγωγή, προβλέποντας τη ζήτηση και μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο ελλείψεων αλλά και δυσαρέσκειας των πελατών [35][36].

2.1.5.2 Αναλυτικές τεχνολογίες

Πολλές εταιρείες σήμερα έχουν πραγματοποιήσει σημαντικές επενδύσεις σε υλικό και αισθητήρες απόκτησης δεδομένων, λαμβάνοντας και αποθηκεύοντας έτσι τεράστιες ποσότητες όγκων δεδομένων. Όμως αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιούνται συνήθως μόνο για σκοπούς παρακολούθησης και όχι ως βάση για τη βελτίωση των λειτουργιών της εταιρίας. Οι αναλυτικές τεχνολογίες αφορούν την εφαρμογή στατιστικών και άλλων μαθηματικών εργαλείων σε αυτές τις ροές δεδομένων ώστε να τα επεξεργαστούν, να τα αξιολογήσουν και να τα ενημερώσουν. Επιτρέπουν επίσης στους κατασκευαστές να διερευνήσουν όλες τις μεταβλητές στις διαδικασίες παραγωγής και κατασκευής και να εντοπίσουν δραστηριότητες που έχουν χαμηλή απόδοση. Έτσι, οι ενημερωμένες πλέον αυτές πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο που παρέχονται από την ανάλυση δεδομένων μέσα από γραφήματα και αναφορές, επιτρέπουν στους κατασκευαστές να κατανοήσουν πιο εύκολα τα αναλυθέντα δεδομένα, να παρακολουθούν σημαντικές μετρήσεις και να εκτιμήσουν πόσο μακριά ή κοντά βρίσκονται από τους στόχους τους [35][36].

2.1.6 Ο λόγος που η Βιομηχανική Τεχνητή Νοημοσύνη έχει μείνει πίσω

Οι εταιρίες, προκειμένου να προσαρμοστούν αποτελεσματικά σε αυτόν τον ψηφιακό μετασχηματισμό, πρέπει να κατανοήσουν τις δυνατότητες αυτών των τεχνολογιών. Ωστόσο πολλές εταιρείες δεν διαθέτουν ολοκληρωμένο τεχνολογικό χάρτη πορείας και πλαίσιο για το πώς θα μπορούσαν να ενσωματώσουν την τεχνητή νοημοσύνη στις στρατηγικές τους δραστηριότητες.

Ο αυτοματισμός μπορεί να απεικονιστεί ως μια ομάδα ρομπότ, μηχανών και εξοπλισμού που εκτελεί ένα σύνολο προκαθορισμένων λειτουργιών σύμφωνα με ένα προκαθορισμένο σύνολο κανόνων. Ωστόσο, οι μηχανές που βασίζονται σε τεχνητή νοημοσύνη δεν ακολουθούν απλώς τους κανόνες, αλλά κατανοούν και αναγνωρίζουν με έξυπνο τρόπο τα δεδομένα, μαθαίνουν από προηγούμενες εμπειρίες τους και βελτιώνουν την απόδοσή τους. Επομένως, η τεχνητή νοημοσύνη επιτρέπει στο σύνολο των μηχανημάτων και του εξοπλισμού να εντοπίζει λύσεις σε περίπλοκα ζητήματα εντός ενός μεγάλου χώρου λύσεων [35].

Παρόλο που όλο αυτό το σύνολο σύγχρονων τεχνολογιών φέρει σημαντικά θετικά αποτελέσματα, οι ηγέτες των επιχειρήσεων αντιμετωπίζουν ορισμένα προβλήματα που εμποδίζουν την ανάπτυξη τεχνητής νοημοσύνης στις βιομηχανίες, και αυτά είναι τα παρακάτω:

- Δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία όσον αφορά τις βιομηχανικές επιτυχίες για να πείσουν τη βιομηχανία να αγκαλιάσει αυτήν την τεχνολογία.
- Έλλειψη συστηματικής προσέγγισης για την εφαρμογή της σε ένα ευρύ φάσμα βιομηχανικών εφαρμογών.
- Μη διαθεσιμότητα τυποποιημένων και δομημένων δεδομένων από μηχανήματα και εξοπλισμό καθώς τα δεδομένα αναφέρονται και καταγράφονται σε διαφορετικές μορφές.
- Μη διαθεσιμότητα δεδομένων αστοχίας μηχανών, καθώς οι βιομηχανίες σπάνια επιτρέπουν τα μηχανήματα τους να αστοχήσουν.
- Τα δυναμικά περιβάλλοντα εφαρμογών ενδέχεται να απαιτούν παρέμβαση μέσω ανθρώπινου χειριστή για να προσθέσουν κοινή λογική για την επαλήθευση και την επικύρωση των αποτελεσμάτων.

2.2 Logistics 4.0

Λόγω της δυναμικής, αβέβαιης και περίπλοκης συμπεριφοράς των καταναλωτών στην αγορά τα δίκτυα Logistics απαιτούν νέες μεθόδους, προϊόντα και υπηρεσίες που οδηγούν σε νέες προκλήσεις και ευκαιρίες [47]. Υπό αυτήν την έννοια υποστηρίζετε ότι η παραδοσιακή λειτουργία των logistics δεν ανταποκρίνεται πλέον στις απαιτήσεις του πελάτη και οδηγούν σε χαμηλή απόδοση. Για το λόγο αυτό η Βιομηχανία 4.0 μπορεί να φέρει σημαντικές αλλαγές και βελτιώσεις στην παραδοσιακή εφοδιαστική καθώς και στην αντίληψή της για το περιβάλλον. Επομένως, με την εφαρμογή των εννοιών της Βιομηχανίας 4.0 σε δραστηριότητες Logistics, τα Logistics ονομάζεται πλέον Logistics 4.0 ή αλλιώς Smart Logistics. Τα Logistics 4.0 είναι αυτά που μπορούν να βελτιώσουν την ευελιξία, να προσαρμοστούν πιο εύκολα στις αλλαγές της αγοράς και να κατανοήσουν πιο γρήγορα και άμεσα τις ανάγκες των πελατών τους[33][48].

Υπάρχουν πολλοί λόγοι που πιστεύεται ότι τώρα είναι η καλύτερη στιγμή για τη βιομηχανία της εφοδιαστικής να αγκαλιάσει την τεχνητή νοημοσύνη. Οι εταιρείες logistics σήμερα έχουν την ευκαιρία να επωφεληθούν εφαρμόζοντας τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης σε όλες σχεδόν τις πτυχές της αλυσίδας εφοδιασμού. Ένα από τα πιο μη χρησιμοποιημένα περιουσιακά στοιχεία στον συγκεκριμένο κλάδο είναι ο μεγάλος όγκος δεδομένων που παράγουν καθημερινά οι αλυσίδες εφοδιασμού. Αυτά τα δεδομένα είναι θεωρητικά αμέτρητα και η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να επιτρέψει τις εταιρείες logistics να τα εκμεταλλευτούν. Πολλές εταιρείες logistics σε όλο τον κόσμο αγκαλιάζουν τον ψηφιακό μετασχηματισμό, μεταβαίνοντας έτσι από τα παλαιότερα συστήματα προγραμματισμού πόρων σε προηγμένες αναλυτικές τεχνολογίες, αυτοματισμούς και ρομποτική τεχνολογία [49].

Στα πλαίσια της εφοδιαστικής, το IoT (Internet of Things) παρακολουθεί φυσικές διαδικασίες, δημιουργώντας ένα εικονικό αντίγραφο του φυσικού κόσμου. Αντίστοιχα, το DM (Data Mining) ανακαλύπτει γνώσεις για μελλοντική χρήση και υποστήριξη στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Σύμφωνα με τα παραπάνω [49], επιβεβαιώνεται ότι τα Smart Logistics, βασίζονται και χρησιμοποιούν τεχνολογικές σχεδιασμού πόρων, συστήματα διαχείρισης αποθηκών (WMS - Warehouse Management Systems), συστήματα διαχείρισης μεταφορών (TMS - Transportation Management Systems) και ευφυή συστήματα μεταφορών (ITS - Intelligent Transportation Systems). Τέλος δίνεται μεγάλη έμφαση σε μερικά ακόμη τεχνικά στοιχεία της Logistics 4.0 [50]:

- Αναγνώριση μέσω συστημάτων RFID για τον προσδιορισμό αντικειμένων logistics.
- Συστήματα εντοπισμού σε πραγματικό χρόνο (RTLS - real time locating systems) για την αναγνώριση και τον εντοπισμό αντικειμένων σε πραγματικό χρόνο.
- Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) για την εποπτεία κάθε προϊόντος σε πραγματικό χρόνο.
- Συλλογή και ανάλυση δεδομένων (Big Data and Data Mining) σε πραγματικό χρόνο.
- Επιχειρηματικές υπηρεσίες (ERP, Marketing) για την παροχή υπηρεσιών μέσω διαδικτύου.

2.3 Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας 4.0 (Supply Chain Management 4.0)

2.3.1 Εισαγωγή

Μια βιομηχανική επανάσταση πριν από δύο αιώνες άλλαξε τον τρόπο λειτουργίας των βιομηχανιών. Μια νέα βιομηχανική επανάσταση βρίσκεται τώρα σε πρώτο πλάνο, η οποία θα αλλάξει τον τρόπο που η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας βλέπει τα πράγματα. Η Βιομηχανία 4.0 είναι η καινοτομία που θα αυξήσει την παραγωγή σε ποσότητα αλλά και σε ποιότητα. Με τη σωστή πρόοδο στο Διαδίκτυο των πραγμάτων, τη μηχανική μάθηση και την τεχνητή νοημοσύνη, η επανάσταση στη βιομηχανία παραγωγής και υπηρεσιών θα είναι ισχυρή. Με την πρόοδο της Βιομηχανίας 4.0 οι παραδοσιακές βασικές λειτουργίες μιας επιχείρησης θα αναβαθμιστούν. Σε έναν κόσμο που χαρακτηρίζεται από αβεβαιότητα και αστάθεια, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει τη βιομηχανία, την εφοδιαστική αλυσίδα και την διαχείριση αυτής μέσω της χρήσης βελτιστοποιημένων δικτύων, διαχείρισης αυτών των δικτύων, διαχείριση των αποθηκών και έξυπνα διανοητική ρομποτική καταχώρηση [33].

Η αυξανόμενη αφθονία δεδομένων που δημιουργούνται καθημερινά έχει προσκαλέσει ερευνητές, επιστήμονες δεδομένων και μηχανικούς να δημιουργήσουν νέους αλγόριθμους που μπορούν να διαχειριστούν μεγάλο όγκο πολύπλοκων δεδομένων. Οι επενδύσεις που πραγματοποιούνται για την τεχνητή νοημοσύνη συμβάλλουν σημαντικά στην εξέλιξη και το ενδιαφέρον για την τεχνητή νοημοσύνη. Το 2017 μια ομάδα 100 startup εταιριών τεχνητής νοημοσύνης συγκέντρωσε 11,7 δισεκατομμύρια δολάρια για την εξέλιξη της. Μεταξύ των εταιρειών τεχνολογίας, η Baidu και η Google ξόδεψαν περίπου 30 δισεκατομμύρια δολάρια για εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης το 2016 [51].

Δηλώνεται από μελέτες ότι οι παγκόσμιες αλυσίδες εφοδιασμού μπορούν να χρησιμοποιήσουν την Βιομηχανία 4.0 για την ανάπτυξη τεσσάρων χαρακτηριστικών [52]. Τη συνδεσιμότητα, την οπτικοποίηση, τη βελτιστοποίηση και την αυτονομία. Ενώ η συνδεσιμότητα θα συνδέσει την παραγωγή και την αλυσίδα εφοδιασμού στο ίδιο δίκτυο, η οπτικοποίηση θα βοηθήσει στην επισκόπηση, την εποπτεία της απόδοσης και της κατάστασης της αλυσίδας εφοδιασμού. Παράλληλα η

βελτιστοποίηση θα αυξήσει την απόδοση και η αυτονομία θα αντιπροσωπεύει την ικανότητα των επιχειρήσεων να χειριστούν τον εαυτό τους [53]. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μια προσαρμοστική και έξυπνη αλυσίδα εφοδιασμού που θα μπορεί να είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστική στο περιβάλλον της. Επίσης, αυτά τα δίκτυα έξυπνης εφοδιαστικής αλυσίδας έχουν δυναμικές δομές που εξελίσσονται με την πάροδο του χρόνου [54]. Τέτοια χαρακτηριστικά θα κάνουν το δίκτυο πιο ικανό να προσαρμοστεί σε απότομες και ξαφνικές αλλαγές. Πολλές γερμανικές επιχειρήσεις σχεδιάζουν ήδη ένα συνδεδεμένο δίκτυο έξυπνων εργοστασίων. Επομένως, είναι εύκολο να παρατηρήσει κανείς το ενδιαφέρον τόσο των επιστημονικών όσο και των επιχειρηματικών τομέων για την υιοθέτηση της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης. Έτσι, το οικοσύστημα της διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού 4.0 είναι πιο γρήγορο, πιο αποτελεσματικό, πιο λεπτομερές, πιο ευέλικτο, πιο αλάνθαστο και περιλαμβάνει [55][56]:

- Ολοκληρωμένος προγραμματισμός & εκτέλεση
- Logistics 4.0
- Ενσωμάτωση δεδομένων
- Εμπλουτισμό δεδομένων με παραπομπές πληροφοριών
- Ανάλυση δεδομένων
- Βέλτιστη Λήψη αποφάσεων
- Έξυπνη αποθήκευση
- Είναι Αυτόνομο

2.3.2 Σύγκριση μεταξύ Παραδοσιακής και Ψηφιακής Αλυσίδας Εφοδιασμού.

Χαρακτηριστικά	Παραδοσιακή Εφοδιαστική Αλυσίδα	Ψηφιακή Εφοδιαστική Αλυσίδα
Διαφάνεια	Περιορισμένη ορατότητα	Ολοκληρωμένη Ορατότητα
Επικοινωνία	Καθυστερημένη επικοινωνία καθώς οι πληροφορίες ρέουν σε κάθε τμήμα	Άμεση επικοινωνία καθώς τα δεδομένα κοινοποιούνται σε όλους τους ενδιαφερόμενους σε πραγματικό χρόνο
Συνεργασία	Περιορισμένη συνεργασία λόγω περιορισμένης ορατότητας σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού	Υψηλότερη συνεργασία λόγω μεγαλύτερης πληροφόρησης σε όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη
Ευελιξία	Χαμηλή ευελιξία καθώς οι πληροφορίες ρέουν κατά τη ροή του υλικού	Υψηλή ευελιξία καθώς η ανταλλαγή πληροφοριών συμβαίνει σε πραγματικό χρόνο
Απόκριση	Χαμηλή απόκριση λόγω καθυστέρησης στην επικοινωνία	Υψηλή απόκριση λόγω της ανταλλαγής πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο

Πίνακας 2: Σύγκριση Παραδοσιακής & Ψηφιακής Εφοδιαστικής Αλυσίδας [57]

2.3.3 Βασικές τεχνολογίες που εμπλέκονται στην SCM 4.0

Μερικές από τις βασικές τεχνολογίες που θα συναντήσει κανείς στην SCM 4.0, περιγράφονται παρακάτω [58]:

- **Τα μεγάλα δεδομένα/αναλυτικά στοιχεία** ορίζονται ως η ικανότητα επεξεργασίας εξαιρετικά μεγάλων συνόλων δεδομένων, που θα χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό των τάσεων της αγοράς, την συμπεριφορά και τις προτιμήσεις των καταναλωτών.
- **Το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT)** περιλαμβάνει πλατφόρμες που συνδέονται με πολλαπλούς αισθητήρες και συσκευές δεδομένων για τη δημιουργία ένα πλήρους οράματος της συμπεριφοράς ενός οργανισμού, ενός συστήματος ή μιας επιχειρησιακής λειτουργίας. Ένα σύστημα IoT είναι ουσιαστικά μια πλατφόρμα που διασυνδέει μια ποικιλία διακριτών συσκευών για να παρέχουν μια ολική εικόνα ορισμένων φαινομένων που χρήζουν μελέτης και βελτιστοποίησης.
- **Η ρομποτική** είναι η εφαρμογή της ψηφιακής τεχνολογίας στην εκτέλεση επαναλαμβανόμενων μη αυτόματων εργασιών, όπως αυτά που απαιτούνται για τη συναρμολόγηση αυτοκινήτων, τη γεωργική συγκομιδή και πολλά άλλα.
- **Το 3D printing** είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει τη δημιουργία αντικειμένων μέσω διαδοχικής εκτύπωσης σε πολλά στάδια. Η 3D εκτύπωση είναι ευρέως διαδεδομένη και η χρήση της είναι αρκετά συχνή στο σχεδιασμό προϊόντων όπως τη φαρμακευτική, η αρχιτεκτονική, καθώς και στην δημιουργία ανταλλακτικών σε καταναλωτικά και βιομηχανικά προϊόντα.
- **Η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση** είναι δύο τεχνολογίες που δεν είναι ισοδύναμες αλλά μοιράζονται κάποιες κοινές έννοιες. Η μηχανική εκμάθηση είναι η εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης που αφορά στην ανάπτυξη προγραμμάτων που επιτρέπουν τον υπολογιστή να μάθει καινούρια πράγματα, χωρίς απαραίτητα να είναι ήδη προγραμματισμένος πάνω σε αυτά. Μία αρκετά κοινή μηχανή με μαθησιακές εφαρμογές σήμερα είναι τα αυτοκίνητα χωρίς οδηγό καθώς και οι διαδικτυακές πλατφόρμες που εντοπίζουν απάτες στην χρήση πιστωτικών καρτών.

2.3.4 Η Τεχνητή Νοημοσύνη στο Μάρκετινγκ

Το μάρκετινγκ ορίζεται ως «Η διαδικασία διαχείρισης μέσω της οποίας αγαθά και υπηρεσίες μεταβιβάζονται από την ιδέα στον πελάτη» [24]. Σήμερα, λόγω της πολυπλοκότητας της αγοράς και του μεγάλου ανταγωνισμού, το μάρκετινγκ είναι περίπλοκο. Δεν υπάρχουν αρκετά προϊόντα ή υπηρεσίες που να είναι μοναδικά. Οι περισσότεροι άνθρωποι που δουλεύουν σε τμήματα marketing προσπαθούν να βρουν το σωστό κοινό για να διαφημίσουν το προϊόν ή την υπηρεσία της εταιρίας τους. Υπάρχουν πολλές διαφορετικές στρατηγικές και τεχνικές για να συμβεί αυτό και να προσελκυστούν νέοι πελάτες. Οι διαχειριστές πρέπει να γνωρίζουν ποια είναι τα τμήματα πελατών που θα εξυπηρετήσουν, ποιες είναι οι ανάγκες τους και ποιες οι επιθυμίες τους.

Τα προγράμματα τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να κάνουν προβλέψεις για νέους πελάτες, να βοηθήσουν στη δημιουργία εξατομικευμένων καμπανιών για την παροχή καλύτερης εξυπηρέτησης των πελατών και συνεπώς να αυξήσουν τα έσοδα για τον οργανισμό. Με την απόκτηση και την ανάλυση δεδομένων όλα τα παραπάνω είναι εύκολο να προσδιοριστούν. Βέβαια, η μετάβαση στην τεχνητή νοημοσύνη δεν γίνεται να έρθει χωρίς προκλήσεις και σαφώς υπάρχουν πολλές εταιρίες που διστάζουν να εφαρμόσουν τέτοια προγράμματα. Πολλοί είναι αυτοί που ανησυχούν για την τεχνητή νοημοσύνη καθώς δεν γνωρίζουν τι κάνει και ποιος είναι ο σκοπός της. Αντίστοιχα κάποιοι ανησυχούν ότι με τη χρήση τεχνητής νοημοσύνης θα εισβάλουν στην ιδιωτικότητα των ανθρώπων [59]. Ένα άρθρο αναφέρει τέσσερα βήματα που ίσως βοηθήσουν τους ανθρώπους και τις εταιρίες σχετικά με την χρήση τεχνητής νοημοσύνης [60].

- Το πρώτο βήμα είναι να δοθεί έμφαση στις ανταμοιβές καθώς οι περισσότεροι άνθρωποι θα δεχτούν την τεχνητή νοημοσύνη εάν δουν ότι θα κάνει τη ζωή τους ευκολότερη.
- Το δεύτερο βήμα είναι να υπάρχει διαφάνεια. Οι εταιρείες πρέπει να αποκαλύψουν πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο χρήσης των προσωπικών δεδομένων των πελατών τους.
- Το τρίτο βήμα είναι η ενθάρρυνση των υπαλλήλων. Μερικοί εργαζόμενοι μπορεί να φοβούνται ότι θα χάσουν τη δουλειά τους από την χρήση της τεχνητής νοημοσύνης. Οι εταιρείες πρέπει να υπενθυμίζουν στους

υπαλλήλους πως υπάρχουν πολλές διαδικασίες που κανένα σύστημα δεν μπορεί να αντικαταστήσει την ανθρώπινη ύπαρξη.

- Το τέταρτο και τελευταίο βήμα είναι η διατήρηση της ανθρώπινης επαφής. Οι άνθρωποι εξακολουθούν να παίζουν κρίσιμο ρόλο στην εμπειρία εξυπηρέτησης των πελατών. Οι πελάτες πρέπει να γνωρίζουν ότι μπορούν να αλληλεπιδράσουν με φυσικά πρόσωπα όταν το θέλουν.

Με βάση όλα τα παραπάνω, γίνεται κατανοητό πως η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να συμβάλει στη διατήρηση της ανταγωνιστικότητας των οργανισμών, αφού μπορεί να τους παρέχετε όλη η γκάμα των πληροφοριών της αγοράς στην οποία απευθύνονται[61].

2.3.5 Η Τεχνητή Νοημοσύνη στις Πωλήσεις

Η κάθε εταιρεία έχει συγκεκριμένα προϊόντα ή υπηρεσίες και εξαρτάται από τις πωλήσεις αυτών. Τα τμήματα πωλήσεων αναπτύσσουν σχέσεις με τους πελάτες και τους συνεργάτες, ενώ η εμπιστοσύνη μεταξύ του πελάτη και της επιχείρησης χτίζεται πάντα μετά το πέρας της πώλησης. Εάν οι πελάτες μείνουν ευχαριστημένοι, θα φέρουν κι άλλους πελάτες και αυτοί με την σειρά τους κάποιους άλλους. Επίσης ισχύει και το αντίθετο. Εάν οι πελάτες μείνουν δυσαρεστημένοι και χάσουν την εμπιστοσύνη τους μετά την πώληση μπορεί να προκαλέσουν ζημιά στον οργανισμό κάνοντας αρνητικές κριτικές. Έτσι χάνεται ο κύριος στόχος κάθε οργανισμού, που είναι να είναι κερδοφόρος [24].

Άρα, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να παρέχει στους πωλητές τα εργαλεία που θα τους βοηθήσουν στην αναζήτηση και την απόκτηση νέων πελατών, συνεπώς και τη δημιουργία εσόδων. Τέτοια εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης βοηθούν τους πωλητές να συνδεθούν με τους δυνητικούς πελάτες. Τα εργαλεία αυτά μπορούν να διαβάσουν και να ερμηνεύσουν email, να απαντήσουν σε αυτά και να προγραμματίσουν συναντήσεις προειδοποιώντας των αρμόδιο υπεύθυνο. Σύμφωνα με μια μελέτη του Harvard, διαπίστωσε ότι υπάρχουν εταιρείες που με τη χρήση τεχνητής νοημοσύνης μπόρεσαν να αυξήσουν τους δυνητικούς πελάτες κατά 50% [62].

Σήμερα η τεχνητή νοημοσύνη εκτελεί πολλές εργασίες πωλήσεων που υπάγονται στην πρόβλεψη πωλήσεων, τη διατήρηση πελατών, την εύρεση νέων

πελατών και την πρόβλεψη κινδύνων. Όμως αυτό που είναι σίγουρο, είναι πως δεν αντικαθιστά την ανθρώπινη σύνδεση και επαφή του πωλητή με τον πελάτη. Στο μέλλον μπορεί να υπάρξει μια στιγμή που οι πελάτες θα προχωρήσουν περαιτέρω μέσω της διαδικασίας αγοράς χωρίς την επαφή με ένα πωλητή, αν και αυτό συμβαίνει και σήμερα καθώς άνθρωποι που αγοράζουν αντικείμενα και υπηρεσίες μέσω διαδικτύου δεν έρχονται σε επαφή με τον πωλητή. Συμπεραίνουμε λοιπόν πως οι νέες αυτοματοποιημένες διαδικασίες πωλήσεων ενδέχεται να εξαλείψουν την ανάγκη για μια ολόκληρη ομάδα τμήματος πωλήσεων, αλλά δεν θα εξαλείψουν την ανθρώπινη ύπαρξη καθώς πάντα θα εξακολουθούν να υπάρχουν εκείνοι οι πελάτες που επιθυμούν να μιλήσουν με ένα άτομο κατά τη διάρκεια και μετά τη διαδικασία της αγοράς, πράγμα που φυσικά είναι λογικό [24].

2.3.6 Η Τεχνητή Νοημοσύνη στη Λογιστική

Είναι ήδη γνωστό ότι τα λογιστικά και τα χρηματοοικονομικά παίζουν υπαρκτικό ρόλο στη διαχείριση οποιασδήποτε επιχείρησης. Η λογιστική είναι αυτή που κατευθύνει την πορεία της επιχείρησης διασφαλίζοντας την συμμόρφωση με τους νόμους, δημιουργώντας προϋπολογισμούς και αναλύοντας τις επιδόσεις. Πολλές όμως από αυτές τις διαδικασίες έχουν αυτοματοποιηθεί με τη χρήση τεχνητής νοημοσύνης. Με την παρούσα τεχνολογία και τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης οι εταιρείες μπορούν και μειώνουν το χρόνο που οι λογιστές δαπανούν για πολύπλοκους ελέγχους και εκτιμήσεις περιουσιακών στοιχείων. Τα προγράμματα αυτά μπορούν εύκολα να συλλέξουν και να αναλύσουν τις πληροφορίες για την εκτίμηση κινδύνων και άλλων λειτουργιών. Οι λειτουργίες της τεχνητής νοημοσύνης για λογιστές ποικίλλουν και δημιουργούνται συνεχώς νέα προγράμματα που μπορούν να ενσωματωθούν στην παλέτα των εργαλείων τους [63].

Ένα από τα μεγαλύτερα οφέλη της τεχνητής νοημοσύνης είναι ικανότητα λήψης μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων και δημιουργίας πληροφοριών που σχετίζονται με τον χρήστη. Διάφορα έξυπνα προγράμματα τεχνητής νοημοσύνης χρησιμοποιούνται για την ενεργοποίηση των στελεχών και για τη λήψη βέλτιστων επιχειρηματικών αποφάσεων. Αυτά τα προγράμματα έχουν σχεδιαστεί για τη λήψη οικονομικών πληροφοριών που παρέχουν στους εργαζομένους όλες τις λεπτομερείς πληροφορίες για την αγορά, το προϊόν, τις λειτουργίες, τις επενδύσεις και τυχόν

ευκαιρίες. Η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιεί επίσης διάφορες τεχνικές για να αναλύσει τα τρέχοντα δεδομένα και να κάνει προβλέψεις για το μέλλον. Αναζητά τάσεις και μοτίβα για την παραγωγή μίας ακριβούς πρόβλεψης. Επίσης, προβλέψεις με αναλυτικά στοιχεία εστιάζουν στην ανίχνευση απάτης για ψευδείς συναλλαγές, κλοπή πληροφοριών ή τραπεζικών στοιχείων και πολλά άλλα. Έτσι, οι πληροφορίες αυτές που συσσωρεύονται στα στελέχη, εκτός από την εξοικονόμηση χρόνου τους παρέχουν και μια μελλοντική εικόνα της κατάστασης δίνοντας τους το χρονικό περιθώριο να αναπτύξουν τις στρατηγικές τους [24].

2.3.7 Η Ορατότητα της Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Τα τελευταία χρόνια δίνεται μεγάλη προσοχή στην εξέλιξη των αλυσίδων εφοδιασμού όχι μόνο λόγω της ανάγκης μείωσης του κόστους, αλλά και λόγω της ανάγκης για την αύξηση της αποδοτικότητας. Οι αρνητικές συνέπειες των διαταραχών της αλυσίδας εφοδιασμού είναι πολλές και πλήττουν την οικονομία και την ευημερία της, για αυτό και οι εταιρείες επικεντρώνονται στη μείωση των διαταραχών αυτών. Με την πρόβλεψη εξαντλήσεως των αποθεμάτων παρέχετε αξιοπιστία και σταθερότητα στις εταιρείες και σωστός συντονισμός στην αλυσίδα εφοδιασμού. Αυτός ο έλεγχος είναι απαραίτητος για τη διατήρηση της ικανοποίησης των πελατών και της αύξησης της ανταγωνιστικότητας [64].

Πολλές στρατηγικές μετριασμού του κινδύνου έχουν κατά καιρούς παρουσιαστεί στη βιβλιογραφία όπως για το πως μια εταιρία να επιλέξει αξιόπιστους προμηθευτές, να ενισχύσει το σύστημα ασφαλείας της και να διαφοροποιηθεί σε προϊόντα. Ωστόσο, υπάρχουν και άλλες πηγές αβεβαιότητας που σχετίζονται με τα ιστορικά δεδομένα. Μία εφοδιαστική αλυσίδα μπορεί να αυξήσει την ορατότητά της βοηθώντας τις εταιρείες στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων και αντιμετώπισης της αβεβαιότητας [65].

Με την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης οι εφοδιαστικές αλυσίδες μπορούν να γίνουν πιο αποτελεσματικές σε σύγκριση με παραδοσιακές μεθόδους. Η περίπτωση των τεχνιτών νευρωνικών δικτύων έχει την ικανότητα επίλυσης μη γραμμικών προβλημάτων και έχει εφαρμοστεί σε πολλά προβλήματα για αναγνώριση

προτύπων, μέτρηση απόδοσης, τμηματοποίηση πελατών, πρόβλεψη κόστους, πρόβλεψη χρονοσειρών, προγραμματισμό παραγωγής και ανάθεση παραγγελιών [66].

Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, ουσιαστικά είναι αλγόριθμοι όπου οι προηγούμενες εμπειρίες χρησιμοποιούνται για τη λήψη νέων και πιο λεπτομερών αποφάσεων. Το σημαντικότερο χαρακτηριστικό ενός τεχνητού νευρικού δικτύου είναι η ικανότητα αντιμετώπισης ελλιπών δεδομένων. Έτσι, δεδομένου ότι η διαχείριση των αλυσίδων εφοδιασμού βασίζεται κυρίως σε ελλιπείς και ανακριβείς πληροφορίες, το τεχνητό νευρικό δίκτυο αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο στην λήψη αποφάσεων εντός της διαχείρισης της εφοδιαστικής. Βάσει αυτών, τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα μπορούν να καλύπτουν όλα αυτά τα κενά που δημιουργούνται στην εφοδιαστική λόγω ελλιπών και αβέβαιων πληροφοριών [67].

Υποστηρίζετε από μελέτες, πως με την ενεργοποίηση της ορατότητας μπορούν να εντοπιστούν καταστάσεις που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε πολλά προβλήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Τα αποτελέσματα είναι σημαντικά καθώς το ποσοστό αναγνώρισης είναι μεγαλύτερο από 99,5% για προβλέψεις για την επόμενη περίοδο και πάνω από 98% για προβλέψεις των τριών επόμενων περιόδων [68].

2.3.8 Μεταφορές Χωρίς Οδηγό

Η αυτοκινητοβιομηχανία εξελίσσεται ραγδαία και ο ρυθμός με τον οποίο έρχονται οι νέες τεχνολογικές εξελίξεις στον κλάδο των αυτοκινήτων είναι εκπληκτικός. Μια σημαντική πρόοδος είναι η ύπαρξη οχημάτων χωρίς οδηγό. Είναι σαφές το πόσο αποτελεσματικά μπορούν να γίνουν τα οχήματα χωρίς οδηγό για την κίνηση σε αστικά περιβάλλοντα. Με την άφιξη των αυτοκινούμενων οχημάτων η μεταφορά θα γίνει πολύ πιο εύκολη, ασφαλέστερη, οικονομική και βολική. Καθώς οι άνθρωποι είναι επιρρεπείς σε λάθη, τα αυτοκινούμενα οχήματα μπορούν να αποδειχθούν ότι αποτελούν ένα πιο ασφαλές τρόπο μεταφοράς και μετακίνησης. Σε σύγκριση με τα υπάρχοντα μέσα, υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα των αυτοκινούμενων οχημάτων που θα μπορούσαν να κάνουν την ανθρώπινη ζωή πολύ πιο εύκολη και ασφαλή. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η βελτιστοποίηση του οδικού δικτύου για να αποφευχθεί η κυκλοφοριακή συμφόρηση και η μείωση της ρύπανσης [69].

Οι Uber, Tesla και Waymo έχουν ήδη στραφεί προς αυτή τη τεχνολογία. Η Uber σχεδιάζει να αγοράσει 24.000 αυτοκίνητα χωρίς οδηγό από τη Volvo με κόστος περίπου 1,4 δισεκατομμύρια δολάρια. Θεωρητικά μιλώντας, το μόνο εμπόδιο για την χρήση αυτοκινήτων χωρίς οδηγό είναι οι κανονισμοί σε μερικές χώρες, όπως η Ινδία, όπου υπάρχουν ισχυροί κανονισμοί και νόμοι έναντι αυτών των τεχνολογιών για την αποφυγή απωλειών θέσεων εργασίας [70].

Τα οχήματα χωρίς οδηγό έχουν αναπτυχθεί σε πολλές εφαρμογές σε διάφορους τομείς. Αυτά τα οχήματα μπορούν εύκολα να εισβάλουν στο δυναμικό της βιομηχανίας των logistics. Επίσης, στον στρατιωτικό και διαστημικό τομέα τα αυτόνομα οχήματα μπορούν να αποτρέψουν απώλειες ζωής. Ακόμη, το σύστημα υποβοήθησης στάθμευσης είναι μια ακόμα έξυπνη εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στα αυτοκίνητα για τη βελτίωση του τρόπου ζωής μας. Τέλος, οι δημόσιες συγκοινωνίες είναι ακόμα πολλά υποσχόμενες χάρη σε αυτή τη τεχνολογία καθώς ήδη χρησιμοποιούνται τρένα, μετρό και λεωφορεία χωρίς οδηγό [69].

Πρόσφατα, σημειώθηκαν ενδιαφέρουσες εξελίξεις σχετικά με τα αυτόνομα οχήματα στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ολόκληρος ο τομέας της εφοδιαστικής θα διαταραχθεί την επόμενη δεκαετία λόγω της εμφάνισης αυτοκινήτων χωρίς οδηγό. Η βιομηχανία επρόκειτο να υιοθετήσει πολύ σύντομα την έννοια της μεταφοράς χωρίς οδηγό, όπου η τεχνολογία αυτή θα επηρεάσει την εφοδιαστική σε πολλούς τομείς. Μερικοί από αυτούς παρουσιάζονται παρακάτω:

2.3.8.1 Λειτουργίες αποθήκευσης

Ο αυτοματισμός της αποθήκης είναι ένας από τους τομείς με μεγάλη έρευνα για την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης. Οι βιομηχανίες ενδιαφέρονται πάρα πολύ για τη χρήση ρομποτικής για την αυτοματοποίηση των τυπικών λειτουργιών μιας αποθήκης. Ο σχεδιασμός των ρομπότ φαίνεται να είναι ένα πολύ ενδιαφέρον θέμα και πολλοί επιστήμονες ασχολούνται με τις διάφορες πτυχές του θέματος. Ήδη εδώ και μερικά χρόνια έχουν αναπτυχθεί αυτόνομα οχήματα σε αποθήκες για το χειρισμό και τη μετακίνηση προϊόντων [71]. Αυτά τα μηχανήματα δεν ήταν πλήρως εξοπλισμένα για την επίλυση όλων των ζητημάτων της αποθήκευσης, όπως η αντιμετώπιση ενός ξαφνικού εμποδίου. Για την επίλυση αυτών των ζητημάτων απαιτείται μια νέα γενιά αυτοκινούμενων οχημάτων με ευέλικτη πλοήγηση και όραση

360 μοιρών. Αρχικά το ρομπότ μαθαίνει με έναν απλό προγραμματισμό να αγνοεί τα εμπόδια και άλλα αντικείμενα, ενώ στη συνέχεια τα ρομπότ μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ανθρωπίνι εργαζόμενοι. Με αυτήν την προσέγγιση είναι δυνατόν να επιτευχθεί αξιοπιστία μέχρι και 90% [72].



Εικόνα 8: Διαχείριση αποθήκης από αυτοκινούμενα ρομπότ [73]

Τα αυτοκινούμενα οχήματα δεν είναι μόνο γνωστά για τη μεταφορά εμπορευμάτων αλλά και για άλλες εφαρμογές όπως φόρτωση, εκφόρτωση, υποβοηθούμενη παραγγελία κ.λπ. Το 2012 η Amazon απέκτησε ένα σύστημα αυτοματισμού, γνωστό ως Kiva warehouse, όπου άρχισε να χρησιμοποιεί αυτοκινούμενα bots για να αυξήσει την αποτελεσματικότητα των λειτουργιών της αποθήκης [74]. Το ρομπότ αυτό μπορεί να μεταφέρει όλα τα απαραίτητα προϊόντα που χρειάζεται το προσωπικό ή κάποιο άλλο μηχάνημα. Έτσι, αυτό συνεπάγεται πως η χρήση τεχνητής νοημοσύνης σε συνδυασμό με τεχνολογίες όπως τα ρομπότ, είναι εφικτό να αυτοματοποιηθούν πολλές διαδικασίες αποθήκης. Ωστόσο, η DHL δηλώνει ότι μόνο το 5% των σημερινών οι αποθήκες είναι αυτοματοποιημένες [75].

2.3.8.2 Λειτουργίες εξωτερικής εφοδιαστικής

Καθώς πολλές μονάδες παραγωγής χρειάζονται συνεχή βελτίωση της ασφάλειας, τα οχήματα χωρίς οδηγό μπορούν να είναι μια εξαιρετική λύση σε αυτό το πρόβλημα. Μπορούν να ενσωματωθούν κυρίως σε ναυπηγεία, λιμάνια και αεροδρόμια. Η τεχνολογία αυτή σε κάποια ναυπηγεία έχει κάνει την υποδομή της πλήρως εξοπλισμένη με αισθητήρες που ανιχνεύουν την παρουσία άλλων αντικειμένων, καθώς και τις συντεταγμένες τους για τυχόν ατυχήματα. Αυτό εξασφάλισε την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα των ανθρώπινων κινήσεων που μπορεί να αποφέρουν λάθη, ακόμα και θάνατο [76].

2.3.8.3 Line Haul Logistics

Πρόκειται για την επέκταση των υπαίθριων Logistics. Υπάρχει μεγάλη πιθανότητα ανθρώπινου σφάλματος στην οδήγηση ενός φορτηγού σε μικρές ή και μεγάλες αποστάσεις. Δεδομένου ότι η διαδρομή είναι μονότονη, ακόμη και οι έμπειροι οδηγοί μπορεί να ξεχαστούν αυξάνοντας έτσι το ποσοστό κινδύνου. Η αυτόνομη οδήγηση μπορεί να σταθεί σαν την ιδανική λύση σε αυτό το πρόβλημα, αφού μπορεί να βοηθήσει τους οδηγούς να βελτιώσουν τα αντανακλαστικά τους, μηδενίζοντας με αυτό τον τρόπο τα λάθη [69].

2.3.8.4 Παράδοση Last Mile

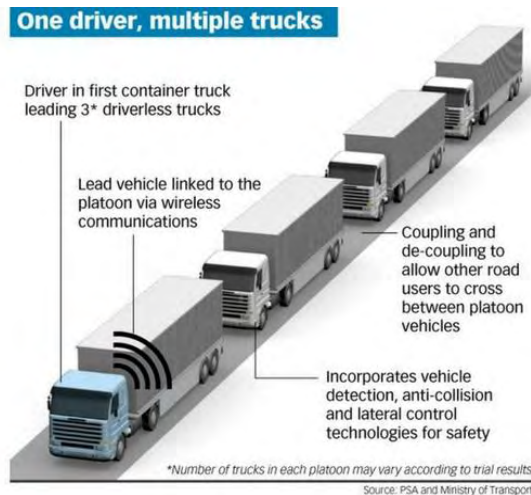
Το "Last mile" είναι μία από τις πιο πρόσφατες λέξεις κλειδιά στον τομέα της εφοδιαστικής. Με την αγορά ενός προϊόντος στις μέρες να αποτελεί περισσότερο μια εμπειρία και όχι απλώς μια απόφαση, το Last Mile είναι το σημείο επαφής της εταιρείας με τον πελάτη της και είναι πολύ σημαντικό. Καθώς η αγορά γίνεται ανταγωνιστική μέρα με τη μέρα, το να διατηρήσει μια εταιρία τον πελάτη της ευχαριστημένο είναι ο μόνος τρόπος για την επιτυχία της εταιρείας καθώς και της επιβίωσή της. Η εμπειρία παράδοσης των τελευταίων μιλίων όχι μόνο θα κάνει τον πελάτη ικανοποιημένο, αλλά θα τον οδηγήσει σε επαναγορά. Σύμφωνα με έρευνες, οι έγκαιρες παραδόσεις παρακινούν το 72% των πελατών σε επαναλαμβανόμενες αγορές. Αντιθέτως, μια αρνητική εμπειρία αγοράς έχει ως αποτέλεσμα το 38% των

πελατών να μην ξαναπροτιμήσουν αυτή την εταιρία. Έτσι, για να διατηρήσει μια εταιρία έναν πελάτη θα πρέπει να του δίνει την επιλογή για το πώς, πού και πότε θα λαμβάνει τις παραδόσεις του, σε συνδυασμό με του ότι πράγματι ο πελάτης παραλαμβάνει αυτό που ζήτησε, με τις σωστές προδιαγραφές, διασφαλίζοντας ότι γνωρίζει πού βρίσκεται το προϊόν του κατά τη διάρκεια της διαδικασίας μεταφοράς και παράδοσης [69][77].

Ακόμη, το ποσοστό αποτυχίας κατά την διαδικασία της παράδοσης των τελευταίων μιλίων είναι περισσότερο από 15%. Η εφαρμογή των οχημάτων χωρίς οδηγό μπορεί να βελτιστοποιήσει την κατάσταση αυτή, δεδομένου ότι αυτά τα οχήματα ταιριάζουν καλύτερα σε χαμηλές ταχύτητες. Μπορούν να περιηγηθούν στη γύρω από την παράδοση περιοχή και να εντοπίσουν τον στόχο τους, αξιοποιώντας τις χαμηλές ταχύτητες προς όφελός τους. Ακόμη, στην ανάπτυξη της βιομηχανίας του ηλεκτρονικού εμπορίου, η αυτοματοποιημένη παράδοση τελευταίων μιλίων μπορεί να βοηθήσει το προσωπικό ταχυμεταφορών και να εξασφαλίσει καλή απόδοση με τη μέγιστη δυνατή ασφάλεια. Στο μέλλον ένα όχημα χωρίς οδηγό θα εκφορτώνει δέματα σε μια περιοχή όπου θα υπάρχουν πολυάριθμα αυτόνομα οχήματα μικρού μεγέθους που θα αλληλοεπιδρούνε μεταξύ τους και θα αποφασίζουν έξυπνα ποιο δέμα θα παραδοθεί και από ποιο όχημα. Κάθε όχημα θα παραδίδει το δέμα στο τελικό σημείο παράδοσης ακολουθώντας τις βέλτιστες δαπάνες καυσίμου για τη διαδρομή, εξοικονομώντας σημαντικό ποσοστό χρόνου και ενέργειας. Τέλος, για την προστασία του δέματος από κλοπή, αυτά τα πακέτα προστατεύονται με κωδικούς πρόσβασης και διαθέτουν εξελιγμένη δυνατότητα εντοπισμού της τοποθεσίας τους [69][77].

2.3.8.5 Truck Platooning

Μία ακόμα ενδιαφέρουσα πρόοδος στην εφοδιαστική εμπορευματικών μεταφορών είναι αυτή που περιλαμβάνει έναν αριθμό φορτηγών που ενώνονται μέσω αυτοματοποιημένων συστημάτων υποστήριξης οδήγησης. Η συνοδεία συνδέεται μεταξύ της έτσι ώστε να διατηρούν μια κοντινή απόσταση το ένα με το άλλο. Αυτό το χαρακτηριστικό θα μπορούσε να μειώσει κατά πολύ το κόστος διαδρομών από σημείο σε σημείο, καθώς η ταχύτητα των φορτηγών είναι σταθερή και βρίσκονται όλα κοντά το ένα στο άλλο.



Εικόνα 9: Truck Platooning [78]

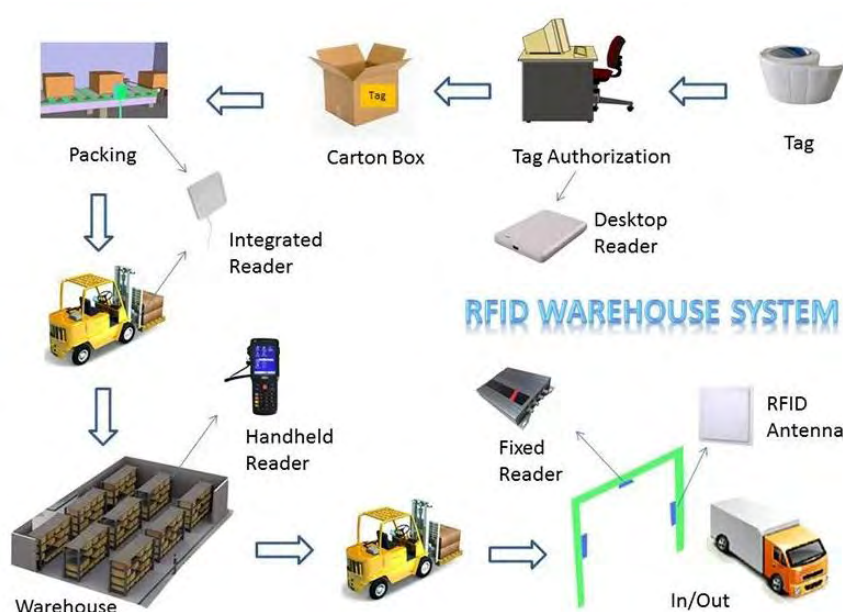
Το Truck Platooning έχει ήδη δοκιμαστεί από πολλές εταιρείες. Η Volkswagen, η Scania και η Toyota διεξήγαγαν δοκιμές στη Σιγκαπούρη. Οι δοκιμές αυτές περιλάμβαναν τρία φορτηγά χωρίς οδηγό να ακολουθούν ένα φορτηγό οδηγούμενο από άνθρωπο, πάνω σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης ενός αυτοκινητόδρομου.

Η KPMG δηλώνει ότι το Platooning θα μπορούσε να αυξήσει την πραγματική χωρητικότητα των οδικών οδών κατά 500%, μειώνοντας τις επενδύσεις σε υποδομές κατά 10% και εξοικονομώντας 7,5 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως. Επίσης, μια έρευνα του MIT έδειξε ότι με αυτόν τον τρόπο η εξοικονόμηση στην κατανάλωση καυσίμου τείνει στο 20%, ενώ παράλληλα αφαιρείται και το μεγαλύτερο κόστος που το αποτελεί ο εκάστοτε οδηγός. Με τη χρήση του Truck Platooning ο τομέας αυτός θα μπορούσε να οργανωθεί πολύ καλύτερα, αφού τα φορτηγά θα βελτιώσουν τη χωρητικότητα των φορτίων αυξάνοντας τον χρόνο λειτουργίας καθώς θα μηδενιστούν οι στάσεις που θα έκανε ένας πραγματικός οδηγός ώστε να ξεκουραστεί [79].

2.3.9 Τα Συστήματα RFID

Τα RFID συστήματα (Radio Frequency Identification) είναι η τεχνολογική εξέλιξη των ραβδωτών κωδίκων (barcode). Η τεχνολογία RFID χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά στον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, για την αναγνώριση των εχθρικών αεροπορικών δυνάμεων. Τα RFID συστήματα απαρτίζονται από δύο μέρη. Το πρώτο

μέρος είναι οι πομποδέκτες, δηλαδή οι ετικέτες που συχνά συναντάμε. Είναι συνήθως προσκολλημένες πάνω σε μία επιφάνεια και περιλαμβάνουν συγκεκριμένες πληροφορίες για το αντικείμενο. Οι ετικέτες είναι τσιπάκια που αποτελούνται από ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα, το οποίο περιλαμβάνει μνήμη ώστε να αποθηκεύει αυτά τα δεδομένα, καθώς και μια κεραία για να μπορεί να μεταδώσει το σήμα. Το δεύτερο μέρος είναι οι αισθητήρες ανάγνωσης οι οποίοι έχουν πρόσβαση στην ετικέτα και διαβάζουν τα δεδομένα της μέσω ραδιοσυχνοτήτων. Με το σύστημα RFID αυξάνεται η οργάνωση των δεδομένων και μειώνεται ο χρόνος εργασιών [80].



Εικόνα 10: Η χρήση RFID σε μια αποθήκη[81]

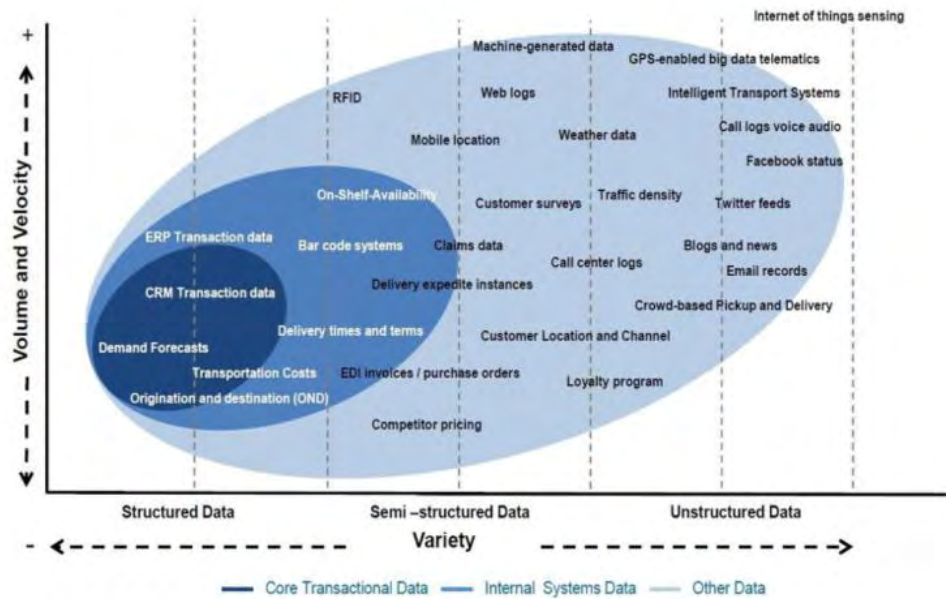
Για παράδειγμα όταν ένα φορτηγό μεταβεί στην αποθήκη και αφήσει τις παλέτες με τα προϊόντα, το RFID αναγνωρίζει τα προϊόντα και μπορεί να ξέρει ποια προϊόντα και σε ποια ποσότητα βρίσκονται εκείνη τη στιγμή στην αποθήκη. Έτσι μπορεί να τα μεταφέρει σε ένα πληροφοριακό σύστημα και αντίστοιχα να περάσει τα δεδομένα σε κάθε ετικέτα για το πού και πότε πρέπει να πάει το προϊόν. Γίνεται κατανοητό πως με το σύστημα αυτό δεν θα χρειαστεί κανένας υπάλληλος να περάσει χειροκίνητα τα προϊόντα ένα- ένα στο σύστημα. Επίσης με την τεχνολογία RFID δημιουργούνται πολλά πλεονεκτήματα, σίγουρα όμως υπάρχουν και μερικές αρνητικές επιπτώσεις όπως το υψηλό κόστος απόκτησης, προβλήματα υγείας που

σχετίζονται με τα ραδιοκύματα, ενώ παράλληλα μπορεί να προκαλέσει αύξηση της ανεργίας αφού θα αντικαταστήσει την χειροκίνητη διαδικασία των εργαζομένων.

2.3.10 Τα Μεγάλα Δεδομένα (Big Data)

Σαν στόχος οποιασδήποτε αλυσίδας εφοδιασμού είναι να πάει το σωστό προϊόν, στο σωστό μέρος, τη σωστή στιγμή. Προφανώς, με τη χρήση αναλυτικών στοιχείων δεδομένων για τη βελτιστοποίηση της αλυσίδας εφοδιασμού, ο στόχος της ψηφιακής αλυσίδας εφοδιασμού έχει πάρει έναν νέο ορισμό, δηλαδή «Πρόβλεψε το σωστό προϊόν, πρόβλεψε το χρόνο παραγγελίας και διάθεσέ το στο σωστό μέρος τη σωστή στιγμή». Επίσης, μία από τις προκλήσεις των υφιστάμενων αλυσίδων εφοδιασμού είναι η έλλειψη στρατηγικού σχεδιασμού και πρόβλεψης λόγω των περιορισμένων σχέσεων αγοράς, πώλησης, προμηθευτών και αγοραστών. Επίσης, υπάρχουν πολλά στατικά δεδομένα σε αδράνεια σχετικά με υλικά, ανταλλακτικά κ.λπ., τα οποία αν συνδυαστούν με ιστορικά γεγονότα, θα παράξουν πολύτιμες πληροφορίες [82].

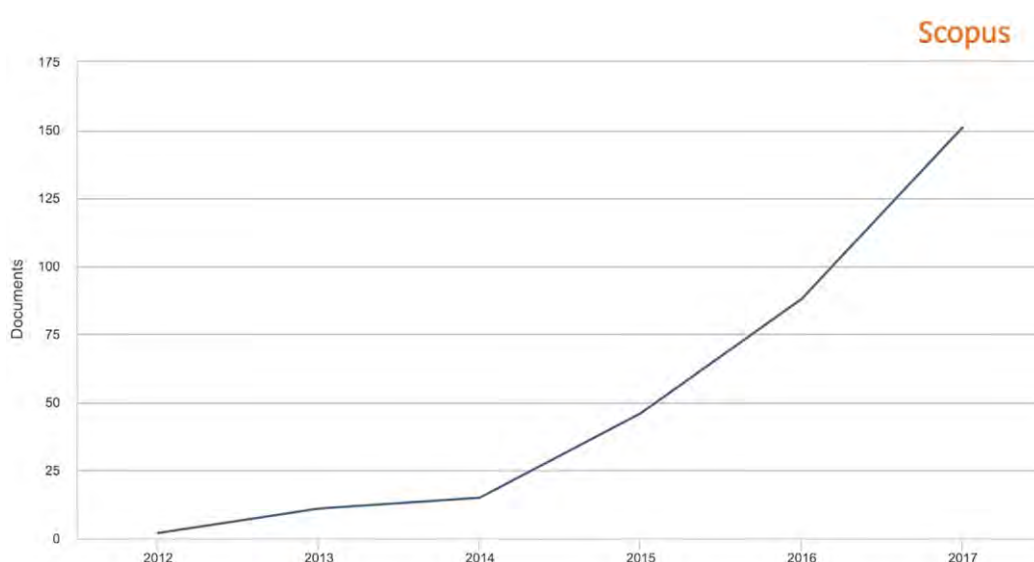
Έτσι, η έναρξη του Industry 4.0, του Internet of Things (IoT) και άλλων ψηφιακών τεχνολογιών, έκαναν την εφοδιαστική αλυσίδα να στραφεί προς τα Big Data και την ανάλυσή τους. Με τον πολλαπλασιασμό των δεδομένων που παράγονται από ανθρώπους και διαδικασίες, είναι επιτακτική ανάγκη να αναλυθούν και να εξαχθούν πληροφορίες. Ογκώδεις ποσότητες δεδομένων συγκεντρώνονται πλέον από διάφορες πηγές, όπως επιχειρήσεις, συστήματα σχεδιασμού πόρων, κοινωνικά δίκτυα, τάσεις αγορών από τους πελάτες, πληροφορίες για τον κύκλο ζωής προϊόντων και πολλά ακόμη. Οι πηγές των δεδομένων είναι πολλές και ποικίλουν, όπως παγκόσμια συστήματα εντοπισμού θέσης (GPS), παρακολούθηση αναγνώρισης βάσει ραδιοσυχνότητας (RFID), κινητές συσκευές, βίντεο παρακολούθησης και άλλα. Ως εκ τούτου οι οργανισμοί πρέπει να ασχοληθούν με δεδομένα που χαρακτηρίζονται από μεγάλο όγκο, ταχύτητα, ποικιλία και ακρίβεια. Όσο μεγαλύτερα είναι τα δεδομένα, τόσο πιο δύσκολη γίνεται η διαχείριση, η ανάλυση και η παροχή χρήσιμων επιχειρηματικών ιδεών [83].



Εικόνα 11: Πεδία εφαρμογής των Big Data [84]

Η ανάλυση και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων σε πραγματικό χρόνο μπορούν να βοηθήσουν τις επιχειρήσεις να λάβουν καλύτερες και ταχύτερες αποφάσεις για την ικανοποίηση των απαιτήσεων των πελατών. Θα βοηθήσει επίσης τους οργανισμούς να βελτιώσουν το σχεδιασμό και τη διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού τους μειώνοντας το κόστος και μετριάζοντας τους κινδύνους. Πρόσφατα, διάφορες ερευνητικές μελέτες έχουν δείξει τα οφέλη από τη χρήση μεγάλων μεθόδων δεδομένων στην εφοδιαστική και στην διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Σε μελέτες έχουν χρησιμοποιηθεί δεδομένα RFID για τον επανασχεδιασμό μιας βέλτιστης πολιτικής αποθέματος. Επίσης έχουν γίνει προσεγγίσεις για την ανάλυση δεδομένων ώστε να ελαχιστοποιηθούν τα απόβλητα που παράγονται στις αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων [85][86]. Πιστοποιείται ακόμα πως τα μεγάλα δεδομένα πληροφοριών μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον αποτελεσματικό σχεδιασμό Logistics και τον προγραμματισμό παραγωγής, ενώ παράλληλα υποστηρίζεται ότι η χρήση των μεγάλων δεδομένων θα μπορούσε να βοηθήσει τους διαχειριστές να ανταποκριθούν στις εσωτερικές ανάγκες και να προσαρμοστούν στις αλλαγές του περιβάλλοντος της εφοδιαστικής αλυσίδας [87][88]. Μαζί με αυτές τις μελέτες, υπάρχουν πολλοί τομείς στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας που θα μπορούσαν να επωφεληθούν από μεθόδους Big Data, συμπεριλαμβανομένου του μετριασμού του φαινομένου bullwhip, της λήψης αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων, τη βιώσιμη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, τη προγνωστική συντήρηση

βασισμένη σε δεδομένα αισθητήρων, τη πρόβλεψη, τη διαχείριση ζήτησης και τον προγραμματισμό [89][90][91]. Με βάση όλα τα παραπάνω, σε συνδυασμό με το παρακάτω διάγραμμα που αποκαλύπτει το ρυθμό αύξησης των άρθρων ανά έτος που αφορούν τα Big Data, αποκαλύπτει η σημαντικότητα του στην εφοδιαστική αλυσίδα καθώς και το μεγάλο ενδιαφέρον των επιστημόνων για το παρόν θέμα.



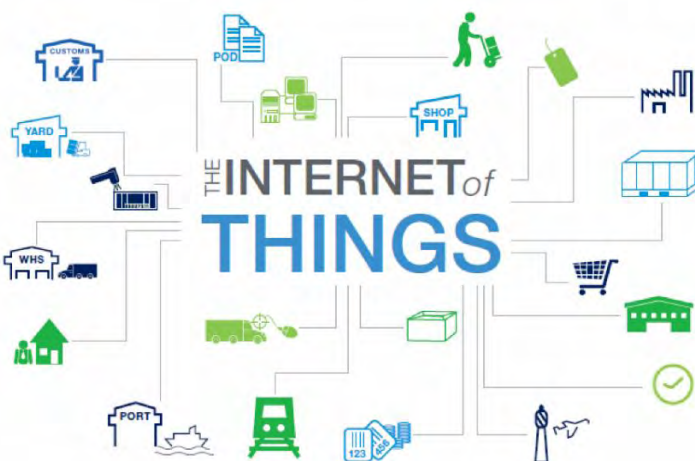
Εικόνα 12: Η αύξηση συγγραφής άρθρων για τα Big Data [83]

Οι τεχνολογίες big data αναπτύσσονται για να κάνουν αποτελεσματική τη χρήση των παλαιών δεδομένων και να παρουσιάσουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο στις καθημερινές λειτουργίες μια αλυσίδας. Έτσι, το αποτέλεσμα της χρήσης των Big Data είναι η βελτιωμένη ευελιξία, η επεκτασιμότητα και η πρόβλεψη. Επίσης τα Big Data λειτουργούν ως καταλύτης για την παροχή νοημοσύνης στα δεδομένα της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Επιτρέπουν πιο ισχυρά σύνθετα δίκτυα προμηθευτών, τα οποία συνεργάζονται σε μια ενιαία πλατφόρμα. Επίσης τα Big Data στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας μπορούν να βοηθήσουν στη βελτίωση του χρόνου αντίδρασης των οργανισμών σε ζητήματα αλυσίδας εφοδιασμού, στην αύξηση της αποδοτικότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας και στη μεγαλύτερη ενοποίηση σε ολόκληρο το μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού [82].

2.3.11 Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things)

Οι επιχειρήσεις πλέον σήμερα έχουν μεγάλες προσδοκίες για την Βιομηχανία 4.0 στην προσπάθειά τους να γίνουν ψηφιακοί. Το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) είναι ένα από τα βασικά κλειδιά σε αυτό, καθώς είναι το οικοσύστημα των συνδεδεμένων φυσικών αντικειμένων μέσω του διαδικτύου. Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι ένας από τους βασικούς κλάδους των επιχειρήσεων που κατασκευάζουν ή διανέμουν προϊόντα και υπηρεσίες. Οι επιχειρήσεις δεν συνδέονται με ένα μοναδικό κανάλι και έτσι καθίσταται σημαντικό για αυτούς να αγκαλιάσουν το διαδίκτυο των πραγμάτων, το οποίο μπορεί να διαμορφωθεί ως μία πλατφόρμα ολοκλήρωσης για διάφορες επιχειρηματικές λειτουργίες όπως προμήθειες, μάρκετινγκ, κατασκευή και διανομή, έτσι ώστε να υπάρχει ροή δεδομένων χωρίς εμπόδια σε πραγματικό χρόνο[90][92].

Διάφορες ακόμα προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι επιχειρήσεις στην αλυσίδα εφοδιασμού είναι η πρόβλεψη της ζήτησης, η διαχείριση αποθεμάτων, η διαχείριση στόλου, η παρακολούθηση περιουσιακών στοιχείων και το ισοζύγιο ζήτησης και προσφοράς. Η εφοδιαστική είναι το σημαντικό μέρος της αλυσίδας εφοδιασμού καθώς τα προϊόντα διακινούνται και μεταφέρονται μεταξύ των κατασκευαστών, των προμηθευτών, των κέντρων διανομής, των αποθηκών, των λιανοπωλητών και των εκάστοτε πελατών. Οι λύσεις με τη δυνατότητα του IoT μπορούν να βοηθήσουν στην επίλυση όλων των ζητημάτων που μπορεί να προκύψουν από τις παραπάνω διαδικασίες.



Εικόνα 13: Το Internet of Things [93]

Αυτό που κάνει δηλαδή πραγματικά το IoT συνδέοντας πράγματα, είναι να δίνει δεδομένα. Η ροή των πληροφοριών στην εφοδιαστική αλυσίδα είναι αμφίδρομη καθώς οι πληροφορίες που σχετίζονται με τη ζήτηση ρέουν προς τα πίσω και η κατάσταση παράδοσης προωθεί τις πληροφορίες προς τα εμπρός. Τα δεδομένα που συλλέγονται μπορούν να υποβληθούν σε επεξεργασία χρησιμοποιώντας έξυπνα εργαλεία για τη λήψη πληροφοριών, που έπειτα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προγραμματισμό της ζήτησης και την παρακολούθηση του προϊόντος, επιλύοντας έτσι ζητήματα όπως αυτό της διαχείρισης αποθεμάτων. Τα δεδομένα που σχετίζονται με το στόλο μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτιστοποίηση της απόστασης που διανύθηκε χωρίς φορτίο, καθώς και τη παρακολούθηση των διαδρομών για την κατάσταση της κυκλοφορίας που μπορεί να οδηγήσει σε εξοικονόμηση κόστους καυσίμων. Επίσης, τα δεδομένα που σχετίζονται με τις πωλήσεις μπορούν να βοηθήσουν στην απόκτηση πληροφοριών για τους χρήστες, ώστε να μπορούν να διαμορφωθούν στρατηγικές μάρκετινγκ. Έτσι, πολλά δυσάρεστα φαινόμενα, όπως και το φαινόμενο Bullwhip λόγω υπερβολικού μεγάλου αποθέματος, μπορούν να εξαλειφθούν. Επίσης, τα δεδομένα που σχετίζονται με τον πελάτη μπορούν να χρησιμοποιηθούν από το τμήμα μάρκετινγκ ώστε να μελετηθεί το μοτίβο κατανάλωσης και οι τάσεις αγορών, ώστε να σχεδιαστούν νέες τεχνικές και καμπάνιες μάρκετινγκ [90][94].

Για την δημιουργία όλων αυτών των δεδομένων, αισθητήρες συλλέγουν δεδομένα και τα προωθούν μέσω διαδικτύου για αποθήκευση στο cloud. Το πλεονέκτημα της χρήσης cloud για αποθήκευση δεδομένων είναι ότι παρέχετε άμεση πρόσβαση από τις ενδιαφερόμενες επιχειρήσεις σε αυτά τα δεδομένα. Για παράδειγμα, ετικέτες RFID και αισθητήρες GPS μπορούν να τοποθετηθούν στην αποθήκη και στους στόλους φορτηγών και τα δεδομένα που παράγονται μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση των προϊόντων και την κατάσταση των εμπορευμάτων σε όλους τους άμεσα ενδιαφερόμενους. Πρόσφατα σε μία μελέτη σχετικά με την άνοδο της Βιομηχανίας 4.0 το 2016, αναφέρθηκε πως το 28% σε περισσότερους από 2.000 ερωτηθέντες δήλωσαν ότι οι εταιρείες τους έχουν αρχίσει να ψηφιοποιούν τις αλυσίδες εφοδιασμού τους, και το 72% αναμένεται να το πράξει σε πέντε χρόνια από τώρα [90].

Η εταιρία Rivigo (εταιρία Logistics στην Ινδία) δήλωσε πως χρησιμοποιεί το Διαδίκτυο των Πραγμάτων στα φορτηγά της, εφαρμόζοντας ένα δίκτυο αισθητήρων

που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της θερμοκρασίας των ψυκτικών αποστολών και την τοποθεσία για την βελτίωση της απόδοσης κάθε οχήματος. Το αποτέλεσμα αυτού, είναι οι χρόνοι παράδοσης των αγαθών να μειωθούν από 50% έως και 70% [90].

2.3.12 Το Blockchain

2.3.12.1 Τι είναι το Blockchain

Η τεχνολογία Blockchain καθώς και το Bitcoin cryptocurrency δημιουργήθηκε από ένα ή περισσότερα άτομα με το ψευδώνυμο Satoshi Nakamoto. Η δομή δεδομένων blockchain είναι μια δομημένη και ταξινομημένη λίστα συναλλαγών σε ένα καταναμημένο δίκτυο. Με την κάθε εγγραφή δημιουργείται ένα μπλόκ το οποίο εμπεριέχει ένα κρυπτογραφημένο κωδικού του προηγούμενο μπλοκ σε μορφή “Hash - #”, ενώ παράλληλα εμπεριέχει την ακριβή ώρα και την ημερομηνία της εκάστοτε εγγραφής. Το κάθε “Hash” εμπεριέχει πληροφορίες του προηγούμενου block. Έτσι η τεχνολογία Blockchain επιτρέπει να υπάρχουν καταναμημένα και αμετάβλητα δεδομένα με ασφαλή και κρυπτογραφημένο τρόπο, διασφαλίζοντας παράλληλα ότι οι συναλλαγές δεν μπορούν ποτέ να τροποποιηθούν [95][97]. Το blockchain είναι δηλαδή μια δομή δεδομένων όπου αποθηκεύονται σε ένα καταναμημένο δίκτυο. Οι συμμετέχοντες του δικτύου έχουν πρόσβαση σε όλα τα ιστορικά δεδομένα και τις συναλλαγές. Με την δημιουργία νέων μπλοκ δημιουργείται μια σειρά από μπλοκ που μοιάζουν με αλυσίδα. Για να επαληθευτεί η εγκυρότητα των μπλοκ χρησιμοποιούνται αλγόριθμοι συναίνεσης, σε συνδυασμό με την κρυπτογραφημένη αναφορά, το hash, που υπάρχει και τον αλγόριθμο που το επικυρώνει. Αν κάποιος προσπαθήσει να αλλάξει ή να παραβιάσει τις πληροφορίες συναλλαγής που καταγράφονται σε ένα μπλοκ, το hash για το συγκεκριμένο μπλοκ θα αλλάξει και δεν θα δείχνει πια το hash του προηγούμενου, επαληθευμένου μπλοκ. Αντιθέτως, το πρώτο block που δημιουργείται στην αλυσίδα ονομάζεται Genesis μπλοκ, είναι ειδική περίπτωση, γι’ αυτό δεν έχει κάποια αναφορά σε προηγούμενο μπλοκ και είναι γραμμένο στον κώδικα που ξεκινάει το blockchain. Όσον αφορά τα δικαιώματα πρόσβασης, μπορούν να διακριθούν άδειες και επιτρεπόμενες μπλοκ αλυσίδες [96]. Και οι δύο αυτοί τύποι μπορούν να είναι είτε ιδιωτικοί είτε δημόσιοι,

ανάλογα με την κυριότητα δεδομένων και υποδομής. Παρόλο που το Blockchain επιβάλλει διαφάνεια, επιτρέπει ψευδώνυμο, καθώς οι συναλλαγές διευθετούνται μεταξύ αλφαριθμητικών διευθύνσεων 30 και πλέον χαρακτήρων. Παρατηρείται δηλαδή ότι τα χαρακτηριστικά του Blockchain είναι αμετάβλητα, διαφανή και βασίζονται στη συναίνεση. Το βασικότερο χαρακτηριστικό που παρέχεται με αυτή την τεχνολογία είναι η ασφαλής και άμεση ανταλλαγή αξίας μεταξύ των συμμετεχόντων χωρίς χρηματοπιστωτικό διαμεσολαβητή. Ως εκ τούτου το blockchain συχνά αναφέρεται ως μηχανήμα εμπιστοσύνης [98][99].

2.3.12.2 Το Blockchain στην Εφοδιαστική Αλυσίδα

Σε έναν ολοένα και πιο ψηφιοποιημένο κόσμο το blockchain παρέχει στους οργανισμούς την ευκαιρία να αυξήσουν την επιχειρηματική αξία σε όλα τα δίκτυα εφοδιασμού τους. Η ανάπτυξη ικανοτήτων αλυσίδας εφοδιασμού με ψηφιακές τεχνολογίες μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερα επίπεδα απόδοσης. Το Blockchain είναι μια τεχνολογία η οποία είναι πιο αποτελεσματική όταν συνδυάζεται με άλλες τεχνολογίες επόμενης γενιάς, όπως το Internet of Things. Ακόμη, η εμπιστοσύνη στις επιχειρηματικές σχέσεις είναι βασικό συστατικό για τη συνεργασία μεταξύ εταιρειών εφοδιαστικής αλυσίδας [100]. Κατά συνέπεια, η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας θεωρείται ένα σημαντικό πεδίο εφαρμογής για το Blockchain. Το supply chain management καλύπτει στοιχεία όπως ο σχεδιασμός, η εφαρμογή και ο έλεγχος των πρωτογενών δραστηριοτήτων που δημιουργούν και προσφέρουν αξία για τον τελικό πελάτη καθώς και την ολοκλήρωση και τον συντονισμό των αντίστοιχων επιχειρηματικών διαδικασιών εντός και μεταξύ των εταιρειών. Η σημασία σε τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνιών είναι σημαντικές για την εφοδιαστική και την διαχείρισή της. Οι πρόσφατες εξελίξεις στο πλαίσιο της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης υπόσχονται ριζικές αλλαγές για διάφορους τομείς της εφοδιαστικής. Το Industry 4.0 οραματίζεται έξυπνα και συνδεδεμένα φυσικά περιουσιακά στοιχεία, δηλαδή έξυπνα προϊόντα και μηχανές που λειτουργούν αυτόνομα και μπορούν να σχηματίσουν συστήματα αυτόματου συντονισμού όπως έξυπνα εργοστάσια και έξυπνες αλυσίδες εφοδιασμού [95][101]. Είναι λογικό η εφοδιαστική αλυσίδα να στρέφεται και να οραματίζεται την τεχνολογία του Blockchain. Αυτή η τεχνολογία παρέχει χαρακτηριστικά όπως διαφάνεια, επικύρωση

και αυτοματοποίηση τα οποία βοηθούν στην ενσωμάτωση και τον συντονισμό μεταξύ των μελών μια εφοδιαστικής αλυσίδας. Μερικά βασικά χαρακτηριστικά που εμπίπτουν στην εφοδιαστική αλυσίδα με την εφαρμογή του blockchain περιγράφονται παρακάτω [95][101][102]:

Ορατότητα: Ένα από τα κύρια προβλήματα στην εφοδιαστική είναι η κακή διαφάνεια από άκρο σε άκρο που οδηγεί σε δυσάρεστα προβλήματα, όπως το bullwhip. Το Blockchain επιτρέπει την κοινή χρήση πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τη θέση και την κατάσταση ενός αντικειμένου μεταξύ πολλών μελών λαμβάνοντας υπόψη τις ευκαιρίες της τεχνολογίας αισθητήρων και του Διαδικτύου των πραγμάτων. Αυτό βελτιώνει την ακρίβεια των δεδομένων, ενισχύοντας τον συνεργατικό σχεδιασμό και την εκτέλεση, καθώς και την εφαρμογή προληπτικών και αντιδραστικών μέτρων διαχείρισης κινδύνου.

Ακεραιότητα: Το Blockchain παρέχει την ευκαιρία να εντοπίσει τα περιουσιακά στοιχεία και την προέλευσή τους. Οι πληροφορίες προέλευσης για την πιστοποίηση της αυθεντικότητας διασφαλίζουν την ακεραιότητα των περιουσιακών στοιχείων που περιλαμβάνουν προϊόντα και τεχνικό εξοπλισμό. Αυτό θα μπορούσε να επιβάλει την υπεύθυνη προμήθεια και να επιτρέψει τον εντοπισμό ή ακόμη και την πρόληψη παραποίησης προϊόντων και άλλων κακόβουλων ενεργειών. Επιπλέον διευκολύνει τη γραφειοκρατία στο παγκόσμιο εμπόριο, διασφαλίζοντας την εγκυρότητα των εμπορευματικών εγγράφων, όπως τον εκτελωνισμό.

Αξιοπιστία: Με το Blockchain επιτρέπεται στην εφοδιαστική να λειτουργεί αυτοματοποιημένα βάσει προκαθορισμένων κανόνων. Αυτό αυξάνει την ταχύτητα και διευκολύνει τον συντονισμό, καθώς οι πληροφορίες και οι αντίστοιχες αποφάσεις ή μέτρα διαδίδονται σε ολόκληρη την εφοδιαστική. Ειδικότερα σε περίπτωση βλάβης του μηχανήματος, το μηχάνημα θα μπορούσε να παραγγείλει το ανταλλακτικό από τον προμηθευτή, να αιτηθεί συντήρηση και να ενημερώσει τους υπόλοιπους εμπλεκόμενους σχετικά με τις αναμενόμενες καθυστερήσεις. Τέλος, ένα ακόμα πλεονέκτημα του αυτοματισμού είναι ο εξαναγκασμός εκτέλεσης των συμβάσεων, δηλαδή τα συμβαλλόμενα μέρη δεν μπορούν να αντιστρέψουν τις δεσμεύσεις τους.

Εικονοποίηση: Η εικονοποίηση είναι μια πολύ σημαντική προσέγγιση στη διαχείριση υποδομής πληροφορικής για την αύξηση της χρήσης και της ευελιξίας των περιουσιακών στοιχείων πληροφορικής δημιουργώντας μια απεικόνιση του φυσικού

κόσμου. Ο διαχωρισμός φυσικών περιουσιακών στοιχείων, όπως ο τεχνικός εξοπλισμός και τα αποθέματα αποτελεί σημαντικό ζήτημα. Παρόμοια με την εικονοποίηση του υλικού πληροφορικής, αυτό θα επέτρεπε τη βελτιωμένη χρησιμοποίηση της χωρητικότητας των περιουσιακών στοιχείων της αλυσίδας, δεδομένου ότι οι πλεονάζουσες ικανότητες θα μπορούσαν να αποφέρουν έσοδα. Τέλος, η εικονοποίηση θα αύξανε την ευελιξία των συμβάσεων και θα επέτρεπε την ανακατανομή των αντίστοιχων κινδύνων στις εφοδιαστικές αλυσίδες.

Χρηματοδότηση: Οι διαφανείς και επικυρωμένες εγγραφές, καθώς και αυτοματοποιημένες συναλλαγές και εξισωτικές χρηματοοικονομικές απαιτήσεις απλοποιούν τη χρηματοδότηση του κεφαλαίου κίνησης, συμπεριλαμβανομένων των αποθεμάτων και των οικονομικών στοιχείων, τα οποία επίσης μειώνουν το κόστος χρηματοδότησης. Για το σκοπό αυτό, τα περιουσιακά στοιχεία της εφοδιαστικής αλυσίδας θα μπορούσαν να είναι άυλα με την έκδοση αντίστοιχων χρηματοοικονομικών απαιτήσεων χρησιμοποιώντας πληρωμές μέσω του Blockchain.

Παρακάτω ακολουθεί ένα παράδειγμα μίας απλής εφοδιαστικής αλυσίδας αυτοκινητοβιομηχανίας σε σύγκριση με αυτή που θα υπάρχει στο μέλλον καθώς και ο τρόπος με τον οποίο μπορούν να δημιουργηθούν τα έξυπνα συμβόλαια [98]:

- Ένας OEM θα μπορούσε να δημιουργήσει ένα αίτημα για αγορά πρώτων υλών καθορίζοντας κριτήρια όπως τιμή και ημερομηνία παράδοσης.
- Οι προμηθευτές που χρησιμοποιούν την πλατφόρμα θα ειδοποιηθούν για το αίτημα και θα μπορέσουν να υποβάλουν προσφορές, συμπεριλαμβανομένων λεπτομερειών για τυχόν όρους που θα επιθυμούσαν να επιβάλουν.
- Οι OEM θα μπορούν έπειτα να επιλέξουν αυτόματα ή και χειροκίνητα ένα προμηθευτή.

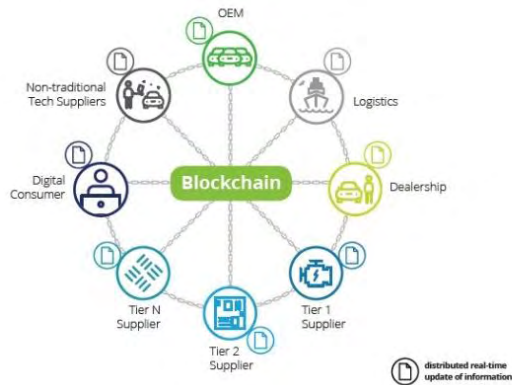


Automotive supply chain

Today



Tomorrow

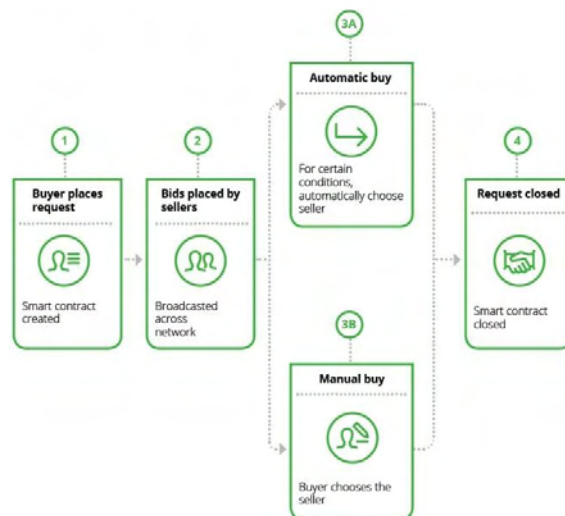


Εικόνα 14: Παράδειγμα Εφαρμογής Blockchain [98]

Περαιτέρω ρήτρες θα μπορούσαν να προστεθούν στο έξυπνο συμβόλαιο για την ενεργοποίηση συγκεκριμένων συμβάντων. Για παράδειγμα, μια καθυστέρηση παράδοσης θα μπορούσε να οδηγήσει σε ποινή, η οποία θα μπορούσε να χρεωθεί αυτόματα στον προμηθευτή πριν από την παράδοση. Έτσι δημιουργείται μία πλήρης αυτόματη εποπτεία από το σύστημα σε σύγκριση με την ελάχιστη ή καθόλου εποπτεία που υπάρχει αυτή τη στιγμή σε μια αλυσίδα [98].

Smart contracts in action

Using smart contracts to create a shared marketplace

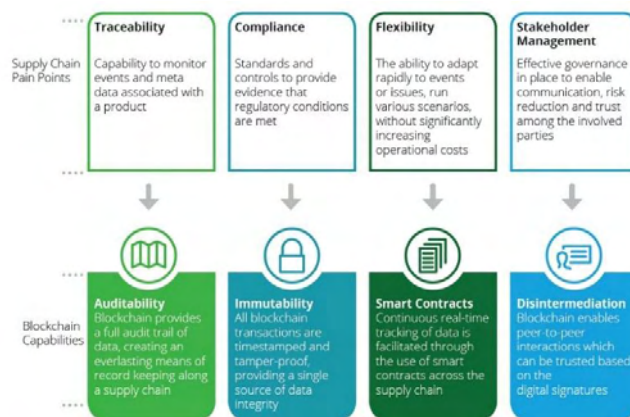


Εικόνα 15: Οι Έξυπνες συμβάσεις [98]

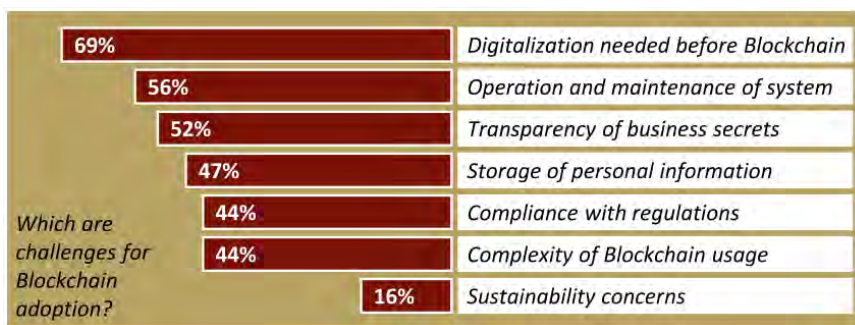
2.3.12.3 Οι προκλήσεις στο σημερινό blockchain και οι λύσεις του στην εφοδιαστική

Οι αλυσίδες εφοδιασμού περιλαμβάνουν τη ροή πληροφοριών, προϊόντων και υπηρεσιών από άκρη σε άκρη και χρημάτων. Ο τρόπος διαχείρισης αυτών των στοιχείων επηρεάζει την ανταγωνιστική θέση ενός οργανισμού σε τομείς όπως το κόστος προϊόντος, οι απαιτήσεις κεφαλαίου κίνησης, η ταχύτητα στην αγορά και η αντίληψη των υπηρεσιών. Σύμφωνα με μελέτες, το 90% των οργανισμών πιστεύουν ότι δεν είναι επαρκώς προετοιμασμένοι για την μετάβαση σε ψηφιακές τεχνολογίες. Έτσι οι ηγέτες των επιχειρήσεων βρίσκονται υπό αυξανόμενη πίεση να καινοτομήσουν και να αναδιαμορφώσουν τα δίκτυα εφοδιασμού τους, μεγιστοποιώντας την αξία και την αποτελεσματικότητα, μειώνοντας παράλληλα το κόστος σε έναν όλο και πιο ανταγωνιστικό κόσμο.

Ακόμη, οι παραδοσιακές διαδικασίες εξακολουθούν να είναι απλές με αποτέλεσμα να υπάρχει μειωμένη διαφάνεια και συνεργασία μεταξύ των δικτύων. Η λήψη αποφάσεων μεταξύ των παραγόντων της αλυσίδας εφοδιασμού περιπλέκεται περαιτέρω από διαφορετικά συστήματα που παρέχουν περιορισμένη ορατότητα άλλων λειτουργιών. Πιστεύεται ότι οι εταιρείες πρέπει να επιδιώκουν υψηλότερα επίπεδα ευελιξίας και διαφάνειας, αποσκοπώντας σε ταχύτερους χρόνους απόκρισης στο συνεχώς μεταβαλλόμενο και δυναμικό οικοσύστημα. Η υιοθέτηση τεχνολογιών επόμενης γενιάς επιτρέπει νέα και πιο προηγμένα μοντέλα συνεργασίας με δυνατότητα να βελτιώσουν ουσιαστικά την απόδοση της αλυσίδας εφοδιασμού κάθε μεμονωμένου κόμβου με ολόκληρο το δίκτυο [98][103].



Εικόνα 16: Οι λύσεις του Blockchain στο SCM [98]



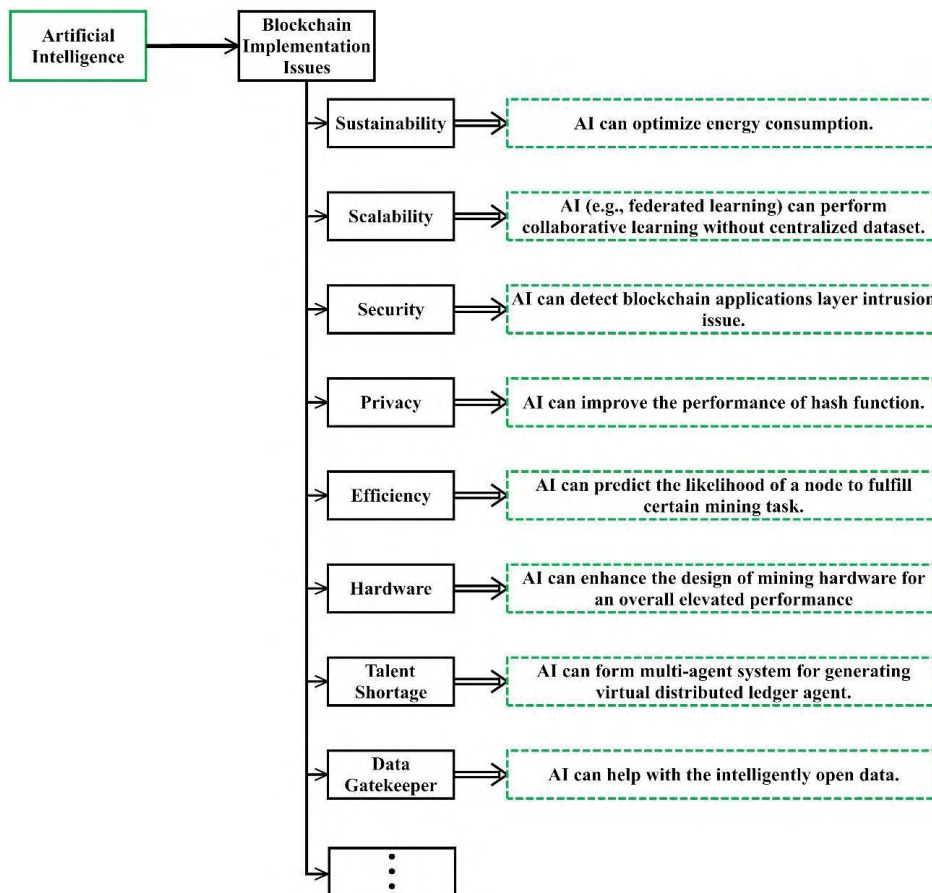
Εικόνα 17: Οι προκλήσεις στο Blockchain [103]

2.3.12.4 Εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης στο Blockchain

Είναι αναμφισβήτητο ότι οι έννοιες της τεχνητής νοημοσύνης και του blockchain εξαπλώνονται με εκπληκτικό ρυθμό. Και οι δύο τεχνολογίες έχουν διαφορετικό βαθμό τεχνολογικής πολυπλοκότητας. Η συνεργασία της τεχνητής νοημοσύνης και του blockchain αναμένεται να δημιουργήσει πολλές δυνατότητες, καθώς η τεχνητή νοημοσύνη στοχεύει στην δημιουργία του Blockchain 2.0 [104].

Στο Blockchain κατά καιρούς έχουν εντοπιστεί διάφορα ζητήματα και προβλήματα τα οποία προκαλούν ανησυχίες. Πρόσφατα με τη δημοτικότητα του blockchain, ένα έξυπνο συμβόλαιο διατηρεί τις υποσχέσεις του από την αρχή έως το τέλος σύμφωνα με τους όρους που έχουν συμφωνηθεί. Ωστόσο τα καθορισμένα πρότυπα σχετικά με την ασφάλεια των έξυπνων συμβολαίων εξακολουθούν να λείπουν, πράγμα που σημαίνει ότι οι κρυφές ευπάθειες που εντοπίζονται σε νέες ή υπάρχουσες έξυπνες συμβάσεις θα μπορούσαν ενδεχομένως να οδηγήσουν σε ανεπιθύμητα αποτελέσματα όπως νομισματικές απώλειες. Το 2017, υπήρξε απώλεια 180 εκατομμυρίων δολαρίων, ενώ το 2016 ένα σφάλμα επέτρεψε σε έναν χάκερ να εισπράξει 50 εκατομμύρια δολάρια από το έξυπνο συμβόλαιό του [105].

Πιστεύεται ότι η τεχνητή νοημοσύνη είναι το κλειδί για την λύση των προβλημάτων που εμπίπτουν στο blockchain, παρόλο που θεωρείται σχετικά αφεγάδιαστο και απαραβίαστο. Η τομείς που μπορεί να βοηθήσει περιγράφονται παρακάτω [104][105][106]:



Εικόνα 18: Η τεχνητή νοημοσύνη στο Blockchain [106]

Βιωσιμότητα: Οι μεθοδολογίες της τεχνητής νοημοσύνης έχουν εφαρμοστεί εδώ και πολύ καιρό για τη βελτιστοποίηση του συστήματος μεγάλης κλίμακας. Οι ευφυείς αλγόριθμοι βελτιστοποίησης είναι το βασικό εργαλείο για την ανάλυση του δυναμικού και απρόβλεπτου περιβάλλοντος. Η ευρεία ανησυχία είναι η κατανομή σπάνιων πόρων σε διάφορες χρήσεις με στόχο τη μεγιστοποίηση της χρησιμότητας των χρηστών και του κέρδους των παραγωγών. Έτσι με τη βελτιστοποίηση κατανάλωσης ενέργειας του συστήματος blockchain που υποστηρίζεται από τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να επιτευχθεί μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και απόδοση.

Επεκτασιμότητα: Η επεκτασιμότητα στο πλαίσιο του blockchain αναφέρεται γενικά στην ικανότητα αύξησης του αριθμού των ενεργών χρηστών. Υπάρχουν ζητήματα όπως ο χρόνος που απαιτείται για την επιβεβαίωση μιας συναλλαγής, ο χρόνος που απαιτείται για την επικύρωση μιας συναλλαγής και το κόστος ανά επιβεβαιωμένες συναλλαγές. Συνολικά, η αποτελεσματικότητα ενός συστήματος blockchain

περιορίζεται από ένα ή περισσότερα από αυτά τα ζητήματα επεκτασιμότητας. Δεδομένου ότι κάθε μπλοκ περιέχει ένα συγκεκριμένο ποσό δεδομένων, οι συμβατικές τεχνικές δεδομένων αγωνίζονται να αντιμετωπίσουν την οργάνωση και την επεξεργασία των δεδομένων αυτών. Οι νέοι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να μάθουν από καταναμημένες πηγές δεδομένων, οι οποίοι με τη σειρά τους προσφέρουν μια βέλτιστη λύση σε τέτοια προβλήματα.

Ασφάλεια: Οι ανησυχίες ασφάλειας ενός συστήματος blockchain αφορούν το μηχανισμό κρυπτογράφησης δεδομένων. Όσον αφορά το επίπεδο ευπάθειας, το σύστημα ανίχνευσης εισβολής (IDS) και το σύστημα προστασίας εισβολής (IPS) είναι κρίσιμα συστατικά για την παρακολούθηση διαφόρων απειλών. Όσον αφορά τον μηχανισμό κρυπτογράφησης δεδομένων blockchain, η τεχνητή νοημοσύνη παίζει σημαντικό ρόλο τόσο στα κλασικά όσο και στα σύγχρονα κρυπτογραφικά συστήματα μέσω τεχνιτών νευρονικών δικτύων. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης τεχνητής νοημοσύνης περιλαμβάνουν τη δημιουργία πιο δυνατής κρυπτογράφησης και τη βελτίωση της άμυνας του συστήματος.

Απόρρητο: Με όλο και περισσότερα προσωπικά δεδομένα ενσωματωμένα στο σύστημα blockchain, η κρυπτογράφηση δεδομένων αποτελεί ζήτημα για την εγγύηση του απορρήτου των χρηστών. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος διάφοροι ευφυείς αλγόριθμοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν συλλογικά για την ανάπτυξη δικλείδων ασφαλείας.

Απόδοση: Στο δίκτυο blockchain, η απλή μεγιστοποίηση της συνολικής απόδοσης δεν επαρκεί πάντα για τη διατήρηση της επιθυμητής απόδοσης επικύρωσης συναλλαγών. Ένα δίκτυο αισθητήρων χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση της κινητικότητας ορισμένων αντικειμένων σε ένα μεγάλο χώρο παρατήρησης. Η ποσότητα των διαθέσιμων πόρων είναι πολύ σημαντική. Έτσι, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί επομένως να εκτελεί ενεργή και δυναμική μάθηση, ώστε να επιταχύνει την εκτίμηση των πόρων και να βελτιώσει τη συνολική απόδοση του συστήματος.

Υλικό - hardware: Τα εξειδικευμένα εξαρτήματα υπολογιστών διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση ενός συστήματος blockchain σε λειτουργία. Τα σημερινά hardware υπολογιστών θεωρούνται ξεπερασμένα. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να παρέχει ένα νέο σχεδιασμό με πολυάριθμα κύτταρα μνήμης που μπορούν να υποστηρίξουν καλύτερα τους σύγχρονους αλγόριθμους.

Έλλειψη ταλέντων: Με τη χρήση τεχνικών τεχνητής νοημοσύνης, δημιουργώντας διάφορους εικονικούς πράκτορες προσανατολισμένους στην εργασία, η διαδικασία συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων από τα μπλοκ μπορεί να αυτοματοποιηθεί.

Φύλακας δεδομένων: Καθώς οι πόροι δεδομένων που βασίζονται στην τεχνολογία blockchain γίνονται όλο και περισσότερο διαθέσιμοι, τόσο οι εταιρείες όσο και τα άτομα χρειάζονται βοήθεια με τα διαθέσιμα δεδομένα σχετικά με την προσβασιμότητα, τη χρήση και τη λογική τους. Η ισχύς της τεχνητής νοημοσύνης το καθιστά απόλυτα κατάλληλο για αυτόν τον τύπο εργασιών.

2.4 Ρίσκα και Κίνδυνοι σε Εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης

2.4.1 Εισαγωγή

Η εφαρμογή τεχνολογιών και τεχνικών τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να παρουσιάσει πολύ σημαντικά ρίσκα και προκλήσεις στις εταιρίες, στους οργανισμούς, στις κυβερνήσεις, ακόμα και σε κάθε μεμονωμένο άνθρωπο καθώς το εύρος των εφαρμογών είναι απεριόριστο. Η τεχνολογία πρέπει να ρυθμιστεί ώστε να επικρατήσουν τα οφέλη και να εκμηδενιστούν οι κίνδυνοι. Με τις νέες τεχνολογίες ο καθορισμός των αρμοδιοτήτων που απαιτούνται για τη διασφάλιση της σωστής λειτουργίας και της ανάπτυξης είναι συχνά δύσκολη, ωστόσο όσο πιο απαραίτητη και ισχυρή είναι μια τεχνολογία, τόσο πρέπει να διασφαλιστεί η έκθεση σε πιθανούς κινδύνους.

Οι ειδικοί ανά το κόσμο συμφωνούν στο ότι υπάρχουν δύο σενάρια για το πώς θα μπορούσε η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης να φέρει αρνητικές επιπτώσεις. Το πρώτο σενάριο είναι ότι η εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να προγραμματιστεί ώστε να καταστρέφει. Έτσι, ένα σύστημα θα μπορούσε να είναι προγραμματισμένο να τραυματίζει, να σκοτώσει ακόμα και να οδηγήσει σε πόλεμο.

Επίσης, τα προγράμματα μπορούν να κωδικοποιηθούν τόσο καλά, που δεν θα μπορούσε κάποιος να τα απενεργοποιήσει ή να τα σταματήσει σε περίπτωση ανάγκης. Το δεύτερο σενάριο για το οποίο οι επιστήμονες ανησυχούν, αφορά τον προγραμματισμό της τεχνητής νοημοσύνης ώστε να κάνει κάτι ευεργετικό, αλλά το ίδιο το πρόγραμμα μπορεί να χρησιμοποιήσει καταστρεπτικές μεθόδους για τον άνθρωπο. Για παράδειγμα, εάν σε ένα πρόγραμμα δοθεί μια εντολή όπως η μεταφορά ενός ατόμου όσο το δυνατόν γρηγορότερα, υπάρχει η πιθανότητα το πρόγραμμα να μην εξετάσει την ασφάλεια, δηλαδή να μην θα μεταφέρει γρήγορα το άτομο αλλά μπορεί να μην έχει σαν προτεραιότητα την σωματική ακεραιότητα του ατόμου, αλλά την ταχύτητα. Για την σύγκριση και την κατανόηση των κινδύνων αυτών, ο Hintze κατηγοριοποίησε την τεχνητή νοημοσύνη σε τέσσερις τύπους ώστε να προσδιοριστούν τα επίπεδα των επικινδυνότητας αντίστοιχα [24].

Ο τύπος I τεχνητής νοημοσύνης περιλαμβάνει κυρίως τον αυτοματισμό της διαδικασίας και οι κίνδυνοι που αφορούν την κοινωνία είναι ελάχιστοι. Ο σημαντικός κίνδυνος της τεχνητής νοημοσύνης σε αυτόν τον τύπο είναι η απώλεια θέσεων εργασίας. Σύμφωνα με μελέτες, ο αυτοματισμός θα μπορούσε να καταστρέψει έως και 73 εκατομμύρια θέσεις εργασίας στις ΗΠΑ μέχρι 2030, αλλά η οικονομική ανάπτυξη και η αύξηση της παραγωγικότητας θα μπορέσουν να αντισταθμίσουν τις απώλειες των θέσεων αυτών. Δηλαδή, αν και θα χαθούν αρκετές θέσεις εργασίας, θα υπάρξουν παρόμοια επαγγέλματα με διαφορετικές εργασίες που θα χρειάζονται την ανθρώπινη ύπαρξη. Οι εργαζόμενοι θα πρέπει να ελέγχουν τα μηχανήματα καθώς και να διαχειρίζονται την αυξημένη παραγωγικότητα και την οικονομική ανάπτυξη που θα δημιουργήσει ο αυτοματισμός αυτός. Τα φυσικά επαγγέλματα είναι τα περισσότερα ευπαθή στον αυτοματισμό, ενώ άτομα που διαχειρίζονται εργασίες με απρόβλεπτα περιβάλλοντα είναι λιγότερο ευπαθή, όπως και οι υψηλόμισθοι εργαζόμενοι αναμένεται να επηρεαστούν λιγότερο. Μία μέθοδος για την αντιμετώπιση αυτού του τύπου κινδύνων είναι να επανεκπαιδευτούν εκατομμύρια εργαζόμενοι. Η επανεκπαίδευση εκατομμυρίων εργαζομένων μπορεί θεωρητικά να ακούγεται ακατόρθωτο, αλλά ιστορικά όταν υπήρξε οικονομική μετατόπιση που επηρέαζε τους εργαζόμενους, η επανεκπαίδευση ήταν σταδιακή και δύσκολη για την κοινωνία, αλλά ήταν όμως μία εφικτή λύση.

Ο τύπος II αφορά ένα ακόμα βήμα προς τον αυτοματισμό των εργασιών. Ένα παράδειγμα είναι τα αυτοκίνητα που κινούνται χωρίς οδηγό. Αυτός ο τύπος τεχνητής

νοημοσύνης θα μπορούσε να στοιχίσει στην Αμερική ακόμα πέντε εκατομμύρια θέσεων εργασίας. Σε αυτοί την περίπτωση οδηγοί σε ταξί, λεωφορεία και φορτηγά, θα μένανε άνεργοι. Από το 2000 ως σήμερα, χάθηκαν πέντε εκατομμύρια θέσεις εργασίας σε κατασκευαστικά επαγγέλματα λόγω του αυτοματισμού. Ο αντίκτυπος στην κοινωνία είναι ακριβώς ο ίδιος με τον τύπο I, με την διαφορά ότι περιλαμβάνει περισσότερους εργαζόμενους και επιπλέον βιομηχανίες.

Ο τύπος III τεχνητής νοημοσύνης αφορά την κοινωνικά συνειδητή τεχνητή νοημοσύνη. Αυτός ο τύπος αναφέρεται στην πιθανότητα όπου τα μηχανήματα δεν θα έχουν προγραμματιστεί κοινωνικά ευαίσθητα. Στην πραγματικότητα, αυτά τα μηχανήματα μπορεί να είναι επικίνδυνα λόγω τις ανθρώπινης ύπαρξης. Οι άνθρωποι τείνουν να εμπιστεύονται μηχανήματα ή προγράμματα υπολογιστών περισσότερο από ότι εμπιστεύονται άλλους ανθρώπους. Όπως για παράδειγμα σε εφαρμογές γνωριμιών των κινητών όπου υπάρχουν συχνές έφοδοι από ρομπότ που παρουσιάζονται ως αληθινοί άνθρωποι, με σκοπό να κερδίζουν την εμπιστοσύνη ενός ατόμου και έπειτα να προσπαθήσουν να του αποσπάσουν προσωπικές πληροφορίες. Δεδομένου των παραπάνω, δεν είναι δύσκολο να φανταστεί κανείς πώς κάποιιοι άνθρωποι θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν αυτόν τον τύπο τεχνολογίας για παραβίαση του νόμου, χωρίς να χρειαστεί ποτέ να έρθουν σε επαφή με τα θύματά τους.

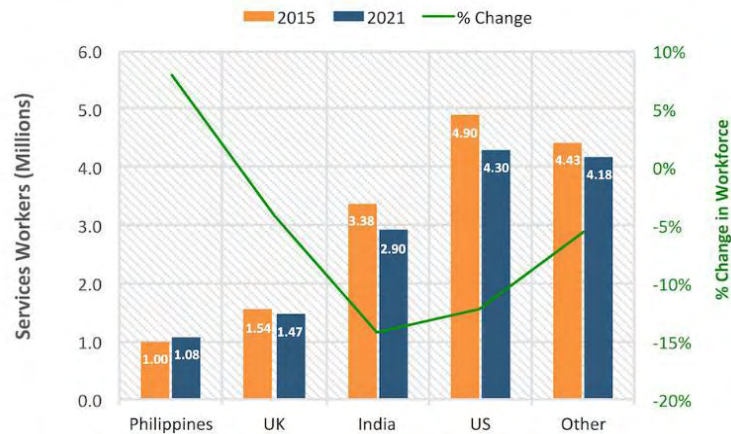
Ο τύπος IV τεχνητής νοημοσύνης είναι αυτός ο οποίος είναι αυτοσυνειδητός. Επιπρόσθετα, εκτιμάτε πως έως το 2050 οι υψηλού επιπέδου τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης, θα ξεπερνούν την ανθρώπινη ικανότητα από κάθε άποψη. Πολλοί που ασχολούνται με το θέμα όπως ο Elon Musk, ο Steven Hawking και ο Steve Wozniak, συντάξανε μία επιστολή όπου ανέφεραν πως «η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί ενδεχομένως να είναι πιο επικίνδυνη από πυρηνικά όπλα». Ο Bill Gates είναι επίσης ένας από αυτούς που ανησυχούν για την τεχνητή νοημοσύνη και τις έξυπνες μηχανές. Επιπρόσθετα, ένα άρθρο του Harvard επισημαίνει το γεγονός ότι εάν μια έξυπνη μηχανή έχει σήμερα τη νοημοσύνη ενός μέσου ατόμου με 100 IQ, χρησιμοποιώντας τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης, θα αυξηθεί το IQ της κατά μιάμιση φορά ανά έτος. Η τεχνολογία όσο θα συνεχίσει να προχωρά και η τεχνητή νοημοσύνη να γίνεται πιο έξυπνη, οι μηχανές θα είναι σε θέση να δημιουργήσουν περισσότερα μηχανήματα. Ανεξάρτητα από το πόσο προσεκτικοί είναι οι δημιουργοί αυτών των έξυπνων μηχανών, πάντα θα υπάρχει η πιθανότητα να μην αντιμετωπιστεί κάθε πιθανό σενάριο ασφάλειας. Ο κύριος φόβος αφορά την ευθυγράμμιση των

ανθρώπων στόχων με τους στόχους του προγράμματος. Τα μηχανήματα προγραμματίζονται ώστε έχουν κάποιους στόχους, το πρόβλημα όμως που παραμένει είναι ο τρόπος όπου αυτές οι μηχανές θα επιτύχουν το στόχο αυτό για τον οποίο προγραμματίστηκαν [24].

2.4.2 Το Μέλλον Των Επαγγελματών Και η Ανεργία

Από τα πρώτα χρόνια που άρχισαν οι συζητήσεις για την τεχνητή νοημοσύνη και τα καλά που μπορεί να προσφέρει, παράλληλα ξεκίνησαν να συζητούνται και οι απειλές της. Η ιδέα ότι οι μηχανές θα γίνουν πιο ισχυρές από τους ανθρώπους, είναι ανησυχητική και θεωρείται απειλή για την ιδιωτική ζωή και τις θέσεις εργασίας. Ως εκ τούτου, πολλοί είναι αυτοί που θεωρούν πως η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης παράλληλα με τον σκοπό που έχει να κάνει την ζωή μας καλύτερη, θα αποτελέσει και απειλή.

Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι απαραίτητη για τις επιχειρήσεις. Το βέλτιστο σενάριο είναι εκείνο στο οποίο ο προγραμματισμός, η διαχείριση παραγγελιών, οι προμήθειες, η κατασκευή, η αποθήκευση, και η παράδοση συνεργάζονται βέλτιστα για να μειώσουν όσο περισσότερο τα κόστη, να αυξήσουν τα κέρδη και να εξυπηρετήσουν τους πελάτες. Τα τελευταία χρόνια, οι αλυσίδες εφοδιασμού χρησιμοποιούν όλο και περισσότερο λύσεις τεχνητής νοημοσύνης για την πρόβλεψη και τη διαχείριση της ζήτησης και έχουν δει ήδη τα βελτιωμένα αποτελέσματα. Σύμφωνα με μελέτες το 47% των ηγετών της αλυσίδας εφοδιασμού αναμένουν ότι η τεχνητή νοημοσύνη θα επηρεάσει τις στρατηγικές της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας και πως φορτηγά χωρίς οδηγό, έξυπνες αποθήκες, και drones που παραδίδουν τα τελευταία χιλιόμετρα θα είναι μερικές από τις καινοτομίες που θα κάνουν καλύτερη την εφοδιαστική αλυσίδα [107].



Εικόνα 19: Το μέλλον των επαγγελματιών [107]

Σε μελέτες, σεμινάρια αλλά και εκθέσεις μέσα στις οποίες συμμετέχουν μεγάλες βιομηχανίες, υπάρχει συμφωνία κατά 70% πως οι επενδύσεις στην τεχνητή νοημοσύνη πρέπει να διπλασιαστούν. Θεωρείται πως οι μισθοί αποτελούν το υψηλότερο κόστος για τις εταιρείες και η μείωση τους είναι αυτό που θα ωθήσει την εταιρεία να αυξήσει το επίπεδο αυτοματισμού. Συνεπώς, επικροτείται η ψηφιοποίηση των αλυσίδων εφοδιασμού με στόχο τη μείωση του κόστους εργασίας στο πλαίσιο της μεγάλης ανάλυσης δεδομένων. Αυτό το σενάριο είναι ιδανικό στα πλαίσια μιας σύγχρονης ψηφιακής κοινωνίας, αλλά παράλληλα αποτελεί σοβαρό πρόβλημα για τους ανθρώπους που θα βιώσουν τα μεγάλα ποσοστά ανεργίας.

Κατά καιρούς έχουν εντοπιστεί κοινωνικές συνέπειες που σχετίζονται με την εφαρμογή τεχνικών τεχνητής νοημοσύνης καθώς δεν υπάρχουν ακόμα και σήμερα επαρκείς γνώσεις σχετικά με τις αξίες και τα πλεονεκτήματα των τεχνολογιών αυτών. Μελέτες τονίζουν την πτυχή απώλειας θέσεων εργασίας λόγω των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης. Το συγκεκριμένο αυτό θέμα, έχει λάβει ευρεία δημοτικότητα και συζητείται παγκοσμίως [108][109].

Αντίθετα, μελέτες υπογραμμίζουν ότι οι επιπτώσεις από την αντικατάσταση των ανθρώπων από μηχανές δεν αποτελεί κάτι αρνητικό, καθώς ενώ οι προηγμένες αυτές τεχνολογίες θα εξαλείψουν θέσεις εργασίες, παράλληλα όμως θα δημιουργήσουν και αρκετές νέες. Για παράδειγμα στο Ηνωμένο Βασίλειο, 800.000 θέσεις εργασίας χάθηκαν λόγω της τεχνολογίας μεταξύ 2001 έως το 2015, παράλληλα όμως δημιουργήθηκαν 3,5 εκατομμύρια νέες. Αυτό συμβαίνει διότι τα ανθρώπινα χαρακτηριστικά όπως η επικοινωνία, το συναίσθημα, η διαίσθηση και η ικανότητα

σύλληψης νέων ιδεών είναι αναντικατάστατα και δεν συγκρίνονται με έναν υπολογιστή.

Η συγχώνευση των έξυπνων μηχανών και των έξυπνων ανθρώπων θα επιτρέψει στους εργαζόμενους να αναλάβουν λειτουργίες όπου οι άνθρωποι μπορούν να προσθέσουν αξία με βάση τα δικά τους μοναδικά πλεονεκτήματα και να εντοπίσουν πιθανώς νέες ευκαιρίες για αύξηση των εσόδων μέσω νέων καινοτομιών και ιδεών. Έτσι, αντί για ρομπότ που αντικαθιστούν τους ανθρώπους, το μέλλον θα περιλαμβάνει τη συνεργασία ανθρώπων και μηχανημάτων [107].

2.4.3 Η Φιλικότητα των Τεχνητά Έξυπνων Συστημάτων Απέναντι στον Άνθρωπο

Ένας από τους βασικότερους προβληματισμούς για την τεχνητή νοημοσύνη είναι για το πως θα συμπεριφέρονται στους ανθρώπους. Ο Stephen Hawking δήλωσε ότι «η δημιουργία μιας ισχυρής τεχνητής νοημοσύνης θα είναι είτε το καλύτερο, είτε το χειρότερο, που θα συμβεί ποτέ στην ανθρωπότητα» [110]. Πολλοί είναι επίσης αυτοί που παρομοιάζουν τα ρομπότ με εκείνα των ταινιών επιστημονικής φαντασίας. Επιπρόσθετα μερικοί ερευνητές τείνουν να υποστηρίζουν πως οι κατασκευές τεχνητής νοημοσύνης θα μοιάζουν με ανθρώπους. Με λίγα λόγια, τις περισσότερες φορές θα φέρονται σωστά και κάποιες άλλες από κακό προγραμματισμό θα φέρονται άσχημα. Αντίστοιχα, κάποιοι άλλοι ερευνητές υποστηρίζουν πως η τεχνητή νοημοσύνη δεν μπορεί να είναι καταστροφική καθώς σε περίπτωση λάθους το έξυπνο σύστημα θα αγνοεί τον άνθρωπο, όπως θα έκανε και ένας άνθρωπος σε ένα άλλο άνθρωπο στην καθημερινότητά του. Πέρα από τα παραπάνω, το πανεπιστήμιο της Οξφόρδης έχει αναφέρει πως η Τεχνητή Νοημοσύνη θα αποτελεί έναν από τους έξι μεγαλύτερους κινδύνους για την εξαφάνιση της ανθρωπότητας, στο μέλλον [111].

2.4.4 Η Αβεβαιότητα που φέρει η Τεχνητή Νοημοσύνη

Όλες οι βιομηχανικές επαναστάσεις δημιούργησαν όχι μόνο οικονομικές αλλά και σημαντικές κοινωνικές προκλήσεις, ωστόσο ακόμα και σήμερα κανένας δεν γνωρίζει τα ρίσκα και την σημασία των κοινωνικών αλλαγών που μπορεί να προκύψουν λόγω της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης. Καθετί που είναι

άγνωστο για τον άνθρωπο του προκαλεί φόβο και αβεβαιότητα. Έτσι, αφού ο καθένας προτιμά κάτι που είναι κοντά σε αυτό που γνωρίζει ως τώρα, η ζήτηση αγαθών και υπηρεσιών τεχνητής νοημοσύνης είναι ακόμα αβέβαιη [112]. Πολύ λίγες μελέτες έχουν δώσει προσοχή στις ιδιαιτερότητες της ζήτησης για προϊόντα και υπηρεσίες τεχνητής νοημοσύνης, όπως και της κοινωνικές αλλαγής που θα φέρει. Η τεχνητή νοημοσύνη απ' τη στιγμή που δεν έχει ανθρώπινη μορφή, είναι κάτι που τρομάζει οποιονδήποτε άνθρωπο. Συνεπώς υπάρχει το ρίσκο της επιλογής και δεν είναι ακόμα γνωστό για ποια προϊόντα και υπηρεσίες θα επηρεαστούν περισσότερο από την έλευση της τεχνητής νοημοσύνης. [113]

2.4.5 Τα Πνευματικά Δικαιώματα και το Απόρρητο

Παρατηρείται από μελέτες πως δεν είναι λίγες οι φορές που συζητούνται οι νομικές προκλήσεις που συνδέονται με την υπευθυνότητα της τεχνητής νοημοσύνης όταν προκύπτουν σφάλματα κατά τη χρήση συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης. Ένα τέτοιο θέμα είναι το ζήτημα των πνευματικών δικαιωμάτων [114]. Τα άτομα και οι οργανισμοί μπορούν να παρουσιάσουν έλλειψη εμπιστοσύνης και ανησυχίες σχετικά με τις ηθικές διαστάσεις των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης και τη χρήση δεδομένων. Συχνά δεν γίνεται κατανοητό για ποιο σκοπό συλλέγονται τα δεδομένα, ποιοι είναι οι περιορισμοί στη χρήση τους, ποιος είναι ο κάτοχος των δεδομένων, εάν οι κάτοχοι δεδομένων έχουν δώσει τη συγκατάθεσή τους και ποια είναι η ποιότητα των δεδομένων [115].

Το απόρρητο και η ασφάλεια αποτελούν βασικές προκλήσεις για την υιοθέτηση εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης σε οποιαδήποτε οργανωτική ρύθμιση. Το απόρρητο είναι ίσως το πιο σημαντικό πρόβλημα κατά τη χρήση συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης. Τα δεδομένα του εκάστοτε χρήστη είναι πιθανό να αποθηκευτούν και να κοινοποιηθούν σε όλο το δίκτυο, όπως για παράδειγμα η τοποθεσία ενός ατόμου, οι διατροφικές συνήθειες, οι αγοραστικές προτιμήσεις, οι προτιμήσεις σε μουσική κ.α. Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης υποχρεούνται να διασφαλίζουν ότι αυτά τα δεδομένα παραμένουν προστατευμένα και οι κυβερνήσεις πρέπει να θεσπίσουν ισχυρούς νόμους για την προστασία των δεδομένων αυτών. Υπάρχει όμως ανάγκη από του οργανισμούς, τις επιχειρήσεις και τον δημόσιο τομέα για την συλλογή ολοένα και περισσότερων δεδομένων και σε μέγεθος αλλά και σε

ποιότητα. Δημιουργείται όμως το ζήτημα για τη διατήρηση του απορρήτου και της ασφάλειας τέτοιων χρήσιμων δεδομένων. Αυτή η τεράστια ποσότητα δεδομένων είναι ευάλωτη σε κλοπή καθώς οι κανονισμοί και η ασφάλεια δεν έχουν ακόμα διασφαλιστεί. Επιπλέον, η προστασία της ιδιωτικής ζωής συμβάλλει σημαντικά στις νομικές και ηθικές ανησυχίες που προκαλούνται από την ταχεία ανάπτυξη προϊόντων και δεν είναι τυχαίες οι έντονες συζητήσεις για το πως η προστασία προσωπικών δεδομένων εντάσσεται στα ηθικά και νομικά ζητήματα και αποτελεί σοβαρό ζήτημα σε θέματα που αφορούν την τεχνητή νοημοσύνη [116].

2.4.6 Η Αποξένωση των Ανθρώπων

Παρόλο που υπάρχουν πολλές θετικές πτυχές της τεχνητής νοημοσύνης, πολλοί είναι αυτοί που δικαιολογημένα την θεωρούν ως αιτία κακού, από μαζικούς άνεργους και στέρηση της ελευθερίας, μέχρι και παγκόσμιο πόλεμο. Στο άμεσο μέλλον, πολλές διαδικασίες θα έχουν αυτοματοποιηθεί ενώ πολλοί θα είναι αυτοί που θα εργάζονται σε ένα εντελώς εικονικό περιβάλλον. Δεν είναι λίγες οι μελέτες που έχουν δείξει ότι η κοινωνική αλληλεπίδραση, η εφεύρεση, η παρατήρηση και η ελευθερία, είναι θεμελιώδη για τη διατήρηση της καλής ψυχικής υγείας. Στην Ιαπωνία, υπάρχει ο όρος «hikikomori» που αναφέρεται σε άτομα που κλείνονται στον εαυτό τους, σχεδόν ποτέ δεν απομακρύνονται από το σπίτι και συντηρούν τον εαυτό τους αποκλειστικά από το διαδίκτυο. Το 2016 στην Ιαπωνία, 540.000 άτομα δεν είχαν εγκαταλείψει την οικία τους για περισσότερο από ένα χρόνο. Από μόνο του αυτό είναι αρκετό για τις κακές επιπτώσεις που φέρει στην ψυχική υγεία του ανθρώπου [117].

2.4.7 Κοινωνικές Διακρίσεις

Κάθε σύστημα τεχνητής νοημοσύνης που δημιουργείται θα πρέπει να έχει την ανθρώπινη αξία ως προτερημά του. Να είναι δηλαδή ευαίσθητο σε ανθρώπινες αξίες όπως ο σεβασμός, η αξιοπρέπεια, η δικαιοσύνη, η καλοσύνη, η ισότητα κ.α. Να γνωρίζει επίσης τα προνόμια έναντι των παιδιών, των ηλικιωμένων, των εγκύων, των ασθενών και των ευάλωτων κοινωνικά ατόμων. Είναι ρίσκο λοιπόν να εφαρμοστεί μια τεχνολογία που δεν μπορεί να αναγνωρίσει το κόστος των αποφάσεών του

απέναντι στην κοινωνία. Για να μπορέσει ένα σύστημα να συμπεριφερθεί κοινωνικά σωστά, δεν πρέπει να βελτιστοποιεί μονοδιάστατα, αλλά θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη των περίγυρο του και το περιβάλλον όπου λειτουργεί.

2.4.8 Η Ποιότητα και η Ακεραιότητα των Δεδομένων

Οι προκλήσεις της τεχνητής νοημοσύνης και η ενσωμάτωση των Big Data έχουν συζητηθεί κατά κόρον σε διάφορες μελέτες. Υπάρχει ανάγκη για νέες και αποτελεσματικές τεχνολογίες για τον χειρισμό του μεγάλου όγκου των δεδομένων αυτών. Η τρέχουσα θέση σχετικά με τα πρότυπα και τις δομές δεδομένων αποτελεί εμπόδιο στην εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης. Πολύ σημαντική είναι επίσης η δυσκολία σχετικά με τη χρήση των δεδομένων και την ακεραιότητά τους. Έτσι, καθώς η μετάβαση στις τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης ωριμάζει, αυτές οι προκλήσεις θα πρέπει να επιλυθούν για να διασφαλιστεί η πλήρης εμπιστοσύνη στα δεδομένα αυτά [117][118].

Η ποιότητα των δεδομένων μπορεί να θεωρηθεί ως η καταλληλότητα των δεδομένων για τη λήψη πληροφοριών χρησιμοποιώντας κατάλληλα αναλυτικά εργαλεία, ενώ η χρησιμότητά τους εξαρτάται από την ποιότητα των διαθέσιμων δεδομένων στις αποθήκες των εταιρειών. Τα χαμηλής ποιότητας δεδομένα οδηγούν σε κακή λήψη αποφάσεων, συνεπώς και σε ζημιά. Το κόστος των δεδομένων χαμηλής ποιότητας μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια 8% έως 12% των εσόδων σε έναν οργανισμό που μεταφράζεται σε απώλεια δισεκατομμυρίων σε ένα χρόνο. Δεδομένου ότι τα περισσότερα από τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί δεν είναι δομημένα και συγκεντρώνονται από πολλές πηγές, η συνολική ποιότητα των δεδομένων που συλλέγονται θεωρείται ότι είναι αρκετά χαμηλή. Είναι αποδεδειγμένο πως με τη χρήση χαμηλής ποιότητας δεδομένων, τα εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης θα οδηγηθούν σε σφάλμα. Γίνεται λοιπόν σαφές, πως η ποιότητα των δεδομένων είναι μία από τα βασικά ρίσκα καθώς για την χρήση τους κάθε οργανισμός θα πρέπει να είναι σίγουρος για την ποιότητά τους, ειδικά τα αποτελέσματα θα είναι δυσάρεστα [119][120].

Υπάρχει το ρίσκο επίσης που προκύπτει απ' το πώς μπορούν τα συμπεράσματα που παραδίδονται από διαφορετικά στοιχεία τεχνητής νοημοσύνης να

ενσωματωθούν σωστά, όταν βασίζονται σε διαφορετικά δεδομένα και υπόκεινται σε διαφορετικά περιβάλλοντα. Δεν είναι γνωστό ακόμα για το ποια ποιότητα δεδομένων και συμπερασμάτων απαιτείται για την αξιόπιστη διάκριση μεταξύ εναλλακτικών λύσεων που οδηγούν σε διαφορετικά αποτελέσματα. Ακόμα και για τα μεμονωμένα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης υπάρχει το ρίσκο και η αβεβαιότητα για την ανάλυση των κινδύνων. Πόσο μάλλον όταν κάθε μεμονωμένο σύστημα συνεργάζεται με ακόμα περισσότερα συστήματα [121].

Τα δεδομένα συλλέγονται με σκοπό να χρησιμοποιηθούν στη λήψη αποφάσεων. Οι αλγόριθμοι όμως δεν έχουν σχεδιαστεί για να αντιμετωπίζουν τη δυναμική και την ποικιλία των εισόδων και ενδέχεται να οδηγήσουν σε λανθασμένα αποτελέσματα και αποφάσεις. Δεν ορίζεται και δεν είναι σαφές όμως μέχρι σήμερα, για το ποιος είναι ο υπεύθυνος εάν ο αλγόριθμος οδηγήσει σε σφάλμα, λόγω κάποιων ανωμαλιών στα δεδομένα που συλλέχθηκαν. Η επαρκής ποιότητα δεδομένων είναι βασική προϋπόθεση για τη χρήση του αλγορίθμου. Τέλος, επίσης δεν είναι γνωστό για το ποιες είναι οι ευθύνες των σχεδιαστών και ποια είναι η ευθύνη των χρηστών για την ποιότητα των δεδομένων που συλλέχθηκαν ή για τυχόν σφάλματα [122].

2.4.9 Η Διαφάνεια των Έξυπνων Τεχνολογιών

Μία ακόμα σημαντική δυσκολία που αφορά την τεχνητή νοημοσύνη είναι ότι οι άνθρωποι χρησιμοποιούν συγκεκριμένη γλώσσα και ορολογία για να επικοινωνήσουν, ενώ τα συστήματα που βασίζονται σε τεχνητή νοημοσύνη τείνουν να λειτουργούν ως ένα μαύρο κουτί που χρησιμοποιεί δυαδικό σύστημα, έτσι η έλλειψη διαφάνειας λειτουργεί ως εμπόδιο στην υιοθέτηση της τεχνολογίας αυτής. Ακόμα, οι αλγόριθμοι μπορούν να οδηγήσουν σε άνιση και άδικη μεταχείριση των πολιτών βάσει κοινωνικών προκαταλήψεων όπως φύλου ή εθνικότητας. Η αυξανόμενη πολυπλοκότητα των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης, όπως η μηχανική μάθηση και τα νευρωνικά δίκτυα μειώνουν την ικανότητα των ανθρώπινων χειριστών να επιθεωρήσουν τα αποτελέσματα, καθιστώντας αδύνατο να έχουν άποψη για τα αποτελέσματα που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη. Επιπρόσθετα το σύστημα δεν πραγματοποιεί σωστή επανεκτίμηση των πληροφοριών ή αναθεώρηση ενός τρέχοντος σχεδίου δράσης. Έτσι το σύστημα δυσκολεύεται να ανακατευθύνει τη

ροή των δεδομένων λόγω της σκληρής γραφής και των αμετάβλητων γραμμών του κώδικα των προγραμμάτων [123][124].

Ακόμη, τα συστήματα που βασίζονται σε τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης θα εμφανίσουν προβλήματα καθώς οι αποφάσεις που λαμβάνονται δεν εμπλέκουν τους ανθρώπους στην απόφαση, ως αποτέλεσμα να μην υπάρχει διαφάνεια. Για παράδειγμα, στα συστήματα βαθιάς μάθησης, δηλαδή σε νευρωνικά δίκτυα με περισσότερα από ένα στρώματα, το έργο της εξήγησης γίνεται ακόμη πιο δύσκολο. Όταν ένα άτομο παίρνει μια απόφαση, μπορεί να του ζητηθεί να δώσει μια εξήγηση, η οποία μπορεί να είναι δύσκολη, μη έγκυρη και μη ακριβής. Έτσι και στην εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να είναι ακόμα δυσκολότερη αυτή η εξήγηση, δεδομένου ότι τα συστήματα αυτά δρουνε περίπου αυτόνομα. Αυτά τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης πρέπει να παρέχουν ένα ίχνος ελέγχου των αποφάσεων που λαμβάνονται όχι μόνο για την αποφυγή λαθών, αλλά και για επιπλέον μάθηση και βελτιώσεις του ίδιου συστήματος[125].

Έτσι, ενώ η αυτοματοποιημένη λήψη αποφάσεων έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα, τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να απομακρύνουν υπαλλήλους από το καθήκον της λογοδοσίας, οδηγώντας προς το μοτίβο «ο υπολογιστής λέει όχι». Έτσι, η αδιαφάνεια των μηχανισμών σε αποφάσεις που υποστηρίζονται από την τεχνητή νοημοσύνη δημιουργεί προκλήσεις όχι μόνο σε ότι αφορά την ηθική ευθύνη, αλλά παράλληλα και τη νομική ευθύνη καθώς κανένας ακόμα δεν γνωρίζει ποιος είναι υπεύθυνος αν ένας άνθρωπος έρθει σε κίνδυνο από μια απόφαση ενός έξυπνου συστήματος [126].

Χωρίς την εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης οποιοδήποτε σύστημα που έχει σχεδιαστεί από ανθρώπινο χέρι είναι μόνο ένα μηχανήμα υπό τον έλεγχο του χειριστή που το ελέγχει. Επομένως, δεν υπάρχει ποτέ θέμα για το ποιος είναι υπόλογος. Σχεδόν όλοι οι νόμοι αστικής και ποινικής ευθύνης, αποδίδουν ομόφωνα την ευθύνη στον χειριστή, τον ιδιοκτήτη και τον κατασκευαστή του μηχανήματος ανάλογα με το περιστατικό. Ωστόσο, όταν τα μηχανήματα εξοπλιστούν με τεχνητή νοημοσύνη και λάβουν αυτόνομες αποφάσεις, το ερώτημα λογοδοσίας γίνεται πολύ δύσκολο να απαντηθεί. Πολύ περισσότερο όταν ο αλγόριθμος που χρησιμοποιείται για τη λήψη των αποφάσεων είναι πολλές φορές άγνωστος ακόμα και στο δημιουργό του.

2.4.10 Κακόβουλη χρήση – Κακόβουλες Επιθέσεις.

Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης δεν χρησιμοποιούν ακόμη την φύση και την λογική της ανθρώπινης νοημοσύνης, και έτσι δεν βρίσκονται σε θέση να κατανοήσουν τις καταστάσεις που βιώνουν οι άνθρωποι ώστε να αντλήσουν το σωστό συμπέρασμα. Αυτό το εμπόδιο κάνει τα τρέχοντα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης ευάλωτα σε κακόβουλες επιθέσεις άλλων συστημάτων ή ανθρώπων. Σε τέτοιου είδους επιθέσεις, αρκούν λίγες αλλαγές όπου θα οδηγούσαν ένα πρόγραμμα σε καταστροφικά σφάλματα. Καθώς τα προγράμματα δεν καταλαβαίνουν τις εισόδους που επεξεργάζονται και τα αποτελέσματα που παράγουν, είναι ευαίσθητα σε τέτοιου είδους σφάλματα και επιθέσεις.

Δεν έχει γίνει ακόμα γνωστό για το πώς θα μπορούσε να ελεγχθεί μία έξυπνη τεχνολογία ώστε να αποτρέπει ο οποιοσδήποτε καταστροφικός στόχος. Η σημαντικότητα του θέματος είναι αρκετά σοβαρή και μπορεί να παρομοιαστεί με τα προβλήματα του διαδικτύου. Το διαδίκτυο εξαπλώθηκε σε ολόκληρο τον κόσμο ωφελώντας του πάντες αλλά επίσης έφερε μαζί του ένα κύμα εγκλημάτων, κακόβουλα λογισμικά, ιούς, απάτες, ακόμα και την απώλεια ανθρωπίνων ζωών. Τέλος, γίνεται κατανοητό πως τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης μπορούν ακόμα να χρησιμοποιηθούν για την επέκταση των παράνομων καθεστώτων και την καταστολή της ελευθερίας [127].

2.4.11 Ένα Παράδειγμα Παγίδας-Κακόβουλης Χρήσης

Υπάρχουν καταστάσεις όπου οι εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να παγιδευτούν σε ένα αυτοματοποιημένο βρόχο, ανίκανοι να ξεφύγουν από αυτών, όπως έχει γίνει και στο χρηματιστήριο. Είδη έχουν υπάρξει δύο σημαντικές καταστάσεις συντριβής του χρηματιστηρίου. Το 2010 ο δείκτης χρηματιστηρίου των ΗΠΑ S&P 500 έπεσε 6% μέσα σε μόλις 6 λεπτά. Αυτό προκλήθηκε από παράνομο εμπόριο ενός εμπόρου από το Ηνωμένο Βασίλειο, διογκώθηκε όμως πολύ με την αυτόματη αντίδραση αλγορίθμων συναλλαγών σύμφωνα με τις εκθέσεις αξιολόγησης του συμβάντος. Ακόμη, το 2016 η συναλλαγματική ισοτιμία μεταξύ Βρετανικών Λιρών και Ευρώ έπεσε περίπου 10% μέσα σε μόλις λίγα λεπτά. Ενώ ακόμα εκκρεμούν ακόμη οι απαντήσεις σχετικά με αυτό το συμβάν, προφανώς όμως η

ευθύνη πέφτει στις αυτοματοποιημένες συναλλαγές. Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα, πως τα αυτοματοποιημένα και έξυπνα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης σε εφαρμογές στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας μπορεί να αποφέρει παρόμοιες δυσάρεστες καταστάσεις. Για παράδειγμα, στα προγνωστικά αναλυτικά στοιχεία σε συνδυασμό με αυτοματοποιημένες αποφάσεις παραγγελιών παραγωγής και μεταφοράς, μπορεί να δημιουργηθούν προβλήματα από λάθος ή και κακόβουλα. Ένα πιθανό αποτέλεσμα ενός τέτοιου λάθους μπορεί να είναι είτε η υπερβολική παραγωγή, είτε ελλείψεις που συνεπάγονται σε οικονομική ζημία [111].

2.4.12 Το Ψηφιακό χάσμα

Δεδομένου ότι κατά κύριο λόγο η τεχνητή νοημοσύνη χειρίζεται δεδομένα, υπάρχει πραγματικός κίνδυνος κοινωνιών με λιγότερη πρόσβαση στην τεχνολογία της πληροφορίας συνεπώς και στην ψηφιοποίηση. Οι ενημερωμένες επιχειρήσεις τείνουν να κερδίζουν δυσανάλογα σε αυτήν την επανάσταση των δεδομένων. Οι κάτοχοι λεπτομερών και καλής ποιότητας δεδομένων θα αποκομίσουν το μέγιστο όφελος αυτής την βιομηχανικής επανάστασης. Αντιθέτως, χώρες και κυβερνήσεις όπου τα δεδομένα είναι κακής ποιότητας και μη λεπτομερή, θα μείνουν πίσω στην αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης. Έτσι δημιουργείται η απειλή ότι αυτή η τεχνολογία θα επηρεάσει αρνητικά τις φτωχότερες σε δεδομένα κοινωνίες, επειδή είναι αυτές που δεν είχαν ποτέ τους πόρους για να επενδύσουν στη συλλογή δεδομένων. Το τεχνητό χάσμα που δημιουργείται μπορεί να παρομοιαστεί με το ψηφιακό χάσμα αφήνοντας ορισμένα άτομα πίσω από τις ψηφιακές εφαρμογές τον τελευταίο μισό αιώνα. Μπορεί να υπάρξει διαχωρισμός μεταξύ ατόμων και εταιρειών που έχουν πρόσβαση να εφαρμόσουν επιτυχώς την τεχνητή νοημοσύνη στις διαδικασίες τους, σε σχέση με όσους δεν έχουν τέτοια ικανότητα. Λόγοι επίσης για την ανικανότητα εφαρμογής μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να είναι το μικρό κεφάλαιο ή οι κανονισμοί και οι νομοθεσίες της εκάστοτε χώρας. Έτσι με αυτό τον τρόπο δεν μπορεί να υπάρξει δικαιοσύνη μεταξύ των ανθρώπων και των εταιριών [128].

2.4.13 Εμπειρογνώμονες

Ένα σημαντικό ζήτημα ακόμα είναι η έλλειψη ειδικευμένων εμπειρογνομώνων στις εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης. Πολλοί είναι οι οργανισμοί που περιμένουν να αρπάξουν την κάθε ευκαιρία για να εφαρμόσουν κάθε είδους αυτοματισμού που φέρει μαζί της η τεχνητή νοημοσύνη. Μελέτες αναφέρουν ότι υπάρχει απαίτηση για ένα εκατομμύριο ειδικούς σε θέματα τεχνητής νοημοσύνης στον κόσμο, αλλά προς στιγμήν υπάρχουν μόνο τριακόσιες χιλιάδες. Αναφέρεται επίσης, ότι η έλλειψη εμπειρογνομώνων κυρίως οφείλεται στην έλλειψη διδασκαλίας σε ακαδημαϊκό επίπεδο που αφορά αυτές τις νέες τεχνολογίες. Επιπλέον, στις τεχνολογίες των δεδομένων δύσκολα κανείς βρίσκει ταλέντα στον τομέα, καθώς επίσης μια πρόσφατη μελέτη σημείωσε πως η έλλειψη εμπειρογνομώνων στην επιστήμη των δεδομένων θα αυξηθεί ως 23% τα επόμενα χρόνια. Σε γενικές γραμμές, η έλλειψη ειδικευμένων εμπειρογνομώνων σε θέματα τεχνητής νοημοσύνης είναι ένα ακόμα σημαντικό ρίσκο για αυτούς που θέλουν να χρησιμοποιήσουν κάθε τεχνολογία τεχνητής νοημοσύνης με το που εμφανιστεί [129].

2.4.14 Το Οργανωτικό Ρίσκο

Κάθε οργανωτικός ηγέτης θα πρέπει να εξετάσει λεπτομερώς αν η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να εφαρμοστεί σε κάθε στάδιο των επιχειρηματικών διαδικασιών. Επίσης θα πρέπει να εκτιμηθεί αν κάθε στάδιο εργασίας χρήζει εφαρμογής λιγότερης ή περισσότερης τεχνητής νοημοσύνης. Επιπροσθέτως, εκτός από την επιλογή του κατάλληλου σταδίου εργασίας και επιπέδου για αυτοματοποίηση, οι ηγέτες πρέπει επίσης να αποφασίσουν πόσο και σε ποιο βαθμό θα αυτοματοποιηθούν οι διαδικασίες και πόσο θα διατηρηθεί το ανθρώπινο δυναμικό και θα συνεργαστεί με την νέα τεχνολογία.

Ακόμα, πρέπει σοβαρά να ληφθούν υπόψη οι επιπτώσεις στην απόδοση των εργαζομένων που μπορεί να είναι θετικές ή αρνητικές. Πολύ υψηλά επίπεδα αυτοματισμού θα μειώσουν το φόρτο εργασίας, ωστόσο ενδέχεται να μειώσουν την επίγνωση της κατάστασης των εργαζομένων και να αυξήσουν την τάση να βασίζονται υπερβολικά στην τεχνολογία αυτοματισμού. Είναι κατανοητό πως οι ηγέτες πρέπει να κατανοήσουν τους παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν στην απόδοση των

εργαζομένων όταν εργάζονται παράλληλα με αυτοματισμούς τεχνητής νοημοσύνης. Άλλωστε, ακόμη και τα πιο αξιόπιστα τεχνολογικά συστήματα είναι πιθανό να αποτύχουν σε κάποιο στάδιο και τότε γίνεται υποχρεωτική η παρέμβαση του ανθρώπου για την επίλυση των σφαλμάτων. Η απομάκρυνση του εργατικού δυναμικού θα μειώσει την απόδοση τους, και η παρέμβαση τους σε περιπτώσεις σφαλμάτων θα είναι δύσκολη και δεν θα φέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα [130].

2.4.15 Το Ρίσκο στη Λήψη Αποφάσεων

Όπως έχει προαναφερθεί, η πρώτη εμφάνιση της τεχνητής νοημοσύνης ήταν η κατασκευή μιας έξυπνης μηχανής που θα μπορούσε να μιμηθεί τον άνθρωπο στη λήψη αποφάσεων σε μία παρτίδα σκάκι. Από τότε η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στη λήψη αποφάσεων ήταν μία από τις πιο σημαντικές εφαρμογές στην ιστορία της. Κατά κύριο λόγο, τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε για την υποστήριξη και βοήθεια των υπευθύνων λήψης αποφάσεων, είτε για την αντικατάστασή τους.

Ως αποτέλεσμα αυτού είναι ότι υπερβολικά πολλές θέσεις εργασίας θα καλύπτονται από συστήματα τεχνητής νοημοσύνης χωρίς την ανάγκη για ανθρώπινο έλεγχο. Υπάρχουν πολλές αναφορές σχετικά με τα οφέλη της τεχνητής νοημοσύνης για τη λήψη αποφάσεων, επειδή η τεχνητή νοημοσύνη πιστεύεται ότι μπορεί να λάβει βελτιωμένες αποφάσεις, να ενισχύσει τις ικανότητες ανάλυσης και λήψης αποφάσεων και να αυξήσει τη δημιουργικότητα. Ωστόσο, με την αναβίωση της τεχνητής νοημοσύνης, μια νέα συμβίωση ανθρώπου-μηχανής βρίσκεται στον ορίζοντα και παραμένει ένα ερώτημα για το πώς μπορούν οι άνθρωποι και οι νέες αυτές τεχνολογίες να είναι συμπληρωματικές στη λήψη οργανωτικών αποφάσεων. Ακόμα όμως και σήμερα παραμένουν τα ερωτήματα για πιθανούς πραγματικούς τρόπους συνεργασίας ανθρώπινων στελεχών και μηχανών καθώς και οι επιπτώσεις σε στρατηγικές λήψης αποφάσεων [125][131].

2.4.16 Νομικά πλαίσια

Ο γρήγορος ρυθμός αλλαγής και ανάπτυξης τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης αυξάνει τις ανησυχίες ότι τα νομικά πλαίσια που αφορούν το συγκεκριμένο θέμα δεν έχουν καταλήξει ακόμα στα κατάλληλα μέτρα που πρέπει να ληφθούν ώστε να προστατευτεί ο άνθρωπος. Ακόμα, δεν έχει γίνει σαφές για το πώς θα μπορούσαν να επιλυθούν ηθικά και νομικά ζητήματα. Θα πρέπει λοιπόν να αναπτυχθούν και να επιβληθούν επαρκείς πολιτικές, κανονισμοί και νομικά πλαίσια για την πρόληψη της κατάχρησης της τεχνητής νοημοσύνης και να θεσπιστούν νόμοι ενάντια σε μια πιθανή μελλοντική ανάπτυξη που θα μπορούσε να βλάψει τις ανθρώπινες αξίες. Οι ρυθμιστικές αρχές πρέπει να βρουν τρόπους να προσαρμόζονται συνεχώς σε ένα νέο γρήγορα μεταβαλλόμενο περιβάλλον, για να κατανοήσουν καλύτερα τι ρυθμίζουν. Υπάρχουν όμως μελέτες που προειδοποιούν κατά της υπερβολικής ανάπτυξης της τεχνητής νοημοσύνης, και ίσως πρέπει να μειωθεί η ταχύτητα ανάπτυξής της [116][132].

2.4.17 Κοινωνικές Ρυθμίσεις

Δεν υπάρχει καμία αμφιβολία ότι η τεχνητή νοημοσύνη έχει ανοίξει νέες ευκαιρίες και πως οι μηχανές θα ξεπεράσουν τους ανθρώπους στην εκτέλεση των καθηκόντων. Η τεχνητή νοημοσύνη αναμένεται να συνεχίσει να υπερβαίνει την ανθρώπινη απόδοση σε όλο και περισσότερες εργασίες. Τονίζεται ότι αυτές οι αλλαγές είναι επιθετικές έναντι των εργαζομένων. Παρόλο όμως που πολλές θέσεις εργασίας θα καταστραφούν, θα υπάρξουν νέες θέσεις εργασίας μετά την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης. Έτσι, σχεδιάστηκαν μερικές στρατηγικές από την κυβέρνηση των ΗΠΑ ώστε να προετοιμαστούν για τις απαιτούμενες αλλαγές. Η πρώτη στρατηγική είναι να ειπωθούν τα θετικά που θα φέρει η τεχνητή νοημοσύνης. Η δεύτερη στρατηγική είναι η εκπαίδευση και κατάρτιση των εργαζομένων για τις θέσεις εργασίας του μέλλοντος ώστε να δεχτούν και να μπορούν να χειριστούν αυτή την τεχνολογική εξέλιξη. Η τρίτη στρατηγική είναι να βοηθήσουν τους εργαζομένους στον μετασχηματισμό αυτό ώστε να διασφαλιστεί η ευρεία κατανομή της ανάπτυξης. Επίσης αυτή η στρατηγική περιλαμβάνει μέτρα για την ενίσχυση του δικτύου κοινωνικής ασφάλισης, όπως ασφάλιση ανεργίας και προγράμματα βοήθειας

για άπορες οικογένειες. Τέλος εκτός από τα ασφαλιστικά προγράμματα δημιουργούνται πολιτικές και στρατηγικές για την νέα μετάβαση στις καινούριες θέσεις εργασίας [24].

Επιπρόσθετα, εκτός από την ιδιωτική βιομηχανία, η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης δημιουργεί πολλές νέες προκλήσεις και για την κυβέρνηση. Παρόλο που οι κυβερνήσεις έχουν δημιουργήσει στρατηγικές για την αντιμετώπιση των αλλαγών στην αγορά εργασίας, δεν είναι εύκολο να προβλεφθεί με ακρίβεια ποιες νέες θέσεις εργασίας θα δημιουργηθούν. Πολλοί άνθρωποι θα χρειαστεί να εργαστούν πάνω στις τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης και η ζήτηση εργασίας αναμένεται να αυξηθεί για αυτές τις θέσεις. Επίσης, οι εργαζόμενοι θα χρειαστεί να συνεργαστούν με τα έξυπνα οχήματα που έχουν δημιουργηθεί για τη μεταφορά των προϊόντων, ώστε να επιβλέπουν την διαδικασία φορτώσεων και εκφορτώσεων. Παράλληλα, σε όλη αυτή την ανάπτυξη θα χρειαστεί προσωπικό με μηχανικές δεξιότητες για τη συστηματική εποπτεία, συντήρηση, αλλά και επισκευή όλων αυτών των έξυπνων μηχανών.

Γίνεται λοιπόν ξεκάθαρο πως ο κόσμος πρέπει να αντιληφθεί πως για να επιβιώσει σε αυτή την αλλαγή που θα φέρει η τεχνητή νοημοσύνη, είναι πολύ πιθανό να χρειαστεί να αλλάξει τον επαγγελματικό προσανατολισμό του. Τέλος, τονίζεται πως παράλληλα με τον άνθρωπο οι οργανισμοί πρέπει να είναι προετοιμασμένοι να προσαρμοστούν στο νέο ανταγωνιστικό τοπίο. Ένα άρθρο σημειώνει τρία πράγματα που μπορεί να κάνει ένας ιδιοκτήτης μιας μικρής επιχείρησης για να προετοιμαστεί για την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης [133][134][135].

- Ψηφιοποιήστε την επιχείρησή σας, συνδεθείτε με έναν ιστότοπο και αυτοματοποιήστε όσες περισσότερες χειροκίνητες διαδικασίες μπορείτε.
- Επικεντρωθείτε στην εμπειρία των πελατών που το προϊόν ή η υπηρεσία σας παρέχει. Στην εποχή της ρομποτικής, η ανθρώπινη επαφή θα γίνει πολύτιμη.
- Διευρύνετε το επιχειρηματικό σας δίκτυο. Δημιουργήστε σχέσεις και συνεργασίες που θα σας επιτρέψουν να συνδεθείτε πιο δυνατά με ανθρώπους.

2.4.18 Γενικά Εμπόδια και Κίνδυνοι για την Εφοδιαστική Αλυσίδα 4.0

Τα σημαντικότερα εμπόδια που στέκονται στο δρόμο για την μετάβαση στην Εφοδιαστική Αλυσίδα 4.0 είναι:

- Η έλλειψη μιας σαφούς επιχείρησης
- Η περιορισμένη πρόσβαση στο ανθρώπινο κεφάλαιο
- Οι παλιές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται ακόμα
- Ο φόβος πειραματισμού
- Η μη ύπαρξη σωστής υποδομής μεταφορών
- Η χαμηλή αποδοτικότητα των μεταφορικών υπηρεσιών
- Οι καθυστερημένες πληροφορίες των συστημάτων

Οι μικρομεσαίες επιχειρήσεις υστερούν στο μετασχηματισμό των αλυσίδων εφοδιασμού εν όψη της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης. Οι πιο σημαντικοί παράγοντες που δεν αφήνουν αυτές τις επιχειρήσεις να μεταμορφωθούν ψηφιακά είναι οι περιορισμένοι πόροι, η έλλειψη γνώσης της εσωτερικής κατάστασης, οι περιορισμένες χρηματοδοτήσεις και η περιορισμένη διαθεσιμότητα σε τεχνολογικές λύσεις. Οι τρέχουσες επιχειρηματικές προτεραιότητες καθιστούν τις ΜΜΕ λιγότερο επιρρεπείς σε επενδύσεις σε σύγχρονες και έξυπνες τεχνολογίες. Για παράδειγμα, μια έρευνα για τις ΜΜΕ των ΗΠΑ το 2017, διαπίστωσε πως το 77% των επιχειρήσεων δεν είχε σχέδια για την εφαρμογή έξυπνων αισθητήρων ή οποιουδήποτε τύπου Τεχνολογία ΙοΤ. Τα κύρια εμπόδια υιοθέτησης αυτών των τεχνολογιών που αναγράφονται στην έρευνα, αφορούν την έλλειψη ευαισθητοποίησης, τη περιορισμένη εμπειρογνομοσύνη και την έλλειψη σε ψηφιακές δεξιότητες του εργατικού δυναμικού. Ενώ όμως οι ΜΜΕ συμμετέχουν σε διαδικασίες αλυσίδας εφοδιασμού σε όλο το μήκος της, η τάση προς την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών πραγματοποιείται μόνο μεταξύ των μεγάλων κατασκευαστών. Η καθυστέρηση αυτή των ΜΜΕ οδηγεί σε μια «διπλή οικονομία», και ο κίνδυνος για τις ΜΜΕ είναι να μείνουν έξω από τη νέα ψηφιακή οικονομία με ανεπιθύμητα αποτελέσματα για τις κυβερνήσεις όσον αφορά την απασχόληση και την οικονομική ανάπτυξη. Τέλος, με τη σειρά τους οι μεγάλες εταιρείες θα απευθυνθούν στους εταίρους της εφοδιαστικής αλυσίδας, που λόγω του χαμηλό επίπεδο ψηφιοποίησης, τους καθυστερούν στο να

προσεγγίσουν τα οφέλη όλων των σύγχρονων τεχνολογιών που φέρει η έξυπνη βιομηχανία [136].

2.4.19 Η Τεχνητή Νοημοσύνη ως Λάθος Όρος

Από πλευράς τεχνικής ορολογίας, κάποιοι μελετητές πιστεύουν πως ο όρος «Τεχνητή Νοημοσύνη» είναι λανθασμένος και γεμίζει τον κόσμο φοβίες καθώς στο μυαλό τους είναι συνδυασμένος με κάτι αρνητικό. Η λέξη «τεχνητή» στην τεχνητή νοημοσύνη είναι από μόνο της μια ορολογική πρόκληση. Έτσι, αρκετοί επιστήμονες του τομέα υποστηρίζουν ότι η τεχνητή νοημοσύνη είναι απλώς αόριστη επειδή δεν υπάρχει καλή κατανόηση της λέξης «νοημοσύνη». Από δεδομένα που έχουν συλλεχθεί, διαμορφώνεται η άποψη πως οι ειδικοί είναι ιδιαίτερα δύσπιστοι όταν πρόκειται να χρησιμοποιήσουν τον όρο. Οι περισσότεροι από αυτούς τείνουν να χρησιμοποιούν άλλους όρους και ονόματα άλλων τεχνολογιών που εκφράζουν μια συνολική εικόνα του τι πραγματικά είναι η τεχνητή νοημοσύνη. Τέτοιοι όροι είναι η μηχανική μάθηση, το διαδίκτυο των πραγμάτων, τα μεγάλα δεδομένα, η βαθιά μάθηση και πολλά άλλα. Πιστεύεται λοιπόν ότι η τεχνητή νοημοσύνη που αφορά όλες αυτές τις τεχνολογίες δεν έχει καμία σχέση με αυτό που τώρα απεικονίζεται ως τεχνητή νοημοσύνη [137].

3. Μεθοδολογία

Το θέμα που επιλέχθηκε να ερευνηθεί και να αναλυθεί σε αυτή τη διατριβή, όπως αναφέρθηκε, είναι οι κύριοι κίνδυνοι και οι κρίσιμοι παράγοντες επιτυχίας για την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στο OM και στο SCM. Ωστόσο, πριν αποφασιστεί πώς θα προχωρήσει η έρευνα, υπήρχαν κάποιες πληροφορίες που έπρεπε να αναγνωριστούν, όπου θα καθόριζαν τον χαρακτήρα της έρευνας, τη συλλογή των απαραίτητων δεδομένων για τη διατριβή και τέλος την ανάλυσή της. Πρώτα απ' όλα, η έρευνα που επιλέχθηκε για αυτή τη διατριβή είναι καθαρά βιβλιογραφική. Στην προσπάθεια εξερεύνησης αυτού του βάθους, εμφανίστηκαν νέες λεπτομέρειες που παρείχαν στη διατριβή ένα συνδυασμό που ενώνει όλες τις πληροφορίες που συγκεντρώθηκαν. Αυτό το αποτέλεσμα ήταν επιθυμητό για αυτήν τη διατριβή και για αυτό το θέμα, δεδομένου ότι επικεντρώνεται περισσότερο στο εύρος μια θεματολογίας και όχι σε πολύ συγκεκριμένες και ειδικές λεπτομέρειες που δίνουν μια βαθύτερη κατανόηση σε ένα μοναδικό πεδίο. Επιπλέον, ένας άλλος απαιτητικός παράγοντας που δεν αναμενόταν πριν από την έναρξη της έρευνας, ήταν η έλλειψη εφάμιλλων διατριβών πάνω στο συγκεκριμένο θέμα ώστε να υπάρχει ένα μοτίβο για τη διακλάδωση της έρευνας και ένα ξεκάθαρο πλάνο για την δομή της εργασίας. Η καθοδήγηση από τον επόπτη καθηγητή μου και η συμβολή του στην επιλογή κάποιων άρθρων, ήταν απαραίτητη ώστε να οδηγηθεί η εργασία σε ένα πιο ασφαλές μονοπάτι.

Αρχικά, αφού πραγματοποιήθηκε η επιθυμητή έρευνα για το Operations Management (OM) και το Supply Chain Management (SCM), έπειτα το επόμενο βήμα ήταν η έρευνα πάνω στο Artificial Intelligence σε ότι αφορά το OM και το SCM. Οι λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν για την εύρεση των άρθρων και των βιβλίων αναγράφονται στην εισαγωγή της διπλωματικής εργασίας. Έπειτα πέρα από μεμονωμένες λέξεις κλειδιά χρησιμοποιήθηκε ένας συνδυασμός των λέξεων κλειδιών όπως για παράδειγμα AI in SCM, AI in OM, AI risks, AI in a smart warehouse, και ούτω καθεξής. Έτσι, μετά το πέρας αυτής της αναζήτησης συλλέχθηκαν 284 άρθρα καθώς και βιβλία. Από τα άρθρα και τα βιβλία αυτά, αφαιρέθηκαν όσα ήταν παλαιότερα του 2010, λόγω του ότι το παρών θέμα αφορά περισσότερο το παρόν καθώς και τι θα γίνει στο άμεσο μέλλον. Επίσης αφαιρέθηκαν όσα άρθρα και βιβλία δεν ήταν σχετικά με το θέμα ή η ανάλυσή τους ήταν πολύ επιφανειακή και μη

λεπτομερείς. Στη συνέχεια τα άρθρα και τα βιβλία αυτά, αναλύθηκαν με βάση τις ομοιότητές τους, δημιουργώντας γενικότερες κατηγορίες. Το επόμενο βήμα ήταν η κατανομή αυτών σε θέματα. Αυτό το βήμα ήταν δύσκολο επειδή οι συγγραφείς ανέφεραν συνήθως τα ίδια πράγματα. Έτσι, μετά την διαλογή των άρθρων και των βιβλίων, από τα 138 άρθρα και τα βιβλία που περίσσεψαν έγινε σύγκριση και κατηγοριοποιήθηκαν ανάλογα με το περιεχόμενό τους. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται αναλυτικά ο αριθμός των άρθρων και των βιβλίων ανάλογα με την κατηγορία τους:

Τύπος Άρθρου - Βιβλίου	#
Μη σχετικά – Μη λεπτομερή (Δεν χρησιμοποιήθηκαν)	87
Παλαιότερα του 2010 (Δεν χρησιμοποιήθηκαν)	59
ΟΜ	4
SCM	4
Ορισμοί και ορολογία ΑΙ	9
Επιχειρήσεις σήμερα – Τρέχουσα Κατάσταση	17
Σύγχρονες απαιτήσεις Logistics – SCM	11
Τοπία Λύσεων ΑΙ	36
Αναλυτικές τεχνολογίες – Τεχνολογίες Δεδομένων	15
Έξυπνες αποθήκες & μεταφορές	21
Ρίσκα – Κίνδυνοι – Προκλήσεις	19
Συνολικός Αριθμός Άρθρων & Βιβλίων	284

Πίνακας 3: Διαχωρισμός Άρθρων Βιβλίων

Τέλος, η παρούσα διατριβή γράφτηκε στο Microsoft Office Word. Το υλικό συλλέχθηκε αποκλειστικά από το διαδίκτυο, καθώς χάρη στην ηλεκτρονική βιβλιοθήκη του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας υπήρχε πρόσβαση σε όλα τα βιβλία, άρθρα και περιοδικά που είχαν περιορισμένη πρόσβαση στο κοινό.

4. Αποτελέσματα

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει τεράστιο ενδιαφέρον για συστήματα τεχνητής νοημοσύνης σε πολλούς τομείς, όπως και στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας όπου χρησιμοποιούνται ήδη και αναμένεται να συνεχίσουν να αναπτύσσονται. Παρατηρείται πως δεν είναι λίγες οι έξυπνες τεχνολογίες που ήδη εφαρμόζονται με επιτυχία και θα συνεχίσουν να εφαρμόζονται περισσότερο αποδοτικά καθώς η ψηφιοποίηση των εφοδιαστικών αλυσίδων με την χρήση της τεχνητής νοημοσύνης συμβαίνει σήμερα. Στο άμεσο μέλλον η τεχνητή νοημοσύνη θα γίνει πιο διαδεδομένη στις επιχειρηματικές διαδικασίες και θα απαιτηθούν αρκετές προσαρμογές από την κοινωνία και το περιβάλλον όπου θα εφαρμοστεί. Η χρήση διαφόρων μεθοδολογιών τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίλυση σύνθετων προβλημάτων όπως: αναζήτηση πληροφοριών, διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού, αλλαγές στη ζήτηση των πελατών, και πολλά ακόμα που παρουσιάστηκαν αναλυτικά παραπάνω στον κύριο κορμό της εργασίας.

Η 4^η βιομηχανική επανάσταση μπορεί να οδηγήσει σε οικονομικές και λειτουργικές επιπτώσεις βελτιώνοντας την παραγωγικότητα, για αυτό και παραμένει κορυφαία προτεραιότητα για πολλούς ηγέτες σε διάφορες βιομηχανίες. Ωστόσο, πολύ λίγες βιομηχανίες κατάφεραν να την υιοθετήσουν ως σήμερα. Η τεχνητή νοημοσύνη αναφέρεται σε επιστήμες τεχνολογίας που επιτρέπουν στο λογισμικό να είναι έξυπνο, να μοιάζει δηλαδή και να σκέφτεται σαν άνθρωπος. Όπως παρατηρήθηκε και στο κεφάλαιο της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, τα οφέλη συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης σε βιομηχανικά περιβάλλοντα είναι πολλά, έτσι οι επιχειρήσεις που εφαρμόζουν τεχνητή νοημοσύνη μπορούν εύκολα να έχουν βελτιωμένη και προγνωστική επίγνωση της κατάστασης, να μοντελοποιήσουν σύνθετα βιομηχανικά συστήματα, να αυξηθούν την ποιότητα, την ποσότητα και να μειώσουν το κίνδυνο έλλειψης αποθεμάτων. Αυτό που συμπεραίνετε είναι, ότι για να είναι ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης επιτυχημένο θα πρέπει να μπορεί να παρακολουθεί, να ελέγχει, να πραγματοποιεί προγνωστικές συντηρήσεις, να παρακολουθεί τα αποθέματα, να διαχειρίζεται τους κινδύνους, να σχεδιάζει προϊόντα και υπηρεσίες, ενώ παράλληλα να μπορεί να τα βελτιστοποιεί. Η ρομποτική, τα αυτόνομα οχήματα, οι αυτοματισμοί εργοστασίων, τα RFID και οι αυτοματισμοί αποθηκών αποτελούν κρίσιμους παράγοντες για μια επιτυχή εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην διαχείριση της

εφοδιαστικής αλυσίδας. Τέλος, η μηχανική εκμάθηση αφορά στην ανάπτυξη προγραμμάτων που επιτρέπουν τον υπολογιστή να μάθει καινούρια πράγματα χωρίς απαραίτητα να είναι ήδη προγραμματισμένος πάνω σε αυτά.

Ακόμη, στις τεχνολογίες δεδομένων όσο περισσότερα δεδομένα αναλύονται, τόσο πιο σωστές είναι οι αποφάσεις που παίρνονται. Έτσι η σωστή και ποιοτική συλλογή ενός μεγάλου όγκου δεδομένων είναι αυτή που θα ξεχωρίσει έναν οργανισμό με επιτυχημένη εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης από τους υπολοίπους. Επιπρόσθετα οι αναλυτικές τεχνολογίες επιτρέπουν στους οργανισμούς και τις εταιρίες να διερευνήσουν όλες τις μεταβλητές στις διαδικασίες παραγωγής και κατασκευής και να εντοπίσουν δραστηριότητες που έχουν χαμηλή απόδοση, να κατανοήσουν πιο εύκολα τα αναλυθέντα δεδομένα, να παρακολουθούν σημαντικές μετρήσεις και να εκτιμήσουν πόσο μακριά ή κοντά βρίσκονται από τους στόχους τους. Επιπρόσθετα, με την χρήση Blockchain παρατηρείται ότι τα χαρακτηριστικά του είναι αμετάβλητα, διαφανή και βασίζονται στη συναίνεση. Το βασικότερο χαρακτηριστικό που παρέχεται με αυτή την τεχνολογία είναι η ασφαλής και άμεση ανταλλαγή αξίας μεταξύ των συμμετεχόντων χωρίς χρηματοπιστωτικό διαμεσολαβητή. Ως εκ τούτου το blockchain συχνά αναφέρεται ως μηχανήμα εμπιστοσύνης.

Έτσι με την επιτυχημένη χρήση τέτοιων σύγχρονων τεχνολογιών η εφοδιαστική αλυσίδα θα «λύσει τα χέρια της», θα διευρύνει περισσότερο την ορατότητά της, ενώ παράλληλα θα μεγιστοποιήσει τα κέρδη της, αυξάνοντας την αποτελεσματικότητά της και την εξυπηρέτηση των πελατών της.

Παράλληλα όμως, με όλα αυτά τα πολύ θετικά που κουβαλά η έλευση της τεχνητής νοημοσύνης σε βιομηχανικές εφαρμογές και στην διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, φέρει μαζί της αρκετά ρίσκα. Το σημαντικότερο απ' αυτά, είναι η τυχόν μη ακεραιότητα της ανθρώπινης υπόστασης από κάθε άποψη, αφού στις λογικές και σύγχρονες κοινωνίες ο άνθρωπος είναι η βασικότερη προτεραιότητα απ' όλα. Υπάρχουν σενάρια ότι η εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να προγραμματιστεί ώστε να καταστρέφει εσκεμμένα ή ακόμα και άθελα.

Επίσης κατά καιρούς έχουν εντοπιστεί κοινωνικές συνέπειες που σχετίζονται με την εφαρμογή τεχνικών τεχνητής νοημοσύνης καθώς δεν υπάρχουν ακόμα και σήμερα επαρκείς γνώσεις σχετικά με τις αξίες και τα πλεονεκτήματα των

τεχνολογιών αυτών. Πέρα από τη σωματική ακεραιότητα των ανθρώπων ένα σημαντικό ρίσκο είναι η πρόκληση ανεργίας. Υποστηρίζεται πως μέχρι το 2030 στις ΗΠΑ ο αυτοματισμός θα μπορούσε να καταστρέψει έως και 73 εκατομμύρια θέσεις εργασίας. Επιπρόσθετα η κοινωνία δεν είναι έτοιμη να πάρει αυτό το ρίσκο καθώς τα τωρινά νομικά πλαίσια βρίσκονται ακόμα σε βρεφικό στάδιο σε σχέση με το μέγεθος των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης και τις συνέπειες που θα φέρουν κατά τον ερχομό τους.

Ένα ακόμα ηθικό ρίσκο είναι το ζήτημα των πνευματικών δικαιωμάτων. Τις περισσότερες φορές δεν είναι σαφές για ποιο σκοπό συλλέγονται τα δεδομένα, ποιοι είναι οι περιορισμοί στη χρήση τους, ποιος είναι ο κάτοχος των δεδομένων, καθώς και αν οι κάτοχοι των δεδομένων έχουν δώσει τη συγκατάθεσή τους για την χρήση τους. Τα δεδομένα του εκάστοτε χρήστη είναι πιθανό να αποθηκευτούν και να κοινοποιηθούν σε όλο το δίκτυο. Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης υποχρεούνται να διασφαλίζουν ότι αυτά τα δεδομένα παραμένουν προστατευμένα και οι κυβερνήσεις πρέπει να θεσπίσουν ισχυρούς νόμους για την προστασία των δεδομένων για την επιβολή τους.

Ένα επιπρόσθετο ρίσκο είναι η ποιότητα και η ακεραιότητα των δεδομένων που συλλέγουν οι οργανισμοί. Τα χαμηλής ποιότητας δεδομένα οδηγούν σε κακή λήψη αποφάσεων, συνεπώς και σε ζημιά. Το κόστος των δεδομένων χαμηλής ποιότητας μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια 8% έως 12% των εσόδων σε έναν οργανισμό που συνεπάγεται σε απώλεια δισεκατομμυρίων σε ένα χρόνο. Παράλληλα, τα συστήματα που βασίζονται σε τεχνητή νοημοσύνη λειτουργούν ως ένα μαύρο κουτί που χρησιμοποιεί δυαδικό σύστημα, έτσι η έλλειψη διαφάνειας λειτουργεί ως εμπόδιο στην υιοθέτηση της τεχνολογίας αυτής. Δεν έχει βρεθεί ακόμα κανένας αξιόπιστος και αποτελεσματικός τρόπος για τον έλεγχο της ποιότητας των δεδομένων, όπως και οι αλγόριθμοι που δεν έχουν σχεδιαστεί ακόμα για να αντιμετωπίσουν τη δυναμική και την ποικιλία των εισόδων και ενδέχεται να οδηγήσουν σε λανθασμένα αποτελέσματα και αποφάσεις. Σε συνδυασμό με τα παραπάνω προστίθεται ακόμα το ρίσκο της ασφάλειας του κάθε κώδικα καθώς οι κακόβουλες επιθέσεις είναι κάτι που μπορεί εύκολα να συμβεί στο έξυπνο σύστημα αν δεν έχουν ληφθεί τα κατάλληλα μέτρα. Τέλος, η αυξανόμενη πολυπλοκότητα των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης, όπως η μηχανική μάθηση και τα νευρωνικά δίκτυα, μειώνουν την ικανότητα των ανθρώπινων χειριστών να επιθεωρήσουν τα

αποτελέσματα, καθιστώντας δυνητικά αδύνατο κατανοηθούν τα αποτελέσματα που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη.

Σύμφωνα με την παραπάνω ανάλυση παρατηρούνται δύο μεγάλες συνιστώσες. Η μία συνιστώσα αφορά τον τρόπο με τον οποίο όλες εκείνες οι σύγχρονες και έξυπνες τεχνολογίες, οι οποίες αν εφαρμοστούν σωστά, θα αναβαθμίσουν τις αλυσίδες που θα τις υιοθετήσουν, μεγιστοποιώντας τα κέρδη και την εξυπηρέτηση των πελατών τους μειώνοντας παράλληλα όλους τους ενδιάμεσους χρόνους σε κάθε επιμέρους διαδικασία και λειτουργία. Η άλλη συνιστώσα αφορά όλα τα ρίσκα που θα φέρει κατά την άφιξη του το ολοκληρωτικά εφαρμοσμένο μοντέλο τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης στην διαχείριση των εφοδιαστικών αλυσίδων. Τα ρίσκα σίγουρα δεν μπορούν όλα να προβλεφθούν καθώς το όλο θέμα θεωρείται ακόμα περίπου άγνωστο. Παρατηρήθηκε όμως, και δεν είναι τυχαίο, πως υπάρχουν φόβοι για ζητήματα παραβίασης προσωπικών και απωλειών θέσεων εργασίας μέχρι και απώλειες ανθρώπινων ζωών.

5. Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Η παρούσα διπλωματική εργασία αφορά τους κύριους κινδύνους και κρίσιμους παράγοντες επιτυχίας για την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στο Operations Management και στο Supply Chain Management. Η διατριβή πραγματοποιήθηκε από μελέτη βιβλίων και άρθρων, αντλώντας και συγκρίνοντας τα αποτελέσματα σχετικά με το θέμα του τίτλου, τα οποία αναλυτικά παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια. Αναμφισβήτητα ο συνδυασμός των κλάδων της διοίκησης των λειτουργιών, της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας και της τεχνητής νοημοσύνης αποτελεί ένα πολύ μεγάλο κεφάλαιο. Έτσι, μερικά από τα θέματα μελλοντικής έρευνας και ανάλυσης είναι τα παρακάτω:

- Ερωτηματολόγια προς επιχειρήσεις για το πως βλέπουν οι ίδιοι τις τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης.
- Ποιοι είναι μέχρι σήμερα οι τρόποι για την απόκτηση, διαχείριση, και αποθήκευση δεδομένων σε μία εφοδιαστική αλυσίδα.
- Οι κώδικες έως σήμερα που χρησιμοποιούν τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης στην εφοδιαστική αλυσίδα.
- Οι αυτοματισμοί τεχνητής νοημοσύνης που χρησιμοποιούνται σε βιομηχανίες και αποθήκες στην εφοδιαστική αλυσίδα.
- Ποιοι είναι οι κρίσιμοι παράγοντες για την επιτυχή συνεργασία Big Data και IoT.
- Παραδείγματα κινδύνων και ρίσκων που εμφανίστηκαν από την εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης σε πραγματικές αλυσίδες εφοδιασμού και βιομηχανίες.
- Ποιο είναι το μέσο κόστος για μία ΜΜΕ για την απόκτηση και εφαρμογή τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης.
- Περεταίρω μελέτη και έρευνα για την εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης πάνω σε μεμονωμένες σύγχρονες τεχνολογίες όπως το Διαδίκτυο των πραγμάτων, αναλυτικές τεχνολογίες, Big Data κ.α.

Βιβλιογραφία

- [1] Εικόνα εξωφύλλου, Chamaki, F., (2018) How AI is Augmenting Human Intelligence Moving Forward, [<https://www.hivery.com/general/>, ανακτήθηκε 25/05/2020].
- [2] Γιώργος Ιωάννου *Διοίκηση Παράγωγης και Υπηρεσιών*, Εκδόσεις Αθ.Σταμούλη, 2005.
- [3] Davis, Mark, M., Nicholas, J., Aquilano, and Richard, B. *Fundamentals of Operations Management*, 3rd ed., Boston, 1999.
- [4] Finch, Byron, j. *Operations Now*, 2nd ed., Boston, 2006.
- [5] Raturi, Amitabh, and James, R. E. *Principles of Operations Management*, Mason, Thomson Southwestern, 2005.
- [6] Anupindi, Ravi, Sunil, C., Sudhakar, D., Deshmukh, Jan, A., Van, M., and Eitan Z *Managing Business Process Flows: Principles of Operations Management*, Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2006.
- [7] JPC Media LLC *Introduction to Operations Management*, Minnetonka, (952) 542-9872, 1999.
- [8] Maria Schickel *Introduction to Operations Management*, 1st ed., Seltersdruck & Verlag Lehn, Niederselters, 2017.
- [9] Handfield, R.B., Nichols, E.L., (1999) *Introduction to Supply Chain Management*, Prentice-Hall, Upper Saddle River.
- [10] Myerson, P., *Supply Chain and Logistics Management Made*, Pearson Education, Inc. Old Tappan, New Jersey, 2015.
- [11] Christopher, M., *Logistics & Supply Chain Management*, 4th ed., Edinburgh Gate, Harlow, 2011.
- [12] Keely, L.C., Sebastián, J. G.-D, Douglas, M.L., and Dale, S.R., (2001) *The Supply Chain Management Processes*.
- [13] 6 Ways Supply Chain Management Model Can Improve Your Business, [<https://jyler.com/index.php/>, ανακτήθηκε 25/05/2020]
- [14] Szymonik, A., *Logistics and Supply Chain Management*, 2011.
- [15] Dr. Dawei, L. *Fundamentals of Supply Chain Management*, 2011.
- [16] Jacoby, D. *Guide to Supply Chain Management: How Getting it Right Boosts Corporate Performance (The Economist Books)*, 1st edition, Bloomberg Press, 2009.
- [17] Oliver, k. and Webber, M. (1982) *Supply Chain Management: logistics catches up with strategy*

- [18] Chopra, S. and Meindl, P. *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Organization*. Prentice-Hall Inc. New Jersey, 2001.
- [19] Σαρρής, Ν. (2017) *Μελέτη Αποτυπώματος Εφοδιαστικής Αλυσίδας Μικρομεσαίων επιχειρήσεων Συσκευασίας Προϊόντων Για Την Περίπτωση Των Τυποποιητηρίων Ελαιόλαδου*, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής του Ανθρώπου, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- [20] Δανιά, Α. (2015) *Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας & Νέες Τεχνολογίες*, Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Πειραιώς.
- [21] Russel, S.J., and Norvig, P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 3rd ed., 2009.
- [22] Soleimani, S. (2018) *A Perfect Triangle with: Artificial Intelligence, Supply Chain Management, and Financial Technology*, *Archives of Business Research*, 6 (11), 85-94.
- [23] Hauser, L. *Artificial Intelligence: Internet Encyclopedia of Philosophy*, 2018.
- [24] Geisel, A. (2018) *The Current And Future Impact Of Artificial Intelligence On Business*, *International Journal of Scientific & technology research* Volume 7, Issue 5, 2018.
- [25] Felten, E. and Lyonsm T., (2014) *Public Input and Next Steps On the Future of Artificial Intelligence*.
- [26] Holdern, J.P., Bruce, A., Felten, E., Lyons, T. and Garris, M. (2016) *Preparing For The Future Of Artificial Intelligence*.
- [27] Hintze, A., (2016) *Understanding the four types of AI, from reactive robots to self-aware beings*.
- [28] Charrington, S., *Artificial Intelligence for Industrial Applications*, CloudPulse Strategies, 2017.
- [29] Amazon.com, *Amazon Selects Finalists to Compete at The Amazon Robotics Challenge Event in Japan This Summer*, 2017.
- [30] Jones, K. *Real-Time Load Tracking: At What Price*, 2017.
- [31] Boeing, *Boeing To Acquire Liquid Robotics to Enhance Autonomous Seabed-To-Space Information Services*, 2016.
- [32] Thompson F. D. *Bosch to Invest €300 Million into AI*, 2017.
- [33] Frazzon, E.M, Rodriguez, C.M.T., Pires, M.C and Pereira, M.M., (2019) *Towards Supply Chain Management 4.0*, ReseachGate.
- [34] Αϋφαντοπούλου, Γ, (2019) *Τάσεις στην ψηφιοποιημένη εφοδιαστική αλυσίδα*, Παρουσίαση.

- [35] Lee, J., Singh, J. and Azamfar M., (2019) *Industrial Artificial Intelligence*.
- [36] Leurent, H. and Boer, E. D., (2019) *Fourth Industrial Revolution Beacons of Technology and Innovation in Manufacturing*.
- [37] Kagermann et al. (2011) *Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution*.
- [38] Kagermann et al. (2013) *Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group*.
- [39] Weyer, S. et al. (2015), *Towards Industry 4.0-Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production systems*.
- [40] What is Industry 4.0 and what does it contribute to my company, [<https://iotsens.com/>, ανακτήθηκε 25/05/2020].
- [41] Porter, M. *The Competitive Advantage of Nations*, Harvard Business Review, 1990.
- [42] Lowe's *Lowe's Introduces LoweBot: The Next Generation Robot to Enhance the Home Improvement Shopping Experience in the Bay Area*, 2016.
- [43] Narooei, K. and Ramli, R. *Application of Artificial Intelligence Methods of Tool Path Optimization in CNC Machines: A Review*, 2014.
- [44] Shin, K. and Park, C. *A Machine Learning Approach to Yield Management in Semiconductor Manufacturing*, 2000.
- [45] Evans, R. and Gao, J. *Deepmind AI Reduces Google Data Centre Cooling Bill By 40%*, Deepmind Blog, 2016.
- [46] Romero, S. et al. *Artificial Intelligence Techniques for Smart Grid Applications*, CEPIS Upgrade, 2011.
- [47] Wang, K. S. (2016) *Logistics 4.0 Solution: New Challenges and Opportunities*, 6th International Workshop of Advanced Manufacturing and Automation, Manchester, November 2016.
- [48] Lee, C. et al. (2018) *Design and application of Internet of things-based warehouse management system for smart logistics*, International Journal of Production Research.
- [49] Barreto, L. et al. (2017) *Industry 4.0 implications in logistics: an overview*, Procedia Manufacturing.
- [50] Galindo, L. D. (2016) *The Challenges of Logistics 4.0 for the Supply Chain Management and the Information Technology*, Master's thesis in Mechanical Engineering, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway.
- [51] Long, T.N. (2019) *Ai And The Future of Supply Chains*, Indian Institute Of Foreign Delhi, ResearchGate.

- [52] Jayaram, A. (2016) *Lean six sigma approach for global supply chain management using industry 4.0 and IoT*, 2nd International Conference on Contemporary Computing and Informatics (IC3I), India, December 2016.
- [53] Hermann, M. et al. (2016) *Design principles for industrie 4.0 scenarios*, 49th Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii, January 2016.
- [54] Ivanov, D. et al. (2016), *A dynamic model and an algorithm for short-term supply chain scheduling in the smart factory industry 4.0*, International Journal of Production Research.
- [55] Queiroz, M. and Machado, M.C. (2017) *Smart supply chain in industry 4.0: trends, challenges, and research opportunities*, XX Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais, Brasil, August 2017.
- [56] Wu, L. et al. (2016) *Smart supply chain management: a review and implications for future research*, International Journal of Logistics Management.
- [57] Team Atom, (2019) *Supply Chain Management In Industry 4.0*, Indian Institute of Management Luchnow, ResearchGate.
- [58] Katz, R. et al., (2017) *Digital Ecosystems: Innovation and Disruption in Latin America*, Center of Digital Business Transformation, 2017.
- [59] Rothaermel, F.T., *Strategic management*, 3rd ed., New York, NY: McGraw-Hill Education, 2017.
- [60] Conick, H., (2017) The past, present and future of AI in marketing, [<https://www.ama.org/marketing-news/>, ανακτήθηκε 22/04/2020]
- [61] Pega, (2017) 4 Ways To Drive Customer Engagement With AI, [<https://www.forbes.com/sites/insights-pega/>, ανακτήθηκε 22/04/2020].
- [62] Fatemi, F. (2017) Artificial Intelligence is Transforming Sales In Surprising Ways, [<https://www.forbes.com/sites/>, ανακτήθηκε 02/05/2020].
- [63] Ovaska, S., (2017) *How artificial intelligence is changing accounting*.
- [64] Thun, J. and Hoenig, D., (2011) An empirical analysis of supply chain risk management in the German automotive industry, *International Journal of Production Economics*, 2011.
- [65] Marley, K., Ward, P.T. and Hill, J.A. (2014) Mitigating supply chain disruption – a normal accident perspective. *Supply Chain Management : An international Journal*.
- [66] Efendigil, T., Onut, S. and Kahraman, C. (2009) A decision support system for demand forecasting with artificial neural networks and neur-fuzzy models: A comparative analysis. *Expert Systems with Application*.

- [67] Blackhurst, J., Craighead, C., Elkins, D. and Handfield B. An empirically derived agenda of critical research issues for managing supply chain disruptions, 2005.
- [68] Silva, N. et. al. (2017) Improving Supply Chain Visibility With Artificial Neural Networks, *27th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing*, Modena, Italy, June 2017.
- [69] Mumbai, N, Benada, P and Verma, M., (2018) *Impact of Self-Driving Vehicles And Truck Platooning*.
- [70] Mercer, C. and Macaulay, T. (2017) Companies working on driverless cars, [<https://www.techadvisor.co.uk/feature/small-business/>, ανακτήθηκε 03/05/20].
- [71] Correll, N., et. al. (2018) *Analysis and observations from the first amazon picking challenge*.
- [72] Laskey, M. et. al. (2016) *Using a hierarchy of supervisors for learning from demonstrators. International Conference on Automation Science and Engineering*, 2016.
- [73] Finill, N. (2019) Robots Will Be Working in 50,000 Warehouses by 2025, Report Says, [<https://www.roboticsbusinessreview.com/supply-chain/>, ανακτήθηκε 20/05/20].
- [74] Rusli, M.E., (2012) Amazon.com to Acquire Manufacturer of Robotics, [<https://dealbook.nytimes.com/> ανακτήθηκε 29/04/2020].
- [75] DHL (2016) Robotics in logistics. *A DPDHL perspective on implications and use cases for the logistics industry. DHL Customer Solutions & Innovation*.
- [76] DHL (2014) Self – Driving Vehicles in Logistics, A DHL perspective on implications and use cases for the logistics industry.
- [77] Olsson, J., Hellstrom, D. and Palsson, H. (2019) Framework of Last Mile Logistics Research A Systematic Review of the Literature.
- [78] Duan, D. (2017) Truck Platooning: The Band of Semi-Trailers, [<https://www.labroots.com/trending/chemistry-and-physics/>, ανακτήθηκε 17/05/20].
- [79] KPMG, Self-Driving Cars: Are we Ready?, (2013).
- [80] Mall, S. (2012) RFID and Supply Chain Management: A Brief Outline.
- [81] <http://www.uhfrfid-reader.com/sale-7941554-lower-shipping-costs-long-range-rfid-system-for-warehouse-inventory-management.html>
- [82] Panchal, J. (2018) Big Data Application In Supply Chain, Jamnalal Bajaj Institute Of Management Studies.
- [83] Elsevier, (2018) Big data analytics and application for logistics and supply chain management, ScienceDirect.

- [84] Columbus, L., (2015) Ten Ways Big Data Is Revolutionizing Supply Chain Management , [<https://www.forbes.com/sites/louiscolumbus>, ανακτήθηκε 03/05/20].
- [85] Cakici et al. (2011) *Using RFID for the management of pharmaceutical inventory-system optimization and shrinkage control*.
- [86] Mishra, N., Singh, A., (2016), Use of twitter data for waste minimisation in beef supply chain
- [87] Zhong, Y. et. al. (2015) A big data approach for logistics trajectory discovery from RFID.
- [88] Waller, A. and Fawcett, S.E., (2013) Data science, predictive analytics, and big data: a revolution that will transform supply chain design and management.
- [89] Kannan, D., (2018) Role of multiple stakeholders and the critical success factor theory for the sustainable supplier selection process.
- [90] Witkowski, K. (2016), Internet of Things, Big Data, Industry 4.0– Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management, *7th International Conference on Engineering, Project, and Production Management*.
- [91] Onuralp, M. et. al. (2016) Big Data for Industry 4.0: A conceptual Framework, *International Conference on Computational Science and Computational Intelligence*, 2016.
- [92] Kolte, A. (2018) IOT and Supply Chain Management, Indian Institute of Foreign Trade Delhi.
- [93] Weber, L., The Internet of Things has moved beyond the hype and is rapidly becoming a reality, with potentially profound effects for the logistics industry and its customers, [<https://scm.dk/>, ανακτήθηκε 17/05/20].
- [94] Kumar, A. and Shoghli, O. (2019) A review of IoT applications in Supply Chain Optimization of Construction Materials.
- [95] Mulligan, C. et. al. (2018) Blockchain beyond the hype: A practical framework for business leaders, *World Economic Forum*, Geneva, 2018.
- [96] Wu, H. et. al. (2017) A distributed ledger for supply chain physical distribution visibility.
- [97] B. Carson, B. et. al. (2018) Blockchain beyond the hype: What is the strategic business value.
- [98] Kehoe, L, et. al. (2017) When two chains combine, supply chain meets blockchain, [deloitte.ie](https://www.deloitte.ie).

- [99] Jabbari, A. and Kaminsky, P. (2018) Blockchain and Supply Chain Management, University of California, Berkeley, January 2018
- [100] Petersen, M. and Hackius, N. (2017) Mapping the sea of opportunities: Blockchain in supply chain and logistics.
- [101] Kwon, G. and Suh, T. (2004) Factors affecting the level of trust and commitment in supply chain relationships, *Journal of Supply Chain Management*, 2004.
- [102] Babich, V. and Hilary, G. (2018) Distributed ledgers and operations: What operations management researchers should know about blockchain technology, *Electronic Journal*, 2018.
- [103] Kersten, W., Blecker, T., Ringle, C.M. and Jahn, C. *Artificial Intelligence and Digital Transformation in Supply Chain Management*, 1st Edition, epubli GmbH, Berlin, 2019.
- [104] Sgantzos, K, and Grigg, I. (2019) Artificial Intelligence Implementations on the Blockchain. Use Cases and Future Applications.
- [105] Novotny, P, et. al. (2019) Blockchain Analytics and Artificial Intelligence.
- [106] Marwala, T, and Xing, B. Blockchain and Artificial Intelligence, University of Johannesburg.
- [107] Arosa, H., (2018) AI and Future of Jobs In Supply Chain. Lift, Delhi.
- [108] Sun, T. and Medaglia, R. (2019) Mapping the challenges of artificial intelligence in the public sector: Evidence from public healthcare. *Government Information Quarterly*.
- [109] Risse, M. (2019) Human rights and artificial intelligence: An urgently needed agenda. *Human Rights*.
- [110] Ingham L., (2018) Stephen Hawking on the potential challenges and opportunities of Ai, [<https://www.factor-tech.com/feature/>, ανακτήθηκε 02/05/20].
- [111] Klumpp, M., (2018) Automation and artificial intelligence in business logistics systems: human reactions and collaboration requirements, *International Journal of Logistics Research and Applications A Leading Journal of Supply Chain Management*.
- [112] McPherson, M., Smith, L., and Cook, J. (2001) Birds of a feather: Homophily in social networks, *Annual Review of Sociology*.
- [113] David, H., (2015) Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation, *Journal of Economic Perspectives*.
- [114] Gupta, K., and Kumari, R. (2017) Artificial intelligence in public health: Opportunities and challenges.

- [115] Sun, T. Q., and Medaglia, R. (2019) Mapping the challenges of artificial intelligence in the public sector: Evidence from public healthcare.
- [116] Duan, Y., Edwards, S., and Dwivedi, Y. (2019) Artificial intelligence for decision making in the era of big data – Evolution, challenges and research agenda, *International Journal of Information Management*.
- [117] O Neil, C. (2016) Weapons of math destructions.
- [118] Khanna, S., Sattar, A., and Hansen, D. (2013) Artificial intelligence in health – The three big challenges, *Australasian Medical Journal*.
- [119] Hazen, B. T., et. al. (2014) Data quality for data science, predictive analytics, and big data in supply chain management: An introduction to the problem and suggestions for research.
- [120] Dey, D., and Kumar, S. (2010) Reassessing data quality for information products, *Management Science*.
- [121] Walton, P. (2018). Artificial Intelligence and the Limitations of Information.
- [122] Janssen, M., and Kuk, G. (2016). The challenges and limits of big data algorithms in technocratic governance, *Government Information Quarterly*.
- [123] Reza Tizhoosh, H., and Pantanowitz, L. (2018) Artificial intelligence and digital pathology: Challenges and opportunities, *Journal of Pathology Informatics*.
- [124] Pasquale, F. (2015) The Black Box Society: The secret algorithms that control money and information. Cambridge, *Harvard University Press*.
- [125] Miller, T. (2019) Explanation in artificial intelligence: Insights from the social sciences.
- [126] Wihlborg, E., Larsson, H., and Hedström, K. (2016) “The computer says no!” – A case study on automated decision-making in public authorities. *International Conference on System Sciences*, 2016.
- [127] Nambu, T. (2016) Legal regulations and public policies for next-generation robots in Japan.
- [128] Bughin, J. et. al. (2018) Notes from the AI frontier: Modeling the global economic impact of AI, *McKinsey Global Institute*.
- [129] Vesset, D. et al. (2015) Worldwide big data and analytics 2016 predictions.
- [130] Onnasch, L., et. a l. (2014) Human performance consequences of stages and levels of automation.

- [131] Złotowski, J., Yogeewaran, K., and Bartneck, C. (2017) Can we control it? Autonomous robots threaten human identity, uniqueness, safety, and resources, *International Journal of Human-Computer Studies*.
- [132] Adam, T., Sullivan, C., and Russell, R. (2017) Artificial intelligence and public policy, *Report of Mercatus Center, George Mason University*.
- [133] Mcginnis, D., (2019) How the Future of AI Will Impact Business, [<https://www.salesforce.com/blog/2019/>, ανακτήθηκε 11/05/20].
- [134] Uzialko, A., (2018) How Artificial Intelligence Will Transform Business, [<https://www.businessnewsdaily.com/>, ανακτήθηκε 12/05/20].
- [135] Abramovich, G., (2017) Is Artificial Intelligence On The Brink Of Changing Business Forever? , [<https://www.adobe.com/insights/>, ανακτήθηκε 12/05/20].
- [136] White Paper, (2019) Supply Chain 4.0 Global Practices and Lessons Learned for Latin America and the Caribbean.
- [137] Galanos, V., et al. (2018). Artificial intelligence does not exist: Lessons from shared cognition and the opposition to the nature/nurture divide, *International Conference on Human Choice and Computers*.