



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
MBA TQM INTERNATIONAL**

**ΠΜΣ στη Διοίκηση Επιχειρήσεων
Ολική Ποιότητα με διεθνή προσανατολισμό
(MBA TQM Int.)**

Τεχνητή Νοημοσύνη και Εφοδιαστική αλυσίδα

Λιανός Δημ. Γεώργιος ΜΔΕ-ΟΠ 1711

Επιβλέπων Καθηγητής : Μοσχούρης Σωκράτης

Πειραιάς 2023

ΒΕΒΑΙΩΣΗ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

«Δηλώνω υπεύθυνα ότι η διπλωματική εργασία για τη λήψη του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών, του Πανεπιστημίου Πειραιώς, στη Διοίκηση Επιχειρήσεων – Ολική Ποιότητα με Διεθνή Προσανατολισμό» με τίτλο:

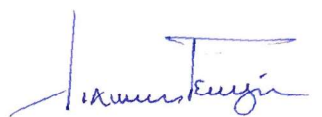
« Τεχνητή Νοημοσύνη και Εφοδιαστική αλυσίδα »

έχει συγγραφεί από εμένα αποκλειστικά και στο σύνολό της. Δεν έχει υποβληθεί ούτε έχει εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού προγράμματος ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών, στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό, ούτε είναι εργασία ή τμήμα εργασίας ακαδημαϊκού ή επαγγελματικού χαρακτήρα.

Δηλώνω επίσης υπεύθυνα ότι οι πηγές στις οποίες ανέτρεξα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας, αναφέρονται στο σύνολό τους, κάνοντας πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου»

Υπογραφή Μεταπτυχιακού Φοιτητή Ονοματεπώνυμο

.....



Νίκος Τεβέργιος

Ευχαριστίες

Θεωρώ μεγάλη ανάγκη να ευχαριστήσω τους ανθρώπους που με βοήθησαν στην εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας μου, παρέχοντας μου υλική και ψυχολογική υποστήριξη.

Αρχικά, θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κύριο Σωκράτη Μοσχούρη που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με το θέμα της Τεχνητής νοημοσύνης και εφοδιαστικής αλυσίδας ώστε και να αναπτύξω την πτυχιακή μου εργασία. Επίσης, τον ευχαριστώ για τις χρήσιμες συμβουλές και παρατηρήσεις του σε όλη την διάρκεια της εκπόνησής της.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη σύζυγό μου Μαρία για την αμέριστη ηθική και υλική συμπαράσταση που μου παρείχε κατά την διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Αθήνα Μάιος 2023

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη.....	1
Abstract.....	2
1. Εισαγωγή στην εφοδιαστική αλυσίδα.....	3
1.1. Ορισμός.....	4
1.2. Μοντέλα λειτουργίας της εφοδιαστικής αλυσίδας	5
1.3. Εμπλεκόμενα μέρη	6
1.4. Επίπεδα αποφάσεων της εφοδιαστικής αλυσίδας.....	10
1.4.1. Στρατηγικές αποφάσεις	10
1.4.2. Τακτικές αποφάσεις.....	11
1.4.3. Επιχειρησιακές αποφάσεις	12
1.5. Προβλήματα που εντοπίζονται στην εφοδιαστική αλυσίδα	12
2. Μηχανική Μάθηση (Machine Learning)	15
2.1. Τα βήματα της μηχανικής μάθησης.....	16
2.2. Βαθιά μάθηση.....	17
2.3. Νευρωνικό δίκτυο	17
2.4. Ειδικό σύστημα.....	18
2.5. Χρήσεις της μηχανικής μάθησης στην εφοδιαστική αλυσίδα.....	18
3. Τεχνητή νοημοσύνη.....	22
3.1. Ορισμός.....	22
3.2. Υποπεδία της Τεχνητής Νοημοσύνης	24
3.3. Εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης σε Εφοδιαστικές Αλυσίδες.....	26
3.3.1. Προβλέψεις & προγραμματισμός ζήτησης.....	26
3.3.2. Προμήθειες & Αγορές	28
3.3.3. Διαχείριση παραγωγής και αποθεμάτων.....	28
3.3.4. Αποδοτικότητα της αποθήκης.....	30
3.3.5. Αυξημένη ασφάλεια	30
3.3.6. Μειωμένα επιχειρησιακά κόστη	31
3.3.7. Έγκαιρη παράδοση	31

3.3.8. Back Office Automation	32
3.3.9. Εικονικοί Βοηθοί	33
3.4. Ο αντίκτυπος της Τεχνητής Νοημοσύνης στις Εφοδιαστικές Αλυσίδες	34
3.4.1. Αντίκτυπος στις προμήθειες	34
3.4.2. Επιπτώσεις στην παραγωγή	35
3.5. Τα οφέλη της τεχνητής νοημοσύνης στην κατασκευή	35
3.5.1. Αυτόματη οπτική επιθεώρηση και ποιοτικός έλεγχος	36
3.5.2. Ενίσχυση ανθρώπινων δυνατοτήτων	37
3.5.3. Ενεργοποίηση της προληπτικής συντήρησης	38
3.6. Επιπτώσεις στην Αποθήκη	38
3.7. Επιπτώσεις στη διανομή	41
3.8. Ψηφιοποίηση των διαδικασιών	42
3.9. Αυτοματοποίηση και AMR	43
3.9.1. AMR και ευελιξία του εσωτερικού εφοδιασμού	44
3.9.2. AMR και lead time	45
3.9.3. AMR και εξοικονόμηση χρόνου	45
3.9.4. AMR και γρήγορη απόδοση της επένδυσης (ROI)	46
3.9.5. AMR και περιβάλλον εργασίας	46
3.10. Εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στη Δημιουργία Αξίας	46
3.10.1. Πρόβλεψη ζήτησης και βελτιστοποίηση	47
3.10.2. Παραγωγή	48
3.10.3. Προώθηση και κοστολόγηση	49
3.10.4. Παράδοση	53
3.10.5. «Έξυπνο» λιανικό εμπόριο	54
3.10.6. Έξυπνη βιομηχανία	56
4. Εφοδιαστική Αλυσίδα 4.0	58
4.1. Διαχείριση αλυσίδων εφοδιασμού και logistics	59
4.2. Ο ρόλος της Εφοδιαστικής Αλυσίδας 4.0	60
4.3. Συνεργάτες και Outsourcing της Εφοδιαστικής Αλυσίδας 4.0	63

4.4. Αλυσίδα εφοδιασμού 4.0 και απειλές του κυβερνοχώρου.....	64
4.5. Διαχείριση κινδύνων για την Εφοδιαστική Αλυσίδα 4.0.....	65
Βιβλιογραφία	68

Περίληψη

Η κρίση της αλυσίδας εφοδιασμού έχει λάβει μεγάλη προσοχή πρόσφατα. Δεν είναι δύσκολο να καταλάβει κανείς γιατί. Η κρίση είχε εκτεταμένες επιπτώσεις στη βιομηχανία και την παγκόσμια οικονομία. Έχει συμβάλει στην αύξηση του κόστους, στις απολύσεις, στη μείωση της παραγωγής και στα άδεια ράφια των καταστημάτων. Ωστόσο, υπάρχει μια αχτίδα ελπίδας στον ορίζοντα με τη μορφή της Τεχνητής Νοημοσύνης (AI). Η τεχνολογία ενισχύει την εφοδιαστική αλυσίδα με διάφορους τρόπους, από τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης των αποθεμάτων έως τη βελτίωση των διαδικασιών αποθήκευσης και την αυτοματοποίηση κρίσιμων πτυχών της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η τεχνητή νοημοσύνη στην εφοδιαστική αλυσίδα έχει τη δυνατότητα να ενισχύσει σημαντικά τα Logistics σε μια εποχή που κάθε λεπτό μετράει. Η διαχείριση αποθεμάτων είναι συχνά τόσο τέχνη όσο και επιστήμη. Απαιτεί την τακτική διαχείριση των υφιστάμενων επιπέδων αποθεμάτων, ενώ παράλληλα προβλέπει τις μελλοντικές ανάγκες από τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων. Απαιτεί από τους διαχειριστές να αναπτύξουν επαρκή κατανόηση των τάσεων της αγοράς και της συμπεριφοράς των πελατών, προκειμένου να εντοπίσουν το επονομαζόμενο Sweet spot στον προγραμματισμό των αποθεμάτων, εξασφαλίζοντας ότι υπάρχει πάντα επαρκής προσφορά κρίσιμων προϊόντων και υλικών, αποφεύγοντας παράλληλα τα πλεονάσματα και τη σπατάλη. Πρόκειται για μια δύσκολη λειτουργία με ουσιαστικές επιπτώσεις στην αλυσίδα εφοδιασμού, καθώς η σωστή διαχείριση αποθεμάτων αποτρέπει την επιβάρυνση της γραμμής εφοδιασμού με βιαστικές αποστολές ή περιττές μεταφορές. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να κάνει μία ενδελεχή βιβλιογραφική ανασκόπηση για τις εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στην αλυσίδα εφοδιασμού, τα ρίσκα αλλά και τους τρόπους διαχείρισής τους.

Abstract

The supply chain crisis has received a lot of attention recently. It is not difficult to see why. The crisis has had far-reaching effects on industry and the global economy. It has contributed to rising costs, layoffs, reduced production and empty store shelves. However, there is a glimmer of hope on the horizon in the form of Artificial Intelligence (AI). The technology is enhancing the supply chain in a variety of ways, from optimizing inventory management to improving warehousing and storage processes and automating critical aspects of the supply chain. AI in the supply chain has the potential to significantly enhance logistics in an era where every minute counts. Inventory management is often both an art and a science. It requires tactical management of existing inventory levels while anticipating future needs by decision makers. It requires managers to develop an adequate understanding of market trends and customer behavior in order to identify the sweet spot in inventory planning, ensuring that there is always an adequate supply of critical products and materials while avoiding excess and waste. This is a challenging operation with a substantial impact on the supply chain, as proper inventory management prevents the supply line from being overloaded with rushed shipments or unnecessary transfers. The purpose of this paper is to make a thorough literature review on the applications of artificial intelligence in the supply chain, the risks and the ways to manage them.

1. Εισαγωγή στην εφοδιαστική αλυσίδα

Στην εποχή της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης που χαρακτηρίζεται από τη συγχώνευση ανατρεπτικών τεχνολογιών όπως η τεχνητή νοημοσύνη (AI) και η ρομποτική, τα παραδοσιακά όρια μεταξύ ανθρώπου και μηχανής θολώνουν. Καθώς αλλάζει ο ρόλος των ανθρώπων στις λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας, οι αλλαγές στα παραδείγματα διαχείρισης επιταχύνονται την τελευταία δεκαετία. Για παράδειγμα, η συμβατική μεταποίηση έχει μετατραπεί σε έξυπνη, καθοδηγούμενη από δεδομένα κυβερνομεταποίησης με τη βοήθεια των κυβερνοφυσικών συστημάτων (CPS) και του διαδικτύου των πραγμάτων (IoT) (Lee, Azamfar & Singh, 2019). Αυτού του είδους ο μετασχηματισμός όχι μόνο βελτιώνει τη λειτουργική αποδοτικότητα και την παραγωγικότητα της διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού, αλλά και ενισχύει την ορατότητα της αλυσίδας εφοδιασμού σε όλες τις διαδικασίες της αλυσίδας εφοδιασμού από άκρο σε άκρο (BenDaya, Hassini & Bahroun, 2019). Ένας από τους αναδυόμενους καταλύτες για τον μετασχηματισμό της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι η τεχνητή νοημοσύνη λόγω της διαλειτουργικότητας, της αποθήκευσης δεδομένων και των δυνατοτήτων επιχειρηματικής ανάλυσης (Baryannis, Dani & Antoniou, 2019).

Η σωστή εφαρμογή της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι εξαιρετικά σημαντική για τις εταιρείες - ειδικά στον σύγχρονο κόσμο, όπου οι καταναλωτές αναμένουν να λάβουν τα αγαθά πιο γρήγορα από ποτέ. Τι είναι όμως στην πραγματικότητα η εφοδιαστική αλυσίδα; Ως αλυσίδα εφοδιασμού ορίζεται η όλη διαδικασία παραγωγής και πώλησης εμπορικών αγαθών, συμπεριλαμβανομένου κάθε σταδίου, από την προμήθεια υλικών και την κατασκευή των αγαθών έως τη διανομή και την πώλησή τους. Η επιτυχής διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού είναι απαραίτητη για κάθε εταιρεία που θέλει το μερίδιο αγοράς της, να αυξάνεται συνεχώς.

Γενικά, η Τεχνητή νοημοσύνη αναφέρεται ως η χρήση των υπολογιστών για συλλογισμό, αναγνώριση μοτίβων, εκμάθηση ή κατανόηση ορισμένων συμπεριφορών από την εμπειρία, απόκτηση και διατήρηση γνώσεων και ανάπτυξη διαφόρων μορφών συμπερασμού για την επίλυση προβλημάτων σε καταστάσεις λήψης αποφάσεων όπου οι βέλτιστες ή ακριβείς λύσεις είναι είτε πολύ ακριβές είτε δύσκολο να παραχθούν (Min, 2010). Με λίγα λόγια, η τεχνητή νοημοσύνη παρέχει σε μια μηχανή τη δυνατότητα να εκτελεί οποιοσδήποτε γνωστικές λειτουργίες που συνήθιζε να χειρίζεται ο άνθρωπος μέσω της αυτογνωσίας και της αυτομάθησής της. Η τεχνητή νοημοσύνη αποσκοπεί στον σχεδιασμό υπολογιστικών συστημάτων που μπορούν να μιμηθούν τα ανθρώπινα πρότυπα συμπεριφοράς και να δημιουργήσουν γνώσεις σχετικές με την επίλυση

προβλημάτων (Min, 2010). Έτσι, η AI είναι απαραίτητη για την αυτοματοποίηση και την ψηφιοποίηση των δραστηριοτήτων της εφοδιαστικής αλυσίδας και την επακόλουθη βελτίωση της παραγωγικότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας (Dolgui & Ivanov, 2021). Ειδικότερα, η χρήση της AI στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας μπορεί να μεταμορφώσει ριζικά τις τρέχουσες επιχειρηματικές πρακτικές και τα διοικητικά καθήκοντα. Η έκθεση της Gartner ανέδειξε την AI ως την υπ' αριθμόν ένα στρατηγική τεχνολογία. Η τεχνητή νοημοσύνη διαμορφώνει, επανεφευρίσκει και μετασχηματίζει τα επιχειρηματικά μοντέλα και οικοσυστήματα επόμενης γενιάς, όπως τα ψηφιακά δίδυμα, η συνεχής προσαρμοστική ασφάλεια και η σκέψη γεγονότων (Gartner, 2018).

1.1. Ορισμός

Η αλυσίδα εφοδιασμού είναι ένα δίκτυο ατόμων και εταιρειών που εμπλέκονται στη δημιουργία ενός προϊόντος και την παράδοσή του στον καταναλωτή. Οι κρίκοι της αλυσίδας ξεκινούν από τους παραγωγούς των πρώτων υλών και τελειώνουν όταν το φορηγό παραδίδει το τελικό προϊόν στον τελικό χρήστη. Η διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού είναι μια κρίσιμη διαδικασία, διότι μια βελτιστοποιημένη αλυσίδα εφοδιασμού έχει ως αποτέλεσμα χαμηλότερο κόστος και αποτελεσματικότερο κύκλο παραγωγής. Οι εταιρείες επιδιώκουν να βελτιώσουν τις αλυσίδες εφοδιασμού τους, ώστε να μειώσουν το κόστος τους και να παραμείνουν ανταγωνιστικές (Hayes, 2021).

Μια αλυσίδα εφοδιασμού περιλαμβάνει κάθε βήμα που εμπλέκεται στην παράδοση ενός τελικού προϊόντος ή μιας υπηρεσίας στον πελάτη. Τα βήματα μπορεί να περιλαμβάνουν την προμήθεια πρώτων υλών, τη μεταφορά τους στην παραγωγή και, στη συνέχεια, τη μεταφορά των τελικών προϊόντων σε ένα κέντρο διανομής ή ένα κατάστημα λιανικής πώλησης, όπου μπορεί να παραδοθούν στον καταναλωτή.

Οι οντότητες που εμπλέκονται στην αλυσίδα εφοδιασμού περιλαμβάνουν παραγωγούς, προμηθευτές, αποθήκες, εταιρείες μεταφορών, κέντρα διανομής και καταστήματα λιανικής πώλησης. Η αλυσίδα εφοδιασμού αρχίζει να λειτουργεί όταν μια επιχείρηση λαμβάνει μια παραγγελία από έναν πελάτη. Έτσι, οι βασικές λειτουργίες της περιλαμβάνουν την ανάπτυξη προϊόντων, το μάρκετινγκ, τις επιχειρήσεις, τα δίκτυα διανομής, τα οικονομικά και την εξυπηρέτηση πελατών. Όταν η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι αποτελεσματική, μπορεί να μειώσει το συνολικό κόστος μιας επιχείρησης και να ενισχύσει την κερδοφορία της. Εάν ένας κρίκος σπάσει, αυτό μπορεί να επηρεάσει την υπόλοιπη αλυσίδα και μπορεί να είναι δαπανηρό (Hayes, 2021).

Η έννοια της «αλυσίδας εφοδιασμού» είναι καλά εδραιωμένη στη βιβλιογραφία και αναφέρεται γενικά ως η ευθυγράμμιση εταιρειών που φέρνουν προϊόντα ή υπηρεσίες στην αγορά (Lambert, Stock & Ellram, 1998). Η εφοδιαστική αλυσίδα περιλαμβάνει τους κατασκευαστές, προμηθευτές, μεταφορείς, αποθήκες, χονδρέμπορους, λιανοπωλητές, άλλους μεσάζοντες, ακόμη και τους ίδιους τους πελάτες. Οποιοδήποτε προϊόν διακινείται στην αγορά καταναλωτικών αγαθών, στην εξέλιξή του από πρώτη ύλη σε τελικό προϊόν, υφίσταται μια σειρά από διαδοχικές συναλλαγές στην αγορά από επιχείρηση σε επιχείρηση. Για παράδειγμα, όταν ένας τελικός καταναλωτής αγοράζει ένα μπουκάλι Coca Cola, δεν αγοράζει απευθείας από την Coca Cola, αλλά από έναν μεσάζοντα (πχ. το supermarket ή το περίπτερο της γειτονιάς) και το προϊόν περνά από πολλές συναλλαγές από την επιχείρηση προς την αγορά πώλησης και μετέπειτα στον πελάτη – χονδρέμπορος – λιανοπωλητής – τελικός καταναλωτής | (Dumitru & Căescu, 2013).

1.2. Μοντέλα λειτουργίας της εφοδιαστικής αλυσίδας

Υπάρχουν πολλοί τύποι μοντέλων εφοδιαστικής αλυσίδας. Το μοντέλο που θα επιλέξει μια εταιρεία θα εξαρτηθεί από τον τρόπο με τον οποίο είναι δομημένη η εταιρεία και ποιες είναι οι συγκεκριμένες ανάγκες της. Ακολουθούν μερικά παραδείγματα:

- Μοντέλο συνεχούς ροής: Αυτό το παραδοσιακό μοντέλο εφοδιαστικής αλυσίδας λειτουργεί καλά για εταιρείες που παράγουν τα ίδια προϊόντα με μικρές διαφοροποιήσεις. Τα προϊόντα θα πρέπει να έχουν υψηλή ζήτηση και να απαιτούν ελάχιστο έως καθόλου επανασχεδιασμό. Αυτή η έλλειψη διακύμανσης σημαίνει ότι οι διευθυντές μπορούν να εξορθολογίσουν τους χρόνους παραγωγής και να διατηρήσουν αυστηρό έλεγχο των αποθεμάτων. Σε ένα μοντέλο συνεχούς ροής, οι μάνατζερ θα πρέπει να αναπληρώνουν τακτικά τις πρώτες ύλες προκειμένου να αποφεύγονται οι εμπλοκές στην παραγωγή (Hayes, 2021). Αυτό το μοντέλο αφορά συνήθως μια πολύ ώριμη αλυσίδα εφοδιασμού με προφίλ ζήτησης πελατών που έχει μικρή διακύμανση. Η ολοκλήρωση της αλυσίδας εφοδιασμού είναι ζωτικής σημασίας και θα πρέπει να υποστηρίζεται από τρεις βασικές δυνατότητες. Στα αρχικά στάδια, αυτές περιλαμβάνουν τις ηλεκτρονικές συναλλαγές, που χρησιμοποιούνται για τη μείωση του αριθμού των συναλλακτικών διαδικασιών που απαιτούνται κατά τη διάρκεια του κύκλου παραγγελίας, καθώς και την ανταλλαγή πληροφοριών σχετικά με τις πωλήσεις και τα αποθέματα για τη βελτίωση της διαχείρισης της ζήτησης. Στο πιο ώριμο στάδιο, ο συνεργατικός σχεδιασμός με τους βασικούς πελάτες βοηθά στην πρόβλεψη των προτύπων ζήτησης. Όταν η ζήτηση

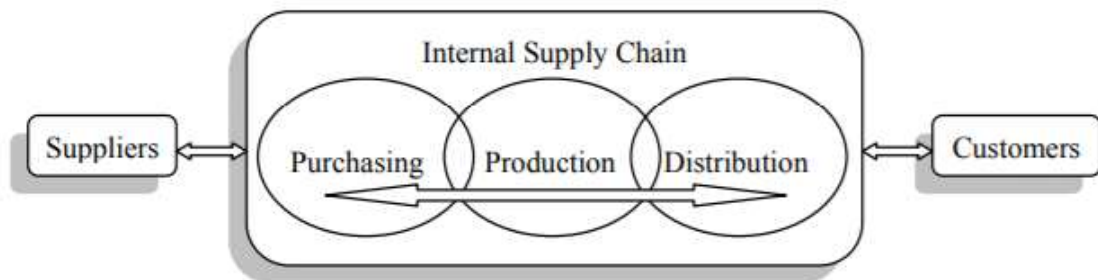
των πελατών είναι εξαιρετικά απρόβλεπτη, τα σχετικά μοντέλα της αλυσίδας εφοδιασμού είναι προσανατολισμένα στην ανταπόκριση. Περιλαμβάνουν τα "ευέλικτα", τα "προσαρμοσμένα" και τα "ευέλικτα" μοντέλα (NexSys, 2022).

- Μοντέλο γρήγορης αλυσίδας: Αυτό το μοντέλο λειτουργεί καλύτερα για εταιρείες που πωλούν προϊόντα με βάση τις τελευταίες τάσεις. Οι επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν αυτό το μοντέλο πρέπει να διαθέτουν τα προϊόντα τους στην αγορά γρήγορα για να επωφεληθούν από την επικρατούσα τάση. Πρέπει να προχωρήσουν γρήγορα από την ιδέα στο πρωτότυπο στην παραγωγή και στον καταναλωτή. Η γρήγορη μόδα είναι ένα παράδειγμα βιομηχανίας που χρησιμοποιεί αυτό το μοντέλο εφοδιαστικής αλυσίδας. Συνδέεται καλύτερα με προϊόντα με σύντομο κύκλο ζωής (Hayes, 2021). Από την άποψη του πελάτη, η κύρια διαφορά μεταξύ των προτάσεων αξίας των ανταγωνιστών είναι το πόσο καλά είναι σε θέση να ενημερώνουν τα χαρτοφυλάκια προϊόντων σύμφωνα με τις τελευταίες τάσεις. Η διοίκηση θα πρέπει να επικεντρωθεί στην προώθηση της συνεχούς ανανέωσης του χαρτοφυλακίου, η οποία υποστηρίζεται από τρεις βασικές ικανότητες: σύντομο χρονικό διάστημα από την ιδέα στην αγορά, μέγιστα επίπεδα ακρίβειας προβλέψεων προκειμένου να μειωθεί το κόστος διαμεσολάβησης στην αγορά και αποτελεσματικότητα από άκρη σε άκρη για να εξασφαλιστεί προσιτό κόστος για τους πελάτες (NexSys, 2022).
- Ευέλικτο μοντέλο: Οι εταιρείες που κατασκευάζουν εποχιακά ή εορταστικά εμπορεύματα χρησιμοποιούν συχνά το ευέλικτο μοντέλο. Οι εταιρείες αυτές βιώνουν έξαρση της ζήτησης για τα προϊόντα τους, η οποία ακολουθείται από μεγάλες περιόδους μικρής ή μηδενικής ζήτησης. Το ευέλικτο μοντέλο διασφαλίζει ότι είναι σε θέση να προετοιμαστούν γρήγορα για να ξεκινήσουν την παραγωγή και να κλείσουν αποτελεσματικά μόλις η ζήτηση μειωθεί. Για να είναι κερδοφόρες, πρέπει να είναι ακριβείς στην πρόβλεψη των αναγκών τους σε πρώτες ύλες, αποθέματα και εργατικό δυναμικό (Hayes, 2021). Η ευελιξία της παραγωγής της αλυσίδας εφοδιασμού είναι σημαντική, διότι όταν ένας βραχίονας μιας επιχείρησης διαταράσσεται, υπάρχει ένα σχέδιο έκτακτης ανάγκης για τη διατήρηση της ζήτησης των καταναλωτών. Αυτή η ανάγκη για μεγαλύτερη ευελιξία έχει αυξηθεί σημαντικά, καθώς η πανδημία έχει προκαλέσει κυματισμούς στις σημερινές καθυστερήσεις της αλυσίδας εφοδιασμού (Champion, 2021).

1.3. Εμπλεκόμενα μέρη

Οι Chopra και Meindl (2007: 3) πιστεύουν ότι «μια αλυσίδα εφοδιασμού αποτελείται από όλα τα εμπλεκόμενα μέρη, άμεσα ή έμμεσα, στην εκπλήρωση του αιτήματος πελάτη.

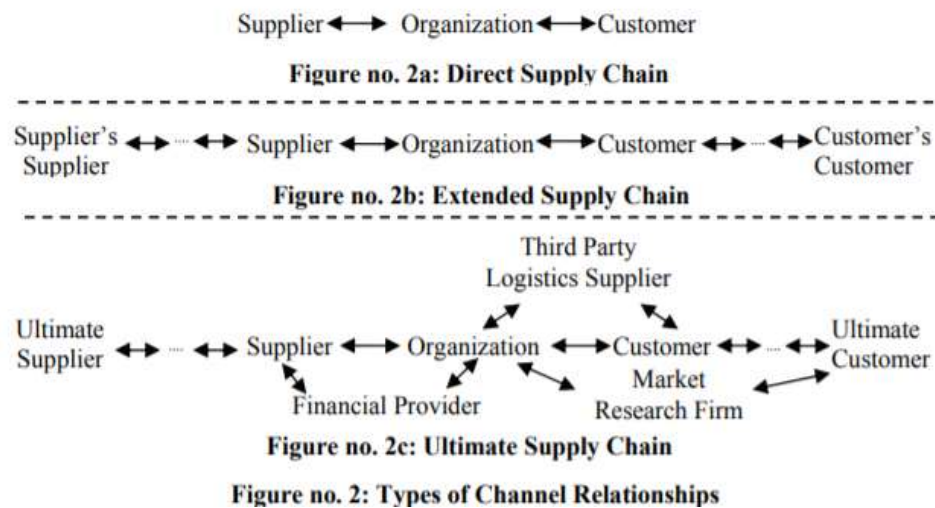
Μέσα σε κάθε οργανισμό, η αλυσίδα εφοδιασμού περιλαμβάνει όλες τις λειτουργίες που εμπλέκονται στη λήψη και την πλήρωση του αιτήματος των πελατών. Αυτές οι λειτουργίες περιλαμβάνουν, την ανάπτυξη νέου προϊόντος, το μάρκετινγκ, τις λειτουργίες, διανομής, χρηματοδότησης και εξυπηρέτησης πελατών». Οι Chen και Paulraj (2004) δήλωσαν ότι μια τυπική αλυσίδα εφοδιασμού είναι ένα δίκτυο υλικών και υπηρεσιών με τα χαρακτηριστικά της προσφοράς, του μετασχηματισμού και της ζήτησης, όπως μπορείτε να δείτε στο παρακάτω σχήμα:



Σχεδιάγραμμα 1 Απεικόνιση της αλυσίδας εφοδιασμού μιας εταιρείας, Πηγή: Chen και Paulraj, 2004 https://www.researchgate.net/figure/illustration-of-a-companys-supply-chain-Source-Chen-and-Paulraj-2004-p-120_fig1_276280478

Υπάρχουν τρία παραδοσιακά στάδια στην αλυσίδα εφοδιασμού: προμήθεια, παραγωγή και κατανομή. Κάθε ένα από αυτά τα στάδια μπορεί να αποτελείται από πολλές εγκαταστάσεις σε διαφορετικές τοποθεσίες σε όλο τον κόσμο (Thomas & Griffin, 1996). Για παράδειγμα, στην αυτοκινητοβιομηχανία τα εργοστάσια συναρμολόγησης της βιομηχανίας βρίσκονται σε άλλες χώρες σε σχέση με τους προμηθευτές και την παραγωγή των εξαρτημάτων.

Σύμφωνα με τους (Mentzer et al., 2001), υπάρχουν τρεις βαθμοί πολυπλοκότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας: μια «άμεση αλυσίδα», μια «εκτεταμένη εφοδιαστική αλυσίδα» και μια «τελική αλυσίδα εφοδιασμού»



Σχεδιάγραμμα 2 Βαθμοί πολυπλοκότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας https://www.researchgate.net/figure/Channel-Relationship-Types_fig3_331833108

Η άμεση αλυσίδα εφοδιασμού αποτελείται από έναν κεντρικό οργανισμό, τους προμηθευτές και τους πελάτες του. Επιπλέον, η εκτεταμένη αλυσίδα εφοδιασμού περιλαμβάνει προμηθευτές του άμεσου προμηθευτή και πελάτες του άμεσου πελάτη. Η απόλυτη εφοδιαστική αλυσίδα περιλαμβάνει όλους τους οργανισμούς που εμπλέκονται σε όλες τις ροές προϊόντων, υπηρεσιών, χρηματοδότησης και πληροφορίες από τους τελικούς προμηθευτές προς τους τελικούς πελάτες. Επίσης η τελική αλυσίδα εφοδιασμού περιλαμβάνει λειτουργικούς μεσάζοντες όπως εταιρείες έρευνας αγοράς, παρόχους χρηματοοικονομικών και υλικοτεχνικών υπηρεσιών. Η αλυσίδα εφοδιασμού μπορεί να έχει διαφορετικούς βαθμούς πολυπλοκότητας που σχετίζονται με τον αριθμό τα μέλη και την ποικιλία της επιχειρηματικής διαδικασίας, αλλά πάντα υπάρχει μια κεντρική οργάνωση. Αυτός ο οργανισμός μπορεί να διαχειριστεί ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού, ακόμα και αν η αλυσίδα εφοδιασμού είναι χωρίς διαχείριση, η εφοδιαστική αλυσίδα -ως επιχειρηματικό φαινόμενο- εξακολουθεί να υπάρχει (Mentzer et al., 2001). Ο Ayers (2001: 4) προτείνει ότι μια αλυσίδα εφοδιασμού είναι: «Διαδικασίες του κύκλου ζωής που περιλαμβάνουν φυσικές, ροές πληροφοριών, χρηματοοικονομικών γνώσεων, σκοπός των οποίων είναι να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις του τελικού χρήστη με προϊόντα και υπηρεσίες από πολλούς συνδεδεμένους προμηθευτές». Σύμφωνα με αυτόν τον ορισμό, η εφοδιαστική αλυσίδα περιλαμβάνει διαδικασίες που καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων συμπεριλαμβανομένης της προμήθειας, της κατασκευής, της μεταφοράς και της πώλησης φυσικών προϊόντων και υπηρεσιών. Ο κύκλος ζωής αναφέρεται τόσο στον κύκλο ζωής της αγοράς όσο και στον κύκλο ζωής χρήσης και αυτοί

δεν είναι το ίδιο για αγαθά και υπηρεσίες. Επομένως, η υποστήριξη προϊόντος μετά την πώληση γίνεται σημαντικό στοιχείο της εφοδιαστικής αλυσίδας (Ayers, 2001).

Ένα μοντέλο ολοκληρωμένης αλυσίδας εφοδιασμού μπορεί γενικά να περιέχει τρεις αλληλένδετες ροές: ροές υλικού (που έχει από μόνο του τρία διαφορετικά στάδια (αγορά, μετατροπή και διανομή), ροές πληροφοριών (ηλεκτρονική ανταλλαγή δεδομένων ή συνδέσεις ιστοτόπων) και χρηματοοικονομική ροή (που περιλαμβάνει την πληρωμή σε προμηθευτές και υπερβολάβους για τα αγαθά και υπηρεσίες και την πληρωμή από τον πελάτη στον λιανοπωλητή για το τελικό προϊόν) (Waller, 2007). Προφανώς, η φυσική διανομή είναι ένα κρίσιμο μέρος των αλυσίδων εφοδιασμού και των πληροφοριών και τα χρηματοοικονομικά στοιχεία είναι εξίσου σημαντικά με τη φυσική ροή σε πολλές αλυσίδες εφοδιασμού. Επιπλέον, πρέπει να υπογραμμίσουμε το ρόλο των εισροών γνώσης στις διαδικασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας. Για παράδειγμα, η διαδικασία της εφοδιαστικής αλυσίδας για νέα προϊόντα απαιτεί στενό συντονισμό πνευματικές εισροές (το σχέδιο) με φυσικές εισροές (εξαρτήματα, πρωτότυπα κ.λπ.). Η κατεύθυνση των ροών στην αλυσίδα εφοδιασμού δεν είναι μόνο προς τα εμπρός, από τον πρώτο προμηθευτή στον τελικό πελάτη. Τα αγαθά μπορούν να ρέουν πίσω στην αλυσίδα εφοδιασμού για διαφορετικούς λόγους, όπως υπηρεσία ή επισκευή, ανακατασκευή, ανακύκλωση ή απόρριψη. Η αντίστροφη αλυσίδα μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο σε τομείς όπως η ικανοποίηση των πελατών, η ανακύκλωση και η προστασία του περιβάλλοντος. Η εφοδιαστική αλυσίδα αναφέρεται σε ένα σύνολο προγραμμάτων ή ικανοτήτων που στοχεύουν στη μετακίνηση προϊόντων σε αντίστροφη κατεύθυνση στην αλυσίδα εφοδιασμού (δηλαδή, από τον καταναλωτή στον παραγωγό) και σχετικές δραστηριότητες μπορούν να περιλαμβάνουν τον χειρισμό, επιστροφών προϊόντων, ανακύκλωση, επαναχρησιμοποίηση υλικών, απόρριψη απορριμμάτων, ανακαίνιση ή ανακατασκευή (Moise, 2008: 198). Τέλος, πρέπει να σημειώσουμε ότι μια αλυσίδα εφοδιασμού έχει πολλούς συνδεδεμένους προμηθευτές. Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός διαφορετικών διαμορφώσεων για την αλυσίδα εφοδιασμού. Μερικά είναι πολύ σύντομα και απλά, όπως π.χ μικρό παντοπωλείο αγοράζοντας λαχανικά απευθείας από τον αγρότη και τα άλλα είναι μακριά και περίπλοκα σαν την κονσερβοποιία ψαριών που προέρχεται από ψαράδες και πουλάει τα προϊόντα μέσω δικτύου λιανικής (Seifbarghy & Gilkalayeh, 2012).

1.4. Επίπεδα αποφάσεων της εφοδιαστικής αλυσίδας

Η αλυσίδα εφοδιασμού περιλαμβάνει τρία επίπεδα αποφάσεων σχεδιασμού (Supply Chain Management, SCM). Αυτά είναι στρατηγικά, τακτικά και επιχειρησιακά επίπεδα. Η διαφορά μεταξύ αυτών των επιπέδων είναι το χρονικό πλαίσιο των σχετικών αποφάσεων (Jerbi et al., 2012).

1.4.1. Στρατηγικές αποφάσεις

Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, μια εταιρεία αποφασίζει πώς θα δομήσει την αλυσίδα εφοδιασμού για τα επόμενα χρόνια. Αποφασίζει ποια θα είναι η διαμόρφωση της αλυσίδας, πώς θα κατανεμηθούν οι πόροι και ποιες διεργασίες θα εκτελεί κάθε στάδιο. Οι στρατηγικές αποφάσεις που λαμβάνουν οι εταιρείες περιλαμβάνουν το αν θα αναθέσουν σε εξωτερικούς συνεργάτες ή θα εκτελέσουν μια λειτουργία της αλυσίδας εφοδιασμού στο εσωτερικό της επιχείρησης, τη θέση και τις δυνατότητες των εγκαταστάσεων παραγωγής και αποθήκευσης, τα προϊόντα που θα κατασκευαστούν ή θα αποθηκευτούν σε διάφορες τοποθεσίες, τους τρόπους μεταφοράς που θα διατεθούν κατά μήκος των διαφόρων σκελών ναυτιλίας και τον τύπο του συστήματος πληροφοριών που θα χρησιμοποιηθεί. Η απόφαση της PepsiCo Inc. το 2009 να αγοράσει δύο από τους μεγαλύτερους εμφιαλωτές της είναι μια απόφαση σχεδιασμού της αλυσίδας εφοδιασμού ή στρατηγική απόφαση. Μια επιχείρηση πρέπει να διασφαλίσει ότι η διαμόρφωση της αλυσίδας εφοδιασμού υποστηρίζει τους στρατηγικούς της στόχους και αυξάνει το πλεόνασμα της αλυσίδας εφοδιασμού κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης. Όπως ανακοίνωσε ο διευθύνων σύμβουλος της PepsiCo "ενώ το υπάρχον μοντέλο εξυπηρέτησε πολύ καλά το σύστημα, η πλήρως ολοκληρωμένη επιχείρηση ποτών θα μας επιτρέψει να φέρουμε καινοτόμα προϊόντα και συσκευασίες στην αγορά ταχύτερα, να εξορθολογήσουμε τα συστήματα παραγωγής και διανομής μας και να αντιδράσουμε ταχύτερα στις αλλαγές της αγοράς". Οι αποφάσεις για τον σχεδιασμό της αλυσίδας εφοδιασμού λαμβάνονται συνήθως μακροπρόθεσμα (θέμα ετών) και είναι δαπανηρό να τροποποιηθούν σε σύντομο χρονικό διάστημα. Κατά συνέπεια, όταν οι εταιρείες λαμβάνουν αυτές τις αποφάσεις, πρέπει να λαμβάνουν υπόψη την αβεβαιότητα των αναμενόμενων συνθηκών της αγοράς για τα επόμενα χρόνια (Chopra & Meindl, 2007).

1.4.2. Τακτικές αποφάσεις

Για τις αποφάσεις που λαμβάνονται κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, το χρονικό πλαίσιο που εξετάζεται είναι ένα τρίμηνο έως ένα έτος. Επομένως, η διαμόρφωση της αλυσίδας εφοδιασμού που καθορίζεται στη στρατηγική φάση είναι σταθερή. Η διαμόρφωση αυτή καθορίζει τους περιορισμούς εντός των οποίων πρέπει να γίνει ο σχεδιασμός. Ο στόχος του σχεδιασμού είναι η μεγιστοποίηση του πλεονάσματος της αλυσίδας εφοδιασμού που μπορεί να παραχθεί κατά τη διάρκεια του οριζοντιάκου σχεδιασμού, δεδομένων των περιορισμών που καθορίστηκαν κατά τη φάση στρατηγικής ή σχεδιασμού. Οι εταιρείες ξεκινούν τη φάση σχεδιασμού με μια πρόβλεψη για το επόμενο έτος (ή ένα συγκρίσιμο χρονικό πλαίσιο) της ζήτησης και άλλων παραγόντων, όπως το κόστος και οι τιμές στις διάφορες αγορές. Ο προγραμματισμός περιλαμβάνει τη λήψη αποφάσεων σχετικά με το ποιες αγορές θα προμηθεύονται από ποιες τοποθεσίες, την υπερβολική της παραγωγής, τις πολιτικές αποθεμάτων που θα ακολουθηθούν, καθώς και το χρονοδιάγραμμα και το μέγεθος των προωθητικών ενεργειών μάρκετινγκ και τιμών. Για παράδειγμα, οι αποφάσεις του χαλυβουργικού κολοσσού ArcelorMittal σχετικά με τις αγορές που τροφοδοτούνται από μια μονάδα παραγωγής και τις στοχευόμενες ποσότητες παραγωγής σε κάθε τοποθεσία ταξινομούνται ως αποφάσεις προγραμματισμού. Ο σχεδιασμός καθορίζει τις παραμέτρους εντός των οποίων θα λειτουργεί μια αλυσίδα εφοδιασμού για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Στη φάση του σχεδιασμού, οι εταιρείες πρέπει να συμπεριλάβουν στις αποφάσεις τους την αβεβαιότητα της ζήτησης, τις συναλλαγματικές ισοτιμίες και τον ανταγωνισμό κατά τη διάρκεια αυτού του χρονικού οριζοντιάκου. Δεδομένου ενός μικρότερου χρονικού πλαισίου και καλύτερων προβλέψεων από ό,τι στη φάση του σχεδιασμού, οι εταιρείες στη φάση του σχεδιασμού προσπαθούν να ενσωματώσουν οποιαδήποτε ευελιξία έχει ενσωματωθεί στην αλυσίδα εφοδιασμού στη φάση του σχεδιασμού και να την αξιοποιήσουν για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης. Ως αποτέλεσμα της φάσης σχεδιασμού, οι εταιρείες καθορίζουν ένα σύνολο λειτουργικών πολιτικών που διέπουν τις βραχυπρόθεσμες λειτουργίες (Chopra & Meindl, 2007).

1.4.3. Επιχειρησιακές αποφάσεις

Ο χρονικός ορίζοντας εδώ είναι εβδομαδιαίος ή ημερήσιος. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, οι εταιρείες λαμβάνουν αποφάσεις σχετικά με μεμονωμένες παραγγελίες πελατών. Σε επιχειρησιακό επίπεδο, η διαμόρφωση της αλυσίδας εφοδιασμού θεωρείται σταθερή και οι πολιτικές προγραμματισμού έχουν ήδη καθοριστεί. Ο στόχος των λειτουργιών της αλυσίδας εφοδιασμού είναι να διεκπεραιωθούν οι εισερχόμενες παραγγελίες πελατών με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, οι επιχειρήσεις κατανέμουν τα αποθέματα ή την παραγωγή σε μεμονωμένες παραγγελίες, ορίζουν την ημερομηνία που πρέπει να εκτελεστεί μια παραγγελία, δημιουργούν λίστες παραλαβής σε μια αποθήκη, κατανέμουν μια παραγγελία σε συγκεκριμένο τρόπο αποστολής, ορίζουν τα χρονοδιαγράμματα παράδοσης των φορτηγών και τοποθετούν παραγγελίες αναπλήρωσης. Επειδή οι επιχειρησιακές αποφάσεις λαμβάνονται βραχυπρόθεσμα (λεπτά, ώρες ή ημέρες), υπάρχει λιγότερη αβεβαιότητα σχετικά με τις πληροφορίες για τη ζήτηση. Δεδομένων των περιορισμών που καθορίζονται από τις πολιτικές διαμόρφωσης και προγραμματισμού, ο στόχος κατά τη φάση της λειτουργίας είναι να αξιοποιηθεί η μείωση της αβεβαιότητας και να βελτιστοποιηθεί η απόδοση (Chopra & Meindl, 2007).

1.5. Προβλήματα που εντοπίζονται στην εφοδιαστική αλυσίδα

Σπανιότητα υλικών

Η ανεπάρκεια των εισροών αποτέλεσε ανησυχία από την έναρξη της πανδημίας, λόγω της απότομης αύξησης της καταναλωτικής ζήτησης που δεν έχει παρατηρηθεί ποτέ άλλοτε. Τόσο οι λιανοπωλητές όσο και οι προμηθευτές αγωνίστηκαν να ικανοποιήσουν αυτή τη ζήτηση εν μέσω περιορισμένης διαθεσιμότητας για πολλά εξαρτήματα και υλικά. Μιλώντας με διάφορες μάρκες που βρίσκονταν σε στάδιο ανάπτυξης στο δίκτυο, αντιμετωπίσαμε τα πάντα, από κατασκευαστές επίπλων που αντιμετώπισαν ελλείψεις αφρού, μέχρι κατασκευαστές ποδηλάτων που έχασαν τους όρους πληρωμής εξαιτίας των εξαντλημένων προμηθευτών εξαρτημάτων. Στην πραγματικότητα, μια πρόσφατη έρευνα που διεξήχθη από το Institute for Supply Management (ISM) αποκάλυψε "χρόνους παράδοσης ρεκόρ, ελλείψεις ευρείας κλίμακας σε κρίσιμα βασικά υλικά, αύξηση των τιμών των πρώτων υλών και δυσκολίες στη μεταφορά προϊόντων σε

διάφορους κλάδους". Υπό το πρίσμα αυτών των σπάνιων εισροών, η ικανότητα μιας μάρκας να διατηρήσει την ανάπτυξή της εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το κεφάλαιο κίνησης για να αντιμετωπίσει αυτές τις διακοπές και να αναβαθμιστεί για τις περιόδους αιχμής (Brown, 2022).

Αύξηση των τιμών των εμπορευματικών μεταφορών

Σε αντίθεση με τις αρχικές προσδοκίες, η ανάγκη για μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων αυξήθηκε σημαντικά καθ' όλη τη διάρκεια της πανδημίας. Καθώς τα μέτρα παγκόσμιου αποκλεισμού υποκίνησαν την αύξηση των πωλήσεων στο ηλεκτρονικό εμπόριο, η αντίδραση ήταν η αύξηση της ζήτησης εισαγωγών πρώτων υλών και βιομηχανικών καταναλωτικών αγαθών (μεγάλο ποσοστό των οποίων μεταφέρεται σε εμπορευματοκιβώτια). Και καθώς η ζήτηση αυτή ήταν πολύ πιο σημαντική από ό,τι αναμενόταν, αντιμετωπίστηκε με ανεπαρκή μεταφορική ικανότητα και πρωτοφανή έλλειψη κενών ή διαθέσιμων εμπορευματοκιβωτίων. Όπως συμβαίνει συχνά, αυτή η έλλειψη οδήγησε σε μεγάλη άνοδο των τιμών. Μόνο τον τελευταίο χρόνο, οι τιμές των ναύλων από την Κίνα προς τη Δυτική Ακτή αυξήθηκαν κατά ένα τεράστιο ποσοστό 240% (Brown, 2022).

Δύσκολη πρόβλεψη της ζήτησης

Η πρόβλεψη της ζήτησης εν μέσω μιας παγκόσμιας πανδημίας έχει προσθέσει ένα νέο επίπεδο πολυπλοκότητας στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας πολλών εταιρειών. Η εμφάνιση του COVID-19 ουσιαστικά κατέρριψε τις προβλέψεις για αμέτρητους λιανοπωλητές και προμηθευτές καταναλωτικών αγαθών/υπηρεσιών, αφήνοντάς τους χωρίς οδηγό για το πόσα αποθέματα πρέπει να αποθηκεύσουν ή να κατασκευάσουν ανά πάσα στιγμή. Η πρόκληση, λοιπόν, προέκυψε από την προσπάθεια να βελτιωθούν οι προβλέψεις για τη ζήτηση των πελατών, ενώ κατά πολλούς τρόπους έπρεπε να βασιστούν στο ένστικτο και όχι στην έρευνα βάσει δεδομένων. Σε αυτή την κατάσταση, οι διαχειριστές της εφοδιαστικής αλυσίδας ενθαρρύνονται να εγκαταλείψουν την προκατάληψή τους, να επιδιώξουν νέα σύνολα δεδομένων για τα μοντέλα πρόβλεψης και να βελτιώνουν συνεχώς τα αποτελέσματά τους για το μεγαλύτερο δυνατό επίπεδο ακρίβειας (Brown, 2022).

Συμφόρηση λιμένων

Η συμφόρηση των λιμανιών που προκαλείται από την πανδημία παραμένει μία από τις κορυφαίες προκλήσεις για τις παγκόσμιες εφοδιαστικές αλυσίδες, βλέποντας ότι οι ιδιοκτήτες λιμανιών, οι μεταφορείς και οι φορτωτές εξακολουθούν συλλογικά να αγωνίζονται για μια βιώσιμη λύση στο πρόβλημα αυτό. Η συμφόρηση εμφανίζεται κάθε

φορά που ένα πλοίο φτάνει σε ένα λιμάνι αλλά δεν μπορεί να φορτώσει (ή να ξεφορτώσει) το φορτίο του επειδή ο συγκεκριμένος σταθμός έχει ήδη εξαντλήσει τη χωρητικότητά του. Παρόλο που η διαδικασία φόρτωσης/εκφόρτωσης συνήθως εξελίσσεται σύμφωνα με το σχέδιο, οι ελλείψεις εργατικού δυναμικού και η κοινωνική απομάκρυνση που σχετίζονται με την πανδημία έχουν εκτρέψει τα πράγματα από την πορεία τους (δημιουργώντας σημαντικά σημεία συμφόρησης σε πολλές πολυσύχναστες παγκόσμιες αποβάθρες). Λόγω αυτής της συμφόρησης και της καθυστέρησης που έχει δημιουργηθεί, μυριάδες εταιρείες αδυνατούν να βγάλουν εγκαίρως τα εμπορεύματά τους από την πόρτα - πράγμα που σημαίνει ότι οι μεταφορείς αδυνατούν επίσης να τηρήσουν τις καθορισμένες δεσμεύσεις παράδοσης (Brown, 2022).

Αλλαγή της στάσης των καταναλωτών

Οι στάσεις και οι συμπεριφορές των καταναλωτών άλλαξαν επίσης κατά τη διάρκεια της πανδημίας, όπως η μείωση του κατώτατου ορίου για τους χρόνους παράδοσης και η αύξηση των απαιτήσεων για μια θετική εμπειρία του πελάτη. Η πρόκληση έγκειται στην ύπαρξη μιας ευέλικτης αλυσίδας εφοδιασμού που μπορεί να αξιοποιήσει τη δύναμη των αυτοματισμών για να βελτιστοποιήσει την εκπλήρωση και να χειριστεί με ευκολία την επιταχυνόμενη ζήτηση. Ένα εξαιρετικό παράδειγμα αυτής της ευελιξίας της αλυσίδας εφοδιασμού προέρχεται από τις πολυκαναλικές υπηρεσίες εκπλήρωσης παραγγελιών και το λογισμικό διαχείρισης αποθεμάτων. Η πανδημία οδήγησε τη ζήτηση στο ηλεκτρονικό εμπόριο σε υψηλά επίπεδα όλων των εποχών. Ενώ η αύξηση του όγκου των παραγγελιών ήταν ένα πλεονέκτημα για τους εμπόρους, οι νέες ανάγκες σε υποδομές και οι διαταραχές της αλυσίδας εφοδιασμού αποτέλεσαν σημαντικά σημεία ανησυχίας και την επακόλουθη εστίαση των πελατών. Από στρατηγική άποψη, ένα από τα μεγαλύτερα συμπεράσματα ήταν η διαχείριση της σχέσης με τους πελάτες μέσω της κοινής πρόβλεψης προϊόντων, μια αμυντική τακτική που χρησίμευε για την αποτροπή αρνητικών εμπειριών και τη διατήρηση της ακεραιότητας της μάρκας (Brown, 2022).

Αναδιάρθρωση

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η αναδιάρθρωση κάνει μεγάλα κύματα μεταξύ των σύγχρονων εμπορικών σημάτων λιανικής πώλησης. Αυτή η διαδικασία μπορεί να λάβει πολλές διαφορετικές μορφές, από την επανατοποθέτηση, την αλλαγή προμηθευτών, έως την υπογραφή συμβάσεων με όλους τους νέους μεταφορείς. Η πρόκληση όσον αφορά την αναδιάρθρωση είναι να αποφασιστεί πότε είναι η κατάλληλη στιγμή για μια αλλαγή και πώς να γίνει όσο το δυνατόν πιο απρόσκοπτα.

Ψηφιακός μετασχηματισμός

Όσον αφορά τις λειτουργίες της αλυσίδας εφοδιασμού, ο ψηφιακός μετασχηματισμός και το IoT (Internet of Things) μπορεί να είναι μια μικτή ευλογία. Με αυτό το δεδομένο, υπάρχουν αρκετές τεχνολογίες που έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν τον τρόπο με τον οποίο προσεγγίζουμε την παραδοσιακή αλυσίδα εφοδιασμού, όπως: τεχνητή νοημοσύνη, μη επανδρωμένα αεροσκάφη και ρομπότ, ηλεκτρικά οχήματα και παράδοση κατά παραγγελία. Αλλά παρόλο που αυτά τα συστήματα/υπηρεσίες έχουν ως στόχο να καταστήσουν τις διαδικασίες του ηλεκτρονικού εμπορίου πιο αποτελεσματικές και οικονομικά αποδοτικές μακροπρόθεσμα, η πρόκληση έγκειται στην εφαρμογή τους στις υφιστάμενες λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας μιας εταιρείας. Χρειάζεται χρόνος και οργανωτική αναπροσαρμογή για να τεθούν σε εφαρμογή αυτές οι τεχνολογίες, ιδίως όταν πρόκειται για συνεργασία με πολλαπλές αποθήκες ή πωλήσεις μέσω παντός τύπου καναλιών. Και όμως, οι αλυσίδες εφοδιασμού πρέπει να εξελίσσονται συνεχώς, αν θέλουν να παραμείνουν μπροστά από τον ανταγωνισμό (Brown, 2022).

2. Μηχανική Μάθηση (Machine Learning)

Η βασική δομή της μηχανικής μάθησης αποτελείται από την βαθιά μάθηση όπου το αποτέλεσμα αυτής είναι η νοημοσύνη. Η μηχανική μάθηση είναι μια από τις κύριες προσεγγίσεις της τεχνητής νοημοσύνης όπου η μηχανή μαθαίνει χωρίς να είναι ειδικά προγραμματισμένη (Rouhiainen, 2018). Η μηχανική εκμάθηση έχει δημιουργηθεί για υπολογιστές με δυνατότητα μάθησης χωρίς την πλατφόρμα. Έτσι, εξετάζει πιθανές λύσεις και τρόπους με τους οποίους ο υπολογιστής μπορεί να λύσει το πρόβλημα χρησιμοποιώντας διαθέσιμα δεδομένα (Min, 2010). Η μηχανική μάθηση μπορεί να οριστεί σε τρεις κατηγορίες μάθησης, αυτή που επιβλέπεται (Supervised learning) αυτή που δεν επιβλέπεται (unsupervised learning) και τέλος στην ενισχυτική μάθηση. Η εποπτευόμενη μάθηση χρησιμοποιεί αλγόριθμους για τη χρήση δεδομένων, τα οποία είναι ήδη οργανωμένα και επισημασμένα, και σε αυτή τη μέθοδο απαιτείται ανθρώπινη συμβολή και ανατροφοδότηση για το σύστημα. Η μάθηση χωρίς επίβλεψη, όπου τα δεδομένα δεν επισημαίνονται ή οργανώνονται, εφαρμόζει αλγόριθμους αλλά ανακαλύπτει σχέσεις στα δεδομένα χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. Στην ενισχυτική μάθηση, οι αλγόριθμοι είναι "σκληροί" και ικανοί να μάθουν από την εμπειρία. (Rouhiainen, 2018) Οι τεχνικές μηχανικής μάθησης προσπαθούν να αντιγράψουν

ανθρώπινες συμπεριφορές με βάση την εμπειρία και τη γνώση. Από πρακτική άποψη, μπορεί να είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την κατανόηση των κινήτρων των εταίρων της διαχείρισης αλυσίδας εφοδιασμού (SCM) πίσω από τη συνεργασία και την ενίσχυση της εταιρικής σχέσης μέσω της οργανωτικής διαδικασίας. Η μηχανική μάθηση χρησιμοποιήθηκε για την πρόβλεψη των ανακριβών πληροφοριών ζήτησης (φαινόμενο bullwhip) λόγω έλλειψης συνεργασίας. (Min, 2010).

Η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση έχουν γίνει πρόσφατα λέξεις-κλειδιά σε διάφορους κάθετους τομείς, αλλά τι σημαίνουν στην πραγματικότητα για τη σύγχρονη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας; Κατ' αρχάς, η ενσωμάτωση της μηχανικής μάθησης στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας μπορεί να βοηθήσει στην αυτοματοποίηση πολλών καθημερινών εργασιών και να επιτρέψει στις επιχειρήσεις να επικεντρωθούν σε πιο στρατηγικές και επιδραστικές επιχειρηματικές δραστηριότητες. Χρησιμοποιώντας έξυπνο λογισμικό μηχανικής μάθησης, οι διαχειριστές της εφοδιαστικής αλυσίδας μπορούν να βελτιστοποιήσουν τα αποθέματα και να βρουν τους καταλληλότερους προμηθευτές για να διατηρήσουν την αποδοτική λειτουργία της επιχείρησής τους. Ένας αυξανόμενος αριθμός επιχειρήσεων δείχνει σήμερα ενδιαφέρον για τις εφαρμογές της μηχανικής μάθησης, από τα ποικίλα πλεονεκτήματά της έως την πλήρη αξιοποίηση των τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων που συλλέγονται από τις αποθήκες, τα συστήματα μεταφορών και τα βιομηχανικά logistics. Μπορεί επίσης να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να δημιουργήσουν ένα ολόκληρο μοντέλο εφοδιαστικής αλυσίδας που βασίζεται στη μηχανική νοημοσύνη για τον μετριασμό των κινδύνων, τη βελτίωση της διορατικότητας και την ενίσχυση των επιδόσεων, τα οποία είναι εξαιρετικά κρίσιμα για τη δημιουργία ενός παγκοσμίου ανταγωνιστικού μοντέλου εφοδιαστικής αλυσίδας. Μια πρόσφατη μελέτη της Gartner (2019) υποδηλώνει επίσης ότι καινοτόμες τεχνολογίες όπως η τεχνητή νοημοσύνη (AI) και η μηχανική μάθηση (ML) θα διαταράξουν σημαντικά τα υφιστάμενα μοντέλα λειτουργίας της εφοδιαστικής αλυσίδας στο μέλλον. Θεωρούμενες ως μία από τις τεχνολογίες υψηλού οφέλους, οι τεχνικές ML επιτρέπουν αποδοτικές διαδικασίες με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση κόστους και την αύξηση των κερδών (Ariwala, 2020).

2.1. Τα βήματα της μηχανικής μάθησης

Η διαδικασία μηχανικής μάθησης περιλαμβάνει πέντε βήματα για να μπορέσει να μάθει με επιτυχία και να αξιολογήσει συγκεκριμένη λειτουργία. Το πρώτο βήμα είναι η σειρά δεδομένων, από όπου γίνεται η μετατροπή των δεδομένων από ταξινομημένα σε τυχαία

δεδομένα. Το δεύτερο βήμα είναι η επιλογή ενός μοντέλου , όπου πρέπει να είναι ο αλγόριθμος. Τρίτον, το μοντέλο πρέπει να εκπαιδευτεί και ο αλγόριθμος να υπολογίσει την βαρύτητα του κάθε παράγοντα. Το τέταρτο βήμα είναι η αξιολόγηση του μοντέλου. Σε αυτό το βήμα, μετρούνται οι αλγόριθμοι και αξιολογούνται μεταξύ των αποτελεσμάτων και της πραγματικής κατάστασης. Τελευταίο βήμα είναι η προσαρμογή των παραμέτρων για τη μάθηση και τη διαδικασία όσο το δυνατόν πιο εύρυθμα. Κάποια παραδείγματα είναι η προγνωστική συντήρηση, η πρόσληψη υπαλλήλων, η αύξηση της εμπειρίας των πελατών, τα οικονομικά και η εξυπηρέτηση πελατών (Taulli & Oni, 2019).

2.2. Βαθιά μάθηση

Η βαθιά μάθηση είναι ένα υπό πεδίο της μηχανικής μάθησης και είναι μια από τις πιο αναπτυσσόμενες εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης. Είναι σε θέση να μαθαίνει από μη εποπτευόμενα δεδομένα που είναι χωρίς ετικέτα και μη δομημένα. Χρησιμοποιείται για την κατανόηση φαινομένων και προβλημάτων που είναι πολύ περίπλοκα ή προβληματικά προς επίλυση από τον άνθρωπο. Κανονικά, περιλαμβάνει σημαντικό όγκο δεδομένων.

Η μάθηση χρησιμοποιεί το νευρωνικό δίκτυο για να αναγνωρίσει τις σύνθετες σχέσεις και μοτίβα στα δεδομένα. Απαιτεί ένα τεράστιο σύνολο δεδομένων και υπολογιστική ισχύ. Η βαθιά μάθηση χρησιμοποιείται επί του παρόντος, για παράδειγμα, στην αναγνώριση οχήματος, στην επεξεργασία φυσικής γλώσσας και αναγνώριση ομιλίας (Rouhiainen, 2018).

2.3. Νευρωνικό δίκτυο

Το νευρωνικό δίκτυο έχει σχεδιαστεί με τον ίδιο τρόπο που λειτουργούν τα εγκεφαλικά κύτταρα των ζωντανών οργάνων. Μπορεί να μαθαίνουν από αφηρημένες πληροφορίες, αναγνωρίζουν μοτίβα, επεξεργάζονται διφορούμενα, αποκτούν εμπειρία, διακρίνουν χαρακτηριστικά και αντικείμενα. Το νευρωνικό δίκτυο αποτελείται από κόμβους που συνδέονται μεταξύ τους με συνδέσμους αποθήκευσης μακροπρόθεσμης μνήμης. Η διαδικασία εκμάθησης περιλαμβάνει την τοποθέτηση συνδέσμων ανάλογα με το βάρος των συνδέσμων. Το νευρωνικό δίκτυο υποτίθεται ότι απαντά με επιτυχία στις επιθυμίες του χρήστη χρησιμοποιώντας μοντέλα δεδομένων. Επίσης, υποτίθεται ότι μαθαίνει κρυφές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των δεδομένων (Min, 2010).

2.4. Ειδικό σύστημα

Τα έμπειρα συστήματα μπορούν να αντιγράψουν τις ανθρώπινες γνωστικές δεξιότητες. Μπορεί να επιλύσουν προβλήματα, να κατανοήσουν την γλώσσα, να αντιληφθούν προβλήματα και να δώσουν εντολές για επίλυση αξιοποιώντας την ανθρώπινη γνώση που έχουν κατακτήσει. Τα έμπειρα συστήματα αποτελούνται από τέσσερα στοιχεία. Τη βάση γνώσης, τη μηχανή συμπερασμάτων, τον αιτιολογητή /χρονοδιάγραμμα και την διεπαφή με τον χρήστη. Η μηχανή συμπερασμάτων είναι ο «εγκέφαλος του έμπειρου συστήματος». Είναι ένα σύμπλεγμα προγραμμάτων επίλυσης προβλημάτων σκοπός του οποίου είναι η αναζήτηση και η ολοκλήρωση των κανόνων με βάση τα δεδομένα που έχει. Ο αιτιολογητής λέει γιατί και πώς και ο ειδικός καταλήγει με τη συγκεκριμένη λύση. Ο χρονοπρογραμματιστής έχει ρυθμιστεί για να παρακολουθεί και να διαχειρίζεται τους κανόνες. Ο σκοπός της διεπαφής του χρήστη είναι η αλληλεπίδραση μεταξύ χρήστη και πλατφόρμας όσο το δυνατόν πιο άπταιστα με τα ερωτήματα των χρηστών (Min, 2010). Ωστόσο, το έμπειρο σύστημα όσο μεγαλώνει, προκαλεί προκλήσεις στη διαχείριση δεδομένων. Τα αποτελέσματα λόγω της μεγάλης πολυπλοκότητας των δεδομένων πολλές φορές φέρουν λάθος συμπεράσματα και κατά συνέπεια αποτελέσματα. Επίσης, αποδείχθηκε ότι το σύστημα δεν έμαθε με την πάροδο του χρόνου και μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 1980, ο επιχειρηματικός κόσμος δεν το ήθελε να το αναπτύξει πια (Taulli & Oni, 2019).

2.5. Χρήσεις της μηχανικής μάθησης στην εφοδιαστική αλυσίδα

Η μηχανική μάθηση είναι ένα πολύπλοκο αλλά ενδιαφέρον εργαλείο που μπορεί να λύσει πολλά ζητήματα σε όλους τους κλάδους. Η εφοδιαστική αλυσίδα, ως κλάδος που εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από δεδομένα, έχει πολλές εφαρμογές της μηχανικής μάθησης. Παρακάτω παρουσιάζονται οι 9 κορυφαίες περιπτώσεις χρήσης της μηχανικής μάθησης στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, οι οποίες μπορούν να βοηθήσουν τον κλάδο να κινηθεί προς την κατεύθυνση της αποδοτικότητας και της βελτιστοποίησης.

1. Προβλεπτική ανάλυση

Η ακριβής πρόβλεψη της ζήτησης στη διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού έχει πολλά οφέλη, όπως μειωμένο κόστος διακράτησης και βέλτιστα επίπεδα αποθεμάτων. Χρησιμοποιώντας μοντέλα μηχανικής μάθησης, οι εταιρείες μπορούν να απολαμβάνουν τα οφέλη της προβλεπτικής ανάλυσης για την πρόβλεψη της ζήτησης. Αυτά τα μοντέλα

μηχανικής μάθησης είναι ικανά να εντοπίζουν κρυμμένα μοτίβα σε ιστορικά δεδομένα ζήτησης. Η μηχανική μάθηση στην αλυσίδα εφοδιασμού μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό προβλημάτων στην αλυσίδα εφοδιασμού ακόμη και πριν αυτά διαταράξουν την επιχείρηση. Η ύπαρξη ενός ισχυρού συστήματος πρόβλεψης της αλυσίδας εφοδιασμού σημαίνει ότι η επιχείρηση είναι εξοπλισμένη με πόρους και ευφυΐα για να ανταποκριθεί σε αναδυόμενα ζητήματα και απειλές. Και, η αποτελεσματικότητα της αντίδρασης αυξάνεται αναλογικά με το πόσο γρήγορα μπορεί η επιχείρηση να ανταποκριθεί στα προβλήματα (Ariwala, 2020).

2. Αυτοματοποιημένες επιθεωρήσεις ποιότητας για στιβαρή διαχείριση

Οι κόμβοι εφοδιαστικής συνήθως διενεργούν χειροκίνητες επιθεωρήσεις ποιότητας για την επιθεώρηση των εμπορευματοκιβωτίων ή των δεμάτων για κάθε είδους ζημιά κατά τη μεταφορά. Η ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης έχουν αυξήσει το πεδίο εφαρμογής της αυτοματοποίησης των ποιοτικών επιθεωρήσεων στον κύκλο ζωής της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι τεχνικές που υποστηρίζονται από τη μηχανική μάθηση επιτρέπουν την αυτοματοποιημένη ανάλυση ελαττωμάτων σε βιομηχανικό εξοπλισμό και τον έλεγχο για ζημιές μέσω αναγνώρισης εικόνας. Το όφελος από αυτές τις αυτοματοποιημένες επιθεωρήσεις ποιότητας ισχύος μεταφράζεται σε μειωμένες πιθανότητες παράδοσης ελαττωματικών ή ελαττωματικών αγαθών στους πελάτες (Ariwala, 2020).

3. Ορατότητα σε πραγματικό χρόνο για τη βελτίωση της εμπειρίας του πελάτη

Μια έρευνα της Statista προσδιόρισε την ορατότητα ως μια συνεχή πρόκληση που απασχολεί τις επιχειρήσεις της αλυσίδας εφοδιασμού. Μια ακμάζουσα επιχείρηση εφοδιαστικής αλυσίδας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ορατότητα και την παρακολούθηση και αναζητά συνεχώς την τεχνολογία που μπορεί να υποσχεθεί βελτίωση της ορατότητας. Οι τεχνικές μηχανικής μάθησης, συμπεριλαμβανομένου ενός συνδυασμού βαθιάς ανάλυσης, IoT και παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ουσιαστική βελτίωση της ορατότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας, βοηθώντας έτσι τις επιχειρήσεις να μετασχηματίσουν την εμπειρία των πελατών και να επιτύχουν ταχύτερες δεσμεύσεις παράδοσης. Τα μοντέλα μηχανικής μάθησης και οι ροές εργασίας το επιτυγχάνουν αυτό αναλύοντας ιστορικά δεδομένα από ποικίλες πηγές και στη συνέχεια ανακαλύπτοντας διασυνδέσεις μεταξύ των διαδικασιών κατά μήκος της αλυσίδας αξίας εφοδιασμού. Ένα εξαιρετικό παράδειγμα είναι η Amazon που χρησιμοποιεί τεχνικές μηχανικής μάθησης για να προσφέρει εξαιρετική εμπειρία πελατών στους χρήστες της. Η ML το κάνει αυτό επιτρέποντας στην εταιρεία να αποκτήσει γνώσεις σχετικά με τη συσχέτιση μεταξύ των

συστάσεων προϊόντων και των επακόλουθων επισκέψεων των πελατών στον ιστότοπο (Ariwala, 2020).

4. Βελτιστοποίηση του προγραμματισμού παραγωγής

Η μηχανική μάθηση μπορεί να διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στη βελτιστοποίηση της πολυπλοκότητας των σχεδίων παραγωγής. Τα μοντέλα και οι τεχνικές μηχανικής μάθησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκπαίδευση εξελιγμένων αλγορίθμων στα ήδη διαθέσιμα δεδομένα παραγωγής με τρόπο που βοηθά στον εντοπισμό πιθανών περιοχών αναποτελεσματικότητας και σπατάλης. Περαιτέρω, είναι αξιοσημείωτη η χρήση της μηχανικής μάθησης στην εφοδιαστική αλυσίδα για τη δημιουργία ενός πιο προσαρμοστικού περιβάλλοντος για την αποτελεσματική αντιμετώπιση κάθε είδους διαταραχής (Ariwala, 2020).

5. Μειώνει το κόστος και τους χρόνους απόκρισης

Ένας αυξανόμενος αριθμός εταιρειών B2C αξιοποιεί τεχνικές μηχανικής μάθησης για την ενεργοποίηση αυτοματοποιημένων απαντήσεων και τη διαχείριση των ανισορροπιών μεταξύ ζήτησης και προσφοράς, ελαχιστοποιώντας έτσι το κόστος και βελτιώνοντας την εμπειρία των πελατών. Η ικανότητα των αλγορίθμων μηχανικής μάθησης να αναλύουν και να μαθαίνουν από δεδομένα πραγματικού χρόνου και ιστορικά αρχεία παραδόσεων βοηθά τους διαχειριστές της εφοδιαστικής αλυσίδας να βελτιστοποιούν τη διαδρομή για το στόλο των οχημάτων τους, οδηγώντας σε μείωση του χρόνου οδήγησης, εξοικονόμηση κόστους και αυξημένη παραγωγικότητα. Περαιτέρω, με τη βελτίωση της συνδεσιμότητας με διάφορους παρόχους υπηρεσιών εφοδιαστικής και την ενοποίηση των διαδικασιών μεταφοράς εμπορευμάτων και αποθήκευσης, μπορούν να μειωθούν τα διοικητικά και λειτουργικά κόστη στην εφοδιαστική αλυσίδα (Ariwala, 2020).

6. Διαχείριση αποθήκης

Ο αποτελεσματικός σχεδιασμός της αλυσίδας εφοδιασμού είναι συνήθως συνώνυμος με τη διαχείριση αποθηκών και αποθεμάτων. Με τις πιο πρόσφατες πληροφορίες για τη ζήτηση και την προσφορά, η μηχανική μάθηση μπορεί να επιτρέψει τη συνεχή βελτίωση των προσπαθειών μιας εταιρείας για την επίτευξη του επιθυμητού επιπέδου εξυπηρέτησης των πελατών με το δυνατό χαμηλότερο κόστος. Η μηχανική μάθηση στην εφοδιαστική αλυσίδα με τα μοντέλα, τις τεχνικές και τις λειτουργίες πρόβλεψης που διαθέτει μπορεί επίσης να λύσει το πρόβλημα τόσο της υπο- όσο και της υπερπροσφοράς αποθεμάτων και να μεταμορφώσει πλήρως τη διαχείριση της αποθήκης σας προς το καλύτερο. Χρησιμοποιώντας την τεχνητή νοημοσύνη και την ML,

μπορείτε επίσης να αναλύσετε μεγάλα σύνολα δεδομένων πολύ πιο γρήγορα και να αποφύγετε τα λάθη που κάνουν οι άνθρωποι σε ένα τυπικό σενάριο (Ariwala, 2020).

7. Μείωση των σφαλμάτων πρόβλεψης

Η μηχανική μάθηση χρησιμεύει ως ένα ισχυρό αναλυτικό εργαλείο που βοηθά τις εταιρείες εφοδιαστικής αλυσίδας να επεξεργάζονται μεγάλα σύνολα δεδομένων. Εκτός από την επεξεργασία τέτοιων τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων, η μηχανική μάθηση στην εφοδιαστική αλυσίδα διασφαλίζει επίσης ότι αυτό γίνεται με τη μεγαλύτερη δυνατή ποικιλία και μεταβλητότητα, και όλα αυτά χάρη στην τηλεματική, τις συσκευές IoT, τα ευφυή συστήματα μεταφορών και άλλες παρόμοιες ισχυρές τεχνολογίες. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στις εταιρείες εφοδιαστικής αλυσίδας να έχουν πολύ καλύτερες γνώσεις και να τις βοηθήσει να επιτύχουν ακριβείς προβλέψεις. Μια έκθεση της McKinsey δείχνει επίσης ότι οι εφαρμογές που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη και το ML στην εφοδιαστική αλυσίδα μπορούν να μειώσουν τα σφάλματα πρόβλεψης έως και 50% (Ariwala, 2020).

8. Προηγμένη παρακολούθηση τελευταίου μιλίου (Last mile)

Η παράδοση του τελευταίου μιλίου αποτελεί κρίσιμη πτυχή ολόκληρης της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς η αποτελεσματικότητά της μπορεί να έχει άμεσο αντίκτυπο σε πολλούς κάθετους τομείς, συμπεριλαμβανομένης της εμπειρίας των πελατών και της ποιότητας των προϊόντων. Τα στοιχεία δείχνουν επίσης ότι η παράδοση του τελευταίου μιλίου στην εφοδιαστική αλυσίδα αποτελεί το 28% του συνολικού κόστους παράδοσης. Η μηχανική μάθηση στην εφοδιαστική αλυσίδα μπορεί να προσφέρει μεγάλες ευκαιρίες, λαμβάνοντας υπόψη διαφορετικά σημεία δεδομένων σχετικά με τους τρόπους που χρησιμοποιούν οι άνθρωποι για να εισάγουν τις διευθύνσεις τους και τον συνολικό χρόνο που απαιτείται για την παράδοση των αγαθών σε συγκεκριμένες τοποθεσίες. Η ML μπορεί επίσης να προσφέρει πολύτιμη βοήθεια στη βελτιστοποίηση της διαδικασίας και να παρέχει στους πελάτες ακριβέστερες πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση της αποστολής (Ariwala, 2020).

9. Πρόληψη της απάτης

Οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης είναι σε θέση να βελτιώσουν την ποιότητα των προϊόντων και να μειώσουν τον κίνδυνο απάτης, αυτοματοποιώντας τις διαδικασίες επιθεώρησης και ελέγχου και εκτελώντας ανάλυση των αποτελεσμάτων σε πραγματικό χρόνο για τον εντοπισμό ανωμαλιών ή αποκλίσεων από τα συνήθη πρότυπα. Επιπλέον, τα εργαλεία μηχανικής μάθησης είναι επίσης ικανά να αποτρέψουν την κατάχρηση

προνομιακών διαπιστευτηρίων, η οποία αποτελεί μία από τις κύριες αιτίες παραβιάσεων σε ολόκληρη την παγκόσμια αλυσίδα εφοδιασμού (Ariwala, 2020).

3. Τεχνητή νοημοσύνη

3.1. Ορισμός

Τεχνητή νοημοσύνη (AI) είναι η ικανότητα ενός ψηφιακού υπολογιστή ή ενός ρομπότ που ελέγχεται από υπολογιστή να εκτελεί εργασίες που συνήθως συνδέονται με ευφυή όντα. Ο όρος εφαρμόζεται συχνά στο έργο της ανάπτυξης συστημάτων που διαθέτουν τις διανοητικές διεργασίες που χαρακτηρίζουν τον άνθρωπο, όπως η ικανότητα να σκέφτεται, να ανακαλύπτει νοήματα, να γενικεύει ή να μαθαίνει από προηγούμενες εμπειρίες. Από την ανάπτυξη του ψηφιακού υπολογιστή τη δεκαετία του 1940, έχει αποδειχθεί ότι οι υπολογιστές μπορούν να προγραμματιστούν για να εκτελούν πολύ σύνθετες εργασίες - όπως, για παράδειγμα, να ανακαλύπτουν αποδείξεις για μαθηματικά θεωρήματα ή να παίζουν σκάκι - με μεγάλη επιδεξιότητα. Παρόλα αυτά, παρά τις συνεχείς προόδους στην ταχύτητα επεξεργασίας και τη χωρητικότητα της μνήμης των υπολογιστών, δεν υπάρχουν ακόμη προγράμματα που να μπορούν να φτάσουν την ανθρώπινη ευελιξία σε ευρύτερους τομείς ή σε εργασίες που απαιτούν πολλές καθημερινές γνώσεις. Από την άλλη πλευρά, ορισμένα προγράμματα έχουν επιτύχει τα επίπεδα επιδόσεων των ανθρώπινων ειδικών και επαγγελματιών στην εκτέλεση ορισμένων συγκεκριμένων εργασιών, έτσι ώστε η τεχνητή νοημοσύνη με αυτή την περιορισμένη έννοια να συναντάται σε εφαρμογές τόσο διαφορετικές όσο η ιατρική διάγνωση, οι μηχανές αναζήτησης μέσω υπολογιστή και η αναγνώριση φωνής ή γραφής (Copeland, 2019).

Η τεχνητή νοημοσύνη έχει εισβάλει έντονα στον τομέα του SCM (Supply chain management). Από τα τέλη της δεκαετίας του 1970, η ανάπτυξη του Artificial Intelligence (εφεξής AI) έχει επικεντρωθεί στην αύξηση της παραγωγικότητας των επιχειρήσεων και την ικανότητα κατανόησης των επιχειρήσεων. Οι εργασίες ρουτίνας μπορούν πλέον να γίνουν με ρομποτική διαδικασία και μηχανική μάθηση. Οι αλγόριθμοι “μαθαίνουν” από τα δεδομένα και τις αναλύσεις και βοηθούν τις επιχειρήσεις να εξυπηρετούν ένα πελάτη με τον καλύτερο δυνατό τρόπο βάσει των αναγκών του (Soleimani, 2018). Σύμφωνα με τους Bughin et al., (2017) σε έκθεση για την McKinsey Global Institute, εταιρείες

επένδυσαν 26-39 δισεκατομμύρια δολάρια στην τεχνητή νοημοσύνη το 2016 και οι εταιρείες υψηλής τεχνολογίας χρησιμοποίησαν το 90% των επενδύσεων σε τεχνητή νοημοσύνη στον τομέα της έρευνας και ανάπτυξης (Research & Development, R & D) και 10% ποσοστό σε εξαγορές AI.

Η τεχνητή νοημοσύνη ορίζεται ως η ικανότητα των υπολογιστών να επιλύουν ανεξάρτητα προβλήματα ενώ δεν έχουν προγραμματιστεί ρητά για να κάνουν συγκεκριμένη εργασία. Οι σύγχρονες πλατφόρμες AI έχουν ικανότητα να συλλέγουν πληροφορίες από το περιβάλλον. Το AI χρησιμοποιεί πολλά δεδομένα, αντικείμενα και ήχους για να ενεργεί έξυπνα και να αναγνωρίζει με ιδιαίτερη ακρίβεια (Dash et al., 2019). Το AI δίνει τη δυνατότητα στις μηχανές να αισθάνονται το περιβάλλον με τον ίδιο τρόπο όπως ο άνθρωπος. Αυτό σημαίνει έναν εντελώς νέο τρόπο για τις επιχειρήσεις να αλληλεπιδρούν με τους πελάτες τους και να προσφέρουν πιο ολιστικές εμπειρίες, όπως έξυπνα προϊόντα, υπηρεσίες και αυτοματοποιημένες διαδικασίες. Η τεχνητή νοημοσύνη είναι η πιο ισχυρή τεχνολογία της ανθρωπότητας (Marr, 2019: 1-4).

Ως συμπέρασμα, ο ορισμός του AI μπορεί να εξηγηθεί ως μηχανές που χρησιμοποιούν μεγάλα δεδομένα (Big data) για να τα συγκρίνουν με αλγόριθμους και υπολογισμούς και να κάνουν προβλέψεις για το ποιο είναι το πιο επιτυχημένο αποτέλεσμα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί με πολλούς τρόπους και η σημερινή τεχνολογία AI είναι ικανή να λαμβάνει μεμονωμένες, ολιστικές και σύνθετες αποφάσεις λαμβάνοντας υπόψη πολλές πτυχές.

Σύμφωνα με έρευνα τεχνητής νοημοσύνης που ανατέθηκε από τη Microsoft (2018), πάνω από το 50% των εταιρειών είχαν ήδη εφαρμόσει την τεχνητή νοημοσύνη στην παραγωγή και τη δημιουργία νέων γνώσεων. Αυτή η έρευνα αποτελείται από 22 εταιρείες και σκοπός της έρευνας είναι να χαρτογραφήσει την ετοιμότητα εφαρμογής στην τεχνητή νοημοσύνη. Επίσης, η έρευνα διερευνά πώς οι εταιρείες βλέπουν την τεχνολογία AI για επιχειρηματικές δράσεις σε τέσσερις διαστάσεις. Αυτές οι διαστάσεις είναι η συμμετοχή των πελατών, η παραγωγικότητα των εργαζομένων, η εντατικοποίηση εργασιών και η ανανέωση προϊόντων (Microsoft, 2018). Μόνο το 14 τοις εκατό των εταιρειών εκμεταλλεύονται την τεχνητή νοημοσύνη με πολλούς διαφορετικούς τρόπους στις επιχειρηματικές διαδικασίες και στην υποστήριξη εργασιακών υποχρεώσεων. Συνοψίζοντας τα ευρήματα της Microsoft, οι επιχειρήσεις βρίσκονται σε φάση πειραματισμού στην υλοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης. Ένα από τα ερευνητικά ερωτήματα ήταν «Σε ποιο βαθμό έχετε εφαρμόσει την Τεχνητή Νοημοσύνη στις ακόλουθες λειτουργίες της εταιρείας;». Ο λειτουργικός χάρτης AI heatmap δείχνει ότι πολλές εταιρείες έχουν υλοποιήσεις στα logistics (Microsoft, 2018).

Χάρη στην ανάπτυξη της επιστήμης των υπολογιστών και της έρευνας στους τομείς των τεχνολογιών 4.0, η Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) έχει υποστεί σημαντική εξέλιξη από τις τελευταίες δεκαετίες του 20ού αιώνα, και έτσι ο ορισμός της συνεχίζει να εξελίσσεται από την ίδρυσή της το 1950 με τον μαθηματικό Alan Turing. Στη συνέχεια, η σύγχρονη φάση της Τεχνητής Νοημοσύνης ξεκίνησε το 1956 με την καλοκαιρινή ομάδα μελέτης του Dartmouth για την Τεχνητή Νοημοσύνη. Η τεχνητή νοημοσύνη είναι μία από τις πιο διαβόητες τεχνολογίες της βιομηχανίας 4.0 και ορίζεται ως ο σχεδιασμός ευφυών συστημάτων που μπορούν να μαθαίνουν από τα δεδομένα και να λαμβάνουν αποφάσεις και προβλέψεις ανάλογα. Στόχος της είναι η ανάπτυξη και η δημιουργία "σκεπτόμενων μηχανών" ικανών να μιμούνται, να μαθαίνουν και να αντικαθιστούν την ανθρώπινη νοημοσύνη. Ο Marvin Lee Minsky (1956) ορίζει την τεχνητή νοημοσύνη ως "την κατασκευή προγραμμάτων υπολογιστών που ασχολούνται με καθήκοντα τα οποία, προς το παρόν, εκτελούνται πιο ικανοποιητικά από τον άνθρωπο, επειδή απαιτούν υψηλού επιπέδου νοητικές διεργασίες όπως: αντιληπτική μάθηση, οργάνωση της μνήμης και κριτική σκέψη" (Atwani, Hlyal & Elalami, 2022).

3.2. Υποπεδία της Τεχνητής Νοημοσύνης

Σήμερα, πολλοί ερευνητές ενδιαφέρονται για τα πεδία της AI, ωστόσο, δεν είναι ομόφωνοι σχετικά με την ταξινόμηση των τεχνικών της, π.χ. ο Min (2010) ταξινομεί τις τεχνικές της AI σε τέσσερα υποπεδία:

- Τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (ΤΝΔ) και θεωρία συνόλων,
- μηχανική μάθηση, συστήματα εμπειρογνομώνων και γενετικοί αλγόριθμοι,
- Fuzzy logic,
- Συστήματα βασισμένα σε πράκτορες

Ένα τεχνητό νευρωνικό δίκτυο (ΤΝΔ) είναι ένα σύνολο τεχνητών νευρώνων, σκοπός του οποίου είναι η προσομοίωση του τρόπου με τον οποίο ο ανθρώπινος εγκέφαλος επεξεργάζεται και αναλύει πληροφορίες, προκειμένου να επιλύει προβλήματα που αξιολογούνται ως δύσκολα για τον άνθρωπο.

Τα ΤΝΔ αποτελούνται από διάφορους κόμβους, οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους με συνδέσμους. Χάρη σε ένα σύνολο κανόνων μάθησης, τα ΤΝΔ χρησιμοποιούν τις πληροφορίες "εισόδου" και παράγουν, μέσω ενός εσωτερικού συστήματος στάθμισης, τις "εξόδους". Το σύστημα αυτοεκμάθησής τους τους επιτρέπει να παρέχουν τα καλύτερα

αποτελέσματα. Η θεωρία των αδρών συνόλων είναι ένα μαθηματικό εργαλείο που χρησιμοποιείται για την επίλυση ασαφών, αβέβαιων, ανακριβών και θορυβωδών δεδομένων, συνίσταται στη χάραξη δύο ακριβών ορίων για την περιγραφή μιας ανακριβούς έννοιας: κατώτερη και ανώτερη προσέγγιση των αρχικών συνόλων δεδομένων. Η μηχανική μάθηση (ML) είναι μια διαδικασία που εκμεταλλεύεται την εμπειρία για να μάθει χωρίς προφανή προγραμματισμό και να βελτιώσει την απόδοσή της. Με αναφορά σε πληροφορίες του παρελθόντος από την ηλεκτρονική συλλογή δεδομένων. Οι γνωστοί τύποι ML είναι οι εξής: 1. επιβλεπόμενη: τα καθήκοντα είναι η ταξινόμηση και η παλινδρόμηση, 2. μη επιβλεπόμενη: τα καθήκοντα είναι οι κανόνες συσχέτισης, οι αυτοοργανωτικοί χάρτες, η πολυδιάστατη κλιμάκωση και η μη γραμμική μείωση διαστάσεων, 3. ενισχυτική μάθηση: το σύστημα βρίσκει αυτόνομα τις δικές του λύσεις μέσω κατευθυνόμενων ανταμοιβών και τιμωριών (Atwani, Hiyal & Elalami, 2022).

Ένα σύστημα εμπειρογνομόνων είναι ικανό να απαντά σε ερωτήσεις, χρησιμοποιώντας συλλογισμούς που βασίζονται σε γνωστά γεγονότα και κανόνες. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ιδίως ως εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων. Οι γενετικοί αλγόριθμοι (GAs) είναι τυχαίοι ερευνητικοί αλγόριθμοι που μιμούνται τη φυσική γενετική. Στοχεύουν στην επίλυση ενός προβλήματος υψηλού επιπέδου με τη χρήση μιας τυχαίας ανταλλαγής πληροφοριών (Roetzel, 2020). Η ασαφής λογική (fuzzy logic) είναι μια συνέχεια της λογικής Boole που βασίζεται στη μαθηματική θεωρία των ασαφών συνόλων και στη γενίκευση της κλασικής θεωρίας συνόλων. Η ασαφής λογική παρέχει μια πολύ πολύτιμη ευελιξία για τη συλλογιστική εισάγοντας την έννοια του βαθμού στην επαλήθευση μιας συνθήκης, επιτρέποντας έτσι σε μια συνθήκη να βρίσκεται σε μια κατάσταση διαφορετική από την αληθή ή τη ψευδή. Πράγμα που καθιστά δυνατή τη συνεκτίμηση ανακριβειών και αβεβαιοτήτων.

Το σύστημα που βασίζεται σε πράκτορες είναι ένα σύστημα που αποτελείται από ένα σύνολο πρακτόρων (μια διαδικασία, ένα ρομπότ, ένας άνθρωπος κ.λπ.), οι οποίοι βρίσκονται σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον και αλληλεπιδρούν σύμφωνα με ορισμένες σχέσεις. Ένας πράκτορας είναι μια οντότητα που χαρακτηρίζεται από το γεγονός ότι είναι, τουλάχιστον εν μέρει, αυτόνομη. Επιπλέον, άλλοι συγγραφείς εξετάζουν πιο γενικές μορφές AI που χρησιμοποιούνται λιγότερο στην εφοδιαστική αλυσίδα, π.χ. εξόρυξη δεδομένων, επιχειρηματολογία βάσει περιπτώσεων, νοημοσύνη σμήνους, μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης, προσομοίωση ανόπτησης, αυτοματοποιημένος προγραμματισμός, δέντρα αποφάσεων, κανόνες συσχέτισης, δενδρικά μοντέλα, ομαδοποίηση k-means, συστήματα εμπειρογνομόνων, ευρετικές μέθοδοι, ρομποτικός προγραμματισμός, στοχαστική προσομοίωση, δίκτυα Bayes, μοντέλο Physarum, επιχειρηματολογία βάσει κανόνων, μοντέλα Gauss (Toorajipour et al., 2021).

3.3. Εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης σε Εφοδιαστικές Αλυσίδες

Ταχύτητα στη λήψη αποφάσεων, ταχύτητα στη μείωση των χρόνων κύκλου, ταχύτητα στις λειτουργίες και ταχύτητα στη συνεχή βελτίωση. Η τεχνητή νοημοσύνη στην εφοδιαστική αλυσίδα ήρθε για να μείνει και να κάνει θραύση τα επόμενα χρόνια. Σύμφωνα με την Gartner, οι οργανισμοί της εφοδιαστικής αλυσίδας αναμένουν ότι το επίπεδο της μηχανικής αυτοματοποίησης στις διαδικασίες της εφοδιαστικής τους αλυσίδας θα διπλασιαστεί τα επόμενα πέντε χρόνια. Ταυτόχρονα, οι παγκόσμιες δαπάνες για πλατφόρμες IoT προβλέπεται να αυξηθούν από 1,67 δισ. δολάρια το 2018 σε 12,44 δισ. δολάρια το 2024, επιτυγχάνοντας σύνθετο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης (CAGR) 40% σε επτά χρόνια. Στον σημερινό συνδεδεμένο ψηφιακό κόσμο, η μεγιστοποίηση της παραγωγικότητας μέσω της μείωσης των αβεβαιοτήτων είναι η κορυφαία προτεραιότητα σε όλους τους κλάδους. Οι αυξανόμενες προσδοκίες για υπερηχητική ταχύτητα και αποτελεσματικότητα μεταξύ προμηθευτών και επιχειρηματικών εταίρων κάθε είδους υπογραμμίζουν περαιτέρω την ανάγκη του κλάδου να αξιοποιήσει τις ικανότητες της Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) στις αλυσίδες εφοδιασμού και τα logistics. Η Τεχνητή Νοημοσύνη στις αλυσίδες εφοδιασμού συμβάλλει στην παροχή των ισχυρών δυνατοτήτων βελτιστοποίησης που απαιτούνται για ακριβέστερο προγραμματισμό χωρητικότητας, βελτιωμένη παραγωγικότητα, υψηλή ποιότητα, χαμηλότερο κόστος και μεγαλύτερη παραγωγή, ενώ παράλληλα προωθεί ασφαλέστερες συνθήκες εργασίας. Όταν έρχονται αντιμέτωπες με μια πανδημία όπως η COVID-19, η εδραίωση μιας καλής κατανόησης των επιπτώσεων στις αλυσίδες εφοδιασμού και τα σχέδια έκτακτης ανάγκης μπορούν να βοηθήσουν τις εταιρείες παραγωγής να αντιμετωπίσουν τις αβεβαιότητες με τον σωστό τρόπο (Jacobs, 2020).

3.3.1. Προβλέψεις & προγραμματισμός ζήτησης

Η πρόβλεψη και ο προγραμματισμός της ζήτησης είναι δύο κρίσιμες λειτουργίες για την εταιρεία, οι οποίες χρησιμοποιούνται για τον προγραμματισμό της παραγωγής, των προμηθειών, της διαχείρισης των αποθεμάτων, της ανάπτυξης νέων προϊόντων, των εκστρατειών μάρκετινγκ κ.λπ. Συνεπώς, η ακρίβειά τους αποτελεί το κύριο μέλημα των διευθυντών. Το κοινό χαρακτηριστικό όλων των παραδοσιακών τεχνικών πρόβλεψης

είναι ότι η μελλοντική ζήτηση ακολουθεί το ίδιο μοτίβο με τη ζήτηση του παρελθόντος, όπως η εκθετική εξομάλυνση, ο κινητός μέσος όρος, η χρονοσειρά και οι μέθοδοι Box-Jenkins. Επομένως, η ακρίβεια αυτών των τεχνικών εξαρτάται από την αξιοπιστία των ιστορικών κατατάξεων, οπότε παραμένει δύσκολο να προβλεφθεί η μελλοντική ζήτηση για νέα προϊόντα ή υπηρεσίες για τα οποία δεν υπάρχει ιστορικό. Επιπλέον, σε μια εποχή ταχέως μεταβαλλόμενων δεδομένων, η χρησιμότητα των προβλέψεων σε μια επιχείρηση εξαρτάται καθοριστικά από την πρόβλεψή τους, γι' αυτό και οι ερευνητές έχουν στρέψει όλο και περισσότερο την προσοχή τους σε αυτόν τον τομέα και συνδυάζουν τις παραδοσιακές τεχνικές πρόβλεψης με αλγορίθμους τεχνητής νοημοσύνης για τη δημιουργία ακριβέστερων προβλέψεων και τη βελτίωση του προγραμματισμού της ζήτησης. Για παράδειγμα, οι Amirkolaii et al., (2017) μελέτησαν τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην πρόβλεψη ζήτησης για ακανόνιστες απαιτήσεις και επέλεξαν τις πιο αποδοτικές.

Το ΤΝΔ χρησιμοποιήθηκε ευρέως στην πρόβλεψη και τον προγραμματισμό της ζήτησης. Οι Li, Chan και Nguyen (2013) αξιολογούν την εφαρμογή της προσέγγισης του νευρωνικού δέντρου αποφάσεων (NDT) για την πρόβλεψη της παραγωγής πετρελαίου και τη συγκρίνουν με την προσέγγιση ΤΝΔ. Οι Gligor, Dumitru and Grif (2018) προτείνουν μια λύση βασισμένη σε ANN για την πρόβλεψη της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ενός φωτοβολταϊκού σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Στην πετρελαϊκή μηχανική, οι Sheremetov et al. (2013) συγκρίνουν την εφαρμογή του μοντέλου νευρωνικού δικτύου και ενός ταξινομητή Gamma για την αναπαραγωγή και την περαιτέρω πρόβλεψη του μέλλοντος. Στο ίδιο πλαίσιο, οι Mobarakeh et al. (2017) αναπτύσσουν μοντέλα πρόβλεψης AI για τη βελτίωση της ακρίβειας της πρόβλεψης και της διαχείρισης των αποθεμάτων. Πράγματι, το ML συνίσταται στην πρόβλεψη της συμπεριφοράς, οπότε χρησιμοποιείται ευρέως για την επίλυση διαφόρων ζητημάτων της αλυσίδας εφοδιασμού στην πρόβλεψη και τον προγραμματισμό της ζήτησης. Οι Atwani, Hiyal και Elalami (2022) αναφέρουν ότι η ML χρησιμοποιείται για να επιλύσει προβλήματα πρόβλεψης κατά τη διάρκεια μιας καταστροφής, να προβλέψει τη μελλοντική ζήτηση, να αντιμετωπίσει το φαινόμενο bullwhip μέσω της πρόβλεψης των διαστρεβλωμένων πληροφοριών ζήτησης και να τις μοιραστεί με τους εταίρους της εφοδιαστικής αλυσίδας, να κάνει ακριβείς προβλέψεις σε ορίζοντα έξι μηνών, να χρησιμοποιήσει τα δεδομένα που παρέχονται από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης για τη δημιουργία προβλέψεων πωλήσεων. Οι Bousqaoui, Achchab και Tikito (2018) μελέτησαν την ικανότητα της ML να παράγει ακριβέστερες προβλέψεις από τις παραδοσιακές μεθόδους χάρη σε ένα μοντέλο μακράς βραχυπρόθεσμης διάρκειας. Από την άλλη πλευρά, το σύστημα εμπειρογνομόνων μπορεί να είναι πιο εξελιγμένη μέθοδος

πρόβλεψης για την πρόβλεψη της ζήτησης σε κάθε στάδιο της εφοδιαστικής αλυσίδας, όσον αφορά την ακρίβεια της πρόβλεψης, την ταχύτητα υπολογισμού, την κατανόηση του χρήστη και την κερδοφορία (Min, 2010). Έτσι, οι γενετικοί αλγόριθμοι συμβάλλουν στην ανάπτυξη ακριβών αλγορίθμων πρόβλεψης και στη μείωση του φαινομένου bullwhip (Jauhar and Pant, 2016).

3.3.2. Προμήθειες & Αγορές

Οι προμήθειες συνίστανται στη διάθεση στις διάφορες υπηρεσίες των πρώτων υλών, των αναλωσίμων, των εξαρτημάτων, των υπηρεσιών, της ενέργειας, των ημιτελών προϊόντων κ.λπ. για την παραγωγή ή την πώληση. Έτσι, η επιχείρηση πρέπει να αποφασίσει αν θα κατασκευάσει ή θα αγοράσει, ανάλογα με την παραγωγική της ικανότητα, την κύρια δραστηριότητά της και την εξειδίκευση των υπαλλήλων της. Από στρατηγικής άποψης, η εταιρεία καλείται να καθορίσει τους προϋπολογισμούς, τη στρατηγική προμηθειών της και το επίπεδο απαιτήσεων των προμηθευτών, κ.λπ. Όλοι αυτοί οι περιορισμοί περιπλέκουν τη λήψη αποφάσεων.

Για την upstream αλυσίδα εφοδιασμού και τη σχέση με τον προμηθευτή, βρήκαμε πολλές συνεισφορές. Οι Zhao και Yu (2011) χρησιμοποίησαν ΤΝΔ για την επίλυση των βασικών προβλημάτων του συστήματος CBR (Case based reasoning) για την επιλογή προμηθευτών. Χάρη στην ισχυρή αυτοπροσαρμοστικότητα τους, τα ANN βελτιώνουν την ακρίβεια των φάσεων ενημέρωσης και την αποτελεσματικότητα της λήψης αποφάσεων στη διαδικασία επιλογής προμηθευτών των εταιρειών. Η μάθηση κατά Bayes χρησιμοποιήθηκε από τους Chen, Xia και Wang (2010) για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας των προμηθευτών και για να δείξει ότι παρόλο που δεν έχουν ληφθεί υπόψη αρκετές παράμετροι, το μοντέλο παραμένει ευέλικτο και μπορεί να προεκταθεί λαμβάνοντας υπόψη άλλους παράγοντες.

3.3.3. Διαχείριση παραγωγής και αποθεμάτων

Η διαχείριση της παραγωγής αναφέρεται σε όλες τις δραστηριότητες που σχετίζονται με τον προγραμματισμό, την έναρξη και τον έλεγχο της παραγωγής από το στρατηγικό σχέδιο έως την παράδοση του τελικού προϊόντος. Ο προγραμματισμός, ένα κρίσιμο καθήκον στη διαχείριση της παραγωγής, αποσκοπεί στη βελτιστοποίηση των ανθρώπινων πόρων, των μηχανημάτων, των αποθεμάτων και των φυσικών κινήσεων κατά τη διεξαγωγή των εργασιών, ώστε να μειωθεί το κόστος παραγωγής και να επιτευχθούν οι στόχοι της υπηρεσίας. Έτσι, η τεχνητή νοημοσύνη έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως σε διάφορα επίπεδα της διαχείρισης της παραγωγής για τη βελτιστοποίησή της.

Μια από τις πιο επιτυχημένες εφαρμογές ΤΝΔ είναι ο ιεραρχικός σχεδιασμός της αλυσίδας εφοδιασμού για τον προσδιορισμό των χρόνων εγκατάστασης, του βέλτιστου μεγέθους παρτίδας σε όλες τις διαδικασίες της αλυσίδας εφοδιασμού και των απαιτούμενων επιπέδων αποθεμάτων για τον προγραμματισμό της ζήτησης και της παραγωγής. Επιπλέον, η θεωρία των αδρών συνόλων χρησιμοποιείται επίσης στη διαχείριση των αποθεμάτων, π.χ. σύμφωνα με τον Mehdizadeh (2019) η χρήση της θεωρίας αδρών συνόλων επιτρέπει τη μείωση των φαινομένων bullwhip και οδήγησε σε βέλτιστη διαχείριση αποθεμάτων και καλύτερο ποσοστό εξυπηρέτησης, το μοντέλο που αναπτύχθηκε θεσπίζει κανόνες και διορθώνει τις αβέβαιες πληροφορίες που λαμβάνονται από την ανάλυση ABC.

Η ακριβής διαχείριση των αποθεμάτων μπορεί να διασφαλίσει τη σωστή ροή των ειδών εντός και εκτός μιας αποθήκης. Γενικά, υπάρχουν πολλές μεταβλητές που σχετίζονται με την απογραφή, όπως η επεξεργασία παραγγελιών, η συλλογή και η συσκευασία, και αυτό μπορεί να γίνει πολύ χρονοβόρο με μεγάλη τάση για σφάλματα. Επίσης, η ακριβής διαχείριση των αποθεμάτων μπορεί να βοηθήσει στην αποφυγή υπερβολικών αποθεμάτων, ανεπαρκών αποθεμάτων και απροσδόκητων εξαντλήσεων αποθεμάτων. Με την ικανότητά τους να χειρίζονται μαζικά δεδομένα, τα εργαλεία που βασίζονται στην ΑΙ μπορούν να αποδειχθούν ιδιαίτερα αποτελεσματικά στη διαχείριση αποθεμάτων. Αυτά τα ευφυή συστήματα μπορούν να αναλύουν και να ερμηνεύουν γρήγορα τεράστια σύνολα δεδομένων, παρέχοντας έγκαιρη καθοδήγηση για την πρόβλεψη της προσφοράς και της ζήτησης. Αυτά τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης με ευφυείς αλγορίθμους μπορούν επίσης να προβλέψουν και να ανακαλύψουν νέες καταναλωτικές συνήθειες και να προβλέψουν την εποχιακή ζήτηση. Αυτή η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης βοηθά στην πρόβλεψη των μελλοντικών τάσεων της ζήτησης των πελατών, ελαχιστοποιώντας παράλληλα το κόστος της υπερπροσφοράς ανεπιθύμητων αποθεμάτων.

Η ML χρησιμοποιείται στη διαχείριση παραγγελιών για τον καθορισμό μιας βέλτιστης στρατηγικής παραγγελίας σε διάφορα επίπεδα της αλυσίδας εφοδιασμού, για την ταξινόμηση των SKUs (Stock Keeping Unit) σύμφωνα με τη ζήτηση και τα χαρακτηριστικά απόδοσης, για την αξιολόγηση της προτεραιότητας της παραγγελίας και για τον προσδιορισμό της κατασκευαστικής προτεραιότητας μιας παραγγελίας. Στη διαχείριση αποθεμάτων, χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των στοιχείων που επηρεάζουν τη διαχείριση των αποθεμάτων, για τη βελτιστοποίηση των σημείων αναπαραγγελίας και των αποθεμάτων ασφαλείας για το προϊόν, για τον εντοπισμό παρωχημένων προϊόντων σε μια αποθήκη και για τον υπολογισμό του σημείου παραγγελίας στη μέθοδο αναπλήρωσης. Στη διαχείριση της παραγωγής, η Μηχανική

μάθηση επιτρέπει τον προσδιορισμό της θέσης κατασκευής των προϊόντων: επικυρωμένο εργοστάσιο ή άγνωστης προέλευσης, τον υπολογισμό του χρόνου κύκλου και την εκτίμηση του χρόνου παράδοσης (Atwani, Hlyal & Elalami, 2022).

Η εφαρμογή των Γενετικών Αλγορίθμων στη διαχείριση αποθεμάτων, επιτρέπει τον προσδιορισμό ζητημάτων προγραμματισμού μεγέθους παρτίδας, την επεξεργασία μοντέλου οικονομικής ποσότητας παραγωγής πολλαπλών προϊόντων, συμπεριλαμβανομένων διαφόρων περιορισμών, στη βελτιστοποίηση αποθεμάτων, τον υπολογισμό οικονομικής ποσότητας παραγγελίας και την επίλυση ζητημάτων αποθεμάτων. Και στον προγραμματισμό για τον προσδιορισμό ενός βέλτιστου προγραμματισμού διαδικασιών, τη μείωση των καθυστερήσεων, την επίλυση προβλημάτων προγραμματισμού job-shop, την επίλυση προβλημάτων χωρητικότητας παρτίδας-μεγέθους και τη βελτιστοποίηση του προγραμματισμού διαδικασιών στον προγραμματισμό επιχειρησιακών πόρων (ERP) (Jauhar & Pant, 2016).

Συστήματα βασισμένα σε πράκτορες έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί ως εργαλεία προσομοίωσης για τη διαχείριση αποθεμάτων για τη μείωση του κόστους και τη βελτίωση του ποσοστού πλήρωσης και για τη μελέτη της αλληλεπίδρασης μεταξύ μοντέλων αποθεμάτων (Ponte et al., 2017).

3.3.4. Αποδοτικότητα της αποθήκης

Μια αποδοτική αποθήκη αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της αλυσίδας εφοδιασμού και η αυτοματοποίηση μπορεί να βοηθήσει στην έγκαιρη ανάκτηση ενός προϊόντος από μια αποθήκη και να εξασφαλίσει ένα ομαλό ταξίδι προς τον πελάτη. Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης μπορούν επίσης να επιλύσουν διάφορα ζητήματα αποθήκης, πιο γρήγορα και με μεγαλύτερη ακρίβεια από ό,τι μπορεί να το κάνει ένας άνθρωπος και επίσης να απλοποιήσουν πολύπλοκες διαδικασίες και να επιταχύνουν την εργασία. Επίσης, μαζί με την εξοικονόμηση πολύτιμου χρόνου, οι προσπάθειες αυτοματοποίησης με βάση την τεχνητή νοημοσύνη μπορούν να μειώσουν σημαντικά την ανάγκη και το κόστος του προσωπικού της αποθήκης.

3.3.5. Αυξημένη ασφάλεια

Τα αυτοματοποιημένα εργαλεία που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη μπορούν να εξασφαλίσουν εξυπνότερο σχεδιασμό και αποτελεσματική διαχείριση της αποθήκης, η

οποία μπορεί να ενισχύσει την ασφάλεια των εργαζομένων και των υλικών. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί επίσης να αναλύει δεδομένα για την ασφάλεια στους χώρους εργασίας και να ενημερώνει τους κατασκευαστές για τυχόν πιθανούς κινδύνους. Μπορεί να καταγράφει παραμέτρους αποθεματοποίησης και να ενημερώνει τις λειτουργίες μαζί με τους απαραίτητους βρόχους ανατροφοδότησης και προληπτικής συντήρησης. Αυτό βοηθά τους κατασκευαστές να αντιδρούν γρήγορα και αποφασιστικά για να διατηρούν τις αποθήκες ασφαλείς και σύμφωνα με τα πρότυπα ασφαλείας.

3.3.6. Μειωμένα επιχειρησιακά κόστη

Αυτό είναι ένα μεγάλο πλεονέκτημα των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης για την αλυσίδα εφοδιασμού. Από την εξυπηρέτηση πελατών έως την αποθήκη, οι αυτοματοποιημένες ευφυείς λειτουργίες μπορούν να λειτουργούν χωρίς σφάλματα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, μειώνοντας τον αριθμό των σφαλμάτων και των περιστατικών στο χώρο εργασίας. Τα ρομπότ αποθήκης παρέχουν μεγαλύτερη ταχύτητα και ακρίβεια, επιτυγχάνοντας υψηλότερα επίπεδα παραγωγικότητας.

3.3.7. Έγκαιρη παράδοση

Οι μεταφορές και η διανομή κυριαρχούνται σε μεγάλο βαθμό από τρεις δραστηριότητες: 1. Καθορισμός των δικτύων διανομής (προγραμματισμός των δρομολογίων, επιλογή των μεταφορικών μέσων, επιλογή των υποδομών μεταφόρτωσης και αποθήκευσης, κ.λπ.)- 2. Διαχείριση των μεταφορικών ροών (συσκευασία, φόρτωση/εκφόρτωση των οχημάτων, οργάνωση των δρομολογίων, διαχείριση των συλλογικών μεταφορών, διαχείριση της επιστροφής των οχημάτων και των κενών συσκευασιών, κ.λπ.)- 3. Διαχείριση των αποθεμάτων σε όλο το δίκτυο διανομής (εσωτερικά και εξωτερικά). Ουσιαστικά αφιερωμένη στη διαχείριση των ροών αγαθών, η μεταφορά και η διανομή έχουν ως στόχο την ολοκλήρωση της παράδοσης των παραγγελιών των πελατών με τους καλύτερους οικονομικούς όρους και εντός του συντομότερου δυνατού χρόνου. Η ταχύτητα του σημερινού κόσμου αυξάνει τις απαιτήσεις και τις προσδοκίες για αυστηρότητα και ακρίβεια, οπότε οι επαγγελματίες της διανομής και των μεταφορών πρέπει να είναι σε θέση να προσαρμόζονται στους ρυθμούς των τεχνολογικών καινοτομιών που αλλάζουν τις πρακτικές και βελτιώνουν τις επιδόσεις.

Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να συμβάλουν στη μείωση της εξάρτησης από τις χειροκίνητες προσπάθειες, καθιστώντας έτσι την όλη διαδικασία ταχύτερη, ασφαλέστερη και εξυπνότερη. Αυτό συμβάλλει στη διευκόλυνση της έγκαιρης παράδοσης στον πελάτη σύμφωνα με τη δέσμευση. Τα αυτοματοποιημένα συστήματα επιταχύνουν τις παραδοσιακές διαδικασίες της αποθήκης, απομακρύνοντας έτσι τα λειτουργικά σημεία συμφόρησης κατά μήκος της αλυσίδας αξίας με ελάχιστη προσπάθεια για την επίτευξη των στόχων παράδοσης.

Η Μηχανική μάθηση χρησιμοποιείται για την επίλυση προβλημάτων προγραμματισμού οχημάτων στο cross-docking στο σχεδιασμό διανομής και για τη διάκριση μεταξύ κινούμενων και στατικών παλετών και την αποφυγή ψευδώς θετικών αναγνώσεων ετικετών RFID στη διαχείριση μεταφορών. Τα συστήματα εμπειρογνομόνων εφαρμόζονται ευρέως στην εναέρια κυκλοφορία, στη διαχείριση των αποδόσεων των αεροπορικών εταιρειών και στη συντήρηση των οχημάτων. Ο GA χρησιμοποιήθηκε για την επίλυση γνωστών προβλημάτων logistics που αφορούν τη διάταξη εγκαταστάσεων, τη διασφάλιση της αξιοπιστίας της παράδοσης, την ενοποίηση εμπορευμάτων και τις υπηρεσίες ταχυμεταφορών, για τη μείωση των εξόδων μεταφοράς, την εξεύρεση λύσεων για προβλήματα που σχετίζονται με τη θέση των κέντρων logistics και τη βελτιστοποίηση των διαδρομών συλλογής παραγγελιών σε αποθήκες.

3.3.8. Back Office Automation

Η αυξημένη πολυπλοκότητα και η ανταγωνιστικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας σε παγκόσμιο επίπεδο θέτει τις εταιρίες υπό πίεση στο να λειτουργούν με οικονομικά αποδοτικό τρόπο, αυτοματοποιώντας πολλές διαδικασίες, τις λειτουργίες υποστήριξης που αγγίζουν πολλά τμήματα εσωτερικά της εταιρίας όπως το ανθρώπινο δυναμικό, τα It departments, λογιστήριο (McMaster et al., 2020).

Μια έρευνα διαπίστωσε ότι το 60% των πηγών δυσαρέσκειας των πελατών προέρχεται από το back office. Υπολογίζεται επίσης ότι το 10-20% όλων των όγκων συναλλαγών σε ένα κέντρο επαφής είναι αποτέλεσμα ζητημάτων εκτέλεσης στο back office.

Οι προσπάθειες ψηφιοποίησης των βασικών επιχειρηματικών διαδικασιών δεν είναι νέες. Τις τελευταίες δύο δεκαετίες, οι εταιρείες έχουν επενδύσει σε εφαρμογές προγραμματισμού πόρων επιχειρήσεων (ERP), προσαρμοσμένα συστήματα μεγάλης κλίμακας και διαχείριση επιχειρηματικών διαδικασιών για να μεταμορφώσουν τις βασικές τους λειτουργίες. Ορισμένες από αυτές τις εφαρμογές έχουν απτά οφέλη, αλλά οι

περισσότερες δημιουργούν ανεπιθύμητες παρενέργειες, όπως υποβαθμισμένες εμπειρίες χρήστη, ανόμοιες εφαρμογές και συστήματα πληροφορικής και πολλά άλλα.

Μόνο οι επιχειρήσεις σήμερα έχουν κατά μέσο όρο 1500 εφαρμογές και σε μεγάλους οργανισμούς, αυτό μπορεί να φτάσει τις δεκάδες χιλιάδες. Και οι αναποτελεσματικότητες που προκύπτουν από το back office — παλαιού τύπου συστήματα, πηγές δεδομένων και μη συνδεδεμένες διαδικασίες που βασίζονται σε χαρτί — μπορεί να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην παραγωγικότητα και την κακή εμπειρία των πελατών.

Καθώς οι οργανισμοί προετοιμάζονται για να είναι έτοιμοι για το μέλλον, τεχνολογίες όπως η ρομποτική αυτοματοποίηση διεργασιών (RPA Robotic process automation) και η τεχνητή νοημοσύνη γίνονται όλο και περισσότερα τα εργαλεία που ενισχύουν τις προσπάθειες μετασχηματισμού. Μπορούν να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στις λειτουργίες back-office για να επιτύχουν λειτουργική αποτελεσματικότητα: μειωμένο κόστος, ταχύτερους χρόνους διεκπεραίωσης και αυξημένη παραγωγικότητα.

Ο έξυπνος αυτοματισμός (Intelligent automation, IA) ενδυναμώνει την ταχεία αυτοματοποίηση επιχειρηματικών διαδικασιών από άκρο σε άκρο και επιταχύνει τον ψηφιακό μετασχηματισμό. Συνδυάζει τη βασισμένη σε κανόνες, 24/7 εκτέλεση εργασιών του RPA με τεχνητή νοημοσύνη και γνωστικές δυνατότητες όπως η όραση υπολογιστή, η επεξεργασία φυσικής γλώσσας και η ασαφής λογική με διεργασίες και αναλύσεις απόδοσης.

3.3.9. Εικονικοί Βοηθοί

Στην εποχή του ψηφιακού καταναλωτή, μια απρόσκοπτη και εξατομικευμένη εμπειρία είναι το κλειδί για την ικανοποίηση του πελάτη. Οι εφοδιαστικές αλυσίδες διαδραματίζουν ζωτικό ρόλο στη διαμόρφωση της εμπειρίας των πελατών διασφαλίζοντας μια γρήγορη και ομαλή εμπειρία και μια διαφανή παράδοση προϊόντων. Εδώ, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να αξιοποιηθεί για να δημιουργήσει μια πιο εξατομικευμένη εμπειρία πελάτη (personalization), ιδιαίτερα μέσω της εφαρμογής μηχανών συστάσεων ή εικονικών βοηθών. Οι τελευταίοι ορίζονται ως πράκτορες βασισμένοι σε λογισμικό που υποστηρίζουν τους ανθρώπους με την εκτέλεση γνωστικών εργασιών και επικοινωνία μέσω φωνής ή κειμένου (Hoy, 2018). Για την ενίσχυση της εμπειρίας των πελατών της εταιρεία logistics DHL έχει προσθέσει μια δεξιότητα στην Alexa που επιτρέπει στους πελάτες να ρωτήσουν το έξυπνο ηχείο για την κατάσταση της αποστολής τους (DHL, 2017 σε Zapke, 2019). Η startup Package.ai επεκτείνει αυτήν την ιδέα με το chatbot της

«Jenny» αλληλεπιδρώντας με πελάτες σε κάθε σημείο επαφής της διαδικασίας παραγγελίας, βελτιστοποιώντας παράλληλα την παράδοση του last mile. Πιο συγκεκριμένα, το «Jenny» μπορεί να συντονίσει παράθυρα παράδοσης, πληροφορίες αποστολής ή αλλαγές της τελευταίας στιγμής μεταξύ πελατών και των παρόχων logistics. Καθώς μιλάει και στα δύο μέρη, το «Jenny» σχεδιάζει τη βέλτιστη διαδρομή που μεγιστοποιεί τις επιτυχημένες παραδόσεις και την παραγωγικότητα του οδηγού. Για να μπορέσει να κάνει αυτό το «Jenny» λαμβάνει υπόψη, τα χρονικά παράθυρα των πελατών, τις συνθήκες κυκλοφορίας καθώς και το χρονοδιάγραμμα του παρόχου εφοδιαστικής και τους περιορισμούς χωρητικότητας. Επιπλέον, ο αλγόριθμος ML του chatbot αξιοποιεί ιστορική παράδοση και δεδομένα καταναλωτή για να βελτιώνει συνεχώς τη λήψη αποφάσεων. Επιπλέον, το Package.ai υποστηρίζει ότι η μείωση των αποτυχημένων παραδόσεων και η βελτιστοποιημένη δρομολόγηση βοήθησε τις εταιρείες να βελτιώσουν τη λειτουργική τους απόδοση έως και 30% (Zapke, 2019).

3.4. Ο αντίκτυπος της Τεχνητής Νοημοσύνης στις Εφοδιαστικές Αλυσίδες

3.4.1. Αντίκτυπος στις προμήθειες

Η προγνωστική τεχνητή νοημοσύνη θα βοηθήσει τους αγοραστές να επιλέγουν και να διαπραγματεύονται με τους προμηθευτές πιο έξυπνα αντλώντας πληροφορίες από ιστορικά αρχεία αγορών και πληροφορίες εξωτερικής αγοράς. Εξάλλου, παρόμοιο με το πώς οι καταναλωτές συνηθίζουν να ζητούν πληροφορίες και να παραγγέλνουν προϊόντα μέσω της Alexa της Amazon, οι αγοραστές που προμηθεύονται μπορεί να αναθέσουν την επικοινωνία και την παραγγελία του προμηθευτή επεξεργασία σε εικονικούς βοηθούς. Τα chatbot προμηθειών χρησιμοποιούνται ήδη για την αυτοματοποίηση αυτών των διαδικασιών. Ωστόσο, ειδικός στην έρευνα της τεχνητής νοημοσύνης δηλώνει ότι ο αντίκτυπος είναι πιθανό να είναι ήσσονος σημασίας, καθώς το ανθρώπινο στοιχείο παραμένει κρίσιμο για την κατασκευή και τη διατήρηση των σχέσεων με τους προμηθευτές (Zapke, 2019).

3.4.2. Επιπτώσεις στην παραγωγή

Οι εταιρείες βρίσκονται σε έναν αγώνα δρόμου για να αγκαλιάσουν τις ψηφιακές τεχνολογίες όπως η τεχνητή νοημοσύνη (AI). Αυτές οι τεχνολογίες αποτελούν κρίσιμους παράγοντες για την Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση (γνωστή και ως Industry 4.0) και τελικά θα δώσουν τη δυνατότητα στην κατασκευαστική αγορά να συνεχίσει να είναι η ραχοκοκαλιά της παγκόσμιας οικονομίας. Η τεχνητή νοημοσύνη στην κατασκευή φέρνει τα εργοστάσια στο μέλλον.

Σε ολόκληρη τη βιομηχανία, οι κατασκευαστές αντιμετωπίζουν μια σειρά από προκλήσεις που καθιστούν δύσκολη την επιτάχυνση της παραγωγής, ενώ εξακολουθούν να παρέχουν προϊόντα υψηλής αξίας και υψηλής ποιότητας στους πελάτες τους. Εν τω μεταξύ, οι εταιρείες πρέπει να εφαρμόσουν μια ψηφιακή υποδομή που τις τοποθετεί ώστε να ενστερνιστούν πλήρως τις δεξιότητες και τις γνώσεις των καλύτερων περιουσιακών τους στοιχείων - των ανθρώπων.

Η μεταποιητική βιομηχανία σήμερα βασίζεται στον αυτοματισμό εξίσου με τους ανθρώπους. Αλλά το εργοστάσιο του μέλλοντος, που είναι ένας συνδυασμός φυσικών και ψηφιακών δυνατοτήτων, απαιτεί περισσότερα: δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, συνδεσιμότητα και τεχνολογία AI στην πρώτη γραμμή. Στην πραγματικότητα, περισσότερο από το 80% των στελεχών της C-suite πιστεύουν ότι πρέπει να αξιοποιήσουν την τεχνητή νοημοσύνη για να επιτύχουν τους αναπτυξιακούς τους στόχους.

Η εκρηκτική ανάπτυξη της αγοράς ηλεκτρονικών ειδών σημαίνει ότι υπάρχει ελάχιστος χώρος για λάθη ή χρόνο για χάσιμο κατά την υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης στην κατασκευή. Οι απαιτήσεις των πελατών για την παράδοση προϊόντων έγκαιρα και εντός του προϋπολογισμού είναι υψίστης σημασίας και η αποτελεσματικότητα είναι στόχος σε οτιδήποτε αφορά την κατασκευή και τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η ικανότητα της τεχνητής νοημοσύνης να έχει αντίκτυπο από αυτή την άποψη είναι πραγματική.

3.5. Τα οφέλη της τεχνητής νοημοσύνης στην κατασκευή

Ο στόχος της κατασκευής είναι να παρέχει σταθερή υψηλή ποιότητα με το χαμηλότερο κόστος και τη μεγαλύτερη ταχύτητα. Κατά συνέπεια, οι μεγαλύτερες προκλήσεις περιστρέφονται γύρω από τον τρόπο παράδοσης αξιόπιστων προϊόντων υψηλής

ποιότητας, διατηρώντας παράλληλα το κόστος χαμηλό και την κατασκευή με γρήγορους ρυθμούς. Ακολουθούν μερικοί τρόποι με τους οποίους η τεχνητή νοημοσύνη στην παραγωγή μπορεί να βοηθήσει:

3.5.1. Αυτόματη οπτική επιθεώρηση και ποιοτικός έλεγχος

Ένα τυπικό περιβάλλον παραγωγής περιλαμβάνει μηχανές αυτόματης οπτικής επιθεώρησης (automatic optical inspection, AOI) για τον προσδιορισμό των προϊόντων που πληρούν τα πρότυπα και ποια είναι ελαττωματικά, αλλά αυτά τα μηχανήματα έχουν ποσοστό ακρίβειας περίπου 60-70%. Σε ένα σχολικό περιβάλλον, αυτός μπορεί να είναι ένας βατός βαθμός, αλλά δεν είναι εκπληκτικός. Η υψηλή ποιότητα είναι ένας από τους κυρίαρχους στόχους στον τομέα της μεταποίησης.

Όταν επαυξάνεται η τεχνητή νοημοσύνη σε διαδικασίες παραγωγής όπως τα μηχανήματα AOI και μπορούν αυτά να αναγνωρίζουν μοτίβα, αυτό οδηγεί σε σημαντική βελτιστοποίηση της διαδικασίας.

Οι κάμερες υψηλής ανάλυσης με λογισμικό αναγνώρισης βασισμένο σε AI μπορούν να πραγματοποιήσουν ποιοτικούς ελέγχους σε οποιοδήποτε σημείο της διαδικασίας παραγωγής και να μας βοηθήσουν να εντοπίσουμε με ακρίβεια σημεία όπου ένα προϊόν καθίσταται ελαττωματικό. Μήπως επειδή το μηχάνημα δεν λειτουργεί καλά; Ή είναι κάποιος άλλος παράγοντας που επηρεάζει την ποιότητα του προϊόντος; Όταν μπορούν να απαντηθούν αυτά τα ερωτήματα, οι διαδικασίες παραγωγής γίνονται πιο γρήγορες και αποτελεσματικές και παράγουν προϊόντα υψηλότερης ποιότητας. Αυτό μπορεί να είναι εξαιρετικά επωφελές για στενά εποπτευόμενες βιομηχανίες όπως η αυτοκινητοβιομηχανία και η αεροδιαστημική που πρέπει να πληρούν αυστηρά πρότυπα ποιότητας που ορίζονται από ρυθμιστικούς φορείς.

Στην πραγματικότητα, το BMW Group χρησιμοποιεί ήδη τεχνητή νοημοσύνη για την αξιολόγηση εικόνων εξαρτημάτων από τη γραμμή παραγωγής του, εντοπίζοντας αποκλίσεις από τα πρότυπα ποιότητας σε πραγματικό χρόνο. Στην περιοχή τελικής επιθεώρησης στο εργοστάσιο του BMW Group στο Dingolfing, μια εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης συγκρίνει τα δεδομένα παραγγελίας οχήματος με μια ζωντανή εικόνα του χαρακτηρισμού του μοντέλου του νέου αυτοκινήτου. Οι ονομασίες μοντέλων, οι πινακίδες αναγνώρισης και άλλοι εγκεκριμένοι συνδυασμοί αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων εικόνων. Εάν η ζωντανή εικόνα και τα δεδομένα παραγγελίας δεν

αντιστοιχούν για παράδειγμα, εάν λείπει ένας προσδιορισμός στέλνει μια ειδοποίηση στην ομάδα επιθεώρησης.

3.5.2. Ενίσχυση ανθρώπινων δυνατοτήτων

Ο απώτερος στόχος της τεχνητής νοημοσύνης είναι να κάνει τις διαδικασίες πιο αποτελεσματικές όχι αντικαθιστώντας ανθρώπους, αλλά γεμίζοντας τις τρύπες στις δεξιότητες των ανθρώπων. Δουλεύοντας δίπλα-δίπλα, η συνεργασία ανθρώπων και βιομηχανικών ρομπότ μπορεί να κάνει την εργασία λιγότερο χειρωνακτική, κουραστική και επαναλαμβανόμενη, καθώς και πιο ακριβή και αποτελεσματική.

Για το σκοπό αυτό, η Canon χρησιμοποιεί την Υποβοηθούμενη αναγνώριση ελαττωμάτων έναν συνδυασμό μηχανικής μάθησης, όρασης υπολογιστή και προγνωστικών αναλύσεων για να συμπληρώσει τις ανθρώπινες δεξιότητες. Το λογισμικό εξετάζει τα κατασκευαστικά εξαρτήματα με βιομηχανική ακτινογραφία και εικόνες για να προσδιορίσει την ακεραιότητα κάθε εξαρτήματος και την εσωτερική του δομή. Μόνο με έναν εξειδικευμένο τεχνικό, η διαδικασία εξέτασης μπορεί να είναι πολύ χειροκίνητη και επιρρεπής σε σφάλματα. Ωστόσο, με την όραση υπολογιστή και τη μηχανική μάθηση, η τεχνολογία υποβοηθούμενης αναγνώρισης ελαττωμάτων μπορεί να αναλύσει εικόνες επιθεωρούμενων εξαρτημάτων, να εντοπίσει πιθανά ελαττώματα (συμπεριλαμβανομένων εκείνων που μπορεί να παραλείψει το ανθρώπινο μάτι) και να μάθει και να βελτιώνει την ακρίβεια της τεχνολογίας με βάση την ανθρώπινη αποδοχή.

Υπάρχουν εταιρίες που έχουν αναπτύξει πρωτοβουλίες AI για την επεξεργασία και την εκμάθηση φυσικής γλώσσας. Για παράδειγμα, οι άνθρωποι πρέπει να πάρουν και να προσδιορίσουν τον σωστό κωδικό συμμόρφωσης για τις συναλλαγές που θα συμπληρώσουν όταν κάνουν την κατάθεση συναλλαγών. Σε αυτό το έργο, η ακρίβεια είναι απαραίτητη. Εάν κάποιος παραλάβει τον λάθος κωδικό εμπορεύματος και τον καταχωρήσει, αυτό θα μπορούσε να έχει ως αποτέλεσμα την παραλαβή ενός επικίνδυνου αγαθού ή ενός ακατέργαστου, επικίνδυνου αγαθού. Τώρα, η χειρωνακτική εργασία μπορεί να αντικατασταθεί με την τεχνητή νοημοσύνη για να ληφθεί ο σωστός κωδικός ώστε να μπορεί να αρχειοθετηθεί σωστά.

3.5.3. Ενεργοποίηση της προληπτικής συντήρησης

Σχεδόν το 30% των περιπτώσεων χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης στην κατασκευή σχετίζονται με τη συντήρηση, σύμφωνα με μια μελέτη Capgemini. Αυτό είναι λογικό λαμβάνοντας υπόψη ότι, στη μεταποίηση, η μεγαλύτερη αξία από την τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να δημιουργηθεί χρησιμοποιώντας τη για προγνωστική συντήρηση (περίπου 0,5 τρισεκατομμύρια έως 0,7 τρισεκατομμύρια δολάρια σε όλες τις επιχειρήσεις του κόσμου).

Η προγνωστική συντήρηση αναλύει τα ιστορικά δεδομένα απόδοσης των μηχανών για να προβλέψει πότε είναι πιθανό να αποτύχει να περιορίσει το χρόνο που είναι εκτός λειτουργίας, και να εντοπίσει τη βασική αιτία του προβλήματος. Οι αναλύσεις απόδοσης ενέργειας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να διασφαλιστεί ότι αυτά τα μεμονωμένα μηχανήματα είναι όσο το δυνατόν πιο αποδοτικά όταν λειτουργούν, συμβάλλοντας στην αύξηση απόδοσης και στη μείωση της ποσότητας ενέργειας που καταναλώνουν.

Η ικανότητα του AI να επεξεργάζεται τεράστιες ποσότητες δεδομένων, συμπεριλαμβανομένου ήχου και βίντεο, του επιτρέπει να εντοπίζει γρήγορα ανωμαλίες για την αποφυγή βλαβών είτε πρόκειται για περίεργο ήχο σε κινητήρα αεροσκάφους είτε για δυσλειτουργία σε μια γραμμή συναρμολόγησης που ανιχνεύεται από έναν αισθητήρα.

Σε περίπτωση βλάβης του μηχανήματος, η παραγωγή σταματά. Εν τω μεταξύ, η προγνωστική συντήρηση συνήθως μειώνει το χρόνο διακοπής λειτουργίας του μηχανήματος κατά 30-50% και αυξάνει τη διάρκεια ζωής του μηχανήματος κατά 20-40%, σύμφωνα με ένα άρθρο της McKinsey. Με την αυξανόμενη εξάρτηση της κατασκευής από τα μηχανήματα και την ανάγκη ενίσχυσης του χρόνου λειτουργίας και της παραγωγικότητας, οι εταιρείες απαιτούν πολύ περισσότερα από καλή τύχη και χαρούμενες σκέψεις για να συνεχίσουν να “Θορυβούν” την παραγωγή.

3.6. Επιπτώσεις στην Αποθήκη

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η τεχνητή νοημοσύνη είναι μια τεχνολογία μετασχηματισμού. Αλλά θα ήταν λάθος να πιστεύουμε ότι τα οφέλη της τεχνητής νοημοσύνης περιορίζονται σε εταιρείες blue-chip και παγκόσμιους τεχνολογικούς γίγαντες. Τελικά, η τεχνητή νοημοσύνη θα μεταμορφώσει κάθε επιχείρηση, σε κάθε κλάδο. Ακολουθούν μερικοί από

τους τρόπους με τους οποίους η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βελτιώσει τις δραστηριότητές σας βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα (Newcastle Systems, 2021):

- Καλύτερη επικοινωνία - Οι αποθήκες βασίζονται σε μια συνεχή ροή δεδομένων. Όμως ο ανθρώπινος παράγοντας μπορεί να δημιουργήσει αναποτελεσματικότητα και δαπανηρά λάθη. Το AI μπορεί να εξαλείψει αυτές τις ανακρίβειες και να εγγυηθεί ακριβή δεδομένα κατά παραγγελία.
- Βελτιωμένη παραγωγικότητα - Θα υπάρχει πάντα ανάγκη για ανθρώπινη εργασία, αλλά τα ρομπότ αυτοματισμού αποθήκης μπορούν να είναι πιο αποτελεσματικά σε ορισμένες εργασίες, με ταχύτερα και ακριβέστερα αποτελέσματα.
- Καλύτερα δεδομένα - Η αλγοριθμική ανάλυση του AI θα βοηθήσει τον οργανισμό σας να κατανοήσει την τρέχουσα κατάστασή του, να αναγνωρίσει μοτίβα και να κάνει καλύτερα στρατηγικά σχέδια.
- Ασφαλέστερος χώρος εργασίας - Οι λύσεις AI μπορούν να παρακολουθούν συνεχώς ένα περιβάλλον αποθήκης και τις λειτουργίες του. Μπορούν να αναλύσουν δραστηριότητες και να αξιολογήσουν τη βαθμολογία κινδύνου για αυτούς. Τα ρομπότ μπορούν να αναλάβουν την εργασία υψηλού κινδύνου και οι ασφαλέστερες εργασίες θα εκτελούνται από ανθρώπους.
- Απλούστερη διαχείριση αποθεμάτων - Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει την αποθήκη σας να μετρήσει τις συνθήκες της αγοράς, ώστε να έχετε τον καλύτερο έλεγχο του αποθέματός σας.
- Χαμηλότερο κόστος - Η υιοθέτηση λύσεων τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να βοηθήσει την επιχείρησή σας να μειώσει το κόστος δημιουργώντας αποδοτικότητα και εξοικονομώντας γενικά έξοδα αποθήκης.
- Πιο αποτελεσματικός σχεδιασμός έκτακτης ανάγκης - Οι αποθήκες αντιμετωπίζουν τακτικά προκλήσεις που δεν θα μπορούσαν να είχαν προβλεφθεί χωρίς τη χρήση ισχυρών συστημάτων. Η τεχνητή νοημοσύνη βοηθά τις επιχειρήσεις να ανεβάσουν το επίπεδο ετοιμότητάς τους για διάφορα απρόβλεπτα, προβλέποντας πρότυπα και επιτρέποντας στους οργανισμούς να διαχειρίζονται το απόθεμα και τις δραστηριότητές τους σε περιόδους αλλαγής.

Μερικοί από τους τρόπους με τους οποίους η τεχνητή νοημοσύνη αλλάζει τις λειτουργίες της αποθήκης είναι οι εξής (Newcastle Systems, 2021):

Αυτοματοποιημένα Οχήματα

Τα αυτοματοποιημένα οχήματα αντικαθιστούν εκείνα που κινούνται με ανθρώπους, όπως τα περνοφόρα ανυψωτικά μέσα στην αποθήκη. Ένα παράδειγμα είναι τα μικρά καρότσια που είναι εξοπλισμένα με συστήματα λογισμικού διαχείρισης αποθήκης (3PL). Τα έξυπνα φορτηγά που μπορούν να βοηθήσουν στη διαχείριση ή την επιτήρηση δεμάτων είναι ένα άλλο.

Συνήθως, το πιο δύσκολο και δαπανηρό μέρος της αλυσίδας εφοδιασμού είναι οι παραδόσεις του τελευταίου μιλίου, επομένως εδώ είναι πιθανό να δείτε πρώτα να εφαρμόζονται αυτές οι λύσεις. Και ενώ τα Drones δεν χρησιμοποιούνται ακόμη για παραδόσεις, τίθενται σε λειτουργία σε αποθήκες και αυλές για διαχείριση αποθεμάτων.

Ρομπότ Αυτοματισμού Αποθήκης

Τα ρομπότ αυτοματισμού αποθήκης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη στοίβαξη και αποθήκευση προϊόντων σε μια εγκατάσταση αυτόματα. Η συλλογή, η στοίβαξη και η αποθήκευση των προϊόντων μπορεί να πραγματοποιηθεί από αυτοματοποιημένες μηχανές που τοποθετούν αντικείμενα σύμφωνα με έναν σύνθετο αλγόριθμο που λαμβάνει υπόψη την ευκολία πρόσβασης στο προϊόν, τη συχνότητα αγοράς, τις ημερομηνίες λήξης και πολλούς άλλους παράγοντες.

Μια σειρά από μεγάλους λιανοπωλητές και γίγαντες του ηλεκτρονικού εμπορίου χρησιμοποιούν ρομπότ αυτοματισμού αποθήκης για να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα και να δημιουργήσουν μια καλύτερη εμπειρία πελάτη. Μερικά παραδείγματα περιλαμβάνουν τα Amazon, Zappos, Coca-Cola και Alibaba.

Σαρωτές RFID

Η αναγνώριση ραδιοσυχνότητας (RFID) αντικαθιστά τους σαρωτές γραμμωτού κώδικα και τα ίχνη χαρτιού για τον έλεγχο και την οργάνωση του αποθέματος. Οι σαρωτές RFID δεν απαιτούν άμεση οπτική επαφή με το προϊόν, γεγονός που καθιστά ευκολότερο τη χρήση τους σε περιβάλλον αποθήκης. Όταν συνδυάζονται με την τεχνολογία AI, αυτά τα έξυπνα συστήματα αποθήκης μπορούν να προσαρμόσουν τον όγκο και την ταχύτητα επεξεργασίας παραγγελιών για να ενισχύσουν τη συνολική παραγωγικότητα.

3.7. Επιπτώσεις στη διανομή

Η τεχνητή νοημοσύνη (AI) κάνει τη διανομή ταχύτερη και ευκολότερη. Τα εργαλεία συλλέγουν πολύτιμα δεδομένα και προτείνουν ενέργειες για τον εξορθολογισμό των λειτουργιών και την ενίσχυση των κερδών. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να προβλέψει τη ζήτηση των καταναλωτών. Και η τεχνητή νοημοσύνη στη διανομή μπορεί να δώσει στους αντιπροσώπους πωλήσεων πρόσβαση σε πληροφορίες για να τους βοηθήσει να εξυπηρετήσουν καλύτερα τους πελάτες τους (Platinum Europe SA, 2021).

Χρησιμοποιώντας την τεχνολογία AI, οι διανομείς μπορούν να αναπτύξουν τις επιχειρήσεις τους σε αυτούς τους τρεις σημαντικούς τομείς (Platinum Europe SA, 2021):

Εξυπηρέτηση πελατών και πωλήσεις

Οι πελάτες θέλουν να αισθάνονται ότι τους εκτιμούν και η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να είναι το μυστικό όπλο ενός διανομέα για την παροχή εξαιρετικών υπηρεσιών.

Οι αναφορές AI μπορούν επίσης να επισημάνουν πελάτες των οποίων οι αγοραστικές συνήθειες έχουν αλλάξει. Οι εκπρόσωποι πωλήσεων μπορούν να σταματήσουν από την τοποθεσία τους την κατάλληλη στιγμή. Με την ανοικοδόμηση των σχέσεων, ενδέχεται να εμποδίσουν τους πελάτες να υποβάλουν μια παραγγελία σε έναν ανταγωνιστή.

Το AI μπορεί επίσης να βοηθήσει τους αντιπροσώπους πωλήσεων να μεγιστοποιήσουν τα κέρδη. Η τεχνολογία AI προσδιορίζει περιοχές με τις καλύτερες πωλήσεις, ώστε οι εκπρόσωποι να ξέρουν πού να περάσουν το χρόνο τους. Οι αναφορές προσδιορίζουν ποιοι πελάτες επικεντρώνονται πολύ στις τιμές και ποιοι δεν μπορούν να παραγγείλουν μετά από αύξηση της τιμής. Μπορούν επίσης να προσδιορίσουν ποιοι πελάτες θα ήταν πιθανότατα διατεθειμένοι να πληρώσουν ένα υψηλότερο ποσό χωρίς να κάνουν πίσω.

Καταγραφή εμπορευμάτων

Το να γνωρίζετε πόσο απόθεμα πρέπει να κρατήσετε είναι μια από τις πιο σημαντικές αποφάσεις για τους διανομείς. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει τις εταιρείες να μην χρειαστεί να ρευστοποιήσουν μπαγιάτικα προϊόντα ή να ξεμείνει από ένα δημοφιλές προϊόν.

Η τεχνητή νοημοσύνη αναλύει το ιστορικό πωλήσεων, τα μοτίβα παραγγελιών και τις αποδόσεις. Μπορεί επίσης να ελέγξει την τιμολόγηση των εμπορευμάτων, τις οικονομικές συνθήκες, ακόμη και τις καιρικές καταστάσεις που μπορεί να επηρεάσουν την παράδοση. Στη συνέχεια, η τεχνητή νοημοσύνη μετατρέπει αυτά τα δεδομένα σε ενέργειες.

Για παράδειγμα, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να εντοπίσει αντικείμενα που πωλούν καλά και να τα επανεφοδιάσει αυτόματα όταν το απόθεμα είναι χαμηλό. Αυτό βοηθά τους διανομείς να αποφύγουν τις χαμένες πωλήσεις. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί επίσης να εντοπίσει αντικείμενα που δεν πωλούνται καλά και να προτείνει έκπτωση. Και η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να προσδιορίσει στοιχεία που ένας διανομέας θα πρέπει να διακόψει λόγω σταθερών πωλήσεων.

Λειτουργίες

Οι εργασίες αποθήκης επηρεάζουν τις πωλήσεις για τους διανομείς επιταχύνοντας τις παραγγελίες. Το AI μπορεί να ενεργοποιήσει την αυτοματοποίηση της αποθήκης για να βοηθήσει τη διαδικασία. Για παράδειγμα, η τεχνητή νοημοσύνη κάνει καλύτερη την τεχνολογία επιλογής φωνής βελτιώνοντας την αναγνώριση ομιλίας και τις λειτουργίες hands-free. Αυτό μπορεί να βελτιώσει την ακρίβεια και την ταχύτητα. Η μετάβαση από ένα σύστημα επιλογής χαρτιού σε φωνητικό σύστημα μπορεί να μειώσει τα σφάλματα έως και 90%, αναφέρει το The Balance Small Business.

Η χρήση τεχνολογίας ρομποτικής σε κέντρα διανομής μπορεί να δημιουργήσει ταχύτερες και ασφαλέστερες λειτουργίες και να μετατρέψει την απαρχαιωμένη αποθήκη σε μια έξυπνη αποθήκη. Μερικά ρομπότ κινούνται στον όροφο της αποθήκης, επιλέγοντας και παραδίδοντας παραγγελίες στους εργαζόμενους για αποστολή. Πιο εξελιγμένα συστήματα επιλέγουν και παραδίδουν προϊόντα απευθείας στον πελάτη. Για παράδειγμα, η Kroger δοκίμασε πρόσφατα μια υπηρεσία αυτοκινήτου χωρίς οδηγό στην Αριζόνα και έχει σχέδια να δοκιμάσει αυτές τις παραδόσεις σε άλλες αγορές.

3.8. Ψηφιοποίηση των διαδικασιών

Η ψηφιοποίηση των διαδικασιών αφορά όλο το φάσμα της εφοδιαστικής αλυσίδας, από την εκτέλεση του αποθηκευτικού έργου μέχρι την οργάνωση της διανομής. Όσον αφορά στην εκτέλεση του έργου εντός της αποθήκης, οι εταιρείες μπορούν πλέον και επωφελούνται από την χρήση σύγχρονων λύσεων όπως είναι τα cobots, τα μη επανδρωμένα AGV (Automated Guides Vehicles) και τα συστήματα αυτόματης αποθήκευσης και ανάκτησης προϊόντων (AS/RS – Automated Storage and Retrieval Systems), με τα οποία επιτυγχάνεται σημαντική αύξηση της αυτοματοποίησης της διαδικασίας συλλογής. Ταυτόχρονα, μειώνονται σε μεγάλο βαθμό τόσο ο χρόνος όσο και οι πόροι που απαιτούνται για την εκτέλεση του έργου, ενώ σχεδόν εκμηδενίζονται τα λάθη. Επιπλέον, υπηρεσίες όπως η αυτόματη αναπλήρωση του αποθέματος και η

πρόβλεψη της παραγγελίας με μεγάλη ακρίβεια είναι εφικτές χάρη στην εξέλιξη της τεχνολογίας.

Εξίσου σημαντικά όμως είναι και τα περιθώρια βελτίωσης της οργάνωσης και εκτέλεσης της διανομής καθώς υπάρχει πλέον η δυνατότητα αυτοματοποίησης διαδικασιών και δυναμικού επαναπρογραμματισμού κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης, όπως η δρομολόγηση, ο έλεγχος του στόλου, η διαχείριση των παραδόσεων, με σκοπό την έγκυρη και έγκαιρη παράδοση, την εξοικονόμηση χρόνου και τη βελτίωση του customer service. Ακόμα, η συνεχής εξέλιξη των συστημάτων Proof of Delivery (PoD) και Information of Delivery (IoD), παρέχουν σε πραγματικό χρόνο, τόσο στην εταιρεία όσο και στον πελάτη το πιο βασικό στοιχείο, που είναι η πληροφορία σχετικά με το προϊόν. Η δυνατότητα της πλήρους ενημέρωσης αποτελεί συγκριτικό πλεονέκτημα για κάθε εταιρεία στις μέρες μας, καθώς λειτουργεί ως προάγγελος εξελίξεων και διορθώσεων σε θέματα, όπως λανθασμένες παραδόσεις, επιστροφές και κλοπές.

3.9. Αυτοματοποίηση και AMR

Οι επιχειρήσεις, ανεξαρτήτως είδους και κλάδου, αναζητούν τους τρόπους ενσωμάτωσης της σύγχρονης αυτοματοποίησης για να βοηθήσουν στη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας και της ασφάλειας των εργαζομένων. Σήμερα, γίνεται πραγματικότητα η αυτοματοποίηση και εξέλιξη με οικονομικά, αποδοτικά, ασφαλή και εύχρηστα συνεργατικά ρομπότ. Ο πρωταρχικός στόχος είναι η μεταφορά υλικών. Στην κατασκευή, ακόμη και στα αυτοματοποιημένα εργοστάσια εξακολουθούν να χρησιμοποιούν ειδικευμένους εργαζόμενους για να κινήσουν χειροκίνητα καροτσάκια ή παλέτες μεταφοράς με περονοφόρα ανυψωτικά μηχανήματα ή να χρησιμοποιήσουν σπιβαρά, άκαμπτα συστήματα όπως AGV ή μεταφορικές ταινίες με κατεύθυνση γραμμής. Σήμερα, οι προηγούμενοι τρόποι διακίνησης μπορούν να υλοποιηθούν από την πιο εξελιγμένη, ευέλικτη και οικονομικά αποδοτική τεχνολογία των αυτόνομων συνεργατικών ρομπότ (AMRs).



3.9.1. AMR και ευελιξία του εσωτερικού εφοδιασμού

Η βιομηχανία 4.0 και το Ίντερνετ των πραγμάτων (IoT) επιτρέπουν τη βελτιστοποίηση, την εξατομίκευση και την ευελιξία στην παραγωγή και η ανάγκη για ακριβώς αυτές τις υποσχέσεις είναι σήμερα μεγαλύτερη από ποτέ για εταιρείες όλων των τύπων βιομηχανιών. Οι κατασκευαστές κινούνται όλο και περισσότερο σε μοντέλα μαζικής διακίνησης, όπου πρέπει να είναι σε θέση να αλλάζουν γρήγορα μεταξύ ενός μεγαλύτερου αριθμού διαφορετικών μεγεθών παρτίδων, πράγμα που απαιτεί μεγάλη ευελιξία και ευκινησία στην παραγωγή.



Αυτή η ανάγκη πρέπει να υποστηριχθεί από τις λύσεις εφοδιασμού, οι οποίες πρέπει να είναι σε θέση να προσαρμόζονται ομαλά στις μεταβαλλόμενες διατάξεις και διαδικασίες παραγωγής. Με την εισαγωγή των AMR, δεν χρειάζεται πλέον να μετακινείτε τους

σταθερούς ιμάντες μεταφοράς και να δημιουργείτε νέες μαγνητικές διαδρομές για τα AGV σας - απλά αλλάζετε τον χάρτη του φιλικού προς το χρήστη λογισμικού του ρομπότ, όταν αλλάζετε τη διάταξη του εργοστασίου σας. Ταυτόχρονα, μπορείτε να προσαρμόσετε τα ρομπότ ανάλογα με τις ανάγκες σας. Αν χρειάζεστε το AMR να είναι ο ευέλικτος σύνδεσμος μεταξύ των μεταφορικών ταινιών, ένας μεταφορέας κυλίνδρων μπορεί εύκολα να ενσωματωθεί στο ρομπότ. Το ίδιο μπορεί να γίνει με ράφια, ανελκυστήρες παλετών, άγκιστρα για κινούμενα κιβώτια, βραχίονες ρομπότ και πολλά άλλα. Υπάρχει λύση για κάθε ανάγκη μεταφοράς προϊόντων.

3.9.2. AMR και Lead time

Αυτά τα ρομπότ μπορούν να υπολογίσουν την ταχύτερη διαδρομή από το A στο B και αν αντιμετωπίσουν εμπόδια, επαναδρομολογούν ή ζητούν βοήθεια. Με αυτό τον τρόπο, τα AMR εξασφαλίζουν ότι τα υλικά παραδίδονται εγκαίρως, τόσο προς και από την παραγωγή, μειώνοντας έτσι τα εμπόδια και τον χρόνο αναμονής.

3.9.3. AMR και εξοικονόμηση χρόνου

Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι επιχειρήσεις αντιμετωπίζουν ελλείψεις εργατικού δυναμικού ενώ επικεντρώνονται στη μείωση του κόστους για να παραμείνουν ανταγωνιστικές. Ως εκ τούτου, οι εταιρείες πρέπει να κάνουν χρήση των ανθρώπινων πόρων με τον καλύτερο δυνατό τρόπο και να χρησιμοποιήσουν ρομπότ για αυτό που τους ταιριάζει καλύτερα. Τα AMR αναλαμβάνουν το έργο μονότονης και μη προστιθέμενης αξίας για τη μεταφορά των προϊόντων σας, για παράδειγμα, μέσα στην παραγωγή ή μεταξύ της αποθήκης και της παραγωγής, επιτρέποντας έτσι στους εργαζόμενους να επικεντρωθούν στην πραγματικά αποδοτική εργασία τους.

3.9.4. AMR και γρήγορη απόδοση της επένδυσης (ROI)

Η εύκολη διακίνηση και το γεγονός ότι οι εταιρείες δεν χρειάζεται να κάνουν αλλαγές στην υπάρχουσα διάταξη του εργοστασίου όταν ενσωματώνουν AMR επιτρέπουν χαμηλό αρχικό κόστος. Επιπλέον, τα AMR είναι ένα αξιόπιστο ρομποτικό δυναμικό που μπορεί να 'τρέξει' για περίπου 12 έως 15 ώρες χωρίς 'φρένο'. Μπορούν να φορτίσουν αυτόματα όταν δεν έχουν καθήκοντα για εκτέλεση, εξασφαλίζοντας ομαλή ροή εργασιών και βελτιστοποιώντας τον εσωτερικό εφοδιασμό. Το ROI αποσβένεται συνήθως σε λιγότερο από ένα χρόνο, λόγω αυτής της εύκολης υλοποίησης.

3.9.5. AMR και περιβάλλον εργασίας

Τα AMR συνεργάζονται και μπορούν να λειτουργούν συνεργατικά με τους ανθρώπους χωρίς μέτρα ασφαλείας. Αποφεύγουν πάντα τα εμπόδια ενώ θα σταματήσουν τελείως εάν φτάσουν πολύ κοντά. Ως εκ τούτου, τα AMR αποτελούν ασφαλή εναλλακτική λύση για την εσωτερική οδήγηση με περνοφόρα ανυψωτικά οχήματα, συστήματα στοίβαξης και φορτηγά, τα οποία κατά παράδοση προκαλούν αρκετές μικρο-συγκρούσεις και άλλους τραυματισμούς στην εργασία. Το γεγονός ότι τα ρομπότ συνεργάζονται και δημιουργούνται για να δουλεύουν με ανθρώπους δεν αφορά μόνο την ασφάλεια, αλλά και την ευκολία χρήσης των ρομπότ. Με μια εύκολη και διαισθητική διεπαφή, τα AMRs μπορούν να προγραμματιστούν και να λειτουργήσουν χωρίς προηγούμενη εμπειρία, η οποία εξουσιοδοτεί τους εργαζόμενους και όλοι μπορούν πλέον να μάθουν εύκολα πώς να προγραμματίζουν τα ρομπότ.

3.10. Εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στη Δημιουργία Αξίας

Ο προγραμματισμός προβλέψεων/ζήτησης μέσω υπολογιστή δεν είναι κάτι καινούργιο. Βασίζεται σε μια σειρά αλγορίθμων που έχουν σχεδιαστεί και λαμβάνουν διάφορα σύνολα δεδομένων, όπως δεδομένα αποστολών, δεδομένα κύκλου ζωής προϊόντος,

μοτίβο παραγγελιών, δεδομένα παραγωγής κ.λπ. για μια χρονική περίοδο για την πρόβλεψη. Αντίθετα, το σύστημα με δυνατότητα τεχνητής νοημοσύνης γνωρίζει τους καλύτερους δυνατούς συνδυασμούς αλγορίθμων και συνόλων δεδομένων για να θεωρήσει ότι έχει μια ακριβή πρόβλεψη. Το πιο σημαντικό είναι ότι η τεχνητή νοημοσύνη βοηθά τις επιχειρήσεις α) να αποκτήσουν σχεδόν 100% ακριβή πρόβλεψη και να προβλέψουν τη ζήτηση των πελατών, β) να βελτιστοποιήσουν την έρευνα και ανάπτυξη τους, επομένως να αυξήσουν την παραγωγή με χαμηλότερο κόστος και υψηλότερη ποιότητα γ) να τις βοηθήσουν στην προώθηση (προσδιορισμός των πελατών-στόχων, δημογραφία, καθορισμός της τιμής και σχεδιασμός του σωστού μηνύματος κ.λπ. δ) να προσφέρουν στους πελάτες τους καλύτερη εμπειρία. Αυτοί οι τέσσερις τομείς δημιουργίας αξίας είναι εξαιρετικά σημαντικοί για την απόκτηση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος (Dash et al., 2019).

3.10.1. Πρόβλεψη ζήτησης και βελτιστοποίηση

Η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιείται αποτελεσματικά στις προβλέψεις και ζητήσεις. Οι οργανισμοί είναι πάντα πρόθυμοι να εξισορροπήσουν τόσο την προσφορά όσο και τη ζήτηση. Ως εκ τούτου, απαιτείται καλύτερη πρόβλεψη για την αλυσίδα εφοδιασμού και την παραγωγή της. Καθώς η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να επεξεργάζεται, να αναλύει (αυτόματα) και κυρίως να προβλέπει δεδομένα, παρέχει ακριβή και αξιόπιστη πρόβλεψη της ζήτησης, η οποία επιτρέπει στις επιχειρήσεις να βελτιστοποιήσουν τις προμήθειές τους όσον αφορά τις αγορές και την επεξεργασία των παραγγελιών, μειώνοντας έτσι το κόστος που σχετίζεται με τη μεταφορά, την αποθήκευση και τη διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού κ.λπ. Επιπλέον, καθώς διακρίνει τάσεις και μοτίβα που βοηθούν στο σχεδιασμό καλύτερων στρατηγικών λιανικής πώλησης και παραγωγής. Για παράδειγμα, οι επιχειρήσεις χρησιμοποιούν αυτό το εργαλείο με διάφορους τρόπους, όπως η αποθήκευση μόνο των συγκεκριμένων ποσοτήτων (με ακρίβεια όσο κάθε ανεξάρτητη μονάδα/προϊόν) συγκεκριμένων προϊόντων που θα πουλήσουν και η ελαχιστοποίηση της σπατάλης. Ομοίως, λαμβάνοντας ακριβείς τάσεις πωλήσεων μπορούν να παραγγείλουν περισσότερα είδη που θα γίνουν σύντομα δημοφιλή. Καθώς αυτές οι προβλέψεις ζήτησης είναι τόσο ακριβείς δεν χάνουν την πώληση λόγω μη διαθεσιμότητας του προϊόντος. Η National Grid στο Ηνωμένο Βασίλειο χρησιμοποιεί την πλατφόρμα "DeepMind" που αναπτύχθηκε από την Google, η οποία προβλέπει με ακρίβεια τις καλύτερες διακυμάνσεις προσφοράς και ζήτησης, ακόμη και λαμβάνοντας υπόψη μεταβλητές όπως εξωγενείς εισροές που σχετίζονται με τον καιρό (Yao, 2018). Οι προσεγγίσεις μηχανικής μάθησης δεν ενσωματώνουν μόνο ιστορικά δεδομένα

πωλήσεων και τη ρύθμιση των αλυσίδων εφοδιασμού, αλλά βασίζονται επίσης σε δεδομένα σχεδόν πραγματικού χρόνου σχετικά με μεταβλητές όπως διαφημιστικές εκστρατείες, τιμές και τοπικές καιρικές προβλέψεις (Bughin et al., 2017). Η Otto, ένας Γερμανός διαδικτυακός έμπορος λιανικής πώλησης, καταφέρνει να μειώσει το 90% των αποθεμάτων του χρησιμοποιώντας μια τέτοια εφαρμογή. Οι προβλέψεις της τεχνητής νοημοσύνης είναι τόσο αξιόπιστες που η Otto χτίζει το απόθεμά της εν αναμονή των παραγγελιών, το πιο ενδιαφέρον είναι ότι βασίζεται πλήρως στην τεχνητή νοημοσύνη χωρίς καμία ανθρώπινη παρέμβαση (Burgess, 2018). Η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιείται επίσης στα τμήματα έρευνας και ανάπτυξης, για να εκτιμηθεί γρήγορα αν ένα πρωτότυπο είναι πιθανό να επιτύχει ή να αποτύχει στην αγορά - και αν ναι, γιατί. Το πιο σημαντικό είναι ότι παρέχει πιο αποδοτικά σχέδια, εξαλείφοντας τη σπατάλη στη διαδικασία σχεδιασμού. Με τον τρόπο αυτό η τεχνητή νοημοσύνη έχει διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην έξυπνη κατασκευή. (Kusiak, 2018).

3.10.2. Παραγωγή

Τα ρομπότ εφοδιαστικής με τεχνητή νοημοσύνη είναι επίσης σε θέση να ενσωματώνουν τις διαταραχές στις συνήθειες μετακίνησής τους μέσω μιας μηχανής μη επιβλεπόμενης μάθησης. Αυτή η ικανότητα οδηγεί σε πιο ακριβείς ανακατασκευές και συνολικά βελτιωμένη ευρωστία των διαδικασιών (Webster & Ivanov, 2020). Τα συνεργατικά ρομπότ μπορούν να αυξήσουν την παραγωγικότητα έως και κατά 20 τοις εκατό (Bughin et al., 2017). Η διαδικασία παραγωγής τσιπ ημιαγωγών με AI είναι ένα καλό παράδειγμα για το πώς η AI βοηθά στην παραγωγή. Οι χρόνοι κύκλου από την πρώτη επεξεργασία του wafer έως το τελικό chip είναι συνήθως αρκετές εβδομάδες έως μήνες και περιλαμβάνουν διάφορες ενδιάμεσες διαδικασίες ποιοτικού ελέγχου. Το κόστος δοκιμών και οι απώλειες απόδοσης στην παραγωγή ημιαγωγών μπορεί να αποτελούν έως και το 30 % του συνολικού κόστους παραγωγής. Οι κατασκευαστές ημιαγωγών χρησιμοποιούν μηχανές τεχνητής νοημοσύνης για τον εντοπισμό των βαθύτερων αιτιών των απωλειών απόδοσης που μπορούν να αποφευχθούν με την αλλαγή των διαδικασιών παραγωγής. Οι βελτιωμένες εφαρμογές έχουν σχεδιαστεί για την παρακολούθηση και την προσαρμογή των επιμέρους διαδικασιών σε πραγματικό χρόνο (Bughin et al., 2017). Οι τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης βοηθούν όχι μόνο στον προσδιορισμό των βελτιστοποιημένων συνθηκών λειτουργίας του προϊόντος ή των συνθηκών της διαδικασίας, αλλά και στη σημαντική μείωση των ελαττωμάτων κατά την κατασκευή. Ομοίως- σε επιχειρήσεις με μεγάλο βάρος σε περιουσιακά στοιχεία, όπου τα πολύπλοκα συστήματα λειτουργούν με ελάχιστο χρόνο διακοπής λειτουργίας, η AI παρέχει την τέλεια

λύση. Οι εταιρείες κοινής ωφέλειας χρησιμοποιούν την AI για τη συντήρηση των εκτεταμένων ηλεκτρικών δικτύων τους. Χρησιμοποιώντας δεδομένα από αισθητήρες, μη επανδρωμένα αεροσκάφη και άλλο υλικό, οι εφαρμογές μηχανικής μάθησης βοηθούν τους διαχειριστές δικτύων να αποφύγουν τον παροπλισμό περιουσιακών στοιχείων πριν από τη λήξη της ωφέλιμης ζωής τους, ενώ ταυτόχρονα τους επιτρέπουν να εκτελούν συχνότερες απομακρυσμένες επιθεωρήσεις και συντηρήσεις για να διατηρούν την καλή λειτουργία των περιουσιακών στοιχείων (Bughin et al., 2017). Χρησιμοποιώντας τεχνητή νοημοσύνη, μια ευρωπαϊκή εταιρεία διανομής ηλεκτρικής ενέργειας μείωσε το ταμειακό της κόστος κατά 30% σε διάστημα πέντε ετών, αντικαθιστώντας μετασχηματιστές ισχύος. Η τεχνητή νοημοσύνη επιτρέπει επίσης την "προληπτική συντήρηση" επίσης. Ως εκ τούτου, σε μια μονάδα παραγωγής όπου χρησιμοποιούνται πολλά μηχανήματα, θα υποδεικνύει την πιθανή βλάβη (Bughin et al., 2017).

3.10.3. Προώθηση και κοστολόγηση

Οι εφαρμογές μηχανικής μάθησης αναλύουν εκατομμύρια δεδομένα σχετικά με τη συμπεριφορά των καταναλωτών, δηλαδή την καλύτερη συχνότητα, τι τραβάει περισσότερο την προσοχή τους και τις καλύτερες ώρες και ημέρες της εβδομάδας για να επικοινωνήσουν με τον χρήστη. Μερικές από τις εφαρμογές που βασίζονται στην AI, όπως οι Boomtrain, Phrases και Persado έχει ήδη αποδειχθεί η αξία τους. Η Phrases ισχυρίζεται ότι το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο που δημιουργεί ξεπερνά αυτά του ανθρώπου κατά 95%. Το γνωστικό περιεχόμενο του Persado απέδειξε ότι ξεπερνά αυτό που μπορεί να κάνει ένας άνθρωπος στο 100% του χρόνου (Jaidka et al., 2018). Παρομοίως- το Facebook, η Amazon και η Google είναι γνωστό ότι χρησιμοποιούν ψηφιακή διαφήμιση με δυνατότητα AI (Deb et al., 2018). Η πλατφόρμα τεχνητής νοημοσύνης (AI) αναλύει τις πληροφορίες, συμπεριλαμβανομένων των ενδιαφερόντων, των δημογραφικών στοιχείων και άλλων πτυχών, για να μάθει και να προβλέψει το καλύτερο κοινό για τη μάρκα τους. Η Adext (πλατφόρμα AI) μπορεί να αυτοματοποιήσει τον χειρισμό και τη βελτιστοποίηση των διαφημίσεων σε διάφορες πλατφόρμες, συμπεριλαμβανομένων των Google AdWords και Facebook. Το πιο σημαντικό είναι ότι εντοπίζει τους πιο πιθανούς αγοραστές και τους βοηθά να προβούν στην επιθυμητή ενέργεια ή μετατροπή. Η τεχνητή νοημοσύνη έχει φέρει επανάσταση στις αναζητήσεις στο διαδίκτυο και στη βελτιστοποίηση μηχανών αναζήτησης (SEO) (Deb et al., 2018). Συσκευές AI όπως το Echo της Amazon, το Google Home, η Siri της Apple και η Cortana της Microsoft διευκολύνουν τους πελάτες τους να πραγματοποιούν αναζητήσεις είτε λέγοντας μια φωνητική εντολή είτε απλά πατώντας ένα κουμπί (Deb et al., 2018). Το RankBrain που

αναπτύχθηκε από την Google, μπορεί να ερμηνεύσει τις φωνητικές αναζητήσεις του χρήστη και, του παρέχει τα καλύτερα αποτελέσματα με βάση τη γλώσσα και το πλαίσιο του χρήστη (Sutton et al 2018). Ως εκ τούτου, οι περίφημες long-tail λέξεις-κλειδιά θα αποτελέσουν παρελθόν. Οι έξυπνοι έμποροι θα χρησιμοποιήσουν δημιουργικές λέξεις για να τις αντικαταστήσουν με πιο συνομιλιακές λέξεις-κλειδιά, οι οποίες θα αυξήσουν την επισκεψιμότητα και τους πελάτες τους. Μια πλατφόρμα τεχνητής νοημοσύνης όπως το Grid έχει μεταμορφώσει τον σχεδιασμό ιστοσελίδων, το καλύτερο είναι ότι μπορεί να προσαρμόσει την ιστοσελίδα για κάθε πελάτη και να αλλάξει το περιεχόμενο της ιστοσελίδας με βάση την προτίμηση του χρήστη. Πολλές μάρκες έχουν ήδη chatbot που τροφοδοτείται από AI στον ιστότοπό τους. Εξυπηρετούν τους πελάτες 24 ώρες το 24ωρο, και το πιο σημαντικό είναι ότι, καθώς είναι γρήγορα, λύνουν τα προβλήματα του πελάτη πιο γρήγορα από τον άνθρωπο. Για παράδειγμα- η Sephora χρησιμοποιεί μια πλατφόρμα AI, δηλαδή το Visual Artist, το οποίο αναγνωρίζει τα χαρακτηριστικά του προσώπου και στη συνέχεια χρησιμοποιεί επαυξημένη πραγματικότητα για να αναλύσει και να προτείνει προσαρμοσμένα καλλυντικά προϊόντα όπως κραγιόν, σκιές ματιών κ.λπ. (Kumar et al., 2018).

Τα προγράμματα διαχείρισης απόδοσης θεωρούνταν το καλύτερο σύστημα και χρησιμοποιούνταν για την τιμολόγηση αεροπορικών θέσεων, δωματίων ξενοδοχείων και άλλων ευπαθών προϊόντων για χρόνια. Ωστόσο, η τεχνητή νοημοσύνη το έχει αλλάξει δραματικά. Τώρα κάθε επιχείρηση ενδιαφέρεται να μάθει ποια τιμή είναι διατεθειμένος να πληρώσει ο πελάτης; Σε έναν 24X7 συνδεδεμένο κόσμο οι καταναλωτές επαναπροσδιορίζουν συνεχώς την αξία συγκρίνοντας τις τιμές στο διαδίκτυο, ακόμη και όταν περιηγούνται σε ένα κατάστημα με τούβλα. Η σωστή τιμή τη σωστή στιγμή αυξάνει την ικανοποίηση των πελατών και οδηγεί σε περισσότερες πωλήσεις και υψηλότερο κέρδος (Khorram, 2019). Ο καθορισμός της βέλτιστης τιμής για ένα προϊόν είναι περίπλοκος, ο οποίος εξαρτάται σε γενικές γραμμές από πολλούς παράγοντες, όπως η ημέρα της εβδομάδας, η εποχή, η ώρα της ημέρας, ο καιρός, το κανάλι και η συσκευή, οι τιμές των ανταγωνιστών κ.λπ. Η τεχνητή νοημοσύνη είναι ένα καλό εργαλείο για τον προσδιορισμό της ελαστικότητας της τιμής για κάθε προϊόν και την αυτόματη προσαρμογή των τιμών σύμφωνα με την επιλεγμένη στρατηγική προϊόντος (Khorram, 2019). Στον κλάδο του λιανικού εμπορίου, η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιείται εκτενώς για τη βελτιστοποίηση, την ενημέρωση και την προσαρμογή σε κάθε αγοραστή σε πραγματικό χρόνο. Αξιοποιείται πρόγραμμα AI το οποίο αναζητούσε ενδείξεις για το τι θα αρέσει στον αγοραστή με βάση προηγούμενες αγορές, την ηλικία, τη διεύθυνση κατοικίας, τις συνήθειες περιήγησης στο διαδίκτυο και σωρεία άλλων δεδομένων. Αυτού του είδους οι πωλήσεις που βασίζονται σε γνώσεις, συμπεριλαμβανομένων των

εξατομικευμένων προωθητικών ενεργειών, της βελτιστοποιημένης ποικιλίας και των προσαρμοσμένων εμφανίσεων, αυξάνουν σημαντικά τις πωλήσεις (Bughin et al., 2017). Οι εταιρείες αεροδιαστημικής χρησιμοποιούν τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης για την ιεράρχηση των στόχων πωλήσεων και τη βελτιστοποίηση της τιμής των υπηρεσιών. Για χρόνια, ιεράρχησαν χειροκίνητα τα σημεία προτεραιότητας των πωλήσεων συντήρησης, επισκευής και επισκευής (MRO), μια διαδικασία δυσκίνητη, βαρύτατη σε πόρους και όχι πάντα αποτελεσματική. Η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης για τη βελτίωση της ακρίβειας της πρόβλεψης των εργασιών MRO και η εστίαση των προσπαθειών πωλήσεων της επιχείρησης στις πιο υποσχόμενες προσφορές μπορεί να έχει σημαντική επίδραση στην κερδοφορία (Bughin et al., 2017).

Τα τελευταία χρόνια, η τεχνητή νοημοσύνη έχει επιτρέψει σε λύσεις τιμολόγησης να παρακολουθούν τις αγοραστικές τάσεις και να καθορίζουν πιο ανταγωνιστικές τιμές προϊόντων (Paolanti et al., 2018). Το λογισμικό τιμολόγησης με βάση την τεχνητή νοημοσύνη έχει συμπεριληφθεί σε διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένων των καταναλωτικών αγαθών, της μόδας, της φιλοξενίας και των μεταφορών. Στο μέλλον, οι επιχειρήσεις θα προχωρήσουν από την απόλυτη, δηλαδή τη στατική τιμολόγηση στη δυναμική τιμολόγηση, η οποία θα προσφέρει στους πελάτες διαφορετικές τιμές με βάση εξωτερικούς παράγοντες και τις ατομικές αγοραστικές τους συνήθειες. Η δυναμική τιμολόγηση βασίζεται σε συγκεντρωτικά διαθέσιμα δεδομένα τιμολόγησης από διάφορες πηγές, δηλαδή από το διαδίκτυο, από τους ανταγωνιστές και από τις τιμές που είναι διαθέσιμες σε άλλες περιοχές. Οι αλγόριθμοι δυναμικής τιμολόγησης λαμβάνουν υπόψη παράγοντες όπως η τιμολόγηση των ανταγωνιστών, η συμπεριφορά των καταναλωτών, η τοποθεσία, η ώρα της ημέρας και η εποχικότητα για να καθορίσουν πόσο είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν οι αγοραστές για ένα προϊόν ή μια υπηρεσία. Πολλά προγράμματα μηχανικής μάθησης έχουν σχεδιαστεί για να συλλέγουν και να αναλύουν δεδομένα από διάφορες πηγές, όπως κάρτες επιβράβευσης και ταχυδρομικούς κώδικες, ώστε να προβλέπουν τι είναι διατεθειμένος να πληρώσει ο πελάτης και πόσο θα μπορούσε να ανταποκριθεί σε ειδικές προσφορές. Το πιο σημαντικό είναι ότι, μόλις αποκαλυφθούν τα μοτίβα, μπορούν να προσαρμοστούν και να καθορίσουν τις καλύτερες τιμές για νέα προϊόντα που είναι κατάλληλα για τον πελάτη (Kietzmann et al., 2018).

Αν και η δυναμική τιμολόγηση βρίσκεται τώρα στα σπάργανα αλλά θα αναπτυχθεί εκθετικά. Η Pace έχει αναπτύξει ένα πρόγραμμα που επιτρέπει στη διοίκηση του ξενοδοχείου να σχεδιάζει τιμές που θα ταιριάζουν με την προσφορά και τη ζήτηση. Αυτό επιτρέπει στα ξενοδοχεία να μεγιστοποιήσουν τα κέρδη τους προσφέροντας την καλύτερη τιμή που οι πελάτες είναι πρόθυμοι να πληρώσουν με βάση διάφορες παραμέτρους, όπως δημογραφικά στοιχεία, εποχή του έτους, μοτίβο δαπανών κ.λπ. Θα

βοηθήσει τα ξενοδοχεία να προβλέψουν τη ζήτηση (De Jesus, 2019). Ομοίως- η Shartsis έχει αναπτύξει ένα πρόγραμμα "Τέλεια τιμή", το οποίο επιτρέπει σε εταιρείες, όπως οι εταιρείες ενοικίασης αυτοκινήτων, να κάνουν δυναμική τιμολόγηση. Παραδοσιακά, οι εταιρείες ενοικίασης αυτοκινήτων διαχωρίζουν τα τμήματα με βάση την ώρα της ημέρας, ενισχύοντας τις πρωινές τιμές για να ταιριάζουν με τους επαγγελματίες ταξιδιώτες, οι οποίοι θεωρείται ότι είναι πιο πρόθυμοι να πληρώσουν (De Jesus, 2019). Η Perfect Price καθορίζει εάν ένα συγκεκριμένο αυτοκίνητο παρουσιάζει μεγαλύτερη ζήτηση σε μια συγκεκριμένη περιοχή και σε μια συγκεκριμένη ώρα της ημέρας, με αποτέλεσμα την αύξηση των τιμών, ενώ δεν επηρεάζει άλλες κατηγορίες αυτοκινήτων. Το πιο σημαντικό είναι ότι το σύστημα χρειάζεται ελάχιστη ανθρώπινη επίβλεψη. Στο μέλλον, χρησιμοποιώντας το Google Tag Manager (GTM) και το Perfect Price πολλές επιχειρήσεις μπορούν να προσαρμόσουν την τιμή του προϊόντος. Το Incompetitor, που αναπτύχθηκε από την Intelligence Node, είναι ένας δείκτης προϊόντων λιανικής πώλησης που δίνει στον χρήστη πρόσβαση στους καταλόγους και τις τιμές των ανταγωνιστών, επιτρέποντας στον χρήστη να χρησιμοποιήσει αυτές τις τιμές ως σημείο αναφοράς για τη δική του δομή τιμολόγησης (De Jesus, 2019). Επιπλέον, με βάση τον δείκτη προϊόντων της εφαρμογής, επιτρέπει στις επιχειρήσεις να βλέπουν και να συγκρίνουν τα προϊόντα των ανταγωνιστών τους για να προσδιορίσουν αν τα δικά τους είναι υπερτιμημένα, περίπου ίσα ή υποτιμημένα. Ομοίως, χρησιμοποιώντας αυτές τις πληροφορίες οι επιχειρήσεις ηλεκτρονικού εμπορίου μπορούν να γνωρίζουν ακριβώς ποια προϊόντα θέλουν οι αγοραστές (De Jesus, 2019).

Μπορούσαν να έχουν πρόσβαση σε πλούσια δεδομένα της αγοράς μέχρι και σε μεμονωμένες SKUs, χαρακτηριστικά προϊόντων, κατηγορίες και μάρκες και να αποκτήσουν ορατότητα σε καταλόγους προϊόντων. Υπάρχει ένα άλλο πρόγραμμα "Wise Athena" το οποίο βοηθά τις εταιρείες να καθορίσουν την καλύτερη τιμολόγηση για τα προϊόντα τους και τις αποφάσεις εμπορικής προώθησης. Το Wise Athena ισχυρίζεται επίσης ότι έχει τη δυνατότητα αυτόματης επιλογής των χαρακτηριστικών δεδομένων ή των προδιαγραφών ενός προϊόντος και υπολογίζει την απώλεια του όγκου πωλήσεων, καθώς και τα έσοδα ή το μερίδιο αγοράς ενός προϊόντος όταν η ίδια εταιρεία λανσάρει ένα νέο προϊόν. Υπολογίζει επίσης για την πιθανή μεταβολή της ζήτησης του προϊόντος όταν αλλάζει η τιμή για άλλο προϊόν, καθώς και για τον ανταγωνισμό, την ηγετική τιμή και τις συνολικές πωλήσεις (De Jesus, 2019). Η Wise Athena αναφέρει ότι το σύστημά της ενημερώνει τα μοντέλα μηχανικής μάθησης μηνιαίως για να διατηρεί ή να αυξάνει την ακρίβεια πρόβλεψης. Το Navette PricePoint ελέγχει, διαχειρίζεται και μετρά την τιμολόγηση (De Jesus, 2019). Αποτελείται από ενότητες που ομαδοποιούν παρόμοια προϊόντα, βελτιστοποιούν τις τοπικές τιμές καταλόγου από εταιρείες πωλήσεων,

αντιπροσώπους και διανομείς και λαμβάνουν υπόψη κίνητρα, εκπτώσεις και όρους πληρωμής που βοηθούν τις επιχειρήσεις να βελτιστοποιήσουν τις τιμές. Επιχειρήσεις όπως η Airbus, η Tetra Pak, η Olympus, η Kia και η General Electric Healthcare χρησιμοποιούν ήδη αυτό το πρόγραμμα για το σχεδιασμό της τιμής (De Jesus, 2019). Ωστόσο, ο ρόλος της τεχνητής νοημοσύνης στην τιμολόγηση βρίσκεται στα αρχικά του στάδια και θα αυξηθεί εκθετικά στο μέλλον.

3.10.4. Παράδοση

Πρόσφατα δόθηκε μεγαλύτερη έμφαση στην "εμπειρία του χρήστη", δηλαδή στη δημιουργία πλουσιότερων, πιο προσαρμοσμένων και πιο βολικών για τον χρήστη υπηρεσιών. Οι σημερινές επιχειρήσεις έχουν ως στόχο να κάνουν κάθε πελάτη να αισθάνεται ξεχωριστός και ευπρόσδεκτος, πράγμα που δεν είναι εύκολη υπόθεση. Παλαιότερα αυτό ήταν δύσκολο και δαπανηρό και συχνά επιτρεπόταν μόνο στους πιο προσοδοφόρους πελάτες. Οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης, όπως η όραση υπολογιστών και η μηχανική μάθηση, το έχουν αλλάξει εντελώς. Για παράδειγμα, ένας συνηθισμένος αγοραστής σουίπερ μάρκετ βάζει ένα μάτσο μπανάνες στο καλάθι του, οι κάμερες ή οι αισθητήρες θα μπορούσαν να μεταδώσουν τις πληροφορίες σε μια εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης που θα είχε μια καλή ιδέα για το τι αρέσει στον αγοραστή με βάση τις προηγούμενες αγορές του. Η εφαρμογή θα μπορούσε στη συνέχεια, μέσω μιας οθόνης βίντεο στο καλάθι, να προτείνει ότι οι μπανάνες θα ήταν νόστιμες με ένα φοντύ σοκολάτας, το οποίο το ιστορικό αγορών υποδεικνύει ότι αρέσει στον αγοραστή, και να του υπενθυμίσει πού να βρει τα κατάλληλα συστατικά (Milford & Mortimer, 2018). Ή μια δρομέας θα μπορούσε να κατεβάσει μια εφαρμογή από μια εταιρεία αθλητικών παπουτσιών, η οποία θα παρακολουθούσε το πρόγραμμα άσκησής της και θα της πρότεινε υποδήματα προσαρμοσμένα στη ρουτίνα της και τα μονοπάτια τρεξίματος που μπορεί να της αρέσουν. Η Amazon έχει κατασκευάσει ένα κατάστημα λιανικής πώλησης στο Σιάτλ που επιτρέπει στους αγοραστές να παίρνουν τρόφιμα από τα ράφια και να βγαίνουν απευθείας από το κατάστημα χωρίς να σταματούν σε ένα ταμείο για να πληρώσουν (Metz, 2018). Το κατάστημα που ονομάζεται Amazon Go, βασίζεται στην όραση υπολογιστή για να εντοπίζει τους αγοραστές μετά την είσοδό τους στο κατάστημα και να τους συσχετίζει με τα προϊόντα που λαμβάνονται από τα ράφια. Όταν οι αγοραστές φεύγουν, η Amazon χρεώνει τους λογαριασμούς τους με το κόστος των προϊόντων που βρίσκονται στην τσάντα τους και τους στέλνει με email μια απόδειξη (Metz, 2018). Η παράδοση μέσω μη επανδρωμένων αεροσκαφών είναι πλέον πραγματικότητα. Από τότε που η Amazon παρέδωσε με επιτυχία μια πιλοτική παράδοση

στην αγροτική Αγγλία το 2016 υπάρχει μια αύξηση σε αυτόν τον τομέα. Η Google συνεργάστηκε με την Chipotle για να παραδώσει μπουρίτος στο Virginia Tech, η Dominos Pizza με την Flirtey ολοκλήρωσε μια εμπορική παράδοση πίτσας στη Νέα Ζηλανδία (Druehl et al., 2018). Η UPS συνεργάστηκε με την εταιρεία drone Zipline και κυβερνητικούς οργανισμούς στην Αφρική για να συντονίσει την παράδοση ιατρικών προμηθειών έκτακτης ανάγκης (όπως αίμα) στη Ρουάντα (Druehl et al., 2018). Η Amazon συγκεντρώνει πλέον συστηματικά δεδομένα από drones κατά τη διάρκεια της παράδοσης στο σπίτι για να στοχεύει σε μελλοντικές αγορές. Από την υγειονομική περίθαλψη έως την εκπαίδευση και τις μεταφορές σε κάθε τομέα, η τεχνητή νοημοσύνη παρέχει τα ιδανικά εργαλεία για τη διαχείριση της λειτουργίας (Druehl et al., 2018).

3.10.5. «Έξυπνο» λιανικό εμπόριο

Η Τεχνητή Νοημοσύνη επιτρέπει στις επιχειρήσεις λιανικής πώλησης και παραγωγής να λαμβάνουν πιο έξυπνες αποφάσεις, με ακριβέστερες προβλέψεις σε πραγματικό χρόνο, βελτιώνοντας τη διαχείριση των προμηθειών, καθορίζοντας θεματικές προωθητικές ενέργειες με αντίκτυπο και βελτιστοποιώντας την ποικιλία και την τιμολόγηση. Η τεχνητή νοημοσύνη καθιστά επίσης τις επιχειρήσεις πιο αποτελεσματικές, λόγω της ρομποτικής και της βελτιστοποίησης των διαδικασιών, η οποία ενισχύει την παραγωγικότητα και μειώνει το κόστος της χειρωνακτικής εργασίας. Η χρήση διαδραστικών ρομπότ στην αποθήκη και το κατάστημα είναι γνωστή. Η πρόοδος στην ενισχυμένη όραση καθίσταται δυνατή χάρη σε ισχυρότερους υπολογιστές, νέα αλγοριθμικά μοντέλα και μεγάλα σύνολα δεδομένων εκπαίδευσης. Στον τομέα της όρασης υπολογιστών, η αναγνώριση αντικειμένων και η σημασιολογική κατάτμηση -δηλαδή η ικανότητα κατηγοριοποίησης του τύπου του αντικειμένου, όπως η διάκριση ενός εργαλείου από ένα εξάρτημα- έχουν προχωρήσει πρόσφατα σημαντικά στις επιδόσεις τους (Bughin et al., 2017). Επιτρέπουν στα ρομπότ να συμπεριφέρονται κατάλληλα για το πλαίσιο στο οποίο λειτουργούν, για παράδειγμα αναγνωρίζοντας τις ιδιότητες των υλικών και των αντικειμένων με τα οποία αλληλεπιδρούν. Είναι ευέλικτα και αυτόνομα και ικανά να αλληλεπιδρούν με ασφάλεια με τον πραγματικό κόσμο και τους ανθρώπους (Bughin et al., 2017). Εταιρείες όπως η Swisslog, η DHL κ.λπ. χρησιμοποιούν αποτελεσματικά αυτές τις τεχνολογίες (Wen et al., 2018). Ωστόσο, υπάρχουν πολλά εμπόδια που πρέπει ακόμη να ξεπεραστούν προτού αξιοποιήσουμε πλήρως τις δυνατότητες της τεχνητής νοημοσύνης. Το πρώτο και κυριότερο είναι να κερδηθεί η εμπιστοσύνη των ενδιαφερομένων, δηλαδή των διευθυντών και των εργαζομένων, καθώς και όσων συμμετέχουν στα ρυθμιστικά όργανα και στα συμβούλια χάραξης πολιτικής. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, τα ρομπότ

προσαρμόζονται σταδιακά για να εκτελούν τη συσκευασία και την παράδοση. Ωστόσο- δεν γνωρίζουμε ακόμη πώς να αντιμετωπίσουμε τις τεχνικές δυσκολίες.

Η τεχνητή νοημοσύνη επέτρεψε στους λιανοπωλητές να αυξήσουν τόσο τον αριθμό των πελατών όσο και το μέσο ποσό που ξοδεύουν δημιουργώντας προσωπικές και βολικές εμπειρίες αγορών. Οι λιανοπωλητές γνωρίζουν πλέον περισσότερα για το τι θέλουν οι αγοραστές τους- ακόμη και πριν από τους ίδιους τους αγοραστές (Deb et al., 2018). Η τεχνητή νοημοσύνη κάνει προβλέψεις από μοτίβα και όγκους δεδομένων π.χ. προηγούμενες συναλλαγές, προγνώσεις καιρού, τάσεις στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, μοτίβα αγορών, ιστορικό διαδικτυακής προβολής, ανάλυση εκφράσεων προσώπου, εποχιακά μοτίβα αγορών κ.λπ. (Burgess, 2018). Τα καλύτερα παραδείγματα είναι το Amazon, το Hulu, το Netflix κ.λπ. Ομοίως- ένας ευρωπαίος λιανοπωλητής βελτίωσε τα κέρδη του προ τόκων και φόρων (EBIT) κατά 1 έως 2 τοις εκατό χρησιμοποιώντας έναν αλγόριθμο μηχανικής μάθησης για την πρόβλεψη των πωλήσεων φρούτων και λαχανικών. Η εταιρεία παραγγέλνει αυτόματα περισσότερα προϊόντα βάσει αυτής της πρόβλεψης για να μεγιστοποιήσει τον κύκλο εργασιών και να ελαχιστοποιήσει τη σπατάλη. Μια γερμανική εταιρεία η Otto μείωσε το πλεονάζον απόθεμα κατά 20 τοις εκατό και μείωσε τις επιστροφές προϊόντων κατά περισσότερα από δύο εκατομμύρια αντικείμενα ετησίως, χρησιμοποιώντας βαθιά μάθηση για την ανάλυση δισεκατομμυρίων συναλλαγών και την πρόβλεψη του τι θα αγοράσουν οι πελάτες προτού δώσουν μια παραγγελία (Burgess, 2018). Οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης βοηθούν τους λιανοπωλητές να προβλέψουν τις μελλοντικές επιδόσεις των καταστημάτων όταν επεκτείνουν τις φυσικές τους αποτυπώσεις. Οι λιανοπωλητές βελτιστοποιούν τον αποθηκευτικό τους χώρο και τη θέση τους χρησιμοποιώντας την τεχνητή νοημοσύνη. Μια άλλη σημαντική πτυχή του κλάδου του λιανικού εμπορίου είναι το merchandising. Η τεχνητή νοημοσύνη βοηθάει στο merchandising, με ευκαιρίες για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της ποικιλίας. Χρησιμοποιώντας γεωχωρικά και στατιστικά μοντέλα, προβλέπουν και ελαχιστοποιούν τα αποθέματά τους. Η Amazon έχει ενσωματώσει την Τεχνητή Νοημοσύνη στον πυρήνα των λειτουργιών της. Στην αποθήκη του λιανοπωλητή στο Seattle , αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης κατευθύνουν χιλιάδες προϊόντα σε έναν λαβύρινθο από ταινίες μεταφοράς και τα παραδίδουν στους ανθρώπους ακριβώς την ώρα που πρέπει να γεμίσουν τις τσάντες για τα ψώνια. Άλλα ρομπότ μεταφέρουν τις σακούλες στα φορτηγάκια διανομής, οι οδηγοί των οποίων καθοδηγούνται από μια εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης που επιλέγει την καλύτερη διαδρομή με βάση τις καιρικές και κυκλοφοριακές συνθήκες (Burgess, 2018).

3.10.6. Έξυπνη βιομηχανία

Η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης έχει μεταμορφώσει τον κατασκευαστικό τομέα, από τους εικονικούς βοηθούς έως την προηγμένη ρομποτική, έχει επιτρέψει στις κατασκευαστικές εταιρείες να παράγουν περισσότερα με λιγότερα λάθη για να ικανοποιήσουν τη ζήτηση. Η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης τις βοήθησε στην ταχεία ανάπτυξη, καθώς μπορούν να συντομεύσουν τους κύκλους ανάπτυξης, να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα της μηχανικής, να αποτρέψουν τα σφάλματα, να αυξήσουν την ασφάλεια με την αυτοματοποίηση επικίνδυνων δραστηριοτήτων, να μειώσουν το κόστος των αποθεμάτων με τον καλύτερο προγραμματισμό προσφοράς και ζήτησης και να αυξήσουν τα έσοδα με τον καλύτερο εντοπισμό των ηγετικών στελεχών πωλήσεων και τη βελτιστοποίηση των τιμών κ.λπ. (Bughin et al., 2017). Η νέα έννοια, δηλαδή η "ευφυής κατασκευή" είναι μια έξυπνη προσέγγιση για την παραγωγή όπου οι μηχανές συνδέονται με τους ανθρώπους, δηλαδή τόσο η μηχανή όσο και οι άνθρωποι εργάζονται δίπλα-δίπλα με ελάχιστη καθοδήγηση. Το καλύτερο παράδειγμα ευφυούς παραγωγής είναι ο τομέας παραγωγής της Siemens. Ο εργαζόμενος διαχειρίζεται και ελέγχει την παραγωγή προγραμματιζόμενων λογικών κυκλωμάτων μέσω ενός εικονικού εργοστασίου που αναπαράγει τον χώρο του εργοστασίου. Μέσω γραμμωτών κωδικών, τα προϊόντα επικοινωνούν με τις μηχανές που τα κατασκευάζουν και οι μηχανές επικοινωνούν μεταξύ τους για να αναπληρώνουν ανταλλακτικά και να εντοπίζουν προβλήματα (Bughin et al., 2017). Μέχρι και το 75% της παραγωγικής διαδικασίας είναι πλήρως αυτοματοποιημένο και το 99,99988% των λογικών κυκλωμάτων είναι χωρίς ελαττώματα. Ομοίως, η τεχνητή νοημοσύνη και η τρισδιάστατη εκτύπωση έχουν φέρει επανάσταση στην προσαρμογή στην κατασκευή. Η Intel έχει αναπτύξει την προγνωστική ανάλυση με χρήση μηχανικής μάθησης ένα ισχυρό εργαλείο για τη μείωση του χρόνου που απαιτείται για την επίλυση προβλημάτων σχεδιασμού για τους κατασκευαστές ημιαγωγών (Burgess, 2018). Η Motivo, μια νεοφυής επιχείρηση τεχνητής νοημοσύνης, κατάφερε να συμπιέσει τις διαδικασίες σχεδιασμού ημιαγωγών από χρόνια σε λίγες εβδομάδες, εξοικονομώντας στους κατασκευαστές τσιπ το κόστος των επαναλήψεων και των δοκιμών. Χρησιμοποιώντας τη μηχανική μάθηση, οι βιομηχανίες κατασκευής αεροδιαστημικών προϊόντων ανέπτυξαν εργαλεία παραγωγικότητας για ομάδες μηχανικών, δηλ. κανόνες ταξιδιού της ομάδας, σύνθεση της ομάδας και επικοινωνία με τους προμηθευτές κ.λπ. Η μηχανική μάθηση έχει μειώσει το κόστος ανάπτυξης της απελευθερώνοντας την ταχύτητα, την ακρίβεια και τη συνάφεια των προϊόντων. Η τεχνητή νοημοσύνη επέτρεψε στους κατασκευαστές να ενσωματώσουν την ανατροφοδότηση της παραγωγής και των πελατών σε πραγματικό χρόνο για να βελτιώσουν το σχεδιασμό του προϊόντος. Με τους προμηθευτές, τα εργαλεία που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη παρέχουν καλύτερη

λογοδοσία σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού, γεγονός που βοηθά επίσης τους κατασκευαστές αεροδιαστημικών προϊόντων. Για παράδειγμα, η κατασκευή ενός αεροσκάφους απαιτεί 1000 μέρη και η προμήθεια αυτών των εξαρτημάτων από όλο τον κόσμο είναι μια πολύπλοκη πρόκληση. Οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης, όπως η εικονική πραγματικότητα στην κατασκευή, συνδέουν χιλιάδες διαφορετικά εξαρτήματα το πιο σημαντικό, παρέχει διαφάνεια σχετικά με τη διαθεσιμότητα των μηχανημάτων των προμηθευτών, την απόδοση και τον χρόνο διακοπής λειτουργίας κ.λπ. Βοηθά στην εξισορρόπηση της αλυσίδας εφοδιασμού και στη βελτιστοποίηση των αποθεμάτων σε πραγματικό χρόνο (Kraus et al., 2018).

Χρησιμοποιώντας την τεχνητή νοημοσύνη οι κατασκευαστές βελτιστοποιούν τους βασικούς δείκτες απόδοσης και τους επανεξετάζουν σε πραγματικό χρόνο. Για παράδειγμα- η προσαρμογή ενός μοντέλου με τη χρήση εικονικών προγραμμάτων συμβάλλει στην καλύτερη πρόβλεψη, τον εντοπισμό και την πρόληψη της συμφόρησης υλικών και προσωπικού και στη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας. Το πιο σημαντικό είναι ότι ειδοποιεί τους μηχανικούς πριν από την εμφάνιση προβλημάτων και προτείνει λύσεις. Η παραγωγή με τη βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης δεν είναι μόνο αποτελεσματική στις πρακτικές της γραμμής συναρμολόγησης, αλλά και στη μείωση του κόστους, στη μείωση των αποβλήτων και στην επιτάχυνση του χρόνου διάθεσης στην αγορά. Η χρήση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης, συνεργατικών ρομπότ και αυτοκινούμενων οχημάτων έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει το κόστος της αποθήκης και μειώνει επίσης τα επίπεδα αποθεμάτων. Το καλύτερο παράδειγμα είναι όταν η General Electric απευθύνθηκε στο Kaggle, την πλατφόρμα για διαγωνισμούς προγνωστικής μοντελοποίησης και ανάλυσης, και κάλεσε τους επιστήμονες δεδομένων να σχεδιάσουν νέους αλγόριθμους δρομολόγησης και μηχανικής μάθησης για τον προγραμματισμό πτήσεων που βελτιστοποιούσαν την κατανάλωση καυσίμων εξετάζοντας μεταβλητές όπως τα καιρικά φαινόμενα, τον άνεμο και τους περιορισμούς του εναέριου χώρου. Ο νικητής αλγόριθμος δρομολόγησης παρουσίασε βελτίωση της αποδοτικότητας κατά 12% σε σχέση με τα πραγματικά δεδομένα πτήσης (Dash et al., 2019).

Το βασικό χαρακτηριστικό της μεταποίησης με τεχνητή νοημοσύνη είναι η συνεργατική ευελιξία, δηλαδή η ικανότητα σχεδόν άμεσης προσαρμογής στις αλλαγές της ζήτησης και στην εξέλιξη των κανονισμών, των τιμών των εισροών, των τεχνολογιών και άλλων τμημάτων του βιομηχανικού τοπίου. Τώρα τα έξυπνα ρομπότ συνεργάζονται με τους ανθρώπους για τη μαζική παραγωγή προϊόντων, η οποία είναι απαραίτητη για τα προϊόντα με επίκεντρο τον πελάτη. Η Τεχνητή Νοημοσύνη έχει βοηθήσει τα εργοστάσια παραγωγής σε όλο τον κόσμο σε αλυσίδες εφοδιασμού και αλυσίδες αξίας που είναι πιο διασυνδεδεμένες και συνεργατικές. Η τεχνητή νοημοσύνη δεν απέχει πολύ από τη

γεωργία. Η έννοια των "ηλεκτρονικών φυτών σε ένα κουτί" είναι μια πραγματικότητα, η οποία είναι εξαιρετική για μικρής κλίμακας, χαμηλής κεφαλαιακής δαπάνης, κινητά εργοστάσια που μπορούν να παράγουν μια περιορισμένη γκάμα προϊόντων σε ανταγωνιστικό κόστος. Το Huxley συνδυάζει τη μηχανική μάθηση, την όραση υπολογιστών και μια διασύνδεση επαυξημένης πραγματικότητας για να επιτρέψει ουσιαστικά στον καθένα να γίνει ένας κύριος αγρότης. Το πιο σημαντικό είναι ότι αυτά τα ηλεκτρονικά φυτά μπορούν να μεταφέρονται σε αγορές όπου η ζήτηση είναι προσωρινά ισχυρή και σε απομακρυσμένες αγορές όπου η παραγωγή πρέπει να είναι η τοπική και χαμηλού κόστους (Bughin et al., 2017).

4. Εφοδιαστική Αλυσίδα 4.0

Ο όρος "Εφοδιαστική Αλυσίδα 4.0" είναι η φυσική και τεχνολογική ολοκλήρωση των συστημάτων σε δίκτυα, η οποία επιτρέπει την αύξηση της παραγωγής, της οργάνωσης και της κερδοφορίας, και χαρακτηρίζεται από αυτόνομες ενέργειες ανεξάρτητες από τον τόπο, επικρατούσα ολοκλήρωση, διάφορες αυτοματοποιημένες υπηρεσίες και από την ικανότητά της να ανταποκρίνεται στις ανάγκες και τις απαιτήσεις των πελατών (Frederico et al., 2019). Ο όρος αυτός επινοήθηκε με την εμφάνιση των συστημάτων Industry 4.0, ειδικά για να δηλώσει την τέταρτη βιομηχανική επανάσταση και την ενσωμάτωση των ευφυών συστημάτων στα συστήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Τα συστήματα αυτά βοηθούν τη βιομηχανία και τον στρατό στην παραγωγή και την κατασκευή, δίνοντας έμφαση στα παγκόσμια δίκτυα που ανταλλάσσουν μοντέλα και πληροφορίες καθώς και στον ασφαλή έλεγχο τους (Ivanov, Dolgui & Sokolov, 2018). Οι αλυσίδες εφοδιασμού είναι κρίσιμες για τους οργανισμούς, επιτρέποντας την εκπλήρωση βασικών διαδικασιών και απαιτήσεων εφοδιαστικής. Η κοινωνία έχει καταστεί εγγενώς εξαρτημένη από τα δίκτυα υπολογιστών που υποστηρίζονται από βιομηχανικά συστήματα για τις καθημερινές ψηφιοποιημένες διαδικασίες και, στη συνέχεια, αυτή η εξάρτηση συνεπάγεται ευπάθεια στον κυβερνοχώρο, εάν τα συστήματα αυτά παραβιαστούν με τη χρήση σύνθετων σεναρίων κυβερνοχώρου ή φυσικής παραβίασης (Frederico et al., 2019). Η ανάπτυξη και η προστασία από κυβερνοεπιθέσεις είναι ένας παγκοσμίως ενεργός ερευνητικός τομέας. Οι δυνατότητες τόσο των εθνικών όσο και των μη εθνικών κρατών συνεχίζουν να αυξάνονται και να γίνονται πιο ικανές. Ταυτόχρονα, οι αλυσίδες εφοδιασμού 4.0 γίνονται όλο και πιο λιτές, διασυνδεδεμένες και ψηφιακά ενεργοποιημένες (Garrido-Hidalgo et al., 2019).

Οι βασικές έννοιες της παγκόσμιας αλυσίδας εφοδιασμού 4.0 βασίζονται στο διαδίκτυο και στη συνδεσιμότητα των δικτύων περισσότερο από ποτέ. Αυτή η εξάρτηση έχει επιπτώσεις στην ασφάλεια και στην αποτελεσματικότητα των συστημάτων αυτών. Οι αλλαγές στο λειτουργικό περιβάλλον, στην τεχνολογία και στον τρόπο συντήρησης των συστημάτων και των πλατφορμών παίζουν ρόλο στην επιβεβαίωση της σημασίας των παγκόσμιων αλυσίδων εφοδιασμού και στην ανάδειξή τους ως δυνητικού στόχου. Ο κίνδυνος της αλυσίδας εφοδιασμού ορίζεται ως η ξαφνική πιθανότητα που επηρεάζει το μακρο- ή μικρο-επίπεδο των διαδικασιών της αλυσίδας εφοδιασμού, η οποία οδηγεί σε επιπτώσεις σε οποιοδήποτε μέρος των λειτουργιών της αλυσίδας εφοδιασμού (συμπεριλαμβανομένης της τεχνολογίας πληροφοριών (ΤΠ) και της επιχειρησιακής τεχνολογίας (ΟΤ)) (Garrido-Hidalgo et al., 2019). Η διαχείριση κινδύνου, η διαδικασία πρόβλεψης και αξιολόγησης των κινδύνων στον κυβερνοχώρο για τον καθορισμό των συμβάντων κινδύνου με σκοπό την αποφυγή ή την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεών τους θα βοηθούσε στην απεικόνιση των κινδύνων στον κυβερνοχώρο που αντιμετωπίζει η αλυσίδα εφοδιασμού 4.0. Οι κίνδυνοι της αλυσίδας εφοδιασμού ταξινομούνται σε δύο μεθοδολογικούς τύπους: διακοπή και λειτουργία (Ho et al., 2015). Ο κίνδυνος διαταραχής προκαλείται από μια φυσική καταστροφή, όπως σεισμοί ή πλημμύρες, και αυτός ο τύπος δεν είναι απλό να μετριαστεί. Ο λειτουργικός κίνδυνος, όπως οι επιθέσεις στον κυβερνοχώρο, αντιμετωπίζει τις ανεπιτυχείς διαδικασίες των λειτουργιών προσφοράς και ζήτησης κατά την παραγωγή ή την παράδοση των τελικών προϊόντων (Ho et al., 2015).

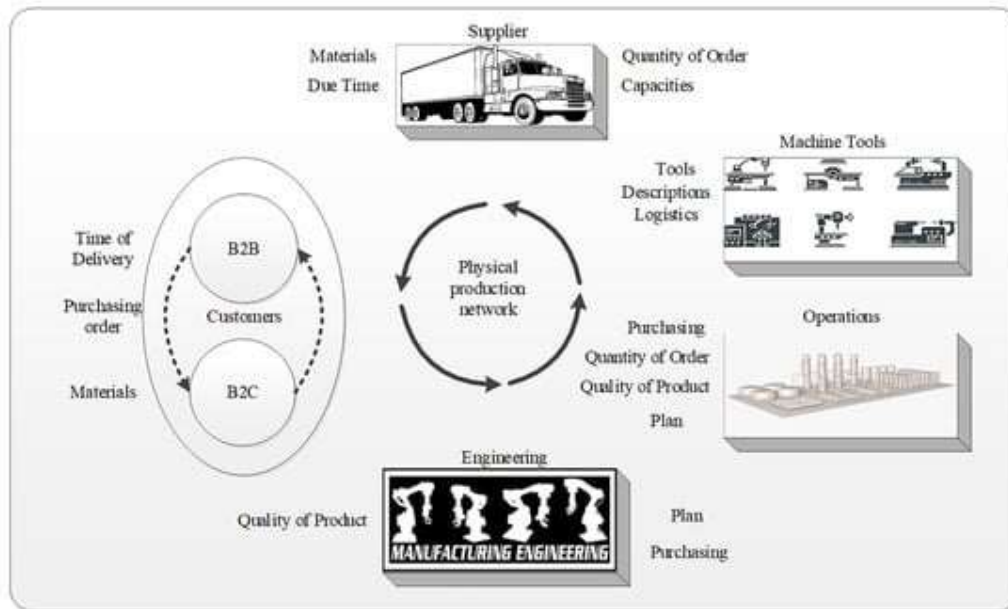
4.1. Διαχείριση αλυσίδων εφοδιασμού και logistics

Μια παραδοσιακή αλυσίδα εφοδιασμού είναι ένα δίκτυο συστημάτων, διαδικασιών και οργανισμών που παράγουν αγαθά και υπηρεσίες αξίας και την παράδοσή τους στον τελικό χρήστη (Frederico et al., 2019). Οι αλυσίδες εφοδιασμού είναι ο συνδετικός κρίκος των εθνών- τα φυσικά δίκτυα διανομής και τα συστήματα μεταφορών που στο σύνολό τους δημιουργούν ένα παγκόσμιο δίκτυο. Οι αλυσίδες εφοδιασμού περιλαμβάνουν "ροές υλικών, αγαθών και πληροφοριών, οι οποίες διέρχονται εντός και μεταξύ οργανισμών, που συνδέονται με μια σειρά υλικών και άυλων διευκολύνσεων, συμπεριλαμβανομένων σχέσεων, διαδικασιών, δραστηριοτήτων και ολοκληρωμένων συστημάτων πληροφοριών" (Waters, 2014). Οι τεχνολογίες που τις στηρίζουν είναι τα συστήματα μεταφορών, οι πλατφόρμες και τα δίκτυα επικοινωνίας και τα φυσικά δίκτυα διανομής. Οι αλυσίδες εφοδιασμού μπορούν γενικά να χωριστούν σε τρεις φάσεις: φάση προμηθειών, φάση παραγωγής και φάση διανομής (Martin & Towill, 2000). Οι αλυσίδες

εφοδιασμού αποτελούν μέρος της έννοιας της εφοδιαστικής, αλλά διαφέρουν από αυτήν. Οι αλυσίδες εφοδιασμού ενσωματώνουν τις δραστηριότητες προμήθειας, παραγωγής και διανομής ως μέρος μιας συνεχούς και ολοκληρωμένης διαδικασίας. Η αλυσίδα εφοδιασμού θεωρεί την εφοδιαστική "από το σημείο προέλευσης έως το σημείο κατανάλωσης" ως μόνο μέρος της ολοκλήρωσης όλων των βασικών επιχειρηματικών δραστηριοτήτων (Boyson, 2014). Αυτό περιλαμβάνει την ευθυγράμμιση και τον συγχρονισμό των διαδικασιών, την ηλεκτρονική ανταλλαγή δεδομένων και τη δημιουργία μακροπρόθεσμων στρατηγικών συνεργασιών. Οι διαδικασίες παραγωγής έχουν αρχίσει να αναπτύσσουν κλιμακούμενη ευελιξία, μεταβαίνοντας από τα μεγάλα αποθέματα στην παραγωγή με χαμηλό χρόνο παράδοσης και στην αναβαλλόμενη διαμόρφωση των προϊόντων- οι οποίες, όταν συνδυάζονται με πρακτικές διαχείρισης της ζήτησης, προσφέρουν μέγιστη αξία για τα χρήματα με υψηλούς βαθμούς ευελιξίας.

4.2. Ο ρόλος της Εφοδιαστικής Αλυσίδας 4.0

Η εφοδιαστική αλυσίδα 4.0 είναι η ενσωμάτωση των τεχνολογιών παραγωγής και επικοινωνίας που αυξάνουν τις παραγωγές των παραδοσιακών συστημάτων εφοδιαστικής αλυσίδας με αυτόνομες ενέργειες ανεξάρτητες από την τοποθεσία, την επικρατούσα ενσωμάτωση, τις διάφορες αυτοματοποιημένες υπηρεσίες και με την ικανότητά της να αντιδρά στο πλαίσιο των αναγκών και των απαιτήσεων των πελατών. Όπως φαίνεται στην εικόνα 1, η εξάρτηση στο πλαίσιο μιας αλυσίδας εφοδιασμού στη βιομηχανία 4.0, δείχνει ότι η ολοκλήρωση μεταξύ πελατών, προμηθευτών, εργαλείων, εργοστασίων και μηχανικής για τη σύνδεση με φυσικό δίκτυο εφοδιασμού (Frederico et al., 2019).



Εικόνα 1 Εννοιολογική αρχιτεκτονική της αλυσίδας εφοδιασμού 4.0 <https://www.mdpi.com/2079-9292/9/11/1864>

Η αλυσίδα εφοδιασμού 4.0 δημιουργεί μια αναστάτωση που αναγκάζει τις εταιρείες να επανεξετάσουν τον σχεδιασμό της αυτοματοποιημένης αλυσίδας εφοδιασμού τους. Έχουν εμφανιστεί πολλές τεχνικές που επικαιροποιούν τις υπάρχουσες διαδικασίες, λόγω των προσδοκιών των πελατών σε ταχύτητα, αξιοπιστία και διαφάνεια. Εκτός από την ανάγκη προσαρμογής, οι εφοδιαστικές αλυσίδες έχουν επίσης τη δυνατότητα να αυξήσουν σημαντικά τη λειτουργική αποδοτικότητα και να επωφεληθούν από τα πλεονεκτήματα που παρέχουν τα αναδυόμενα ψηφιακά επιχειρηματικά μοντέλα εφοδιαστικής αλυσίδας (Ivanov, Dolgui & Sokolov, 2018). Για να προκύψουν τα οφέλη, οι αλυσίδες εφοδιασμού πρέπει να γίνουν ταχύτερες, διαφανείς, ακριβείς και ευέλικτες.

Έχουν διερευνηθεί διάφορες μεθοδολογικές προσεγγίσεις για τον προσδιορισμό των κινδύνων στον κυβερνοχώρο από την αλυσίδα εφοδιασμού, η οποία αποτελεί το πρώτο στάδιο σε πολλές αποδεκτές διαδικασίες διαχείρισης κινδύνων (Frederico et al., 2019). Οι Moustafa et al., 2018) αναφέρουν ότι η αυξημένη ευφυΐα για τις απειλές στον κυβερνοχώρο θα επιτρέψει στα συστήματα της Βιομηχανίας 4.0 να αυτοματοποιούν όλο και περισσότερο τον εντοπισμό των απειλών στον κυβερνοχώρο και να κατανοούν τις άμεσες επιπτώσεις των εν λόγω συστημάτων. Μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που αντιμετώπισαν προηγούμενες μελέτες είναι οι ορατές πηγές δεδομένων ή τα πραγματικά δεδομένα που βοηθούν στην απόκτηση ακριβών αποτελεσμάτων για τον καθορισμό των

συμβάντων κινδύνου στον κυβερνοχώρο από τα συστήματα της αλυσίδας εφοδιασμού. Η αλυσίδα εφοδιασμού επηρεάζει επίσης τα θεμέλια της ασφάλειας των πληροφοριών ως τεχνολογική λειτουργία. Τα παγκόσμια μέτρα αποδοτικότητας και αποτελεσματικότητας της αλυσίδας εφοδιασμού οδηγούν εγγενώς στην τυποποίηση του εξοπλισμού και των διαδικασιών, με αποτέλεσμα ομοιογενή δίκτυα, γεγονός που αυξάνει τον κίνδυνο ευπάθειας, αλλά και μειώνει την επιφάνεια απειλής που είναι διαθέσιμη σε έναν επιτιθέμενο. Η βάση αυτών των ζητημάτων έχει οδηγήσει σε κατασκευές διαχείρισης κινδύνων της αλυσίδας εφοδιασμού στον κυβερνοχώρο που αφορούν ειδικά τον τομέα.

Η εν λόγω διαχείριση κινδύνων της αλυσίδας εφοδιασμού στον κυβερνοχώρο περιλαμβάνει τις δραστηριότητες που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση και τον μετριασμό των κινδύνων σε όλες τις από άκρο σε άκρο διαδικασίες (συμπεριλαμβανομένου του σχεδιασμού, της ανάπτυξης, της παραγωγής, της ενσωμάτωσης και της ανάπτυξης) που αποτελούν τις αλυσίδες εφοδιασμού για τα δίκτυα ΤΠ, το υλικό και τα συστήματα λογισμικού. Η αποτελεσματική και πρακτική διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού απαιτεί την οργάνωση των σχέσεων δικτύου και επιχειρήσεων σε όλα τα στάδια της αλυσίδας. Η πολυπλοκότητα εντός των αλυσίδων εφοδιασμού αναδεικνύει ζητήματα αβεβαιότητας που διαδίδονται σε ολόκληρο το δίκτυο, διαταράσσοντας δυνητικά τις επιχειρηματικές λειτουργίες (Waters, 2014). Τα μοντέλα εφοδιαστικής αλυσίδας πρέπει να περιλαμβάνουν εκτιμήσεις για την αβεβαιότητα από τους προμηθευτές, τους κατασκευαστές και τους πελάτες, ώστε να μετριάζονται στρατηγικά οι δυσμενείς συνέπειες της μεταβλητότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η ικανότητα ενός οργανισμού να διατηρεί την αποτελεσματικότητα της αλυσίδας εφοδιασμού βασίζεται στην ποιότητα των προϊόντων, στην ταχύτητα παράδοσης στις αγορές και στην ευελιξία που αλλάζει με βάση τις ανάγκες των καταναλωτών (Sobb, Turnbull & Moustafa, 2020).

Η θεμελιώδης αρχή της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι η αύξηση του βαθμού σύζευξης μεταξύ των κόμβων κάθε εφοδιαστικής αλυσίδας, μειώνοντας έτσι το κόστος εξυπηρέτησης ή το χρόνο που απαιτείται για την αλλαγή και την προσαρμογή σε εξωτερικούς παράγοντες. Ο συντονισμός είναι ζωτικής σημασίας για τη μείωση των αποθεμάτων, την άρση των περιορισμών και την επίτευξη υψηλής ποιότητας. Η αυξημένη ορατότητα της αλυσίδας εφοδιασμού παρέχει έγκαιρες και ακριβείς πληροφορίες στους διαχειριστές της αλυσίδας εφοδιασμού. Αυτή η αυξημένη πρόσβαση σε πληροφορίες επιτρέπει τη γνώση και την ανταπόκριση στην αστάθεια, αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα ενώ η βελτιωμένη κατανόηση της ροής αξίας της αλυσίδας εφοδιασμού επιτρέπει τη μείωση της σπατάλης και αυξάνει την αποδοτικότητα. Έτσι,

απαιτείται ένας ισορροπημένος συνδυασμός λιτών ροών αξίας και ευελιξίας για την αποτελεσματική και αποδοτική λειτουργία των παγκόσμιων αλυσίδων εφοδιασμού (Sobb, Turnbull & Moustafa, 2020).

4.3. Συνεργάτες και Outsourcing της Εφοδιαστικής Αλυσίδας 4.0

Οι αλυσίδες εφοδιασμού σπάνια αποτελούνται από έναν μοναδικό οργανισμό και συχνά βασίζονται στην απόκτηση προϊόντων από εξωτερικούς προμηθευτές και πωλητές. Οι αλυσίδες εφοδιασμού αποτελούνται από SoS και σπάνια υπάρχουν ως μεμονωμένες οντότητες. Κατά συνέπεια, τα συστήματα αυτά πρέπει να ενσωματωθούν για να είναι αποτελεσματικές και εφικτές οι προσεγγίσεις διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού. Ορισμένοι από τους παράγοντες που επηρεάζουν συχνότερα την ολοκλήρωση των αλυσίδων εφοδιασμού περιλαμβάνουν: ανταλλαγή πληροφοριών, συντονισμό, εμπιστοσύνη, προθυμία συνεργασίας, επικοινωνία και κοινούς επιχειρηματικούς στόχους (Awasthi & Grzybowska, 2014). Τέσσερις κύριες κατηγορίες κινδύνων μπορούν να θεωρηθούν ότι αφορούν τις αλυσίδες εφοδιασμού ένοπλης δύναμης, οι οποίες είναι οι εξής: κίνδυνος εταίρου, κίνδυνος αποκάλυψης μυστικών, κίνδυνος σύγκρουσης συμφερόντων και κίνδυνος διαχείρισης.

Οι διεπαφές προγραμματισμού εφαρμογών (API) βοηθούν στην ανάπτυξη και τη χρήση του λογισμικού. Οι διεπαφές API είναι συχνά ανοικτές, ώστε οι προγραμματιστές εφαρμογών που βρίσκονται εκτός του οργανισμού της πλατφόρμας να μπορούν να προσαρμόσουν το λογισμικό της εφαρμογής για τις δικές τους ανάγκες. Αυτό, ωστόσο, εγείρει ανησυχίες σχετικά με την απώλεια του ελέγχου της πλατφόρμας μέσω της προσβασιμότητας των API (Gunter, 2003). Λόγω της μη ευθυγράμμισης των στόχων μεταξύ των στρατιωτικών αλυσίδων εφοδιασμού και των εμπορικών αλυσίδων εφοδιασμού, που είναι τα επιχειρησιακά αποτελέσματα και το κέρδος αντίστοιχα, η αποσύνδεση μεταξύ των αμυντικών οργανισμών και των εξωτερικών συνεργατών τους μπορεί να παρέχει περαιτέρω ευκαιρία για ευπάθεια. Μια παραβίαση της ασφάλειας σε ένα στρατιωτικό πλαίσιο μπορεί να έχει σημαντικές συνέπειες στη ζωή των ανθρώπων και στα εθνικά συμφέροντα. Αντίθετα, στο πλαίσιο μιας εμπορικής επιχείρησης, οι συνέπειες είναι πιθανό να είναι περισσότερο οικονομικού χαρακτήρα (Sobb, Turnbull & Moustafa, 2020).

4.4. Αλυσίδα εφοδιασμού 4.0 και απειλές του κυβερνοχώρου

Το τοπίο στον κυβερνοχώρο εξελίσσεται διαρκώς, με τις εξελίξεις και τα exploits να αποκαλύπτονται τακτικά. Μόνο το έτος 2018, 3297 ευπάθειες καταγράφηκαν στη βάση δεδομένων Common Vulnerabilities and Exposures (Chen, Desmet & Huygens, 2014). Οι επιθέσεις στον κυβερνοχώρο αυξάνονται τόσο σε αριθμό όσο και σε πολυπλοκότητα χρόνο με το χρόνο, γίνονται όλο και πιο εξελιγμένες και δημιουργούν ποικίλες επιπτώσεις σε άτομα, επιχειρήσεις και κυβερνήσεις (Choo, 2011). Η δευτερογενής στόχευση, η οποία αναφέρεται σε κακόβουλους παράγοντες που θέτουν σε κίνδυνο στόχους που τους επιτρέπουν να αποκτήσουν πρόσβαση σε έναν οργανισμό με μεγαλύτερη αξία, είναι ένας φορέας κυβερνοεπίθεσης που αφορά τα συστήματα της αμυντικής αλυσίδας εφοδιασμού. Στην περίπτωση αυτή, ένας επιτιθέμενος μπορεί να παραβιάσει ένα στρατιωτικό σύστημα μέσω ενός από τους εταίρους του στην αλυσίδα εφοδιασμού, ο οποίος διαθέτει λιγότερο ανεπτυγμένη και σκληρή ασφάλεια δικτύου. Η ασφάλεια μέσω της αφάνειας πηγάζει από την ιστορική άποψη ότι η μυστικότητα ήταν η καλύτερη μορφή πρακτικής ασφάλειας. Παραδείγματα ασφάλειας μέσω αδιαφάνειας μπορεί να περιλαμβάνουν την τροποποίηση μεταβλητών από τις προεπιλεγμένες τιμές ή την ανάθεση ασυνήθιστων θυρών σε υπηρεσίες. Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται συχνά σε συστήματα για τα οποία οι άνθρωποι αγνοούν, όπως τα συστήματα SCADA. Ενώ η ασφάλεια μέσω της αφάνειας μπορεί να λειτουργήσει ως τακτική καθυστέρησης έναντι των αντιπάλων, δεν αποτελεί επαρκή άμυνα για ένα σύστημα. Οι κακόβουλοι φορείς δεν απαιτούν πάντα πλήρη κατανόηση ενός συστήματος για να του επιτεθούν και να επιτύχουν τους στόχους τους (Byres & Lowe, 2004).

Την τελευταία δεκαετία παρατηρήθηκε αύξηση της ποσότητας, της αποτελεσματικότητας και του εύρους των επιθετικών δραστηριοτήτων στον κυβερνοχώρο. Η ποικιλία των προηγμένων επίμονων απειλών (APT), των ομάδων με κίνητρο θέματα και των ομάδων οργανωμένου εγκλήματος που επενδύουν χρόνο και πόρους σε κυβερνοεπιθέσεις είναι μεγάλη (Vukalonić & Delija, 2015). Η αποδεδειγμένη αποτελεσματικότητα των κυβερνοεπιθέσεων για την επίτευξη στρατιωτικών στόχων δεν μπορεί να αμφισβητηθεί. Δεδομένης αυτής της αποτελεσματικότητας, η αλυσίδα εφοδιασμού, ένα θεμελιώδες συστατικό του σύγχρονου στρατού, αποτελεί δυνητικό στόχο. Οι διασυνδέσεις της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας, ένας σύνδεσμος μεταξύ κυβερνητικών, αμυντικών και εμπορικών συστημάτων, παρέχει μια δυνητικά ευρεία επιφάνεια επίθεσης. Η άμυνα στον κυβερνοχώρο παρομοιάζεται με ασύμμετρο πόλεμο, με τους κακόβουλους φορείς να χρειάζεται μόνο να επικεντρωθούν στον πιο αδύναμο κόμβο ενός προστατευόμενου συστήματος. Οι επιθέσεις στον κυβερνοχώρο στον εμπορικό χώρο

έχουν συχνά κάποιας μορφής χρηματικό αποτέλεσμα, είτε άμεσο, όπως μέσω κακόβουλου λογισμικού, είτε έμμεσο, όπως μέσω βιομηχανικής κατασκοπείας. Οι επιθέσεις WannaCry του 2017 αναδεικνύουν τον τρόπο με τον οποίο οι επιθέσεις μπορούν να καθοδηγούνται από τη χρηματοδότηση. Σε αυτή την επίθεση η πρόσβαση των χρηστών σε δεδομένα αποκλείστηκε μέσω κρυπτογράφησης, τα οποία μπορούσαν να ανακτηθούν μόνο μετά την καταβολή χρηματικών λύτρων (Mohurle & Patil, 2017). Σε ένα άλλο παράδειγμα hacking, ο τομέας της αυτοκινητοβιομηχανίας έχει αντικαταστήσει σε σημαντικό βαθμό τα μέχρι πρότινος χειροκίνητα συστήματα με ηλεκτρονικές μονάδες ελέγχου, πολλές από τις οποίες είναι διασυνδεδεμένες και δυνητικά συνδεδεμένες στο διαδίκτυο. Αυτό προσθέτει νέους φορείς για κυβερνοεπιθέσεις σε φυσικά συστήματα, με μικρή διαφάνεια ή εικόνα του τρόπου λειτουργίας αυτών των συστημάτων. Οι μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της ενσωμάτωσης σημαντικής πληροφορικής στα οχήματα δεν είναι ακόμη γνωστές. Ομοίως, τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη, τα ρομποτικά συστήματα και άλλα τηλεχειριζόμενα συστήματα έχουν επίσης άγνωστες επιφάνειες κυβερνοεπιθέσεων. Η αποθήκη του μέλλοντος θα είναι σε μεγάλο βαθμό αυτοματοποιημένη, στελεχωμένη με αισθητήρες, ενεργοποιητές και ρομποτικές συσκευές. Υποθετικά, μια κυβερνοεπίθεση κατά συστημάτων εφοδιαστικής θα μπορούσε να επηρεάσει τις λειτουργίες, να εκτρέψει κρίσιμο εξοπλισμό καθ' οδόν, να μετακινήσει εξοπλισμό μέσω παραβιασμένων διαδρομών ή να διαταράξει τις λειτουργίες ενός συστήματος και να διακόψει όλες τις κινήσεις εφοδιαστικής (Sobb, Turnbull & Moustafa, 2020).

4.5. Διαχείριση κινδύνων για την Εφοδιαστική Αλυσίδα 4.0

Τα πλαίσια ανάλυσης κινδύνου χρησιμεύουν για να βοηθήσουν τους οργανισμούς στον προσδιορισμό των πιθανών τρωτών σημείων τους και στην αξιολόγηση του τρόπου με τον οποίο αυτά τα τρωτά σημεία μπορεί να επηρεάσουν τον οργανισμό και τα συστήματά του. Οι εκτιμήσεις για τις τεχνικές ανάλυσης περιλαμβάνουν τον προσδιορισμό του κατά πόσον η ασφάλεια πληροφοριών του οργανισμού επικεντρώνεται στην αποτροπή μιας εισβολής από την πρώτη στιγμή, στην αποτελεσματική αντίδραση όταν αυτή συμβεί ή και στα δύο. Η μεταβαλλόμενη φύση της ανάλυσης κινδύνου έχει δει μια μετατόπιση της νοοτροπίας από την προστασία των περιουσιακών στοιχείων στην προστασία των επιχειρηματικών διαδικασιών ή της αποστολής. Οι στόχοι της αποστολής που χρησιμοποιούνται για αυτές τις αξιολογήσεις επηρεάζουν τη στάθμιση της αξιολόγησης, με παράγοντες όπως η διάρκεια της αποστολής και η αμεσότητα να αλλάζουν αυτές τις αξιολογήσεις. Οι πίνακες κινδύνων μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση της κατάστασης των πιθανών κινδύνων και των επιπτώσεών τους σε ένα

σύστημα. Στους παραδοσιακούς πίνακες αξιολόγησης κινδύνων, η σοβαρότητα και η συχνότητα χρησιμοποιούνται για την κατηγοριοποίηση των κινδύνων, ενώ η ασαφής λογική μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επέκταση των δυνατοτήτων πέρα από τις ταξινομήσεις συνόλων (Markowski & Mannan, 2008). Η ανάλυση Crown Jewel αναφέρεται στην αξιολόγηση των περιουσιακών στοιχείων στον κυβερνοχώρο που είναι κρίσιμα για την αποστολή του συστήματος και στη χρήση αυτών των πληροφοριών για την ενημέρωση περαιτέρω αξιολογήσεων κινδύνων στους τομείς της κινητικής, της κυβερνοχώρας και της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι στόχοι της αποστολής που χρησιμοποιούνται για αυτές τις αξιολογήσεις επηρεάζουν τη στάθμιση της αξιολόγησης, με παράγοντες όπως η διάρκεια της αποστολής και η αμεσότητα να αλλάζουν αυτές τις αξιολογήσεις. Τα πλαίσια ανάλυσης κινδύνου χρησιμεύουν για να βοηθήσουν τους οργανισμούς να προσδιορίσουν τις πιθανές ευπάθειές τους και να αξιολογήσουν τον τρόπο με τον οποίο αυτές οι ευπάθειες μπορούν να επηρεάσουν τον οργανισμό και τα συστήματά του. Η διαχείριση κινδύνων της αλυσίδας εφοδιασμού στον κυβερνοχώρο (C-SCRM Cyber Supply chain Risk Management) ορίζεται ως η οργανωτική στρατηγική και οι προγραμματικές δραστηριότητες που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση και τον μετριασμό των κινδύνων σε όλες τις διαδικασίες από άκρο σε άκρο που αποτελούν τις αλυσίδες εφοδιασμού για τα δίκτυα ΤΠ, το υλικό και τα συστήματα λογισμικού. Οι εκτιμήσεις για τις τεχνικές ανάλυσης περιλαμβάνουν τον προσδιορισμό του κατά πόσον η εστίαση της ασφάλειας πληροφοριών του οργανισμού είναι να αποτρέψει μια εισβολή από το να συμβεί σε πρώτη φάση, να ανταποκριθεί αποτελεσματικά όταν συμβεί μια εισβολή ή και τα δύο.

Τα υπάρχοντα μοντέλα διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού μπορούν να εφαρμοστούν σε οργανισμούς για την ενίσχυση των διαδικασιών της αλυσίδας εφοδιασμού. Πρώτον, το μοντέλο Six Sigma DMAIC περιλαμβάνει τον καθορισμό των στόχων βελτίωσης μιας διαδικασίας, στη συνέχεια τη μέτρηση, την ανάλυση, τη βελτίωση και, τέλος, τον έλεγχο της διαδικασίας (Toma, 2008). Σε μια ανάλυση του 2006 σχετικά με την καταλληλότητα της εφαρμογής της μεθοδολογίας Six Sigma στην αμυντική αλυσίδα εφοδιασμού του Ηνωμένου Βασιλείου, διαπιστώθηκε ότι ενώ η μεθοδολογία θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί, υπήρχαν περιοριστικοί παράγοντες που μείωναν την πιθανότητα εφαρμογής της, συμπεριλαμβανομένων των πολιτικών διατήρησης αποθεμάτων και των επιπέδων δραστηριότητας (Chappell & Peck, 2006). Η αλυσίδα δολοφονίας στον κυβερνοχώρο (Cyber Kill Chain) είναι μια αλυσίδα για τον καθορισμό των σταδίων μιας επίθεσης στον κυβερνοχώρο. Τα στάδια της Cyber Kill Chain είναι: αναγνώριση, οπλοποίηση, παράδοση, εκμετάλλευση, εγκατάσταση, διοίκηση και έλεγχος και ενέργειες επί των στόχων. Οι επανεκτιμήσεις του μοντέλου στο πλαίσιο των Κυβερνο-

φυσικών Συστημάτων συνέστησαν αλλαγές στην καθιερωμένη κατανόηση των επιθέσεων, ιδίως στο πεδίο των συστημάτων ελέγχου και των φυσικών συστημάτων, όπου τα αποτελέσματα έχουν απτές συνέπειες (Hahn et al., 2015). Μια εναλλακτική λύση στην Cyber Kill Chain είναι το μοντέλο αναφοράς για τις επιχειρήσεις της αλυσίδας εφοδιασμού (SCOR), το οποίο περιγράφεται ως ένα διακλαδικό πλαίσιο για την αξιολόγηση και τη βελτίωση της απόδοσης και της διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού σε επίπεδο επιχείρησης. Το SCOR περιγράφει τα ακόλουθα καθορισμένα στοιχεία και τον τρόπο με τον οποίο αυτά συνδέονται μεταξύ τους: διαδικασίες, μετρικές συγκριτικής αξιολόγησης, πρακτικές διαχείρισης και αντιστοιχίσεις προϊόντων λογισμικού. Στόχος του SCOR είναι η "επικοινωνία, η σύγκριση και η ανάπτυξη νέων ή βελτιωμένων πρακτικών της αλυσίδας εφοδιασμού" (Ho et al., 2015).

Βιβλιογραφία

Amirkolaii, K.N., Baboli, A., Shahzad, M.K. and Tonadre, R. (2017). Demand Forecasting for Irregular Demands in Business Aircraft Spare Parts Supply Chains by using Artificial Intelligence (AI). *IFAC-PapersOnLine*, 50(1), pp.15221–15226. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.2371>.

Ariwala, P. (2020). *9 Ways Machine Learning Can Transform Supply Chain Management*. [online] Maruti Techlabs. Available at: <https://marutitech.com/machine-learning-in-supply-chain/>.

Atwani, M., Hlyal, M. and Elalami, J. (2022). A Review of Artificial Intelligence applications in Supply Chain. *ITM Web of Conferences*, 46, p.03001. doi:<https://doi.org/10.1051/itmconf/20224603001>.

Awasthi, A. and Grzybowska, K. (2014). Barriers of the Supply Chain Integration Process. *EcoProduction*, [online] pp.15–30. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-319-07287-6_2.

Ayers, J. B. (2001). Supply chain strategies. In *Making Supply Chain Management Work* (pp. 125-136). Auerbach Publications.

Baryannis, G., Dani, S. and Antoniou, G. (2019). Predicting supply chain risks using machine learning: The trade-off between performance and interpretability. *Future Generation Computer Systems*, 101, pp.993–1004. doi:<https://doi.org/10.1016/j.future.2019.07.059>.

Ben-Daya, M., Hassini, E. and Bahroun, Z. (2017). Internet of things and supply chain management: a literature review. *International Journal of Production Research*, [online] 57(15-16), pp.4719–4742. doi:<https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1402140>.

Bousqaoui, H., Achchab, S. and Tikito, K. (2018). Machine Learning Applications in Supply Chains: Long Short-Term Memory for Demand Forecasting. *Cloud Computing and Big Data: Technologies, Applications and Security*, pp.301–317. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-319-97719-5_19.

- Boyson, S. (2014). Cyber supply chain risk management: Revolutionizing the strategic control of critical IT systems. *Technovation*, 34(7), pp.342–353. doi:<https://doi.org/10.1016/j.technovation.2014.02.001>.
- Brown, A. (2022). *Future of Supply Chain in 2022: Challenges, Trends & Tips*. [online] www.skubana.com. Available at: <https://www.skubana.com/blog/supply-chain-management/challenges>.
- Bughin, J., Hazan, E., Ramaswamy, S., Chui, M., Allas, T., Dahlström, P., & Trench, M. (2017). Artificial intelligence: the next digital frontier? McKinsey Global Institute.
- Burgess, A. (2018). AI in Action. In *The Executive Guide to Artificial Intelligence* (pp. 73-89). Palgrave Macmillan, Cham.
- Byres, E. and Lowe, P. (2004). *The Myths and Facts behind Cyber Security Risks for Industrial Control Systems*. [online] Available at: <https://rampages.us/keckjw/wp-content/uploads/sites/2169/2014/11/Myths-and-Facts-for-Control-System-Cyber-security.pdf>.
- Champion, A. (2021). *Flexible Supply Chain Strategy: Why Does It Matter?* [online] FlowSpace. Available at: <https://flow.space/blog/the-importance-of-creating-a-flexible-supply-chain-strategy/>.
- Chappell, A. and Peck, H. (2006). Risk management in military supply chains: Is there a role for six sigma? *International Journal of Logistics Research and Applications*, 9(3), pp.253–267. doi:<https://doi.org/10.1080/13675560600859276>.
- Chen, I. J., & Paulraj, A. (2004). Towards a theory of supply chain management: the constructs and measurements. *Journal of operations management*, 22(2), 119-150.
- Chen, M., Xia, Y. and Wang, X. (2010). Managing Supply Uncertainties Through Bayesian Information Update. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, [online] 7(1), pp.24–36. doi:<https://doi.org/10.1109/TASE.2009.2018466>.
- Chen, P., Desmet, L. and Huygens, C. (2014). A Study on Advanced Persistent Threats. *Advanced Information Systems Engineering*, pp.63–72. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-662-44885-4_5.
- Choo, K.-K.R. (2011). The cyber threat landscape: Challenges and future research directions. *Computers & Security*, 30(8), pp.719–731. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cose.2011.08.004>.

- Chopra, S., & Meindl, P. (2007). Supply chain management. Strategy, planning & operation. In *Das summa summarum des management* (pp. 265-275). Gabler.
- Copeland, B.J. (2019). Artificial intelligence - Expert systems. In: *Encyclopædia Britannica*. [online] Available at: <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence/Expert-systems>
- Dale, M. (2018). Automating grocery shopping. *Imaging and Machine Vision Europe*, (85), 16-20.
- Dash, R., McMurtrey, M., Rebman, C., & Kar, U. K. (2019). Application of artificial intelligence in automation of supply chain management. *Journal of Strategic Innovation and Sustainability*, 14(3), 43-53.
- De Jesus, A. (2019). AI for pricing—comparing 5 current applications. *Emerj Artificial Intelligence Research*, 2.
- Deb, S. K., Jain, R., & Deb, V. (2018, January). Artificial intelligence—creating automated insights for customer relationship management. In *2018 8th international conference on cloud computing, data science & engineering (Confluence)* (pp. 758-764). IEEE.
- Dolgui, A. and Ivanov, D. (2021). Ripple effect and supply chain disruption management: new trends and research directions. *International Journal of Production Research*, 59(1), pp.102–109. doi:<https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1840148>.
- Druehl, C., Carrillo, J., & Hsuan, J. (2018). Technological innovations: Impacts on supply chains. In *Innovation and Supply Chain Management* (pp. 259-281). Springer, Cham.
- Dumitru, I., & Căescu, Ș. C. (2013). The supply chain, a strategic marketing approach. *Amfiteatru Economic Journal*, 15(33), 116-127.
- Frederico, G.F., Garza-Reyes, J.A., Anosike, A. and Kumar, V. (2019). Supply Chain 4.0: concepts, maturity and research agenda. *Supply Chain Management: An International Journal*, ahead-of-print(ahead-of-print). doi:<https://doi.org/10.1108/scm-09-2018-0339>.
- Garrido-Hidalgo, C., Olivares, T., Ramirez, F.J. and Roda-Sanchez, L. (2019). An end-to-end Internet of Things solution for Reverse Supply Chain Management in Industry 4.0. *Computers in Industry*, 112, p.103127. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.103127>.

Gartner (2018). *Gartner: Fueling the Future of Business*. [online] Gartner. Available at: <https://www.gartner.com/en>.

Gartner (2019). *Gartner Top 8 Supply Chain Technology Trends For 2019*. [online] Gartner. Available at: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-8-supply-chain-technology-trends-for-2019>

Gligor, A., Dumitru, C.-D. and Grif, H.-S. (2018). Artificial intelligence solution for managing a photovoltaic energy production unit. *Procedia Manufacturing*, 22, pp.626–633. doi:<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.091>.

Gunter, C.A. (2003). Open APIs for Embedded Security. *ECOOP 2003 – Object-Oriented Programming*, pp.225–247. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-540-45070-2_11.

Hahn, A., Thomas, R.K., Lozano, I. and Cardenas, A. (2015). A multi-layered and kill-chain based security analysis framework for cyber-physical systems. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 11, pp.39–50. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2015.08.003>.

Hayes, A. (2021). *Supply Chain*. [online] Investopedia. Available at: <https://www.investopedia.com/terms/s/supplychain.asp>.

Ho, W., Zheng, T., Yildiz, H. and Talluri, S. (2015). Supply Chain Risk management: a Literature Review. *International Journal of Production Research*, 53(16), pp.5031–5069. doi:<https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1030467>.

Hoy, M. B. (2018). Alexa, Siri, Cortana, and more: an introduction to voice assistants. *Medical reference services quarterly*, 37(1), 81-88.

Ivanov, D., Dolgui, A. and Sokolov, B. (2018). The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics. *International Journal of Production Research*, 57(3), pp.829–846. doi:<https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1488086>.

Jacobs, T. (2020). *Artificial Intelligence in Supply Chain and Logistics*. [online] ThroughPut. Available at: <https://throughput.world/blog/ai-in-supply-chain-and-logistics/>.

Jaidka, K., Goyal, T., & Chhaya, N. (2018). Predicting email and article clickthroughs with domain-adaptive language models. In *Proceedings of the 10th ACM Conference on Web Science* (pp. 177-184).

Jauhar, S.K. and Pant, M. (2016). Genetic algorithms in supply chain management: A critical analysis of the literature. *Sādhanā*, 41(9), pp.993–1017. doi:<https://doi.org/10.1007/s12046-016-0538-z>.

Jerbi, W., Gaudreault, J., D'Amours, S., Nourelfath, M., Lemieux, S., Marier, P., & Bouchard, M. (2012). Optimization/simulation-based framework for the evaluation of supply chain management policies in the forest product industry. In *2012 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)* (pp. 1742-1748). IEEE.

Jouida, S. B., & Krichen, S. (2015). *Supply chain management and its applications in computer science*. John Wiley & Sons.

Khorram, M., Faria, P., Abrishambaf, O., & Vale, Z. (2019). Demand response implementation in an optimization based SCADA model under real-time pricing schemes. In *International Symposium on Distributed Computing and Artificial Intelligence* (pp. 21-29). Springer, Cham.

Kietzmann, J., Paschen, J., & Treen, E. (2018). Artificial intelligence in advertising: How marketers can leverage artificial intelligence along the consumer journey. *Journal of Advertising Research*, 58(3), 263-267.

Kraus, J., Lališ, A., Plos, V., Vittek, P., & Stojić, S. (2018). Utilizing ontologies and structural conceptual models for safety data management in aviation maintenance, repair and overhaul organizations. *Transportation research procedia*, 35, 35-43.

Kumar, K. S., Tamilselvan, S., Sha, B., & Harish, S. (2018). Artificial Intelligence Powered Banking Chatbot. *International Journal of Engineering Science and Computing*.

Kusiak, A. (2018). Smart manufacturing. *International Journal of Production Research*, 56(1-2), 508-517.

Lambert, D., Stock, J. R., & Ellram, L. M. (1998). *Fundamentals of logistics management*. McGraw-Hill/Irwin.

Lee, J., Azamfar, M. and Singh, J. (2019). A blockchain enabled Cyber-Physical System architecture for Industry 4.0 manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 20, pp.34–39. doi:<https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2019.05.003>.

Li, X., Chan, C.W. and Nguyen, H.H. (2013). Application of the Neural Decision Tree approach for prediction of petroleum production. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 104, pp.11–16. doi:<https://doi.org/10.1016/j.petrol.2013.03.018>.

- Markowski, A.S. and Mannan, M.S. (2008). Fuzzy risk matrix. *Journal of Hazardous Materials*, 159(1), pp.152–157. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.03.055>.
- Marr, B. (2019). *Artificial intelligence in practice: how 50 successful companies used AI and machine learning to solve problems*. John Wiley & Sons.
- Martin, C. and Towill, D.R. (2000). Supply chain migration from lean and functional to agile and customised. *Supply Chain Management: An International Journal*, 5(4), pp.206–213. doi:<https://doi.org/10.1108/13598540010347334>.
- McMaster, M., Nettleton, C., Tom, C., Xu, B., Cao, C., & Qiao, P. (2020). Risk management: Rethinking fashion supply chain management for multinational corporations in light of the COVID-19 outbreak. *Journal of Risk and Financial Management*, 13(8), 173.
- Mehdizadeh, M. (2019). Integrating ABC analysis and rough set theory to control the inventories of distributor in the supply chain of auto spare parts. *Computers & Industrial Engineering*, p.105673. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.01.047>.
- Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining supply chain management. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1-25.
- Metz, R. (2018). Amazon's cashier-less Seattle grocery store is opening to the public.
- Microsoft. (2018). Uncovering AI in Finland: 2018 field guide to AI. <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/2185773/Julkaisut/uncovering-ai-in-finland.pdf>
- Milford, M., & Mortimer, G. (2018). When AI meets your shopping experience it knows what you buy-and what you ought to buy. *The Conversation*.
- Min, H. (2010). Artificial intelligence in supply chain management: theory and applications. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 13(1), 13-39.
- Min, H. (2010). Artificial intelligence in supply chain management: theory and applications. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 13(1), pp.13–39. doi:<https://doi.org/10.1080/13675560902736537>.
- Mobarakeh, N.A., Shahzad, M.K., Baboli, A. and Tonadre, R. (2017). Improved Forecasts for uncertain and unpredictable Spare Parts Demand in Business Aircraft's with Bootstrap Method. *IFAC-PapersOnLine*, 50(1), pp.15241–15246. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.2379>.

- Mohurle, S. and Patil, M. (2017). A brief study of Wannacry Threat: Ransomware Attack 2017. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, [online] 8(5), pp.1938–1940. doi:<https://doi.org/10.26483/ijarcs.v8i5.4021>.
- Moise, M. (2008). The importance of reverse logistics for retail activity. *The Amfiteatru Economic journal*, 10(24), 192-209.
- Moustafa, N., Adi, E., Turnbull, B. and Hu, J. (2018). A New Threat Intelligence Scheme for Safeguarding Industry 4.0 Systems. *IEEE Access*, 6, pp.32910–32924. doi:<https://doi.org/10.1109/access.2018.2844794>.
- Newcastle Systems (2021). *How Artificial Intelligence is Changing Warehouse Operations*. [online] www.newcastlesys.com. Available at: <https://www.newcastlesys.com/blog/how-artificial-intelligence-is-changing-warehouse-operations>.
- NexSys (2022). *Supply Chain Models In Brief*. [online] NexSys. Available at: <https://www.nexsys.co.uk/knowledge-hub/supply-chain-models-in-brief/>.
- Paolanti, M., Liciotti, D., Pietrini, R., Mancini, A., & Frontoni, E. (2018). Modelling and forecasting customer navigation in intelligent retail environments. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 91(2), 165-180.
- Platinum Europe SA (2021). *How AI Distribution Technology Can Help You Make More Sales*. [online] PSE. Available at: <https://www.pse.be/post/how-ai-distribution-technology-can-help-you-make-more-sales>.
- Ponte, B., Sierra, E., de la Fuente, D. and Lozano, J. (2017). Exploring the interaction of inventory policies across the supply chain: An agent-based approach. *Computers & Operations Research*, 78, pp.335–348. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cor.2016.09.020>.
- Roetzel, W. (2020). *Design and operation of heat exchangers and their networks*. London, United Kingdom ; San Diego, Ca: Academic Press.
- Rouhiainen, L. (2018). *Artificial Intelligence: 101 things you must know today about our future*. Lasse Rouhiainen.
- Seifbarghy, M., & Gilkalayeh, A. P. (2012). Supply chain integration under vendor managed inventory mode of operation considering stockout. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 197-219.
- Seligman, J. (2018). *Artificial intelligence and machine learning and marketing management*. Lulu. com.

- Sheremetov, L.B., González-Sánchez, A., López-Yáñez, I. and Ponomarev, A.V. (2013). Time Series Forecasting: Applications to the Upstream Oil and Gas Supply Chain. *IFAC Proceedings Volumes*, 46(9), pp.957–962. doi:<https://doi.org/10.3182/20130619-3-ru-3018.00526>.
- Sobb, T., Turnbull, B. and Moustafa, N. (2020). Supply Chain 4.0: A Survey of Cyber Security Challenges, Solutions and Future Directions. *Electronics*, 9(11), p.1864. doi:<https://doi.org/10.3390/electronics9111864>.
- Soleimani, S. (2018). A perfect triangle with: artificial intelligence, supply chain management, and financial technology. *Archives of Business Research*, 6(11).
- Sterne, J. (2018). From programming to statistics to machine learning for marketing. *Applied Marketing Analytics*, 3(4), 298-305.
- Taulli, T., & Oni, M. (2019). *Artificial intelligence basics* (p. 9). Berkeley, CA: Apress.
- Thomas, D. J., & Griffin, P. M. (1996). Coordinated supply chain management. *European journal of operational research*, 94(1), 1-15.
- Toma, S.-G. (2008). What is Six Sigma ? *Manager Journal*, [online] 8(1), pp.152–155. Available at: <https://ideas.repec.org/a/but/manage/v8y2008i1p152-155.html> [Accessed 8 Feb. 2023].
- Toorajipour, R., Sohrabpour, V., Nazarpour, A., Oghazi, P. and Fischl, M. (2021). Artificial intelligence in supply chain management: A systematic literature review. *Journal of Business Research*, [online] 122, pp.502–517. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.009>.
- Vukalović, J. and Delija, D. (2015). *Advanced Persistent Threats - detection and defense*. [online] IEEE Xplore. doi:<https://doi.org/10.1109/MIPRO.2015.7160480>.
- Waller, D.L. (2007). *Operations management : a supply chain approach*. Australia: Thomson.
- Waters, D. (2014). *FIFTH EDITION GLOBAL LOGISTICS New Directions in Supply Chain Management*. [online] Available at: <https://ftp.idu.ac.id/wp-content/uploads/ebook/ip/LOGISTIK%20GLOBAL/Global%20Logistics%20New%20Directions%20in%20Supply%20Chain%20Management%20074944813X.pdf>.
- Webster, C., & Ivanov, S. (2020). Robotics, artificial intelligence, and the evolving nature of work. In *Digital transformation in business and society* (pp. 127-143). Palgrave Macmillan, Cham.

Wen, J., He, L., & Zhu, F. (2018). Swarm robotics control and communications: Imminent challenges for next generation smart logistics. *IEEE Communications Magazine*, 56(7), 102-107.

Yao, W. (2018). Analysis on the application of the artificial intelligence neural network on the new energy micro grid. In *2017 4th International Conference on Machinery, Materials and Computer (MACMC 2017)* (pp. 758-763). Atlantis Press.

Zapke, M. (2019). *Artificial intelligence in supply chains* (Doctoral dissertation).

Zhao, K. and Yu, X. (2011). A case based reasoning approach on supplier selection in petroleum enterprises. *Expert Systems with Applications*, 38(6), pp.6839–6847. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.12.055>.