

# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΣΧΟΛΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΚΑΙ

ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΚΩΝ

ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ



## ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

### ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΠΜΣ ‘Διοίκηση στη Ναυτική Επιστήμη και Τεχνολογία

#### ‘ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ LOGISTICS 4.0 (ΜΕ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ) ΚΑΙ Η ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΤΑ LOGISTICS 5.0’

ΜΑΝΔΡΕΛΑΣ ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ (ΜΝΣΝΔ22026)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:  
ΔΡ ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ

Διπλωματική Εργασία που υποβλήθηκε στο Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πειραιώς ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην ‘Διοίκηση στη Ναυτική Επιστήμη και Τεχνολογία’

Πειραιάς  
Μάιος 2023

## ΔΗΛΩΣΗ ΑΥΘΕΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ / ΖΗΤΗΜΑΤΑ COPYRIGHT

Το άτομο το οποίο εκπονεί την Διπλωματική Εργασία φέρει ολόκληρη την ευθύνη προσδιορισμού της δίκαιης χρήσης του υλικού, η οποία ορίζεται στην βάση των εξής παραγόντων: του σκοπού και χαρακτήρα της χρήσης (εμπορικός, μη κερδοσκοπικός ή εκπαιδευτικός), της φύσης του υλικού που χρησιμοποιεί (τμήμα του κειμένου, πίνακες, σχήματα, εικόνες ή χάρτες), του ποσοστού και της σημαντικότητας των πιθανών συνεπειών αυτής στην αγορά ή στη γενικότερη αξία του υπό copyright κειμένου.

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

ΜΕΛΟΣ Α΄: ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ

ΜΕΛΟΣ Β΄: ΛΑΓΟΥΔΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΜΕΛΟΣ Γ΄: ΑΡΤΙΚΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

Η έγκριση της Διπλωματική Εργασίας από το Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πειραιώς δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους και την κοπέλα μου, για την συνεχή εμπύχωση και συμπαράσταση, την οικογένεια μου για την βοήθεια που μου παρείχε και βέβαια τον καθηγητή μου για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε στην υλοποίηση της παρούσας εργασίας.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι μελέτη των νέων τεχνολογιών, που έχει επιφέρει στην ανθρωπότητα η 4η Βιομηχανική επανάσταση (Industry 4.0 ) και η εφαρμογή τους στο τομέα των Logistics (Logistics 4.0), καθώς και η πρόβλεψη του αντίκτυπου της υιοθέτησης μελλοντικών τεχνολογιών και προσεγγίσεων πάνω στον ίδιο κλάδο (Logistics 5.0). Η 4η βιομηχανική επανάσταση περιγράφει μια εποχή, όπου η πληροφορική και η τεχνολογία συνεργάζονται με τους άλλους επιστημονικούς κλάδους για να δημιουργήσουν μια νέα παραγωγική και καταναλωτική πραγματικότητα. Σε αυτή τη νέα πραγματικότητα, αυτοματοποιημένες μηχανές και υπηρεσίες, έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους αλλά και με τους ανθρώπους σε πραγματικό χρόνο. Ο στόχος είναι να καταστεί η παραγωγή πιο ευέλικτη, αποδοτική, αξιόπιστη και ασφαλής, μέρος του οποίου έχει αναμφίβολα επιτευχθεί. Κυνηγώντας όμως αυτή την διαρκή αυτοματοποίηση και βελτιστοποίηση των συστημάτων, δημιουργήθηκε έντονος προβληματισμός σχετικά με τις επιπτώσεις που θα υπάρξουν για τον ρόλο του ανθρώπου και το κοινωνικό και οικολογικό περιβάλλον. Στους προβληματισμούς αυτούς, έρχεται να δώσει απάντηση η 5η Βιομηχανική επανάσταση (Industry 5.0) η οποία αναμένεται να μεταμορφώσει την αγορά σαν σύνολο, αλλά και μεμονωμένες πρακτικές όπως η ανάπτυξη εφοδιαστικών αλυσίδων. Ακολουθεί διευκρίνιση κρίσιμων όρων όπως εφοδιαστική αλυσίδα και Logistics, μία αναδρομή στην εξέλιξη του κλάδου ανά τους αιώνες, η σημασία του, η σημερινή του κατάσταση (με μελέτη περίπτωσης μιας μεγάλης εταιρείας στην αυτοκινητοβιομηχανία) και μία πρόβλεψη για το πως θα τον επηρεάσουν οι τεχνολογίες του μέλλοντος.

Λέξεις κλειδιά: Industry, Logistics, εφοδιαστικές αλυσίδες, τεχνολογία, Toyota

## SUMMARY

The purpose of this paper is to study the new technologies brought to humanity by the 4th Industrial Revolution (Industry 4.0) and their application in the field of Logistics (Logistics 4.0), as well as to predict the impact of the adoption of future technologies and approaches on the same sector (Logistics 5.0). The 4th industrial revolution describes an era where IT and technology are working together with other scientific fields to create a new production and consumption reality. In this new reality, automated machines and services access the internet and interact with each other and with people in real time. The goal is to make production more flexible, efficient, reliable and secure, part of which has undoubtedly been achieved. However, in pursuing this constant automation and optimisation of systems, there has been considerable concern about the implications for the role of humans and the social and ecological environment. These concerns are being addressed by the 5th Industrial Revolution (Industry 5.0), which is expected to transform the market as a whole, as well as individual practices such as the development of supply chains. The paper is divided into four chapters, in which: we are going to attempt to clarify critical terms such as supply chain and logistics, review the evolution of Industry technologies over the centuries and their impact in Supply chains, analyze the current state of things in the field of logistics (including a case study of a leading company in the automobile industry) and finally try to predict the impact that the upcoming changes will have in that same field.

Keywords: Industry, Logistics, supply chains, technology, Toyota

<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b>	<b>4</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	<b>5</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>6</b>
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ</b>	<b>9</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Βασικές έννοιες και πορεία μέχρι τα Logistics 4.0</b>	<b>10</b>
1.1 Βασικές έννοιες	10
1.1.1 Ανταγωνιστικό Πλεονέκτημα	10
1.1.2 Εφοδιαστική Αλυσίδα	10
1.2 Industry	11
1.2.1 Ιστορική Αναδρομή	11
1.2.2 Industry 4.0	12
1.3 Logistics	13
1.3.1 Ορισμός-Ιστορική Αναδρομή	13
1.3.2 Από το στρατό στις επιχειρήσεις	14
1.3.3 Αντικείμενο του Logistics	14
1.3.4 Ποιος είναι υπεύθυνος για τα logistics μιας επιχείρησης;	16
1.4 Logistics 4.0	17
1.4.1 Ορισμός	17
1.4.2 Στόχοι	18
1.4.3 Βιώσιμη Ανάπτυξη	19
1.4.4 Ο ρόλος της τεχνολογίας	22
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Εφαρμογές των Logistics 4.0 στην αυτοκινητοβιομηχανία</b>	<b>23</b>
2.1 IoT-IoS	23
2.2 Υπολογιστικό Νέφος ( Cloud Computing)	26
2.3 Ανάλυση δεδομένων (Data Analytics)	29
2.4 Τεχνητή Νοημοσύνη (AI)	32
2.5 Ψηφιακό Δίδυμο (Digital twin)	35
2.6 3D Printing	37
2.7 Κυβερνοφυσικά συστήματα (Cyber Physical Systems)	39
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Μελέτη περίπτωσης εφαρμογής τεχνολογιών logistics 4.0 στη Toyota41</b>	
3.1 Γενικά περί αυτοκινητοβιομηχανίας	41
3.2 Η εφοδιαστική αλυσίδα στην αυτοκινητοβιομηχανία	42
3.3 TOYOTA	43
3.3.1 Ιστορία	43
3.3.2 Σήμερα	43
3.4 Toyota Logistics-Γενικά	44
3.5 Ειδικά Συστήματα logistics της Toyota	45
3.5.1 Just In Time	45
3.5.2 Milk-Run Σύστημα	46
3.5.3 Jidoka	47
3.5.4 Απευθείας αποστολές (Direct Shipments) / Cross-Docking	48
3.5.5 Kaban	49
3.5.6 TOYOTA MATERIAL HANDLING GROUP (TMHG)	49
3.5.7 TOYOTA ADVANCED LOGISTICS GROUP (TALG)	50

3.6 Εφαρμογές των τεχνολογιών Logistics 4.0 από την Toyota	50
3.6.1 IoT- IoS και Υπολογιστικό Νέφος (Cloud Computing)	51
3.6.2 Τεχνητή νοημοσύνη και αυτοματισμοί	51
3.6.3 Ψηφιακό Δίδυμο (Digital Twin)	52
3.6.4 3D Printing	53
3.7 Πλεονεκτήματα χρήσης τεχνολογιών Logistics 4.0	54
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Μετάβαση στα Logistics 5.0</b>	<b>55</b>
4.1 Τι είναι το Industry 5.0;	55
4.2 Industry 4.0 vs Industry 5.0	55
4.3 Ανθρωποκεντρική Προσέγγιση	56
4.4 Βιωσιμότητα	57
4.5 Στρατηγική	57
4.6 Logistics 5.0 και πιθανά πλεονεκτήματα	58
4.7 Πιθανές προκλήσεις	59
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ / ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ</b>	<b>61</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>63</b>



## **ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ**

<b>Εικόνα 1: Η Σύγχρονη Εφοδιαστική Αλυσίδα (medium.com/2023).....</b>	<b>11</b>
<b>Εικόνα 2: Πυραμίδα 1PL,2PL,3PL,4PL,5PL logistics (flexport.com/2022).....</b>	<b>17</b>
<b>Εικόνα 3: IoT και εφαρμογή στα logistics (Max Henderson/2023).....</b>	<b>24</b>
<b>Εικόνα 4: Cloud computing και logistics (dfreight.com/2022).....</b>	<b>29</b>
<b>Εικόνα 5: Πλεονεκτήματα των Big Data Analytics στα Logistics (Lypchenko/2023).....</b>	<b>31</b>
<b>Εικόνα 6: Νευρωνικό Δίκτυο (Big Blue Data Academy/2023).....</b>	<b>33</b>
<b>Εικόνα 7: Τα τρία στοιχεία ενός μοντέλου Ψηφιακού Διδύμου (David Essex/2024).....</b>	<b>35</b>
<b>Εικόνα 8: 3D Εκτυπωτές σε γραμμή παραγωγής (amfg.ai/2018).....</b>	<b>39</b>
<b>Εικόνα 9: Κυβερνοφυσικό σύστημα logistics (Industrial Engineering/2020).....</b>	<b>40</b>
<b>Εικόνα 10: Milk-Run Σύστημα (Geoff Whitting/2023).....</b>	<b>46</b>
<b>Εικόνα 11: Ορισμός του Jidoka (Tarlengco/2023).....</b>	<b>47</b>
<b>Εικόνα 12: Direct Delivery vs Cross Docking (logistikknowhow.com).....</b>	<b>48</b>
<b>Εικόνα 13: TOYOTA MATERIAL HANDLING (toyotamaterialhandling.com.au).....</b>	<b>49</b>
<b>Εικόνα 14: TOYOTA ADVANCE LOGISTICS (toyota-logistics.com).....</b>	<b>50</b>
<b>Εικόνα 15: Χρήση Quantum-Inspired Digital Annealer (fujitsu.com).....</b>	<b>53</b>
<b>Εικόνα 16: Industry 5.0 vs Industry 4.0 (momenta.com).....</b>	<b>56</b>

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Βασικές έννοιες και πορεία μέχρι τα Logistics 4.0

## 1.1 Βασικές έννοιες

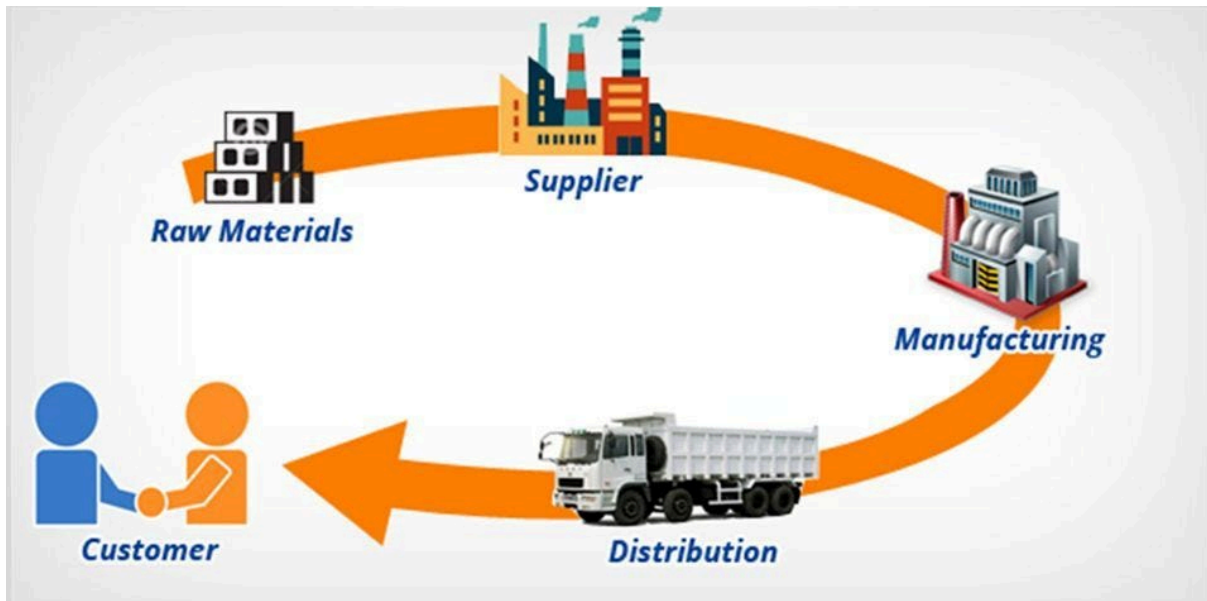
### 1.1.1 Ανταγωνιστικό Πλεονέκτημα

Ο πρώτος που εισήγαγε τον όρο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα ήταν ο Μάικλ Πόρτερ (Michael E.Porter) στη μελέτη του το 1985 με όνομα “Ανταγωνιστικό Πλεονέκτημα:Δημιουργία και συντήρηση ανώτερης απόδοσης” (“**Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance**”).Σε αυτή του δημοσίευση περιγράφει την επιχείρηση ως μία αλυσίδα αξίας (αξιακή αλυσίδα) , η οποία μέσα από διάφορες δράσης αποσκοπεί στο να διαφοροποιηθεί από τα παρεμφερή προϊόντα άλλων εταιρειών και να δημιουργήσει στον αγοραστή μία ευνοϊκή αντίληψη για το δικό της. Αυτή η διαφοροποίηση πρέπει να είναι εμφανής , σημαντική για τον αγοραστή ,βιώσιμη και να μην αντιγράφεται εύκολα από τον ανταγωνισμό.Ανταγωνιστικό πλεονέκτημα μπορεί επίσης να επιτευχθεί με πολιτικές μείωσης του κόστους του προϊόντος (πλεονέκτημα κόστους) .Ποια στρατηγική θα επιλεγεί είναι θέμα της εκάστοτε επιχείρησης, η οποία τοποθετείται σε ένα περιβάλλον ανταγωνισμού και καλείται να ανταπεξέλθει σε αυτό.Το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα θέτει τις βάσεις, ώστε η εταιρεία να είναι σε θέση να ανταποκριθεί στις ανάγκες των πελατών ενώ παράλληλα να μένει βιώσιμη και κερδοφόρα.Ο όρος αναφέρεται γιατί τα αντικείμενα που θα μελετηθούν στην πορεία αυτής της μελέτης, αποτελούν τρόπους επίτευξης αυτού του πολυπόθητου ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος, η σημαντικότητα του οποίου δεν έχει ελαττωθεί, περίπου 40 χρόνια αφότου αναφέρθηκε απο τον Πόρτερ [1].

### 1.1.2 Εφοδιαστική Αλυσίδα

Μία από τις πρωταρχικές μεθόδους απόκτησης ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος είναι η δημιουργία και συντήρηση μιας καλά οργανωμένης και βιώσιμης εφοδιαστικής αλυσίδας. Με τον όρο εφοδιαστικής αλυσίδας, αναφερόμαστε σε ένα δίκτυο ανθρώπων και οντοτήτων που εμπλέκονται στη δημιουργία προϊόντων και στην μεταφορά τους στο τελικό καταναλωτή.Κρίκη της αλυσίδας θεωρούνται μεταξύ άλλων οι προμηθευτές, οι ενδιάμεσοι, οι εμπλεκόμενη πάροχοι υπηρεσιών (**third party service providers**) και τέλος οι πελάτες .

Σκοπός αυτού του δικτύου είναι η μεταφορά πόρων, πληροφοριών και υπηρεσιών ανάμεσα στους κρίκους . Μέρος της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι όλα εκείνα τα βήματα προγραμματισμού και ελέγχου της κυκλοφορίας και αποθήκευσης των προϊόντων , των υπηρεσιών και πληροφοριών, από την αρχική τους μορφή, μέχρι να καταλήξουν στον πελάτη. Το σύνολο των βημάτων αυτών αποτελούν τα logistics της εταιρείας [2].



Εικόνα 1: Η Σύγχρονη Εφοδιαστική Αλυσίδα (medium.com/2023)

## 1.2 Industry

### 1.2.1 Ιστορική Αναδρομή

Προτού περάσουμε στο βασικό αντικείμενο της μελέτης αυτής ,τα logistics, είναι σημαντικό να γίνει αναφορά στην βιομηχανία και στις τεχνολογίες οι οποίες έφεραν την επανάσταση στον τρόπο που λειτουργούσε μία εταιρεία ανά τους αιώνες.

Η **πρώτη βιομηχανική επανάσταση** έλαβε χώρα στην Μ.Βρετανία στα τέλη του 18ου αιώνα.Όντας η πρώτη , θέσπισε νέα πρότυπα στο τρόπο που μία εταιρεία δημιουργούσε τα προϊόντα της. Η μαζική παραγωγή τέθηκε δυνατή με την αντικατάσταση της ωμής ανθρώπινης και ζωικής δύναμης , που αποτελούσαν τότε, το μόνο μέσω παραγωγής, με

μηχανές που τροφοδοτούνταν με ατμό. Τα τελικά προϊόντα παραγόταν ευκολότερα και σε πολύ μεγαλύτερη κλίμακα.

Έναν αιώνα αργότερα , η **δεύτερη βιομηχανική επανάσταση**, εισήγαγε της γραμμές παραγωγής (**Ford, 1913**) καθώς και την χρήση πετρελαίου και ηλεκτρισμού. Αυτές οι νέες πηγές ενέργειας καθώς και καινοτομίες στο χώρο των τηλεπικοινωνιών όπως ο τηλεγράφος και το τηλέφωνο, έφεραν ένα βαθμό αυτοματισμού στην παραγωγική διαδικασία [3].

Η **τρίτη βιομηχανική επανάσταση**, η οποία ξεκίνησε στα μέσα του 20ου αιώνα , πρόσθεσε υπολογιστές και προηγμένες τεχνολογίες τηλεπικοινωνιών όπως το Internet (**TimBL, 1983**) στην παραγωγική διαδικασία. Η ψηφιοποίηση των εργοστασίων ξεκίνησε με την εμφύτευση προγραμματιζόμενων μονάδων λογικού ελέγχου (**Programmable logic controllers, PLCs**) στα μηχανήματα, αυξάνοντας έτσι την αυτοματοποίηση και επιτρέποντας την συλλογή δεδομένων[4].

### 1.2.2 Industry 4.0

Αυτή τη στιγμή διανύουμε την **τέταρτη βιομηχανική επανάσταση** (Industry 4.0). Χαρακτηριζόμενη από αυξανών ρυθμούς αυτοματισμού και την χρήση ‘έξυπνων’ μηχανών και εργοστασίων, τα εξειδικευμένα δεδομένα βοηθούν στην παραγωγή αγαθών πιο αποτελεσματικά και παραγωγικά κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η όλο βελτιώμενη ευελιξία επιτρέπει στους κατασκευαστές να ανταπεξέλθουν στις νέες ανάγκες των αγοραστών προσαρμόζοντας μαζικά τα προϊόντα τους εν ριπή οφθαλμού. Το νέο αυτό κίνημα ονομάστηκε ‘**Lot Size One**’ έκφραση που αναφέρεται στον απώτερο σκοπό των κατασκευαστών του 21ου αιώνα , ο οποίος είναι η κατασκευή του προϊόντος αφού και μόνο οι καταναλωτές έχουν εκφράσει την επιθυμία τους για αυτό. Τέλος η συλλογή εξειδικευμένων δεδομένων από μηχανήματα και υπαλλήλους και ο συνδυασμός τους με τα επιχειρησιακά δεδομένα της εταιρείας, της επιτρέπουν να επιτύχει την πλήρη διαφάνεια πληροφοριών η οποία οδηγεί σε λήψη ορθότερων αποφάσεων. Τεχνολογίες του Industry 4,0 θα αναλυθούν περαιτέρω στην συνέχεια της μελέτης[5].

## 1.3 Logistics

### 1.3.1 Ορισμός-Ιστορική Αναδρομή

Η ιστορία των logistics είναι περίπλοκη. Αδιαμφισβήτητο γεγονός είναι ότι οι ρίζες της βρίσκονται στις στρατιωτικές εκστρατείες. Στην ελληνική ορολογία, ο όρος logistics, μεταφράζεται ως επιμελητεία, λέξη που προέρχεται από το ρήμα 'επιμελώ', δηλαδή φροντίζω ή μεριμνώ. Το έργο της επιμελητείας στην στρατιωτική υπηρεσία είναι ο ανεφοδιασμός και η συντήρηση του στρατεύματος.

Όλη η σύγχυση, προέρχεται από τον αγγλικό όρο 'logistics', λέξη η οποία προέρχεται, από την ελληνική λογιστική ( καταγραφή και επεξεργασία οικονομικών λογαριασμών μια επιχείρησης). Η προφανής μετάφραση από αγγλικά στα ελληνικά θα έπρεπε να είναι λογιστική, παρόλα αυτά, στην αγγλική χρησιμοποιείται η λέξη accountancy.

Ο όρος logistics, με την έννοια της επιμελητείας χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Λέων τον Σοφό, βυζαντινό αυτοκράτορα του 10ου αιώνα. Ο όρος συνεχίζει και χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα, με την ίδια έννοια στις ένοπλες δυνάμεις. Η έννοια αυτή, περιλαμβάνει εδώ και πολλούς αιώνες, **την ροή των αγαθών, την απόκτηση, τη διακίνηση, την αποθήκευση καθώς και τη μεταφορά προϊόντων και ανθρώπων**. Τέτοιες αναφορές, αποτελούν η μεταφορά των εφοδίων είτε αυτά πρόκειται για τρόφιμα που αποσκοπούν στην συντήρηση των στρατευομένων, είτε πρόκειται για πολεμοφόδια, άρματα μάχης ή ακόμη και των ίδιων των στρατιωτών. Δεν υπήρχε εμπόλεμοι περίοδο, που να μην έχουν χρησιμοποιηθεί τεχνικές logistics ακόμη και πολύ πριν, ο όρος, καθ' αυτού είχε επινοηθεί. Ο συνεχής ανεφοδιασμός έχει κλειδώσει την νίκη σε πάμπολλες εμπλοκές, και η μη επίτευξη αυτού έχει σημαίνει ολοσκελής αποτυχία στις εκστρατείες ανά τους αιώνες.[6]

Ο πιο γνωστός, και ίσως ο μεγαλύτερος, logistician, όλων των εποχών ήταν ο **Μέγας Αλέξανδρος**. Η επιτυχία του Μακεδονικού στρατού βασιζόταν σε μεγάλο βαθμό στη δημιουργία ενός καλά οργανωμένου κυκλώματος logistics. Με πρωτότυπες ιδέες, όπως να αντικαταστήσει μέρος των αλόγων, που ήταν απαραίτητα για τη μεταφορά μεγάλου μέρους των αγαθών εκστρατείας με καμήλες, οι οποίες μπορούσαν να κουβαλήσουν περισσότερα κιλά και ήταν ορθότερα εξοπλισμένες για να αντιμετωπίσουν τις αχανείς ερήμους της Ασίας.

Μία ακόμη ιδέα που εφαρμόζεται μέχρι και σήμερα ήταν ο διορισμός ενός αξιωματικού, ο οποίος θα ήταν υπεύθυνος, για την ασφαλή και συνεχή λειτουργία των караβανιών ανεφοδιασμού. Η θέση ήταν αξιότιμη και μόνο πολύ σημαντικοί αξιωματικοί, όπως ο Παρμενίωνας, εμπιστευόταν να την αναλάβουν. [7]

### 1.3.2 Από το στρατό στις επιχειρήσεις

Παρόλο που, ο χώρος γένεσης και αρχικής ανάπτυξης των υπηρεσιών logistics, είναι αδιαμφισβήτητο ο στρατιωτικός, τα τελευταία χρόνια, διαδόθηκαν και στις επιχειρήσεις. Γέφυρα διάσχισης αποτέλεσαν οι Η.Π.Α, που ακόμη και σήμερα αποτελούν την πρωτεύουσα των logistics.

Το πέρασμα αυτό, ήταν αναγκαίο και φυσικό καθώς όλες οι επιχειρήσεις λαμβάνουν μέρος στο λεγόμενο 'κερδοσκοπικό πόλεμο', ο οποίος, χρειάζεται να στηριχθεί επιμελητειακά όπως κάθε στρατιωτική δύναμη θα στήριζε το στρατό της. Λόγω αυτού, η Στρατιωτική Διοικητική Μέριμνα αρχικά στις Η.Π.Α και στη συνέχεια παντού ανα τον κόσμο εξελίχθηκε σε αυτό που εμείς αναφερόμαστε ως logistics. Η ίδρυση του **Council of Logistics (1961)**, το κατωχύρωσε ως επιστήμη και ως απαραίτητο εργαλείο διοίκησης. Για όσες επιχειρήσεις αποσκοπούσαν στη νίκη του κερδοσκοπικού πολέμου. [8]

### 1.3.3 Αντικείμενο του Logistics

Ο παραγωγός, που μπορεί να είναι μια επιχείρηση ή οποιοσδήποτε άλλος οργανισμός που δημιουργεί προϊόντα, έχει ως στόχο να παράγει αυτά τα προϊόντα υψηλής ποιότητας με το χαμηλότερο δυνατό κόστος. Συγχρόνως, πρέπει να διασφαλίσει ότι οι πόροι, όπως άνθρωποι, υλικά και πληροφορίες, χρησιμοποιούνται αποτελεσματικά από την αρχή της παραγωγής έως τη χρήση του προϊόντος και μετά από αυτήν. Ταυτόχρονα, ο παραγωγός πρέπει να προσελκύσει τους πιθανούς αγοραστές και να διασφαλίσει ότι τα προϊόντα φτάνουν στον καταναλωτή στη σωστή κατάσταση, στη σωστή τοποθεσία και σε σωστό χρόνο, επιδιώκοντας να αναπτύξει μια σχέση εμπιστοσύνης και αφοσίωσης με τους αγοραστές.

Από την άλλη πλευρά, ο καταναλωτής επιδιώκει να προμηθευτεί τα αγαθά που χρειάζεται στη σωστή μορφή, τον σωστό τόπο και τη σωστή ώρα, με το χαμηλότερο δυνατό κόστος και τη μεγαλύτερη δυνατή ωφέλεια.

Συνεπώς, η διαδικασία που καλύπτει όλα αυτά τα στάδια, ονομάστηκε logistics και ορισμένες από τις λειτουργίες είναι :

1. Ο σχεδιασμός , η οργάνωση, η λειτουργία και η παρακολούθηση όλων των διαδικασιών που συμπεριλαμβάνονται στο ταξίδι ενός υλικού από τον τόπο παραγωγής στον τόπο κατανάλωσης και αντίστροφα.
2. Την αξιοποίηση όλων των διαθέσιμων πόρων (άνθρωποι, πληροφορίες, υλικά, λογισμικό, αποθηκευτική χώροι)
3. Την αποθήκευση των υλικών .
4. Την επίβλεψη των εταιρικών στρατηγικών και την παροχή συμβουλών για τη βελτίωση αυτής.
5. Συλλογή πληροφοριών που θα βοηθήσουν στην βελτιστοποίηση των παραπάνω διαδικασιών.
6. Τη πρόβλεψη λαθών , καθώς και την άμεση διόρθωση αυτών, όταν εκείνα είναι αναπόφευχτα.
7. Την απόκτηση του απαραίτητου προσωπικού καθώς και την δημιουργία αξιόπιστων σχέσεων με άλλους ανθρώπους που θα παίξουν ρόλο στη μεταφορά
8. Την αρχική , κύρια και τελική μεταφορά των αγαθών προς τους καταναλωτές.
9. Την αντίθετη ροή , όταν πρόκειται για αντικαταστάσεις προϊόντων.
10. Την διαχείριση ελαττωματικών και άχρηστων προϊόντων.
11. Την δημιουργία και τον έλεγχο των αποθεμάτων και την επιτήρηση των παραγγελιών.

12. Τη δημιουργία και εξόπλιση κάθε αποστολής με την κατάλληλη συσκευασία. [9][10]

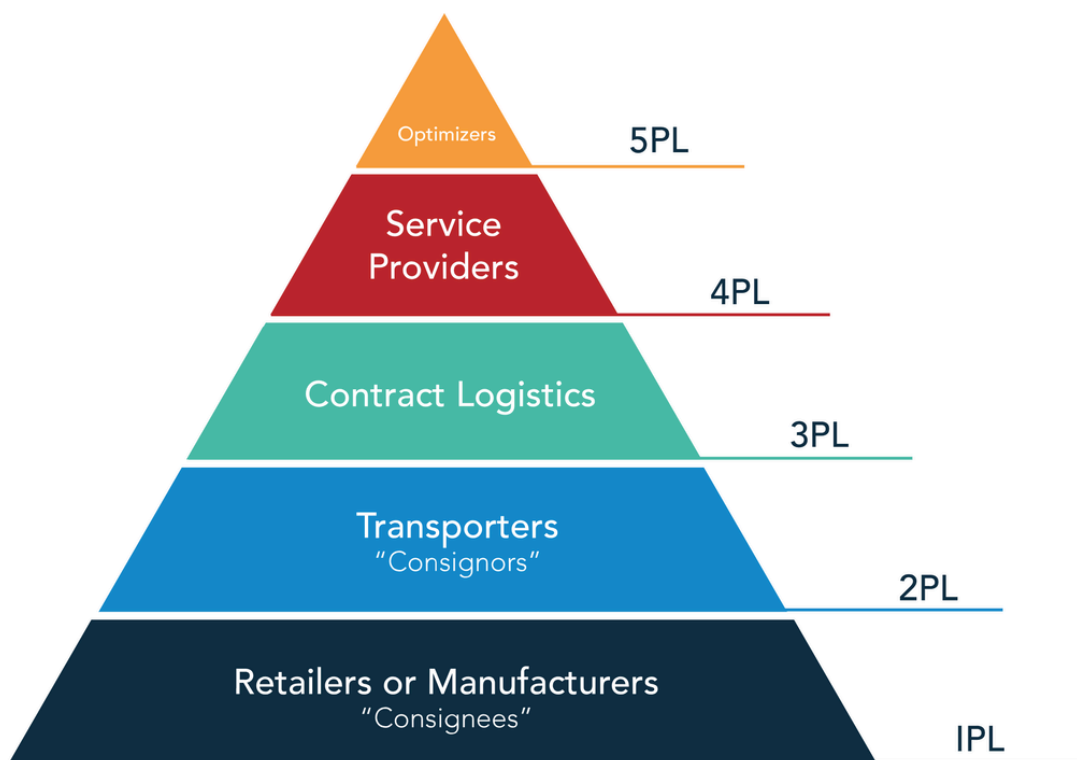
#### 1.3.4 Ποιος είναι υπεύθυνος για τα logistics μιας επιχείρησης;

Ποιος θα αναλάβει τις υπηρεσίες logistics σε μία επιχείρηση αποτελεί θέμα προς συζήτηση για τα μέλη της διοίκησης και αποτελεί κρίσιμο ζήτημα στρατηγικής.

Οι επιλογές που υπάρχουν είναι οι εξής:

1. Τα logistics να εφαρμοστούν από την ίδια την επιχείρηση και με δικά της μέσα (**1PL logistics**)
2. Να εφαρμοστούν από την ίδια την επιχείρηση χρησιμοποιώντας πόρους και μέσα από μία άλλη συνεργαζόμενη εταιρεία. (**2PL logistics**) [11]
3. Να αναληφθεί εν μέρη από εξειδικευμένη εταιρεία logistics provider η οποία διαθέτει δικούς της πόρους , μέσα, υποδομές και τεχνογνωσία. Η κύρια ασχολία αυτής της τρίτης εταιρείας είναι να παρέχει υπηρεσίες logistics σε διάφορες άλλες επιχειρήσεις. (**3PL logistics**)
4. Να αναληφθούν εξ'ολοκλήρου από εξειδικευμένη εταιρεία logistics provider η οποία αξιοποιεί τους δικούς της πόρους ,μέσα, υποδομές και τεχνογνωσία. Αυτός ο συνεργάτης είναι υπεύθυνος για τη διοίκηση ολόκληρη της εφοδιαστικής αλυσίδας ,να αξιολογεί, να σχεδιάζει, να τρέχει και να μετράει την απόδοση των logistics λύσεων που θα παρέχει στον πελάτη της. (**4PL logistics**)
5. Να αναληφθούν εξ'ολοκλήρου από εξειδικευμένη εταιρεία logistics provider η οποία αξιοποιεί τους δικούς της πόρους ,μέσα, υποδομές και τεχνογνωσία. Οι εταιρείες αυτές κοιτούν πέρα από μία εφοδιαστική αλυσίδα εστιάζοντας σε ολόκληρο το δίκτυο προμηθειών. (**5PL logistics**) [12]





Εικόνα 2: Πυραμίδα 1PL,2PL,3PL,4PL,5PL logistics (flexport.com/2022)

## 1.4 Logistics 4.0

### 1.4.1 Ορισμός

Ο όρος Logistics 4.0 αναφέρεται σε μια εξέλιξη του χώρου της διαχείρισης εφοδιαστικών αλυσίδων (logistics) που ενσωματώνει τις τεχνολογίες και τις αρχές της 4ης βιομηχανικής επανάστασης (Industry 4.0) για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας, της αυτονομίας και της προσαρμοστικότητας στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Συγκεκριμένα:

1. **Κυβερνοφυσικά Συστήματα (CPS):** Αναφέρεται στην ενσωμάτωση των κυβερνοφυσικών συστημάτων στον τομέα των logistics. Τα CPS είναι συστήματα που παρακολουθούν τις φυσικές διαδικασίες στον κόσμο της εφοδιαστικής αλυσίδας, δημιουργούν αντίγραφα του φυσικού κόσμου με τη χρήση αισθητήρων και λαμβάνουν αποκεντρωμένες αποφάσεις. Αυτό σημαίνει ότι τα CPS είναι σε θέση να ελέγχουν και να διαχειρίζονται διαδικτυακά την εφοδιαστική αλυσίδα. [13]

2. **Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT):** Τα CPS συνδέονται μεταξύ τους και με τον άνθρωπο σε πραγματικό χρόνο μέσω του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT). Αυτό επιτρέπει την ανταλλαγή πληροφοριών και την αλληλεπίδραση μεταξύ των διαφόρων στοιχείων της εφοδιαστικής αλυσίδας, βοηθώντας στην παρακολούθηση, τον έλεγχο και την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας.[14]
3. **Ανάλυση Δεδομένων:** Η ανάκτηση χρήσιμων πληροφοριών από μεγάλες ποσότητες δεδομένων με χρήση αλγορίθμων ανάλυσης δεδομένων παρέχει γνώσεις που χρησιμοποιούνται για τη λήψη αποφάσεων στην εφοδιαστική αλυσίδα.[15]
4. **Διαδίκτυο των Υπηρεσιών (IoS):** Το Διαδίκτυο των Υπηρεσιών παρέχει αυτοματοποιημένες υπηρεσίες που χρησιμοποιούνται από τους εμπλεκόμενους στην εφοδιαστική αλυσίδα. Αυτό συμβάλλει στη βελτίωση της απόδοσης και της αποτελεσματικότητας των διαδικασιών.[14]

Συνοψίζοντας, το Logistics 4.0 αποτελεί ένα ολοκληρωμένο οικοσύστημα που επιτρέπει τη ψηφιοποίηση και την αυτοματοποίηση των διαδικασιών στην εφοδιαστική αλυσίδα, βασιζόμενο σε τεχνολογίες της 4ης βιομηχανικής επανάστασης. Αυτό επιτρέπει την εξατομίκευση των υπηρεσιών, τη βελτίωση της απόδοσης και την υποστήριξη της ανάπτυξης στη βιομηχανία και το εμπόριο με χρήση ψηφιακών τεχνολογιών.

### 1.4.2 Στόχοι

Οι τρεις βασικοί στόχοι που περιγράφονται μέσα στον ορισμό του Logistics 4.0 είναι σημαντικοί παράγοντες που καθορίζουν την εξέλιξη της εφοδιαστικής αλυσίδας στην εποχή της τεχνολογίας και της ψηφιοποίησης.[16] Ας τους αναλύσουμε πιο αναλυτικά:

1. **Ανταπόκριση στις Εξατομικευμένες Απαιτήσεις των Πελατών:** Η τεχνολογία και η ψηφιοποίηση επιτρέπουν στις επιχειρήσεις να παρέχουν εξατομικευμένες υπηρεσίες και προϊόντα στους πελάτες τους. Η ικανότητα να προσαρμόζουν την παραγωγή, τη διανομή και την εξυπηρέτηση στις ατομικές ανάγκες των πελατών είναι κρίσιμη στην ανταγωνιστική αγορά. [17]

2. **Βιωσιμότητα:** Η βιωσιμότητα είναι ένας σημαντικός παράγοντας στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών μπορεί να συμβάλλει στη μείωση των αποβλήτων, τη βελτίωση της αποδοτικότητας της διανομής και την ανάπτυξη βιώσιμων πρακτικών στην εφοδιαστική αλυσίδα.

3. **Διατήρηση Χαμηλού Κόστους:** Είναι σημαντικό να διατηρηθεί το κόστος παραγωγής και διανομής σε λογικά επίπεδα, παρά την χρήση ψηφιακών τεχνολογιών. Αυτό σημαίνει ότι οι επενδύσεις σε τεχνολογία πρέπει να γίνονται με τρόπο που δεν θα αυξήσει το κόστος παραγωγής και διανομής προϊόντων.

Η ψηφιοποίηση και η χρήση ψηφιακών τεχνολογιών επιτρέπουν την επίτευξη όλων αυτών των στόχων ταυτόχρονα. Επιτρέπουν την προσαρμογή στις εξατομικευμένες απαιτήσεις των πελατών, βελτιώνουν τη βιωσιμότητα μέσω της πράσινης τεχνολογίας και διασφαλίζουν ότι αυτές οι αλλαγές δεν θα αυξήσουν ανεπιθύμητα το κόστος παραγωγής και διανομής. Αυτό είναι κρίσιμο στη διατήρηση της ανταγωνιστικότητας και στην προσαρμογή στις αλλαγές στην αγορά, όπως η αύξηση του ηλεκτρονικού εμπορίου και η αλλαγή των προτιμήσεων των καταναλωτών. [18][19]

### 1.4.3 Βιώσιμη Ανάπτυξη

Στην παγκόσμια κοινότητα, τα περιβαλλοντικά και κοινωνικά προβλήματα έχουν εξελιχθεί σε παγκόσμιες προκλήσεις και ανησυχίες. Οι επιπτώσεις των αλλαγών στο περιβάλλον, όπως η κλιματική αλλαγή, η ρύπανση, η απώλεια βιοποικιλότητας, καθώς και κοινωνικά ζητήματα όπως η φτώχεια, η ανισότητα και η κοινωνική αδικία, διασχίζουν σύνορα και επηρεάζουν κοινότητες σε όλο τον κόσμο. Η αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτό ξεκινά από θεσμικούς φορείς όπως ο ΟΗΕ, ΕΕ (Ατζέντα 2030, Global Compact) και συνεχίζεται από τις επιχειρήσεις, οι οποίες, στρέφονται στην βιώσιμη/αειφόρο ανάπτυξη. Η βιώσιμη ανάπτυξη αναφέρεται σε έναν τρόπο ανάπτυξης που ικανοποιεί τις σημερινές ανάγκες χωρίς να θέτει σε κίνδυνο τη δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιούν τις δικές τους ανάγκες. Οι τρεις βασικές διαστάσεις της βιώσιμης ανάπτυξης είναι οι εξής:

1. **Οικονομική Διάσταση:** Η ανάπτυξη πρέπει να είναι οικονομικά βιώσιμη, δηλαδή να εξασφαλίζει στις κοινωνίες τα αναγκαία οικονομικά μέσα για την ευημερία των πολιτών χωρίς να εκμεταλλεύεται υπερβολικά τους φυσικούς πόρους ή να προκαλεί ανισότητα.
2. **Κοινωνική Διάσταση:** Η ανάπτυξη πρέπει να είναι κοινωνικά δίκαιη και να εξασφαλίζει την ικανοποίηση των βασικών αναγκών όλων των πολιτών, χωρίς διακρίσεις.
3. **Περιβαλλοντική Διάσταση:** Η ανάπτυξη πρέπει να σέβεται το περιβάλλον και να διασφαλίζει την υπευθυνότητα στη χρήση των φυσικών πόρων, ώστε να μην θέτει σε κίνδυνο τη βιοποικιλότητα και τις φυσικές ισορροπίες. [20]

Για την επίτευξη της απαιτείται η λήψη μιας σειράς μέτρων, τα οποία αφενός, στοχεύουν στην παραγωγή κέρδους για τις επιχειρήσεις, αφ'ετέρου προάγουν την κοινωνική δικαιοσύνη και την προστασία του περιβάλλοντος. Προνόμια και επιβραβεύσεις δίνονται στις επιχειρήσεις που η στρατηγική τους, συνάδει με τους κανονισμούς αειφόρου ανάπτυξης που θεσμοθετούν οι διεθνείς φορείς, ενώ κυρώσεις εφαρμόζονται στις επιχειρήσεις που χαράζουν αντίθετη πορεία. Αυτό ισοδυναμεί σε άμεσο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα κόστους καθώς και σε ανταγωνιστικό πλεονέκτημα διαφοροποίησης στις εταιρείες οι οποίες συμμορφώνονται.

Όσον αφορά τα Logistics, ένας νέος όρος ο οποίος προέκυψε λόγω της σημαντικότητας της βιώσιμης ανάπτυξης είναι ο όρος 'πράσινα Logistics' (green logistics). Πράσινα logistics είναι το κομμάτι της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας που είναι υπεύθυνο για την ολοκλήρωση όλων των δραστηριοτήτων logistics έχοντας υπόψη την μείωση των περιβαλλοντικών και κοινωνικών επιπτώσεων στο μικρότερο δυνατό. [21] [24]

Υπάρχει μια σειρά από στρατηγικές, που μπορούν να βοηθήσουν τα logistics μια εταιρείας να χαρακτηριστούν με τον τίτλο 'green'. Μερικές από αυτές είναι η χρήση πράσινων προϊόντων, η εκτέλεση πράσινων μεταφορών και η δημιουργία αποθηκευτικών χώρων οι οποίοι λειτουργούν εξ'ολοκλήρου με βιώσιμες πηγές ενέργειας κ.α [22]

Σύμφωνα με έρευνα το World Economic Forum το να δημιουργήσεις ένα αυτοκίνητο με μηδενικό ίχνος εκπομπών CO<sub>2</sub>, θα σήμανε τεράστια αύξηση του κόστους παραγωγής και συνεπώς, ακόμη μεγαλύτερη αύξηση του τελικού κόστους στους καταναλωτές. Αντ'αυτού

η απόκτηση ενός παραδοσιακού αυτοκινήτου μέσω διαδικασιών εφοδιαστικής αλυσίδας με μηδενικό αποτύπωμα CO<sub>2</sub>, θα σήμαινε μία αύξηση ύψους 2% στην τελική τιμή. [23][26]

Μιλώντας για τις κοινωνικές πτυχές, τα logistics μπορούν να συμβάλλουν στον αγώνα για την εξάλειψη της φτώχειας και στην βοήθεια παροχής ιατρικής περίθαλψης σε όλο τον κόσμο. Πιο συγκεκριμένα:

1. **Εξάλειψη εμποδίων από γεωγραφικές αποστάσεις:** Τα logistics, μέσω της βελτίωσης των μεταφορικών και εφοδιαστικών διαδικασιών, μπορεί να μειώσει τα εμπόδια που προκύπτουν από μεγάλες αποστάσεις, καθιστώντας το εμπόριο πιο αποδοτικό.
2. **Ευέλικτες εφοδιαστικές αλυσίδες:** Η ύπαρξη λιτών και ευέλικτων εφοδιαστικών αλυσίδων μπορεί να συνεισφέρει στην αποτελεσματική κίνηση των αγαθών, μειώνοντας τον χρόνο παράδοσης και το κόστος.
3. **Αύξηση του ποσοστού κέρδους του παραγωγού:** Η βελτιστοποίηση των διαδικασιών logistics μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη αποδοτικότητα και μείωση των λειτουργικών εξόδων, προσφέροντας τη δυνατότητα για αυξημένο κέρδος.
4. **Πρόσβαση στην εργασία και βελτίωση του επιπέδου ζωής:** Οι βελτιωμένες εμπορικές δραστηριότητες μπορούν να δημιουργήσουν θέσεις εργασίας και να βελτιώσουν το επίπεδο ζωής για τους παραγωγούς και το εργατικό δυναμικό σε φτωχές χώρες.
5. **Πρότυπα και πιστοποιήσεις:** Η εφαρμογή διεθνών προτύπων, όπως αυτά που ορίζει ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO), μπορεί να συμβάλλει στη δημιουργία δίκαιων και αειφόρων επιχειρηματικών πρακτικών.
6. **Βελτίωση εκστρατειών εμβολιασμού:** Αποδοτικές εφοδιαστικές αλυσίδες μειώνουν το κόστος μεταφοράς εμβολιαστικού εξοπλισμού σε όλο τον κόσμο. [25][27]

#### 1.4.4 Ο ρόλος της τεχνολογίας

Οι καταναλωτικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές συνθήκες, μαζί με την οικονομική αβεβαιότητα και τον προκύπτοντα κίνδυνο, δημιουργούν μια τάση προς τη χρήση όσο το δυνατόν λιγότερων πόρων και την εκμηδένιση των αποθεμάτων στις εφοδιαστικές αλυσίδες. Οι επιχειρησιακές στρατηγικές επικεντρώνονται στη σωστή διαχείριση των αποθεμάτων και

στη βέλτιστη εξυπηρέτηση των πελατών, επιτυγχάνοντας ταυτόχρονα νέες δυνατότητες απρόσκοπτης ροής ποιοτικών προϊόντων.

Αναδεικνύεται μια σύγκρουση στρατηγικών, καθώς οι πρακτικές μείωσης του κόστους συγκρούονται με την ανάγκη κάλυψης των απαιτήσεων των πελατών. Η λύση προτείνεται να βρίσκεται στον συνδυασμό λιτών εφοδιαστικών αλυσίδων και τεχνολογίας, όπου η ευελιξία συνδυάζεται με τη δυνατότητα αντιμετώπισης των μεταβαλλόμενων απαιτήσεων των σύγχρονων καταναλωτών. [28]

Οι λιτές εφοδιαστικές αλυσίδες (lean supply chains) και οι νέες τεχνολογίες, όπως αυτές του Industry 4.0, προσφέρουν τον ιδανικό συνδυασμό. Οι λιτές αλυσίδες εστιάζουν στην εξάλειψη όλων όσων δεν προσθέτουν αξία, μειώνοντας τη σπατάλη και το κόστος χωρίς να θυσιάζουν την ποιότητα. Από την άλλη πλευρά, οι τεχνολογίες παρέχουν εργαλεία για ανάπτυξη καινοτομιών και βελτιώσεων, εξασφαλίζοντας σταθερότητα στο κόστος των υπηρεσιών, παρά τον αρχικό φόβο για την προσθήκη πολυπλοκότητας στις επιχειρησιακές διαδικασίες.[29][30]

Εν τέλει, ο συνδυασμός λιτών εφοδιαστικών αλυσίδων και τεχνολογίας, με έμφαση στην ψηφιοποίηση, δημιουργεί λιτά ψηφιακά και αποδοτικά συστήματα.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Εφαρμογές των Logistics 4.0 στην αυτοκινητοβιομηχανία**

### **2.1 IoT-IoS**

Σύμφωνα με την Oracle (Logistics provider), ο όρος Διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of things), “..περιγράφει το δίκτυο φυσικών αντικειμένων(πραγμάτων) , στα οποία ενσωματώνονται αισθητήρες, λογισμικό και άλλες τεχνολογίες με σκοπό την διασύνδεση και ανταλλαγή δεδομένων με άλλες συσκευές και συστήματα, μέσω του διαδικτύου. Αυτές οι συσκευές κυμαίνονται από απλές οικιακές συσκευές,σε εκλεπτυσμένα βιομηχανικά εργαλεία.Το όνομα που δόθηκε,για να περιγράψει, τέτοιου είδους συσκευές είναι ‘έξυπνες’ (smart) και τα

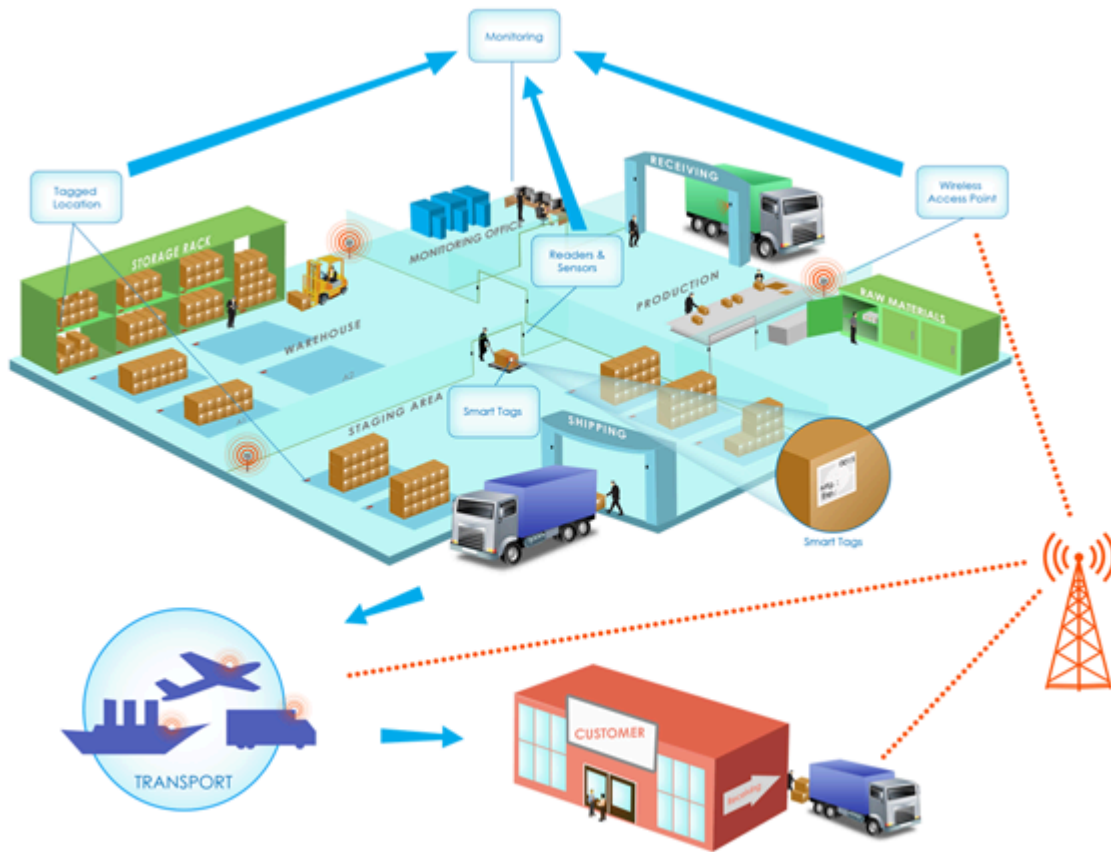
*νούμερα τους έχουν αυξηθεί σε 10 δις. μέχρι το 2022 και οι προβλέψεις για το 2025 είναι ότι θα ξεπεράσουν τα 25 δις..” [31]*

Με μια αντίστοιχη διαδικασία ενσωματώνονται και οι διάφορες συνοδευτικές υπηρεσίες (Internet of Service-IoS), προσθέτοντας επιπλέον αξία.

Ο όρος IoT, εισήχθη για πρώτη φορά, σε μία παρουσίαση το 1999, από τον επιστήμον ηλεκτρονικών υπολογιστών Kevin Ashton, ο οποίος έπαιξε σημαντικό ρόλο στην ίδρυση του μη-κερδοσκοπικού ιδρύματος MIT Auto-ID Centre. Στη συνέχεια της καριέρας του, ο Ashton, δουλεύοντας στην εταιρεία Procter&Gamble, πρότεινε την ενσωμάτωση ετικετών αναγνώρισης ραδιοσυχνότητας στα προϊόντα της εταιρείας, με σκοπό την παρακολούθηση της πορείας τους, στην εφοδιαστική αλυσίδα. Η ιδέα του ήταν, η συσκευή να λαμβάνει και να αποθηκεύει πληροφορίες, τις οποίες, μέσω του διαδικτύου να τις αποστέλει σε μία βάση δεδομένων. Εκεί οι πληροφορίες ενσωματώνονται μαζί με άλλες πληροφορίες που συλλέγονται από άλλες συσκευές. Στην συνέχεια η εταιρεία, έχει τη δυνατότητα μέσω του data analysis, το οποίο θα αναφερθεί αργότερα, να επιλέξει ποιες από αυτές τις πληροφορίες τις είναι χρήσιμες και τις υπόλοιπες να τις απορρίψει. Μετά την επεξεργασία, προκύπτει μία νέου είδους πληροφορία η οποία διαμοιράζεται ξανά στα αντικείμενα. Τα αντικείμενα τις λαμβάνουν και μπορούν να προβούν σε κάποιες αυτοματοποιημένες ενέργειες, όπως π.χ να ενεργοποιήσουν ένα διακόπτη ο οποίος θα ανάψει τα φώτα.[32]

Η καινοτομία αυτή του Ashton, έχει επιφέρει την επανάσταση στην ανθρώπινη καθημερινότητα. Οι περισσότερες πτυχές της ανθρώπινης δραστηριότητας έχουν βελτιωθεί με τη χρήση αυτών των ‘έξυπνων αντικειμένων’ από την ιατρική μέχρι την βιομηχανία και όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, αυτή είναι μόνο η αρχή, με όλο και περισσότερες τέτοιες συσκευές να εισάγονται καθημερινά στη ζωή μας.[33][34]

Συγκεκριμένα στην επιστήμη των Logistics, η τεχνολογία αυτή μπορεί και χρησιμοποιείται σε ολόκληρο το πεδίο δράσης, από την απόκτηση των πρώτων υλών μέχρι την διάθεση του τελικού προϊόντος στον καταναλωτή.



**Εικόνα 3: IoT και εφαρμογή στα logistics (Max Henderson/2023)**

Τα δεδομένα που προέρχονται από αυτές τις συσκευές σε συνδυασμό με την κατάλληλη ανάλυση τους, που θα αναφερθεί αργότερα, μπορούν να προσφέρουν στις επιχειρήσεις δυνατότητες πρόγνωσης αναγκών της αγοράς και επίλυσης προβλημάτων όπως η καθυστέρησης. Επίσης οι επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν και διαχειρίζονται κατάλληλα τις πληροφορίες που τους παρέχουν, αυτές οι συσκευές, θα βρίσκονται σε θέση να ελαχιστοποιήσουν τις διακυμάνσεις και να προσφέρουν σταθερά την ίδια αξία στους πελάτες τους. Τέλος η χρήση της τεχνολογίας αυτής, θα βοηθήσει, στη βελτίωση της διαχείρισης των αποθεμάτων, των μεταφορών και διανομών μέσω της παρακολούθησης τους καθ' όλη της διαδρομής τους στην εφοδιαστική αλυσίδα, μειώνοντας έτσι το κόστος για τις υπηρεσίες logistics και αυξάνοντας την συνεργασία με το τμήμα Marketing, το οποίο θα μπορεί να προβάλλει, ένα υγιές σύστημα παραγγελιών. [35][36]

Ορισμένα, σαφώς υποδεέστερα, μειονεκτήματα που προκύπτουν από την εφαρμογή IoT, σχετίζονται με το κόστος χρήσης τους καθώς και με την αδυναμία τους, να κάνουν από μόνα



τους τη διαφορά.Απαραίτητη είναι η ανάλυση των δεδομένων που παράγονται, πράγμα το οποίο απαιτεί περισσότερο εξειδικευμένο προσωπικό το οποίο προφανώς, κοστίζει. Επίσης μειονέκτημα ,θα μπορούσε να θεωρηθεί, και η εξάρτηση που η εφαρμογή της τεχνολογίας αυτής απαιτεί από το διαδίκτυο, χωρίς την ομαλή λειτουργία αυτού πολλές από τις διαδικασίες της επιχείρησης, δεν μπορούν να πραγματοποιηθούν. Ακόμη η δημιουργία των RFIDs απαιτεί ημιαγωγούς (chips),που είναι απαραίτητοι για την σύνδεση των συσκευών στο διαδίκτυο, και στη σήμερων ημέρα, είναι πολύτιμη και περιζήτητοι.Η ζήτηση για τέτοιους ημιαγωγούς είναι τεράστια και η εταιρείες παραγωγής τους περιορισμένες.Από την ανισορροπία αυτή της προσφοράς και της ζήτησης, πλήττονται πολύ τομείς με την αυτοκινητοβιομηχανία να είναι ένας από αυτούς.Τέλος ένα παράγωγο πρόβλημα που δημιουργείται είναι ασφάλεια δεδομένων, η οποία προσθέτει επιπλέον κόστος σε εξειδικευμένους ανθρώπους και εξοπλισμό. [37][38][39]

## 2.2 Υπολογιστικό Νέφος ( Cloud Computing)

Όπως έχει προαναφερθεί, η 4η βιομηχανική επανάσταση έφερε στο προσκήνιο της επιχειρηματικότητας την ψηφιοποίηση.Πριν την εφεύρεση του υπολογιστικού νέφους, για να ενταχθεί μια επιχείρηση στο νέο πλαίσιο λειτουργίας απαιτούνταν μεγάλες δαπάνες για κεφαλαιουχικό εξοπλισμό και συγκεκριμένα σε **διακομιστές (server)**. Σκοπός των διακομιστών ήταν και είναι ακόμα σε ορισμένες περιπτώσεις, η αποθήκευση του τεράστιου όγκου δεδομένων που δημιουργεί μία επιχείρηση.

Εκτός από την αρχική δαπάνη αγοράς των διακομιστών, στη συνέχεια η επιχείρηση έπρεπε να επενδύει μεγάλα ποσά σε ενέργεια, για τη αδιάκοπη λειτουργία τους. Το κόστος αυτό , δεν είναι σταθερό καθώς οι τιμές της ενέργειας διακυμαίνονται συνεχώς, αναγκάζοντας την επιχείρηση να αναλάβει όλο και αυξανόμενο ρίσκο.

Πέραν της ενέργειας, η λειτουργία των διακομιστών απαιτεί και εξειδικευμένο προσωπικό,το οποίο θα διέπει την συνεχή τους λειτουργία και συντήρηση, προσθέτοντας ένα ακόμη κόστος για τις επιχειρήσεις.

Τέλος η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας, καθιστά διακομιστές ακόμη και ενός-δύο ετών απαρχαιωμένους με αποτέλεσμα να μην προλαβαίνουν να αποσβεστούν πλήρως, πριν χρήζουν αντικατάστασης. [40]

Λύση σε αυτό το πρόβλημα, βρέθηκε να δώσει το **υπολογιστικό νέφος (cloud computing)**. Σύμφωνα με την Google, έναν από τους μεγαλύτερους παρόχους , ο όρος υπολογιστικό νέφος αναφέρεται “..στη κατά παραγγελία, διαθεσιμότητα υπολογιστικών πόρων, αποθηκευτικών και βιομηχανικών, σαν υπηρεσίες , μέσω του διαδικτύου. Εξαλείφει την απαίτηση από τις επιχειρήσεις, να διατηρούν και να διαχειρίζονται τους δικούς τους υπολογιστικούς πόρους, και τους δίνει τη δυνατότητα να αγοράζουν, ακριβώς αυτό που χρειάζονται.” [41]

Το υπολογιστικό νέφος παρέχει διάφορες υπηρεσίες, οι οποίες καλύπτονται πλήρως, από εξειδικευμένους παρόχους , στις δικές τους τοποθεσίες και με δικό τους προσωπικό ,υπεύθυνο για την λειτουργία, συντήρηση και αναβάθμιση του εξοπλισμού. [42]

Σε απάντηση των προηγούμενων μειονεκτημάτων, με τις υπηρεσίες υπολογιστικού νέφους μία επιχείρηση μπορεί να διανείμει το κόστος διατήρησης δεδομένων στους ειδικούς, δαπανώντας μόνο μία μηνιαία συνδρομή , ανάλογη με του όγκου δεδομένων που σκοπεύει να διατηρήσει και στη συνέχεια να αναλύσει.

Το πλήρες κόστος , για την διατήρηση και συνεχή λειτουργία του εξοπλισμού μετατοπίζεται στους ειδικούς, οι οποίοι το έχουν βελτιστοποίηση και μπορούν να το επωμιστούν, προσφέροντας έτσι στις επιχειρήσεις που δεν είναι εξειδικευμένες σε αυτό την ευκαιρία να λάβουν την υπηρεσία με πολύ χαμηλότερο κόστος.

Επιπλέον , αυτοί οι πάροχοι, είναι ικανή να αναβαθμίζουν τακτικά τον εξοπλισμό τους και να παρέχουν στους ενδιαφερόμενους συνεχής ενημέρωση και πρόσβαση σε νέα εργαλεία.

Τέλος, πολύ σημαντικό πλεονέκτημα, έναντι της παραδοσιακής μεθόδου, είναι ότι τα δεδομένα βρίσκονται στο κυβερνοχώρο και όχι σε κάποιο συγκεκριμένο διακομιστή, με αποτέλεσμα, πρόσβαση σε αυτά να είναι δυνατή από οποιαδήποτε συσκευή με σύνδεση στο διαδίκτυο. Το γεγονός αυτό απελευθερώνει τις επιχειρήσεις και τους εργαζόμενους από την ανάγκη χρήσης συγκεκριμένων υπολογιστών, μέσα στις εγκαταστάσεις και ανοίγει τους

ορίζοντες για εργασία πάνω στα δεδομένα, από οποιαδήποτε συσκευή που έχει τη δυνατότητα σύνδεσης στο Internet.

Οι υπηρεσίες που προσφέρονται μπορεί να είναι σε μορφή παροχής:

- λογισμικού (Software as a Service,SaaS)
- ολόκληρης πλατφόρμας ανάπτυξης (Platform as a Service,PaaS)
- πρόσβαση σε υλικό εξοπλισμό (Infrastructure as a Service,IaaS)
- εικονικής επιφάνειας εργασίας (Desktop as a Service,DaaS) [43]

Υπάρχουν 4 μοντέλα ανάπτυξης υπολογιστικού νέφους ανάλογα με τη χρήση, και των αριθμό των χρηστών που πρέπει να εξυπηρετηθούν.

1. Το δημόσιο μοντέλο (public cloud): Παρέχει πρόσβαση σε οποιοδήποτε χρήστη ενδιαφέρεται για τα δεδομένα, μέσω διαδικτύου.
2. Το ιδιωτικό μοντέλο (private cloud): Προορίζεται για χρήση από κάποια επιχείρηση η οργανισμό και παρέχει υψηλότερη ασφάλεια καθώς η πρόσβαση στα δεδομένα είναι εμπιστευτική, και δεν προορίζεται για τον καθένα.
3. Το κοινοτικό μοντέλο (community cloud): Παρέχει υπηρεσίες ειδικά σχεδιασμένες για επιχειρήσεις που πρέπει να διαμοιράζονται τα δεδομένα τους με δημόσιες αρχές ,πανεπιστημιακά ιδρύματα ή κέντρα ενημέρωσης.
4. Το υβριδικό μοντέλο (Hybrid Model): Αποτελεί σύνθεση των παραπάνω μοντέλων στην δημιουργία, ενός εξειδικευμένου μοντέλου αίτημο να καλύψει τις ανάγκες του εκάστοτε χρήστη. [44]

Τα περισσότερα μειονεκτήματα, που προβάλλονται, από τη χρήση της τεχνολογίας υπολογιστικού νέφους έχουν να κάνουν με την ασφάλεια των δεδομένων και οι επιπτώσεις που δημιουργούνται στο χρήστη από την διαρροή τους ,λόγω απροσεξίας του παρόχου είτε λόγω κυβερνητικής επίθεσης από πιθανούς ανταγωνιστές.Τέλος, ένα ακόμη πιθανό μειονέκτημα είναι η ακόμη μεγαλύτερη εξάρτηση στο διαδίκτυο, που όπως κάθε νέα τεχνολογία, εισάγει στις επιχειρήσεις.

Στα logistics, οι τεχνολογίες υπολογιστικού νέφους μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μεγάλο φάσμα δραστηριοτήτων καθώς η αποτελεσματική ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ μερών της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελεί το κλειδί για τη δημιουργία ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος. [45]



**Εικόνα 4:Cloud computing και logistics (dfreight.com/2022)**

Ολοένα και περισσότερες επιχειρήσεις, αρχίζουν και εντάσσουν τις τεχνολογίες υπολογιστικού νέφους στα logistics τους.Η αύξηση αυτή ξεκίνησε κυρίως από το 2015 και βασίζεται στην ευρύτερη και αποδοτικότερη χρήση των εφαρμογών IoT. Η προβλεψιμότητα και ο αυστηρότερος έλεγχος που προσφέρει το cloud computing σε συνδυασμό με τη μεγάλη μείωση στο κόστος αποθήκευσης και διαχείρισης των δεδομένων της σημερινής επιχείρησης, το καθιστούν πλέον μία τεχνολογία , που χωρίς αυτή κανένα μέρος της εφοδιαστικής αλυσίδας δεν μπορεί να λειτουργήσει.

## 2.3 Ανάλυση δεδομένων (Data Analytics)

Όπως έχει προαναφερθεί τα η συλλογή και αποθήκευση των δεδομένων είναι πολύ σημαντική για την επίτευξη των σκοπών της επιχείρησης. Το επόμενο στάδιο είναι η ανάλυση, η οποία προσφέρει ακόμη περισσότερη αξία. Μέσω της ανάλυσης των δεδομένων η επιχείρηση μπορεί να αντλήσει πληροφορίες σχετικά με την υφιστάμενη κατάσταση, εντοπίζοντας πιθανές αδυναμίες, και να χαράξει την ανάλογη μελλοντική στρατηγική, με σκοπό την διόρθωση τους και την βελτιστοποίηση των λοιπών δραστηριοτήτων τους. [46]

Το κομμάτι της ανάλυσης δεδομένων, έχει εξελιχθεί σε μία επιστήμη, με εξειδικευμένο προσωπικό, εξοπλισμό και λογισμικό. Ειδικότερα, ένας νέος κλάδος που προκύπτει λόγω του τεράστιο όγκου δεδομένων που συγκεντρώνουν οι επιχειρήσεις και ονομάζεται Big Data Analytics. Σύμφωνα με την IBM, έναν από τους μεγαλύτερους παρόχους εργαλείων και υπηρεσιών ανάλυσης δεδομένων, το Big Data Analytics *”.. είναι η χρήση προηγμένων τεχνολογιών ανάλυσης πάνω σε μεγάλο και διαφοροποιημένο όγκο δεδομένων, τα οποία μπορεί να είναι δομημένα, ημιδομημένα και εντελώς αδόμητα δεδομένα από διαφορετικές πηγές”*. [47]

Η σωστή ανάλυση δεδομένων, οδηγεί τις επιχειρήσεις, σε σωστές αποφάσεις, στο σωστό χρόνο που με την σειρά τους οδηγούν σε εξοικονόμηση κεφαλαίου, υψηλή ποιότητα ,σωστή εξυπηρέτηση, νέα προϊόντα και υπηρεσίες που ανταποκρίνονται στις ανάγκες της αγοράς και υψηλό επίπεδο ικανοποίησης από την πλευρά του πελάτη. [48]

Η διαχείριση των δεδομένων στον τομέα των logistics αναδεικνύεται ως κρίσιμη πτυχή για την αποτελεσματική και ασφαλή λειτουργία ολόκληρης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Είναι σημαντικό να διασφαλιστεί, η αξιοπιστία και η πραγματικόχρονη επεξεργασία των δεδομένων, καθώς από αυτές τις διαδικασίες εξαρτάται η εύρυθμη λειτουργία της αλυσίδας.

Η παγκοσμιοποίηση έχει επεκτείνει το πεδίο δράσης των επιχειρήσεων, καθιστώντας απαραίτητη τη συνεχή συλλογή δεδομένων από διάφορες πηγές. Τα δεδομένα στον τομέα του logistics, γνωστά και ως "big data," διακρίνονται από τον υψηλό όγκο, τη μεγάλη ταχύτητα και τη ποικιλομορφία τους. Η ανάγκη για νέες μορφές επεξεργασίας είναι ουσιώδης για τη λήψη αποφάσεων, την ανακάλυψη νέων γνώσεων και τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών.

Στο πλαίσιο του logistics 4.0, η συλλογή, επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων επιτυγχάνεται με τη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών όπως το Internet of Things (IoT) και η Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) στο οποίο θα αναφερθούμε στη συνέχεια. [48] [49]

Η επεξεργασία των δεδομένων αυτών γίνεται με εξειδικευμένο προσωπικό και προηγμένα λογισμικά, ενώ η διαδικασία μπορεί να γίνει είτε από την εταιρεία την ίδια, είτε από τρίτους παρόχους υπηρεσιών big data analytics. Ο σκοπός είναι η ανάλυση των δεδομένων για τον συντονισμό και τη διασφάλιση της ομαλής λειτουργίας των εργασιών σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού, με έμφαση στην έγκαιρη, διαφανή και οικονομικά αποδοτική διαχείριση.[50]



**Εικόνα 5:Πλεονεκτήματα των Big Data Analytics στα Logistics(Lypchenko/2023)**

Ορισμένα πλεονεκτήματα της χρήσης της ανάλυσης δεδομένων στα logistics είναι τα εξής:

- Καλύτερος προγραμματισμός.
- Συνολική εικόνα της εφοδιαστικής αλυσίδας.
- Δυνατότητα εντοπισμού αδυναμιών στις λειτουργίες logistics.

- Χάραξη στρατηγικής για την διόρθωση αυτών των αδυναμιών και για την βελτιστοποίηση των διαδικασιών.
- Λήψη ορθολογικών αποφάσεων.
- Βελτιωμένη διαχείριση πόρων.
- Καλύτερη ιχνηλάτηση των προϊόντων από και προς τους πελάτες.
- Κατηγοριοποίηση πελατών, με δυνατότητα παροχής εξειδικευμένων στις ανάγκες τους, υπηρεσιών και προϊόντων.
- Μείωση εξόδων, μέσω απαλοιφής, άσκοπων διαδικασιών. [49][50][51]

Τα μειονεκτήματα, που σχετίζονται με την εφαρμογή των Big data analytics στις διαδικασίες logistics, έχουν να κάνουν με το επιπλέον κόστος που δαπανά η επιχείρηση στη πρόσληψη ή χρησιμοποίηση εξειδικευμένου προσωπικού και εργαλίων καθώς και για ακόμη μία φορά η αύξηση της εξάρτησης από ενοποιημένα δίκτυα, όπως το διαδίκτυο.[52]

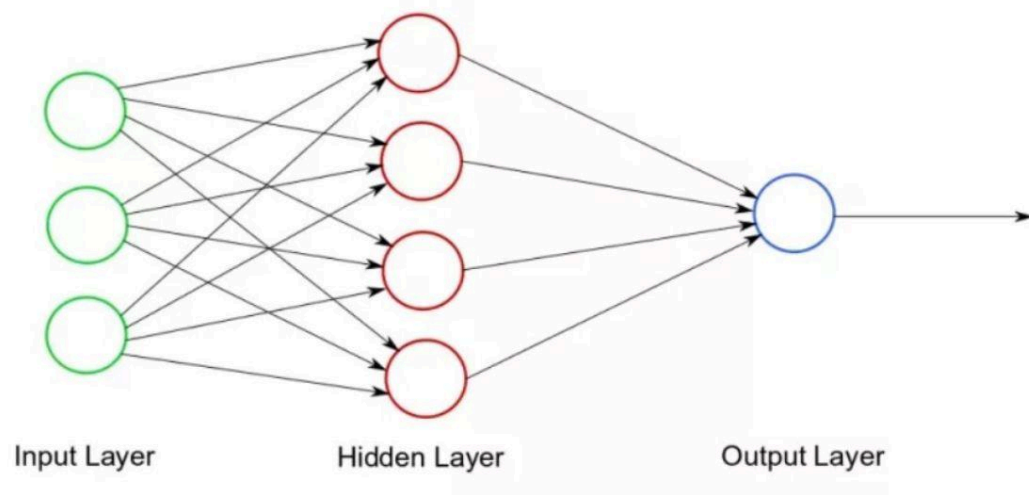
## 2.4 Τεχνητή Νοημοσύνη (AI)

Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο η **τεχνητή νοημοσύνη** “ .. αναφέρεται στην ικανότητα μιας μηχανής να αναπαράγει τις γνωστικές λειτουργίες ενός ανθρώπου, όπως είναι η μάθηση, ο σχεδιασμός και η δημιουργικότητα. Η τεχνητή νοημοσύνη καθιστά τις μηχανές ικανές να 'κατανοούν' το περιβάλλον τους, να επιλύουν προβλήματα και να δρουν προς την επίτευξη ενός συγκεκριμένου στόχου. Ο υπολογιστής λαμβάνει δεδομένα (ήδη έτοιμα ή συλλεγμένα μέσω αισθητήρων, π.χ. κάμερας), τα επεξεργάζεται και ανταποκρίνεται βάσει αυτών. Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης είναι ικανά να προσαρμόζουν τη συμπεριφορά τους, σε ένα ορισμένο βαθμό, αναλύοντας τις συνέπειες προηγούμενων δράσεων και επιλύοντας προβλήματα με αυτονομία.”[53]

Ο όρος τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον John McCarthy για να περιγράψει ένα εργαστήριο με τίτλο “**The Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence**” στο οποίο συζητήθηκε το βασικό θέμα ‘η μηχανές που σκέφτονται’. [54]

Το όλο σύστημα λειτουργεί προσομοιώνοντας την ανθρώπινη σπονδυλική στήλη. Ένα σύστημα από τεχνητούς νευρώνες (**νευρωνικό δίκτυο**) συνδεδεμένους μεταξύ τους σε ένα οργανωμένο σύνολο, στο οποίο υπάρχει αλληλοεπικοινωνία και αλληλεπίδραση. Ο τεχνητός

νευρώνας είναι μία υπεραπλουστευμένη μοντελοποίηση του βιολογικού νευρώνα. Στο σύστημα δίνονται πληροφορίες εισόδου (δεδομένα) που μετά από κατάλληλη επεξεργασία και μάθηση, προβάλλονται ως πληροφορίες εξόδου (αποφάσεις), οι οποίες θα πρέπει να είναι όσο γίνεται οι επιθυμητές.



**Εικόνα 6: Νευρωνικό Δίκτυο (Big Blue Data Academy/2023)**

Η δυνατότητα των ηλεκτρονικών υπολογιστών να παίρνουν αποφάσεις, ανατρέχοντας στην <<εμπειρία>> των δεδομένων που έχουν συλλέξει στο παρελθόν χωρίς να έχουν προγραμματιστεί αποκλειστικά για αυτό το σκοπό και να δημιουργούν μοντέλα, οφείλεται στη **μηχανική μάθηση**, η οποία αποτελεί κλάδο της τεχνητής νοημοσύνης.

Πέραν από την αυτοματοποίηση των αποφάσεων, η μηχανική μάθηση μπορεί να δώσει στα υπολογιστικά συστήματα την ικανότητα να δημιουργούν προβλέψεις, να διορθώνουν άλλα συστήματα και να αυτοδιορθώνονται. Η χρήση τέτοιων αναμένεται να φέρει κέρδη ύψους 15 τρισεκατομμυρίων στις επιχειρήσεις που θα τις υιοθετήσουν μέχρι το 2030.[55]

Εκτός από οικονομικά αποτελέσματα, η υιοθέτηση τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης αναμένεται να επιφέρει πλεονεκτήματα στην επιστημονική έρευνα,στη προστασία του περιβάλλοντος , στις υπηρεσίες υγείας και σε πολλούς ακόμη τομείς. [56]

Συγκεκριμένα στα logistics , η υιοθέτηση τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης χρησιμοποιείται ως συμπληρωματική υποβοήθηση σε θέματα όπως:



1. Η πρόβλεψη των μελλοντικών αναγκών.
2. Η διόρθωση των ανθρωπίνων λαθών.
3. Η διόρθωση των δυσλειτουργιών των μηχανημάτων.
4. Η δυσκολία στην επεξεργασία του τεράστιου όγκου δεδομένων που λαμβάνει καθημερινά μία επιχείρηση.
5. Η αυξανόμενη ζήτηση για φθηνά, οικολογικά και μακράς διάρκειας ζωής προϊόντα.
6. Η αύξηση του ηλεκτρονικού εμπορίου.
7. Οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις για ‘on time’ , ‘in the right place’, ‘in the right quality and quantity’ logistics.[57]

Η τεχνητή νοημοσύνη αναδεικνύεται ως κρίσιμο εργαλείο στον τομέα των logistics, επιτρέποντας την ανάλυση δεδομένων με μεγαλύτερη ταχύτητα και βάθος. Εφαρμογές όπως συστήματα χειρισμού υλικών, επίβλεψη διαδικασιών, και ανίχνευση λαθών μπορούν να ενισχύσουν την παραγωγικότητα, ακόμη και κατά 300%, όπως αναφέρεται από τον πρόεδρο της FDL Group. Η επίδραση της τεχνητής νοημοσύνης σε εφοδιαστικές αλυσίδες εκτιμάται ως σημαντική, βοηθώντας στην καλύτερη πρόβλεψη και σχεδιασμό, μείωση χρόνου, κινδύνου και απαιτούμενου κεφαλαίου. Ειδικά κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19, η τεχνητή νοημοσύνη αναδείχθηκε ως κρίσιμο εργαλείο για την αντιμετώπιση προκλήσεων, ενισχύοντας την ευελιξία σε επιχειρησιακά πλάνα και υποστηρίζοντας τη δημιουργία αποτελεσματικών στρατηγικών για τον κλάδο στο μέλλον.[59][60][61]

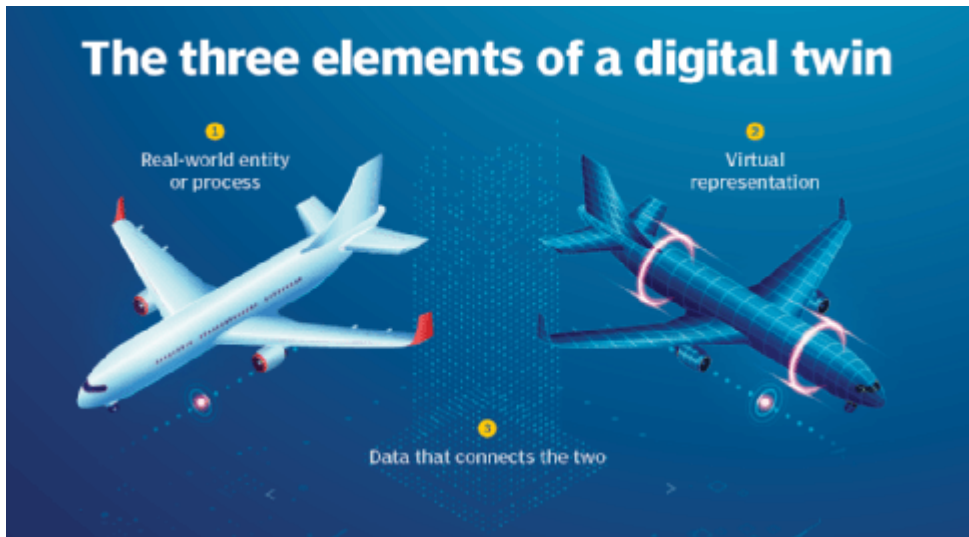
Καίριοι προβληματισμοί σχετικά με τις αρνητικές επιπτώσεις της τεχνητής νοημοσύνης επικεντρώνονται στους κινδύνους κατάχρησης και ελέγχου. Η δυνατότητα απόκτησης απόλυτης εξουσίας από τους κατόχους "έξυπνων μηχανών", σε συνδυασμό με τους κινδύνους απώλειας ελευθερίας και θέσεων εργασίας, αντιπροσωπεύουν ανησυχίες. Επιπλέον, η πιθανή επίδραση στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον αποτελούν ανασφαλείς πτυχές αυτής της εξέλιξης.

## 2.5 Ψηφιακό Δίδυμο (Digital twin)

Ο όρος **ψηφιακό δίδυμο** αναφέρεται σε ένα ψηφιακό αντίγραφο ή μοντέλο ενός πραγματικού αντικειμένου, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους μέσω ανταλλαγής δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Εννοιολογικά ένα ψηφιακό δίδυμο, μιμείται την κατάσταση του πραγματικού 'διδύμου' αντικειμένου. Ότι αλλαγή συμβαίνει στην κατάσταση του πραγματικού αντικείμενου θα πρέπει να αντικατοπτρίζεται και στο ψηφιακό σε πραγματικό χρόνο.[62]

Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση αισθητήρων, οι οποίοι παράγουν δεδομένα για πολλές διαφορετικές πτυχές του πραγματικού αντικειμένου. Τα δεδομένα αυτά, αναμεταδίδονται σε ένα σύστημα επεξεργασίας και στη συνέχεια εφαρμόζονται αλλαγές στο ψηφιακό δίδυμο βασισμένες στα δεδομένα αυτά.[63]

Η αξιοποίηση της τεχνολογίας αυτής μπορεί να βρίσκεται σε εμβρυακό στάδιο, αλλά η αρχική ιδέα χρονολογείται πίσω στο 2002, όπου επιστήμονες του πανεπιστημίου του Michigan με αρχηγό των Michael Grieves, πρότειναν για πρώτη φορά ένα τέτοιου είδους μοντέλο στην έρευνα του για τον Κύκλο Ζωής των Προϊόντων (Product Life Cycle/ PLC). Το προτεινόμενο μοντέλο είχε 3 συστατικά, τον πραγματικό χώρο, τον κυβερνοχώρο και ένα μηχανισμό σύνδεσης των 2 που αποτελούνταν από αισθητήρες και άλλες συσκευές συλλογής και αναμετάδοσης δεδομένων.[64]



**Εικόνα 7: Τα τρία στοιχεία ενός μοντέλου Ψηφιακού Διδύμου (David Essex/2024)**

Από τότε, η τεχνολογία έχει εξελιχθεί ραγδαία, με τη συνδρομή άλλων τεχνολογιών που αναφέρθηκαν παραπάνω (AI, Big Data Analytics, IoT κτλπ). Από την ενσωμάτωση αυτής της τεχνολογίας παρέχει στις εταιρείες ένα ισχυρό εργαλείο με διάφορες δυνατότητες και οφέλη, όπως:

**1. Πλήρης Ορατότητα:**

Η τεχνολογία των ψηφιακών διδύμων επιτρέπει στις εταιρείες να έχουν πλήρη ορατότητα στις λειτουργίες τους, από την τοποθέτηση προϊόντων σε ένα container μέχρι τη σύναψη μεγάλων συμφωνιών.

**2. Πρόβλεψη με Δυνατότητα Δημιουργίας Σεναρίων:**

Η τεχνολογία αυτή επιτρέπει την πρόβλεψη με τη δυνατότητα δημιουργίας σεναρίων, επιτρέποντας στις εταιρείες να προετοιμάζονται για πιθανά μελλοντικά σενάρια.

**3. Έλεγχος:**

Παρέχει εργαλεία για τον έλεγχο των διαφόρων πτυχών της λειτουργίας της εταιρείας.

**4. Αποφυγή Κινδύνου και Μείωση Ρίσκου:**

Η ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο μπορεί να βοηθήσει στην αποφυγή κινδύνων και στη μείωση του ρίσκου μέσω ενημερωμένων αποφάσεων.

#### **5. Συγκέντρωση, Επεξεργασία και Αξιοποίηση των Πληροφοριών:**

Η τεχνολογία επιτρέπει τη συγκέντρωση, επεξεργασία και αξιοποίηση των πληροφοριών για βελτιωμένες λειτουργίες.

#### **6. Προσδιορισμός σε Πραγματικό Χρόνο της Αστάθειας:**

Δίνει τη δυνατότητα για τον προσδιορισμό σε πραγματικό χρόνο της αστάθειας και των βελτιωτικών δυνατοτήτων των συστημάτων.

Έτσι οι εταιρείες μπορούν να δοκιμάσουν τις αλλαγές που σκοπεύουν να εφαρμόσουν , τροφοδοτώντας το ψηφιακό αντικείμενο με υποθετικά δεδομένα και προγραμματίζοντας την εφαρμογή τους στο πραγματικό αντικείμενο παρατηρώντας τα αποτελέσματα ,σε ένα ασφαλές περιβάλλον , χωρίς να έχουν εκτεθεί στον κίνδυνο της αγοράς και εφαρμογής της αλλαγής στον πραγματικό κόσμο. [64]

Σε περιόδους κρίσεων, όπως η πανδημία COVID-19, η τεχνολογία των ψηφιακών διδύμων έχει αποδειχθεί χρήσιμη για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη εφοδιαστικών αλυσίδων, προσφέροντας ευελιξία, διαφάνεια ,συμβουλές ορθής περιβαλλοντικής και κοινωνικής συμπεριφοράς ,δυνατότητες άμεσης ανταπόκρισης και υποβοήθηση στη δημιουργία σχέσεων εμπιστοσύνης και αφοσίωσης , καθώς λάθος εφαρμογές και αλλαγές απορρίπτονται εξαρχής με μία απλή εφαρμογή στο ψηφιακό δίδυμο.[65]

Παράλληλα, υπάρχουν προκλήσεις και περιοριστικοί παράγοντες, όπως το υψηλό κόστος απόκτησης και λειτουργίας, θέματα ασφαλείας και προστασίας δεδομένων, καθώς και η ανάγκη εξειδικευμένου προσωπικού. Επίσης, υπάρχει ανησυχία για τη δυνητική απώλεια θέσεων εργασίας.

## **2.6 3D Printing**

Το 1860 ο Γάλλος γλύπτης **Francois Wileme** ανέπτυξε την ιδέα της φωτογλυπτικής όπου λάμβανε τρισδιάστατες εικόνες ενός αντικειμένου μέσω απεικονίσεων πολλαπλών γωνιών.Θέλοντας να εξοικονομήσει χρόνο και κόστος τοποθετούσε το θέμα στο κέντρο και

χρησιμοποιούσε 24 κάμερες μοιρασμένες σε έναν κύκλο πραγματοποιώντας ταυτόχρονες λήψεις. Στη συνέχεια, τις πρόβαλε σε μία οθόνη, μία προς μία, δημιουργώντας το 3D αντικείμενο με τη βοήθεια ενός παντογράφου. [66]

Σε αυτή τη βασική ιδέα βασίστηκε , το Μάιο του 1981 ο **Dr. Hideo Kodama** , ο οποίος δημοσίευσε λεπτομέρειες σχετικά με μία καινοτόμα τεχνική <<ταχείας δημιουργίας πρωτοτύπων>>. Η έρευνα του ήταν η πρώτη που περιέγραφε την προσέγγιση , ‘Layer by layer’ (στρώμα προς στρώμα) χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της στερεολιθογραφίας.

Αυτή ήταν η πρώτη ματιά στη τεχνολογία τρισδιάστατης εκτύπωσης, όπως την ξέρουμε σήμερα.

Στη σημερινή της μορφή η τεχνολογία 3D printing, επιτρέπει την τρισδιάστατη εκτύπωση αντικειμένων, από στρώματα διαφόρων υλικών , όπως για παράδειγμα μέταλλα, γυαλί και πλαστικό. Οι οδηγίες για τη κατασκευή δίνονται από ψηφιακά αρχεία και τα αντικείμενα εκτυπώνονται από πολύπλοκες μηχανές που ονομάζονται 3D εκτυπωτές. [67]

Η εξέλιξη της τεχνολογίας αυτής έχει αποδειχθεί ραγδαία, όμως, βρισκόμαστε ακόμη σε πρώιμο στάδιο και οι προκλήσεις είναι πολλαπλές. Το κόστος που σχετίζεται με την σχεδίαση των αντικειμένων και την αγορά των υλικών κατασκευής το καθιστά απαγορευτικό για ευρεία χρήση μεταξύ ιδιωτών. Οι εταιρείες που έχουν την οικονομική δυνατότητα να τη χρησιμοποιήσουν συνήθως δεν διαθέτουν το προσωπικό, με τις απαραίτητες τεχνικές γνώσεις. Τέλος ο χρόνος που απαιτείται για την σχεδίαση και κατασκευή των αντικειμένων μέσω 3D printing είναι ακόμη υπερβολικά μεγάλος και ασύμφορος. [68]

Παρόλα τα μειονεκτήματα, πολλές βιομηχανίες έχουν επενδύσει κεφάλαιο και χρόνο στην έρευνα, πάνω στη τεχνολογία αυτή, με σκοπό την πλήρη αξιοποίηση της στο μέλλον. Η αυτοκινητοβιομηχανία είναι ένας από τους πρωτοπόρους κλάδους στον οποίο, ακόμη και τώρα , η τεχνολογία 3D printing, χρησιμοποιείται τακτικά για την δημιουργία ανταλλακτικών (parts).[69]

Δεν υπάρχει καμία αμφιβολία , ότι μόλις τελειοποιηθεί (από άποψη χρόνου και χρήματος), το 3D printing , θα αλλάξει ριζικά τον τρόπο παραγωγής,



Εικόνα 8: 3D Εκτυπωτές σε γραμμή παραγωγής (amfg.ai/2018)

## 2.7 Κυβερνοφυσικά συστήματα (Cyber Physical Systems)

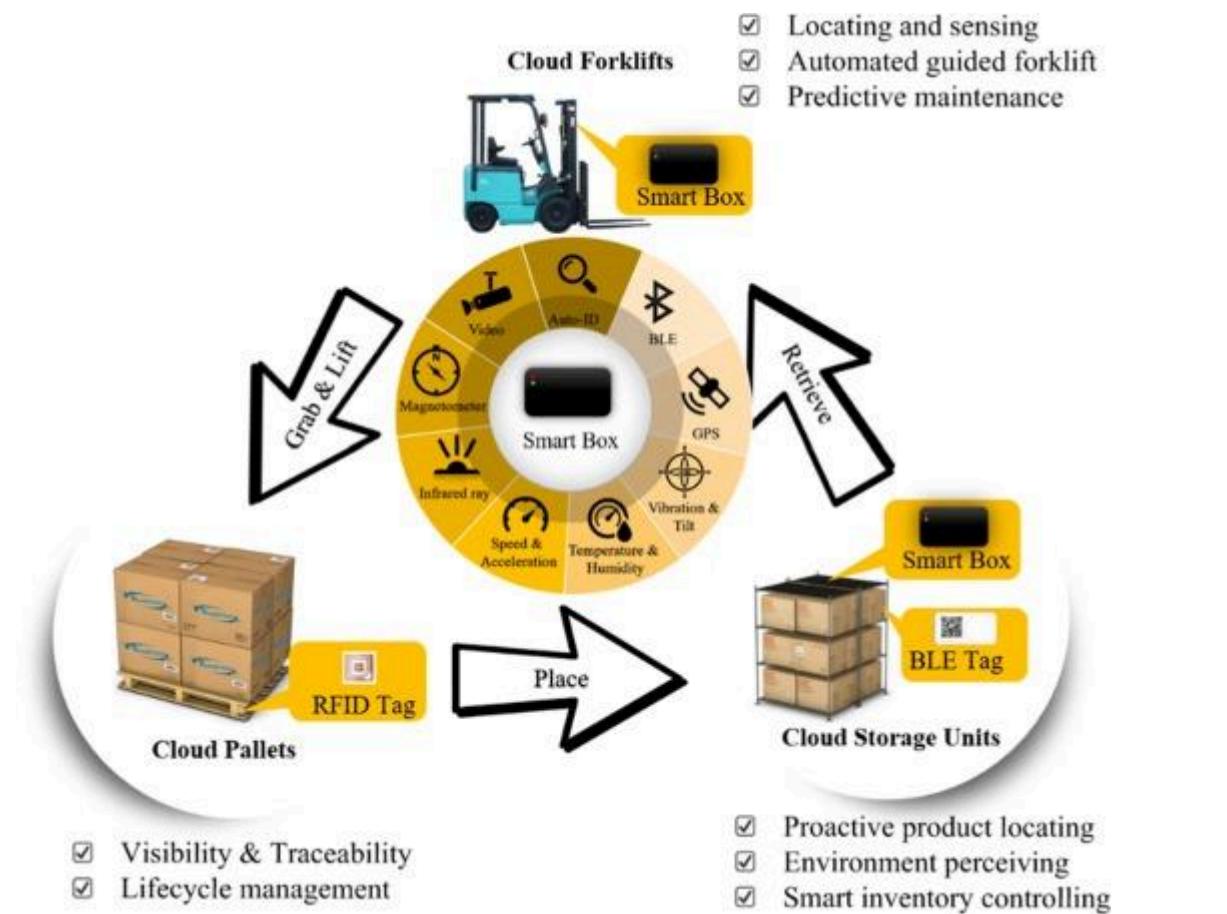
Για να αναφερθούμε στα κυβερνοφυσικά συστήματα, πρέπει πρώτα να θυμηθούμε το IoT (Internet of things) και τη συνεισφορά του στη διαμόρφωση των εφοδιαστικών αλυσίδων. Μέσο αυτού, φυσικά αντικείμενα επικοινωνούν και αλληλεπιδρούν σε πραγματικό χρόνο. Η έννοια ενός κυβερνοφυσικού συστήματος πηγάζει την ιδέα αυτή, ένα βήμα παραπέρα, ενώνοντας τα φυσικά αντικείμενα με λογισμικά, ανθρώπους, φυσικές διεργασίες και το περιβάλλον. [70]

Η έννοια “κυβερνοφυσικό σύστημα” εισήχθη για πρώτη φορά στις ζωές μας το 2006, από την **Helen Gil** στο Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών (International Science Foundation) στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής. Όπως προαναφέρθηκε η ιδέα έχει άμεση με το IoT, το οποίο συμπληρώνει, επικεντρώνοντας περισσότερο στην ενσωμάτωση δεδομένων και τον έλεγχο φυσικών διαδικασιών. [71]

Μπορούμε με σιγουριά, να αναφέρουμε, ότι οι εφοδιαστικές αλυσίδες του σήμερα (μετά την 4η βιομηχανική επανάσταση), αποτελούν κάποιου είδους κυβερνοφυσικό σύστημα. Η ψηφιοποιημένη και ολοκληρωμένη μορφή τους συνδυάζει έξυπνα όλες τις ψηφιακές τεχνολογίες που έχουν προαναφερθεί.



Όταν μιλάμε συγκεκριμένα για ένα κυβερνοφυσικό σύστημα logistics (CPLS) , αναφερόμαστε σε ένα σύστημα που ενοποιεί έξυπνα αντικείμενα, υπηρεσίες, αυτοματισμούς, λογισμικά , φυσικό περιβάλλον και πληροφορίες. Μέσο αυτού του συστήματος παρέχεται, στην εταιρεία που θα το χρησιμοποιήσει, έλεγχος σε όλο το φάσμα των οντοτήτων και διεργασιών logistics, προσδίδοντας σε αυτή αυξημένη αυτονομία και ευκολία στη λήψη στρατηγικών αποφάσεων. Τέλος, σημαντικό είναι να τονιστεί ο ρόλος των CPLS στη διατήρηση σταθερού κόστους, στη προώθηση αρχών αειφορίας και στην ενοποίηση όλων των λειτουργιών logistics σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα. [72]



**Εικόνα 9: Κυβερνοφυσικό σύστημα logistics (Computers&Industrial Engineering/2020)**

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Μελέτη περίπτωσης εφαρμογής τεχνολογιών logistics 4.0 στη Toyota**

### **3.1 Γενικά περί αυτοκινητοβιομηχανίας**

Η αυτοκινητοβιομηχανία αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους κλάδους της παγκόσμιας βιομηχανίας, καταλαμβάνοντας υψηλή θέση στον όγκο πωλήσεων παγκοσμίως και συνεισφέροντας σημαντικά στις εξαγωγές. Απασχολεί εκατομμύρια εργαζόμενους με υψηλή εξειδίκευση, ενώ η σημασία της εκτείνεται και σε άλλους παραγωγικούς κλάδους, λόγω της ποικιλίας των υλικών που απαιτούνται για την κατασκευή ενός αυτοκινήτου.

Το αυτοκίνητο αποτελεί ένα προϊόν που προσφέρει ευρεία γκάμα επιλογών στον πελάτη, ακόμη και όταν έχει αποφασίσει για τη μάρκα. Στοιχεία όπως το χρώμα, ο κυβισμός, το είδος του κινητήρα κ.ά. επιτρέπουν στον καταναλωτή να προσαρμόσει το αυτοκίνητο στις ανάγκες του. Παράλληλα, παρά τη μεγάλη διάρκεια ζωής του, το αυτοκίνητο απαιτεί συχνές επισκευές, συντηρήσεις και ανταλλακτικά.

Ο κλάδος αυτός σχετίζεται με τη μόδα και υπόκειται σε διακυμάνσεις της ζήτησης, που επηρεάζονται από τις αλλαγές στις καταναλωτικές συμπεριφορές. Η ανταγωνιστική πίεση καθιστά απαραίτητο για τις εταιρείες τη συνεχή καινοτομία, με νέα μοντέλα και τροποποιήσεις σε υπάρχοντα, προκειμένου να διαφοροποιηθούν από τους ανταγωνιστές.

Ένας παράγοντας που επηρέασε σημαντικά τις προτιμήσεις των καταναλωτών και μείωσε τον χρόνο ανταπόκρισης είναι το internet. Η ψηφιοποίηση δίνει στις εταιρείες τη δυνατότητα να ανταποκρίνονται γρήγορα στις αλλαγές των απαιτήσεων των πελατών.

Οι προκλήσεις που αντιμετωπίζει ο κλάδος περιλαμβάνουν την ανάγκη για συνεχή καινοτομία και έρευνα, τη βελτίωση της βιωσιμότητας με μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>, την ενσωμάτωση προηγμένων τεχνολογιών, την αποτελεσματική διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, και την προσαρμογή στις ψηφιακές εξελίξεις.

Συνοπτικά, η επιτυχία των εταιρειών στον κλάδο αυτοκινητοβιομηχανίας εξαρτάται από τη διαρκή προσαρμογή τους στις απαιτήσεις. Για το λόγο αυτό, άμεση είναι η ανάγκη για πλήρη και άμεση ενημέρωση από τα κομμάτια της εφοδιαστικής αλυσίδας. [73]



### **3.2 Η εφοδιαστική αλυσίδα στην αυτοκινητοβιομηχανία**

Εκτός από τον ανταγωνισμό και τις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις της αγοράς, ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό που επηρεάζει σημαντικά τις λειτουργίες της εφοδιαστικής στην αυτοκινητοβιομηχανία είναι η σχέση του αυτοκινήτου με τις οικολογικές προκλήσεις. Η παραγωγή αυτοκινήτων συνδέεται σημαντικά με το θέμα των οικολογικών καταστροφών, και ως αποτέλεσμα, οι αυτοκινητοβιομηχανίες πρέπει να προσαρμόζονται σε οικολογικές πολιτικές και πρωτοβουλίες.

Επιπλέον, η εφοδιαστική αλυσίδα ενός αυτοκινήτου εκτείνεται σε διάφορα κράτη με διαφορετική νομοθεσία και νόμισμα. Παρόλο που οι κυριότερες αυτοκινητοβιομηχανίες βρίσκονται στις Η.Π.Α., τη Γερμανία, τη Γαλλία, την Ιαπωνία και τη Κορέα, οι πρώτες ύλες προέρχονται από διάφορα κράτη, ενώ κάποιες εταιρείες έχουν εργοστάσια συναρμολόγησης σε διάφορες περιοχές.

Η εισερχόμενη εφοδιαστική σε μια αυτοκινητοβιομηχανία αποτελεί κρίσιμο σημείο, καθώς είναι ουσιώδους σημασίας για την έναρξη της διαδικασίας παραγωγής. Τα επίπεδα αποθέματος πρέπει να διατηρούνται χαμηλά, ενώ η ευελιξία και η ασφάλεια των διαδικασιών είναι απαραίτητες.

Το δίκτυο εφοδιαστικής είναι περίπλοκο, καθώς υπάρχουν εκατοντάδες προμηθευτές σε διάφορες χώρες, και κάθε προμηθευτής κατασκευάζει συγκεκριμένα ανταλλακτικά αυτοκινήτων. Ο σχεδιασμός της εισερχόμενης και εξερχόμενης εφοδιαστικής πρέπει να είναι ακριβής, προκειμένου να εξοικονομείται χρόνος και χρήμα.

Το θέμα των αποθεμάτων αποτελεί πρόκληση, καθώς τα αυτοκίνητα που παράγονται πρέπει να πωλούνται σε λογικό χρονικό διάστημα, αποφεύγοντας την παραμονή τους στην αποθήκη με τον κίνδυνο να εξοφληθούν ή να χάσουν την αξία τους. Η ψηφιοποίηση και οι καινοτομίες έχουν σημαντικά βελτιώσει την απόδοση των εφοδιαστικών αλυσίδων στην αυτοκινητοβιομηχανία. [74][75]

## 3.3 TOYOTA

### 3.3.1 Ιστορία

Η προέλευση της TOYOTA βρίσκεται στην υφαντουργική βιομηχανία της Ιαπωνίας, όταν ο *Sakichi Toyoda* εφηύρε τον πρώτο αυτόματο αργαλειό και ταυτόχρονα ίδρυσε την εταιρεία ‘Toyoda Spinning and Weaving Company’ το 1918. Η εφεύρεση του μείωσε τα ελαττωματικά προϊόντα και αύξησε τις αποδόσεις αφού ο αργαλειός σταματούσε και δεν χρησιμοποιούσε άσκοπα ,περισσότερο ύφασμα, αφότου προέκυπτε κάποιο πρόβλημα. Αυτή η αρχή, που ο εξοπλισμός σταματάει αυτόματα (**jidoka**) παραμένει ύψιστης σημασίας ,ακόμα και σήμερα στο σύστημα παραγωγής της Toyota.

Η εφευρετικότητα του Sakichi πέρασε και στο γιο του *Kichiro Toyoda* ο οποίος το 1937, με την υποβοήθησή της Ιαπωνικής κυβέρνησης ίδρυσε την *Toyota Motor Corporation*. Στις πρώτες δύο δεκαετίες η Toyota, είχε γίνει νούμερο ένα σε πωλήσεις στην Ιαπωνία και μέχρι το 1960 είχε διακλαδωθεί και στην παγκόσμια αγορά, όπου και εκεί, μέσω μιας σταθερής ανοδικής πορείας, κατάφερε να αναλάβει ηγετική θέση.

Μεγάλο ρόλο στην εξέλιξη της εταιρείας, έπαιξαν οι καινοτόμες ιδέες όπως η στρατηγική logistics (**Just In Time- JIT** 1938) η οποία αργότερα υιοθετήθηκε από πολλές επιχειρήσεις ανα τον κόσμο και θα αναλυθεί περαιτέρω στην πορεία της εργασίας. [76]

### 3.3.2 Σήμερα

Σήμερα η Toyota , έχει εξελιχθεί σε ένα μεγαθήριο της αυτοκινητοβιομηχανίας. Μετατράπηκε στο μεγαλύτερο όμιλο της Ιαπωνίας αφομοιώνοντας εταιρείες όπως Lexus, Daihatsu, Hino Motors, Subaru, Yamaha, Suzuki και πολλές άλλες. Το δίκτυο πωλήσεων αποτελείται από 172 χώρες, πέραν της Ιαπωνίας, νούμερο που διαρκώς αυξάνεται. Παράγει αυτοκίνητα όλων των ειδών, από μικρά αυτοκίνητα ‘πόλης’ μέχρι πολυτελή ‘super’ αυτοκίνητα και αγωνιστικά.

Έχει παίξει καθοριστικό ρόλο στη δημιουργία και συγχρηματοδότηση διαφόρων εταιρειών κατασκευής ανταλλακτικών με τις οποίες συνεργάζεται μέχρι και σήμερα. Το δίκτυο παραγωγείς ανταλλακτικών και εξαρτημάτων περιλαμβάνει πάνω από 50 κατασκευαστικές εταιρείες σε 28 διαφορετικές χώρες.

Στο τέλος του οικονομικού έτους 2023 η Toyota απασχολούσε 375235 υπαλλήλους και τα συνολικά της έσοδα αριθμούν περίπου στα 275 δισεκατομμύρια δολάρια. [77][78][79][80]

### **3.4 Toyota Logistics-Γενικά**

Το σύστημα logistics της Toyota, διαδραματίζεται σε παγκόσμια κλίμακα και αποτελείται από μεγάλα κέντρα στην Ασία, Ευρώπη, Αφρική και Αμερική. Το κάθε κέντρο προμηθεύει μικρότερα υποδίκτυα, τα οποία με τη σειρά τους προμηθεύουν τα σημεία πώλησης και διανομής. Εξαιρέση αποτελούν οι κινητήρες οι οποίοι παράγονται αποκλειστικά στην Ιαπωνία. Η όλη διαδικασία πραγματοποιείται σε μεγάλο βαθμό σε συνεργασία με 3pl logistics providers. Παρόλα αυτά, όταν οι συνθήκες το επιτρέπουν, οι μεσάζοντες μπορεί να παραληφθούν, εφαρμόζοντας κάποιες από τις μεθόδους που θα αναλυθούν στην πορεία.

Το όλο σύστημα είναι σχεδιασμένο, στο να ανταποκρίνεται στις συνεχώς μεταβαλλόμενες ανάγκες logistics, μίας από τις μεγαλύτερες εταιρείες του κόσμου, η οποία δραστηριοποιείται σε έναν άκρως ανταγωνιστικό κλάδο και σε μία εποχή όπου οι καταναλωτές ζητούν όλο και περισσότερο, από άποψη ποιότητας και σεβασμού προς τον πλανήτη και τα ανθρώπινα δικαιώματα.

Τα logistics της Toyota, βασίζονται στην φιλοσοφία της εταιρείας (**The Toyota Philosophy**), η οποία εστιάζει σε ένα τρόπο διενέργειας των διαδικασιών χωρίς καμία περιττή ενέργεια ή άσκοπη σπατάλη πόρων. [81][82][100]

### **3.5 Ειδικά Συστήματα logistics της Toyota**

#### **3.5.1 Just In Time**

Η φιλοσοφία Just In Time (JIT) αποτελεί έναν τρόπο διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας που επιδιώκει την ελαχιστοποίηση του αποθέματος και τη βελτίωση της παραγωγικότητας. Η έννοια εισήχθη και εφαρμόστηκε για πρώτη φορά από την αυτοκινητοβιομηχανία της Toyota το 1938 και έκτοτε έχει υιοθετηθεί και χρησιμοποιείται ευρέως από εταιρείες διαφόρων κλάδων.[83]

Η βασική ιδέα της φιλοσοφίας JIT είναι η παραγωγή αγαθών μόνο όταν χρειάζονται και στις ποσότητες που απαιτούνται, βασιζόμενη στη ζήτηση που προκύπτει από τους τελικούς πελάτες.[84]

Αυτό επιφέρει πολλά οφέλη, όπως η μείωση του κόστους παραγωγής και η αύξηση της ποιότητας καθώς ότι παράγεται ανταποκρίνεται στις εξατομικευμένες ανάγκες του καταναλωτή. Η μείωση της σπατάλης και του χρόνου ανταπόκρισης αποτελεί δεδομένο, καθώς η εταιρεία δεν παράγει αγαθά, πέραν από ό,τι ζητηθεί από τον πελάτη. Το περιβάλλον, επίσης εφοφελείται καθώς δεν δημιουργούνται καυσαέρια και απόβλητα, μέσω της διαδικασίας παραγωγής επιπλέον άσκοπων αγαθών. Όλα αυτά συμβάλλουν στη δημιουργία ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος και στην καθιέρωση καλών σχέσεων με πελάτες και προμηθευτές.

Από την άλλη πλευρά, η υιοθέτηση της JIT φιλοσοφίας, εμπεριέχει ένα βαθμό ρίσκου για την εταιρεία. Η υπερβολική εξάρτηση από τον κάθε προηγούμενο κρίκο της εφοδιαστικής αλυσίδας μπορεί να προκαλέσει καθυστερήσεις, οι οποίες να βάλουν τις σχέσεις με του πελάτες σε κίνδυνο. [85]

Για να είναι αποδοτικό και ασφαλές, το σύστημα JIT απαιτεί πολύ καλή οργάνωση, σταθερές σχέσεις, αξιόπιστα πληροφοριακά συστήματα, ευέλικτο σχεδιασμό λειτουργιών και ικανότητες άμεσες ανταποκρίσεις από κάθε κρίκο της εφοδιαστικής αλυσίδας.

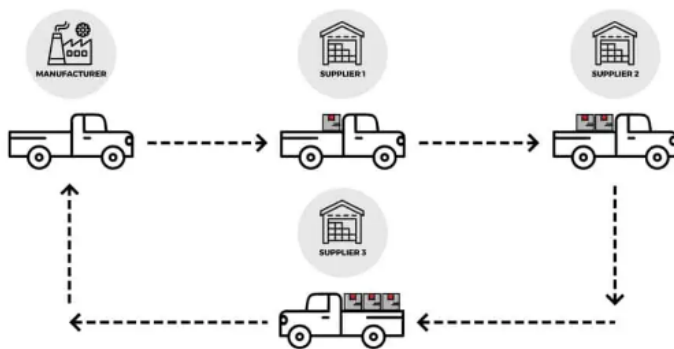
Σύμφωνα με την Toyota, η βασική αξία του JIT, δεν είναι μόνο η εξοικονόμηση πόρων, αλλά και η δυνατότητα γρήγορου εντοπισμού και διόρθωσης προβλημάτων, καθιστώντας το σύστημα αποτελεσματικό στην αντιμετώπιση απρόβλεπτων καταστάσεων. [86]

### 3.5.2 Milk-Run Σύστημα

Το σύστημα αυτό παίρνει την ονομασία του από την ιδέα του ‘γαλατά’. Στα παλαιότερα χρόνια, ειδικά σε ολιγοκατοικιμένα χωριά, ο ‘γαλατάς’ θα έκανε το γύρο χωριού πουλώντας το γάλα και μαζεύοντας τα άδεια μπουκάλια της προηγούμενης ημέρας. Για την κατανόηση της έννοιας παρατίθεται το εξής παράδειγμα : Έστω ότι υπάρχει ένας μύλος που παράγει αλεύρι, και προμηθεύεται σιτάρι από διάφορες φάρμες. Αντί κάθε φάρμα να στέλνει το σιτάρι με δικό της φορτηγό, ο μύλος θα στείλει ένα μεταφορικό προς όλες τις φάρμες γεμίζοντας αλεύρι σε κάθε στάση. Ο τρόπος αυτός είναι ιδιαίτερα αποδοτικός όταν τα φορτία είναι μερικά (partial load) και δεν γεμίζουν από μόνα τους ολόκληρο μεταφορικό μέσο.

Με αυτό τον τρόπο φορτηγά της Toyota , ξεκινούν από τα κέντρα διανομής και πώλησεις και σταματούν σε κάθε προμηθευτή (εταιρεία, αποθήκη, εργοστάσια) παραλαμβάνουν τα μεικτά φορτία και τα επιστρέφουν στα κέντρα με σκοπό την συναρμολόγηση ή την πώληση.

Το σύστημα αυτό προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα καθώς τα τακτά δρομολόγια εξασφαλίζουν το Just in Time , μειώνουν το κόστος μεταφοράς , το χρόνο διανομής καθώς και τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο. [87]



Εικόνα 10: Milk-Run Σύστημα (Geoff Whitting/2023)

### 3.5.3 Jidoka

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως το **Jidoka**, είναι ένα σύστημα που χρησιμοποιεί η Toyota, από τη στιγμή που ιδρύθηκε. Αναγράφεται στο TPS ( Toyota Production System) και εφαρμόζεται και στα logistics. Η αρχή αυτή δίνει σε κάθε εργαζόμενο τη δυνατότητα, να σταματάει μια λειτουργία , εάν αντιληφθεί ότι έχει προηγηθεί κάποιο λάθος , και να το διορθώνει. Το jidoka ξεκίνησε με τους αργαλειούς που σταματούσαν αυτόματα, αφότου, προέκυπται κάποιο πρόβλημα και αποσκοπεί στο μέλλον, να δημιουργήσει το απόλυτο σύστημα που λειτουργεί με αυτάρκεια, χωρίς να χρειάζεται η επίβλεψη από τον ανθρώπινο παράγοντα. [88]



Εικόνα 11: Ορισμός του Jidoka (Tarlengco/2023)

### 3.5.4 Απευθείας αποστολές (Direct Shipments) / Cross-Docking

Αναλόγως , τις ανάγκες της κάθε αποστολής, η Toyota εναλλάσσεται μεταξύ των δύο μεθόδων, Direct shipment και Cross Docking.

Η πρώτη χρησιμοποιείται σε μεγάλες παραγγελίες προκειμένου να μειωθεί ο χρόνος και το κόστος αποστολής. Η μεταφορά γίνεται απευθείας από τα κέντρα παραγωγής προς τα σημεία συναρμολόγησης ή τα σημεία πώλησης με ίδια μέσα ή σε συνεργασία με με third-party logistics providers. [84]

Σε αντίθετη περίπτωση, όπου οι αποστάσεις είναι πολύ μακρινές και οι παραγγελίες συχνές χρησιμοποιείται η μέθοδος Cross-Docking, σύμφωνα με την οποία, υπάρχει ένας ενδιάμεσος χώρος φόρτωσης και εκφόρτωσης, στον οποίο γίνεται μία ανακατάξει και επαναδρομολόγηση του φορτίου. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η ελαχιστοποίηση των αποθεμάτων και αποφεύγονται μεγάλες καθυστερήσεις.



Εικόνα 12: Direct Delivery vs Cross Docking (logistikknowhow.com)

### 3.5.5 Kaban

Το Kaban είναι ένα εξειδικευμένο σύστημα ενημέρωσης, μέσω του οποίου, η Toyota διαθέτει γνώση για το χρόνο και την τοποθεσία που χρησιμοποιήθηκε το κάθε εξάρτημα. Έχοντας τη γνώση αυτή στη διάθεση της, η εταιρεία μπορεί άμεσα να αντικαταστήσει τα αποθέματα που της λείπουν και να διατηρήσει την εφοδιαστική αλυσίδα σε λειτουργία. [86]

### 3.5.6 TOYOTA MATERIAL HANDLING GROUP (TMHG)

Η Toyota αντιλαμβάνεται τα logistics ως ένα από τα κύρια ζητήματα του σύγχρονου εμπορίου και θεωρεί την εφαρμογή νέων ψηφιακών τεχνολογιών ως αναγκαία προϋπόθεση για την ανάπτυξη αποδοτικών, ευέλικτων και αειφόρων εφοδιαστικών αλυσίδων.

Έχοντας αυτό κατά νου, η Toyota ίδρυσε και ένταξε στον όμιλο της την **TICO** (Toyota Industries Corporation) η οποία αποτελείται από δύο μεγάλα συγκροτήματα εταιρειών. Το ένα από αυτά αποτελεί το **TMHG**.

Μέσω του TMHG η Toyota, παρέχει στους πελάτες της, την δυνατότητα να αγοράσουν ή να νοικιάσουν έξυπνο εξοπλισμό όπως παλετοφόρα οχήματα, συστήματα ραφιών και φορτηγά. Πέραν του εξοπλισμού, προσφέρονται και συνδρομητικά πακέτα για τον έλεγχο και την αξιοποίηση δεδομένων από τους αυτοματισμούς που έχουν εφαρμοστεί. [89]



**Εικόνα 13: TOYOTA MATERIAL HANDLING ([toyotamaterialhandling.com.au](http://toyotamaterialhandling.com.au))**

### 3.5.7 TOYOTA ADVANCED LOGISTICS GROUP (TALG)

Το δεύτερο συγκρότημα εταιρειών που είναι μέλος της **TICO** είναι το **TALG**. Μέσω αυτού οι πελάτες της Toyota, μπορούν να προμηθευτούν υπηρεσίες τεχνικής υποστήριξης, αναβαθμίσεων, συντήρησης, σχεδιασμού αποθήκης, καθώς και υπηρεσίες συμβουλευτικών logistics και εκπαίδευσης. [90]





Εικόνα 14: TOYOTA ADVANCE LOGISTICS([toyota-logistics.com](http://toyota-logistics.com))

### 3.6 Εφαρμογές των τεχνολογιών Logistics 4.0 από την Toyota

Οι τεχνολογίες Industry 4.0 και κατ' επέκταση Logistics 4.0 είναι βαθιά ριζομένες στο κορμό της εφοδιαστικής αλυσίδας της Toyota. Είτε με δική της δημιουργία, είτε μέσω συνεργασίας, η Toyota, έχει αποκτήσει ένα δίκτυο εταιρειών, με κύριο στόχο την έρευνα και την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, που εξυπηρετούν στην ορθή λειτουργία της παγκόσμιας εφοδιαστικής της αλυσίδας. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν η ίδρυση της εταιρείας *Toyota Systems (2019)*, σκοπός της οποίας είναι η ανάπτυξη καινοτόμων λύσεων στον τομέα της πληροφορικής καθώς και της *Toyota AI Ventures (2017)* η οποία προωθεί και ενισχύει καινοτόμες προσπάθειες ενσωμάτωσης, της τεχνητής νοημοσύνης στο χώρο των Logistics. Τέλος, η συνεργασία της με την *AEON GLOBAL SCM*, η οποία αναπτύσσει τεχνολογικές εφαρμογές που προσφέρουν στη βελτίωση των ροών της εφοδιαστικής αλυσίδας, υποδεικνύει, τη βαρύτητα που έχει δώσει η Toyota στο τομέα αυτό. [91][92][93]

#### 3.6.1 IoT- IoS και Υπολογιστικό Νέφος (Cloud Computing)

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η Toyota, επιδιώκει τη χρήση λογισμικών για την εποπτεία, τον έλεγχο και τον προγραμματισμό των διαφόρων εργασιών της στο τομέα των Logistics. Τα λογισμικά αυτά, χρησιμοποιούν τις έξυπνες συσκευές (IoTs) για να δώσουν μια συνολική εικόνα για τα δρώμενα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Μερικά παραδείγματα τέτοιων λογισμικών που έχουν χρησιμοποιηθεί από την Toyota είναι:

1. **Kinaxis RapidResponse**: Επρόκειτο για ένα σύστημα διαχείρισης αλυσίδας εφοδιασμού που λειτουργεί σε περιβάλλον cloud και ενοποιεί τη ζήτηση, την προσφορά, την παραγωγή και τις υπηρεσίες Logistics.
2. **Apexanalytix Smartvm**: Ενοποιημένο σύστημα που λειτουργεί σε περιβάλλον cloud και παρέχει λύσεις διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας.
3. **Oracle Cloud HCM**: Λογισμικό της Oracle που επικεντρώνεται, στη διαχείριση του ανθρώπινου δυναμικού.

Η πρόσβαση σε τέτοιου είδους λογισμικά, γίνεται μέσω πλατφόρμα της Toyota και δεν απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό ή εξοπλισμό. Η εταιρεία φροντίζει για την ασφάλεια και την ενημέρωση των πληροφοριών και των δεδομένων της. Χρησιμοποιεί υπηρεσίες και προϊόντα ασφάλειας δικτύου για την εύλογη λειτουργία των συστημάτων της.[95][96]

### 3.6.2 Τεχνητή νοημοσύνη και αυτοματισμοί

Η Toyota παραδοσιακά έχει εφαρμόσει ευρέως αυτοματισμούς σε όλη την επιχείρησή της, και η εφοδιαστική αλυσίδα δεν αποτελεί εξαίρεση. Χρησιμοποιώντας την θυγατρική της **Toyota AI Ventures**, η εταιρεία έχει πρόσβαση στις πιο καινοτόμες τεχνολογίες Logistics 4.0. Οι εφαρμογές αυτών των τεχνολογιών, εκτός από ιδιόχρηση, προσφέρονται μέσω της **Toyota Material Handling** και στην αγορά για χρήση από άλλες εταιρείες.[94]

Τα αυτόνομα οχήματα, οι ρομποτικές λύσεις και άλλες προηγμένες τεχνολογίες εφαρμόζονται ευρέως στο σύστημα logistics της Toyota. Σε αποθήκες, κέντρα συναρμολόγησης και διανομής χρησιμοποιούνται τεχνολογίες τηλεπικοινωνιών, τεχνητής νοημοσύνης και ρομποτικής. Αυτές οι λύσεις χρησιμοποιούν τεχνολογίες IoT, ενώ επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω cloud με την χρήση λογισμικών στα οποία προσφερθήκαμε.

Επιπλέον, η Toyota είναι προετοιμασμένη για την εποχή όπου η αυτονομία των μηχανημάτων θα αυξηθεί ακόμα περισσότερο. Έχει ανακοινώσει συνεργασίες με εταιρείες κατασκευής αυτόνομων οχημάτων, προϊόντων ρομποτικής και drones. Αυτό περιλαμβάνει επενδύσεις σε εταιρείες όπως η **May Mobility** για αυτόνομα οχήματα, η **Sea Machines Robotics** για αυτόνομα ρομποτικά συστήματα σε θαλάσσιες μεταφορές, και η **Joby Aviation** για αυτόνομα εναέρια μέσα μεταφοράς. [97]

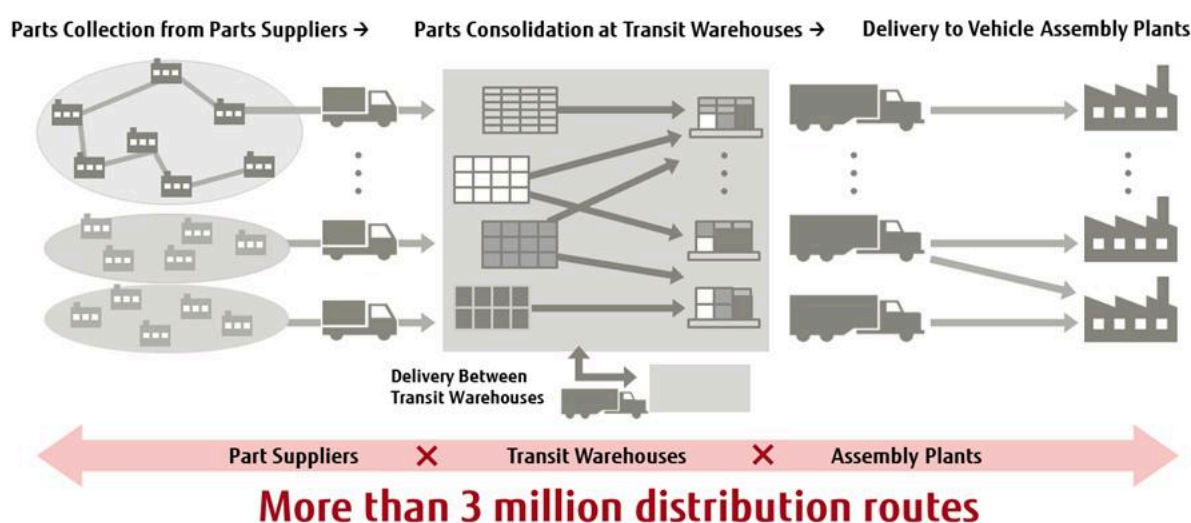
Με αυτές τις επενδύσεις και τις συνεργασίες, η Toyota δείχνει για ακόμη μία φορά την προσήλωσή της στην καινοτομία και τη διαρκή βελτίωση του συστήματος Logistics της, [101]

### 3.6.3 Ψηφιακό Δίδυμο (Digital Twin)

Η συνεργασία της Toyota με την **Fujitsu**, για την δημιουργία του **Quantum-Inspired Digital Annealer**, αποτελεί μία σημαντική εξέλιξη στον τομέα των Logistics. Αυτή η εφαρμογή τεχνολογίας ψηφιακού διδύμου επιτρέπει την ανάλυση σύνθετων προβλημάτων συνδυαστικής βελτιστοποίησης, με τη χρήση κβαντικών ψηφιακών αναλυτών.

Το Quantum-Inspired Digital Annealer, είναι ένα εργαλείο το οποίο τρέχει προσομοιώσεις σε πολύ μικρούς χρόνους και συνδυάζει δεδομένα από διάφορες πηγές, με σκοπό τη εύρεση της καλύτερης λύσης σε θέματα εφοδιαστικής αλυσίδας, όπως, δρομολόγια και αξιοποίηση στόλου με γνώμενες τον χρόνο, την ασφάλεια και την εξοικονόμηση χρημάτων. Για παράδειγμα, μπορεί σε 30 λεπτά να αναλύσει εκατομμύρια διαφορετικές διαδρομές και να επιλέξει την πιο συμφέρουσα, για την εταιρεία.

Αυτή η τεχνολογία παρέχει στην Toyota, την δυνατότητα να λύσει προβλήματα εφοδιαστικής αλυσίδας με ακρίβεια και αποτελεσματικότητα, προσφέροντας ταυτόχρονα σημαντικές εξοικονομήσεις σε χρόνο και χρήματα. Η ικανότητα του, να αντιμετωπίζει μεγάλο όγκο δεδομένων και να εξετάζει πολλαπλές παραμέτρους σε σύντομο χρονικό διάστημα, το καθιστά ένα πανίσχυρο εργαλείο για τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών Logistics. [98]



Εικόνα 15: Χρήση Quantum-Inspired Digital Annealer (fujitsu.com)

### 3.6.4 3D Printing

Η Toyota δείχνει έντονο ενδιαφέρον και επενδύει στη τεχνολογία 3D Printing, αναζητώντας διαρκώς τρόπους να βελτιώσει την εξυπηρέτηση των πελατών της. Σε συνεργασία με την εταιρεία **Ricoh**, έχει ήδη κάνει χρήση της τεχνολογίας τρισδιάστατης εκτύπωσης για την κατασκευή εξαρτημάτων του οχήματος Toyota Corolla, επιτυγχάνοντας μεγαλύτερη ακρίβεια και ταχύτητα σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους κατασκευής. Επίσης, η εταιρεία ερευνά και αναπτύσει δικούς της τρισδιάστατους εκτυπωτές και λογισμικά, με στόχο την ευρεία χρήση σε εταιρείες εντός και εκτός του ομίλου. [99]

## 3.7 Πλεονεκτήματα χρήσης τεχνολογιών Logistics 4.0

Οι εφαρμογές της τεχνολογίας Logistics 4.0 της Toyota, ενισχύουν την εξυπηρέτηση των εξατομικευμένων αναγκών των πελατών, μειώνοντας ταυτόχρονα τον χρόνο και το κόστος των διαδικασιών διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας. Αυτό συμβάλλει στην επίτευξη των βασικών στόχων της παγκοσμιοποιημένης αυτής εταιρείας. Τέλος η Toyota, ανταποκρίνεται στην ανάγκη για βιώσιμη ανάπτυξη, επενδύοντας σε τεχνολογίες που εξυπηρετούν τις τρέχουσες ανάγκες χωρίς να θέτουν σε κίνδυνο τη δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Μετάβαση στα Logistics 5.0

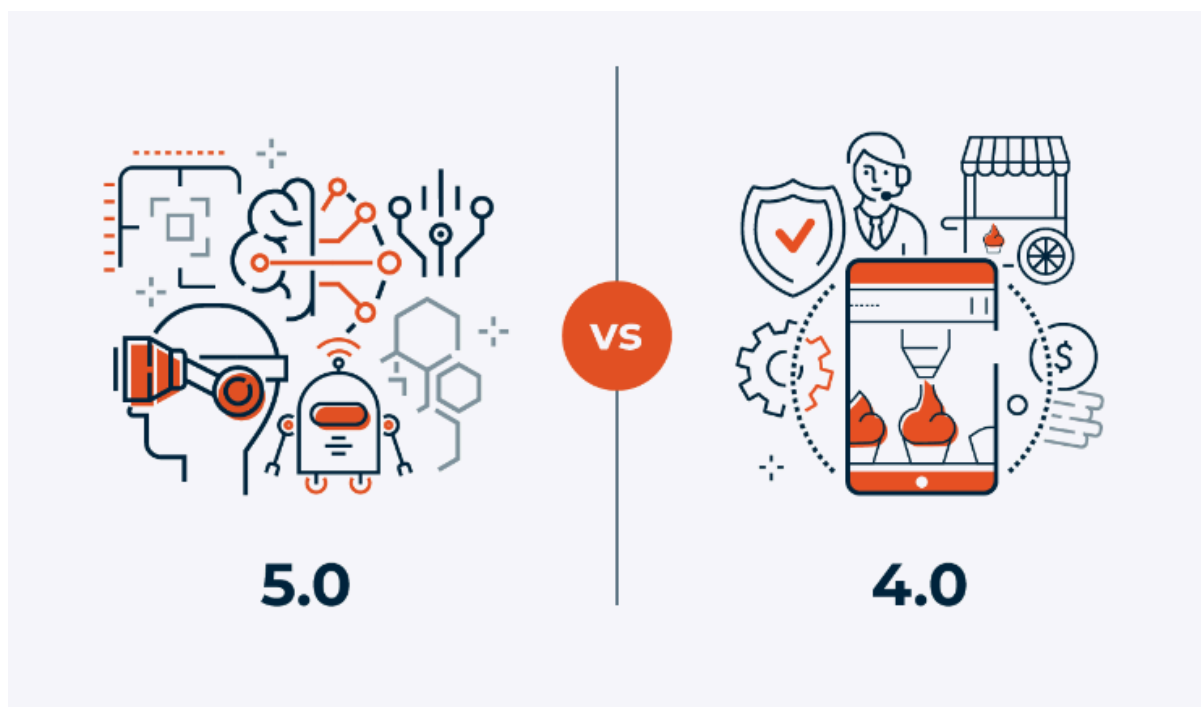
### 4.1 Τι είναι το Industry 5.0;

Η 5η Βιομηχανική Επανάσταση είναι ένα πλαίσιο που επαναπροσδιορίζει το μέλλον της ενέργειας, της βιομηχανίας, της κινητικότητας και των εφοδιαστικών αλυσίδων, το οποίο ενισχύει και συμπληρώνει το ουσιαστικό υπόβαθρο που άνοιξε το όραμα του Industry 4.0.

Το **Industry 5.0**, χρησιμοποιεί αυτοματισμούς και τεχνητή νοημοσύνη σε απόλυτη συνεργασία με την ανθρώπινη σκέψη και προσπαθεί να επαναφέρει τον ανθρώπινο παράγοντα στην έννοια του ψηφιακού μετασχηματισμού. Προωθούμενο από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και άλλα κυβερνητικά σώματα, το Industry 5.0, δίνει έμφαση στην τριπλή γραμμή οικονομικού, κοινωνικού και περιβαλλοντικού αντικτύπου, φέρνοντας την προοπτική και την ισορροπία του **ESG (Environmental Social Governance)** σε βιομηχανίες που παραδοσιακά κινούνται από την εξέλιξη της τεχνολογίας και της οικονομίας. [102]

### 4.2 Industry 4.0 vs Industry 5.0

Η 4η Βιομηχανική Επανάσταση, εστίασε στην ενσωμάτωση της καινοτομίας και των νέων τεχνολογιών στην παραγωγική διαδικασία. Ενώ, μέσω αυτού κατάφερε να επιφέρει σημαντικές θετικές επιπτώσεις στις οποίες προαναφερθήκαμε, μερικές φορές φαίνεται ο ρόλος του ανθρώπου σε όλη τη διαδικασία, να έχει υποβαθμιστεί. Το Industry 5.0, επιδιώκει τη διόρθωση αυτής της ανισορροπίας μεταξύ ανθρώπινου παράγοντα και μηχανών, χρησιμοποιώντας έννοιες όπως γνωστική υπολογιστική, κυβερνο-φυσικά συστήματα και τεχνητή νοημοσύνη για να διασφαλίσει ότι οι άνθρωποι θα διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στον ψηφιακό μετασχηματισμό που συνεχίζει να εξελίσσεται.



Εικόνα 16: Industry 5.0 vs Industry 4.0 (momenta.com)

### 4.3 Ανθρωποκεντρική Προσέγγιση

Το Industry 5.0 , επιδιώκει να αποκαταστήσει μια **ανθρωποκεντρική προσέγγιση** στις επιχειρήσεις, κάτι το οποίο, φαίνεται να έλλειπε από το Industry 4.0 . Η συμβίωση μεταξύ ανθρώπων και μηχανών είναι απαραίτητη για τη δημιουργία, περισσότερων θέσεων εργασίας, τη μόχλευση της παραγωγικότητας και της αποτελεσματικότητας και την προσέλκυση και διατήρηση ταλαντούχων ανθρώπων. Ιδιαίτερα για οργανισμούς που επικεντρώνονται στην τεχνολογία, το ανθρώπινο κεφάλαιο είναι το μεγαλύτερο τους στρατηγικό πλεονέκτημα και οι επιχειρήσεις, θα πρέπει να ανταποκριθούν στις ραγδαία αυξανόμενες ανάγκες των εργαζομένων. Για τις νεότερες γενιές, η δέσμευση σε περιβαλλοντικούς και κοινωνικούς σκοπούς, γίνεται όλο και πιο σημαντικός παράγοντας στην επιλογή εργοδότη. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει, δέσμευση σε κοινωνικές πρωτοβουλίες , ευέλικτες συνθήκες εργασίας και τοποθέτηση ιστορικά εκπροσωπούμενων μειονοτήτων σε ρόλους ηγεσίας. Το ανθρωποκεντρικό όραμα , περιλαμβάνει επίσης, την επανεξέταση της συνεργασίας μεταξύ ανθρώπων και μηχανών. Οι παραδοσιακά στατικές διαδικασίες παραγωγής μπορούν να βελτιωθούν με την χρήση ψηφιακών διδύμων και **συνεργατικών ρομπότ (Collaborative Robots / Cobots)** , δίνοντας έτσι στους εργατές γραμμής τη δυνατότητα να επηρεάσουν σε μεγαλύτερο βαθμό την ευελιξία της γραμμής

παραγωγής. Ένα υγιές και χαρούμενο εργατικό δυναμικό, με ευκαιρίες για δημιουργική προσωπική και επαγγελματική εξέλιξη, αποτελεί σίγουρα, ένα σημαντικό εργαλείο για τη δημιουργία αξίας στην επιχείρηση. [103]

## 4.4 Βιωσιμότητα

Σύμφωνα με τα πρότυπα του Industry 5.0, κάθε επιχείρηση αποσκοπεί στη δημιουργία ενός περιβάλλοντος εργασίας που είναι βιώσιμο και ανθεκτικό, ενώ ταυτόχρονα είναι και ανθρωποκεντρικό. Με την αυξανόμενη ρυθμιστική και επενδυτική έμφαση στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και του περιβαλλοντικού αντίκτυπου της παραγωγικής διαδικασίας, οι οργανισμοί πρέπει να αξιολογήσουν το αποτύπωμα των πόρων που χρησιμοποιούν. Πολλές εταιρείες, έχουν δεσμευτεί στη μείωση των ορυκτών καυσίμων, και την αντικατάστασή τους με καθαρές πηγές ενέργειας. Επιπρόσθετα, η υιοθέτηση νέων υλικών (μακριά από υλικά με βάση το πετρέλαιο), μπορεί να μειώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, ενώ ταυτόχρονα, να προωθεί έξυπνες παραγωγικές πρακτικές, όπως η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση υλικών, βοηθώντας στην επίτευξη των στόχων κοινωνικο-οικολογικής βιωσιμότητας και ενισχύοντας την εικόνα της επιχείρησης στα μάτια επενδυτών και εν δυνάμει εργαζομένων. [103]

## 4.5 Στρατηγική

Η βασική στρατηγική του Industry 5.0 έχει σχεδιαστεί για να εξασφαλίσει, ένα πλαίσιο που συνδυάζει την ανταγωνιστικότητα με τη βιωσιμότητα. Είναι μία στρατηγική, που επικεντρώνεται στην επίδραση των εναλλακτικών τρόπων διακυβέρνησης, με απώτερο σκοπό, την βιωσιμότητα και την ανθεκτικότητα.

Μία αποτελεσματική στρατηγική Industry 5.0:

- Ενισχύει τους εργαζομένους , χρησιμοποιώντας ψηφιακές συσκευές
- Υιοθετεί μία ανθρωποκεντρική προσέγγιση
- Χτίζει μονοπάτια μετάβασης , προς περιβαλλοντικά βιώσιμες τεχνολογίες
- Επεκτείνει το πεδίο ευθύνης της εταιρείας

- Εισάγει δείκτες, που δείχνουν, για κάθε βιομηχανικό οικοσύστημα, την πρόοδο που έχει επιτευχθεί στην πορεία προς την ευημερία, ανθεκτικότητα και τη συνολική βιωσιμότητα [103]

## 4.6 Maritime 5.0

### 4.6.1 Ορισμός

Το "**Maritime 5.0**" αναφέρεται στην επόμενη φάση εξέλιξης στον τομέα της ναυτιλίας, βασισμένο στις αρχές του Industry 5.0 αλλά με ειδική εστίαση στις ναυτιλιακές λειτουργίες και τεχνολογίες.

Η ναυτιλιακή βιομηχανία, όντας ένας από τους σημαντικότερους κρίκους της παγκόσμιας εφοδιαστικής αλυσίδας, υιοθετεί ενεργά τις αρχές μετασχηματισμού που προεβύει η 5<sup>η</sup> Βιομηχανική Επανάσταση, καθώς στοχεύει να επαναπροσδιορίσει τις λειτουργίες και να δώσει προτεραιότητα στη βιωσιμότητα και την ευημερία της κοινωνίας ως σύνολο.

Ωστόσο, η μετάβαση αυτή, όπως και στις υπόλοιπες βιομηχανίες, αντιμετωπίζει ορισμένες προκλήσεις που απαιτούν μια ολιστική προσέγγιση. Το Maritime 5.0, αναπτύχθηκε ως απάντηση σε αυτές τις προκλήσεις. Τα νέα πρότυπα, σηματοδοτούν μία αλλαγή στο μοντέλο της ναυτιλιακής βιομηχανίας, επιδιώκοντας να την αναδιαμορφώσουν με την απρόσκοπτη ενσωμάτωση καινούργιων τεχνολογιών, βιώσιμων πρακτικών και την ευαισθητοποίηση των ανθρώπων της ναυτιλίας σε κοινωνικά και περιβαλλοντικά ζητήματα. Η προσέγγιση αυτή αποσκοπεί στην καθοδήγηση της ναυτιλίας προς ένα πιο βιώσιμο και χωρίς αποκλεισμούς μέλλον.

### 4.6.2 Χαρακτηριστικά και ενσωμάτωση

Αρχικά, πρέπει να αναφερθεί ότι η πρόοδο της τεχνολογίας αποτελεί τον θεμελιώδη λίθο του Maritime 5.0. **Η ενσωμάτωση των τεχνολογιών-αιχμής** στις οποίες αναφερθήκαμε στα προηγούμενα κεφάλαια, στις διάφορες πτυχές της ναυτιλιακής βιομηχανίας οδηγεί αναμφίβολα σε αυξημένη αποτελεσματικότητα, αυτοματισμό και λήψη ορθότερων αποφάσεων βασισμένων σε πραγματικά δεδομένα.



Παράδειγμα για την επίδραση της ενσωμάτωσης των νέων τεχνολογιών αποτελούν τα αυτόνομα πλοία. Η ναυτιλία ετοιμάζει, πλήρως αυτόνομα αλλά και τηλεκατευθυνόμενα πλοία, που θα λειτουργούν με ένα πλήρωμα-φάντασμα, με τις περισσότερες λειτουργίες να εκτελούνται από υπολογιστές και ανθρώπους στη ξηρά. Επιπλέον, δεν μπορούμε να αγνοήσουμε την πραγματικότητα των έξυπνων λιμένων και τερματικών, που θα λειτουργούν και εκείνα με αυτοματοποιημένες διαδικασίες αυξάνοντας κατά πολύ την αποδοτικότητα. [105]

Στη συνέχεια, η **εφαρμογή βιώσιμων πρακτικών** είναι υψίστης σημασίας για το Maritime 5.0. Ο τομέας της ναυτιλίας αναγνωρίζει την ανάγκη για τη προστασία του φυσικού περιβάλλοντος και αγωνίζεται για να περιορίσει το αντίκτυπο που αφήνουν πάνω σε αυτό οι θαλάσσιες μεταφορές.

Στις προσπάθειες που καταβάλλονται, συμπεριλαμβάνονται η υιοθέτηση τεχνολογιών φιλικών προς το περιβάλλον, ο περιορισμός των ρύπων, η διατήρηση των θαλάσσιων πόρων και η καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής.

Τελευταίο, αλλά εξίσου σημαντικό χαρακτηριστικό του Maritime 5.0 είναι η **αναγνώριση και αντιμετώπιση κοινωνικοοικονομικών θεμάτων**. Τέτοια θέματα αποτελούν, μεταξύ άλλων η απώλεια θέσεων εργασίας, η βελτίωση των δεξιοτήτων των εργαζομένων στη ναυτιλία και η κοινωνική και φυλετική ισότητα και συμμετοχικότητα. Πέραν αυτών, σημασία δίνεται στη προώθηση της συνεργασίας μεταξύ του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα, της ακαδημαϊκής κοινότητας και των πολιτών, προκειμένου να θεσπιστούν οι κατευθυντήριες γραμμές που συγχρονίζουν την πρόοδο της τεχνολογίας με τη βελτίωση της κοινωνικής ευημερίας. [107]

### 4.6.3 Γενίκευση

Συμπερασματικά, το Maritime 5.0, αντιπροσωπεύει το μετασχηματισμό της ναυτιλιακής βιομηχανίας, ενσωματώνοντας προηγμένες τεχνολογίες, βιώσιμες πρακτικές και κοινωνικοοικονομικούς προβληματισμούς. Οραματίζεται ένα μέλλον όπου οι ναυτιλιακές επιχειρήσεις θα βελτιστοποιούν τις δραστηριότητες τους μέσα από ευφυή συστήματα και η οικολογική βιωσιμότητα παράλληλα με την κοινωνική ευημερία θα βρίσκονται στο

επίκεντρο της προσοχής. Αγκαλιάζοντας τους πυλώνες της αλλαγής, το Maritime 5.0 , επιδιώκει να επαναπροσδιορίσει τη ναυτιλιακή βιομηχανία και να διαμορφώσει ένα ευημερούν και βιώσιμο μέλλον.

Καθώς η ναυτιλιακή βιομηχανία συνεχίζει να εξελίσσεται, η διεπιστημονική έρευνα, η συνεργασία και η ανταλλαγή γνώσεων θα είναι ζωτικής σημασίας για την πλοήγηση ανάμεσα στις πολυπλοκότητες αλλά και τις ευκαιρίες που παρουσιάζει το Maritime 5.0. Δουλεύοντας συνεργατικά, η ακαδημαϊκή κοινότητα, η βιομηχανία και οι φορείς κοινωνικής πολιτικής μπορούν να χαράξουν μία ανθεκτική, αποδοτική και κοινωνικά υπεύθυνη ναυτιλία, ικανή να φέρει εις πέρας τους στόχους του Maritime 5.0 . [106]

#### **4.7 Logistics 5.0 και πιθανά πλεονεκτήματα**

Παρόλο που η πορεία των Logistics δεν είναι ξεκάθαρη, παρακάτω αναφέρονται μερικοί τρόποι με τους οποίους οι τεχνολογίες του Industry 5.0, μπορούν να επηρεάσουν τη λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας και των διαδικασιών Logistics και τα πιθανά πλεονεκτήματα που αναμένεται να προκύψουν από την υιοθέτηση των τεχνολογιών αυτών:

1. **Συνεργασία ανθρώπου-μηχανής:** Το Industry 5.0 οραματίζεται ένα μέλλον, όπου άνθρωποι και μηχανές συνεργάζονται απρόσκοπτα. Αυτό μπορεί να επηρεάσει την εφοδιαστική αλυσίδα, ενσωματώνοντας την ανθρώπινη εξειδίκευση στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, παράλληλα με αναλύσεις που γίνονται με τη βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης. Αυτή η συνεργατική προσέγγιση, μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερες προβλέψεις ,στη καλύτερη διαχείριση ρίσκου και σε πιο προσαρμοστικές αντιδράσεις σε διαταραχές της αλυσίδας.
2. **Προσαρμογή και εξατομίκευση:** Το Industry 5.0 , επικεντρώνεται στη μαζική προσαρμογή των προϊόντων, επιτρέποντας στους κατασκευαστές να παράγουν εξατομικευμένα προϊόντα σε μεγάλη κλίμακα. Αυτό μπορεί να επηρεάσει την εφοδιαστική αλυσίδα, απαιτώντας πιο ευέλικτες διαδικασίες παραγωγής και δίκτυα εφοδιασμού ικανά να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις των μεμονωμένων πελατών.

3. **Αποκεντρωμένη παραγωγή και τοπική προμήθεια:** Τα νέα πρότυπα ενθαρρύνουν την αποκέντρωση της παραγωγής, με μικρότερες μονάδες παραγωγής οι οποίες βρίσκονται πιο κοντά στις τελικές αγορές. Αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε μικρότερες αλυσίδες εφοδιασμού, μειωμένο κόστος μεταφοράς και δυνητικά πιο βιώσιμες λειτουργίες.
4. **Βιωσιμότητα και πράσινες εφοδιαστικές αλυσίδες:** Καθώς η βιωσιμότητα γίνεται πρωταρχικό μέλημα, το Industry 5.0 θα μπορούσε να ενσωματώσει πρακτικές φιλικές προς το περιβάλλον καθ' όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει τη χρήση τεχνητής νοημοσύνης και ανάλυσης δεδομένων για τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας, τη μείωση των αποβλήτων και την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
5. **Κοινή χρήση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο:** Το Industry 5.0 ενδέχεται να προωθήσει την κοινή χρήση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού, επιτρέποντας καλύτερη ορατότητα και διαφάνεια. Αυτό, θα μπορούσε να ενισχύσει τη συνεργασία, να ελαχιστοποιήσει τις καθυστερήσεις και να βελτιώσει τη συνολική αποτελεσματικότητα.
6. **Κυβερνοασφάλεια και απόρρητο δεδομένων:** Με την αυξημένη συνδεσιμότητα έρχεται η ανάγκη για βελτιωμένη ασφάλεια στον κυβερνοχώρο και μέτρα απορρήτου δεδομένων. Το Industry 5.0 πιθανότατα, θα απαιτεί αυστηρά πρωτόκολλα ασφαλείας για την προστασία των ευαίσθητων δεδομένων της εφοδιαστικής αλυσίδας από απειλές στον κυβερνοχώρο.
7. **Ανθεκτικότητα και διαχείριση κινδύνων:** Το Industry 5.0 θα μπορούσε να δώσει μεγαλύτερη έμφαση στη δημιουργία ανθεκτικών αλυσίδων εφοδιασμού που μπορούν να προσαρμοστούν γρήγορα σε διακοπες, όπως πανδημίες, γεωπολιτικά γεγονότα ή φυσικές καταστροφές. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει στρατηγικές όπως η διπλή προμήθεια και ο σχεδιασμός σεναρίων.
8. **Ανάπτυξη ταλέντων:** Καθώς το Industry 5.0 θολώνει τα όρια μεταξύ εργασίας ανθρώπου και μηχανής, η ανάπτυξη του εργατικού δυναμικού γίνεται ζωτικής σημασίας. Οι επαγγελματίες της εφοδιαστικής αλυσίδας θα πρέπει να αποκτήσουν νέες δεξιότητες για την αποτελεσματική διαχείριση προηγμένων τεχνολογιών.[103]

## 4.8 Πιθανές προκλήσεις

Στη προηγούμενη ενότητα, αναφερθήκαμε στους τρόπους με τους οποίους η υιοθέτηση των νέων προτύπων του Industry 5.0 μπορεί να επηρεάσει τις διαδικασίες Logistics και εφοδιαστικής αλυσίδας και τα πιθανά πλεονεκτήματα που μπορεί να επιφέρει. Καιρός λοιπόν να αναφερθούμε και στις προκλήσεις που πιθανόν να αντιμετωπίσει ο τομέας των Logistics στην προσπάθεια του να εκσυγχρονιστεί και να ανταποκριθεί στα νέα δεδομένα.

Ξεκινώντας με το **κόστος**, το οποίο αποτελεί πολύ σημαντικό παράγοντα και η μείωση του έπαιξε βαρυσήμαντο ρόλο στη δημιουργία του κλάδου διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι τεχνολογίες που εμπλέκονται στο Industry 5.0 (όπως πχ τεχνητή νοημοσύνη, αναλυτές μεγάλου όγκου δεδομένων, κυβερνοφυσικά συστήματα) ενδέχεται να έχουν μεγάλο κόστος απόκτησης και ακόμα μεγαλύτερο κόστος λειτουργίας. Πολλές επιχειρήσεις, μπορεί να κατακλυστούν από αυτά τα αρχικά κόστη και να μην έχουν τη δυνατότητα, να καρπωθούν τις ανταμοιβές που προσφέρουν, στο μακροπρόθεσμο ορίζοντα.

Στη συνέχεια δεν γίνεται να μην αναφερθούμε στην **ασφάλεια των δεδομένων**. Καθώς τα νέα πρότυπα επιφέρουν νέες ανάγκες για μεταφορά μεγάλου όγκου δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, η ασφάλεια των δεδομένων αυτών έρχεται σε κίνδυνο. Η Ευρωπαϊκή Ένωση και άλλα κυβερνητικά σώματα, έχουν ήδη κατανοήσει, την αξία των δεδομένων στην ψηφιακή εποχή και έχουν λάβει μέτρα για την προστασία τους. Τα μέτρα αυτά πρέπει να γίνονται όλο και αυστηρότερα και η τήρηση τους να αποτελεί κύριο μέλημα της κάθε επιχείρησης, καθώς οι ζημιές που μπορεί να προκληθούν από τη διαρροή να είναι ανεπανόρθωτες.

Επιπρόσθετα, η **έλλειψη εξειδικευμένων εργαζομένων**, με τη γνώση και τις ικανότητες που προαπαιτούνται για την υιοθέτηση των νέων τεχνολογιών δεν μπορεί να υποτιμηθεί. Η παγκόσμια αγορά πλήττεται από αυτό το γεγονός και η διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας, όντας δευτερογενές κλάδος, υποφέρει σφοδρότερα. Καθώς οι παλαιότερες γενιές συνταξιοδοτούνται, δεν υπάρχει επαρκής πληθυσμός νέων ανθρώπων να καλύψουν τις κενές θέσεις και το παγκόσμιο εμπόριο υποφέρει από διαρκείς έλλειψη ανθρώπινου δυναμικού.

Τέλος, **η αντίσταση στην αλλαγή**, πλήττει κάθε τι νέο, που πρόκειται να εφαρμοστεί. Οι άνθρωποι αποτελούν πλάσματα συνήθειας και δυσκολεύονται να υιοθετήσουν αλλαγές, που θα επηρεάσουν την καθημερινότητα τους, ακόμη και αν αυτές έχουν αποδειχθεί ευεργετικές, στον μακροπρόθεσμο ορίζοντα. Οι επιχειρήσεις, όντας ανθρώπινα συστήματα, δεν αποτελούν εξαίρεση και ορισμένες από αυτές ενδέχεται, να μην είναι πρόθυμες να υιοθετήσουν την νέα προσέγγιση που προτείνει το Industry 5.0 . [103]

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ / ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η συγγραφή της παρούσας εργασίας, έγινε μετά το πέρας μιας τεράστιας πρόκλησης με την οποία ήρθε αντιμέτωπη η ανθρωπότητα, με τη μορφή της πανδημίας του Covid-19. Συνέπειες της, επηρεάζουν τις ζωές μας ακόμα και σήμερα και η οικονομική ανάκαμψη μοιάζει ακόμη, σαν μακρινό όνειρο. Παρόλα τα αρνητικά, η παγκόσμια αυτή κρίση, έφερε και κάποια σημαντικά μαθήματα.

Ένα από αυτά, είναι ότι οι εφοδιαστικές αλυσίδες και οι λειτουργίες τους, διαδραματίζουν πολύ σημαντικό και ευρύ ρόλο για τη λειτουργία της σύγχρονης κοινωνίας. Χωρίς αυτές η ανθρώπινη ζωή δεν θα μπορούσε να συνεχιστεί, τουλάχιστον όχι με την μορφή που την έχουμε συνηθίσει.

Το δεύτερο είναι ότι η τεχνολογία αποτελεί και εκείνη σωσίβια λέμβο για τους ανθρώπους, εκείνη την προκλητική περίοδο. Βασιστήκαμε πάνω της για ανθρωπιστικούς, κοινωνικούς και οικονομικούς σκοπούς και έγινε κοινώς αποδεκτό ότι αποτελεί πλέον ένα αναπόσπαστο κομμάτι της ανθρώπινης ύπαρξης.

Τα δύο αυτά μαθήματα, αποτέλεσαν έμπνευση για την συγγραφή αυτής της εργασίας, η οποία προσπαθεί να τονίσει ότι τα συστήματα logistics των εφοδιαστικών αλυσίδων αποτελούν πράγματι σημαντικό παράγοντα ανάπτυξης, της επιχειρηματικής και όχι μόνο, δραστηριότητας. Καθώς προχωρούμε στο μέλλον, φαίνεται ότι ο ρόλος τους θα ενισχυθεί περαιτέρω, και η μελέτη τους είναι αναγκαία για την καλύτερη κατανόηση των καταστάσεων και τη λήψη βέλτιστων αποφάσεων. Η εφαρμογή της σύγχρονης τεχνολογίας, όπως μας έδειξαν τα πρότυπα του Logistics 4.0 και η εφαρμογή τους από μία μεγάλη και επιτυχημένη εταιρεία, όπως είναι η Toyota, μπορεί να οδηγήσει σε πιο αποδοτικά συστήματα και να βελτιώσει την επιχειρηματική απόδοση γενικότερα.

Καθώς όμως, ο τομέας της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας και των Logistics, βασίστηκε όλο και περισσότερο στις νέες τεχνολογίες, ο ανθρώπινος παράγοντας φαίνεται να έχει πάρει δεύτερο ρόλο.

Το λάθος αυτό του παρελθόντος , έρχονται να διορθώσουν τα νέα πρότυπα Logistics 5.0 , τα οποία προσπαθούν να επιφέρουν ξανά μία ανθρωποκεντρική προσέγγιση η οποία εστιάζει στην απρόσκοπτη συνεργασία ανθρώπου-μηχανής και τη βιωσιμότητα, με σκοπό να αποδείξουν ότι η τεχνολογία και η αειφορία μπορούν να συνυπάρξουν επιτυχώς.

Παρά τις προκλήσεις στην εφαρμογή τους, τα οφέλη των νέων προτύπων Logistics 5.0 κρίνονται πολύ σημαντικά. Επιχειρήσεις , που θα βρίσκονται σε θέση να εφαρμόσουν τις νέες τεχνολογίες και προσεγγίσεις μπορούν να αποκτήσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι των υπολοίπων.

Τέλος, είναι σημαντικό να τονίσουμε, ότι ο πλήρης αντίκτυπος του Industry 5.0 στα Logistics (όντας ένας δευτερογενής τομέας) θα εξαρτηθεί από τον τρόπο με τον οποίο τα νέα πρότυπα θα υιοθετηθούν και θα ενσωματωθούν σε όλους τους κλάδους. Καθώς η ιδέα συνεχίζει να εξελίσσεται, οι επιχειρήσεις θα πρέπει να αξιολογήσουν τα πιθανά οφέλη και προκλήσεις και να προσαρμόσουν τις στρατηγικές τους, ώστε να ευθυγραμμιστούν με το μεταβαλλόμενο τοπίο αλυσίδων παραγωγής και εφοδιασμού.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- 1.Porter, M. E. (2008). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Free Press.
- 2.Papoutsidakis, Michail & Michael, Sotiria & Sfyroera, Aikaterini & Priniotakis, Georgios. (2021). Just-in-Sequence Technologies to Boost Automotive Supply Chain Effectiveness. *Open Journal of Applied Sciences*. 11. 9-19.
- 3.Nye, D. (2013). *America's Assembly Line*. MIT Press.
- 4.Ryan, J. (2010). *A History of the Internet and the Digital Future*. Reaktion Books.
- 5.Dalenogare, Lucas Santos & Benitez, Guilherme Brittes & Ayala, Néstor Fabián & Frank, Alejandro Germán(2018).The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, Elsevier, vol. 204(C), pages 383-394.
- 6.Sutherland, Joel. (2008). *Logistics from a Historical Perspective*.
- 7.Engels, D. W. (1978). *Alexander the Great and the Logistics of the Macedonian Army*. University of California Press.
- 8.Neil R. Southern (2011). Historical Perspective of the Logistics and Supply Chain Management Discipline.*Transportation Journal*.Vol. 50, No. 1, pp. 53-64.
- 9.Blanchard, D. (2021). *Supply chain management best practices*. John Wiley & Sons.
- 10.Lagorio, A., Zenezini, G., Mangano, G., & Pinto, R. (2022). A systematic literature review of innovative technologies adopted in logistics management. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 25(7), 1043-1066.



11. Shi, Y., Waseem, R., & Shahid, H. M. (2020). Third-Party Logistics. *Transportation Systems Analysis and Assessment*, 45.
12. Premkumar, P., Gopinath, S., & Mateen, A. (2021). Trends in third party logistics—the past, the present & the future. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 24(6), 551-580.
13. Pujo, Patrick & Ounnar, Fouzia. (2019). Cyber-Physical Logistics System for Physical Internet.
14. Ben-Daya, M., Hassini, E., & Bahroun, Z. (2022). A conceptual framework for understanding the impact of internet of things on supply chain management. *Operations and Supply Chain Management: An International Journal*, 15(2), 251-268.
15. Παραθυράς Κ. (2018). ΑΛΛΑΓΗ ΤΗΣ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ LOGISTICS. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής.
16. Ψηφιακά Εφοδιαστικά Δίκτυα. (n.d.). Deloitte.  
[https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/gr/Documents/technology/gr\\_Deloitte\\_SEV\\_Digital\\_Supply\\_Network\\_Report\\_noexp.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/gr/Documents/technology/gr_Deloitte_SEV_Digital_Supply_Network_Report_noexp.pdf)
17. Lakshman, D., & Faiz, F. (2021). The impact of customer loyalty programs on customer retention in the retail industry. *Journal of Management Research*, 21(1), 35-48.
18. Sun, X., Yu, H., Solvang, W. D., Wang, Y., & Wang, K. (2022). The application of Industry 4.0 technologies in sustainable logistics: a systematic literature review (2012–2020) to explore future research opportunities. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-32.
19. Luo, P., Ngai, E. W., & Cheng, T. E. (2023). Supply chain network structures and firm financial performance: the moderating role of international relations. *International Journal of Operations & Production Management*,

20. United Nations (2020). Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development.  
<https://sdgs.un.org/2030agenda>
21. Roorda, N. (2020). *Fundamentals of sustainable development*. Routledge..
22. Larina, I. V., Larin, A. N., Kiriliuk, O., & Ingaldi, M. (2021). Green logistics-modern transportation process technology. *Production engineering archives*, 27(3), 184-190.
23. Nevisi, M. M. S., & Salehi, R. (2023). Eco energy, Energy aware and Net-zero Supply Chain. *International journal of industrial engineering and operational research*, 5(1), 39-49.
24. Τσουδής Ε. (2021). Green logistics και εταιρική κοινωνική ευθύνη . Μεταπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας.
25. Khan, S. A. R., Yu, Z., Golpira, H., Sharif, A., & Mardani, A. (2021). A state-of-the-art review and meta-analysis on sustainable supply chain management: Future research directions. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123357.
26. Bîzoi, Gabriel & Bîzoi, Alexandra-Codruța & Sîpos, Gabriela & Sîpos, Ciprian. (2015). The Transport and Logistics Sector's Performance and the Social Development – A Comparison within the European Union. *STUDIA UNIVERSITATIS BABEȘ-BOLYAI OECONOMICA*. Volume 60. 68-81.
27. Ryciuk, Urszula. (2020). Supply Chain Governance Mechanisms: A Review and Typology.
28. Myerson, P. (2016). *Lean and Technology: Working Hand in Hand to Enable and Energize Your Global Supply Chain*. Pearson FT Press.
29. Vaggelas, George & Leotta, Camille. (2019). Port labour in the era of automation and digitalization. What's next?. 10.15167/1824-3576/IPEJM2019.3.1232.

30. Alvim, S. L., & Oliveira, O. G. (2020). Lean Supply Chain Management: a lean approach applied to distribution—a literature review of the concepts, challenges and trends. *Journal of Lean Systems*, 5(1), 85-103.

31. *What Is the Internet of Things (IoT)?* (n.d.). Oracle.  
<https://www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot/>

32. Mouha, R. A. (2021). Internet of things (IoT). *Journal of Data Analysis and Information Processing*, 9(2), 77-101.

33. *What is the Internet of Things (IoT)?* (n.d.). IBM.  
<https://www.ibm.com/topics/internet-of-things>

34. Khanna, A., & Kaur, S. (2020). Internet of things (IoT), applications and challenges: a comprehensive review. *Wireless Personal Communications*, 114, 1687-1762.

35. Καστρινός Δ. (2018). Το Internet of Things και οι εφαρμογές του στην Εφοδιαστική Αλυσίδα & τα Logistics. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Πειραιώς.

36. De Vass, T., Shee, H., & Miah, S. (2021). IoT in supply chain management: Opportunities and challenges for businesses in early industry 4.0 context. *Operations and Supply Chain Management: An International Journal*, 14(2), 148-161.

37. Chandler, J. (2023). When the supply chain breaks: strategies for the chip shortage. *Journal of Business Strategy*, 44(5), 287-293.

38. Naftemporiki Editing Team. (2021). Η έλλειψη ημιαγωγών «φρενάρει» τις αυτοκινητοβιομηχανίες. *Naftemporiki*.  
<https://www.naftemporiki.gr/finance/161969/i-elleipsi-imiagogon-frenarei-tis-aftokinitoviomi-chanies/>

39. Nadikattu, R. R. (2020). Data Safety and Integrity Issue in IoT. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, 8(VI).

40. Marinescu, D. C. (2022). *Cloud computing: theory and practice*. Morgan Kaufmann.
41. *What is Cloud Computing?* (n.d.). Google Cloud.  
<https://cloud.google.com/learn/what-is-cloud-computing>
42. Godavarthi, B., Narisetty, N., Gudikandhula, K., Muthukumaran, R., Kapila, D., & Ramesh, J. V. N. (2023). Cloud computing enabled business model innovation. *The Journal of High Technology Management Research*, 34(2), 100469.
43. Sunyaev, A., & Sunyaev, A. (2020). Cloud computing. *Internet computing: Principles of distributed systems and emerging internet-based technologies*, 195-236.
44. Yenugula, M., Sahoo, S., & Goswami, S. (2023). Cloud computing in supply chain management: Exploring the relationship. *Management Science Letters*, 13(3), 193-210.
45. P. A. Abdalla and A. Varol, "Advantages to Disadvantages of Cloud Computing for Small-Sized Business," *2019 7th International Symposium on Digital Forensics and Security (ISDFS)*, Barcelos, Portugal, 2019, pp. 1-6.
46. Al-Sai, Z. A., Husin, M. H., Syed-Mohamad, S. M., Abdin, R. M. D. S., Damer, N., Abualigah, L., & Gandomi, A. H. (2022). Explore big data analytics applications and opportunities: A review. *Big Data and Cognitive Computing*, 6(4), 157.
47. *Big Data Analytics*. (n.d.). IBM. <https://www.ibm.com/analytics/big-data-analytics>
48. Freeman, O. (2020). The Role of AI and Big Data in Modern-Day Logistics. *Supply Chain Digital*. <https://supplychaindigital.com/logistics/role-ai-and-big-data-modern-day-logistics>
49. Chen, D. Q., Preston, D. S., & Swink, M. (2021). How big data analytics affects supply chain decision-making: an empirical analysis. *Journal of the Association for Information Systems*, 22(5), 1224-1244.

50. Lee, I., & Mangalaraj, G. (2022). Big data analytics in supply chain management: A systematic literature review and research directions. *Big data and cognitive computing*, 6(1), 17.
51. Maheshwari, S., Gautam, P., & Jaggi, C. K. (2021). Role of Big Data Analytics in supply chain management: current trends and future perspectives. *International Journal of Production Research*, 59(6), 1875-1900.
52. Zhao, N., Hong, J., & Lau, K. H. (2023). Impact of supply chain digitalization on supply chain resilience and performance: A multi-mediation model. *International Journal of Production Economics*, 259, 108817.
53. European Union Artificial Intelligence Act. (2021). European Legislative Observatory, Artificial Intelligence Act 2021/0106 (COD).
54. McCarthy J. (1955). The Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence.
55. Μπουτάλης, Ι., & Συρακούλης, Γ. Χ. (2010). *Υπολογιστική νοημοσύνη και εφαρμογές*. Κρίκος-Αφοί Παπαμάρκου Ο.Ε.
56. Κυριακοπούλου Α. (2019). Εφαρμογές μηχανικής μάθησης στην σύγχρονη βιομηχανία. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας.
57. Richey Jr, R. G., Chowdhury, S., Davis-Sramek, B., Giannakis, M., & Dwivedi, Y. K. (2023). Artificial intelligence in logistics and supply chain management: A primer and roadmap for research. *Journal of Business Logistics*, 44(4), 532-549.
58. European Parliament. (2020). Τι είναι η τεχνητή νοημοσύνη και πώς χρησιμοποιείται; . Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο.  
<https://www.europarl.europa.eu/topics/el/article/20200827STO85804/ti-einai-i-techniti-noimo-suni-kai-pos-chrisimopoeitai>
59. Chien C., Dazère-Pères S., Huh W., Jange Y., Morrison R. (2020). Artificial intelligence in manufacturing and logistics systems: algorithms, applications, and case studies

- 60.Capital(2020)FDL Group: Επένδυση 5 εκατ. ευρώ για Τεχνητή Νοημοσύνη στα logistics
- 61.Dorofeev, A., Kurganov, V., Fillipova, N., & Pashkova, T. (2020). Ensuring the integrity of transportation and logistics during the COVID-19 pandemic. *Transportation Research Procedia*, 50, 96-105.
- 62.Ποντίκης Ι. (2020). Τεχνολογία ψηφιακών διδυμών: Σύστημα και βιομηχανικές εφαρμογές .Μεταπτυχιακή Διατριβή.Πανεπιστήμιο Πειραιά.
- 63.Schislyaeva, E. R., & Kovalenko, E. A. (2021). Innovations in logistics networks on the basis of the digital twin. *Academy of Strategic Management Journal*, 20, 1-17.
- 64.Kaklis, D., Varlamis, I., Giannakopoulos, G., Varelas, T. J., & Spyropoulos, C. D. (2023). Enabling digital twins in the maritime sector through the lens of AI and industry 4.0. *International Journal of Information Management Data Insights*, 3(2), 100178.
- 65.A DHL perspective on the impact of digital twins on the logistics industry. (2020). DHL. <https://www.dhl.com/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/glo-core-digital-twins-in-logistics.pdf>
- 66.Kubáč, Lukáš & Kodym, Oldřich. (2017). The Impact of 3D Printing Technology on Supply Chain. MATEC Web of Conferences. 134. 00027. 10.1051/mateconf/201713400027.
- 67.Gechev, T. M. (2021). A short review of 3D printing methods used in the automotive industry. *Bulgarian Journal for Engineering Design*, (44), 67-76.
- 68.Δουλαδέλη Μ.(2015). Η τρισδιάστατη εκτύπωση και η επίδραση της στην εφοδιαστική αλυσίδα και τα Logistics. Μελέτη επίδρασης της τεχνολογίας στην εταιρεία Nike.Μεταπτυχιακή Διατριβή.Πανεπιστήμιο Πειραιά.
- 69.Ten technologies which could change our lives: Potential impacts and policy implications. (2015). European Parliament.

[https://www.europarl.europa.eu/EPRS/EPRS\\_IDAN\\_527417\\_ten\\_trends\\_to\\_change\\_your\\_life.pdf](https://www.europarl.europa.eu/EPRS/EPRS_IDAN_527417_ten_trends_to_change_your_life.pdf)

70. Napoleone, A., Macchi, M., & Pozzetti, A. (2020). A review on the characteristics of cyber-physical systems for the future smart factories. *Journal of manufacturing systems*, 54, 305-335.

71. Liu, Y., Peng, Y., Wang, B., Yao, S., & Liu, Z. (2017). Review on cyber-physical systems. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 4(1), 27-40.

72. Zhang, Ning. (2018). Smart Logistics Path for Cyber-Physical Systems With Internet of Things. IEEE Access. PP. 1-1. 10.1109/ACCESS.2018.2879966.

73. Binder, A. K., & Rae, J. B. (2024, April 19). *Automotive industry | History, Overview, Definition, Developments, & Facts*. Britannica. Retrieved May 6, 2024, from <https://www.britannica.com/technology/automotive-industry>

74. Σταματιάδου Α. (2009). Η Εφοδιαστική Αλυσίδα της Αυτοκινητοβιομηχανίας και η επίδραση της Χρηματοπιστωτική Κρίσης 2008-09: Μελέτη Περίπτωσης: Hellenic Logistics AE

75. Al-Doori, J. A. (2019). The impact of supply chain collaboration on performance in automotive industry: Empirical evidence. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 12(2), 241-253.

76. Toyota Motor corporation (2012). 75 years of Toyota. Part 1. Taking on the Automotive Business.

[https://www.toyota-global.com/company/history\\_of\\_toyota/75years/text/taking\\_on\\_the\\_automotive\\_business/index.html](https://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/text/taking_on_the_automotive_business/index.html)

77. Cusumano, M. A. (2020). *The Japanese automobile industry: Technology and management at Nissan and Toyota* (Vol. 122). Brill.

- 78.CSI Market Company (2022). Toyota Motor Credit Corporation
- 79.Statista (2020). Toyota workforce 2012- 2020
- 80.Hall, D., & Braithwaite, A. (2017). The development of thinking in supply chain and logistics management. In *Handbook of logistics and supply-chain management* (Vol. 2, pp. 81-98). Emerald Group Publishing Limited.
- 81.1995-2021 Toyota motor corporation TOYOTA MOTOR CORPORATION / Facilities
- 82.Vieira Takita, A. M., & Cabral Leite, J. (2017). Inbound logistics: a case study. *Business Management Dynamics*, 6(12).
- 83.Batth, V. (2021). Toyota motor corporation: Just in time (jit) management strategy or beyond. *Journal of Case Research*, 12(1), 18-27.
- 84.Cil I., Demir HI., Yaman B.(2019). Lean Logistics in the 2020s and a Case Study About Logistics and Supply Chain Management in Toyota Boshoku Turkey
- 85.Winkelhaus, S., & Grosse, E. H. (2020). Logistics 4.0: a systematic review towards a new logistics system. *International Journal of Production Research*, 58(1), 18-43.
- 86.Automotive Logistics (2021). Συνέντευξη του Leon van der Merwe στον Christopher Ludwig.
- 87.Mácsay, V., & Bányai, T. (2017). Toyota production system in milkrun based in-plant supply. *Journal of Production Engineering*, 20(1), 141-146.
- 88.Yazgan, H., Sarı, Ö., & Seri, V. (1998). Features Of The Toyota Production System. *Sakarya University Journal Of Science*, 2(2), 129-134.
- 89.Karlin, J. N. (2004). *Defining the lean logistics learning enterprise: Examples from Toyota's North American supply chain*. University of Michigan.



90. *Major Subsidiaries outside Japan*. (n.d.). Toyota Industries Corporation.  
[https://www.toyota-industries.com/company/location/overseas\\_partners/index.html](https://www.toyota-industries.com/company/location/overseas_partners/index.html)
91. SCDigest Editorial Staff. (2020). *Supply Chain News: Toyota Way and Industry 4.0*.  
www.scdigest.com.  
[https://www.scdigest.com/ontarget/20-08-26\\_Lean\\_versus\\_Industry\\_40.php?cid=17078](https://www.scdigest.com/ontarget/20-08-26_Lean_versus_Industry_40.php?cid=17078)
92. *Toyota Systems - Management Vision*. (n.d.). toyotasystems.com.  
<https://www.toyotasystems.com/en/company/vision/ts-vision/>
93. *AEON GLOBAL SCM and Toyota Start to Consider Collaboration on Logistics Improvement and Carbon Neutrality Initiatives*. (n.d.). global.toyota.  
<https://global.toyota/en/newsroom/corporate/35237683.html>
94. *Toyota AI Ventures announces rebrand as Toyota Ventures and an additional \$300M to invest in emerging technologies and carbon neutrality*. (2021). Toyota USA Newsroom.  
<https://pressroom.toyota.com/toyota-ai-ventures-announces-rebrand-as-toyota-ventures-and-a-n-additional-300m-to-invest-in-emerging-technologies-and-carbon-neutrality/>
95. Garnsey, S., Williams, M., Vorotnikov, V., & Kelly, M. (2018). *Toyota opts for digital planning | Article*. Automotive Logistics.  
<https://www.automotivelogistics.media/toyota-opts-for-digital-planning/20116.article>
96. Potter, A., & Wilhelm, M. (2020). Exploring supplier–supplier innovations within the Toyota supply network: A supply network perspective. *Journal of Operations Management*, 66(7-8), 797-819.
97. Ayad, L., Abdelghani, M., Halali, A., & Muwafak, B. M. (2021). *Artificial Intelligence as One of the Development Strategies for Business Organizations “Toyota Model”*. *Applications of Artificial Intelligence in Business, Education and Healthcare*, 3-21.
98. *Fujitsu and Toyota Systems Optimize Large-Scale Supply Chain Logistics using Quantum-Inspired Technology*. (2020). Fujitsu Global.  
<https://www.fujitsu.com/global/about/resources/news/press-releases/2020/0910-02.html>

99. Nash, M., & Holt, N. (2020, June 24). *3D Print Case Study: Toyota Corolla* | Article. Automotive Manufacturing Solutions.  
<https://www.automotivemanufacturingsolutions.com/toyota/3d-print-case-study-toyota-corolla/40812.article>
100. Eiichiro Adachi, Rika Sueyoshi (2018). Toyota Environmental Challenge 2050—Going Beyond Zero Environmental Impact and Achieving a Net Positive Impact
101. 2021 Toyota Motor Sales, U.S.A. Inc. Toyota AI Ventures announces rebrand as Toyota Ventures and an additional \$300M to invest in emerging technologies and carbon neutrality
102. Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Mubarak, M. F., Mubarik, M., Rejeb, A., & Nilashi, M. (2022). Identifying industry 5.0 contributions to sustainable development: A strategy roadmap for delivering sustainability values. *Sustainable Production and Consumption*, 33, 716-737.
103. Leng, J., Sha, W., Wang, B., Zheng, P., Zhuang, C., Liu, Q., ... & Wang, L. (2022). Industry 5.0: Prospect and retrospect. *Journal of Manufacturing Systems*, 65, 279-295.
104. Jefroy, N., Azarian, M., & Yu, H. (2022). Moving from Industry 4.0 to Industry 5.0: what are the implications for smart logistics?. *Logistics*, 6(2), 26.
105. Steven C. Mallam, Salman Nazir & Amit Sharma (2020) The human element in future Maritime Operations – perceived impact of autonomous shipping, *Ergonomics*, 63:3.
106. Yuthana Autsadee, Jagan Jeevan, Mohamad Rosni Bin Othman & Nurul Haqimin Bin Mohd Salleh (2023): Maritime Society 5.0: a global transition on human economy and civilisation for maritime sustainability, *Australian Journal of Maritime & Ocean Affairs*.
107. Di Maria, E., V. De Marchi, and A. Galeazzo. 2022. "Industry 4.0 Technologies and Circular Economy: The Mediating Role of Supply Chain Integration." *Business Strategy and the Environment* 31 (2): 619–632.