



**University of  
Macedonia**  
MSc in  
Applied  
Informatics

---

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

---

ΘΕΜΑ:

ΨΗΦΙΑΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΣΤΟΝ  
ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ.

ΜΑΡΙΝΑ ΚΥΡΜΑΝΙΔΟΥ  
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΦΟΥΣΚΑΣ ΚΩΣΤΑΝΤΙΝΟΣ | |

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, 2019

---

ΨΗΦΙΑΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ  
ΤΗΣ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ.

Μαρίνα Κυρμανίδου

Πτυχίο Εφαρμοσμένης Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, 2016

Διπλωματική Εργασία

Υποβαλλόμενη για την μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων του  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΤΙΤΛΟΥ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ  
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

Επιβλέπων Καθηγητής:

Φούσκας Κωσταντίνος

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την

Φούσκας Κωσταντίνος

Κίτσιος Φώτιος

Μάντας Μιχάλης

---

Κυρμανίδου Μαρίνα







# Περίληψη

---

Οι ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις της τελευταίας δεκαετίας έχουν οδηγήσει στην ψηφιοποίηση όλων των βιομηχανικών κλάδων. Η ψηφιοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας (supply chain digital transformation) αφορά τη χρήση νέων τεχνολογιών για τη δημιουργία διαλειτουργικών συστημάτων, που θα είναι σε θέση να αυξήσουν την αποδοτικότητα με παράλληλη μείωση του κόστους, προκειμένου να ανταποκριθούν στις πιο απαιτητικές προσδοκίες των πελατών αλλά και των επιχειρήσεων. Η αλλαγή του επιχειρηματικού περιβάλλοντος έχει αναγκάσει τις εταιρείες να εισέλθουν σε νέες αγορές όπου τα περιθώρια κέρδους ενδέχεται να είναι χαμηλότερα, γεγονός που απαιτεί πιο οικονομικά αποδοτικές εφοδιαστικές αλυσίδες.

Η εκάστοτε εταιρεία, πριν εισέλθει στη διαδικασία ψηφιοποίησης της εφοδιαστικής αλυσίδας της και για να επωφεληθεί από τη διαδικασία αυτή, θα πρέπει να γνωρίζει την αξία αυτής της ψηφιοποίησης. Επομένως, η μελέτη των τεχνολογιών που μπορούν να συμμετάσχουν στην ψηφιοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας μιας εταιρείας, καθίσταται ιδιαίτερα σημαντική. Η μελέτη αυτή δεν θα πρέπει να μένει στα στενά όρια της ανάλυσης του τρόπου λειτουργίας της εκάστοτε τεχνολογίας, αλλά θα πρέπει και να διερευνά τους παράγοντες που μεταβάλλει η εκάστοτε νέα τεχνολογία στην ψηφιοποίηση των εφοδιαστικών αλυσίδων, ώστε οι διαδικασίες τους να βελτιωθούν σημαντικά.

Σκοπός της παρούσας εργασίας, είναι η παρουσίαση της σημασίας της ψηφιοποίησης της εφοδιαστικής αλυσίδας για την ενίσχυση των επιχειρήσεων. Στα πλαίσια αυτά, θα παρουσιαστούν οι παρελθούσες, παρούσες και μελλοντικές τάσεις ψηφιοποίησης των εφοδιαστικών αλυσίδων, καθώς και ο τρόπος εφαρμογής τους, ώστε να πετύχουν τον αντικειμενικό στόχο τους. Επιπλέον, θα παρουσιαστεί ένα πλήθος τεχνολογιών, όπως η ανάλυση δεδομένων (data analytics), το Διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things –IoT), η τεχνητή νοημοσύνη (artificial intelligence - AI), η υπολογιστική νέφος (cloud computing), το blockchain και άλλες. Η ανάλυση των τεχνολογιών αυτών γίνεται με βάση τα οφέλη, τις προκλήσεις και τις πιθανές μελλοντικές εξελίξεις και αφορά την προσφορά της εκάστοτε τεχνολογίας στην ψηφιοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας.

**Λέξεις κλειδιά:** Αυτοματισμός, εφοδιαστική αλυσίδα, τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών, ψηφιακός μετασχηματισμός, ψηφιοποίηση.

# Abstract

---

The rapid technological evolution of the last decade has led to the digital transformation of all industries. Digital transformation of supply chain is about using new technologies in order to create interoperable systems that will be able to increase efficiency while reducing costs so as to meet the most demanding customer and business expectations. Changing in the business environment has forced companies to enter new markets where profit margins may be lower. This requires more cost-effective supply chains.

Before entering the process of supply chain digital transformation and having benefits from this process, each company should be aware of the value of this digitization. Therefore, studying technologies that can participate in the digitization of a company's supply chain is particularly important. Such a study should include analyzing the way new technologies work. In addition, it should explore the factors that make new technologies so important into supply chain digital transformation, so that supply chain processes can be significantly improved.

The purpose of this thesis is to present the importance of supply chain digital transformation in business support. In this context, the past, present and future trends of supply chain digital transformation will be presented, as well as the way it is implemented in order to achieve its purpose. In addition, lots of evolving technologies such as data analytics, Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), cloud computing, blockchain and many more. The analysis of these technologies is based on the benefits, challenges and possible future developments that concern their use into supply chain digital transformation.

**Keywords:** Automation, digital transformation, digitation, information and communication technologies, supply chain.

# Περιεχόμενα

---

Περίληψη.....	6
Abstract .....	7
<b>1 Εισαγωγή.....</b>	<b>14</b>
1.1 Θεωρητικό υπόβαθρο .....	14
1.2 Σκοπός της πτυχιακής εργασίας .....	16
1.3 Δομή της πτυχιακής εργασίας .....	17
<b>2 Ψηφιακός μετασχηματισμός .....</b>	<b>19</b>
2.1 Η έννοια του ψηφιακού μετασχηματισμού .....	19
2.2 Στοιχεία ψηφιακού μετασχηματισμού .....	22
2.3 Παράγοντες που οδηγούν στον ψηφιακό μετασχηματισμό .....	23
2.4 Επιδράσεις του ψηφιακού μετασχηματισμού .....	26
2.4.1 Αλλαγή της ζήτησης και συμπεριφοράς των πελατών .....	26
2.4.2 Επιχειρηματικές αποκρίσεις .....	27
2.5 Ανάγκη ψηφιακού μετασχηματισμού .....	29
<b>3 Μετασχηματισμός εφοδιαστικής αλυσίδας .....</b>	<b>32</b>
3.1 Εφοδιαστική αλυσίδα.....	32
3.2 Στόχος της εφοδιαστικής αλυσίδας .....	33
3.3 Παραδοσιακή & Ψηφιακή εφοδιαστική αλυσίδα .....	34
3.4 Προστιθέμενες αξίες από το ψηφιακό μετασχηματισμό της εφοδιαστικής αλυσίδας 36	
3.5 Οφέλη ψηφιακού μετασχηματισμού εφοδιαστικής αλυσίδας.....	39
3.5.1 Αυτοματοποίηση διαδικασιών.....	40
3.5.1 Επιχειρηματική ευελιξία.....	41
3.5.2 Ψηφιακή διαχείριση των εταιρικών περιουσιακών στοιχείων .....	42
3.6 Βασικά στοιχεία και τεχνολογίες ψηφιακής εφοδιαστικής αλυσίδας.....	43
<b>4 Cloud Computing .....</b>	<b>47</b>
4.1 Γενικά.....	47
4.2 Επισκόπηση της τεχνολογίας.....	47
4.3 Μετασχηματισμός εφοδιαστικής αλυσίδας.....	51
4.4 Επίδραση του υπολογιστικού νέφους στην εφοδιαστική αλυσίδα.....	54
4.5 Βασικές προκλήσεις .....	57
4.6 Συμπεράσματα .....	58
<b>5 Mobile solutions.....</b>	<b>60</b>
5.1 Γενικά.....	60
5.2 Η εξέλιξη των mobile τεχνολογιών και συσκευών.....	61
5.3 Η εισαγωγή των mobile τεχνολογιών στην εφοδιαστική αλυσίδα.....	63
5.4 Βασικές mobile τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στην εφοδιαστική αλυσίδα .....	64
5.4.1 Mobile δίκτυα.....	64



5.4.2	Ασύρματα δίκτυα .....	65
5.4.3	Mobile web .....	65
5.4.4	GPS.....	66
5.4.5	RFID.....	66
5.5	Οι mobile τεχνολογίες στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας .....	67
5.6	Εφαρμογές των mobile τεχνολογιών στην εφοδιαστική αλυσίδα .....	69
<b>6</b>	<b>Data analytics και Big Data.....</b>	<b>72</b>
6.1	Γενικά.....	72
6.2	Data analytics.....	72
6.3	Big Data.....	76
6.4	Η χρήση των Big Data analytics στην εφοδιαστική αλυσίδα.....	77
6.5	Συμπεράσματα.....	81
<b>7</b>	<b>Artificial intelligence .....</b>	<b>83</b>
7.1	Γενικά.....	83
7.2	Ορισμός και προέλευση .....	83
7.3	Συναφείς τεχνολογίες.....	85
7.3.1	Μηχανική μάθηση.....	85
7.3.2	Βαθιά μάθηση .....	89
7.3.3	Αυτοματοποίηση ρομποτικών διαδικασιών - Robotics.....	90
7.4	Η χρήση της τεχνικής νοημοσύνης στην εφοδιαστική αλυσίδα.....	93
7.5	Βασικές προκλήσεις .....	96
7.6	Συμπεράσματα.....	97
<b>8</b>	<b>Blockchain .....</b>	<b>99</b>
8.1	Γενικά.....	99
8.2	Η έννοια της τεχνολογίας .....	99
8.3	Χαρακτηριστικά και λειτουργία.....	101
8.4	Εφαρμογή του blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα .....	103
8.5	Χρήσεις και οφέλη του blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα.....	106
8.6	Βασικές προκλήσεις .....	108
8.7	Συμπεράσματα.....	109
<b>9</b>	<b>Augmented &amp; Virtual Reality .....</b>	<b>111</b>
9.1	Γενικά.....	111
9.2	Ορισμοί και ανάλυση .....	112
9.3	Επίδραση και χρήση στην εφοδιαστική αλυσίδα .....	115
9.4	Οφέλη και προκλήσεις .....	116
9.5	Συμπεράσματα.....	119
<b>10</b>	<b>Wearables .....</b>	<b>120</b>
10.1	Γενικά.....	120
10.2	Ταξινόμηση των wearables.....	121
10.3	Αισθητήρες των wearable συσκευών.....	124
10.4	Εφαρμογή των wearables στις εφοδιαστικές αλυσίδες.....	125

<b>11 Internet of Things.....</b>	<b>128</b>
11.1 Γενικά.....	128
11.2 Ορισμός .....	129
11.3 Εμπλεκόμενες τεχνολογίες.....	131
11.4 Χαρακτηριστικά και αρχιτεκτονική .....	133
11.5 Επίδραση και χρήση στην εφοδιαστική αλυσίδα.....	136
11.6 Οφέλη και προκλήσεις .....	138
11.7 Συμπεράσματα.....	140
<b>12 5G.....</b>	<b>142</b>
12.1 Γενικά.....	142
12.2 Κατηγορίες περιπτώσεων χρήσης του 5G .....	143
12.3 Τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα 5G .....	147
12.4 Εφαρμογές του 5G στην εφοδιαστική αλυσίδα .....	149
12.5 Επίδραση του 5G σε άλλες τεχνολογίες.....	151
<b>Συμπεράσματα.....</b>	<b>154</b>
<b>Βιβλιογραφία.....</b>	<b>156</b>

# Κατάλογος Εικόνων

---

Εικόνα 1-1: Καμπύλη S της εξελισσόμενης τεχνολογίας (Hermansson & Sylén 2016) .....	15
Εικόνα 2-1: Οι τεχνολογίες SMAC (Jace 2015) .....	21
Εικόνα 2-2: Η ψηφιοποίηση ενισχύει τη μετάβαση των στοιχείων των παραδοσιακών εφοδιαστικών αλυσίδων σε δίκτυα DSN (Hanifan, Newberry & Sharma 2014).....	29
Εικόνα 3-1: Παράδειγμα τυπικής εφοδιαστικής αλυσίδας (MTEC 2017) .....	33
Εικόνα 3-2: Παραδοσιακή (α) vs ψηφιακής (β) εφοδιαστικής αλυσίδας (Acungil 2019).....	35
Εικόνα 3-3: Διαδικασίες τυπικής εφοδιαστικής αλυσίδας (MTEC 2017).....	36
Εικόνα 3-4: Βελτίωση αξίας μέσω προσανατολισμού των υπηρεσιών (Raab & Griffin-Cryan 2011) .....	39
Εικόνα 3-5: Απλοποιημένη εφοδιαστική αλυσίδα του Amazon (Arnish Shah 2016).....	42
Εικόνα 3-6: Βασικά στοιχεία ψηφιακής εφοδιαστικής αλυσίδας (Malmgren, Kihlén & Persson 2018) .....	43
Εικόνα 4-1: Τα τέσσερα στρώματα του cloud computing (Palvinder & Jain (2014).....	49
Εικόνα 4-2: Το μοντέλο SPI (Kumar 2012) .....	49
Εικόνα 4-3: Μοντέλα ανάπτυξης cloud (Dalewska 2014).....	50
Εικόνα 4-4: Παράδειγμα του τρόπου με τον οποίο τα μέρη μιας εφοδιαστικής αλυσίδας συνδέονται μέσω cloud (Jungck & Rahman 2015).....	52
Εικόνα 5-1: Παγκόσμια αύξηση της χρήσης των mobile συσκευών (2017 – 22) Cisco (2019) .....	62
Εικόνα 5-2: Παγκόσμια αύξηση της κίνησης δεδομένων των ασύρματων δικτύων (2017 – 22) Cisco (2019).....	62
Εικόνα 5-3: Παράδειγμα mobile εφαρμογής διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας (Car, Pileirić & Šimunić 2014).....	69
Εικόνα 6-1: Αύξηση του όγκου δεδομένων ανά έτος σε zettabyte (Khalid και συν. 2015) ....	72
Εικόνα 6-2: Πλαίσιο εφαρμογής των Data analytics στην εφοδιαστική αλυσίδα (Hahn & Packowski 2015).....	73
Εικόνα 7-1: Βασικοί τύποι μηχανικής μάθησης (Chui, Kamalnath & McCarthy 2018).....	86
Εικόνα 7-2: Βασικοί τύποι βαθιάς μάθησης (Chui, Kamalnath & McCarthy 2018) .....	90
Εικόνα 7-3: Πλεονεκτήματα της τεχνολογίας RPA (Madakam, Holmukhe & Jaiswal (2019. 91	
Εικόνα 8-1: Η έννοια της τεχνολογίας blockchain (Abeyratne & Monfared 2016).....	100
Εικόνα 8-2: Χαρακτηριστικά της τεχνολογίας blockchain (Seebacher & Schüritz 2017) ....	102
Εικόνα 8-3: Λειτουργία έξυπνου συμβολαίου blockchain (Boschi και συν. 2018).....	105
Εικόνα 8-4: Παράδειγμα χρήσης τεχνολογίας blockchain σε εφοδιαστική αλυσίδα (Boschi και συν. 2018).....	107
Εικόνα 9-1: Το συνεχές πραγματικότητας – εικονικότητας (Milgram & Kishino 1994).....	112
Εικόνα 9-2: Διαδικασία AR (Rechowicz & Garcia 2016).....	113
Εικόνα 9-3: Συσκευές και είδη οπτικής απεικόνισης που χρησιμοποιούνται στην τεχνολογία AR (Syberfeldt, Danielsson & Gustavsson 2017).....	114

Εικόνα 10-1: Η φιλοσοφία των wearables (European Commission 2016).....	120
Εικόνα 10-2: Είδη wearables (Fernández-Caramés & Fraga-Lamas 2018) .....	122
Εικόνα 11-1: Συσκευές με πρόσβαση στο Διαδίκτυο και μελλοντική εξέλιξη (Vermesan & Friess 2014) .....	128
Εικόνα 11-2: Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) (Patel & Patel 2016).....	130
Εικόνα 11-3: Οι βασικές τεχνολογίες του IoT (Patel & Patel 2016).....	132
Εικόνα 12-1: Στόχοι απόδοσης του 5G (Zemen 2018).....	143
Εικόνα 12-2: Οι τρεις διαστάσεις του 5G (Fettweis & Alamouti 2014) .....	144
Εικόνα 12-3: Κατηγορίες και παραδείγματα χρήσης δικτύων 5G (Verma & Lalwani 2019).....	146
Εικόνα 12-4: Η τεχνολογία massive MIMO εκμεταλλεύεται τη χρήση συστοιχιών μεγάλου αριθμού κεραιών για τη χωρική πολυπλεξία πολλών τερματικών (Larsson και συν. 2014) .....	148
Εικόνα 12-5: Φάσμα τεχνολογίας mmWave (Pai 2017) .....	149

# Κατάλογος Πινάκων

---

Πίνακας 2-1: Παράμετροι ταξινόμησης μετασχηματισμών με γνώμονα την τεχνολογία (Lucas και συν. 2013).....	20
Πίνακας 4-1: Σύνοψη συνεισφοράς και προκλήσεων της υιοθέτησης του υπολογιστικού νέφους στον ψηφιακό μετασχηματισμό των εφοδιαστικών αλυσίδων.....	58
Πίνακας 5-1: Ταξινόμηση mobile εφαρμογών εφοδιαστικής αλυσίδας (Ruhi & Turel 2005)	70
Πίνακας 6-1: Τεχνικές Data analytics που χρησιμοποιούνται στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας (Souza 2014).....	74
Πίνακας 6-2: Σύνοψη συνεισφοράς και προκλήσεων της υιοθέτησης των Big Data analytics στον ψηφιακό μετασχηματισμό των εφοδιαστικών αλυσίδων .....	82
Πίνακας 7-1: Εποπτευόμενη μάθηση - Αλγόριθμοι και παραδείγματα χρήσης (Chui, Kamalnath & McCarthy 2018) .....	87
Πίνακας 7-2: Μη εποπτευόμενη μάθηση - Αλγόριθμοι και παραδείγματα χρήσης (Chui, Kamalnath & McCarthy 2018) .....	88
Πίνακας 7-3: Σύνοψη συνεισφοράς και προκλήσεων της υιοθέτησης της τεχνολογίας AI και των συναφών τεχνολογιών στον ψηφιακό μετασχηματισμό των εφοδιαστικών αλυσίδων.....	97
Πίνακας 8-1: Σύνοψη συνεισφοράς και προκλήσεων της υιοθέτησης της τεχνολογίας blockchain στον ψηφιακό μετασχηματισμό των εφοδιαστικών αλυσίδων.....	109
Πίνακας 9-1: Αναμενόμενα οφέλη χρήσης της τεχνολογίας AR (Stoltz και συν. 2017) .....	117
Πίνακας 9-2: Εμπόδια – προκλήσεις χρήσης της τεχνολογίας AR (Stoltz και συν. 2017) ...	118
Πίνακας 10-1: Σύνοψη των χαρακτηριστικών, των δυνατοτήτων και των εφαρμογών των wearables (Mardonova & Choi 2018) .....	123
Πίνακας 11-1: Σύνοψη συνεισφοράς και προκλήσεων της υιοθέτησης του IoT στον ψηφιακό μετασχηματισμό των εφοδιαστικών αλυσίδων .....	141

# 1 Εισαγωγή

---

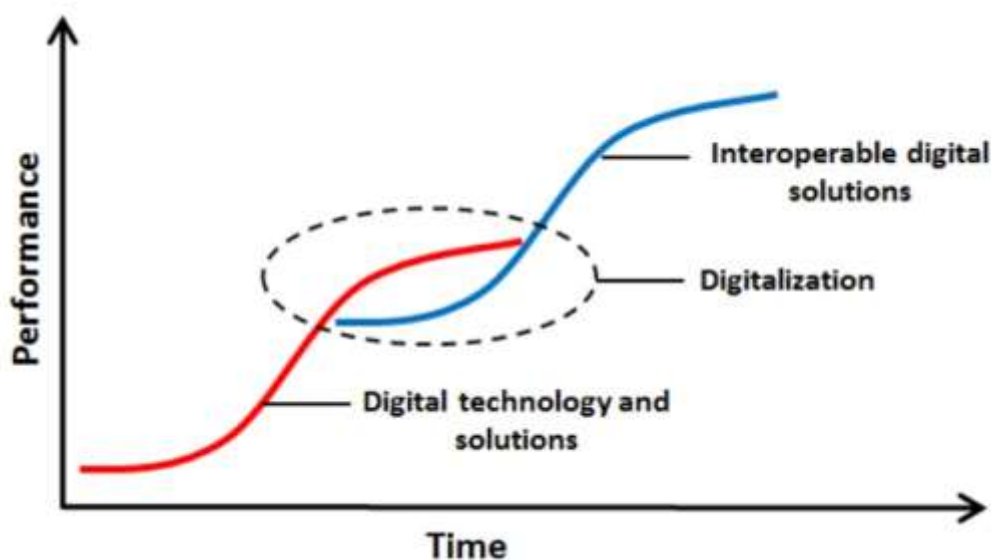
## 1.1 Θεωρητικό υπόβαθρο

Στις σύγχρονες, ιδιαίτερα ανταγωνιστικές αγορές, οι καινοτόμοι τρόποι εξορθολογισμού των εφοδιαστικών αλυσίδων και βελτιστοποίησης της παραγωγικότητας, αποτελούν στοιχεία ιδιαίτερης ζωτικής σημασίας για τις εταιρείες. Αιτία αποτελεί η εισαγωγή τα τελευταία χρόνια, νέων τεχνολογιών που άλλαξαν ριζικά το τοπίο των επιχειρήσεων που προσανατολίζονται περισσότερο στον καταναλωτή. Οι καταναλωτικές συμπεριφορές και τα πρότυπα ζήτησης έχουν επηρεαστεί σημαντικά από την ευκολότερη πρόσβαση και την αυξημένη διαθεσιμότητα πληροφοριών (Hermansson & Sylén 2016). Ο μεγαλύτερος αντίκτυπος αυτής της αλλαγής παρατηρήθηκε σε επιχειρήσεις που ασχολούνται περισσότερο με τη μουσική, τις εκδόσεις, τις ηλεκτρονικές συσκευές και τις λιανικές χρηματοπιστωτικές υπηρεσίες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα σύγχρονης καταναλωτικής συμπεριφοράς αποτελεί η αύξηση της εξατομίκευσης, η οποία αφορά υψηλότερες προσδοκίες υπηρεσιών, σε συνδυασμό με πιο προσαρμοσμένες παραγγελίες, γεγονός που αναγκάζει τις εταιρείες να αναζητήσουν νέες λύσεις διαχείρισης αυτών των μεταβαλλόμενων απαιτήσεων. Μια τέτοια αλλαγή επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό και τις εφοδιαστικές αλυσίδες των παραδοσιακών βιομηχανιών. Σε γενικές γραμμές, με τον όρο εφοδιαστική αλυσίδα εννοείται (Lu 2011):

*«... η διαδικασία μεταφοράς ενός προϊόντος ή μίας υπηρεσίας από το σημείο παραγωγής στο σημείο παράδοσης. Σκοπός της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι η μείωση του λειτουργικού κόστους της μεταφοράς των προϊόντων και η αύξηση της ικανοποίησης του πελάτη.»*

Η ενσωμάτωση νέων αναδύμενων τεχνολογιών, μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την παραγωγικότητα των επιχειρήσεων (μειώνοντας ταυτόχρονα το κόστος παραγωγής), αλλά και να ικανοποιήσει τους πελάτες, μέσω δημιουργίας περισσότερο σταθερών και αποδοτικών εφοδιαστικών αλυσίδων. Επιπλέον, οι νέες τεχνολογίες δημιουργούν μεγαλύτερη διαφάνεια και απλοποιούν σε μεγάλο βαθμό τις διεργασίες των εφοδιαστικών αλυσίδων, κάτι που κατ' επέκταση δίνει τη δυνατότητα στα στελέχη των επιχειρήσεων να έχουν καλύτερο έλεγχο των επιχειρηματικών τους δραστηριοτήτων γενικότερα. Με άλλα λόγια, οι ψηφιακές τεχνολογίες μπορούν να προσφέρουν στις εταιρείες ένα μεγάλο πλεονέκτημα έναντι των ανταγωνιστών τους (Lehtisalo 2018). Αν και πολλές εταιρείες έχουν συνειδητοποιήσει πόσο σημαντικές είναι αυτές οι αλλαγές και τείνουν στον εκσυγχρονισμό των λειτουργιών τους με την εισαγωγή νέων ψηφιακών δυνατοτήτων, αρκετές αποτυγχάνουν στο να κατανοήσουν ότι υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ των ψηφιακά βελτιωμένων παραδοσιακών εφοδιαστικών αλυσίδων και των πραγματικά επαναδημιουργημένων διαλειτουργικά αλυσίδων με ψηφιακό DNA (Hanifan, Newberry & Sharma 2014). Αυτή η αλλαγή στις επιχειρήσεις αναφέρεται συχνά ως ψηφιακός μετασχηματισμός (digital transformation) ή ψηφιοποίηση (digitalization).

Το 1993, ο Hughes σχεδίασε ένα μοντέλο για την οπτικοποίηση της εξέλιξης της τεχνολογίας με την πάροδο του χρόνου. Το μοντέλο δείχνει ότι η μεταβολή της απόδοσης (ποιότητα με την πάροδο του χρόνου) μιας τεχνολογίας στην πάροδο του χρόνου πραγματοποιείται σε τέσσερις φάσεις: εφαρμογή, εξέλιξη, ωρίμανση και παρακμή. Μια τέτοια μεταβολή παρουσιάζεται γραφικά ως καμπύλη S (Hermansson & Sylén 2016). Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, η τεχνολογία εξελίχθηκε και η υπάρχουσα μπορεί να θεωρηθεί ότι βρίσκεται στη φάση της ωριμότητάς της (κόκκινη καμπύλη της Εικόνας 1-1). Η ψηφιοποίηση αποτελεί το στάδιο αλληλοεπικάλυψης, στο οποίο η υπάρχουσα τεχνολογία χρησιμοποιείται για τη δημιουργία διαλειτουργικών ψηφιακών λύσεων ολοκληρωμένων επιχειρηματικών πακέτων, με σκοπό την αύξηση της αποτελεσματικότητας και της απόδοσης (μπλε καμπύλη της Εικόνας 1).



*Εικόνα 1-1: Καμπύλη S της εξελισσόμενης τεχνολογίας (Hermansson & Sylén 2016)*

Παρόλο που είναι γνωστό ότι η εξέλιξη της τεχνολογίας ωθεί τις εταιρείες σε αλλαγές επιχειρηματικών στρατηγικών και λειτουργιών, οι αλλαγές αυτές είναι σταθερές και τείνουν να εκπληρώσουν τους μακροπρόθεσμους στόχους και να δημιουργήσουν προϋποθέσεις βιωσιμότητας για τις εταιρείες.

Η ραγδαία εξέλιξη στον τομέα των ψηφιακών τεχνολογιών έχει αναδείξει πλήθος αναδυόμενων τεχνολογιών, που είναι ικανές να βελτιώσουν τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, όπως το Big Data, η ανάλυση δεδομένων (data analytics), το Διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things –IoT), η τεχνητή νοημοσύνη (artificial intelligence - AI), η υπολογιστική νέφος (cloud computing), το blockchain, η μηχανική μάθηση (machine learning) και πολλές άλλες. Κοινός παρονομαστής όλων αυτών των ψηφιακών τεχνολογιών είναι η προσφορά διάφορων δυνατοτήτων ενίσχυσης των εφοδιαστικών αλυσίδων των επιχειρήσεων. Για παράδειγμα, η αυτοματοποίηση των υπολογιστικών διεργασιών (robotic process automation) έχει ψηφιοποιήσει το 50-80% των διαδικασιών οργανωτικής υποστήριξης (back-office processes) σε πολλές βιομηχανίες (Kedziora & Kiviranta 2018). Η τεχνητή νοημοσύνη

μπορεί να αυξήσει τόσο τα κέρδη παραγωγής όσο και την ποιότητα. Το blockchain είναι ικανό να φέρει επανάσταση στη γραφειοκρατία, παρέχοντας επιτυχημένες εφαρμογές, που ήδη έχουν αρχίσει να εφαρμόζονται σε πολλούς τομείς, όπως για παράδειγμα ο χρηματοπιστωτικός τομέας (Ganne 2018). Σύμφωνα με τους Alicke και συν. (2017), οι ψηφιακές τεχνολογίες, επίσης, αναμένεται τα επόμενα χρόνια να μειώσουν το λειτουργικό κόστος κατά 30% και τις απώλειες πωλήσεων και αποθεμάτων έως και 75%. Ταυτόχρονα, η εφαρμογή τους θα φέρει μεγαλύτερη ευελιξία στις εφοδιαστικές αλυσίδες.

Οι ψηφιακές τεχνολογίες σήμερα αποτελούν σημαντικά εργαλεία για τη διατήρηση βιώσιμων συμμαχιών και τη δημιουργία δικτύων αξίας με άλλες εταιρείες και φορείς, καθώς στη σύνθετη ψηφιακή αγορά είναι σχεδόν αδύνατη η επιτυχία ή η παροχή επαρκών υπηρεσιών χωρίς αυτές (Pagani & Pardo 2017). Επιπλέον, οι ψηφιακές τεχνολογίες μετασχηματίζουν τη δομή των κοινωνικών εταιρικών σχέσεων, τόσο από εταιρικής όσο και πελατειακής άποψης, λόγω της ολοένα αυξανόμενης ενσωμάτωσης παραγωγής προϊόντων και παροχής υπηρεσιών. Ως εκ τούτου, ο διαχωρισμός των επιχειρήσεων από τις υποδομές των πληροφοριακών συστημάτων τους γίνεται ολοένα και δυσκολότερος (Cascio & Montealegre 2016). Επομένως, αν οι επιχειρήσεις επιθυμούν μελλοντική επιτυχία, οι ψηφιακές τεχνολογίες είναι ζωτικής σημασίας γι' αυτές.

## 1.2 Σκοπός της πτυχιακής εργασίας

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αφορά μια βιβλιογραφική επισκόπηση σχετικά με τον ψηφιακό μετασχηματισμό των επιχειρηματικών εφοδιαστικών αλυσίδων.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι ο προσδιορισμός της συνολικής κατάστασης της ψηφιοποίησης των εφοδιαστικών αλυσίδων των επιχειρήσεων, ο τρόπος διαχείρισης του ψηφιακού μετασχηματισμού, η παρουσίαση των ψηφιακών τεχνολογιών που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε αυτόν τον μετασχηματισμό και η ανάλυση των ωφελειών και των προκλήσεων των τεχνολογιών αυτών.

Οι βασικές τεχνολογίες που έχουν επιλεγεί να παρουσιαστούν, είναι οι εξής: Cloud Computing, Mobile Solutions, Big Data, Data Analytics, Artificial Intelligence (AI), Machine Learning (ML), Robots - Chatbots, Blockchain, Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR), Wearables, 5G, Internet of Things (IoT), Voice Personal Assistants, GIS, GPS και RFID.

Κατά τη βιβλιογραφική επισκόπηση θα χρησιμοποιηθεί κατά κόρο διεθνής βιβλιογραφία. Για την αναζήτηση της βιβλιογραφίας θα χρησιμοποιηθούν οι βάσεις δεδομένων Google Scholar, Business Source Complete (EBSCO), ABI inform and Scopus, JSTOR, Emerald Insight, ELSEVIER Scopus και ELSEVIER ScienceDirect, όσο και ανασκοπήσεις από διάφορες μελέτες, άρθρα και πηγές μέσω του Διαδικτύου.



## 1.3 Δομή της πτυχιακής εργασίας

Στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής εργασίας, για την βιβλιογραφική επισκόπηση σχετικά με τον ψηφιακό μετασχηματισμό των επιχειρηματικών εφοδιαστικών αλυσίδων, επιλέχθηκε η ακόλουθη δομή.

Στο κεφάλαιο 2 δίνεται μια γενική περιγραφή και ανάλυση της έννοιας του ψηφιακού μετασχηματισμού, εστιάζοντας στα στοιχεία, στους παράγοντες, στις επιδράσεις και στην ανάγκη εφαρμογής του.

Στο κεφάλαιο 3 δίνεται μια ανάλυση της ψηφιακής εφοδιαστικής αλυσίδας, όπως αυτή διαμορφώνεται μετά την εφαρμογή του ψηφιακού μετασχηματισμού στις επιχειρήσεις. Επίσης, θα παρουσιαστεί η θεωρία της εφοδιαστικής αλυσίδας καθώς και οι λόγοι για τους οποίους μια εταιρεία θα αποσκοπούσε στον ψηφιακό μετασχηματισμό της.

Το κεφάλαιο 4 ασχολείται με τη χρήση του cloud computing στην εφοδιαστική αλυσίδα μιας εταιρίας. Μετά την σύντομη περιγραφή της τεχνολογίας, παρουσιάζονται ο ψηφιακός μετασχηματισμός, η επίδραση, αλλά και οι προκλήσεις από την υιοθέτηση του υπολογιστικού νέφους στην εφοδιαστική αλυσίδα.

Στο κεφάλαιο 5 παρουσιάζεται η χρήση των mobile solutions στην εφοδιαστική αλυσίδα. Πιο συγκεκριμένα γίνεται αναφορά στην εξέλιξη των mobile συσκευών και τεχνολογιών, η χρήση των mobile solutions στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς και οι εφαρμογές των mobile τεχνολογιών στις εφοδιαστικές αλυσίδες.

Το κεφάλαιο 6 αρχικά δίνει μια γενική παρουσίαση των τεχνολογιών Data analytics και Big Data, ενώ στη συνέχεια ασχολείται με τη χρήση του συνδυασμού τους, τα Big Data analytics, στην εφοδιαστική αλυσίδα των επιχειρήσεων.

Στο κεφάλαιο 7 παρουσιάζεται μια σχετική ανάλυση της τεχνολογίας Artificial Intelligence (AI) αλλά και συναφών τεχνολογιών, όπως οι Machine Learning (ML), Deep Learning (DL) και Robotic Process Automation (RPA ή Robotics) καθώς μια γενική παρουσίαση της χρήσης της τεχνολογίας AI στις εφοδιαστικές αλυσίδες των επιχειρήσεων.

Το κεφάλαιο 8 ασχολείται με την τεχνολογία blockchain. Μετά τη σύντομη περιγραφή της τεχνολογίας, της ανάλυση της έννοιας της, την ανάδειξη των βασικών χαρακτηριστικών και την περιγραφή της λειτουργίας της, παρουσιάζονται οι πιθανοί τρόποι εφαρμογής του blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα, τα οφέλη της αλλά και οι προκλήσεις που αντιμετωπίζει στην πλήρη υιοθέτησή της.

Στο κεφάλαιο 9 παρουσιάζεται η χρήση των τεχνολογιών AR και VR στην εφοδιαστική αλυσίδα. Μετά μια σύντομη αναφορά στην ανάλυση των τεχνολογιών παρουσιάζονται η επίδραση και οι πιθανές χρήσεις των τεχνολογιών στα πλαίσια της εφοδιαστικής αλυσίδας, αλλά και τα οφέλη και οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν για την πλήρη υιοθέτησή τους.

Το κεφάλαιο 10 ασχολείται με τη χρήση και την εφαρμογή της τεχνολογίας των wearables στις εφοδιαστικές αλυσίδες, αφού πρώτα γίνεται μια παρουσίαση των wearable συσκευών και των αισθητήρων που χρησιμοποιούνται.

Στο κεφάλαιο 11 παρουσιάζεται το IoT, μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία που ακόμα όμως βρίσκεται στο στάδιο του σχεδιασμού. Μετά την ανάλυση του ορισμού της τεχνολογίας και την παρουσίαση των εμπλεκόμενων τεχνολογιών αλλά και των χαρακτηριστικών και της αρχιτεκτονικής του IoT, γίνεται μια αναφορά στην πιθανή επίδραση της χρήσης της τεχνολογίας στην εφοδιαστική αλυσίδα. Το κεφάλαιο κλείνει με την παρουσίαση των ωφελειών και των προκλήσεων της χρήσης αυτής.

Το κεφάλαιο 12 είναι αφιερωμένο στην επίσης αναπτυσσόμενη τεχνολογία της πέμπτης γενιάς ασύρματων δικτύων (5G). Το κεφάλαιο ασχολείται με τις κατηγορίες περιπτώσεων χρήσης του 5G και με τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα 5G, στοιχεία μέσα από τα οποία δίνεται μια σαφής εικόνα της λειτουργίας της τεχνολογίας. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με μια αναφορά στην πιθανή επίδραση της χρήσης του 5G στις εφοδιαστικές αλυσίδες, τόσο άμεσα μέσω της παρουσίασης κάποιων πιθανών εφαρμογών, όσο και έμμεσα μέσω της ανάλυσης της επίδρασης των ασύρματων δικτύων 5G σε άλλες αναδυόμενες ψηφιακές τεχνολογίες οι οποίες χρησιμοποιούνται ήδη στη βιομηχανία των εφοδιαστικών αλυσίδων.

Τέλος, η εργασία ολοκληρώνεται με κάποια συμπέρασμα που προκύπτουν από την ανάλυση όλων των αναδυόμενων ψηφιακών τεχνολογιών που μπορούν να συνεισφέρουν στον ψηφιακό μετασχηματισμό των σύγχρονων εφοδιαστικών αλυσίδων.

## 2 Ψηφιακός μετασχηματισμός

---

Ακαδημαϊκοί και μελετητές χρησιμοποιούν τον ψηφιακό μετασχηματισμό ως μια αμφιλεγόμενη λέξη-κλειδί σε σχέση με τις επιχειρηματικές αλλαγές που επηρεάζονται από τις ψηφιακές τεχνολογίες, αλλά κάποιος σαφής ορισμός δεν έχει υιοθετηθεί σε ευρεία κλίμακα. Έτσι, ενώ στη σύγχρονη βιβλιογραφία η έννοια του ψηφιακού μετασχηματισμού χρησιμοποιείται κατά κόρο, η έννοια αυτή αναλύεται σε πολύ λίγα συγγράμματα. Αντίθετα, οι περισσότερες έρευνες παρουσιάζουν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις μεμονωμένες υποκείμενες τεχνολογίες, οι οποίες συχνά συγκεντρώνονται μέσω περιπτωσιολογικών μελετών. Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα γίνει μια προσπάθεια ανάπτυξης της έννοιας του ψηφιακού μετασχηματισμού, μέσα από τις μελέτες αυτές.

### 2.1 Η έννοια του ψηφιακού μετασχηματισμού

Σήμερα, η τεχνολογία αποτελεί σημαντικότατο παράγοντα ψηφιακού μετασχηματισμού κάθε επιχειρηματικής διαδικασίας. Παρόλα αυτά, ο ψηφιακός μετασχηματισμός δεν αφορά μόνο την τεχνολογική ανασυγκρότηση των δραστηριοτήτων που πραγματοποιούνται εντός μιας συγκεκριμένης επιχείρησης, αλλά επηρεάζει ολόκληρη την οργανωτική δομή της. Κύριος στόχος του ψηφιακού μετασχηματισμού είναι να αλλάξει τον τρόπο σκέψης των μεγάλων επιχειρήσεων, οργανισμών και βιομηχανιών, στην αναζήτηση νέων ευκαιριών στα πλαίσια του σύγχρονου κόσμου της ψηφιοποίησης, εάν δεν θέλουν να χάσουν το προβάδισμα στις αγορές από νεοσύστατες επιχειρήσεις (Schallmo, Williams & Boardman 2017).

Οι Patel και McCarthy (2000) ήταν από τους πρώτους που ανέφεραν την έννοια του ψηφιακού μετασχηματισμού, αλλά ουσιαστικά δεν έδωσαν κάποιον σαφή ορισμό. Μέχρι σήμερα, υπάρχει μικρός αριθμός μελετών που παρέχει έναν ορισμό της έννοιας του ψηφιακού μετασχηματισμού. Η έρευνα των Westerman και συν. (2011) της Capgemini προσδιορίζει τον ψηφιακό μετασχηματισμό ως *“τη χρήση τεχνολογίας για τη ριζική βελτίωση της απόδοσης ή της προσέλκυσης επιχειρήσεων”*. Ομοίως, οι Stolterman και Croon Forst (2006) ορίζουν τον ψηφιακό μετασχηματισμό ως *“οι αλλαγές που προκαλούνται από τη χρήση της ψηφιακής τεχνολογίας σε όλες τις πτυχές της ανθρώπινης ζωής”*. Έχοντας μια τελείως διαφορετική οπτική, οι Lankshear και Knobel (2008) περιγράφουν τον ψηφιακό μετασχηματισμό ως το τελικό επίπεδο του ψηφιακού γραμματισμού (digital literacy). Σε αυτό το επίπεδο, οι ψηφιακές τεχνολογίες ενισχύουν την καινοτομία και τη δημιουργικότητα καθώς και τις σημαντικές αλλαγές στους επαγγελματικούς τομείς αλλά και στους τομείς των γνώσεων (Amla 2017).

Όλοι οι παραπάνω ορισμοί είναι γενικοί από τη φύση τους και δεν συνδέουν τον ψηφιακό μετασχηματισμό με συγκεκριμένες τεχνολογίες και αλλαγές. Ένα στοιχείο που καθίσταται σαφές είναι ότι ο ψηφιακός μετασχηματισμός, λόγω της χρήσης ψηφιακών τεχνολογιών, δεν συνεπάγεται σταδιακές και βαθμιαίες αλλαγές, αλλά

θεμελιώδεις “ρίζοσπαστικές” αλλαγές. Αυτό που καθίσταται επίσης σαφές είναι ότι η χρήση μιας νέας ψηφιακής τεχνολογίας από μια εταιρεία, δεν σημαίνει απαραίτητα ότι η εταιρεία υφίσταται ψηφιακό μετασχηματισμό, δηλαδή μία θεμελιώδη ριζική αλλαγή.

Η έκφραση ριζική αλλαγή είναι αρκετά αυθαίρετη για να καθορίσει αν μια αλλαγή ανήκει σε κάποια μορφή μετασχηματισμού ή όχι. Σε μελέτη τους, οι Lucas και συν. (2013) παρουσιάζουν επτά διαφορετικές παραμέτρους ταξινόμησης των μετασχηματισμών με γνώμονα την τεχνολογία, οι οποίες παρουσιάζονται στον πίνακα 2-1. Με βάση αυτή την μελέτη, μια αλλαγή που πραγματοποιείται με βάση την τεχνολογία μπορεί να θεωρηθεί ότι ανήκει σε κάποια μορφή μετασχηματισμού, μόνο αν τουλάχιστον τρεις από τις παραμέτρους αυτές επηρεάζονται σημαντικά (Lucas και συν. 2013).

**Πίνακας 2-1: Παράμετροι ταξινόμησης μετασχηματισμών με γνώμονα την τεχνολογία (Lucas και συν. 2013)**

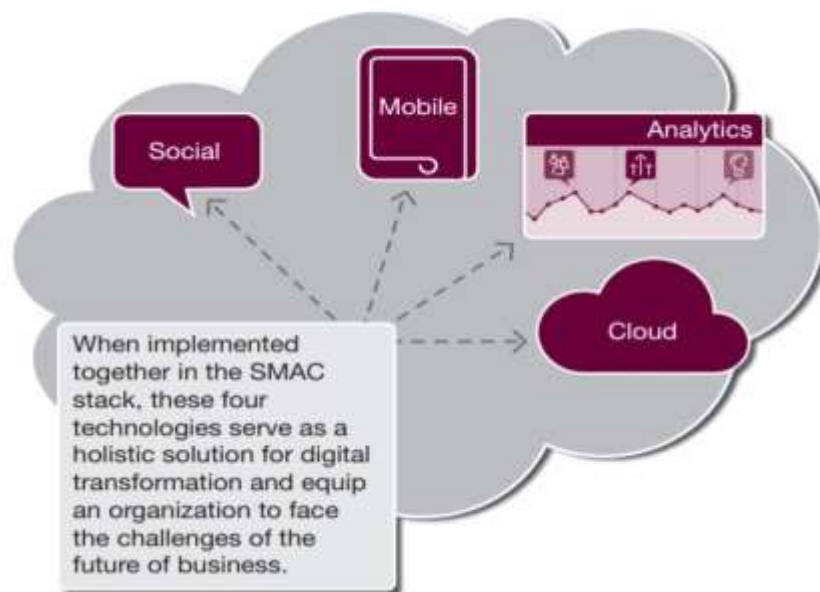
A/A	Παράμετρος	Κατώτατο όριο αλλαγής
1	Διαδικασίες	Το ποσοστό αλλαγής των διαδικασιών μιας επιχείρησης ξεπερνά το 50%
2	Δημιουργία νέων επιχειρήσεων	Το ποσό που δαπανήθηκε υπερβαίνει τα 100 εκατομμύρια δολάρια ή οι διαδικασίες της εταιρείας αλλάζει την καταναλωτική συμπεριφορά τουλάχιστον κατά δύο ώρες την ημέρα
3	Αλλαγή σχέσεων εταιρείας – καταναλωτών	Η αλλαγή της συμπεριφοράς των καταναλωτών ξεπερνά το 50% των πελατών μιας επιχείρησης
4	Αλλαγή των αγορών	Παρατηρείται αλλαγή τουλάχιστον του 50% των πωλητών, που εισέρχονται ή εξέρχονται από μια αγορά
5	Αλλαγή στην εμπειρία των χρηστών	Παρατηρείται αλλαγή καταναλωτικής συμπεριφοράς των χρηστών τουλάχιστον δύο ωρών την ημέρα
6	Αύξηση του αριθμού των καταναλωτών	Οι επιχειρήσεις εξυπηρετούν τουλάχιστον 50% περισσότερους πελάτες.
7	Δυσμενής επίδραση	Εάν ένας ή περισσότεροι ανταγωνιστές αναγκάζονται να λειτουργούν με απώλειες ή να βγουν από την αγορά

Στην ίδια μελέτη επίσης, παρουσιάζονται τρία κριτήρια, βάσει των οποίων, η χρήση μιας τεχνολογίας μπορεί να οδηγήσει σε μετασχηματισμό. Ως πρώτο κριτήριο θεωρείται η θεμελιώδης τροποποίηση των παραδοσιακών τρόπων επιχειρηματικής δραστηριότητας, με επαναπροσδιορισμό των επιχειρησιακών δυνατοτήτων και/ή των επιχειρηματικών διαδικασιών (εσωτερικών ή εξωτερικών) και σχέσεων. Δεύτερο κριτήριο αποτελεί η ενδεχόμενη ενίσχυση στρατηγικών για την απόκτηση νέων δυνατοτήτων ή η εισαγωγή σε νέες αγορές. Τέλος, η παραδειγματική χρήση της τεχνολογίας της πληροφορίας (IT), με σκοπό τη δραματική αλλαγή του τρόπου διεξαγωγής των εργασιών, σηματοδοτεί το τρίτο κριτήριο (Lucas και συν. 2013).

Οι παραπάνω παράμετροι και κριτήρια όχι μόνο παρέχουν ένα ποσοτικό μέτρο για τον προσδιορισμό των αλλαγών μετασχηματισμού, αλλά προσδιορίζουν και τους τομείς στους οποίους οι ψηφιακές τεχνολογίες μπορούν να επηρεάσουν ή να

δημιουργήσουν αλλαγές σε ατομικό, επιχειρηματικό και κοινωνικό επίπεδο (Tolboom 2016).

Οι ψηφιακές τεχνολογίες θεωρούνται συνδυασμοί τεχνολογιών πληροφορίας, πληροφορικής, επικοινωνιών και συνδεσιμότητας (Fitzgerald και συν. 2014). Η εφαρμογή ψηφιακών τεχνολογιών αναφέρεται συχνά ως ψηφιοποίηση. Σε γενικές γραμμές, με τον όρο ψηφιοποίηση εννοείται η δημιουργία διαλειτουργικών συστημάτων μέσω της αξιοποίησης των ψηφιοποιημένων δεδομένων στα νέα συστήματα που αναπτύχθηκαν κατά τις τελευταίες δεκαετίες (Fichman και συν. 2014). Κάτι τέτοιο δημιουργεί νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες σε όλες τις βιομηχανίες και οδηγεί στην ανάπτυξη των εταιρειών. Επίσης, η διατήρηση της ανταγωνιστικότητας μέσω της ταχύτατα μεταβαλλόμενης ψηφιοποίησης αποτελεί πραγματική πρόκληση. Η ψηφιοποίηση προηγείται του ψηφιακού μετασχηματισμού και είναι κάτι που θα πρέπει να πραγματοποιείται επ' αόριστον.



*Εικόνα 2-1: Οι τεχνολογίες SMAC (Jace 2015)*

Σύμφωνα με τους Frank, Roehrig & Pring (2014), η σύγχρονη τεχνολογική κατάσταση αποτελεί ένα σταυροδρόμι μεταξύ της τέταρτης και πέμπτης γενιάς εταιρικών τεχνολογιών IT. Η πέμπτη γενιά εταιρικών τεχνολογιών IT είναι γνωστή με την ορολογία τεχνολογίες SMAC (Social, Mobile, Analytics & Cloud) (Εικ. 2-1). Από τη στιγμή που σε κάθε γενιά ο αριθμός των διασυνδεδεμένων συσκευών αυξάνεται κατά δέκα φορές, το 2020, ο συνολικός αριθμός των διασυνδεδεμένων συσκευών αναμένεται να κυμαίνεται ανάμεσα στα 25 και 50 δισεκατομμύρια (Saarikko, Westergren & Blomquist 2017).

Οι τεχνολογίες SMAC αναγνωρίζονται ως οι αναδυόμενες ψηφιακές τεχνολογίες που υποστηρίζονται από την αφρόκρεμα της IT βιομηχανίας (Capgemini, Cognizant, KPMG και PwC) και που πρόκειται να οδηγήσουν τον επιχειρηματικό κλάδο σε καινοτόμα μονοπάτια (Jace 2015). Η χρήση των εν λόγω τεχνολογιών, αναμένεται επίσης να οδηγήσει σε μεταγενέστερες αλλαγές και να επηρεάσει την κοινωνική αλλά

και την οικονομική ζωή, ως επακόλουθο των σύγχρονων φαινομένων του ψηφιακού μετασχηματισμού (Fitzgerald και συν. 2014).

## 2.2 Στοιχεία ψηφιακού μετασχηματισμού

Η πραγματοποίηση του ψηφιακού μετασχηματισμού μιας επιχείρησης απαιτεί ένα συγκεκριμένο σχέδιο υλοποίησης του, όπως άλλωστε συμβαίνει και σε κάθε άλλη διαδικασία που πρόκειται να επιφέρει ριζικές αλλαγές. Όταν μια εταιρεία αποφασίσει να πραγματοποιήσει ψηφιακή προσαρμογή των δραστηριοτήτων της, είναι σημαντικό να γνωρίζει τα βασικά στοιχεία που μπορούν να βοηθήσουν στον μετασχηματισμό αυτό.

Τα δεδομένα αποτελούν τα κυριότερα στοιχεία οποιασδήποτε επιχείρησης, περιλαμβάνοντας πληροφορίες για τον τρόπο λειτουργίας της. Με την εισαγωγή των υπολογιστών ως αναπόσπαστο κομμάτι της λειτουργικής ικανότητας των επιχειρήσεων, η σύγχρονη επικρατούσα τάση αφορά την αποθήκευση των ψηφιακών δεδομένων. Τα δεδομένα αυτά, εκτός από τη λειτουργία μια εταιρείας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στη διαχείριση καθώς και στην παρακολούθηση των παραγόμενων προϊόντων. Παραδοσιακά, τα δεδομένα αποθηκεύονταν σε αρχεία, αν και η καινούρια τάση είναι να αποθηκεύονται με ψηφιακή μορφή σε βάσεις δεδομένων. Η χρήση των ψηφιακών βάσεων δεδομένων ενισχύθηκε από την υιοθέτηση των τεχνολογιών IT. Στις σύγχρονες πολυεθνικές εταιρείες ο όγκος των δεδομένων είναι τόσο μεγάλος που αναζητούνται νέοι τρόποι ψηφιακής διαχείρισής τους (Keshab 2018).

Η ψηφιοποίηση ουσιαστικά αποτελεί το μετασχηματισμό οντοτήτων οποιασδήποτε μορφής, όπως έγγραφα, εικόνες ή ήχος, σε δυαδική. Σε μια επιχείρηση, η διαδικασία της ψηφιοποίησης δεν αντικαθιστά πλήρως τα πρωτότυπα έγγραφα, αλλά τα αποθηκεύει σε ψηφιακή μορφή για περαιτέρω πρόσβαση και υπολογιστική χρήση. Περιλαμβάνει επίσης την αυτοματοποίηση των προϋπαρχόντων εγχειριδίων και των διαδικασιών που βασίζονται σε αρχεία, τα οποία υποστηρίζονται από την ψηφιοποίηση της ροής πληροφοριών που είναι σε ψηφιακή μορφή (I-SCOOP 2018).

Από τη στιγμή που ως ψηφιοποίηση μπορεί να θεωρηθούν όλες οι αλλαγές που σχετίζονται με την εφαρμογή της ψηφιακής τεχνολογίας σε όλες τις πτυχές της ανθρώπινης κοινωνίας, όπως επίσης και η δυνατότητα μετατροπής υφιστάμενων προϊόντων ή υπηρεσιών σε ψηφιακές παραλλαγές που προσφέρουν έτσι πλεονεκτήματα έναντι των απτών προϊόντων (Gassmann και συν. 2014), προκύπτει το συμπέρασμα ότι η ψηφιοποίηση αποτελεί το πρώτο βήμα του ψηφιακού μετασχηματισμού.

Οι περισσότερες επιχειρήσεις βιώνουν την εμπειρία των πελατών τους μέσω της κουλτούρας που έχουν. Η βελτίωση των λειτουργιών μιας επιχείρησης γίνεται πάντα με γνώμονα τη διατήρηση σε υψηλά επίπεδα του λόγου αποδοτικότητας έναντι κόστους, καθώς και τη διατήρηση της ανταγωνιστικότητας στην αγορά λόγω της αύξησης του αριθμού των ανταγωνιστών. Ως εκ τούτου, ένας από τους σπουδαιότερους

παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη είναι η δυνατότητα ικανοποίησης των προσδοκιών των πελατών. Ο ψηφιακός μετασχηματισμός μιας εταιρείας εισάγει απλότητα και ευελιξία στην καταναλωτική εμπειρία, καθώς μειώνει τις πολυπλοκότητες που συνδέονται με την επίτευξή της (Fitzgerald και συν. 2014).

Η βελτιστοποίηση της ροής εργασίας αποτελεί επίσης ένα κρίσιμο στοιχείο του ψηφιακού μετασχηματισμού, καθώς ουσιαστικά δείχνει στην εταιρεία τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να εφαρμοστεί. Ο ψηφιακός μετασχηματισμός των επιχειρήσεων θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτυγχάνεται αύξηση της καινοτομίας χωρίς όμως να παρατηρείται απόκλιση από τις βασικές λειτουργικές διαδικασίες της εταιρείας. Η βελτιστοποίηση της επιχειρηματικής διαδικασίας οδηγεί σε οφέλη, όπως η ενίσχυση της συλλογής δεδομένων πελατών, η μείωση του κόστους των εργαζομένων και η αύξηση του όγκου των πωλήσεων (Keshab 2018).

Οι ανάγκες των πελατών και των καταναλωτών είναι αυτές που κατευθύνουν τις επιχειρήσεις στην καινοτομία. Οι όποιες όμως καινοτόμες αποφάσεις παρθούν από μια εταιρεία θα είναι βραχύβιες, αν δεν είναι σωστά οργανωμένες. Η ικανότητα υποστήριξης όλων των προσδοκιών των πελατών αυξάνει επίσης την ανταγωνιστικότητα των επιχειρήσεων. Για το λόγο αυτό, οι εταιρείες θα πρέπει να κατανοούν τη διαδικασία των επιχειρηματικών αλλαγών, να είναι σε θέση να μεταφράζουν τα δεδομένα σε γνώση καθώς επίσης και να μπορούν να συνδέουν τη χρήση των νέων τεχνολογιών με τις επιχειρηματικές αξίες (Keshab 2018).

## **2.3 Παράγοντες που οδηγούν στον ψηφιακό μετασχηματισμό**

Οι επιχειρήσεις έχουν την ανάγκη να συμβαδίζουν με τις ψηφιακές εξελίξεις του κλάδου στον οποίο λειτουργούν. Ο ψηφιακός μετασχηματισμός συχνά προκαλείται από τις μεταβαλλόμενες συμπεριφορές και προσδοκίες των πελατών, αλλά και από τις αλλαγές στο ανταγωνιστικό τοπίο. Οι οργανισμοί αντιμετωπίζουν συχνά νέες προκλήσεις και θα πρέπει να βρίσκονται σε ένα συνεχή ανταγωνισμό με ένα διευρυνόμενο φάσμα ανταγωνιστών. Επιπλέον, οι εταιρείες δέχονται πίεση για ψηφιακό μετασχηματισμό λόγω της εμφάνισης ψηφιακής προόδου από τους ανταγωνιστές, των νεοεισερχόμενων στην αγορά εταιρειών με προοδευτικά ψηφιακά επιχειρηματικά μοντέλα και της γενικότερης τεχνολογικής προόδου, που με τη σειρά της ωθεί τις εταιρείες να συμμετάσχουν σε κάποιου είδους οργανωτικό μετασχηματισμό. Επίσης, κάποιες εταιρείες αντιμετώπισαν κανονιστικές αλλαγές (regulatory changes), οι οποίες τελικά τις ανάγκασαν να ξανασκεφτούν τον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν και τις οδήγησαν στο μετασχηματισμό της οργάνωσής τους (Osmundsen, Iden & Bygstad 2018).

Οι παράγοντες που μπορούν να οδηγήσουν μια επιχείρηση σε ψηφιακό μετασχηματισμό μπορούν να ταξινομηθούν και να διαχωριστούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες: την τεχνολογική καινοτομία, την παγκοσμιοποίηση και την οικονομική πίεση δημιουργίας αξίας μέσω τυποποίησης και βιωσιμότητας.

Η τεχνολογική καινοτομία αποτελεί σημαντικότερο παράγοντα ψηφιακού μετασχηματισμού μιας εταιρείας. Καθώς η τεχνολογία αλλάζει ταχέως, οι συμπεριφορές των ανθρώπων, των εταιρειών αλλά και η δομή της αγοράς, μεταβάλλονται συνεχώς. Η εισαγωγή των mobile τεχνολογιών αλλά και του Διαδικτύου των πραγμάτων (IoT) θα ενισχύσει την απόδοση των επιχειρήσεων, αν η ενσωμάτωσή τους γίνει σωστά. Η συνεχώς αυξανόμενη χρήση του Διαδικτύου από τους καταναλωτές έχει αλλάξει τον τρόπο αγοράς και πώλησης προϊόντων και υπηρεσιών, καθώς και της κατανάλωσης, δημιουργώντας το φαινόμενο που είναι γνωστό με τον όρο “Uberification”: *η οικονομική δραστηριότητα που δημιουργείται από τις εταιρείες τεχνολογίας οι οποίες ικανοποιούν τη ζήτηση των καταναλωτών μέσω της άμεσης παροχής αγαθών και υπηρεσιών* (Henriette, Feki & Boughzala 2016).

Η τεχνολογική καινοτομία έχει μεγάλο αντίκτυπο στην στρατηγική των επιχειρήσεων, καθώς θα πρέπει να έρθουν αντιμέτωπες με ένα ιδιαίτερα προκλητικό περιβάλλον, ώστε να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις των πελατών. Πράγματι, οι επιχειρήσεις πρέπει, αφενός, να αντιμετωπίσουν τις νέες αναδυόμενες ψηφιακές τεχνολογίες που έχουν αναστατώσει σε βάθος τους παραδοσιακούς τομείς της αγοράς. Από την άλλη, θα πρέπει να είναι σε θέση να προσαρμοστούν στις απαιτήσεις των καταναλωτών, με γρήγορο και εξατομικευμένο τρόπο, καθώς η τεχνολογική καινοτομία, τους έχει καταστήσει πιο ενημερωμένους σχετικά με τις προσφορές της αγοράς, αλλά και πραγματική πρόκληση από τη στιγμή που πλέον είναι εκείνοι που επιβάλλουν τους κανόνες του ανταγωνισμού στην αγορά (Hilty 2011).

Η παγκοσμιοποίηση μπορεί να θεωρηθεί ως δεύτερος σημαντικός παράγοντας ώθησης των επιχειρήσεων προς τον ψηφιακό μετασχηματισμό. Η έντονη χρήση νέων τεχνολογιών όπως οι έξυπνες κινητές συσκευές και η παγκόσμια χρήση των κοινωνικών δικτύων, έχουν δημιουργήσει την ανάγκη εύρεσης τεχνολογικών λύσεων σε όλους τους τομείς. Το γεγονός ότι το επίπεδο των απαιτήσεων δεν είναι το ίδιο αλλά ποικίλλει από πελάτη σε πελάτη, οφείλεται στο ότι το επίπεδο αλληλεπίδρασης με την τεχνολογία του καταναλωτικού κοινού δεν είναι το ίδιο. Οι πελάτες της “ψηφιακής γενιάς” που είναι εξοικειωμένοι με την ασταμάτητη (24 ώρες το 24ωρο, 7 ημέρες την εβδομάδα) πρόσβαση στο Διαδίκτυο διαφέρουν από την παραδοσιακή προσέγγιση των πελατών που ήταν συνηθισμένοι στην πρόσωπο με πρόσωπο επικοινωνία με τις επιχειρήσεις (Reimer, Rutz & Pauwels 2014). Αυτή η διαφοροποίηση των πελατών μπορεί να εξομαλυνθεί μέσω της χρήσης των αναδυόμενων ψηφιακών τεχνολογιών.

Η εξέλιξη τεχνολογιών, όπως το cloud computing, το IoT και οι τεχνολογίες 5G, είναι τόσο γρήγορη που η χρήση τους έχει αντίκτυπο σε όλους τους οικονομικούς, κοινωνικούς και οικολογικούς παράγοντες σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι αλλαγές είναι πολλές και μεγάλες, και μπορούν να φανούν παντού. Ο ψηφιακός μετασχηματισμός, φέρνοντας νέους τρόπους προσέγγισης των αγορών, δημιουργώντας μεγαλύτερα έσοδα για τις επιχειρήσεις και ενισχύοντας την εμπειρία των πελατών, μπορεί να δημιουργήσει μεγαλύτερο αντίκτυπο στην κοινωνία, ακόμα και από αυτόν που παρατηρήθηκε στη βιομηχανική επανάσταση.



Οι εταιρείες μετατρέπονται ολοένα και περισσότερο από πολυεθνικές σε πραγματικά παγκόσμιες επιχειρήσεις. Η ψηφιακή τεχνολογία, σε συνδυασμό με την ολοκληρωμένη πληροφόρηση, επιτρέπει στις επιχειρήσεις να αποκτήσουν παγκόσμιες συνεργασίες, διατηρώντας παράλληλα την τοπική απόκριση. Αυτές οι εταιρείες επωφελούνται από τις παγκόσμιες κοινές υπηρεσίες για τη χρηματοδότηση, το ανθρώπινο δυναμικό κ.α.. Οι παγκόσμιες κοινές υπηρεσίες προάγουν την αποτελεσματικότητα και μειώνουν τον κίνδυνο. Προωθούν ακόμη την παγκόσμια ευελιξία. Για παράδειγμα, η παραγωγή μπορεί να μετατοπιστεί σε οποιοδήποτε μέρος του πλανήτη μέσα σε λίγες μόνο ημέρες, λόγω της τοπικής υπερβολικής ζήτησης (Westerman, Bonnet & McAfee 2014).

Η οικονομική πίεση δημιουργίας αξίας μέσω τυποποίησης και βιωσιμότητας, αποτελεί έναν ακόμα παράγοντα στροφής των εταιρειών προς τον ψηφιακό μετασχηματισμό. Κύριος στόχος μιας επιχείρησης είναι η δημιουργία κέρδους από την ικανοποίηση των απαιτήσεων του πελάτη. Ταυτόχρονα, η δημιουργία κέρδους θα είναι πιο βιώσιμη όσο η επιχείρηση τηρεί τους κανόνες που αφορούν την προστασία του περιβάλλοντος. Αυτό σημαίνει, ότι θα πρέπει να λειτουργεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μειώσει το αποτύπωμα άνθρακα, αυξάνοντας τη βιωσιμότητα με ελάχιστο κόστος για υψηλότερα κέρδη. Ορισμένες εταιρείες, όπως η GE, η Wal-Mart και η Cummins Engine, ασχολούνται με την αλλαγή του κλίματος για κερδοφόρες στρατηγικές ενίσχυσης της αξίας. Η έννοια του Green IT, η οποία ασχολείται με τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και την αειφόρο ανάπτυξη, έχει μεγάλο κοινωνικό αλλά και επιχειρηματικό αντίκτυπο, καθώς απαιτεί την τυποποίηση των θέσεων εργασίας και των υπηρεσιών (Herzog, Lefèvre & Pierson 2015).

Η σύγχρονη χρήση των τεχνολογιών IT έχουν αντίκτυπο στο περιβάλλον, το οποίο μπορεί να ταξινομηθεί σε τρία κυρίως επίπεδα (Hilty 2011):

- **“Πρώτης τάξης”/“πρωτογενής επίδραση”**: Προκαλείται από τη φυσική παρουσία των ΤΠΕ, (π.χ. παραγωγή, χρήση, ανακύκλωση και αποκομιδή hardware υλικού)
- **“Δεύτερης τάξης”/“δευτερογενής επίδραση”**: Έμμεσα προκαλούμενες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις ΤΠΕ που οφείλονται στον τρόπο αλλαγής των διαδικασιών παραγωγής και κατανάλωσης
- **“Τρίτης τάξης”/“τριτογενής επίδραση”**: Περιβαλλοντικές επιδράσεις της μέσης ή μακράς διάρκειας υιοθέτησης συμπεριφορών κατανάλωσης και οικονομικών δομών που δημιουργούνται από την ύπαρξη των ΤΠΕ και των υπηρεσιών που παρέχουν

Ο τρόπος με τον οποίο η κοινωνία χρησιμοποιεί την τεχνολογία αλλά και τα χρησιμοποιούμενα είδη τεχνολογίας αλλάζουν ταχύτατα. Η ευρεία χρήση των φορητών συσκευών και η άμεση πρόσβαση των καταναλωτών σε δεδομένα, έχουν εξαλείψει τους ενδιάμεσους προμηθευτές στην αλυσίδα αξιών.

## 2.4 Επιδράσεις του ψηφιακού μετασχηματισμού

Στη βιβλιογραφία, οι μελέτες που περιγράφουν τις επιδράσεις του ψηφιακού μετασχηματισμού, από τη συνδυασμένη εφαρμογή των τεχνολογιών SMAC, είναι λιγοστές, ενώ καμία από αυτές δεν κάνει αναφορά στις επιδράσεις αυτές, ιδιαίτερα για τον επιχειρηματικό κλάδο. Αντίθετα, υπάρχει μεγάλος αριθμός μελετών που επικεντρώνεται στις επιπτώσεις που μπορεί να έχει η ξεχωριστή εφαρμογή κάθε μιας από τις τεχνολογίες αυτές, σε επιχειρήσεις και οργανισμούς. Για παράδειγμα, οι μελέτες των Li (2015), Piccinini, Gregory & Kolbe (2015) και Westerman, Bonnet & McAfee (2014), ασχολούνται με τις επιδράσεις που έχει ο ψηφιακός μετασχηματισμός εταιρειών, επιχειρήσεων και οργανισμών στις αλλαγές της ζήτησης και της συμπεριφοράς των πελατών, καθώς και στις επιχειρηματικές αποκρίσεις στις αλλαγές αυτές.

### 2.4.1 Αλλαγή της ζήτησης και συμπεριφοράς των πελατών

Η ενσωμάτωση κάθε είδους ψηφιακής τεχνολογίας στην καθημερινότητα είναι ένα γεγονός που δεν χωρά καμία αμφισβήτηση. Στη σύγχρονη εποχή, όλα τα συστήματα και τα δίκτυα που χρησιμοποιούνται καθημερινά, περιλαμβάνουν ένα συνδυασμό τεχνολογιών IT, που τείνουν να οδηγήσουν στη δημιουργία ενός κόσμου που αποκτά ολοένα και περισσότερο μεγαλύτερη εμπειρία στην τεχνολογία των πληροφοριών. Αυτός ο τρόπος διαβίωσης έχει άμεση επίδραση στους τρόπους επικοινωνίας και κατανάλωσης. Επομένως, η ζήτηση και η συμπεριφορά των καταναλωτών αλλάζει, στοιχεία που είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με την αλλαγή των σχέσεων μεταξύ καταναλωτών και παραγωγών (Schallmo, Williams & Boardman 2017).

Η ενημέρωση των καταναλωτών αυξάνεται σημαντικά λόγω της συνεχώς αυξανόμενης προσβασιμότητας τους στο Διαδίκτυο, καθώς και της καθολικής διαθεσιμότητας προϊόντων και υπηρεσιών μέσω ψηφιακών συσκευών, ανά πάσα στιγμή και οπουδήποτε. Για τους λόγους αυτούς, οι πελάτες πλέον είναι σε θέση να γνωρίζουν το ποια προϊόντα και υπηρεσίες είναι διαθέσιμα, καθώς και τις τιμές και τα χαρακτηριστικά τους, στοιχεία που επηρεάζουν τις αποφάσεις απόκτησης και αγοράς τους. Οι καταναλωτές επίσης έχουν όλα τα κατάλληλα εφόδια ανάπτυξης της ψηφιακής αγοραστικής τους ικανότητας, καθώς είναι σε θέση να αξιολογήσουν και να αγοράσουν προϊόντα και υπηρεσίες στο διαδίκτυο χωρίς να ζητήσουν τη γνώμη μεσαζόντων (Tolboom 2016).

Επιπλέον, παρατηρείται ένας “εκδημοκρατισμός του περιεχομένου”, καθώς οι πληροφορίες δεν ελέγχονται πλέον από οργανισμούς και διανέμονται αποκλειστικά στους καταναλωτές μέσω εμπορικών διαύλων. Η αντίληψη των πελατών επηρεάζεται επίσης από το περιεχόμενο που παράγουν οι ίδιοι οι πελάτες, μέσω κριτικών και ιστολογίων, που είναι σε κοινή χρήση μέσω ψηφιακών μέσων κοινωνικής δικτύωσης. Η ανταλλαγή τέτοιων πληροφοριών μεταξύ των πελατών έχει όλο και μεγαλύτερη επιρροή και σημασία (Aral, Dellarocas & Godes 2013).

Ο συνδυασμός όλων των παραπάνω δεδομένων έχει ως αποτέλεσμα, την αλλαγή των σχέσεων και της αλληλεπίδρασης μεταξύ εταιρειών και καταναλωτών (Piccinini, Gregory & Kolbe 2015). Οι προσδοκίες των καταναλωτών έναντι των επιχειρήσεων έχουν αλλάξει, επιθυμώντας την ευελιξία επικοινωνίας με τις εταιρείες μέσω διαφόρων καναλιών 24 ώρες το 24ωρο, 7 ημέρες την εβδομάδα, για την παραγγελία προϊόντων, την πραγματοποίηση συναλλαγών αλλά και την αποστολή, λήψη ή παρακολούθηση εμπορευμάτων. Εν ολίγοις, οι καταναλωτές πλέον παρουσιάζουν μεγαλύτερες προσδοκίες όσον αφορά τη χρηστικότητα των προϊόντων και την ευελιξία εταιρειών, επιχειρήσεων και οργανισμών.

## **2.4.2 Επιχειρηματικές αποκρίσεις**

Εταιρίες και επιχειρήσεις θα πρέπει να είναι σε θέση να ανταποκριθούν στις αλλαγές αυτές στη ζήτηση και στη συμπεριφορά των πελατών. Φυσικά κάτι τέτοιο απαιτεί την ένταξη του ψηφιακού μετασχηματισμού στο σχεδιαστικό προγραμματισμό εξέλιξης των εταιρειών. Ο ψηφιακός αυτός μετασχηματισμός που θα πραγματοποιηθεί με χρήση των τεχνολογιών SMAC, αναγκαστικά θα προκαλέσει πολλές και μεγάλες αλλαγές, όχι μόνο στις επιχειρηματικές λειτουργίες και διεργασίες αλλά και στην οργανωτική δομή εταιρειών, επιχειρήσεων και οργανισμών. Οι πιθανές αλλά και οι παρατηρούμενες επιπτώσεις που έχει η εφαρμογή των τεχνολογιών SMAC σε επιχειρήσεις και οργανισμούς, μελετήθηκαν από τον Li (2015), βάσει της μελέτης του οποίου, γίνεται μια αναφορά των επιπτώσεων αυτών.

### **1. Επιπτώσεις σε προϊόντα και υπηρεσίες**

Τα προϊόντα και οι υπηρεσίες αλλάζουν σε μεγάλο βαθμό. Γίνονται όλο και πιο εξατομικευμένες στις συγκεκριμένες προτιμήσεις των πελατών. Εταιρείες και επιχειρήσεις έρχονται όλο και περισσότερο σε θέση να προωθήσουν νέα προϊόντα και υπηρεσίες και να ενισχύσουν τα υπάρχοντα προϊόντα και υπηρεσίες τους, λόγω της χρήσης ψηφιακών τεχνολογιών. Η δυνατότητα παροχής προσβασιμότητας των παραγόμενων προϊόντων και των παρεχόμενων υπηρεσιών βελτιώνεται μέσω της χρήσης ψηφιακών συσκευών και ψηφιακών καναλιών.

### **2. Επιπτώσεις στην κατηγοριοποίηση των πελατών**

Οι τεχνολογίες ανάλυσης επιτρέπουν στις επιχειρήσεις την καλύτερη κατανόηση της συμπεριφοράς και των αναγκών των πελατών, καθώς και την προθυμία τους να πληρώνουν προμήθεια για ορισμένες προσφορές. Λόγω της βελτίωσης της γνώσης των πελατών πάνω σε παραγόμενα προϊόντα και παρεχόμενες υπηρεσίες, δόθηκε η ευκαιρία στις εταιρείες να δημιουργήσουν κατηγορίες πελατών, γεγονός που επιτρέπει την παροχή διαφορετικών προσφορών σε κάθε κατηγορία και επομένως την καλύτερη απόκριση στις εκάστοτε καταναλωτικές ανάγκες.

### **3. Επιπτώσεις στην αλληλεπίδραση επιχείρησης-πελατών**

Οι αναδυόμενες ψηφιακές τεχνολογίες και η εμφάνιση νέων ψηφιακών διαύλων επικοινωνίας επέτρεψαν την ψηφιακή αλληλεπίδραση μεταξύ πελατών και επιχειρήσεων, γεγονός που άλλαξε ριζικά τη σχέση τους. Η γνώση των καταναλωτών

πάνω σε θέματα προϊόντων και υπηρεσιών βελτιώνεται εξαιτίας της εξελισσόμενης παρουσίας τους στο Διαδίκτυο μέσα από τις καμπάνιες των μέσων κοινωνικής δικτύωσης και του μάρκετινγκ μέσω κινητών συσκευών (mobile marketing). Η επικοινωνία με τον πελάτη βελτιώνεται, εξατομικεύεται και είναι δυνατή μέσω ενός αυξανόμενου αριθμού (κοινωνικών) πλατφορμών. Οι στρατηγικές μάρκετινγκ έχουν βελτιωθεί πολύ λόγω της αυξανόμενης εμπλοκής των πελατών αλλά και της ειδικής στόχευσης σε αυτούς. Οι νέες διεπαφές έχουν οδηγήσει σε νέες διαδικασίες πώλησης και αγοράς, που επιτρέπουν την επιλογή παρακαμπτήριων οδών στα παραδοσιακά κανάλια διανομής. Η ενσωμάτωση των δεδομένων των πελατών στην περίπτωση του διαφημιστικού μάρκετινγκ οδήγησε σε βελτιωμένες και εξατομικευμένες διαδικασίες πωλήσεων, που παρέχουν μια πιο έγκαιρη και ακριβή εξυπηρέτηση πελατών.

#### **4. Επιπτώσεις στα μοντέλα εσόδων**

Οι ψηφιακές τεχνολογίες οδήγησαν τις επιχειρήσεις ώστε να βρουν νέους τρόπους παραγωγής εσόδων. Η αδειοδότηση (πνευματικής) περιουσίας είναι κάτι που γίνεται όλο και πιο δημοφιλές. Η χορήγηση αδειών εκμετάλλευσης είναι αρκετά κερδοφόρα, καθώς τα έξοδα αναπαραγωγής είναι χαμηλά. Έχουν εισαχθεί νέα μοντέλα αμοιβής ανά χρήση, ενώ η αυξανόμενη διαδικτυακή παρουσία των καταναλωτών, αυξάνει το κέρδος από τη διαδικτυακή διαφήμιση. Λόγω της αυξημένης ψηφιακής ικανότητας, ο καταναλωτής δεν χρειάζεται πλέον να συμβουλευτεί μεσάζοντες, κάτι που ενδεχομένως μειώνει τα τέλη διαμεσολάβησης. Η εφαρμογή των αναδυόμενων ψηφιακών τεχνολογιών δεν δημιουργεί αξιοσημείωτες αλλαγές στην πώληση αλλά και στη μίσθωση προϊόντων και υπηρεσιών.

#### **5. Επιπτώσεις στις εσωτερικές διαδικασίες**

Η εφαρμογή των ψηφιακών τεχνολογιών στον επιχειρηματικό κλάδο και η διαδικασία της ψηφιοποίησης επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τις εσωτερικές διαδικασίες εταιρειών και επιχειρήσεων. Η τυποποίηση των διαδικασιών με χρήση ψηφιακών τεχνολογιών καταλαμβάνει υψηλή θέση στην ατζέντα πολλών επιχειρήσεων. Η αυτοματοποίηση των εσωτερικών διαδικασιών, μέσω της ολοκλήρωσης των λειτουργιών και της ψηφιοποίησης διαδικασιών και πληροφοριών, οδηγεί στη βελτίωση της επιχειρησιακής αποδοτικότητας.

#### **6. Επιπτώσεις στις εταιρικές σχέσεις**

Τα οικοσυστήματα λειτουργίας εταιριών, επιχειρήσεων και οργανισμών αλλάζουν με την εμφάνιση νέων διεπαφών, που διευκολύνουν νέους τρόπους αλληλεπίδρασης μεταξύ εταίρων και ανταγωνιστών. Οι εταίροι στις αλυσίδες εφοδιασμού συσπειρώνονται όλο και περισσότερο και οι παγκόσμιες ψηφιακές υπηρεσίες μπαίνουν σε μια φιλοσοφία ενοποίησης και κοινής χρήσης. Η εφαρμογή των νέων αναδυόμενων ψηφιακών τεχνολογιών δημιουργεί επίσης νέους τρόπους συνεργασίας μεταξύ ανταγωνιστών και συμπληρωματικών προμηθευτών.

#### **7. Επιπτώσεις στους πόρους και το κόστος**

Οι τεχνολογίες νέφους δίνουν τη δυνατότητα στις εταιρείες να μπορούν να επιλέγουν ένα, δύο ή ακόμα και τα τρία μοντέλα παροχής υπηρεσιών που προσφέρουν.

Η τάση που έχει επικρατήσει είναι να γίνεται η επιλογή των μοντέλων λογισμικού ως υπηρεσία (Software as a Service – SaaS) και υποδομής ως υπηρεσία (Infrastructure as a Service – IaaS). Οι επιλογές αυτές έχουν ως αποτέλεσμα την επιχειρηματική βελτίωση σε θέματα πόρων και κόστους. Όσον αφορά τους πόρους, έχει παρατηρηθεί μείωση των φυσικών και αύξηση των πνευματικών πόρων. Όσον αφορά το κόστος, οι φθηνότερες και οικονομικότερες λύσεις και το όφελος από την ευρέως εφαρμοζόμενη οικονομία κλίμακας, μπορεί να οδηγήσουν σε μια συνολική μείωση του οργανωτικού και λειτουργικού κόστους. Εκτός από το συναφές χαμηλότερο κόστος, οι ψηφιακές τεχνολογίες επιτρέπουν και την εικονικοποίηση των επιχειρηματικών διαδικασιών. Οι εργαζόμενοι μπορούν να συνεργάζονται και να μοιράζονται τη γνώση μέσω εικονικών πλατφορμών, μειώνοντας έτσι περαιτέρω το κόστος.



*Εικόνα 2-2: Η ψηφιοποίηση ενισχύει τη μετάβαση των στοιχείων των παραδοσιακών εφοδιαστικών αλυσίδων σε δίκτυα DSN (Hanifan, Newberry & Sharma 2014)*

#### **8. Επιπτώσεις στις εφοδιαστικές αλυσίδες**

Οι επιχειρήσεις θα πρέπει να επανεξετάσουν και να επαναπροσδιορίσουν τις εφοδιαστικές αλυσίδες και τη στρατηγική τους, ώστε να επωφεληθούν όσο το δυνατόν περισσότερο από την ψηφιακή τεχνολογία. Πάνω σε αυτό το πλαίσιο, θα πρέπει να δημιουργηθούν ψηφιακά δίκτυα εφοδιασμού (Digital Supply Networks - DSN), τα οποία θα διασφαλίζουν την συνέλιξη των φυσικών και πληροφοριακών ροών με τη χρηματοδότηση (Εικ. 2-2). Πολλές μεγάλες εταιρείες αποτελούνται από μεγάλο αριθμό οντοτήτων, οι οποίες βρίσκονται διασκορπισμένες σε όλα τα μήκη και πλάτη του πλανήτη. Η ψηφιοποίηση αφορά την επανένωση αυτών των οντοτήτων, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ευκαιριών αύξησης των εσόδων των εταιρειών αυτών. Τεχνολογίες όπως τα Big Data, το IoT, το Cloud και η κοινωνική δικτύωση μπορούν να αποτελέσουν το εναρκτήριο σημείο μετασχηματισμού των εφοδιαστικών αλυσίδων και δημιουργίας διασυνδεδεμένων, ευφυών, κλιμακούμενων και γρήγορων ψηφιακών δικτύων.

## **2.5 Ανάγκη ψηφιακού μετασχηματισμού**

Όπως έγινε σαφές από την προηγούμενη ενότητα, ο ψηφιακός μετασχηματισμός έχει αντίκτυπο σε διάφορες πτυχές, με κυριότερες τις επιχειρήσεις, τους εργαζόμενους, το περιβάλλον εργασίας και τους πελάτες/καταναλωτές. Παρόλα αυτά, η αναγκαιότητα υλοποίησης του ψηφιακού μετασχηματισμού στις εταιρίες, επιχειρήσεις και οργανισμούς είναι μεγάλη. Η αναγκαιότητα αυτή μπορεί να αποδειχθεί από τα οφέλη που μπορεί να έχει μια επιχείρηση από τον ψηφιακό μετασχηματισμό (Keshab 2018).

Η βελτίωση της παραγωγικότητας μπορεί να θεωρηθεί ως το μεγαλύτερο όφελος του ψηφιακού μετασχηματισμού μιας επιχείρησης. Η δημιουργία κέρδους αποτελεί το κλειδί για κάθε επιχείρηση. Το μέγιστο κέρδος μπορεί να επιτευχθεί με την παραγωγή προϊόντων στο λιγότερο δυνατό χρόνο και με την μικρότερη δυνατή προσπάθεια. Η εφαρμογή των νέων αναδυόμενων ψηφιακών τεχνολογιών μπορεί να αυξήσει την αποδοτική παραγωγή μειώνοντας την χειροκίνητη εργασία στο ελάχιστο.

Η αύξηση της απόδοσης ως προς το κόστος είναι το δεύτερο όφελος. Οποιοδήποτε προϊόν αποτελείται από διάφορα επιμέρους έξοδα, όπως εξοπλισμό, διαχείριση, απογραφή και πολλά περισσότερα. Η διαχείριση του ψηφιακού μετασχηματισμού συμβάλλει στη βελτιστοποίηση της διαχείρισης αυτού του κόστους και στην καλύτερη επίτευξη της απόδοσης επένδυσης (ROI).

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, τα δεδομένα αποτελούν ένα από τα κυριότερα στοιχεία κάθε επιχείρησης που μπορεί να παράσχουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τη λειτουργία και τα προϊόντα. Η σωστή διαχείριση αυτών των δεδομένων είναι επιτακτική. Η ψηφιακή αποθήκευση των δεδομένων δίνει τη δυνατότητα αποτελεσματικής αποθήκευσης, διαχείρισης και εύκολης πρόσβασης των δεδομένων. Η εφαρμογή του ψηφιακού μετασχηματισμού και η χρήση των νέων αναδυόμενων ψηφιακών τεχνολογιών δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας εικονικού περιβάλλοντος εργασίας, ένα περιβάλλον στο οποίο μπορεί να γίνεται σωστότερη και ευκολότερη διαχείριση των δεδομένων.

Τα ψηφιακά αποθηκευμένα δεδομένα και πληροφορίες είναι προσβάσιμα σε περιορισμένο αριθμό χρηστών, γεγονός που αυξάνει την ασφάλεια των δεδομένων. Με τον τρόπο αυτό, μόνο επιλεγμένα άτομα ή ομάδες ατόμων μπορούν να έχουν κοινή χρήση εμπιστευτικών δεδομένων και εγγράφων, ενώ παράλληλα μπορεί να δημιουργηθεί και περιορισμένη υπό προϋποθέσεις πρόσβαση σε άλλους χρήστες.

Η σημαντικότητα των πληροφοριών είναι τόσο μεγάλη που η απώλεια και η αδυναμία αποκατάστασής τους έχουν ως αποτέλεσμα απώλεια χρημάτων και χρόνου. Η εφαρμογή του ψηφιακού μετασχηματισμού και η χρήση των νέων αναδυόμενων ψηφιακών τεχνολογιών δίνει τη δυνατότητα ασφαλούς αποθήκευσης των πληροφοριών σε online πλατφόρμες.

Η πρόκληση καταστροφής είναι απρόβλεπτη καθώς μπορεί να συμβεί οποιαδήποτε στιγμή και οπουδήποτε. Η ψηφιακή πλατφόρμα μπορεί να αποθηκεύσει τα αιτία πρόκλησης καταστροφών βοηθώντας στη μελλοντική αποτροπή τους.

Ανεξάρτητα από το μέγεθος μιας επιχείρησης, ο ψηφιακός μετασχηματισμός της βοηθάει στη μείωση του κόστους, στην αύξηση της αποδοτικότητας των ροών εργασίας και στην αύξηση της ικανοποίησης των πελατών. Με τον τρόπο αυτό ο ψηφιακός μετασχηματισμός αποτελεί το κλειδί για τη διατήρηση της ανταγωνιστικότητας των εταιρειών στη σύγχρονη ανταγωνιστική αγορά.

Η έννοια των «πράσινων» τεχνολογιών IT ενισχύει την φιλικότητα των εταιρειών προς το περιβάλλον. Η εφαρμογή του ψηφιακού μετασχηματισμού και η χρήση των

νέων αναδύμενων ψηφιακών «πράσινων» τεχνολογιών δίνει τη δυνατότητα ενίσχυσης της βιωσιμότητας των επιχειρήσεων.

## 3 Μετασχηματισμός εφοδιαστικής αλυσίδας

---

Η γενική κατανόηση της έννοιας των εφοδιαστικών αλυσίδων είναι πολύ σημαντική, προκειμένου να γίνει κατανοητός ο μετασχηματισμός και η ψηφιοποίησή τους. Για το λόγο αυτό, στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστεί η θεωρία της εφοδιαστικής αλυσίδας καθώς και οι λόγοι για τους οποίους μια εταιρεία θα αποφάσιζε τον ψηφιακό μετασχηματισμό της.

### 3.1 Εφοδιαστική αλυσίδα

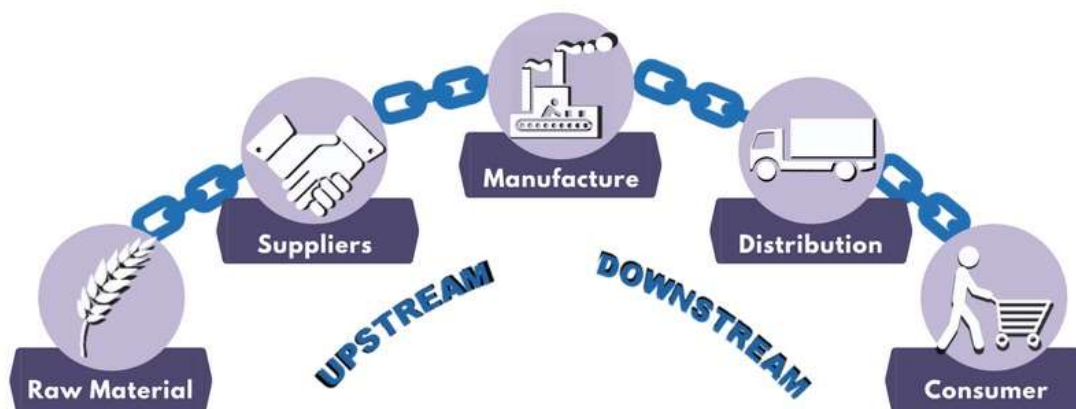
Πολλοί είναι οι παράγοντες που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την ανάλυση και τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζεται μια εφοδιαστική αλυσίδα. Πρώτα απ' όλα, θα πρέπει να γίνει κατανοητή η ίδια η έννοια της εφοδιαστικής αλυσίδας. Σύμφωνα με τους Chopra και Meindl (2016), μια εφοδιαστική αλυσίδα αποτελείται από μέρη που συμμετέχουν στην εξασφάλιση της ικανοποίησης των αιτημάτων των πελατών. Τα μέρη αυτά μπορούν να εμπλέκονται άμεσα ή έμμεσα και δεν περιλαμβάνουν μόνο τους κατασκευαστές και τους προμηθευτές αλλά και τους μεταφορείς, τις αποθήκες, τους λιανοπωλητές και τους πελάτες. Επιπλέον, μια εφοδιαστική αλυσίδα περιλαμβάνει συνεχή ροή πληροφοριών, προϊόντων και κεφαλαίων μεταξύ όλων των διεργασιών της. Στο άκουσμα της λέξης εφοδιαστική αλυσίδα, το μυαλό την ερμηνεύει ως μεταφορά προϊόντων ή προμηθειών μεταξύ προμηθευτών, κατασκευαστών, διανομέων, λιανοπωλητών και πελατών, ωστόσο, και η ροή πληροφοριών και κεφαλαίων είναι εξίσου σημαντική. Οι Corominas και συν. (2015), αναφέρουν ότι η εφοδιαστική αλυσίδα είναι ένα δίκτυο που αποτελείται από συνεργαζόμενες μονάδες με σκοπό την παροχή προϊόντων ή υπηρεσιών σε πελάτες και χρήστες. Ουσιαστικά, όμως, οι εφοδιαστικές αλυσίδες έχουν πιο σύνθετη δομή αφού οι ροές μεταξύ των μονάδων αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι τους. Έτσι, ο κατάλληλος σχεδιασμός μιας εφοδιαστικής αλυσίδας εξαρτάται τόσο από τις ανάγκες των πελατών όσο και από τους ρόλους που έχουν οι διάφορες εμπλεκόμενες μονάδες (Chopra & Meindl 2016).

Οι εφοδιαστικές αλυσίδες αποτελούνται από στάδια στα οποία ένα προϊόν παράγεται από μια πρώτη ύλη και τελικά καταλήγει στα χέρια του πελάτη (MTEC 2017). Τυπικά, μια εφοδιαστική αλυσίδα έχει ως αφετηρία τους προμηθευτές, δηλαδή τις εταιρείες που παρέχουν τις πρώτες ύλες (Εικ. 3-1). Επόμενο στάδιο στην εφοδιαστική αλυσίδα είναι η κατασκευή, δηλαδή η διαδικασία μετατροπής των πρώτων υλών σε προϊόντα που είναι έτοιμα προς πώληση. Το τελευταίο στάδιο είναι η διανομή, που μπορεί να περιλαμβάνει πολλαπλούς μεσάζοντες, όπως χονδρεμπόρους, εμπόρους λιανικής, διανομείς ή και ακόμη και το Διαδίκτυο.

Συχνά, τα διάφορα στάδια μιας εφοδιαστικής αλυσίδας αναφέρονται ως στάδια εισροών (upstream) ή στάδια εκροών (downstream) (MTEC 2017). Οι λειτουργίες



εισροών (upstream operations) είναι εκείνες στις οποίες τα υλικά εισρέουν στην επιχείρηση. Οι λειτουργίες εκροών (downstream operations) είναι εκείνες στις οποίες τα υλικά (κυρίως με τη μορφή τελικών προϊόντων) απορρέουν από την εταιρεία προς τους πελάτες.



*Εικόνα 3-1: Παράδειγμα τοπικής εφοδιαστικής αλυσίδας (MTEC 2017)*

Όλες οι μεγάλες επιχειρήσεις τείνουν να χωρίζονται σε μονάδες που ονομάζονται “οργανωτικές νησίδες” (organizational silos). Οι νησίδες αυτές συχνά βασίζονται σε λειτουργίες, όπως πωλήσεις, παραγγελίες, παραγωγή, προμήθεια, χρηματοδότηση, κλπ. (Srinivasan 2016). Συνήθως ένας τέτοιος τύπος οργανωτικής δομής είναι απαραίτητος για την εταιρεία, αλλά τις περισσότερες φορές η δομή αυτή παραμένει αναλλοίωτη για καθαρά ιστορικούς λόγους. Μια επιχείρηση μπορεί να θεωρηθεί ως μια κοινωνική ρύθμιση που θα πρέπει να επιδιώξει έναν κοινό στόχο. Ωστόσο, οι οργανωτικές νησίδες έχουν την τάση να θέτουν στόχους που παρέχουν εγγενή αξία μόνο για τις ίδιες τις νησίδες και όχι για την επιχείρηση ως σύνολο. Επιπλέον, η έλλειψη επικοινωνίας και συντονισμού μεταξύ των νησίδων μπορεί να τις εμφανίσει ως εμπόδια στην βελτίωση της απόδοσης μιας εταιρείας (García-Peñalvo & Alier Forment 2014). Για το λόγο αυτό, οι García-Peñalvo & Alier Forment (2014) αναφέρουν ότι οι μεγάλες επιχειρήσεις θα πρέπει να μεταβούν από μια διαχείριση που βασίζεται στην οργανωτική δομή των νησίδων, σε συστήματα διαχείρισης. Επιπλέον, από τη στιγμή που ο σχεδιασμός της εφοδιαστικής αλυσίδας, αλλά και οι αποφάσεις σχεδιασμού και λειτουργίας, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην επιτυχία ή την αποτυχία μιας επιχείρησης, για να παραμείνει ανταγωνιστική η επιχείρηση, θα πρέπει να προσαρμόσει τις εφοδιαστικές αλυσίδες της με βάση τις αναδυόμενες τεχνολογίες και τις προσδοκίες των πελατών (Chopra & Meindl 2016).

### **3.2 Στόχος της εφοδιαστικής αλυσίδας**

Σύμφωνα με τους Chopra & Meindl (2016), στόχος κάθε εφοδιαστικής αλυσίδας είναι η μεγιστοποίηση της συνολικής παραγόμενης αξίας. Η αξία που παράγει μια εφοδιαστική αλυσίδα είναι η διαφορά της αξίας για τον πελάτη του τελικού προϊόντος από την προσπάθεια της εφοδιαστικής αλυσίδας να ικανοποιήσει τις ανάγκες του.

Για τις περισσότερες εμπορικές εφοδιαστικές αλυσίδες, η αξία συσχετίζεται με το κέρδος της εφοδιαστικής αλυσίδας, το οποίο αποτελεί τη διαφορά μεταξύ των εσόδων που προκύπτουν από την πώληση ενός προϊόντος ή την παροχή μιας υπηρεσίας στον πελάτη και του συνολικού κόστους λειτουργίας ολόκληρης της εφοδιαστικής αλυσίδας (Hermansson & Sylvén 2016).

Για παράδειγμα, ένας πελάτης που αγοράζει έναν υπολογιστή από την Dell πληρώνει 2.000 ευρώ, ένα ποσό το οποίο αντιπροσωπεύει τα έσοδα που λαμβάνει το σύνολο της εφοδιαστικής αλυσίδας. Όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας έχουν δαπάνες για τη μεταφορά της ροής πληροφοριών, την παραγωγή, αποθήκευση και μεταφορά των συστατικών μερών του προϊόντος, τη μεταφορά κεφαλαίων κ.ο.κ. Η διαφορά μεταξύ των 2.000 ευρώ που κατέβαλε ο πελάτης για την αγορά του υπολογιστή και του συνόλου των δαπανών που πραγματοποιήθηκαν από την εφοδιαστική αλυσίδα για την παραγωγή και τη διανομή του υπολογιστή, αντιπροσωπεύει το κέρδος της αλυσίδας. Το κέρδος αυτό αποτελεί το συνολικό κέρδος που κατανέμεται σε όλα τα μέρη της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η επιτυχία της εφοδιαστικής αλυσίδας μετριέται με βάση το συνολικό κέρδος και όχι με βάση τα κέρδη των μεμονωμένων μερών.

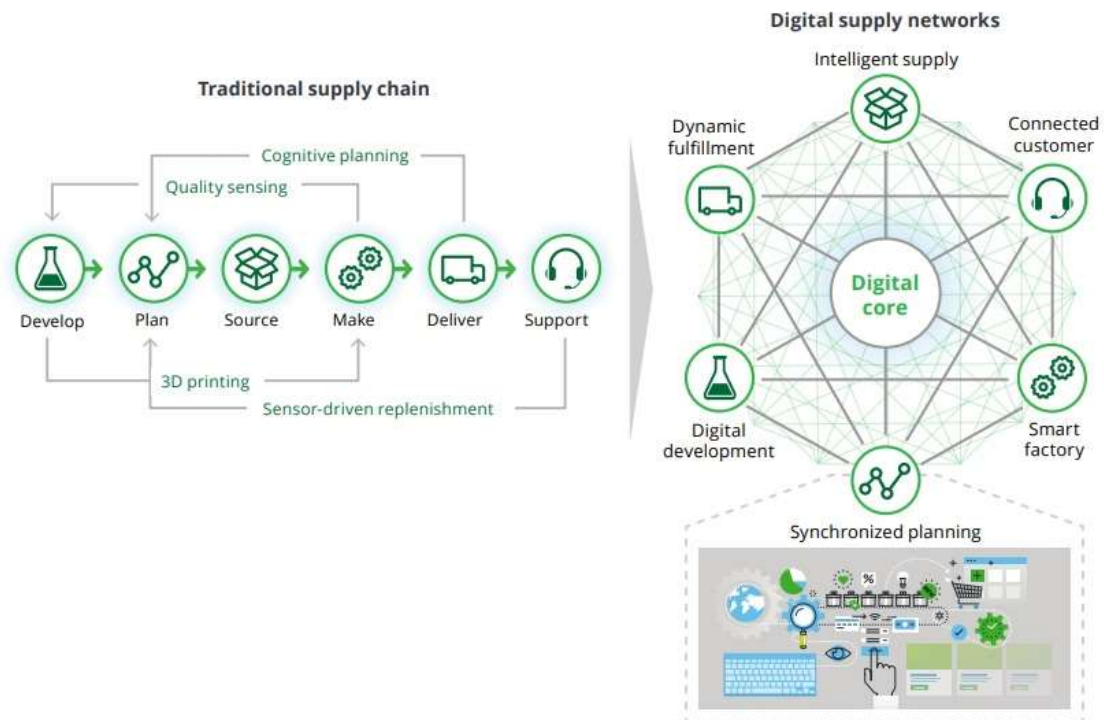
Για οποιαδήποτε εφοδιαστική αλυσίδα, υπάρχει μόνο μία πηγή εσόδων: ο πελάτης. Όταν ένας πελάτης αγοράζει ένα προϊόν, είναι ο μόνος που παρέχει θετική ροή χρημάτων στην εφοδιαστική αλυσίδα. Όλες οι υπόλοιπες χρηματικές ροές της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι απλά ανταλλαγές κεφαλαίων, δεδομένου ότι τα διάφορα μέρη της εφοδιαστικής αλυσίδας έχουν διαφορετικούς ιδιοκτήτες. Έτσι, όταν μια εταιρεία πληρώνει τον προμηθευτή της, παίρνει ένα μέρος των χρημάτων που δίνει ο πελάτης για την αγορά ενός προϊόντος και μεταβιβάζει τα χρήματα αυτά στον προμηθευτή. Όλες οι ροές πληροφοριών, προϊόντος ή κεφαλαίων δημιουργούν κόστος στην αλυσίδα εφοδιασμού.

Έτσι, η κατάλληλη διαχείριση αυτών των ροών αποτελεί βασικό παράγοντα για την επιτυχία της αλυσίδας εφοδιασμού. Η διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού περιλαμβάνει τη διαχείριση όλων των ροών που μεταφέρονται μεταξύ των μερών μιας εφοδιαστικής αλυσίδας και αποσκοπεί στη μεγιστοποίηση του συνολικού κέρδους της αλυσίδας (Chopra & Meindl 2016).

### **3.3 Παραδοσιακή & Ψηφιακή εφοδιαστική αλυσίδα**

Βασικό χαρακτηριστικό μιας ψηφιακής εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελεί ένας κεντρικός κόμβος ελέγχου, που επιβλέπει ολόκληρη την αλυσίδα με χρήση ψηφιακών τεχνολογιών, όπως ένα δίκτυο αισθητήρων ή μια τεχνολογία κοινωνικής δικτύωσης (Acungil 2019). Ο έλεγχος της ψηφιακής εφοδιαστικής αλυσίδας πραγματοποιείται μέσω μιας μηχανής ανάλυσης δεδομένων. Έτσι με τον ψηφιακό μετασχηματισμό η γραμμικότητα της παραδοσιακής αλυσίδας μετατρέπεται σε ένα ολοκληρωμένο οικοσύστημα πλήρους διαφάνειας (Εικ. 3-2). Οι ψηφιακές εφοδιαστικές αλυσίδες μπορούν να διαχειριστούν έναν μεγάλο όγκων δεδομένων και πληροφοριών,

παρέχοντας υψηλές δυνατότητες συνεργασιών, που έχουν ως αποτέλεσμα τη βελτιστοποίηση της αξιοπιστίας, της ευελιξίας και της αποτελεσματικότητας.



Εικόνα 3-2: Παραδοσιακή (α) vs ψηφιακής (β) εφοδιαστικής αλυσίδας (Acungil 2019).

Οι βασικές διαφορές της παραδοσιακής με την ψηφιακή εφοδιαστική αλυσίδα μπορούν να συνοψισθούν ως εξής (Acungil 2019):

1. **Διαφάνεια:** Η παραδοσιακή εφοδιαστική αλυσίδα παρέχει περιορισμένη συνολική εικόνα της αλυσίδας, σε αντίθεση με την ψηφιακή που παρέχει μια πλήρη εικόνα ολόκληρης της αλυσίδας εφοδιασμού
2. **Επικοινωνία:** Στην παραδοσιακή εφοδιαστική αλυσίδα, οι πληροφορίες συνήθως καθυστερούν καθώς μετακινούνται μέσω κάθε οντότητας στην αλυσίδα εφοδιασμού, ενώ στην ψηφιακή οι πληροφορίες είναι διαθέσιμες ταυτόχρονα σε όλα τα μέλη της
3. **Συνεργασία:** Η συνεργασία συχνά παρεμποδίζεται στην παραδοσιακή αλυσίδα εφοδιασμού, εξαιτίας της περιορισμένης ορατότητας ολόκληρης της αλυσίδας. Από την άλλη, η ψηφιακή αλυσίδα εφοδιασμού έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ανταλλαγής πληροφοριών, με αποτέλεσμα τη φυσική ανάπτυξη των συνεργασιών και, ως εκ τούτου, τη βελτίωση της αξίας μιας αλυσίδας εφοδιασμού και της απόδοσής της
4. **Ευελιξία:** Στο παραδοσιακό μοντέλο εφοδιαστικής αλυσίδας, δεν αποτελεί επίκεντρο η ζήτηση του πελάτη, καθώς η ροή πληροφοριών μετακινείται κατά μήκος της διαδρομής του υλικού. Αντίθετα, στην ψηφιακή, λόγω του ελέγχου, οι αλλαγές στη ζήτηση των πελατών γίνονται γρήγορα, βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητα της αλυσίδας εφοδιασμού

5. **Απόκριση:** Όσον αφορά την απόκριση, το παραδοσιακό μοντέλο παρουσιάζει καθυστερήσεις, ενώ στην ψηφιακή αλυσίδα εφοδιασμού, οι αποκρίσεις σε πραγματικό χρόνο μπορούν να υλοποιηθούν σε επίπεδο προγραμματισμού και εκτέλεσης

### 3.4 Προστιθέμενες αξίες από το ψηφιακό μετασχηματισμό της εφοδιαστικής αλυσίδας

Με τον όρο προστιθέμενες αξίες ορίζονται οι βελτιώσεις της απόδοσης της εφοδιαστικής αλυσίδας που είναι αποτέλεσμα της ψηφιοποίησής της. Σύμφωνα με τους Hermansson & Möller (2016), αυτές οι βελτιώσεις της απόδοσης αφορούν τις κατευθύνσεις ροών μιας εφοδιαστικής αλυσίδας και πιο συγκεκριμένα των λειτουργιών εισροών (upstream operations), των εσωτερικών λειτουργιών (internal operations) και των λειτουργιών εκροών (downstream operations).



Εικόνα 3-3: Διαδικασίες τυπικής εφοδιαστικής αλυσίδας (MTEC 2017)

Η βελτίωση των λειτουργιών εισροών, όπως οι διαδικασίες προμηθειών και διαχείρισης των εισερχομένων στην εταιρεία υλικών (inbound logistics), μπορεί, για παράδειγμα, να συνεισφέρει στη μείωση του κόστους των προμηθειών, στη μείωση του κόστους των αποθεμάτων αλλά και να βελτιώσει στο συντονισμό της εταιρείας με τους προμηθευτές. Η βελτίωση των εσωτερικών λειτουργιών, αφορά βελτιώσεις στις δραστηριότητες εντός του οργανισμού που είναι απαραίτητες για την εκπλήρωση των στόχων του πελάτη και των μετόχων. Αυτές οι δραστηριότητες θα μπορούσαν, για παράδειγμα, να είναι διαδικασίες εργασίας ή αξιοποίησης του προσωπικού, οι οποίες οδηγούν σε βελτιώσεις, όσον αφορά την αυξημένη αποτελεσματικότητα των εσωτερικών διαδικασιών και την παραγωγικότητα του προσωπικού. Τέλος, η βελτίωση των λειτουργιών εκροών, όπως η διαδικασίες διαχείρισης των εξερχομένων από την εταιρεία προϊόντων (outbound logistics), η εμπορία, οι πωλήσεις και οι υπηρεσίες, μπορεί, για παράδειγμα, να συνεισφέρει στην αύξηση των πωλήσεων, αλλά και στη βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών και της εμπειρίας των πελατών. Σύμφωνα με

τη βιβλιογραφία, όλα τα παραπάνω αντιπροσωπεύουν όλα τα είδη βελτίωσης στην απόδοση των διαφόρων διαδικασιών της εφοδιαστικής αλυσίδας (Εικ. 3-3) (Kim 2018).

Η οπτική βάσει πόρων (Resource-Based View - RBV), είναι μια έννοια που αποτιμά τους πόρους που διαθέτει μια επιχείρηση και χρησιμοποιείται ως κλειδί για την απόδοση της επιχείρησης. Στη βιβλιογραφία, η αξία των πόρων που προκύπτουν από την εφαρμογή τεχνολογιών της πληροφορίας (IT-enabled resources) για τις εταιρείες, έχει μελετηθεί κατά κόρο (Shutao, Xin & Xiaoguo 2009). Μεγάλη έμφαση στις μελέτες αυτές δίνεται στην αξία των πόρων που προκύπτουν μέσω εφαρμογής ψηφιακών τεχνολογιών στις εφοδιαστικές αλυσίδες. Για την εύρεση του τρόπου με τον οποίο οι τεχνολογίες αυτές δημιουργούν αξία για μια επιχείρηση, χρησιμοποιήθηκε η θεωρία της οπτικής RBV. Η χρήση της οπτικής RBV απέδειξε ότι οι τεχνολογίες IT παίζουν έμμεσο ρόλο στην απόδοση της επιχείρησης, καθώς επηρεάζουν άλλους πόρους και διαδικασίες, που με τη σειρά τους μπορούν να οδηγήσουν σε επιχειρησιακό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα (Lin & Wu 2014). Αυτό που αποδείχθηκε επίσης είναι ότι οι τεχνολογικοί πόροι από μόνοι τους δεν μπορούν να ενισχύσουν την προστιθέμενη αξία από την τεχνολογία της πληροφορίας, αλλά απαιτείται ο συνδυασμός τους με τις διαχειριστικές ικανότητες της εταιρίας. Η σωστή διαχείριση μιας επιχείρησης μπορεί να επιτρέψει την σωστή εφαρμογή των τεχνολογιών IT στις διαδικασίες και την στρατηγική των εφοδιαστικών αλυσίδων, προκειμένου να επιτευχθεί δημιουργία όσο το δυνατόν μεγαλύτερης προστιθέμενης αξίας, καθώς και βελτίωση της επιχειρηματικής απόδοσης. Επομένως, η αξία εφαρμογής IT τεχνολογιών στις εταιρείες, σχετίζεται περισσότερο με τις επιχειρηματικές ικανότητες οι οποίες θα έχουν οφέλη από τις τεχνολογίες της πληροφορίας, παρά με τις ίδιες τις τεχνολογίες (Shutao, Xin & Xiaoguo 2009).

Η χρήση της οπτικής RBV αποτελεί πρόκληση, καθώς μεγάλο μέρος της βιβλιογραφίας υπογραμμίζει ότι ο ανταγωνισμός μεταξύ των επιχειρήσεων βασίζεται σε μοναδικούς εταιρικούς πόρους που είναι πολύτιμοι, σπάνιοι, δύσκολο να αντιγραφούν και αναντικατάστατοι (Hermansson & Möller 2016). Ωστόσο, η οπτική RBV μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κατευθυντήρια γραμμή για την αναζήτηση πολύτιμων πόρων. Για παράδειγμα, οι ολοκληρωμένες λειτουργίες υποστήριξης (backend operations), οι διαχειριστικές ικανότητες και η υποστήριξη των εταίρων, αποτελούν τρεις πόρους που σχετίζονται με τις τεχνολογίες της πληροφορίας και ο συνδυασμός τους μπορεί να βελτιώσει την απόδοση των επιχειρήσεων. Μια ψηφιοποιημένη εφοδιαστική αλυσίδα απαιτεί ολοκληρωμένα συστήματα υποστήριξης, τα οποία με τη σειρά τους καθιστούν δυνατή τη ροή πληροφοριών μεταξύ των διαφορετικών νησίδων εντός της επιχείρησης αλλά και μεταξύ όλων των μερών που περιλαμβάνει η εφοδιαστική αλυσίδα. Οι λειτουργίες υποστήριξης μιας εφοδιαστικής αλυσίδας περιλαμβάνουν διαδικασίες όπως σχεδιασμός και ανάπτυξη προϊόντων, προμήθεια, παραγωγή, απογραφή, διανομή, εξυπηρέτηση μετά την πώληση, καθώς και εμπορία. Η ολοκλήρωση όλων αυτών των λειτουργιών σε όλο το μήκος της αλυσίδας μπορεί να αλλάξει και να βελτιώσει τη σχέση μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων μερών. Ιδιαίτερα η ολοκλήρωση των λειτουργιών υποστήριξης μιας εφοδιαστικής αλυσίδας μπορεί να δημιουργήσει αξία σε όλα τα επίπεδα των επιμέρους διαδικασιών της

αλυσίδας. Η συγκεκριμένη ολοκλήρωση ενισχύει την συνολική τεχνολογική ολοκλήρωση της εταιρείας αλλά και την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ όλων των μερών της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η ολοκλήρωση των λειτουργιών διεπαφής που αφορούν τον πελάτη (frontend operations) είναι εξίσου σημαντική. Μια τέτοια ολοκλήρωση θα μπορούσε να αφορά την παροχή πληροφοριών στους καταναλωτές μέσω νέων τρόπων, π.χ. διαδικτυακές εφαρμογές, οι οποίες διευκολύνουν την επεξεργασία συναλλαγών και επίσης επιτρέπουν την προσαρμογή και εξατομίκευση. Τέτοιες λειτουργίες διεπαφής μπορούν να βοηθήσουν τους διαχειριστές της εφοδιαστικής αλυσίδας να καταλάβουν και να ανταποκριθούν στις ανάγκες των πελατών, όπως επίσης και να χρησιμοποιηθούν για σκοπούς μάρκετινγκ, προκειμένου να ελέγξουν τις ανάγκες και τις απαιτήσεις των πελατών. Μια ιστορική αναδρομή σχετικά με την βελτίωση της απόδοσης των εφοδιαστικών αλυσίδων αποδεικνύει ότι μεγαλύτερη έμφαση δινόταν στην βελτίωση των logistics ή των λειτουργιών υποστήριξης της αλυσίδας (Holma & Salo 2010). Ωστόσο, λόγω της αυξανόμενης πολυπλοκότητας των εφοδιαστικών αλυσίδων και της ανταγωνιστικότητας μεταξύ των επιχειρήσεων, παρατηρείται μια αύξηση στην αξία που έχει η βελτίωση των λειτουργιών διεπαφής, καθώς με την ένταξη των νέων τεχνολογιών οι λειτουργίες αυτές μπορούν να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα των συναλλαγών και να επεκτείνουν τα υπάρχοντα κανάλια επικοινωνίας με τους καταναλωτές, παρέχοντας πληροφορίες για τα προϊόντα σε πραγματικό χρόνο στους πελάτες, διευκολύνοντας με τον τρόπο αυτό την αυτοεξυπηρέτηση (Shutao, Xin & Xiaoguo 2009).

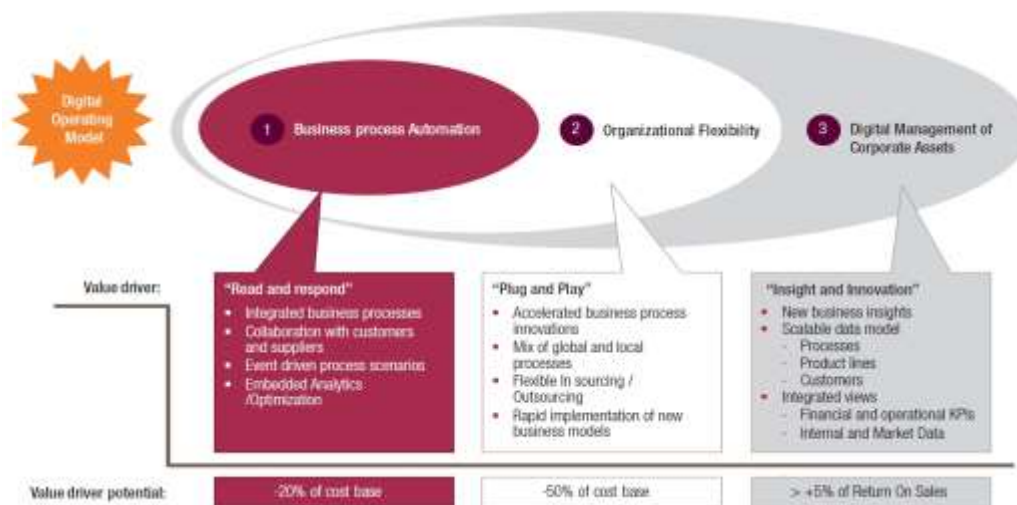
Ωστόσο, μια εφοδιαστική αλυσίδα δεν απαιτεί μόνο εσωτερικούς πόρους, καθώς και οι εξωτερικοί πόροι που παρέχονται από εξωτερικούς προμηθευτές ή συνεργάτες έχουν εξίσου μεγάλη σημασία. Έρευνες έχουν δείξει ότι η αποτελεσματικότητα μιας εφοδιαστικής αλυσίδας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την υποστήριξη και αυτών των παραγόντων (Zhong 2015). Για παράδειγμα, αποδείχθηκε ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της υποστήριξης συνεργατών και της καλής απόδοσης της επιχείρησης. Η υποστήριξη συνεργατών, αναφέρεται στο βαθμό τον οποίο οι προμηθευτές ή οι εταίροι της εφοδιαστικής αλυσίδας διαθέτουν συμβατά συστήματα πληροφοριών που υποστηρίζουν διεργασίες μεταξύ των επιχειρήσεων και μπορούν να συνδεθούν με το σύστημα της εταιρείας. Με τον τρόπο αυτό, μια επιχείρηση μπορεί να μοιράζεται με τους συνεργάτες της πληροφορίες που αφορούν παραγγελίες, αποθέματα και πολλά άλλα, πληροφορίες που με τη σειρά τους μπορούν να αυξήσουν τη συνολική απόδοση και την αποτελεσματικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Στην βιβλιογραφία έχει αποδειχθεί, ότι η αποτελεσματικότητα, με την οποία ορίζονται η ταχύτητα, η απλότητα και η συμμετρική πληροφόρηση, δημιουργεί αξία για το ηλεκτρονικό επιχειρείν (e-Business). Αυτό σημαίνει ότι η αύξηση της αποτελεσματικότητας προσθέτει αξία σε μια επιχείρηση, κάτι το οποίο μπορεί να ισχύσει και για τις εφοδιαστικές αλυσίδες του παραδοσιακού βιομηχανικού τομέα. Η αυξημένη αποτελεσματικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας οδηγεί σε βελτίωση των επιδόσεων, δηλαδή δημιουργεί προστιθέμενη αξία στην εταιρεία (Shutao, Xin & Xiaoguo 2009).



### 3.5 Οφέλη ψηφιακού μετασχηματισμού εφοδιαστικής αλυσίδας

Βασικό χαρακτηριστικό των ψηφιακών εφοδιαστικών αλυσίδων είναι η διαθεσιμότητα πληροφοριών σε κάθε οντότητά τους. Ο σωστός επιχειρηματικός σχεδιασμός και η σωστή διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, δίνουν τη δυνατότητα συνεργασίας και επικοινωνίας όλων των ψηφιακών πλατφορμών της, με αποτέλεσμα τη βελτίωση της αξιοπιστίας, της ευελιξίας και της αποτελεσματικότητας της. Αυτό το χαρακτηριστικό στην απόδοση της ψηφιακής εφοδιαστικής αλυσίδας, υποχρεώνει τις επιχειρήσεις με παραδοσιακές δομές εφοδιαστικών αλυσίδων που θέλουν να επιβιώσουν από την ανταγωνιστικότητα της σύγχρονης αγοράς, να προσαρμοστούν στη νέα ψηφιακή πραγματικότητα αλλιώς διατρέχουν τον κίνδυνο της αγοραστικής τους υποχώρησης έναντι των ψηφιακά μετασχηματισμένων αντιπάλων τους (Basu & Wright 2016).

Ένα ψηφιακό μοντέλο λειτουργίας μιας εφοδιαστικής αλυσίδας, αφορά την υλοποίηση ψηφιακών δυνατοτήτων σε όλα τα επίπεδα διαχείρισης, διαδικασιών, διαχείρισης δεδομένων και επιδόσεων και εφαρμοζόμενων τεχνολογιών μιας επιχείρησης. Ένα τέτοιο μοντέλο δίνει τη δυνατότητα επίτευξης όλων των απαιτούμενων επιπέδων ολοκλήρωσης και τυποποίησης των διαδικασιών. Τα οφέλη ενός τέτοιου ψηφιακού λειτουργικού μοντέλου μπορούν να καταναμηθούν σε τρεις κατηγορίες (Εικ. 3-4) (Raab & Griffin-Cryan 2011).



Εικόνα 3-4: Βελτίωση αξίας μέσω προσανατολισμού των υπηρεσιών (Raab & Griffin-Cryan 2011)

Η κεντροποίηση και αυτοματοποίηση των διαδικασιών βοηθούν στην ενίσχυση της αποτελεσματικότητας του προσωπικού των εταιρειών. Ο ψηφιακός μετασχηματισμός των εφοδιαστικών αλυσίδων επιτρέπει στις εταιρείες στο να διαχειρίζονται τόσο τις δικές τους μονάδες όσο και τις μονάδες των άλλων μερών της αλυσίδας με πιο οικονομικό τρόπο και να βελτιστοποιούν έτσι το χαρτοφυλάκιο των πελατών και των προϊόντων. Ο αυτοματισμός των διαδικασιών συνήθως έχει ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση κόστους έως και 20%, ενώ η κεντροποίηση βοηθάει

στην εξοικονόμηση μέχρι και 50% του κόστους. Επιπλέον, με την ψηφιακή διαχείριση των εταιρικών μονάδων, οι εταιρείες μπορούν να βελτιώσουν το περιθώριο λειτουργικού κέρδους κατά 5% και σε ορισμένες περιπτώσεις ακόμη περισσότερο (Bechtold & Lauenstein 2014).

### 3.5.1 Αυτοματοποίηση διαδικασιών

Η τέλεια αυτοματοποίηση μιας εφοδιαστικής αλυσίδας αφορά την από άκρο σε άκρο πλήρη εκτέλεση όλων των διαδικασιών της χωρίς την ανάγκη χειροκίνητης παρέμβασης. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο θα πρέπει όλα τα δεδομένα σχετικά με την πλήρη ολοκλήρωση μιας συναλλαγής να είναι διαθέσιμα με καλά δομημένο τρόπο. Για παράδειγμα, τα πλήρη στοιχεία της διαχείρισης των μεταφορών εμπορευμάτων θα πρέπει να περιλαμβάνουν πληροφορίες όπως τους χρόνους μεταφοράς καθώς και τα όρια βάρους για όλους τους προμηθευτές και τις αποθήκες. Ομοίως, το τμήμα εξυπηρέτησης πελατών θα πρέπει να έχει πλήρη πρόσβαση στα δεδομένα συμβολαίου και προϊόντος, ώστε να είναι σε θέση να επεξεργαστεί τις παραγγελίες των πελατών.

Για τη διαχείριση των φυσικών ροών, είναι σημαντικό να υπάρχει ένας στενά συνδεδεμένος ιστός σημείων ελέγχου τα οποία θα πρέπει να παρακολουθούνται συνεχώς. Με τον τρόπο αυτό θα εξασφαλιστεί ότι οι φυσικές διεργασίες θα αλληλεπιδρούν με τις ψηφιακά προγραμματισμένες και τεκμηριωμένες διαδικασίες. Η δυνατότητα αυτοματοποίησης των διαδικασιών μιας ψηφιακής εφοδιαστικής αλυσίδας μπορεί να γίνει πιο κατανοητή μέσω δύο παραδειγμάτων (Raab & Griffin-Cryan 2011):

1. Στην περίπτωση προϊόντων, όπως για παράδειγμα η τροφοδοσία των υποκαταστημάτων μιας αλυσίδας σουπερμάρκετ, οι προβλέψεις ζήτησης και τα δρομολόγια διαδρομών, καθορίζουν σε υψηλό βαθμό τα φορτία της επόμενης ημέρας. Παρόλα αυτά, εξωτερικοί παράγοντες, όπως οι ακυρώσεις της τελευταίας στιγμής και οι συνθήκες κυκλοφοριακής συμφόρησης, μπορεί να δημιουργήσουν κίνδυνο απώλειας φορτίων. Η εποπτεία της όλης διαδικασίας, που συνδέει τους αποστολείς, τους οδηγούς φορτηγών και τους πελάτες, με την υποστήριξη των νέων αναδυόμενων ψηφιακών τεχνολογιών, μπορεί να επιτρέψει την αποστολή των εμπορευμάτων στα υποκαταστήματα όπου αναμένεται η μεγαλύτερη ζήτηση (βάσει προπαραγγελιών). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη βελτίωση του χρόνου παράδοσης αλλά αποτελεί και μια μέτρηση της αξιοπιστίας της εφοδιαστικής αλυσίδας.

2. Μια εταιρία διανομής στέλνει προϊόντα σε λιανοπωλητές σε όλο τον κόσμο, ενώ συγχρόνως δέχεται και παραγγελίες μέσω Διαδικτύου από μεμονωμένους καταναλωτές. Οι αυξανόμενες λειτουργίες της εταιρείας μπορεί να δημιουργήσουν πολλές προκλήσεις, όπως μειωμένη ακρίβεια και αυξημένο χρόνο συλλογής των στοιχείων παραγγελίας, με αποτέλεσμα την ανάγκη δημιουργίας μεγάλου όγκου αποθεμάτων για την κάλυψη όλων των πιθανών αναγκών. Στην περίπτωση αυτή, η ψηφιακή εφοδιαστική αλυσίδα, μπορεί να περιλαμβάνει ένα σύστημα διαχείρισης αποθήκης που να επιτρέπει τη βελτιστοποίηση των δραστηριοτήτων της αποθήκης, αυτοματοποιώντας τις διαδικασίες συλλογής και λήψης και δημιουργώντας διάφορες αναφορές παραγωγικότητας. Το σύστημα μπορεί επίσης να ενσωματώνει



χρηματοπιστωτικά μεγέθη για την παρακολούθηση της λίστας εκκρεμοτήτων και των αποθεμάτων ασφαλείας, ελαχιστοποιώντας έτσι τον όγκο των αποθεμάτων και δημιουργώντας αξιόπιστες δυνατότητες συγκριτικής αξιολόγησης της λειτουργίας της εφοδιαστικής αλυσίδας.

### 3.5.1 Επιχειρηματική ευελιξία

Με το ψηφιακό λειτουργικό μοντέλο της εφοδιαστικής αλυσίδας, η διοίκηση μιας πολυεθνικής εταιρείας έχει μεγαλύτερη ελευθερία επιλογής του κατάλληλου βαθμού κεντρικοποίησης των λειτουργιών που απαιτούνται για την υποστήριξη της εξειδίκευσης ή της ελαχιστοποίησης του κόστους των διαδικασιών, λαμβάνοντας υπόψη τη διαφορετικότητα κόστους εργασίας και επιπέδων παραγωγικότητας των υποκαταστημάτων της, που μπορεί να βρίσκονται σε όλα τα μήκη και πλάτη της υφελίου. Η επιλογής της στρατηγικής μεταξύ offshoring και outsourcing εξαρτάται από την ικανότητα της επιχείρησης να διαχειρίζεται τις διαδικασίες ανεξάρτητα από τις τοποθεσίες των πελατών ή τις φυσικές ροές. Η αποτελεσματικότητα αυτών των στρατηγικών απαιτεί την ψηφιοποίηση όλων των εγγράφων όλων των διαδικασιών, ώστε η προσβασιμότητά τους σε μια ψηφιακή πλατφόρμα (π.χ. ένα ηλεκτρονικό σύστημα διαχείρισης εγγράφων) να είναι πιο εύκολη. Επίσης, όλες οι διαδικασίες θα πρέπει να υποστηρίζονται από μια ψηφιακή ροή εργασίας (Nordqvist 2015).

Σημαντικό όφελος της κεντρικοποίησης ορισμένων λειτουργιών για μια εταιρεία, είναι η υψηλότερη αξία, που επιτυγχάνεται μέσω της καλύτερης ποιότητας και της υψηλότερης παραγωγικότητας. Επιπλέον, η κεντρική διαχείριση των δεδομένων βοηθά στην αποφυγή διπλοεγγραφών και ασυνεπειών στη βάση δεδομένων. Με τον τρόπο αυτό, ο προγραμματισμός των διαδικασιών της εφοδιαστικής αλυσίδας μπορεί να βελτιστοποιηθεί.

Για παράδειγμα, η Samsung, έχοντας μεγάλο αριθμό αντιπροσωπειών και χιλιάδες υπαλλήλους στην Ευρώπη, είχε ένα κατακερματισμένο και περίπλοκο σύστημα παρόχων υπηρεσιών logistics (Logistics Service Providers - LSP). Το λειτουργικό μοντέλο της εταιρείας ανασχεδιάστηκε με σκοπό την ενσωμάτωση των LSP και της Samsung. Έτσι δημιουργήθηκε μια κεντρική λειτουργία προγραμματισμού και ελέγχου της ροής προϊόντων προς τους πελάτες, μέσω αυτοματοποιημένων διαδικασιών. Τα δεδομένα κόστους έγιναν αυτόματα διαθέσιμα χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση και καθυστερήσεις. Επιπλέον, επιτεύχθηκε η ενσωμάτωση των πληροφοριών μεταφοράς (επιλογή, αξιολόγηση, τιμολόγηση) και εισροής (σχεδιασμός των κατά τόπους αντιπροσωπειών, τελωνειακό καθεστώς). Η λύση αυτή βοήθησε τη Samsung να δημιουργήσει μια ευέλικτη και ολοκληρωμένη οργάνωση, να αυξήσει την αποδοτικότητα φορτίου, να βελτιώσει την παρακολούθηση και την εξυπηρέτηση των πελατών, να βελτιώσει την αποδοτικότητα των μεταφορών χρησιμοποιώντας τους καλύτερους μεταφορείς και να επανασχεδιάσει τις λύσεις μεταφοράς (Raab & Griffin-Cryan 2011).

### 3.5.2 Ψηφιακή διαχείριση των εταιρικών περιουσιακών στοιχείων

Η ψηφιακή αποτύπωση όλων των φυσικών ροών δημιουργεί βελτίωση της επίβλεψης όλων των εταιρικών περιουσιακών στοιχείων. Η επίβλεψη στοιχείων λειτουργίας και διαδικασιών όπως, η χρησιμοποίηση μιας συγκεκριμένης γραμμής παραγωγής, η μεταφορά προϊόντων με φορτηγά ή ακόμα και διοικητικές λειτουργίες, μπορούν να γίνονται με ελάχιστο επιπλέον κόστος. Το κύριο όφελος ενός πλήρως ψηφιακού λειτουργικού μοντέλου όσον αφορά την επίβλεψη, έγκειται στην ενσωμάτωση των λειτουργικών και οικονομικών δεδομένων. Για παράδειγμα, οι παραγγελίες πελατών μπορούν να αξιολογηθούν ως προς το ατομικό κόστος διεργασίας αντί για το μέσο κόστος. Σε ορισμένες περιπτώσεις η συσχέτιση εσωτερικών δεδομένων με εξωτερικά στοιχεία, όπως το μερίδιο αγοράς ή οι τιμές των ανταγωνιστών, μπορεί να οδηγήσει στη λήψη αποφάσεων σχετικά με το σχεδιασμό νέων στρατηγικών (I-SCOOP 2016).



Εικόνα 3-5: Απλοποιημένη εφοδιαστική αλυσίδα του Amazon (Arnish Shah 2016)

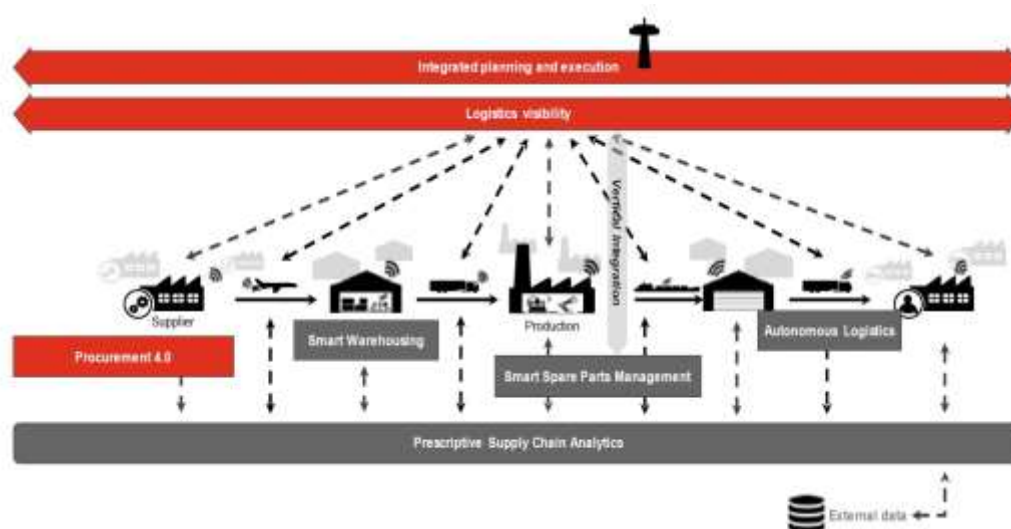
Το Amazon είναι μια διαδικτυακή εταιρεία ηλεκτρονικού εμπορίου που είναι υπεύθυνη τόσο για τη διεπαφή με τους πελάτες όσο και για την υποστήριξη των logistics. Το μοντέλο λειτουργίας της συνδέει τους πωλητές διαφόρων προϊόντων με τους καταναλωτές, αλλά υποστηρίζει και όλες τις διεργασίες ψηφιακής εφοδιαστικής αλυσίδας, όπως οι σχέσεις με τους καταναλωτές, η διαχείριση παραγγελιών, η διαχείριση αποθεμάτων καθώς και όλες οι δραστηριότητες ικανοποίησης των καταναλωτικών αναγκών. Μετά την αποστολή των προϊόντων από τους πωλητές στις αποθήκες (τις αποκαλούμενες fulfillment centers) του Amazon, οι επιχειρηματικοί εταίροι του Amazon φορτώνουν λίστες στο online σύστημα της εταιρίας (Εικ. 3-5). Το ηλεκτρονικό σύστημα παρέχει ετικέτες σήμανσης και καταστάσεις αποστολών, σαρώνει τα αποθέματα και καταγράφει τις διαστάσεις αποθήκευσης των προϊόντων. Επίσης εντοπίζει τα προϊόντα με χρήση μεθόδων όπως η προηγμένη διαδικτυακή αποθήκη, η υψηλή ταχύτητα συλλογής και ταξινόμησης και εκπληρώνει τις παραγγελίες που τοποθετούνται απευθείας ή από τους πωλητές. Με αυτόν τον τρόπο,

επιχειρηματικοί εταίροι και πελάτες είναι σε θέση να παρακολουθήσουν το απόθεμα τους και τις αποστολές τους. Αυτή η ψηφιακή διαχείριση βοήθησε το Amazon να επιτύχει υψηλή απόδοση και πρότυπα κερδοφορίας (Arnish Shah 2016).

Η διαθεσιμότητα των πληροφοριών με κάθε λεπτομέρεια, επιτρέπει στις εταιρείες να αντιμετωπίζουν μια απλή παραγγελία πελατών ως κέντρο κέρδους (profit center) ή ακόμα και μια απλή διαδικασία ως κέντρο κόστους (cost center). Η συσσωμάτωση όλων αυτών των συναλλαγών έχει ως αποτέλεσμα τη δυνατότητα πραγματοποίησης πολύ πιο ακριβών μετρήσεων απόδοσης σχετικά με την ικανοποίηση των πελατών, ή συγκεκριμένων τμημάτων της εταιρείας, αποφεύγοντας τις στρεβλώσεις των μετρήσεων απόδοσης που δημιουργούνται από τον υπολογισμό του μέσου κόστους.

### 3.6 Βασικά στοιχεία και τεχνολογίες ψηφιακής εφοδιαστικής αλυσίδας

Σήμερα οι περισσότερες εφοδιαστικές αλυσίδες λειτουργούν με βάση παραδοσιακές τυποποιημένες διαδικασίες, όπως το σχέδιο, η πηγή, η παραγωγή, η παράδοση, η επιστροφή και η ενεργοποίηση. Κάθε ένα από αυτά τα στοιχεία αναζωογονούνται μέσω της τεχνολογικής καινοτομίας. Οι τεχνολογίες που διαταράσσουν τις παραδοσιακές διαδικασίες επηρεάζουν επτά βασικούς τομείς της εφοδιαστικής αλυσίδας: την ενσωμάτωση σχεδιασμού και υλοποίησης, την ορατότητα των logistics, τις προμήθειες, την έξυπνη αποθήκευση, την αποτελεσματική διαχείριση ανταλλακτικών, την αυτονομία των logistics και την ανάπτυξη μοντέλων βελτιστοποίησης της εφοδιαστικής αλυσίδας (Εικ. 3-6) (Malmgren, Kihlén & Persson 2018).



Εικόνα 3-6: Βασικά στοιχεία ψηφιακής εφοδιαστικής αλυσίδας (Malmgren, Kihlén & Persson 2018)

Όλα αυτά τα στοιχεία είναι αλληλένδετα και βασίζονται το ένα στο άλλο. Κατά συνέπεια, η ψηφιακή στρατηγική εφοδιαστικής αλυσίδας θα πρέπει να τα λαμβάνει όλα αυτά υπόψη προκειμένου να αξιοποιήσει πλήρως τα οφέλη της ψηφιοποίησης.

### **1. Ενσωμάτωση σχεδιασμού και υλοποίησης**

Σε έναν κόσμο με πιο προσαρμοσμένη παραγωγή και πιο απαιτητικούς πελάτες, η παροχή του σωστού προϊόντος όσο το δυνατόν γρηγορότερα, αξιόπιστα και αποτελεσματικά, αποτελεί τεράστιο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα και γίνεται γρήγορα ο νέος κανόνας της αγοράς. Με την ενσωμάτωση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο σε ολόκληρη την εφοδιαστική αλυσίδα και συχνά χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση, οι χρόνοι παράδοσης μπορεί να μειωθούν σημαντικά και η διαχείριση φορτίου και αποθεμάτων μπορούν να βελτιστοποιηθούν. Η ταχεία ανταλλαγή πληροφοριών ενισχύει επίσης την ευελιξία ολόκληρης της εφοδιαστικής αλυσίδας, ικανοποιώντας ταυτόχρονα σε μεγαλύτερο βαθμό τις ανάγκες των πελατών.

### **2. Ορατότητα των logistics**

Το κλειδί της επιτυχίας για κάθε αλυσίδα εφοδιασμού είναι η αποτελεσματική ανταλλαγή πληροφοριών, καθιστώντας τις ορατές σε όλη την αλυσίδα. Οι πελάτες ωθούν τις εταιρείες να παρέχουν αυτό το επίπεδο ορατότητας σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας, απαιτώντας περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις αφίξεις αποστολής, με ενημερώσεις σε πραγματικό χρόνο.

Η συλλογή δεδομένων από όλη την εφοδιαστική αλυσίδα και η ενοποίηση τους, καθώς και ο εμπλουτισμός τους με διασταυρούμενες πληροφορίες, όπως διάφορα συμβάντα στην εφοδιαστική αλυσίδα που επηρεάζουν τις αποστολές (π.χ. καιρός και κίνηση), ενισχύουν την αποδοτικότητα των εταιριών, βελτιστοποιώντας τις επιλογές τους κάτω από διαφορετικές συνθήκες. Το σύνολο όλων αυτών των πληροφοριών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ενημέρωση εργοστασίων, αποθηκών και πελατών για τον ενδεχόμενο χρόνο άφιξης καθώς και για την έγκαιρη ενεργοποίηση του μηχανισμού μετριασμού των όποιων καθυστερήσεων. Η ορατότητα της κατάστασης των μεταφορών, οι αναμενόμενες εξωτερικές επιπτώσεις στον χρόνο προόδου και η ικανότητα της ανάλογης αλλαγής σχεδίου παράδοσης, είναι στοιχεία καθοριστικής σημασίας για τις επιχειρήσεις.

### **3. Προμήθειες**

Οι νέες ψηφιακές τεχνολογίες θα βοηθήσουν τις εταιρείες να συνδεθούν περισσότερο στενά με τους προμηθευτές και τους διανομείς, με σκοπό την ενίσχυση της διαδικασίας σχεδιασμού, τη βελτίωση των πόρων προμηθειών, την ενεργητική διαχείριση κινδύνου και την ενίσχυση των συνεργασιών. Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι το χαμηλότερο κόστος και η ταχύτερη παράδοση σε ολόκληρη την εφοδιαστική αλυσίδα.

Η ψηφιοποίηση των προμηθειών θα μεταβάλει επίσης τα εργαλεία και τις δεξιότητες που θα πρέπει να διαθέτουν οι εταιρείες. Αυτό περιλαμβάνει εταιρείες των οποίων οι ανάγκες της εφοδιαστικής αλυσίδας περιοριζόταν αποκλειστικά σε φυσικά αγαθά, και οι οποίες θα πρέπει τώρα να αποκτήσουν εμπειρία και στην αγορά ψηφιακών προμηθειών και υπηρεσιών

### **4. Έξυπνη αποθήκευση**

Η εισαγωγή νέων τεχνολογιών ή η αναβάθμιση των ήδη υφιστάμενων (π.χ. αισθητήρες, συνδεσιμότητα, κ.λπ.) βελτιώνει σημαντικά τις λειτουργίες αποθήκευσης, συμπεριλαμβανομένων των logistics εισροών και τη διανομή. Η διαχείριση των δεδομένων από ένα σύστημα έξυπνης διαχείρισης αποθήκης και η ενημέρωση της κατάστασης των αποθεμάτων σε πραγματικό χρόνο, θα βελτιστοποιήσει τη ροή μέσω της αποθήκης. Η υιοθέτηση νέων τεχνολογιών θα επιτρέψει:

- στα φορτηγά που βρίσκονται καθ' οδόν προς τις αποθήκες να κοινοποιούν τη θέση, το φορτίο και την ώρα άφιξής τους, επιτρέποντας τον βέλτιστο προγραμματισμό των παραδόσεων
- τη χρήση ετικετών RFID-GPS για την ενημέρωση ολόκληρης της εφοδιαστικής αλυσίδας σχετικά με τη θέση των εμπορευμάτων
- τη χρήση εργαλείων καθοδήγησης για σημαντική βελτίωση της αποτελεσματικότητας και της ακρίβειας του εργατικού δυναμικού
- τον έλεγχο του περιβάλλοντος των αποθηκών (π.χ. θερμοκρασία, φως και υγρασία), μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας

### **5. Έξυπνη διαχείριση ανταλλακτικών**

Τα ανταλλακτικά των μηχανημάτων συνήθως παραγγέλνονται από διαφορετικούς προμηθευτές εφάπαξ και αποθηκεύονται στις εταιρείες ως αποθέματα μεγάλου όγκου, με σκοπό τη διατήρησή τους για μεγάλα χρονικά διαστήματα μέχρι να χρησιμοποιηθούν. Κάποιες φορές η αποθήκευση ανταλλακτικών αποδεικνύεται άσκοπη επένδυση, καθώς τελικά δεν απαιτείται ποτέ η χρήση τους. Με τη χρήση της 3D εκτύπωσης, η αλυσίδα εφοδιασμού ανταλλακτικών μπορεί να ελαχιστοποιηθεί ενώ δίνεται η δυνατότητα ακόμη και της κατασκευής των ανταλλακτικών από τις ίδιες τις εταιρείες. Ως εκ τούτου, η παραγωγή των ανταλλακτικών μπορεί να γίνει πιο κοντά στους πελάτες, καταργώντας την ανάγκη για την ανεύρεση ανταλλακτικών με τη χαμηλότερη τιμή.

### **6. Αυτόνομα logistics**

Η μεταφορά των εμπορευμάτων μεταξύ των εταιρειών, εντός των εγκαταστάσεων παραγωγής, και από τις εταιρείες προς τους πελάτες, αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η εισαγωγή νέων ψηφιακών τεχνολογιών θα εφοδιάσει τους στόλους των logistics με αυτόνομα οχήματα και άλλες ρομποτικές καινοτομίες (πχ drones), γεγονός που θα παίζει σημαντικό ρόλο στη μεταφορά αγαθών σε όλο τον κόσμο.

Τα οφέλη τέτοιων καινοτομιών περιλαμβάνουν ταχύτερους και πιο αξιόπιστους χρόνους παράδοσης, χαμηλότερο κόστος εργασίας, την εξάλειψη του ανθρώπινου λάθους και μειωμένες εκπομπές ρύπων (αποτύπωμα άνθρακα), χάρη σε πιο αποτελεσματικές λειτουργίες, όπως η δρομολόγηση και η μεταφορά των φορτηγών. Επιπλέον πλεονεκτήματα μπορεί να περιλαμβάνουν βελτιώσεις στην ασφάλεια των εργαζομένων και την απελευθέρωση πόρων για τη διεξαγωγή εργασιών με μεγαλύτερη προστιθέμενη αξία.

## **7. Ανάπτυξη μοντέλων βελτιστοποίησης της εφοδιαστικής αλυσίδας**

Με μια πιο ψηφιοποιημένη αλυσίδα εφοδιασμού, ο αριθμός και η ποιότητα των πηγών δεδομένων θα αυξηθούν. Αυτό θα επιτρέψει στις εταιρείες να αναπτύξουν μοντέλα βελτιστοποίησης, ώστε να προσαρμόσουν σε πραγματικό χρόνο και να βελτιστοποιήσουν την εφοδιαστική αλυσίδα ανεξάρτητα από τον αριθμό των μεταβαλλόμενων παραγόντων.

Καθώς τα analytics γίνονται όλο και πιο προχωρημένα και εξελιγμένα, θα είναι σε θέση για καλύτερη υποστήριξη των διαχειριστών της εφοδιαστικής αλυσίδας στη λήψη αποφάσεων. Επιπλέον, με τη βοήθεια αλγορίθμων αυτο-μάθησης, τα μοντέλα βελτιστοποίησης θα είναι σε θέση να ενεργούν αυτόνομα, λαμβάνοντας αποφάσεις για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των διαδικασιών της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Τον Απρίλιο του 2018, η εταιρεία MHI διεξήγαγε την πέμπτη ετήσια έρευνά της σχετικά με τις ψηφιακές τεχνολογίες και τις καινοτομίες που πρόκειται να πραγματοποιήσουν ριζικές αλλαγές και βελτιώσεις στην εφοδιαστική αλυσίδα την επόμενη δεκαετία 2020 – 30. Σύμφωνα με την έρευνα αυτή, έντεκα τεχνολογίες θα αποτελέσουν την βάση της ψηφιακής εφοδιαστικής αλυσίδας της επόμενης γενιάς. Οι ερωτηθέντες της έρευνας κατέταξαν τις τεχνολογίες αυτές με βάση τη δυνατότητά τους να δημιουργήσουν ανταγωνιστικό αγοραστικό πλεονέκτημα. Η ρομποτική και ο αυτοματισμός ήταν στην κορυφή της λίστας, ακολουθούμενες από τα data analytics, το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT), τους αισθητήρες και την αυτόματη ταυτοποίηση, τα εργαλεία απογραφής και βελτιστοποίησης δικτύου, την τεχνητή νοημοσύνη, τα αυτόνομα οχήματα και τα drone, τα wearables και την mobile τεχνολογία, το cloud computing και αποθήκευση, το blockchain και τις κατανεμημένες τεχνολογίες λογισμικού και την 3D εκτύπωση (Robinson 2018).

Από τις τεχνολογίες αυτές, το cloud computing σήμερα έχει το υψηλότερο ποσοστό υιοθέτησης στις ψηφιακές αλυσίδες εφοδιασμού (57%), ακολουθούμενο από τους αισθητήρες και την αυτόματη ταυτοποίηση (45%), τα εργαλεία απογραφής και βελτιστοποίησης δικτύου (44%), την ρομποτική και την αυτοματοποίηση (34%). Στο κάτω μισό της κλίμακας υιοθέτησης είναι οι καινοτόμες τεχνολογίες της φορητής και κινητής τεχνολογίας (23%), τα data analytics (20%), η 3D εκτύπωση (16%), και τα αυτόνομα οχήματα και τα drone (11%) (Robinson 2018).

Το συμπέρασμα της έρευνας είναι ότι ο συνδυασμός των επιπτώσεων της χρήσης καθεμιάς από τις τεχνολογίες αυτές, είναι συχνά πολλές φορές μεγαλύτερος από το άθροισμα των επιμέρους επιπτώσεων τους, καθιστώντας ακόμη πιο δύσκολη την προετοιμασία μιας ρεαλιστικής επιχειρηματικής υπόθεσης (Robinson 2018).

# 4 Cloud Computing

---

## 4.1 Γενικά

Οι τεχνολογίες αυτοματοποίησης όπως εφαρμόζονται στις εφοδιαστικές αλυσίδες, καταναλώνουν τεράστια ισχύ επεξεργασίας. Μια τέτοια ισχύ είναι πολύ πιθανό να μην έχουν ακόμα και νεοσύστατα συστήματα. Για το λόγο αυτό, οι εταιρείες που επιθυμούν να χρησιμοποιήσουν τέτοιες τεχνολογίες, είναι ζωτικής σημασίας να το λάβουν υπόψη τους, ώστε να είναι σε θέση να χειριστούν τη συνεχώς αυξανόμενη ροή δεδομένων που μεταφέρεται μεταξύ των διαφόρων συστημάτων της εφοδιαστικής αλυσίδας. Τα συστήματα που βασίζονται στο υπολογιστικό νέφος, μια ταχέως εξελισσόμενη τεχνολογία, μπορεί να αποτελέσουν λύση σε αυτό το πρόβλημα. Αυτός άλλωστε είναι και ο λόγος για τον οποίο πολλοί κατασκευαστές και εταίροι της εφοδιαστικής αλυσίδας, αρχίζουν ολοένα και περισσότερο να υιοθετούν αυτή την τεχνολογία ώστε να αποκομίσουν οφέλη όπως η βελτίωση της αποδοτικότητάς τους. Εκτιμάται ότι πάνω από το 80% των εφοδιαστικών αλυσίδων θα έχουν τουλάχιστον ένα μέρος τους εντός της τεχνολογίας του νέφους μέχρι το έτος 2020 (Αιναζίδου και συν. 2012). Επίσης, σύμφωνα με την πέμπτη ετήσια έρευνα της εταιρείας MHI, του 2018, το cloud computing σήμερα, είναι η τεχνολογία με το υψηλότερο ποσοστό υιοθέτησης στις ψηφιακές αλυσίδες εφοδιασμού (57%) (Robinson 2018).

Πολλοί είναι οι τομείς που μπορούν να ωφεληθούν σε μεγάλο βαθμό από τις τεχνολογίες νέφους, όπως οι λιανοπωλητές που μπορούν να συνδυάσουν τα συστήματα σημείων πώλησης με εγκαταστάσεις και συστήματα διαχείρισης αποθεμάτων, τα οποία με τη σειρά τους δίνουν τη δυνατότητα ταχύτερης αναπλήρωσης και μικρότερου κόστους της εφοδιαστικής αλυσίδας (Αιναζίδου και συν. 2012). Δραστηριότητες όπως ο σχεδιασμός και η πρόβλεψη, η αναζήτηση πόρων και δημόσιων συμβάσεων, τα logistics και η διαχείριση των υπηρεσιών και των ανταλλακτικών, είναι βασικές διαδικασίες που μπορούν να οδηγήσουν μια εταιρεία να χρησιμοποιήσει το υπολογιστικό νέφος. Η χρήση της τεχνολογίας cloud στις εφοδιαστικές αλυσίδες μπορεί να δημιουργήσει πολλά πλεονεκτήματα, όπως εξοικονόμηση κεφαλαίου, απλούστευση, κλιμάκωση καθώς και ορατότητα σε πραγματικό χρόνο. Ωστόσο, κίνδυνοι όπως η ασφάλεια των πληροφοριών και η έλλειψη προσαρμογής, και ως εκ τούτου, η έλλειψη ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη (Rahul, Haque & Muntjir 2012).

## 4.2 Επισκόπηση της τεχνολογίας

Το cloud computing είναι ένα μοντέλο υπηρεσιών τεχνολογίας IT όπου οι υπολογιστικές υπηρεσίες (hardware και software) παρέχονται στους πελάτες κατ' απαίτηση, ανεξάρτητα από τη συσκευή και τη θέση τους. Οι εταιρείες που προσφέρουν αυτές τις υπηρεσίες ονομάζονται πάροχοι νέφους και συνήθως χρεώνουν τον πελάτη με βάση τη χρήση του. Οι πελάτες έχουν πρόσβαση στις cloud-based εφαρμογές μέσω

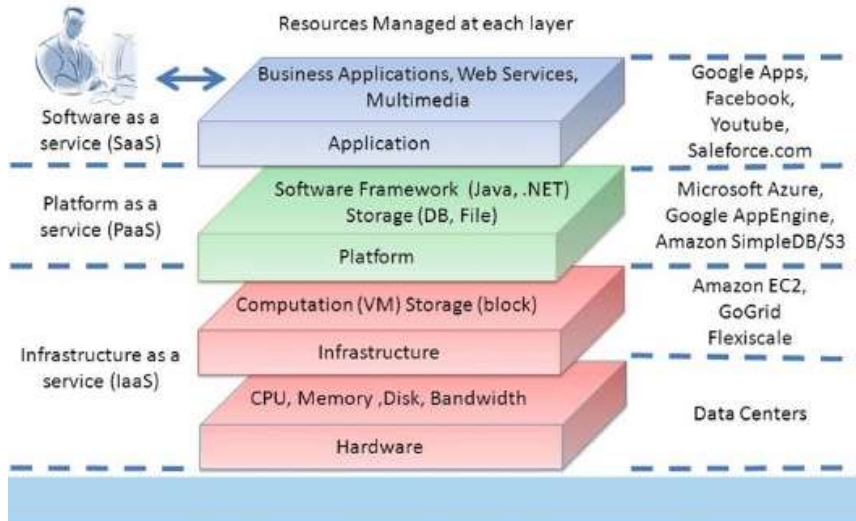
οποιοδήποτε προγράμματος περιήγησης ιστού, ενώ το λογισμικό και τα δεδομένα μπορούν να αποθηκεύονται σε τοπικούς διακομιστές ή σε διακομιστές που βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές. Το cloud computing είναι τεχνολογία γνωστή και ως “υπολογιστική νέφος” ή απλώς “νέφος” (Alwadan & Falah 2018).

Η τεχνολογία παρέχει πολλά οφέλη όσον αφορά το κόστος, την ταχύτητα, την παγκόσμια κλιμάκωση, την παραγωγικότητα, την απόδοση και την αξιοπιστία. Η εξοικονόμηση κόστους οφείλεται στην εξάλειψη των εξόδων υποδομής, δηλαδή των δαπανών που απαιτούνται για αγορά hardware υλικού, λογισμικού και τοπικών κέντρων δεδομένων, καθώς και για κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος λειτουργίας όλων αυτών των φυσικών στοιχείων. Οι υπηρεσίες νέφους προσφέρουν ταχύτητα λόγω της ικανότητάς τους να προμηθεύουν μεγάλες ποσότητες υπολογιστικών πόρων, κατόπιν αιτήματος, με λίγα μόνο κλικ του ποντικιού. Αυτό δίνει στις επιχειρήσεις μεγαλύτερη ευελιξία και εξαλείφει την ανάγκη προγραμματισμού χωρητικότητας. Το cloud computing μπορεί να κλιμακωθεί ελαστικά, γεγονός το οποίο επιτρέπει στις εταιρείες να παρέχουν το σωστό ποσό πόρων πληροφορικής, όπως η υπολογιστική ισχύς ή η αποθήκευση, στη σωστή θέση, σε όλο τον κόσμο, ανά πάσα στιγμή. Η τεχνολογία αυξάνει την παραγωγικότητα με την κατάργηση πολλών καθηκόντων, που σχετίζονται με τη διαχείριση των τεχνολογιών πληροφορικής, όπως τη ρύθμιση του hardware υλικού ή την επιδιόρθωση του λογισμικού, επιτρέποντας έτσι στις εταιρείες να επικεντρώσουν τους πόρους τους σε πιο παραγωγικές διαδικασίες. Η βελτιωμένη απόδοση επιτυγχάνεται επειδή οι υπηρεσίες cloud computing και το δίκτυο των βάσεων δεδομένων τους αναβαθμίζονται συνεχώς, ώστε η υπολογιστική ικανότητά τους για να γίνεται ταχύτερη και αποτελεσματικότερη, χαρακτηριστικά που με τη σειρά τους μειώνουν την καθυστέρηση του δικτύου και προσφέρουν μεγαλύτερη οικονομία κλιμάκωσης. Το cloud computing καθιστά τις επιχειρησιακές διαδικασίες πιο αξιόπιστες μέσω της δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας και κατοπτρισμό των δεδομένων (data mirroring) σε αρκετές περιττές τοποθεσίες, στο δίκτυο του προμηθευτή του cloud. Με αυτόν τον τρόπο η δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας δεδομένων και η αποκατάσταση δυσλειτουργιών, γίνονται φθηνότερα και ευκολότερα (Alwadan & Falah 2018).

Σύμφωνα με τους Palvinder & Jain (2014), το νέφος αποτελείται από τέσσερα στρώματα (Εικ. 4-1): το στρώμα του hardware υλικού, το στρώμα της υποδομής, το στρώμα της πλατφόρμας και το στρώμα των εφαρμογών.

Το στρώμα του hardware υλικού (hardware layer) περιέχει τους φυσικούς πόρους του cloud, όπως οι φυσικοί διακομιστές, οι δρομολογητές, τα switch και η ισχύς. Το στρώμα της υποδομής (infrastructure layer) δημιουργεί μια συλλογή για αποθηκευτικούς και υπολογιστικούς πόρους χρησιμοποιώντας τεχνολογίες εικονικοποίησης. Το στρώμα της πλατφόρμας (platform layer) περιέχει τα λειτουργικά συστήματα και τα πλαίσια εφαρμογών. Τέλος, το στρώμα των εφαρμογών (application layer) περιέχει τις πραγματικές εφαρμογές του νέφους που συμβάλλουν στην επίτευξη καλύτερης απόδοσης, διαθεσιμότητας και χαμηλότερου λειτουργικού κόστους

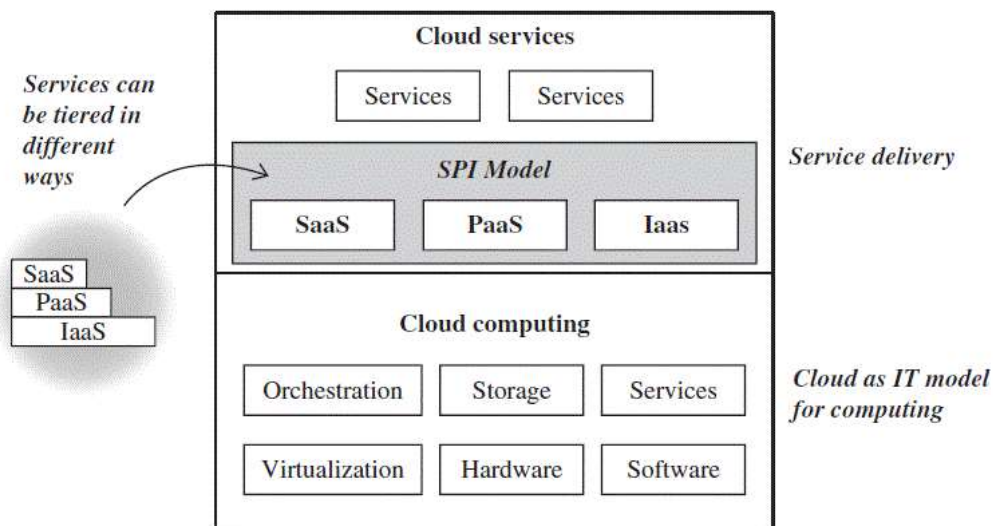




**Εικόνα 4-1: Τα τέσσερα στρώματα του cloud computing (Palvinder & Jain (2014))**

Σύμφωνα με τους Jungck & Rahman (2015), υπάρχουν τρία βασικά μοντέλα παροχής υπηρεσιών, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τις εταιρείες, όπως το Λογισμικό ως υπηρεσία (Software as a service - SaaS), η Πλατφόρμα ως υπηρεσία (Platform as a service - PaaS) και η Υποδομή ως υπηρεσία (Infrastructure as a service - IaaS).

Η συχνή αναφορά τους ως ένα ενιαίο μοντέλο, το μοντέλο SPI, περιγράφει στην πραγματικότητα τρεις ευρείες κατηγορίες δυνατοτήτων που βρίσκονται στην κορυφή της φυσικής υποδομής του νέφους (Εικ. 4-2). Αν δεν υλοποιηθούν ως αυτόνομα μοντέλα, η ενστρωμάτωσή τους μπορεί να γίνει ως εξής: το IaaS είναι η βάση του PaaS και το PaaS η βάση του SaaS. Η υλοποίηση των υπηρεσιών που παρέχει κάθε μοντέλο εξαρτάται από τον πάροχο.



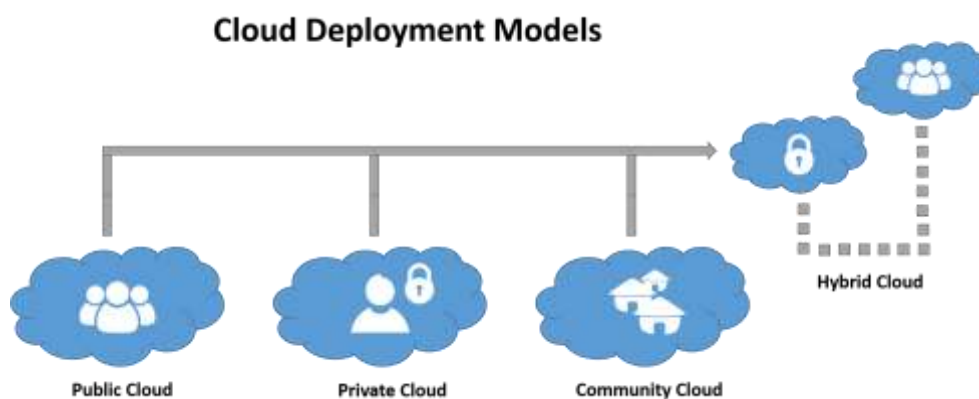
**Εικόνα 4-2: Το μοντέλο SPI (Kumar 2012)**

Το IaaS περιέχει τις βασικές δομικές μονάδες του νέφους, που συνήθως παρέχει πρόσβαση σε λειτουργίες δικτύωσης, υπολογιστές και βάση αποθήκευσης δεδομένων.

Παρέχει επίσης ευελιξία υψηλού επιπέδου καθώς και έλεγχο της διαχείρισης των πόρων πληροφορικής μιας εταιρείας, καθιστώντας το παρόμοιο με τους πόρους πληροφορικής που χρησιμοποιούν σήμερα οι εταιρείες. Τα οφέλη είναι ότι οι εταιρείες δεν χρειάζεται να επενδύουν σε δική τους υποδομή, η οποία μπορεί να κλιμακωθεί κατόπιν ζήτησης, για την υποστήριξη δυναμικής ροής εργασίας.

Το PaaS είναι ένα περιβάλλον βασισμένο σε νέφος που εξαλείφει την ανάγκη των εταιρειών να διαχειριστούν την υποκείμενη υποδομή και τους επιτρέπει να επικεντρωθούν στην εφαρμογή και τη διαχείριση των εφαρμογών τους. Ως εκ τούτου, γίνονται περισσότερο αποτελεσματικά λόγω του ότι η εταιρεία δεν χρειάζεται να ανησυχεί για την προμήθεια πόρων, patching, hosting ή οποιαδήποτε άλλη μη προστιθέμενης αξίας διαδικασία, που σχετίζεται με την εκτέλεση μιας εφαρμογής.

Το SaaS, γνωστό και ως εφαρμογή τελικού χρήστη, είναι ένα ολοκληρωμένο προϊόν που λειτουργεί από τον πάροχο της υπηρεσίας. Όταν ο πάροχος υπηρεσιών διαχειρίζεται την υπηρεσία, ο πελάτης δεν χρειάζεται να ανησυχεί για τη διατήρηση ή τη διαχείριση της υπηρεσίας, αλλά αντ' αυτού να επικεντρώνεται στην εκμετάλλευση της. Για παράδειγμα, το διαδικτυακό ηλεκτρονικό ταχυδρομείο παρέχεται και συντηρείται από τον πάροχο της υπηρεσίας, επιτρέποντας στον πελάτη να ασχολείται μόνο με την αποστολή ή την ανάγνωση των μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, χωρίς να διαχειρίζεται κανένα από τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά του. Το SaaS επίσης παρέχει και άλλα οφέλη στις εταιρείες, όπως την εξασφάλιση γρήγορης και εύκολης χρήσης νέων πρωτοποριακών επιχειρηματικών εφαρμογών, που είναι προσβάσιμες από οποιονδήποτε συνδεδεμένο υπολογιστή ή smartphone (Jungck & Rahman 2015).



*Εικόνα 4-3: Μοντέλα ανάπτυξης cloud (Dalewska 2014)*

Σύμφωνα με τους Palvinder & Jain (2014), υπάρχουν τέσσερα βασικά μοντέλα ανάπτυξης υπηρεσιών: τα δημόσια νέφη (public clouds), τα ιδιωτικά νέφη (private clouds), τα υβριδικά νέφη (hybrid clouds) και τα νέφη κοινοτήτων (community clouds). Αυτά τα μοντέλα ανάπτυξης μπορούν να τροποποιηθούν, αλλά γενικά χρησιμεύουν στην υπόδειξη του τρόπου με τον οποίο μπορεί να αναπτυχθούν οι συγκεντρωμένοι πόροι ενός νέφους (Εικ. 4-3) (Dalewska 2014).

Η δημόσια υποδομή cloud προβλέπεται για ανοικτή χρήση από το ευρύ κοινό. Τα δημόσια νέφη ανήκουν και διαχειρίζονται από εταιρίες που προσφέρουν γρήγορη

πρόσβαση σε οικονομικά αποδοτικούς υπολογιστικούς πόρους, μέσω του δημόσιου δικτύου. Όλα τα τμήματα αυτής της υπηρεσίας λειτουργούν εντός του νέφους, χαρακτηριστικό που οδηγεί σε μια κατάσταση όπου οι πελάτες δεν χρειάζεται να αποκτήσουν το δικό τους hardware υλικό, λογισμικό ή οποιαδήποτε άλλη υποστηρικτική υποδομή που διαχειρίζεται ο πάροχος υπηρεσιών.

Το ιδιωτικό νέφος είναι αντίθετο του δημόσιου, καθώς είναι μια υποδομή που δημιουργείται για μία επιχείρηση και μπορεί να λειτουργήσει από την ίδια την εταιρεία ή από τον πάροχο υπηρεσιών. Το hardware υλικό βρίσκεται συνήθως τοπικά στις εγκαταστάσεις της εταιρείας, προσφέροντας έτσι μεγαλύτερη ασφάλεια και προσαρμοσμένες λειτουργίες ανάλογα με τις ανάγκες της.

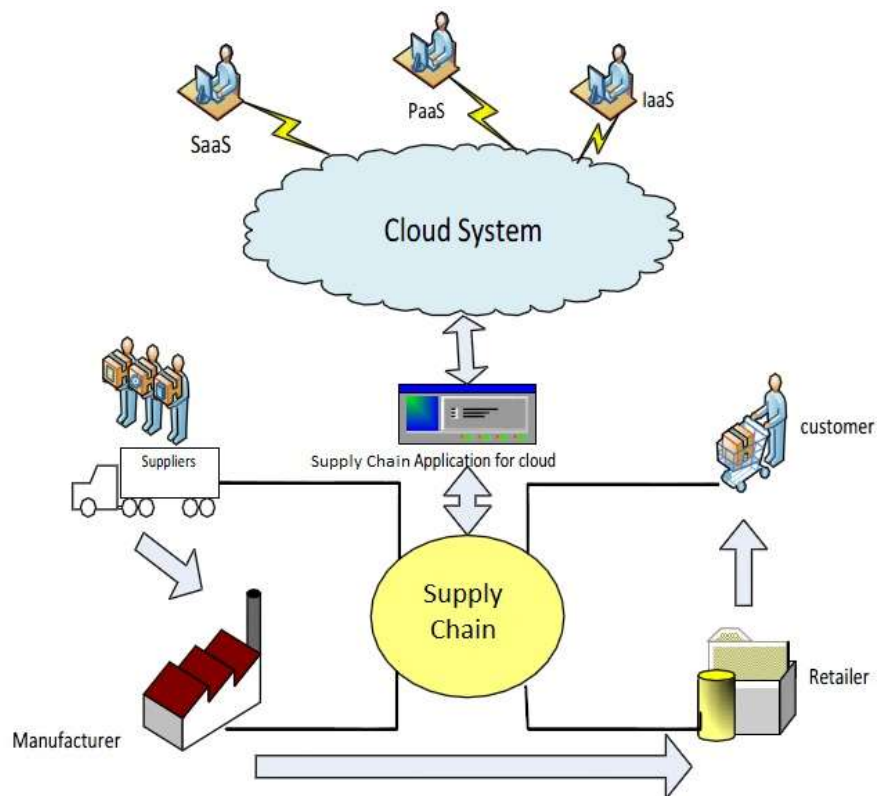
Το τρίτο μοντέλο ανάπτυξης είναι το υβριδικό μοντέλο που συνδυάζει τα δύο προαναφερθέντα. Η υβριδικότητα του μοντέλου προσφέρει έναν τρόπο σύνδεσης των cloud-based πόρων με τους υπάρχοντες πόρους που βρίσκονται εκτός του cloud. Σε αυτό το μοντέλο ανάπτυξης, δύο ή περισσότερες διακριτές υποδομές cloud, οι οποίες παραμένουν μοναδικές οντότητες, συνδέονται μέσω τυποποιημένης τεχνολογίας, που επιτρέπει τη φορητότητα δεδομένων και εφαρμογών. Σε ένα υβριδικό σύννεφο, μια εταιρεία μπορεί διατηρεί το δικό της ιδιωτικό νέφος, το οποίο στη συνέχεια μπορεί να κλιμακωθεί σε δημόσιο, όταν η τοπική χωρητικότητα υπερκεραστεί. Φυσικά, τα υβριδικά σύννεφα εξισορροπούν τα οφέλη και τους κινδύνους των ιδιωτικών και δημόσιων σύννεφων, καθώς και το συνολικό κόστος που αποτελείται από το λειτουργικό κόστος της ενδοεπιχειρησιακής υποδομής και το κόστος που βασίζεται στη χρήση των υπηρεσιών παροχής νέφους.

Το νέφος κοινοτήτων δημιουργήθηκε από μια ομάδα επιχειρήσεων, οι οποίες συμφώνησαν σε κοινές γραμμές απαιτήσεων ασφάλειας, ιδιωτικότητας και άλλων χαρακτηριστικών, τα οποία διαχειρίζονται από κοινού. Το μέγεθος και ο αριθμός των επιχειρήσεων, μεταξύ άλλων, είναι παράγοντες που καθορίζουν σε γενικές γραμμές την κλίμακα των απαιτήσεων και την εξοικονόμηση χρημάτων. Η φιλοσοφία λειτουργίας του cloud κοινοτήτων βρίσκεται κάπου ανάμεσα στη φιλοσοφία λειτουργίας του δημόσιου και ιδιωτικού νέφους. Σύμφωνα με το ίδρυμα NIST (National Institute of Standards and Technology), η υποδομή ενός νέφους κοινοτήτων μοιράζεται μεταξύ εταιρειών που έχουν κοινούς στόχους (αποστολή, πρότυπα ασφαλείας και πολιτικές). Η εφαρμογή των στόχων αυτών διευκολύνεται μέσω της λειτουργίας του περιβάλλοντος του νέφους, το οποίο μπορεί να το διαχειρίζονται οι ίδιες οι εταιρείες ή τρίτα μέρη και να λειτουργεί εσωτερικά ή εξωτερικά (Akinrolabu, New & Martin 2017).

### **4.3 Μετασχηματισμός εφοδιαστικής αλυσίδας**

Η χρήση του cloud computing στην εφοδιαστική αλυσίδα δημιουργεί μια καινοτόμο οντότητα, γνωστή με την ονομασία εφοδιαστική αλυσίδα νέφους, η οποία μπορεί να οριστεί ως ένα πολύπλοκο σύστημα που αποτελείται από δύο ή περισσότερα μέρη, τα οποία συνεργάζονται για την παροχή, ανάπτυξη, φιλοξενία, διαχείριση, παρακολούθηση ή χρήση υπηρεσιών cloud (Lindner και συν. 2010). Οι Felici,

Koulouris & Pearson (2013) αναγνώρισαν ότι η εφαρμογή του cloud computing στην εφοδιαστική αλυσίδα αποτελεί καινοτομία και πεδίο για έρευνα. Η εφοδιαστική αλυσίδα νέφους είναι μια διαδικασία από άκρο σε άκρο, που δεν είναι περιορίζεται στην παροχή υπηρεσιών, αλλά περιλαμβάνει και άλλες πτυχές, όπως διαμεσολάβηση αγοράς, ασφάλεια, τιμολόγηση, παρακολούθηση απόδοσης και ποιότητας QoS (Akinrolabu, New & Martin 2017). Οι εταιρείες που παρέχουν ή χρησιμοποιούν υπηρεσίες cloud, λειτουργούν σε ένα πολύπλοκο δυναμικό περιβάλλον, που περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό εφοδιαστικών αλυσίδων, στις οποίες όλοι οι συμμετέχοντες θα πρέπει να είναι υπεύθυνοι για τον τρόπο διαχείρισης των προσωπικών και εμπιστευτικών δεδομένων (Berkha & Rachna 2015). Το στοιχείο αυτό σε συνδυασμό με την τελειοποίηση των υπηρεσιών, ικανοποιούν σε τελική ανάλυση τις ανάγκες των πελατών, κάτι που τελικά προσθέτει αξία στην εφοδιαστική αλυσίδα νέφους (Lindner και συν. 2010).



**Εικόνα 4-4: Παράδειγμα του τρόπου με τον οποίο τα μέρη μιας εφοδιαστικής αλυσίδας συνδέονται μέσω cloud (Jungck & Rahman 2015)**

Η χρήση του cloud computing στην εφοδιαστική αλυσίδα μιας εταιρείας σηματοδοτεί την μετάβαση της αλυσίδας από ένα ολοκληρωμένο σε ένα δυναμικό σύστημα, καθώς το παραδοσιακό outsourcing των κέντρων δεδομένων και η παράδοση συμβάσεων τυποποιημένου λογισμικού (off-the-shelf software) μετασχηματίζονται σε προϊόντα “ως υπηρεσία” (IaaS και SaaS αντίστοιχα). Η εφοδιαστική αλυσίδα ενός τέτοιου τύπου είναι εγγενώς πολύπλοκη και αποτελείται από παγκόσμια κατακεταμμένες και δυναμικές συλλογές ανθρώπων, διαδικασιών και τεχνολογιών. Η αυτοματοποιημένη παροχή πόρων νέφους καθιστά δύσκολο για τους καταναλωτές τον

προσδιορισμό της φυσικής θέσης των δεδομένων τους. Λόγω της δυναμικής της φύσης, η εφοδιαστική αλυσίδα νέφους είναι ιδιαίτερα ασταθής, κάτι που όμως μπορεί να αντιμετωπιστεί από το σχεδιασμό ευέλικτων και ανθεκτικών συστημάτων (Lindner και συν. 2010).

Ένα τέτοιο είδος εφοδιαστικής αλυσίδας νέφους παρουσιάζεται στην εικόνα 4-4, στην οποία δίνεται ένα παράδειγμα του τρόπου με τον οποίο τα μέρη μιας εφοδιαστικής αλυσίδας συνδέονται μέσω cloud. Στο παράδειγμα αυτό φαίνεται και η αυτονομία των διεργασιών της. Χωρίς τις τεχνολογίες νέφους τέτοιου είδους σύνδεση και αυτόνομη συνεργασία δεν θα ήταν εφικτή (Jungck & Rahman 2015).

Οι Αιναζίδου και συν. (2012) παρουσίασαν τον τρόπο με τον οποίο το υπολογιστικό νέφος εφαρμόζεται με σκοπό τη βελτίωση κάθε τμήματος της εφοδιαστικής αλυσίδας.

### **1. Προβλέψεις και σχεδιασμός**

Οι cloud-based πλατφόρμες ενισχύουν τις εταιρείες στη βελτίωση των υπηρεσιών τους μέσω του συντονισμού των εταίρων της αλυσίδας (λιανοπωλητές, προμηθευτές και διανομείς), που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην πρόβλεψη της ζήτησης. Αυτές οι πλατφόρμες μπορούν να συλλέξουν δεδομένα πωλήσεων μέσω του Διαδικτύου, να εκτελούν βασικές αναλύσεις και, κατά συνέπεια, να πραγματοποιούν πιο ακριβείς προβλέψεις στατιστικής σχετικά με τη ζήτηση για όλα τα μέρη της εφοδιαστικής αλυσίδας. Μια τέτοια διαδικασία δίνει τη δυνατότητα σε όλα τα μέρη της εφοδιαστικής αλυσίδας να γνωρίζουν την πραγματική μεταβλητότητα της ζήτησης που πρόκειται να αντιμετωπίσουν. Στην πραγματικότητα, οι λύσεις νέφους που αφορούν το σχεδιασμό των παραγγελιών με βάση τη ζήτηση, συνδυάζουν την υπηρεσία διαχείρισης ηλεκτρονικής ανταλλαγής δεδομένων (Electronic Data Interchange - EDI) με εφαρμογές πρόβλεψης εκτέλεσης, δημιουργώντας μία ενιαία πλατφόρμα πολλαπλών φορέων. Όπως φαίνεται στην εικόνα 13, οι διανομείς αποστέλλουν τα δεδομένα ζήτησης των πελατών στο δημόσιο σύννεφο, καθιστώντας έτσι ταυτόχρονα, τις σχετικές πληροφορίες διαθέσιμες σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού.

### **2. Προμήθειες**

Στη διαδικασία των προμηθειών, οι cloud-based πλατφόρμες μπορούν να λειτουργούν ως βάσεις δεδομένων οι οποίες περιέχουν πλήθος δεδομένων που αφορούν τους προμηθευτές, με τους οποίους συνήθως συνεργάζονται οι εταιρείες. Αυτή η χρήση του υπολογιστικού νέφους δημιουργεί μεγάλα οφέλη για τις εταιρείες, καθώς είναι σε θέση να επιλέξουν τους προμηθευτές τους ανάλογα με το αν μπορούν να παρέχουν τα κατάλληλα υλικά, σύμφωνα με συγκεκριμένες προδιαγραφές και χρονικά όρια. Επιπλέον, τα cloud-based εργαλεία δίνουν τη δυνατότητα σε εταιρείες και προμηθευτές για αμοιβαία ανάπτυξη συμβολαίων, βελτιώνοντας δραστικά τη διαχείριση των συμβάσεων.

### **3. Logistics**

Το cloud computing είναι επίσης χρήσιμο στη διαχείριση απογραφής, αποθήκης και μεταφορών καθώς δίνει τη δυνατότητα συνεχούς παρακολούθησης των logistics σε πολλά εμπλεκόμενα μέρη της εφοδιαστικής αλυσίδας. Διαδικασίες, όπως ο σχεδιασμός

αναπλήρωσης, η επεξεργασία παραγγελιών, η διαχείριση του στόλου μέσω μεταφοράς, ο σχεδιασμός των διαδρομών μεταφοράς, καθώς και το παγκόσμιο εμπόριο, μπορούν να μεταβιβαστούν στο νέφος. Πιο συγκεκριμένα, μια και μόνο ολοκληρωμένη πλατφόρμα νέφους δίνει το πλεονέκτημα βελτίωσης των μεταφορών και μείωσης των αποθεμάτων, στοιχείο που μπορεί να οδηγήσει τις επιχειρήσεις σε ετήσια εξοικονόμηση κόστους μεταφορών. Ειδικά στον τομέα των logistics, οι υπηρεσίες νέφους φαίνεται να είναι απαραίτητες για τη διαμόρφωση ενός ενιαίου συστήματος διαχείρισης διαδρομών και αποθήκευσης.

#### **4. Διαχείριση ανταλλακτικών και εξυπηρέτησης**

Τα reserve logistics είναι το τελευταίο στάδιο της εφοδιαστικής αλυσίδας που πρέπει να ληφθεί υπόψη για την αύξηση των κερδών. Το cloud computing δίνει στις εταιρείες τη δυνατότητα ενοποίησης των logistics (forward και reverse) στο ίδιο μοντέλο εφοδιαστικής αλυσίδας κλειστού βρόχου. Η χρήση της τεχνολογίας RFID (Radio-Frequency Identification), μιας έξυπνης τεχνολογίας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε τέτοια μοντέλα, είναι σε θέση να ενισχύσει τον εντοπισμό της τοποθεσίας ενός φορτίου και να τη μεταδώσει σε μια εφαρμογή νέφους. Ως αποτέλεσμα, η διαδρομή του φορτίου μπορεί να είναι ορατή σε όλα τα εμπλεκόμενα μέρη των αλυσίδων, από τον κατασκευαστή έως τον πελάτη και αντιστρόφως. Στην πραγματικότητα, η επικύρωση της εγγύησης, η διαδικασία επιστροφής, η απογραφή ανταλλακτικών και η αποστολή τεχνικών, είναι διαδικασίες που μπορούν να φιλοξενοούνται αποτελεσματικά σε μία μόνο cloud-based πλατφόρμα.

### **4.4 Επίδραση του υπολογιστικού νέφους στην εφοδιαστική αλυσίδα**

Η στροφή των επιχειρήσεων προς το cloud computing γίνεται κυρίως για οικονομικούς λόγους. Η υιοθέτηση των υπηρεσιών cloud μειώνει το συνολικό επιχειρηματικό κόστος ιδιόκτητης υποδομής, ενώ παράλληλα προσφέρει μεγαλύτερη ευελιξία, ευκινησία και συνεργασία με επιχειρήσεις σε απομακρυσμένες τοποθεσίες που δεν μπορούν να επωμιστούν το οικονομικό βάρος της διατήρησης των δικών τους κέντρων δεδομένων (Aviles 2015). Έρευνες έχουν δείξει ότι η επιτυχία των συνεργασιών βασίζεται στην σύγκλιση επικοινωνίας, κινήτρων και ροής πληροφοριών. Σύμφωνα με τους Schniederjans και Ozpolat (2013) οι επιχειρήσεις δεν μπορούν να συνεργαστούν με κάθε τμήμα της εφοδιαστικής αλυσίδας, επειδή τέτοιου είδους σχέσεις συνεργασίας απαιτούν μεγαλύτερη δέσμευση πόρων και επενδύσεις. Οι συγγραφείς απέδειξαν ότι η σχέση χρήσης των τεχνολογιών υπολογιστικού νέφους με την συνεργασία μεταξύ εταιρειών και των προμηθευτών τους, έχει θετικό πρόσημο (Schniederjans & Ozpolat 2013).

Το cloud computing μπορεί να ενισχύσει τη συνεργασία μεταξύ όλων των συμμετεχόντων μερών σε ολόκληρη την εφοδιαστική αλυσίδα. Η συνεργασία αυτή ενισχύεται από τα βασικά πλεονεκτήματα που έχει η χρήση του υπολογιστικού νέφους στην εφοδιαστική αλυσίδα, όπως η βελτιωμένη επεξεργασία πληροφοριών, η φορητή

διαδραστικότητα, η μεγαλύτερη αξιοποίηση των υπολογιστικών πόρων και η αυξημένη ανταλλαγή πληροφοριών με τους εταίρους (Marston και συν. 2011).

Το cloud computing βελτιώνει την απόδοση των συστημάτων IT των επιχειρήσεων, παρέχοντας αποτελεσματικότερη χρήση των πόρων μέσω της κλιμακούμενης ανάπτυξης και της επιχειρηματικής ευκινησίας. Αυτή η ευκινησία των εταιρειών αποδεικνύεται από την αυξημένη ανταγωνιστικότητα (μέσω της ταχείας ανάπτυξης) και την αλληλεπίδραση και απόκριση σε πραγματικό χρόνο που μπορούν να μοιράζονται πολλοί χρήστες. Η τεχνολογία προσφέρει επίσης δυνητικά άπειρους υπολογιστικούς πόρους κατ' απαίτηση, εξαλείφει την αρχική δέσμευση, επιτρέπει την πληρωμή για τη χρήση των υπολογιστικών πόρων σε βραχυπρόθεσμη βάση, δημιουργεί οικονομίες κλίμακας μέσω της παροχής πολύ μεγάλων κέντρων δεδομένων, απλοποιεί τις λειτουργίες και βελτιώνει τις διαδικασίες διαχείρισης (Marston και συν. 2011).

Στη παραγωγή, η χρήση των εργαλείων νέφους για την ταχεία αξιολόγηση και την εφαρμογή του πλατφορμών συνεργασίας προμηθευτή, κατασκευαστή και πελάτη καθώς και τα dashboard διαχείρισης της ποιότητας, βελτιώνουν τις υπηρεσίες σχεδιασμού μέσω ενός οικονομικά αποδοτικού τρόπου αύξησης της προστιθέμενης αξίας υπηρεσιών σχεδιασμού και βελτίωσης. Στα logistics, τα cloud based συστήματα διαχείρισης μεταφορών (Transportation Management Systems - TMS) αντικαθιστούν διαδικασίες που απαιτούν ανθρώπινο χειρισμό, μέσω τηλεφώνου, φαξ ή ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και βοηθούν τους διαχειριστές να εξομαλύνουν τις δραστηριότητές τους, εξοικονομώντας χρόνο, κόστος και πόρους. Τα cloud-based συστήματα TMS επιτρέπουν τη σύνδεση σε πραγματικό χρόνο με συνεργάτες σε όλο τον κόσμο, παρέχουν πλήρη προβολή των παραγγελιών, οργανώνουν και παρακολουθούν αποστολές, εντοπίζουν καθυστερήσεις μέσω διαχείρισης των πληροφοριών που αφορούν τις παραγγελίες και τις πορείες των δρομολογίων, και παρέχουν στοιχεία για δέματα και φορτία (Schniederjans & Ozpolat 2013).

Το υπολογιστικό νέφος παρέχει πρόσβαση στις περισσότερες τεχνολογίες και υπηρεσίες διαχείρισης των εφοδιαστικών αλυσίδων, όπως οι EDI, ERP, TMS και WMS, σε προσιτό κόστος, ενώ παράλληλα υποστηρίζει την κλιμάκωση τέτοιων υπηρεσιών, ώστε αυτές να μπορούν να καλύψουν συγκεκριμένες ανάγκες των εταιρειών. Για παράδειγμα, τα cloud based συστήματα TMS δίνουν τη δυνατότητα σύνδεσης σε πραγματικό χρόνο και συνεργασίας μεταξύ των συνεργατών, σε όλα τα μήκη και πλάτη του πλανήτη ώστε να επιλύουν ζητήματα που προκύπτουν, εν τη γενέσει τους. Τα cloud-based συστήματα διαχείρισης αποθήκης (Warehouse Management Systems - WMS) μπορούν να μεταβληθούν σε σύνθετα κέντρα διανομής, προσβάσιμα μέσω ενός προγράμματος περιήγησης ιστού, παρουσιάζοντας πολλά λειτουργικά πλεονεκτήματα έναντι των μη cloud-based WMS, όπως η απογραφική διαχείριση, η επεξεργασία παραγγελιών, η αναπλήρωση, η φόρτωση και αποστολή καθώς και η δυνατότητα οργάνωσης διαδικασιών με χρήση εργαλείων διαμόρφωσης (Schniederjans & Ozpolat 2013).



Το cloud computing, ωστόσο, προκαλεί στις επιχειρήσεις και κάποιες ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια, την εμπιστευτικότητα και τη συμμόρφωση συμβατότητας. Οι αδυναμίες και οι απειλές που προκύπτουν από την υιοθέτηση του cloud computing, αφορούν το φόβο των εταιρειών να χάσουν τον έλεγχο των δεδομένων και να καταστήσουν διαθέσιμες κρίσιμες πληροφορίες σε τρίτα μέρη, αλλά και ανησυχίες σχετικά με χρεοκοπία, έλλειψη προτύπων και κανονισμών καθώς και έλλειψη ασφάλειας από μεριάς των παρόχων υπολογιστικού νέφους (Wu και συν. 2013). Έρευνα των διευθυντικών και διοικητικών στελεχών των τομέων βιομηχανικής παραγωγής, λιανικής πώλησης και των logistics, έδειξε ότι η πολυπλοκότητα των επιχειρηματικών διαδικασιών, η επιχειρηματική κουλτούρα και ο βαθμός συμβατότητας και λειτουργικότητας, επηρεάζουν την τάση μιας επιχείρησης να υιοθετήσει τεχνολογίες υπολογιστικού νέφους (Brender & Markov 2013). Οι εταιρείες που εξετάζουν την υιοθέτηση του cloud computing πρέπει να κατανοήσουν σαφώς τους όποιους εγγενείς κινδύνους (Lehtisalo 2018).

Τα ζητήματα ασφάλειας και προστασίας της ιδιωτικότητας αποτελούν μείζονα πρόκληση. Λόγω του κινδύνου κυβερνοεπιθέσεων ή διαρροών πληροφοριών που μπορούν να προσβάλουν τη φήμη μιας επιχείρησης, οι διευθύνοντες σύμβουλοι μερικές φορές διστάζουν να παρέχουν οποιαδήποτε ευαίσθητα δεδομένα στο νέφος. Τα ευαίσθητα εσωτερικά δεδομένα δεν πρέπει να μοιράζονται με τρίτα μέρη, αλλά όταν κάτι τέτοιο απαιτείται για την ορθή λειτουργικότητα της επιχείρησης, ο κίνδυνος διαρροής ανεπιθύμητων πληροφοριών είναι μεγάλος. Επιπλέον, η αύξηση του αριθμού των χρηστών του νέφους αυξάνει την πιθανότητα διαρροής πληροφοριών που μπορούν να κάνουν ζημιά σε μια εταιρεία. Για παράδειγμα, αν παραβιαστεί κάποιος κωδικός πρόσβασης, τότε ο οποιοσδήποτε κακόβουλος χρήστης μπορεί να αποκτήσει πρόσβαση σε όλες τις πληροφορίες της εταιρείας που υπάρχουν στο νέφος (Subashini & Kavitha 2011).

Η βιομηχανία του cloud computing συνεχίζει να επιφέρει ταχείες βελτιώσεις στους τομείς που προκαλούν ανησυχία στις εταιρείες. Για παράδειγμα, για να μειωθούν οι ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια, η έρευνα εστιάστηκε στην παροχή ασφάλειας των δεδομένων: α) δίνοντας τη λύση της αποθήκευσης και πρόσβασης σε συναφή δεδομένα σε διαφορετικές τοποθεσίες, έτσι ώστε αν οι πληροφορίες πέσουν στα χέρια κακόβουλων χρηστών να είναι ελλιπείς ή β) προσφέροντας την "Ασφάλεια ως υπηρεσία" βάσει των απαιτήσεων των εφαρμογών, καθιστώντας το σύστημα ασφάλειας λιγότερο προβλέψιμο (Belalem, Bouamama & Sekhri 2011). Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν εργαλεία προσομοίωσης διαχείρισης συμβάντων, όπως το GridSim, με σκοπό την πραγματοποίηση προσομοίωσης σεναρίου υπολογιστικών νεφών μοντελοποιώντας τις οντότητες του δικτύου, των χρηστών, των μηχανών και της κυκλοφορίας, καθώς και την παροχή οικονομικών λειτουργιών, που μειώνουν το κόστος επεξεργασίας και εξασφαλίζουν την αποτελεσματική απόκτηση υπολογιστικών πόρων (Malhotra & Jain 2013).



## 4.5 Βασικές προκλήσεις

Οι περισσότερες εταιρείες υιοθετούν τις τεχνολογίες νέφους για τρεις σημαντικούς λόγους: την καινοτομία, την κλιμάκωση μέσω της χρήσης των τεχνολογιών αυτών και τον ανταγωνισμό. Με την υιοθέτηση του cloud computing, οι εφαρμογές IT έγιναν πιο προσιτές από ποτέ. Επίσης μια εταιρεία μπορεί να αυξήσει τις δυνατότητες της ανάλογα με την ζήτηση, να έχει πρόσβαση σε περισσότερη ή λιγότερη ενέργεια για να προσαρμοστεί στις εποχιακές μεταβολές της ζήτησης και οι πιστοποιημένοι προμηθευτές της να παρέχουν εξαιρετικά υψηλά επίπεδα ασφάλειας δεδομένων που ξεπερνούν τα εσωτερικά πρότυπα. Παρόλα αυτά, η υιοθέτηση της τεχνολογίας του υπολογιστικού νέφους από τις εφοδιαστικές αλυσίδες των επιχειρήσεων αντιμετωπίζει μερικές βασικές προκλήσεις (Lehtisalo 2018).

Το cloud computing μπορεί να είναι οικονομικά προσιτό στη βασική του μορφή, αλλά ο συντονισμός του με τις ανάγκες της εταιρείας αυξάνει το κόστος. Επίσης, η μεταφορά δεδομένων από τις ιδιωτικές βάσεις δεδομένων στα δημόσια νέφη μπορεί να αποδειχθεί πολύ πιο ακριβή από τα αναμενόμενα, ιδιαίτερα για τις μικρότερες εταιρείες.

Η παροχή των τεχνολογιών νέφους μπορεί να γίνει με σχετικά χαμηλό κόστος, επιτρέποντας έτσι στις μικρότερες επιχειρήσεις να παρέχουν υπηρεσίες cloud σχετικά ευκολότερα. Το ζήτημα που τίθεται εδώ είναι ότι η αξιοπιστία αυτών των παρόχων δεν είναι τόσο μεγάλη λόγω της μη μακροχρόνιας εμπειρίας ή της ευρείας πελατειακής βάσης. Ως εκ τούτου, οι εταιρείες που αγοράζουν υπηρεσίες cloud από μικρότερες επιχειρήσεις δεν μπορούν να βασιστούν σε εγγυημένη ή μακροπρόθεσμη συνεργασία με τον πάροχο υπηρεσιών ή ενδέχεται να προκύψουν άλλες δυσκολίες.

Η τεχνολογία νέφους είναι προσβάσιμη μέσω του Διαδικτύου, γεγονός που μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα χρήσης των υπηρεσιών της, σε περίπτωση εμφάνισης διακοπών ή ακόμα και αδυναμίας σύνδεσης. Οι επιχειρήσεις πρέπει να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα και τις υπηρεσίες τους ώστε να λειτουργούν χωρίς προβλήματα, όμως η αδυναμία σύνδεσής τους με το Διαδίκτυο μπορεί να οδηγήσει σε μη ομαλή λειτουργία τους.

Οι εταιρείες πρέπει να είναι προσεκτικές κατά την επιλογή του παρόχου υπηρεσιών cloud, λόγω του γεγονότος ότι η τεχνολογία είναι ακόμα σχετικά καινούργια και βρίσκεται στο στάδιο ανάπτυξης. Η εύρεση μιας υπηρεσίας cloud που να ανταποκρίνεται πραγματικά στις ανάγκες της εταιρείας, βελτιώνοντας παράλληλα την αποτελεσματικότητά της, μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα δύσκολη. Η μετάβαση στο νέφος μπορεί να είναι μεγάλη και σύνθετη διαδικασία, και ως εκ τούτου, τα στελέχη πρέπει να κατανοήσουν πλήρως την φιλοσοφία των υπηρεσιών νέφους πριν από την εφαρμογή τους. Το χειρότερο σενάριο, που θα μπορούσε να αντιμετωπίσει μια εταιρεία είναι να επενδύσει αρκετά στην τεχνολογία νέφους και σύντομα να βρει την υπηρεσία άχρηστη. Το σενάριο μπορεί να χειροτερέψει αν η εταιρεία προσπαθήσει να αλλάξει την υπηρεσία και να διαπιστώσει είτε ότι δεν υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις ή ότι η αλλαγή είναι πολύ δύσκολο να επιτευχθεί. Στην περίπτωση αυτή, η εταιρεία ενδέχεται

να αναγκαστεί να παραμείνει λειτουργική με κακό πάροχο υπηρεσιών με ότι αυτό μπορεί να συνεπάγεται ακόμα και για την ίδια τη βιωσιμότητά της (Subashini & Kavitha 2011).

## 4.6 Συμπεράσματα

Στον πίνακα 4.1 παρουσιάζεται μια σύνοψη των βασικών σημείων στα οποία το υπολογιστικό νέφος συνεισφέρει στην εφοδιαστική αλυσίδα καθώς και οι προκλήσεις της υιοθέτησης της συγκεκριμένης τεχνολογίας στον ψηφιακό μετασχηματισμό της.

*Πίνακας 4-1: Σύνοψη συνεισφοράς και προκλήσεων της υιοθέτησης του υπολογιστικού νέφους στον ψηφιακό μετασχηματισμό των εφοδιαστικών αλυσίδων*

Σημείας συνεισφοράς	Προκλήσεις
Αυξημένη ταχύτητα υλοποίησης των διαδικασιών	Επιπρόσθετα χαρακτηριστικά μπορεί να είναι δαπανηρά
Παγκόσμια κλιμάκωση	Η υιοθέτησή του και η ενσωμάτωσή του στα ήδη υπάρχοντα συστήματα μπορεί να είναι δαπανηρά και επομένως ασύμφορα για τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις
Ελαχιστοποίηση των απαιτούμενων κεφαλαίων ανάπτυξης εφοδιαστικής αλυσίδας	Πολλοί πάροχοι υπηρεσιών κάποιοι από τους οποίους μπορεί να είναι αναξιόπιστοι
Λειτουργική αξιοπιστία	Αδυναμία λειτουργίας σε περίπτωση διακοπής ή δυσλειτουργίας του Διαδικτίου
Αυξημένη παραγωγικότητα	Θέματα ασφάλειας και προστασίας της ιδιωτικότητας
Αύξηση της απόδοσης μέσω συνεχών αναβαθμίσεων	Πιθανή δυσκολία στην επιλογή του κατάλληλου παρόχου υπηρεσιών

Όπως φαίνεται ξεκάθαρα από τον πίνακα 4.1, η δημοτικότητα της εφαρμογής των υπηρεσιών cloud στις επιχειρήσεις και τις εφοδιαστικές αλυσίδες τους αυξάνει ολοένα και περισσότερο. Η τεχνολογία του cloud δίνει τη δυνατότητα στις εταιρείες να συνδέσουν όλα τα τμήματα των εφοδιαστικών τους αλυσίδων σε ένα ενιαίο σύστημα, το οποίο διευκολύνει τη διαχείριση των λειτουργιών τους μέσω της δυνατότητας χειρισμού των ίδιων πληροφοριών σε όλες τις διαδικασίες τους. Οι υπηρεσίες νέφους απελευθερώνουν επίσης τους χειριστές από την υποχρέωση αναβάθμισης του συστήματος, δεδομένου ότι ο πάροχος χειρίζεται όλες τις αναβαθμίσεις του λογισμικού και διαχειρίζεται τα φυσικά στοιχεία, όπως το hardware υλικό και την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας. Τα στοιχεία αυτά αποδεικνύουν ότι οι υπηρεσίες cloud είναι φθηνότερες από τα συστήματα IT που παραδοσιακά έχουν οι εταιρείες για την πραγματοποίηση διεργασιών και λειτουργιών που τώρα μπορούν να διαχειριστούν από την τεχνολογία υπολογιστικού νέφους. Οι σύγχρονες υπηρεσίες cloud μπορούν να δημιουργηθούν πολύ εύκολα ακόμα και από μικρότερους παρόχους, αλλά η πραγματική τεχνογνωσία της υλοποίησης και της άψογα λειτουργικά ενσωμάτωσής τους στα παλαιότερα συστήματα των επιχειρήσεων είναι κάτι τελείως διαφορετικό, κάτι που μπορεί να είναι πολύ δύσκολο να επιτευχθεί από μικρότερους φορείς παροχής υπηρεσιών. Ως εκ τούτου, οι εταιρείες θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικές κατά

την επιλογή του φορέα παροχής υπηρεσιών cloud, μια επιλογή που θα πρέπει να γίνεται με βάση των δικών τους απαιτήσεων αλλά και τις δυνατότητες του εκάστοτε παρόχου.

## 5 Mobile solutions

---

### 5.1 Γενικά

Η πρόοδος των mobile τεχνολογιών τα τελευταία χρόνια κατέστησε δυνατή τη διατήρηση της συνδεσιμότητας και της προσβασιμότητας 24 ώρες την ημέρα, επτά ημέρες την εβδομάδα. Συσκευές όπως τα smartphones, οι φορητοί υπολογιστές και τα tablet σε συνδυασμό με την πανταχόθεν πρόσβαση στο Διαδίκτυο, άλλαξαν τον τρόπο εργασίας. Στα πλαίσια αυτών των αλλαγών περιλαμβάνεται και η τάση BYOD (Bring Your Own Device), σύμφωνα με την οποία οι υπάλληλοι των εταιρειών χρησιμοποιούν περισσότερο τις προσωπικές φορητές συσκευές τους, παρά αυτές που τους παρέχουν οι επιχειρήσεις στις οποίες εργάζονται (Shelton 2013).

Το ανταγωνιστικό περιβάλλον αναγκάζει πολλές εταιρείες να εμπλέκουν τις τελευταίες mobile τεχνολογίες στις εφοδιαστικές τους αλυσίδες, ειδικά όταν το επίκεντρο των εταιρειών είναι η ικανοποίηση της ζήτησης του πελάτη. Κίνητρο για αυτή την υιοθέτηση των mobile τεχνολογιών αποτελεί η ανάγκη για μια συστηματική προσέγγιση, που θα ενισχύσει τη διατήρηση της θέσης τους αλλά και την ανάπτυξή τους στην αγορά, ανταποκρινόμενοι στις απαιτήσεις των πελατών γρηγορότερα και με συνολικά χαμηλότερο κόστος. Ως εκ τούτου, η σημασία μιας καλά διαχειριζόμενης εφοδιαστικής αλυσίδας αυξάνεται καθημερινά, και οι mobile τεχνολογίες έχουν ήδη γίνει ένα από τα σημαντικότερα μέρη της διαχείρισης της αλυσίδας (Gökhan και συν. 2016).

Η αποτελεσματική διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας απαιτεί εργαλεία που θα οδηγήσουν στην αυτοματοποίηση των διαδικασιών. Ως εκ τούτου, η τεχνολογία της πληροφορίας αποτελεί βασικό συστατικό που ενσωματώνει τα εργαλεία αυτά στην εφοδιαστική αλυσίδα. Με την εξέλιξη των ασύρματων τεχνολογιών και την αύξηση της αξιοπιστίας των φορητών συσκευών, οι mobile τεχνολογίες αποτελούν βασική συνιστώσα στην αντιμετώπιση των οικονομικών προκλήσεων, καθώς προσφέρουν νέες εξατομικευμένες υπηρεσίες σε κάθε εμπλεκόμενο μέρος της εφοδιαστικής αλυσίδας (Elfirdoussi 2018).

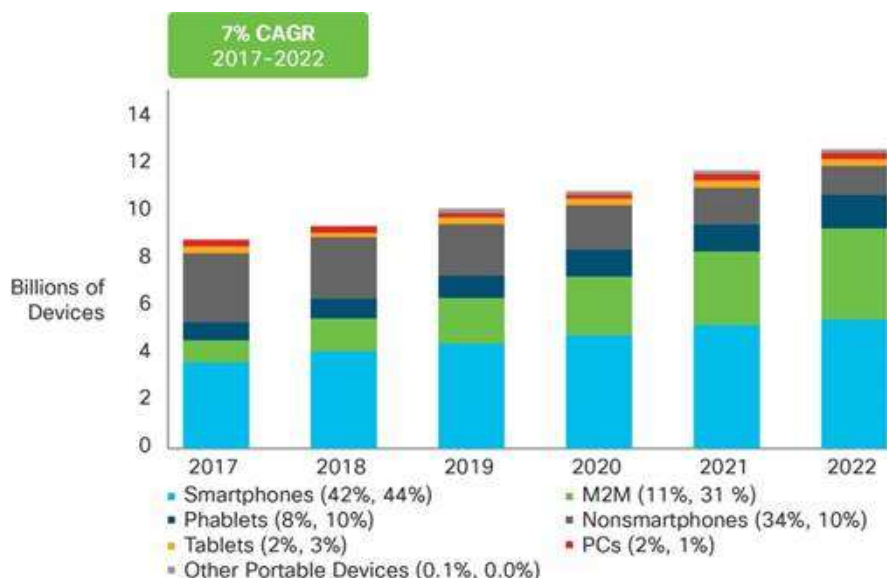
Σύμφωνα με έρευνα του Harvard Business School του 2015, η υιοθέτηση των mobile τεχνολογιών στις εφοδιαστικές αλυσίδες των εταιρειών οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στις νέες αλλαγές του εργασιακού καθεστώτος, λόγω της χρήσης των προσωπικών φορητών συσκευών από τους υπαλλήλους. Ωστόσο, στην ίδια έρευνα αναφέρεται ότι η χρήση των mobile τεχνολογιών μπορεί να αποτελεί απειλή για την ασφάλεια των πληροφοριών της εταιρείας. Η μεγαλύτερη ανησυχία είναι ότι οι εργαζόμενοι αποθηκεύουν σημαντικές και μερικές φορές ευαίσθητες πληροφορίες στις φορητές συσκευές τους. Η ανησυχία αυτή σε συνδυασμό με την τάση του BYOD, καθιστά τον τρόπο αντιμετώπισης της ασφάλειας σε σχέση με την προστασία των πληροφοριών, ακόμη πιο σημαντικό για τις επιχειρήσεις (Hermansson & Möller 2016).

## 5.2 Η εξέλιξη των mobile τεχνολογιών και συσκευών

Την τελευταία 20ετία, η εξέλιξη των κινητών τηλεφώνων ήταν ραγδαία. Αρχικά, τα κινητά τηλέφωνα χρησιμοποιήθηκαν για καθαρά φωνητική επικοινωνία ή για επικοινωνία μέσω γραπτών μηνυμάτων SMS. Αργότερα, προέκυψε η ανάγκη για την αποστολή περισσότερων πληροφοριών, όπως εικόνων, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη των μηνυμάτων MMS. Στην συνέχεια, λόγω της ανάγκης πρόσβασης σε περισσότερες πληροφορίες από ανθρώπους που βρίσκονται σε κίνηση, αναπτύχθηκαν κινητά τηλέφωνα με δυνατότητα φορητής σύνδεσης στο Διαδίκτυο. Τα συγκεκριμένα τηλέφωνα εκτός της hardware αναβάθμισής τους για την υποστήριξη της συνδεσιμότητας, εξοπλίστηκαν επίσης με νέα εργαλεία λογισμικού. Έτσι, από άποψη hardware υλικού, τα κινητά τηλέφωνα εφοδιάστηκαν με ισχυρούς επεξεργαστές και μεγαλύτερες μνήμες RAM, μεγαλύτερες οθόνες υψηλής ανάλυσης, πολλές δυνατότητες σύνδεσης, καθώς και βοηθητικά εργαλεία όπως ψηφιακή κάμερα, δέκτη GNSS, ταχύμετρο, μαγνητόμετρο κλπ. Ο συγκεκριμένος εξοπλισμός δίνει στα κινητά τηλέφωνα αντίστοιχες δυνατότητες μεγαλύτερης επεξεργασίας και ταχύτερης απόκρισης, λήψης φωτογραφιών υψηλής ευκρίνειας, επιλογής τύπου σύνδεσης ανάλογα με την περίπτωση και λήψη δεδομένων για χρήση σε συγκεκριμένες εφαρμογές. Ο εξοπλισμός αυτός υποστηρίζεται από αντίστοιχο λογισμικό εταιρειών όπως η Microsoft ή η Acrobat, που δημιουργήσαν προγράμματα τα οποία δίνουν στα κινητά τηλέφωνα δυνατότητες laptop ή επιτραπέζιων υπολογιστών. Οι κατασκευαστές κινητών τηλεφώνων εξοπλίζουν τις συσκευές με προηγμένες δυνατότητες σύνδεσης όπως 2G, 3G, 4G, WLAN, Bluetooth και NFC (Near Field Communication), χάρη στην αυξανόμενη ζήτηση για ταχύτερη πλοήγηση στο Διαδίκτυο, ίδιου επιπέδου με αυτή που παρέχεται μέσω καλωδιακού δικτύου. Αυτά τα είδη κινητών τηλεφώνων ονομάζονται smartphone, λόγω των δυνατοτήτων πολλαπλών λειτουργιών και σύνδεσης που περιλαμβάνουν. Την ίδια εποχή, στην αγορά κάνουν την εμφάνισή τους τα tablet, συσκευές με δυνατότητες που γεμίζουν το χάσμα μεταξύ των smartphone και των φορητών υπολογιστών. Τα tablet σε σύγκριση με τα smartphone έχουν μεγαλύτερη οθόνη, μεγαλύτερη διάρκεια ζωής της μπαταρίας και καλύτερη ικανότητα επεξεργασίας, αλλά είναι βαρύτερα και δεν έχουν δυνατότητα τηλεφωνικής επικοινωνίας (εκτός αυτής που μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω σύνδεσης στο Διαδίκτυο). Ενώ οι τεχνολογίες των smartphone και tablet εξελίσσονται, οι φορείς εκμετάλλευσης των ασύρματων δικτύων αναπτύσσουν επίσης τις υποδομές τους, ώστε να μπορούν να υποστηρίζουν ταχύτερες συνδέσεις στο Διαδίκτυο, (3G, 4G και 5G). Επιπλέον, αυξανόμενος αριθμός εταιριών πληροφορικής αναπτύσσουν πλήθος εφαρμογών που μπορούν να εκτελεστούν στα λειτουργικά συστήματα των smartphone και tablet (Gökhan και συν. 2016).

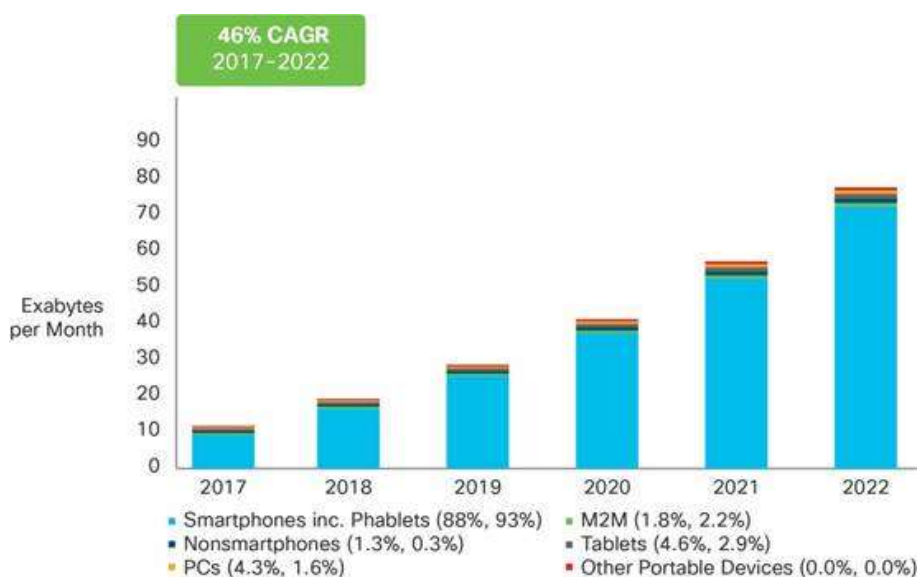
Η πολλαπλή δυνατότητα χρήσης αλλά και γρήγορη σύνδεση στο Διαδίκτυο είναι χαρακτηριστικά που οδηγούν στην αγορά ενός smartphone (Szymczak 2013). Στην περίπτωση ανάγκης για μεγαλύτερη επεξεργαστική ισχύ και μεγαλύτερη διάρκεια χρήσης με σύνδεση στο Διαδίκτυο, η επιλογή οδηγεί στην αγορά tablet. Εξαιτίας αυτών των τάσεων, οι αγορές των smartphone αυξήθηκαν κατά 42% το 2017, ενώ, το 2022, οι συσκευές που χρησιμοποιούνται θα υπερβούν τα 5 δισεκατομμύρια, παγκοσμίως.

Επίσης, το 2017, παρατηρήθηκε αύξηση του αριθμού των tablet που συνδέονται μέσω mobile τεχνολογιών κατά 2%, φτάνοντας στον αριθμό των 80 εκατομμυρίων Cisco (2019). Στην εικόνα 5-1 παρουσιάζεται η αυξητική τάση χρήσης mobile συσκευών κατά την πενταετία 2017-22.



**Εικόνα 5-1: Παγκόσμια αύξηση της χρήσης των mobile συσκευών (2017 – 22) Cisco (2019)**

Λόγω του αυξανόμενου αριθμού χρήσης των mobile συσκευών, προβλέπεται αντίστοιχη αύξηση της κίνησης δεδομένων των ασύρματων δικτύων. Μελέτες έδειξαν ότι το 2022, η μέση τιμή της μηνιαίας ανά συσκευή δημιουργούμενης κίνησης δεδομένων θα ανέρχεται τα 6,25GB, παρουσιάζοντας πενταπλάσια αύξηση σε σύγκριση με τα 1,2GB της αντίστοιχης μηνιαίας κίνησης δεδομένων του 2017 Cisco (2019). Στην εικόνα 5-2 παρουσιάζεται η αυξητική τάση της κίνησης δεδομένων των ασύρματων δικτύων ανά συσκευή κατά την πενταετία 2017-22.



**Εικόνα 5-2: Παγκόσμια αύξηση της κίνησης δεδομένων των ασύρματων δικτύων (2017 – 22) Cisco (2019)**

Όπως φαίνεται από αυτά τα στατιστικά στοιχεία, οι εταιρείες προτίθενται να δώσουν προτεραιότητα στην χρήση των mobile τεχνολογιών και συσκευών. Αυτή η αυξανόμενη τάση στις mobile λύσεις θα φέρει ριζικές αλλαγές στις εταιρικές μορφές διαχείρισης (Gökhan και συν. 2016). Έτσι, η εφαρμογή των mobile τεχνολογιών στην διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας και ο τρόπος που θα επωφεληθούν οι εταιρείες από αυτές τις αναδυόμενες τεχνολογίες με αυτή την εφαρμογή αποτελεί πραγματική πρόκληση. Πάντως μέχρι σήμερα, το ποσοστό των εταιρειών που έχει στραφεί στην υιοθέτηση των mobile λύσεων στις εφοδιαστικές αλυσίδες είναι σχετικά χαμηλό (23%), γεγονός που αποδεικνύει ότι το σκηνικό ενδέχεται να αλλάξει μετά την υιοθέτηση της τεχνολογίας του IoT, μετά το 2020 (Gökhan και συν. 2016).

### **5.3 Η εισαγωγή των mobile τεχνολογιών στην εφοδιαστική αλυσίδα**

Οι πρώτες mobile συσκευές τέθηκαν σε χρήση στην εφοδιαστική αλυσίδα κατά τα τέλη της δεκαετίας του 1990 ως stand alone συσκευές. Με βάση τα όσα αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα, οι συσκευές αυτές διέφεραν κατά πολύ από τις σύγχρονες mobile συσκευές. Βασικότερη διαφορά τους είναι η ανάγκη χρήσης εξωτερικών modem και μονάδων ανάγνωσης για τη λήψη και μετάδοση των δεδομένων. Στα μέσα της δεκαετίας του 2000, στις εφοδιαστικές αλυσίδες χρησιμοποιήθηκαν πιο εκσυγχρονισμένες συσκευές, όπως φορητοί υπολογιστές και PDA (Personal Digital Assistants). Σήμερα, οι τεράστιες τεχνολογικές βελτιώσεις και οι εξελίξεις των tablet και των smartphone και η χρήση των εφαρμογών που υποστηρίζουν, δημιουργούν τις ιδανικές συνθήκες βελτίωσης των επιχειρηματικών διαδικασιών (Lee & Choi 2018).

Σήμερα, το mobile computing προσφέρει δυνατότητες ενίσχυσης των επιχειρηματικών διαδικασιών. Οι δυνατότητες αυτές ενισχύονται από τα χαρακτηριστικά των σύγχρονων mobile συσκευών που σχεδιάζονται για να καλύψουν τις ανάγκες της επόμενης γενιάς κινητής επικοινωνίας. Χαρακτηριστικά όπως η μεγαλύτερη εσωτερική χωρητικότητα αποθήκευσης, η μεγαλύτερη ισχύς υπολογιστικής επεξεργασίας, η φορητότητα, η δυνατότητα διασύνδεσης με άλλες φορητές συσκευές αλλά και η υποστήριξη πολυάριθμων εφαρμογών που είναι προσβάσιμες από κάθε σημείο όταν συνδέονται με κάποιο δίκτυο, ενισχύουν την ικανότητα υιοθέτησης των mobile συσκευών σε επιχειρηματικά περιβάλλοντα. Επίσης, η εξέλιξη των τεχνολογιών ασύρματης επικοινωνίας, κυρίως από την ανάπτυξη της 3G κινητής τηλεφωνίας και μετά, δίνει τη δυνατότητα στις συσκευές αυτές να παρέχουν επικοινωνία και κοινωνική αλληλεπίδραση τόσο στην επαγγελματική όσο και στην προσωπική ζωή.

Η εξέλιξη των mobile επικοινωνιών και συστημάτων αλλά και η αλλαγή στις συνθήκες ανταγωνισμού στην αγορά, οδήγησε στην εμφάνιση κάποιων επιχειρηματικών μοντέλων που εισήγαγαν mobile λύσεις επικοινωνίας, όπως η B2B (Business-to-Business), η E2B (Employee-to-Business) και η B2E (Business-to-Employee) (Periša, Cvitić & Kolarovszki 2017). Στα μοντέλα αυτά, η χρήση mobile συσκευών παίζει σημαντικό ρόλο στη διαχείριση των δραστηριοτήτων της

εφοδιαστικής αλυσίδας, και ιδιαίτερα στα μέρη των logistics και των μεταφορών, μέσω της υποστήριξης ακόμα και offline εφαρμογών.

Η χρήση των mobile συσκευών στις εφοδιαστικές αλυσίδες αποτελεί φθηνότερη λύση, περίπου το ήμισυ του κόστους, σε σύγκριση με τη χρήση επιτραπέζιων ή φορητών υπολογιστών για την ίδια διεργασία. Παρόλα αυτά, για ορισμένες μικρές εταιρείες, ακόμα και αυτό το περιορισμένο κόστος, μπορεί να θεωρηθεί υψηλό. Για το λόγο αυτό, οι μικρότερες, κυρίως, εταιρείες αναπτύσσουν την εναλλακτική προσέγγιση BYOD, μια προσέγγιση που θέλει τους υπαλλήλους τους να μπορούν να χρησιμοποιούν τις δικές τους mobile συσκευές (McCrea 2014).

## **5.4 Βασικές mobile τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στην εφοδιαστική αλυσίδα**

### **5.4.1 Mobile δίκτυα**

Η ευρύτερη χρήση των mobile συσκευών ξεκίνησε με την εισαγωγή της δεύτερης γενιάς δικτύων κινητής τηλεφωνίας (2G), επειδή οι συσκευές της πρώτης γενιάς (1G), εκτός από υψηλή τιμή, είχαν αναλογικό σύστημα μετάδοσης, μεγάλο μέγεθος και υπερβολική κατανάλωση ενέργειας.

Τα δίκτυα 2G αναπτύχθηκαν κυρίως για φωνητική επικοινωνία και παρουσίαζαν σχετικά αργή μεταφορά δεδομένων (έως 9,6Kbps). Η τεχνολογία 2.5G εισήγαγε νέα πρωτόκολλα, όπως το GPRS (General Packet Radio Service), με πολύ υψηλότερους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων (56 - 114Kbps), που επέτρεψαν την εισαγωγή και χρήση νέων υπηρεσιών, όπως την πρόσβαση WAP, το MMS και το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο. Η τεχνολογία 2.75G βασίζεται στην τεχνολογία EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution). Χάρη στις ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων που έφταναν τα 236,8Kbps, οι χρήστες απέκτησαν τη δυνατότητα μιας σχετικά γρήγορης πρόσβασης στο Διαδίκτυο και πολλές υπηρεσίες ψηφιακής κινητής τηλεφωνίας.

Τα δίκτυα τρίτης γενιάς κινητής τηλεφωνίας (3G) παρέχουν τη δυνατότητα ταυτόχρονης μεταφοράς φωνής και δεδομένων, σε υψηλότερες ταχύτητες (έως 384Kbps) και με μεγαλύτερο επίπεδο ασφάλειας σε σχέση με τις προηγούμενες γενιές. Το UMTS (Universal Mobile Telecommunication System), είναι ένα από τα πιο συνηθισμένα πρότυπα των δικτύων 3G. Το πρότυπο απαιτεί τη δημιουργία νέου δικτύου σταθμών βάσης διαφορετικής συχνότητας λειτουργίας. Από το 2006, τα δίκτυα UMTS αναβαθμίστηκαν από την εισαγωγή του HSDPA (High Speed Downlink Packet Access), που συχνά αναφέρεται και ως τεχνολογία 3.5G, με μέγιστη ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων της τάξης των 21Mbps.

Το 4G είναι η τέταρτη γενιά κυψελοειδών ασύρματων προτύπων και διάδοχος των προτύπων 3G και 2G. Το 2008, η οργάνωση ITU-R καθόρισε τις IMT-Advanced (Advanced Mobile Telecommunications Advanced) απαιτήσεις για τα πρότυπα 4G, καθορίζοντας τη μέγιστη ταχύτητα των υπηρεσιών 4G στα 100 Mbps για επικοινωνία υψηλής κινητικότητας (όπως για παράδειγμα η επικοινωνία που πραγματοποιείται



μέσω κινούμενων οχημάτων) και στο 1Gbps για επικοινωνία χαμηλής κινητικότητας (όπως για παράδειγμα η επικοινωνία πεζών ή σταθερών χρηστών). Η τρίτη γενιά εταιρικής σχέσης έργου (third generation partnership project - 3GPP) προώθησε τεχνολογίες που προϋπήρξαν του 4G, όπως το LTE, που βγήκε στην αγορά το 2009, και το WIMAX, που κυκλοφόρησε το 2006, ως πρότυπα που συχνά χαρακτηρίζονται ως 4G, παρά το γεγονός ότι οι εκδόσεις αυτών των τεχνολογιών δεν πληρούσαν τις αρχικές απαιτήσεις της ITU-R όσον αφορά το ρυθμό μετάδοσης δεδομένων.

Με την εκθετική αύξηση που παρουσιάζουν οι απαιτήσεις των χρηστών, η αντικατάσταση του 4G με μια προηγμένη τεχνολογία, όπως το 5G, είναι επιτακτική. Τα κινητά και ασύρματα δίκτυα πέμπτης γενιάς (5G) μπορεί να θεωρηθούν ως μια πλήρη ασύρματη επικοινωνία χωρίς περιορισμούς, που οδηγεί προς τον τέλειο κόσμο του ασύρματου World Wide Wireless Web (WWW) (Jaiswal, Kumar & Kumari 2014). Δύο από τους βασικότερους άξονες γύρω από τους οποίους δείχνει να εξελίσσονται τα κυψελοειδή δίκτυα πέμπτης γενιάς είναι οι τεχνικές πολλαπλής πρόσβασης BDMA (Beam Division Multiple Access) και FBMC (Filter Bank Multi Carrier) (Hameed, Goli & Oleiwi 2017).

#### **5.4.2 Ασύρματα δίκτυα**

Η ταχεία ανάπτυξη της τεχνολογίας καθώς και η σμίκρυνση και η πτώση των τιμών των συστατικών της στοιχείων, έδωσε τη δυνατότητα και στα κινητά τηλέφωνα να εφοδιαστούν με εξοπλισμό ικανό να συνδέεται στα ασύρματα δίκτυα WLAN. Σήμερα, το πιο κοινά χρησιμοποιούμενο ασύρματο δίκτυο είναι το Wi-Fi (Wireless Fidelity), που βασίζεται στο πρωτόκολλο IEEE 802.11. Η λειτουργία του Wi-Fi βασίζεται στην ύπαρξη σημείων πρόσβασης (hot spots), τα οποία καλύπτουν μια συγκεκριμένη περιοχή, εντός της οποίας όλες οι mobile συσκευές μπορούν να συνδεθούν και να έχουν πρόσβαση στο τοπικό δίκτυο ή στο Διαδίκτυο. Η ακτίνα κάλυψης της περιοχής έχει συνήθως εύρος περί τα 30 μέτρα (για εσωτερικούς χώρους) και τα 100 μέτρα (για εξωτερικούς χώρους).

Οι σύγχρονες mobile συσκευές χρησιμοποιούν τα πρωτόκολλα IEEE 802.11b ή 802.11g, με μέγιστη θεωρητική ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων τα 11Mbps και 54Mbps, αντίστοιχα. Το πιο πρόσφατο IEEE 802.11n, χάρη στο σύστημα μετάδοσης με πολλαπλές κεραίες που χρησιμοποιεί, παρέχει τη δυνατότητα αύξησης του ρυθμού μετάδοσης δεδομένων έως τα 600Mbps, καλύτερη αξιοπιστία μετάδοσης και μεγαλύτερη απόσταση κάλυψης (τουλάχιστον δύο φορές το εύρος των δικτύων των προηγούμενων πρωτοκόλλων).

#### **5.4.3 Mobile web**

Το mobile internet, ουσιαστικά αφορά τη χρήση του Διαδικτύου από τις mobile συσκευές και παρουσιάζει κάποιες ιδιαιτερότητες. Οι ιστότοποι του mobile web έχουν σχεδιαστεί ειδικά για mobile συσκευές και μπορούν να γίνουν προσπελάσιμοι από αντίστοιχους mobile web browser. Λόγω των περιορισμών των mobile συσκευών, ειδικά από άποψη μεγέθους οθόνης, ταχύτητα επεξεργασίας και μεταφοράς δεδομένων,

η ανάπτυξη των mobile web site πρέπει να είναι τέτοια ώστε να δίνεται η δυνατότητα στους χρήστες να έχουν πρόσβαση από mobile συσκευές με βέλτιστη ή τουλάχιστον αξιοπρεπή ποιότητα.

Αν και η ανάπτυξη ενός mobile web site είναι σχετικά εύκολη, οι ιστότοποι αυτοί δεν παρουσιάζουν την ίδια εμφάνιση σε διαφορετικές πλατφόρμες. Στο παρελθόν, το mobile web βασίστηκε στο πρότυπο WAP, το οποίο είναι πλέον παρωχημένο, ενώ σήμερα χρησιμοποιούνται πρότυπα που βασίζονται στο συνδυασμό των XML και HTML, για τη δημιουργία του XHTML. Η χρήση του mobile web αυξάνεται σε όλες τις αγορές του κόσμου. Σχεδόν όλες οι σύγχρονες mobile συσκευές έχουν ενσωματωμένο πρόγραμμα περιήγησης ιστού, στοιχείο που σε συνδυασμό με τις μειωμένες τιμές μεταφοράς δεδομένων μέσω ασύρματων δικτύων και την αύξηση του αριθμού των Wi-Fi hot-spot, ενισχύει την άποψη ότι το mobile web έχει γίνει ένα από τα πιο σημαντικά κανάλια μεταφοράς πληροφοριών (Turban και συν. 2017).

#### **5.4.4 GPS**

Ένας μεγάλος αριθμός σύγχρονων mobile συσκευών έχει ενσωματωμένο δέκτη GPS. Το GPS (Global Positioning System) είναι ένα παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα πλοήγησης, το οποίο αποτελείται από ένα δίκτυο 24 δορυφόρων που βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τη Γη (4 δορυφόροι σε καθεμία από τις 6 τροχιές) και στέλνουν σήματα ραδιοσυχνότητας στην επιφάνεια της. Αρχικά αναπτύχθηκε για το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ, αλλά στη συνέχεια άρχισε να διατίθεται δωρεάν για ελεύθερη χρήση.

Οι δέκτες GPS, με βάση τα σήματα που λαμβάνουν από τους δορυφόρους, καθορίζουν τη θέση τους και το υψόμετρο, το γεωγραφικό πλάτος και το γεωγραφικό μήκος, καθώς και τη κατεύθυνση και ταχύτητα, οπουδήποτε στον πλανήτη, μέρα και νύχτα, ανεξαρτήτως καιρικών συνθηκών. Η ακρίβεια είναι σχετικά μεγάλη (περίπου 10 μέτρα), όμως η μέθοδος δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εσωτερικούς χώρους, δεδομένου ότι απαιτείται οπτική επαφή με τους δορυφόρους.

Το ενσωματωμένο GPS στις mobile συσκευές προσφέρει μια σειρά χρήσιμων εφαρμογών, όπως η πλοήγηση σε άγνωστες περιοχές καθώς και συνεχή παρακολούθηση οχημάτων και φορτίων.

#### **5.4.5 RFID**

Το RFID (Radio Frequency Identification) είναι μια τεχνολογία που χρησιμοποιεί ραδιοκύματα για επικοινωνία κατά την οποία ανταλλάσσονται δεδομένα μεταξύ ενός reader και των ετικετών (tag) που επισυνάπτονται πάνω σε ένα αντικείμενο, για λόγους αναγνώρισης και παρακολούθησης.

Οι ετικέτες RFID, γνωστές και ως RFID transponders, αναπτύχθηκαν με σκοπό την αντικατάσταση των barcode λόγω των αρκετών περιορισμών που παρουσιάζουν, όπως ότι απαιτούν οπτική επαφή με το scanner ανάγνωσης, εκτυπώνονται σε χαρτί που μπορεί εύκολα να σκιστεί ή να χαθεί, τα στοιχεία που περιλαμβάνουν αφορούν μόνο

τον κατασκευαστή και το προϊόν, κ.λπ. Κάθε ετικέτα RFID έχει ένα μοναδικό αναγνωριστικό που σχετίζεται με το συγκεκριμένο προϊόν ή τη συσκευασία όπου και επικολλάται. Οι ετικέτες μπορούν να διακριθούν σε ενεργές και παθητικές ανάλογα με το εάν περιλαμβάνουν τη δική τους τροφοδοσία ή όχι, αντίστοιχα. Ο reader, χρησιμοποιεί ραδιοκύματα για να διαβάσει τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στην ετικέτα, τα οποία στη συνέχεια διαβιβάζει στο σύστημα ανταλλαγής και διαχείρισης δεδομένων για περαιτέρω επεξεργασία. Η ακτίνα ανάγνωσης μιας ενεργής ετικέτας RFID έχει εύρος 10-100 μέτρα, ενώ για την παθητική κυμαίνεται μεταξύ 10mm και 5m. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας οι διαστάσεις των ετικετών ολοένα και μικραίνουν (Swedberg 2017).

Σε σύγκριση με την τεχνολογία barcode, το RFID παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα, όπως (SCM Concept 2015):

- δεν απαιτεί οπτική επαφή reader – tag για ανάγνωση
- μπορεί να αποθηκεύσει μεγαλύτερο όγκο δεδομένων (κάθε tag μπορεί για παράδειγμα να διατηρεί πληροφορίες για κάθε προϊόν ξεχωριστά και όχι μόνο για μια κατηγορία προϊόντων)
- έχει μικρότερο μέγεθος (διατίθενται πολλές διαφορετικές μορφές και σχήματα RFID tag)
- είναι πολύ πιο ασφαλές (δεδομένης της ηλεκτρονικής φύσης των ετικετών μπορεί να χρησιμοποιηθεί κώδικας προστασίας περιεχομένου, οπότε το περιεχόμενο είναι δύσκολο να παραβιαστεί)
- τα δεδομένα που αποθηκεύονται στην ετικέτα RFID μπορεί να μεταβληθούν οποτεδήποτε
- παρουσιάζει ανθεκτικότητα σε επικίνδυνα περιβάλλοντα
- οι ετικέτες μπορούν να διαβαστούν σχεδόν στιγμιαία

Η τεχνολογία RFID εφαρμόζεται ολοένα και περισσότερο σε διάφορους τομείς της βιομηχανίας αλλά και σε τμήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας, όπως: παραγωγή, παραλαβή, μεταφορά και διανομή εμπορευμάτων, λειτουργίες αποθήκης, λιανικό εμπόριο κ.λπ. Κάποιοι από τις μεγαλύτερες εταιρείες λιανικής παγκοσμίως, όπως η Wal-Mart στις Η.Π.Α. και η Tesco στο Ηνωμένο Βασίλειο, καθώς και κυβερνητικοί οργανισμοί, όπως το Υπουργείο Αμύνης των ΗΠΑ, δεσμεύουν όλους τους προμηθευτές τους στην εισαγωγή της τεχνολογίας RFID (Christopher 2016).

## **5.5 Οι mobile τεχνολογίες στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας**

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, βασικοί στόχοι όλων των επιχειρήσεων είναι η αύξηση του κέρδους και η ικανοποίηση των πελατών, στόχοι που μπορούν να επιτευχθούν μέσω της βελτίωσης της αποτελεσματικότητας των εφοδιαστικών αλυσίδων. Οι mobile τεχνολογίες είναι ικανές να συμβάλουν σε αυτή τη

βελτίωση. Η χρήση των σύγχρονων συσκευών με σύνδεση στο mobile internet δίνει τη δυνατότητα ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ των τμημάτων μιας εφοδιαστικής αλυσίδας, με τέτοιο τρόπο ώστε διαχειριστές της αλυσίδας και υπάλληλοι της εταιρείας να μπορούν να ανταλλάσσουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, στοιχείο που διασφαλίζει την ανάδραση. Στη βιβλιογραφία, η ορολογία που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τον επιχειρηματικό τρόπο χρήσης των mobile συσκευών για τη διαχείριση των επιχειρηματικών διεργασιών είναι “Enterprise Mobile Management” (EMM) και “Mobile Device Management” (MDM) (Ortbach, Brockmann & Stieglitz 2014). Η χρήση αυτών των ολοκληρωμένων mobile λύσεων οδηγεί τελικά στη διαμόρφωση διαχείρισης μιας mobile εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η χρήση των mobile εφαρμογών ενισχύει την εκτέλεση των δραστηριοτήτων της εφοδιαστικής αλυσίδας, συνδράμοντας με τον τρόπο αυτό στη μείωση του κόστους των προϊόντων και των διαδικασιών. Έτσι μια επιχείρηση μπορεί να παρέχει γρήγορη απόκριση στη ζήτηση αλλά και να αποκτήσει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Η βελτίωση της αποδοτικότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας επιτυγχάνεται μέσω της ενσωμάτωσης των mobile τεχνολογιών στα υφιστάμενα συστήματα IT, εξαλείφοντας έτσι την εξάρτηση των διαδικασιών από ενσύρματα συστήματα. Αυτή η ανεξάρτηση δίνει σε επιχειρήσεις και χρήστες την ευελιξία εφαρμογής ασύρματων τεχνολογιών σε όλες τις IT λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας και επεκτείνει τις υπάρχουσες δυνατότητες διαχείρισης της (Arsovski & Ranković 2011).

Ο Szymczak (2013) παρουσιάζει ένα παράδειγμα τρόπου ενσωμάτωσης των mobile τεχνολογιών στο υφιστάμενο IT σύστημα μιας εταιρείας, σύμφωνα με το οποίο γίνεται χρήση συσκευών smartphone στο σύστημα ERP της εταιρείας. Ουσιαστικά, η ενσωμάτωση αφορά την δυνατότητα εκτέλεσης λογισμικού ERP στα smartphone, κάτι που αποτελεί εύκολη διαδικασία, αφού οι βασικοί προμηθευτές τέτοιου λογισμικού (π.χ. SAP AG) προσφέρουν ολοκληρωμένες λύσεις, ιδιαίτερα στον τομέα της διαχείρισης των πελατειακών σχέσεων (Customer Relationship Management - CRM). Όλες οι εργασίες που πραγματοποιούνται από τους υπαλλήλους του field service, επιβεβαιώνονται μέσω της χρήσης των smartphone συσκευών τους και καταχωρούνται αυτόματα στο σύστημα ERP της εταιρείας. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, η χρήση των smartphone μπορεί επίσης να γίνει για την απόκτηση πρόσβασης σε βάσεις δεδομένων, από τις οποίες μπορούν να ληφθούν αιτήματα που αφορούν τον πελάτη σχετικά με τις παραγγελίες, τα αποθέματα, το υπόλοιπο του λογαριασμού ή να ληφθούν δεδομένα που αφορούν προϊόντα προς πώληση ή συντήρηση.

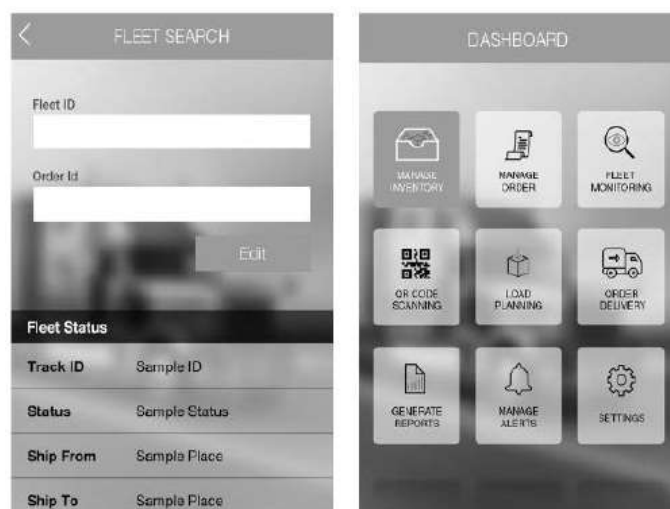
Οι Bouzayani και Dhiaf (2013) χρησιμοποίησαν mobile συσκευές για να αναπτύξουν ένα ευέλικτο καταναμημένο σύστημα ERP με αποκεντρωμένη αρχιτεκτονική. Οι συγγραφείς ανέπτυξαν μια συνολική διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας σε πραγματικό χρόνο, βασισμένη στη συν-μοντελοποίηση της καταναμημένης αρχιτεκτονικής πληροφοριακού συστήματος (IS) και της σύνθετης διαχείρισης της αλυσίδας. Οι εταιρείες θα πρέπει να εφαρμόζουν τέτοια είδη ευέλικτων αρχιτεκτονικών διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας σε πραγματικό χρόνο ώστε να συμβαδίζουν με τις προσδοκίες των πελατών. Η εφαρμογή τέτοιων αρχιτεκτονικών θα

επιτρέπει την αυτόματη ανταλλαγή πληροφοριών (επικοινωνία, παρακολούθηση και έλεγχος) μεταξύ των τμημάτων της εφοδιαστικής αλυσίδας, εξαλείφοντας στο ελάχιστο το ανθρώπινο λάθος.

## 5.6 Εφαρμογές των mobile τεχνολογιών στην εφοδιαστική αλυσίδα

Οι εφαρμογές των mobile τεχνολογιών έχουν αυξηθεί σημαντικά επεκτείνοντας τους τομείς χρήσης τους από τους μεμονωμένους χρήστες έως διάφορους βιομηχανικούς τομείς. Η υιοθέτηση αυτών των εφαρμογών είναι πραγματικά σημαντική για τις επιχειρήσεις ώστε να μην μένουν στάσιμες και να ακολουθούν τις τάσεις της αγοράς.

Το σημαντικότερο πλεονέκτημα αυτών των εφαρμογών για τις εφοδιαστικές αλυσίδες και τη διαχείρισή τους είναι η δυνατότητα χρήσης της κινητικότητας και της συνδεσιμότητας με ασύρματα δίκτυα κινητής επικοινωνίας, όπως τα 3G και 4G, στοιχείο που δημιουργεί ένα είδος ανεξαρτησίας της διαδικασίας από τον τόπο στον οποίο πραγματοποιείται. Επιπλέον, οι mobile εφαρμογές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κάθε επίπεδο διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Αυτό σημαίνει ότι οι εφαρμογές αυτές μπορούν να αξιοποιηθούν από διαχειριστές, εργαζόμενους, μηχανικούς, οδηγούς, τεχνικούς και γενικά από κάθε οντότητα που εμπλέκεται σε όλα ανεξαρτήτως τα τμήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας, καλύπτοντας όλα τα επίπεδα υπαλλήλων των εταιρειών (Car, Pilepić & Šimunić 2014). Ένα επίσης πλεονέκτημα των mobile εφαρμογών στις εφοδιαστικές αλυσίδες είναι ότι επιτρέπουν τη ροή πληροφοριών μεταξύ διαφορετικών επιχειρηματικών λειτουργιών σε όλα τα τμήματα της αλυσίδας. Με αυτό τον τρόπο, η ροή των προϊόντων είναι πιο ομαλή μέχρι να φτάσει στον καταναλωτή..



*Εικόνα 5-3: Παράδειγμα mobile εφαρμογής διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας (Car, Pilepić & Šimunić 2014)*

Σύμφωνα με την Umney (2011), οι mobile τεχνολογίες και οι εφαρμογές παρέχουν στις εταιρείες πολλά πλεονεκτήματα, μέσω της ενίσχυσης της γρήγορης λήψης

αποφάσεων, της αύξησης της παραγωγικότητας και του εύλογου κόστους. Εκτός αυτού, η νέα γενιά κινητής επικοινωνίας βοηθάει τις εφαρμογές διαχείρισης των εφοδιαστικών αλυσίδων να βελτιώσουν τη χρήση τους, διευρύνοντας την περιοχή κάλυψης της συσκευής ή του δικτύου Wi-Fi.

Η χρήση των mobile εφαρμογών στις εφοδιαστικές αλυσίδες επιτρέπει στους υπαλλήλους να συγχρονίζονται, καθώς έχουν τη δυνατότητα να παρακολουθούν όλες τις διαδικασίες της αλυσίδας σε πραγματικό χρόνο. Ο Karlskind (2014) υποστηρίζει ότι η βελτιστοποίηση του φόρτου εργασίας διευκολύνεται με τη χρήση τέτοιων εφαρμογών στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς ο χρόνος ικανοποίησης των απαιτήσεων των πελατών μειώνεται, ενώ παράλληλα αυξάνεται η συνολική παραγωγικότητα της επιχείρησης.

**Πίνακας 5-1: Ταξινόμηση mobile εφαρμογών εφοδιαστικής αλυσίδας (Ruhi & Turel 2005)**

Δραστηριότητες αλυσίδας αξίας					
Τεχνολογίες		Logistics	Λειτουργίες	Πωλήσεις & Marketing	Υπηρεσίες
	GPS	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Επαλήθευση φορτίου</li> <li>▪ Αποστολές οχημάτων</li> <li>▪ Παρακολούθηση πακέτων / προϊόντων</li> <li>▪ Τηλεματική</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Πρόσβαση σε πληροφορίες βάσει θέσης</li> <li>▪ Καμπάνιες προώθησης πωλήσεων</li> </ul>	Τηλεμετρία
	WWAN	Γνωστοποίηση σε ηλεκτρονική μορφή των συστατικών ενός φορτίου προς αποστολή	Inter-office ενσωμάτωση	Πρόσβαση σε πληροφορίες back-office	
	Κυψελοειδής	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Επιβεβαίωση παράδοσης</li> <li>▪ Χρήση ηλεκτρονικής υπογραφής</li> <li>▪ Γνωστοποίηση εξαιρέσεων</li> <li>▪ Επικοινωνία με τους οδηγούς</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Έγκριση ροής εργασιών</li> <li>▪ Επαφή διευθυνσης</li> <li>▪ Επαφή προσωπικού</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Προώθηση πωλήσεων</li> <li>▪ Ανάστροφα logistics</li> <li>▪ Επαφές πωλήσεων</li> <li>▪ Υπηρεσίες push βάσει θέσης</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Επαφή υπηρεσιών</li> <li>▪ Τηλεμετρία</li> </ul>
	P2T	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Επιβεβαίωση παράδοσης</li> <li>▪ Γνωστοποίηση εξαιρέσεων</li> </ul>	Επαφή προσωπικού		Επαφή προσωπικού
	RFID	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Παρακολούθηση προϊόντων</li> <li>▪ Σάρωση barcode</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Σάρωση barcode</li> <li>▪ Τηλεμετρία</li> </ul>	Αναπλήρωση αποθηκών λιανικής	
	WLAN (WiFi / Bluetooth)	Back-office ενημέρωση	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Τηλεμετρία</li> <li>▪ Ροές εργασίας πληρωμών</li> </ul>		
	<b>Εφαρμογές mobile διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας</b>				

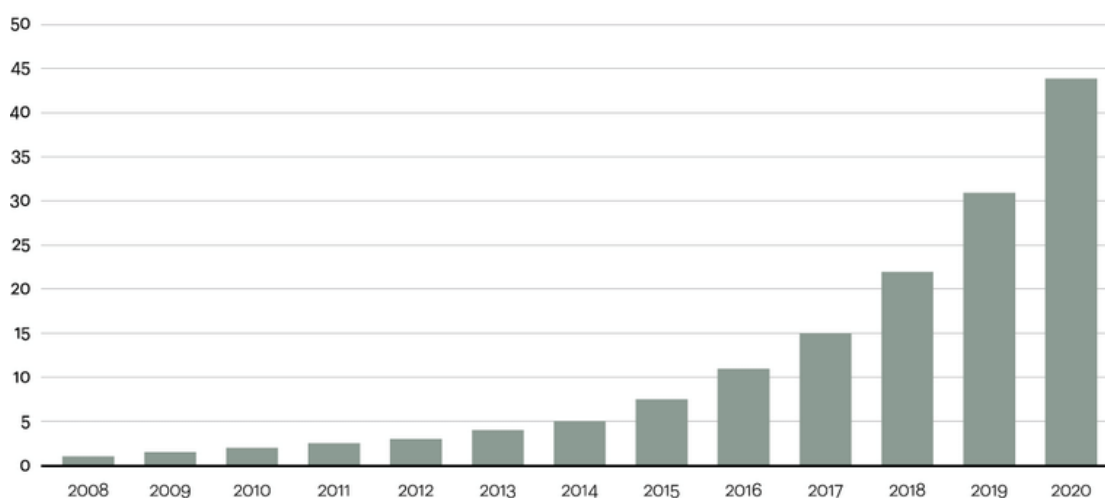
Στην εικόνα 5-3 παρουσιάζεται μια mobile εφαρμογή διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας. Στην εικόνα παρατηρείται ότι πολλές επιχειρηματικές λειτουργίες, όπως η παρακολούθηση του στόλου οχημάτων, η παράδοση των παραγγελιών και η διαχείριση αποθεμάτων, που αποτελούν βασικά χαρακτηριστικά της εφαρμογής, είναι προσβάσιμες από το ταμπλό της εφαρμογής

Οι mobile εφαρμογές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μια εφοδιαστική αλυσίδα έχουν ταξινομηθεί από τους Ruhi και Turel (2005) και παρουσιάζονται στον πίνακα 5-1. Οι συγγραφείς έχουν κατηγοριοποιήσει τις δραστηριότητες εφοδιαστικής αλυσίδας ως υλικοτεχνική υποστήριξη, λειτουργίες, μάρκετινγκ & πωλήσεις και υπηρεσίες. Οι mobile εφαρμογές παρουσιάζονται σε σχέση με τις τεχνολογίες στις οποίες βασίζονται (Ruhi & Turel 2005).

## 6 Data analytics και Big Data

### 6.1 Γενικά

Το 2012, περίπου 3 zettabyte ( $10^{21}$  byte) πληροφοριών είχαν αποθηκευτεί παγκοσμίως ενώ μέχρι το 2020, το ποσό αυτό αναμένεται να είναι 50 φορές μεγαλύτερο (Εικ. 6-1). Το 2016, εκτιμήθηκε ότι το μέγεθος όλων των κέντρων δεδομένων μπορεί να καλύψει μια περιοχή 16.000 στρεμμάτων. Το 33% όλων αυτών των αποθηκευμένων δεδομένων θα μπορούσε να είναι χρήσιμο, εάν είχε αναλυθεί κατάλληλα από τις εταιρείες, αλλά, μελέτες απέδειξαν ότι μόνο το 0,5% έχει αναλυθεί ουσιαστικά (Khalid και συν. 2015), (Lehtisalo 2018). Τα παραδοσιακά τεχνολογικά συστήματα δεν είναι σε θέση να διαχειριστούν την ποσότητα των δεδομένων που αποθηκεύονται στον ψηφιακό κόσμο, η οποία περίπου διπλασιάζεται ετησίως. Ως εκ τούτου, απαιτούνται νέες τεχνολογίες και μέθοδοι για τη συλλογή, την αποθήκευση και την ανάλυσή τους. Ιδιαίτερα για τις επιχειρήσεις, η βελτίωση της διαχείρισης και ανάλυσης των δεδομένων είναι επιτακτική, καθώς διαδραματίζουν σημαντικότατο ρόλο στη λήψη αποφάσεων σχετικά με τις λειτουργίες της εφοδιαστικής τους αλυσίδας, αλλά και για τον εντοπισμό των αναγκών και των επιθυμιών των πελατών (Pusala και συν. 2016).



Εικόνα 6-1: Αύξηση του όγκου δεδομένων ανά έτος σε zettabyte (Khalid και συν. 2015)

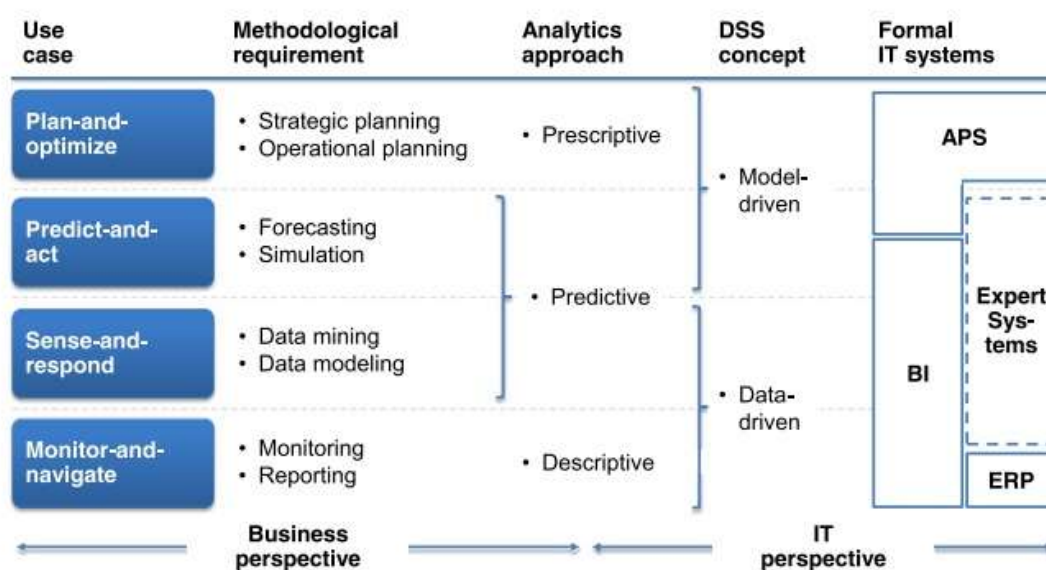
### 6.2 Data analytics

Η ανάλυση δεδομένων (Data analytics) είναι ένας συνδυασμός διαφορετικών μεθόδων που αποσκοπούν στη δημιουργία νέων πληροφοριών και μοντέλων με βάση τα συλλεγόμενα δεδομένα. Ο συνδυασμός ανάλυσης, επεξεργασίας και οπτικοποίησης δεδομένων υπήρξε κατά την τελευταία δεκαετία, μια ταχέως αναπτυσσόμενη τάση πολλών εταιρειών που δραστηριοποιούνται σε διάφορους κλάδους. Ο κύριος λόγος ανάπτυξης αυτής της τάσης είναι η δυνατότητα των νέων τεχνολογιών να παρέχουν στις εταιρείες λύσεις που δημιουργούν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, από τις δικές τους πηγές δεδομένων χωρίς την ανάγκη σημαντικών δεξιοτήτων κωδικοποίησης ή



τεράστιους πόρους. Σήμερα τα δεδομένα αποθηκεύονται και είναι προσβάσιμα σε διάφορα σημεία, όπως τα νέφη ή οι τράπεζες πληροφοριών των λειτουργικών συστημάτων. Παραδοσιακά η εργασία ενός αναλυτή δεδομένων ήταν άνισα κατανομημένη λόγω του μεγάλου χρόνου που απαιτούνταν στη διαδικασία επεξεργασίας και μετασχηματισμού των δεδομένων σε μια χρήσιμη μορφή, ώστε ο χρόνος που θα χρειαζόταν για την ανάλυσή τους να ήταν πολύ λιγότερος (Lehtisalo 2018).

Οι Sahay και Ranjan (2008) εξήγησαν ότι η χρήση των Data analytics στην εφοδιαστική αλυσίδα υπόσχεται να “εξαγάγει και να παράγει σημαντικές πληροφορίες για τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων στην επιχείρηση από τα τεράστια ποσά των δεδομένων που παράγονται και συλλέγονται από τις εφοδιαστικές αλυσίδες”. Οι συγγραφείς εξήγησαν περαιτέρω ότι η ανάλυση αυτών των δεδομένων ενισχύει τη ρύθμιση των λειτουργιών της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς παρέχει μια μοναδική οπτική για ολόκληρη την εφοδιαστική αλυσίδα και περιλαμβάνοντας παράλληλα αναλυτικά στοιχεία βασικών δεικτών επιδόσεων (KPI), βοηθά τις εταιρείες να οργανώσουν και τις διαδικασίες που βρίσκονται πίσω από την εφοδιαστική αλυσίδα και αφορούν τον προγραμματισμό, τις προμήθειες, την παραγωγή και τα logistics.



Εικόνα 6-2: Πλαίσιο εφαρμογής των Data analytics στην εφοδιαστική αλυσίδα (Hahn & Packowski 2015)

Για άλλους μελετητές, η χρήση των Data analytics στην εφοδιαστική αλυσίδα είναι συνώνυμη με τη χρήση τους σε ολόκληρη την επιχείρηση και αφορά τη χρήση δεδομένων και ποσοτικών εργαλείων και τεχνικών, με σκοπό τη βελτίωση των λειτουργικών επιδόσεων που υποδεικνύονται από μετρήσεις (όπως η εκπλήρωση των στόχων και η ευελιξία (Chae, Olson & Sheu 2014). Οι Trkman και συν. (2012) θεωρούν ότι η χρήση των Data analytics στην εφοδιαστική αλυσίδα αφορά την εφαρμογή διαφόρων προηγμένων αναλυτικών τεχνικών σε δεδομένα, με σκοπό την εξαγωγή πληροφοριών ή την επίλυση προβλημάτων που σχετίζονται με τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Τέλος, οι Hahn & Packowski (2015) αναφέρουν ότι η χρήση

των Data analytics στην εφοδιαστική αλυσίδα αφορά την ανάλυση των επιχειρηματικών δεδομένων για σκοπούς λήψης αποφάσεων.

Επομένως, συνοψίζοντας, από τη βιβλιογραφία προκύπτει ότι η χρήση των Data analytics στην εφοδιαστική αλυσίδα αποσκοπεί στην απόκτηση πληροφοριών καθώς και την ανάλυση και πρόβλεψη ή παρουσίαση αυτών των πληροφοριών, με σκοπό τη λήψη αποφάσεων για τη βελτίωση της επιχειρησιακής και στρατηγικής απόδοσης που υποδεικνύονται από τις μετρήσεις.

Σύμφωνα με τον Huisman (2015), τα Data analytics μπορούν να διακριθούν σε τρεις κύριους τύπους: περιγραφική ανάλυση (descriptive analytics), προγνωστική ανάλυση (predictive analytics) και καθοδηγητική ανάλυση (prescriptive analytics). Η εικόνα 6-2 και ο πίνακας 6-1 βοηθούν στην περαιτέρω κατανόηση αυτής της ταξινόμησης.

**Πίνακας 6-1: Τεχνικές Data analytics που χρησιμοποιούνται στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας (Souza 2014)**

Τεχνικές analytics	Πηγή	Εξαγόμενο αποτέλεσμα	Επιστροφή
Περιγραφική	<ul style="list-style-type: none"> <li>Χαρτογράφηση εφοδιαστικής αλυσίδας</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ορατότητα εφοδιαστικής αλυσίδας</li> </ul>	
Προγνωστική	<ul style="list-style-type: none"> <li>Μέθοδοι χρονοσειρών (π.χ. κινητού μέσου όρου, εκθετικής εξομάλυνσης, αυτοπαλινδρομούμενα μοντέλα)</li> <li>Γραμμική, μη γραμμική και λογαριθμική παλινδρόμηση</li> <li>Τεχνικές εξόρυξης δεδομένων (π.χ. ανάλυση ομάδων, ανάλυση καλαθιού αγορών)</li> </ul>		
Καθοδηγητική	<ul style="list-style-type: none"> <li>Αναλυτική ιεραρχική διαδικασία</li> <li>Θεωρία παιγνίων (π.χ. σχεδιασμός δημοπρασίας, σχεδιασμός συμβολαίου)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Μεικτός Ακέραιος Γραμμικός Προγραμματισμός (MILP)</li> <li>Μη γραμμικός προγραμματισμός</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Αλγόριθμοι ροής δικτύου</li> <li>MILP</li> <li>Στοχαστικός Δυναμικός Προγραμματισμός</li> </ul>

Η περιγραφική ανάλυση (descriptive analytics) συνοψίζει και μετατρέπει τα δεδομένα σε σημαντικές πληροφορίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αναφορά και συνεχή παρακολούθηση, καθώς επίσης και για λεπτομερή έρευνα για απαντήσεις σε ερωτήματα όπως “τι συνέβη;” ή “τι συμβαίνει τώρα;” (Mortenson, Doherty & Robinson 2015).

Η περιγραφική ανάλυση μπορεί να περιλαμβάνεται σε εφαρμογές πίνακα εργαλείων, που υποστηρίζουν την πραγματοποίηση διαδικασιών διαχείρισης πωλήσεων και λειτουργιών, επιτρέποντας την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο και τον έλεγχο της πλήρωσης των δεικτών KPI (Huisman 2015). Μια τέτοιου είδους χρήση καλύπτει κατά κύριο λόγο την περιοδική αναφορά και/ή τη συνεχή παρακολούθηση των μετρήσεων απόδοσης, καθώς και την ανάλυση των δεδομένων για εύρεση με κάθε λεπτομέρεια των βασικών αιτιών πιθανώς εμφανιζόμενων προβλημάτων της εφοδιαστικής αλυσίδας (Chen, Chiang & Storey 2012). Στην περιγραφική ανάλυση μπορούν να χρησιμοποιηθούν δεδομένα που προκύπτουν από τη

χρήση ετικετών RFID και GPS, με σκοπό την αύξηση της οπτικής των πόρων όλων των τμημάτων μιας εφοδιαστικής αλυσίδας καθώς και των ροών υλικού (Souza 2014).

Η προγνωστική ανάλυση (predictive analytics) δεδομένων έχει οριστεί ως προϋπόθεση για τη μοντελοποίηση δεδομένων κατά την πραγματοποίηση αξιόπιστων μελλοντικών προβλέψεων, χρησιμοποιώντας επιχειρηματικές προγνώσεις και προσομοιώσεις, καθώς επίσης και για λεπτομερή έρευνα για απαντήσεις σε ερωτήματα όπως “τι θα συμβεί;” και “γιατί θα συμβεί;” (Siegel 2016). Οι μέθοδοι χρονοσειρών είναι επίσης μέρη της προγνωστικής ανάλυσης, που χρησιμοποιούν αλγόριθμους όπως κινητοί μέσοι όροι, εκθετική εξομάλυνση, αυτορυθμιστικά μοντέλα και γραμμική, μη γραμμική και λογική παλινδρόμηση (Souza 2014). Οι Waller και Fawcett (2013) αναφέρουν ότι, στο πλαίσιο της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας, η προγνωστική ανάλυση χρησιμοποιεί *“ποσοτικές και ποιοτικές μεθόδους για τη βελτίωση του σχεδιασμού της αλυσίδας εφοδιασμού και της ανταγωνιστικότητας”*. Οι συγγραφείς εξηγούν ότι αυτό το είδος αναλύσεων βοηθά στην επίλυση προβλημάτων που αφορούν τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς και στην πρόβλεψη αποτελεσμάτων, λαμβάνοντας υπόψη την ποιότητα και τη διαθεσιμότητα των δεδομένων. Μια διαφορετική μελέτη, αυτή των Lechevalier, Narayanan & Rachuri (2014) καθορίζουν την προγνωστική ανάλυση ως εργαλείο που χρησιμοποιεί στατιστικές τεχνικές, μηχανική μάθηση και εξόρυξη δεδομένων, για να ανακαλύψει γεγονότα με σκοπό την πραγματοποίηση προβλέψεων για άγνωστα μελλοντικά γεγονότα.

Όλες οι προαναφερθείσες τεχνικές που βασίζονται σε αλγόριθμους και που χρησιμοποιούνται στις προγνωστικές αναλύσεις, συχνά περιλαμβάνουν τουλάχιστον τα ακόλουθα (Siegel 2016):

- 1) Προηγμένες μεθόδους πρόβλεψης και χρονοσειρών, οι οποίες χρησιμοποιούνται συχνά στην πρόβλεψη των πωλήσεων ή των αποθεμάτων ασφαλείας.
- 2) Εποπτευόμενη μάθηση που αποτελείται από παλινδρομήσεις, γραμμικές και λογιστικές αναλύσεις και στατιστικούς αλγόριθμους
- 3) Ομαδοποίηση, η οποία είναι η πιο ανεξέλεγκτη μέθοδος μάθησης, που περιλαμβάνει μοντέλα ιεράρχησης, k-μέσων και πυκνότητας
- 4) Μείωση διαστάσεων, η οποία περιλαμβάνει στοχαστική ενσωμάτωση πλησιέστερων σημείων

Η καθοδηγητική ανάλυση (prescriptive analytics) αποσκοπεί στη λήψη βέλτιστων αποφάσεων σχεδιασμού, λαμβάνοντας υπόψη το προβλεπόμενο μέλλον και τις απαντήσεις στα ερωτήματα “τι πρέπει να κάνουμε;” και “γιατί θα το κάνουμε;” (Evans & Lindner 2012). Επομένως, με αυτού του τύπου ανάλυσης των δεδομένων, οι εταιρείες ενημερώνονται σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο θα πρέπει να δράσουν, ώστε να εκμεταλλευτούν ή να αποφύγουν κάποιο αποτέλεσμα. Οι προτάσεις δράσης, ουσιαστικά, είναι προβλέψεις που βασίζονται στην ανάλυση ενός ολοκληρωμένου συνόλου δεδομένων. Αυτή η μέθοδος ανάλυσης περιλαμβάνει επίσης την ανάλυση

“what/if” και τη θεωρία παιγνίων που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση της μεταβλητότητας ενός αναμενόμενου αποτελέσματος. Η καθοδηγητική ανάλυση συχνά συνδέεται με τη βελτιστοποίηση και τη προσομοίωση στο πλαίσιο της αβεβαιότητας, ή με άλλα λόγια θα πρέπει να χρησιμοποιείται όταν οι εταιρείες δεν γνωρίζουν το μέλλον τους. Σύμφωνα με τον Lehtisalo (2018), η καθοδηγητική ανάλυση δεν χρησιμοποιείται συχνά, αφού μόνο το 3% των εταιρειών χρησιμοποιούν αυτή τη μέθοδο κατά τη λήψη αποφάσεων.

### 6.3 Big Data

Οι Manyika και συν. (2011) περιγράφουν τα Big Data ως το επόμενο τεράστιο βήμα προς τον ανταγωνισμό, την παραγωγικότητα και την καινοτομία. Τα Big Data σχετίζονται επίσης με σύνολα δεδομένων που είναι αδύνατο να συλλεχθούν, να αποθηκευτούν, να διαχειριστούν ή να αναλυθούν από οποιοδήποτε παραδοσιακό εργαλείο λογισμικού βάσης δεδομένων. Τα Big Data παίζουν τεράστιο ρόλο στους τομείς της ανάλυσης δεδομένων και της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ο συνδυασμός τους μπορεί να δημιουργήσει την ανάλυση Big Data διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας, η οποία περιγράφεται από τους Rozados και Tjahjono (2014) ως *“ο συνδυασμός της διαδικασίας εφαρμογής προηγμένων τεχνικών ανάλυσης και της θεωρίας διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας σε σύνολα δεδομένων των οποίων ο όγκος, η ταχύτητα ή η ποικιλία απαιτούν εργαλεία τεχνολογίας πληροφοριών από τη στοίβα τεχνολογίας των Big Data”*. Με τον τρόπο αυτό οι διαχειριστές των εφοδιαστικών αλυσίδων έχουν τη δυνατότητα άμεσης παρέμβασης στα όποια προβλήματα δημιουργούνται στην αλυσίδα, παρέχοντας ταυτόχρονα ακριβείς και έγκαιρες επιχειρηματικές γνώσεις.

Η λήψη αποφάσεων με τη χρήση των Big Data αναμένεται να έχει παρόμοιο αποτέλεσμα με αυτό που είχε η εφαρμογή των τεχνολογιών IT κατά τη δεκαετία του 1990 και στις αρχές του 2000, στην παραγωγικότητα και στην αποδοτικότητα (Peres Núñez & Hilbert 2010). Τα Big Data ανανεώνουν τους συμβατικούς τρόπους με τους οποίους οι εταιρείες διαχειρίζονται τα δεδομένα τους προκειμένου να κατανοήσουν την πηγή από την οποία συλλέγονται (στην προκειμένη περίπτωση από τους καταναλωτές). Ο παραδοσιακός τρόπος ανάπτυξης μεθόδων ανάλυσης των δεδομένων αφορά τη συλλογή δεδομένων για ένα συγκεκριμένο σκοπό. Τα Big Data ισοδυναμούν με τεράστιες ποσότητες συνήθως μη δομημένων δεδομένων, που συλλέγονται συνεχώς και αποθηκεύονται με πολύ χαμηλό κόστος. Ωστόσο, οι εταιρείες είναι σε θέση να αναλύσουν μόνο ένα μικρό ποσοστό των δεδομένων που συλλέγουν και αποθηκεύουν, γεγονός που οδηγεί εύκολα σε ένα υπερκορεσμό πληροφοριών. Για παράδειγμα, οι πάροχοι χρηματοπιστωτικών καρτών και υγειονομικής περίθαλψης σήμερα απορρίπτουν περίπου το 80-90% των δεδομένων που δημιουργούν (Pyne & Rao 2016).

Η τεχνολογία των Big Data χαρακτηρίζεται από τρία V, δηλαδή τον όγκο (Volume), την ταχύτητα (Velocity) και την ποικιλία (Variety). Ο όγκος χαρακτηρίζει την μεγάλη ποσότητα δεδομένων που αποθηκεύονται σε μια υποδομή IT, και όσον αφορά τα Big Data αυτή η ποσότητα είναι τόσο πολύ μεγάλη που υπερβαίνει την χωρητικότητα της

διαχειριστικής ικανότητας μιας “συνηθισμένης” βάσης δεδομένων. Η ταχύτητα στο πλαίσιο των Big Data μπορεί να σημαίνει τον συνεχώς αυξανόμενο ρυθμό παραγωγής δεδομένων σε όλο τον κόσμο, όπως επίσης και να αφορά το ρυθμό μετάδοσης δεδομένων από το πέρασμα της μαζικής επεξεργασίας (batch processing) σε λειτουργία πραγματικού χρόνου. Η ποικιλία αφορά τη δυνατότητα εμφάνισης των Big Data σε διάφορες μορφές. Μέχρι πρόσφατα, τα δεδομένα αποθηκεύονταν σε δομημένη μορφή, αλλά τώρα οι εταιρείες αρχίζουν να χρησιμοποιούν και δεδομένα μη δομημένης μορφής, όπως ιστολόγια, μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και γραπτά μηνύματα (Rahman & Tahiduzzaman 2017).

Οι Gudivada, Baeza-Yates & Raghavan (2015) προσθέτουν δύο επιπλέον χαρακτηριστικά, δημιουργώντας έτσι έναν χαρακτηρισμό πέντε V. Τα δύο αυτά επιπλέον χαρακτηριστικά αφορούν τη μεταβλητότητα (Variability) και την εγκυρότητα (Veracity). Με τον όρο εγκυρότητα εννοείται η συνέπεια (ή βεβαιότητα) αλλά και η αξιοπιστία των δεδομένων. Με άλλα λόγια, η εγκυρότητα αφορά την ποιότητα των δεδομένων και τη σημασία τους, καθώς και το επίπεδο εμπιστοσύνης που παρέχεται σε μια πηγή δεδομένων. Η μεταβλητότητα αφορά τις αλλαγές των δεδομένων κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας. Η αυξανόμενη ποικιλία και μεταβλητότητα των δεδομένων, αυξάνει την ελκυστικότητα τους και την δυνατότητα παρουσίασης απροσδόκητων, κρυμμένων και πολύτιμων πληροφοριών (Rahman & Tahiduzzaman 2017).

Η σημασία των Big Data δεν αφορά τον όγκο των δεδομένων που έχει μια εταιρεία, αλλά μάλλον τον τρόπο με τον οποίο αυτά χρησιμοποιούνται. Σε μια επιχείρηση δεδομένα μπορούν να βρεθούν παντού. Η ανάλυσή τους παράγει πληροφορίες που αφορούν διάφορα θέματα των εταιρειών, όπως μείωση κόστους και χρόνου, ανάπτυξη νέων προϊόντων και βελτιστοποίηση προσφοράς και έξυπνη λήψη αποφάσεων. Ο συνδυασμός τους με σύγχρονες μεθόδους ανάλυσης, μπορεί να οδηγήσει στην επίτευξη των στόχων πολλών πολύτιμων επιχειρηματικών δραστηριοτήτων, όπως τον σχεδόν άμεσο εντοπισμό των αιτιών που οδηγούν σε σφάλματα, τη δημιουργία εκπαιδευτικών κουπονιών βάσει των αγοραστικών συνηθειών των πελατών, την ταχύτερη αναδιάρθρωση του κινδύνου χαρτοφυλακίου και την ανίχνευση δόλιων συμπεριφορών προτού επηρεάσουν την εταιρεία. Αυτά είναι μόνο μερικά παραδείγματα των δυνατοτήτων των Big Data analytics (Lehtisalo 2018).

## **6.4 Η χρήση των Big Data analytics στην εφοδιαστική αλυσίδα**

Οι Rozados και Tjahjono (2014) αναφέρουν ότι η ανάλυση των Big Data (Big Data analytics) ενισχύει την λειτουργικότητα των εφοδιαστικών αλυσίδων σε τέσσερα τμήματα, όπως το μάρκετινγκ, οι προμήθειες, οι αποθήκες και οι μεταφορές. Η χρήση των Big Data analytics, όσον αφορά το μάρκετινγκ, αποσκοπεί στην άντληση πολλών πολύτιμων πληροφοριών σχετικά με τις προτιμήσεις των πελατών των εταιρειών. Οι πληροφορίες αυτές θα μπορούσαν να προωθηθούν στα στάδια εισροών του δικτύου της εφοδιαστικής αλυσίδας, γεγονός που θα βοηθούσε όλες τις εταιρείες του δικτύου να

σχεδιάσουν τις προσφορές τους, ώστε να ικανοποιηθούν οι προτιμήσεις των πελατών. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται αποτελεσματικότερη διαχείριση του μάρκετινγκ, καθώς οι εισροές πελατών ευθυγραμμίζονται πιο σωστά με τα συστήματα διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας και οι διαχειριστές της αλυσίδας επικεντρώνονται περισσότερο στους πελάτες παρά στους προμηθευτές. Η χρήση των Big Data analytics βοηθά σημαντικά και στις δραστηριότητες των προμηθειών, καθιστώντας τα δεδομένα δαπανών πιο ορατά και επιτυγχάνοντας ουσιαστική και λεπτομερή ανάλυση στα συγκεντρωτικά πρότυπα προμηθειών. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, καθώς οι εξωτερικές δαπάνες αν και μπορούν να ανέλθουν στο 50% της διάρθρωσης του κόστους μιας εταιρείας, συνήθως ταξινομούνται με ασυνεπή τρόπο και δεν ενσωματώνονται στα εσωτερικά κόστη. Όσον αφορά τη διαχείριση της αποθήκης, η οποία έχει αλλάξει άρδην κατά τη διάρκεια της ψηφιακής εποχής με τη βοήθεια πολλών νέων ψηφιακών τεχνολογιών, η χρήση των Big Data analytics ενισχύει σημαντικά τον τρόπο συνεργασίας αλλά και την αποτελεσματική λειτουργία των τεχνολογιών αυτών. Τέλος, η χρήση των Big Data analytics είναι ιδιαίτερα σημαντική για την βελτιστοποίηση της λειτουργίας των μεταφορών σε διαδικασίες όπως η δημιουργία βελτιστοποιημένων διαδρομών παράδοσης, η εκτίμηση των προθεσμιών παραλαβής των προϊόντων, λαμβάνοντας υπόψη στοιχεία όπως οι καιρικές συνθήκες και οι συνθήκες οδικής κυκλοφορίας, καθώς και η βελτιστοποίηση των συστημάτων ευφυϊών μεταφορών.

Οι Davenport & Patil (2012) αναφέρουν ότι *“Οι επιχειρήσεις σε πολλές βιομηχανίες δαπανούν εκατομμύρια δολάρια σε προηγμένες αναλύσεις για τον έλεγχο και τη βελτίωση των εφοδιαστικών αλυσίδων τους. Τα στοιχεία που προκύπτουν από την ανάλυση αυτή αποσκοπούν στη βελτίωση της αποτελεσματικότερης προμήθειας πρώτων υλών, στη βελτίωση της παραγωγικότητας των κατασκευών, στη βελτιστοποίηση των αποθεμάτων, στην ελαχιστοποίηση του κόστους διανομής και σε άλλους συναφείς στόχους”*. Η ταχύτητα με την οποία θα πρέπει να λειτουργούν οι σύγχρονες επιχειρήσεις συχνά μετράται σε λεπτά ή ακόμα και σε δευτερόλεπτα. Οι χειροκίνητες διαδικασίες απλά δεν μπορούν να εκτελεστούν σε αυτούς τους ρυθμούς. Αυτός άλλωστε είναι και ο βασικός λόγος της χρήσης γνωστικών υπολογιστικών συστημάτων (cognitive computing) στην καρδιά των ψηφιακών αλυσίδων εφοδιασμού (Rahman & Tahiduzzaman 2017).

Η N. Tohamy (2015), σε έκθεση της Gartner Research, υποστηρίζει ότι οι εφοδιαστικές αλυσίδες των μεγάλων εταιρειών δεν είναι δυνατόν να λειτουργήσουν χωρίς λύσεις προηγμένων μεθόδων ανάλυσης των Big Data. Μόνο με τον τρόπο αυτό θα μπορεί να γίνει η εξέταση τεράστιων συνόλων δομημένων ή μη δομημένων δεδομένων, ώστε να αποκτηθεί βαθιά γνώση για την ικανοποίηση των καταναλωτικών απαιτήσεων ή για τη δημιουργία καταναλωτικών συστάσεων. Επίσης, οι Rahman & Tahiduzzaman (2017) αποσαφηνίζουν ότι η χρήση μεγάλων συνόλων δεδομένων για σκοπούς ανάλυσης και προγραμματισμού στις εφοδιαστικές αλυσίδες, δίνει τη δυνατότητα γρηγορότερης απόκρισης στις αλλαγές σε σχεδόν όλα τα τμήματα της αλυσίδας.

Σύμφωνα με τους Rahman & Tahiduzzaman (2017), οι τρόποι με τους οποίους, σήμερα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα Big Data analytics σε μια ψηφιακή εφοδιαστική αλυσίδα είναι πολλοί, όπως: η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, ο εντοπισμός των προμηθευτών, η κατηγοριοποίηση των πελατών, η κοινή χρήση των γνώσεων, η πρόβλεψη της ζήτησης και η απλούστευση των διανομών.

Με τη χρήση των Big Data προερχόμενα από πηγές όπως τα δίκτυα κοινωνικής δικτύωσης (π.χ. Facebook, Twitter), ειδήσεις, γεγονότα και καιρικές συνθήκες, οι επιχειρήσεις μπορούν να προβλέπουν και να προγραμματίζουν καλύτερα τα αποθέματα των αποθηκών τους. Για παράδειγμα, ένα κατάστημα μπορεί να δημιουργεί απόθεμα προϊόντων παρακολουθώντας τις πωλήσεις σε πραγματικό χρόνο, παρά με βάση τις πωλήσεις της προηγούμενης μέρας. Λαμβάνοντας υπόψη τις τρέχουσες πωλήσεις, μαζί με τις αντιδράσεις της αγοράς σχετικά με την προώθηση προϊόντων μέσα από τα κοινωνικά μέσα δικτύωσης και τα μετεωρολογικά δελτία, η εταιρεία μπορεί να αλλάζει γρήγορα τις δραστηριότητές της, σχετικά με τις προμήθειες και τα σχέδια αποστολής προϊόντων.

Η διατήρηση μεγάλων συνόλων δεδομένων επιτρέπει στις εταιρείες να παρακολουθούν πιο εύκολα τις δραστηριότητες των προμηθευτών τους και να πραγματοποιούν γρήγορες προσαρμογές, καθώς και να ταξινομήσουν τους αγοραστές και τις αγορές τους, δίνοντας σε κάθε κατάσταση συγκεκριμένες προσφορές που μπορούν να ενδιαφέρουν τους πελάτες τους.

Τα Big Data αλλάζουν τη φύση της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδα δημιουργώντας ευκαιρίες ανταλλαγής γνώσεων. Αντί να εξαρτώνται από μια γραμμική αλυσίδα γνώσεων, οι εταιρείες έχουν δυνατότητα σφαιρικής πρόσβασης σε δεδομένα σε πραγματικό χρόνο από πηγές κάθε τομέα και κάθε γεωγραφικής θέσης.

Με τη βοήθεια των Big Data analytics, οι εταιρείες μπορούν πλέον να ενσωματώνουν γρήγορα, δεδομένα που προέρχονται από πελάτες, μηχανήματα, προμηθευτές, περιβαλλοντικούς παράγοντες και άλλους σχετικούς παράγοντες, όπως η τιμολόγηση, η δραστηριότητα των ανταγωνιστών και οι γεωπολιτικές επιπτώσεις.

Τέλος, τα Big Data analytics παρέχουν τόσο ευρείες δυνατότητες ανάλυσης που μπορούν να αναδιαρθρώσουν και να εξορθολογήσουν τα δίκτυα διανομής των εταιρειών.

Η χρήση των Big Data analytics είναι πολύ πιο χρήσιμη από ότι πολλοί μπορούν να συνειδητοποιήσουν. Ο Sanders (2014) τονίζει ότι οι εταιρείες που επιθυμούν να αυξήσουν την αποδοτικότητα και την κερδοφορία στην λειτουργία της εφοδιαστικής τους αλυσίδα θα πρέπει να τα λάβουν σοβαρά υπόψη, καθώς παρέχουν πολλά οφέλη, όπως: βελτιωμένη ορατότητα ολόκληρης της εφοδιαστικής αλυσίδα, βελτίωση της εμπειρίας των πελατών, αύξηση της ακρίβειας στην πρόβλεψη της ζήτησης, βελτίωση της παραγωγικής αποτελεσματικότητας, ευκαιρίες για την επίλυση πιο σύνθετων προβλημάτων δικτύου διανομής, καλύτερος προγραμματισμός και ανάπτυξη αποθεμάτων και μεγαλύτερη συνεργασία όλων των οντοτήτων της εφοδιαστικής αλυσίδα.

Ο προγραμματισμός αποτελεί ίσως το πιο κρίσιμο κομμάτι οποιασδήποτε εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς στο κομμάτι αυτό δαπανώνται ή χάνονται μεγάλα χρηματικά ποσά. Η χρήση των Big Data analytics μπορεί πραγματικά να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να βελτιστοποιήσουν αυτή τη διαδικασία, καθώς παρέχουν πληροφορίες που βελτιώνουν την συνολική ορατότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας, με τέτοιο τρόπο ώστε οι διαχειριστές να γνωρίζουν ανά πάσα στιγμή το τι συμβαίνει σε όλα τα τμήματά τους. Μια τέτοιου είδους ορατότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας μπορεί να επιτύχει αποφάσεις υποστήριξης υψηλής ποιότητας, οι οποίες μπορεί να είναι κρίσιμες εάν κάτι πάει στραβά σε κάποια από τις διαδικασίες της αλυσίδας.

Η ανάλυση περισσότερων τύπων δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων των δεδομένων που προέρχονται από τα κοινωνικά μέσα δικτύωσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της εμπειρίας των πελατών.

Η χρήση των Big Data analytics βοηθά στην πρόβλεψη και τον προσδιορισμό των προϊόντων και των υπηρεσιών που θα ικανοποιήσουν τη ζήτηση των καταναλωτών.

Τα Big Data analytics ενισχύουν την επιτάχυνση της εκπλήρωσης των παραγγελιών, μέσω της ανάλυσης δεδομένων από διαφορετικές πηγές, όπως το ιστορικό των παραγγελιών, το απόθεμα, η διάταξη της αποθήκης και η συχνότητα παραγγελιών. Επίσης βελτιώνουν την ιχνηλασιμότητα προϊόντων και υπηρεσιών, τον εντοπισμό δυνητικών προβλημάτων στις προμήθειες, την εύρεση ελαττωμάτων σε προϊόντα/υπηρεσίες στην εφοδιαστική αλυσίδα, αλλά και την ελαχιστοποίηση του αποθηκευτικού χώρου.

Πριν την εποχή της ψηφιοποίησης των εφοδιαστικών αλυσίδων, εργοστάσια, αποθήκες και κόμβοι διανομής είχαν δημιουργήσει εξαιρετικά πολύπλοκα δίκτυα διανομής, τα οποία είναι σχεδόν αδύνατο να προσαρμοστούν γρήγορα στις μεταβαλλόμενες μορφές ζήτησης. Η χρήση των Big Data analytics μπορεί να βοηθήσει τις εταιρείες στην ευκολότερη αντιμετώπιση αυτής της πολυπλοκότητας, μέσω της λεπτομερέστερης μοντελοποίησης των αποτελεσμάτων ανάλυσης των δεδομένων.

Τα Big Data analytics επιτρέπουν στις εταιρείες να σχεδιάζουν, να προβλέπουν και να βελτιστοποιούν πραγματικά τα αποθέματά τους, έτσι ώστε να μην χάνουν χώρο ή χρήματα σε στοιχεία που μπορεί και να μην χρειάζονται.

Η ενίσχυση της οπτικής του συνόλου της εφοδιαστικής αλυσίδας που παρέχεται με τη χρήση των Big Data analytics, μπορεί να μεταφραστεί σε καλύτερες συνεργασίες με πωλητές, προμηθευτές, μεταφορείς, διανομείς, αποθήκες και πελάτες.

Παρά τα μεγάλα τους οφέλη, η χρήση των Big Data analytics, παρουσιάζει και κάποια μειονεκτήματα. Οι Pusalala και συν. (2016) ασχολήθηκαν σε βάθος με τα προβλήματα που αντιμετωπίζει σήμερα η χρήση των Big Data analytics στην εφοδιαστική αλυσίδα. Σύμφωνα με τους συγγραφείς, τα προβλήματα αυτά αφορούν: την τοποθεσία των δεδομένων, την ανοχή σε σφάλματα, την αναπαραγωγή, την ασφάλεια και την ανομοιογένεια.

Ένα από τα πιο σημαντικά στοιχεία αποτελεσματικής διαχείρισης των Big Data είναι η εμφάνιση χαμηλής λανθάνουσας κατάστασης κατά την πρόσβαση στα



δεδομένα. Ωστόσο, λόγω του τεράστιου όγκου τους, τα Big Data είναι δύσκολο να μεταφερθούν από έναν τόπο σε έναν άλλο. Επομένως, η μετάδοση των δεδομένων μεταξύ των κέντρων δεδομένων θα πρέπει να ελαχιστοποιείται με τη χρήση υπολογιστικών τεχνολογιών στις τοποθεσίες από τις οποίες προέρχονται τα δεδομένα.

Η ανοχή σφάλματος συσχετίζεται με το γεγονός ότι τα Big Data analytics εκτελούνται από μηχανές, οι οποίες εκ φύσεως είναι επιρρεπείς σε βλάβες, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό την εκτέλεση των αναλύσεων. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο οι εταιρείες θα πρέπει να είναι εφοδιασμένες με ολοκληρωμένα υπολογιστικά συστήματα ώστε η όλη διαδικασία της ανάλυσης δεδομένων να μην σταματήσει σε περίπτωση δυσλειτουργίας ενός ή δύο υπολογιστών.

Η αναπαραγωγή αποτελεί τον ένα εκ των δύο τρόπων προσέγγισης των Big Data analytics για τη διαχείριση των δεδομένων. Η διαδικασία της αναπαραγωγής μπορεί να γίνει αυτόματα με τη χρήση ενός καταναμημένου συστήματος αρχείων και είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς μια αποτυχία λειτουργίας σε ένα διακομιστή δεν θα προκαλέσει την εκ νέου εκτέλεση των επηρεαζόμενων εργασιών.

Η ασφάλεια είναι συχνά ένα από τα βασικότερα ζητήματα των επιχειρήσεων. Όσον αφορά τη χρήση των Big Data analytics, η μεγαλύτερη ανησυχία των εταιρειών έχει να κάνει με την εμπιστευτικότητά τους. Το ζήτημα του απορρήτου των εμπιστευτικών δεδομένων των χρηστών είναι ουσιαστικό, καθώς ο αριθμός των δεδομένων αυτών αυξάνεται καθημερινά στις βάσεις δεδομένων όσο και στο νέφος. Πιθανή λύση στο πρόβλημα της ασφάλειας των εμπιστευτικών δεδομένων μπορεί να αποτελέσει η χρήση τεχνικών κρυπτογραφίας. Παρά τα οφέλη, αυτές οι τεχνικές παρουσιάζουν ένα σημαντικό μειονέκτημα, καθώς περιορίζουν τη χρήση των cloud-based Big Data analytics με πολλούς τρόπους, όπως ο περιορισμός της διαφάνειας στον τελικό χρήστη και ο περιορισμός των λειτουργιών αναζήτησης και επεξεργασίας. Άλλες μέθοδοι διασφάλισης της εμπιστευτικότητας των δεδομένων είναι η ταυτόχρονη χρήση πολλαπλών μονάδων αποθήκευσης νέφους και η χρήση υβριδικών υπολογιστικών νεφών. Στην πρώτη μέθοδο, τα δεδομένα κατακερματίζονται με βάση μια λειτουργία κατακερματισμού από την πλευρά του χρήστη και στη συνέχεια κρυπτογραφούνται και αποθηκεύονται σε διάφορα νέφη. Τα υβριδικά νέφη έχουν αποδεδειγμένο ιστορικό αύξησης της ασφάλειας, ειδικά σε περιπτώσεις όπου ένα μέρος των δεδομένων είναι ευαίσθητο, στις οποίες η ανάλυση των δεδομένων απαιτεί τη χρήση αξιόπιστων πόρων.

Τέλος, η ανομοιογένεια των δεδομένων όσον αφορά τη δομή, τη μορφή και τη σημασιολογία, καθιστά ιδιαίτερα δύσκολη την μεταγλώττισή τους (compilation). Πιθανή λύση στο συγκεκριμένο πρόβλημα είναι ο εκ των προτέρων διαχωρισμός τους σε δομημένα δεδομένα, όπως οι βάσεις δεδομένων, και σε αδόμητα, όπως ετερογενή έγγραφα.

## 6.5 Συμπεράσματα

Στον πίνακα 6.2 παρουσιάζεται μια σύνοψη των βασικών σημείων στα όποια οι τεχνολογίες των Big Data analytics συνεισφέρουν στην εφοδιαστική αλυσίδα καθώς

και οι προκλήσεις της υιοθέτησης των συγκεκριμένων τεχνολογιών στον ψηφιακό μετασχηματισμό της.

**Πίνακας 6-2: Σύνοψη συνεισφοράς και προκλήσεων της υιοθέτησης των Big Data analytics στον ψηφιακό μετασχηματισμό των εφοδιαστικών αλυσίδων**

Σημείας συνεισφοράς	Προκλήσεις
Αύξηση του κέρδους (ιδίως στο λιανεμπόριο όπου το κέρδος φτάνει το 60%)	Μόνο το 33% των δεδομένων είναι χρήσιμα και από αυτά χρησιμοποιείται μόνο το 0,5%
Μείωση κόστους και χρόνου	Αδυναμία των επιχειρήσεων να αξιοποιήσουν χρήσιμα δεδομένα
Ανάπτυξη νέων προϊόντων	Θέματα καθυστέρησης και τοπικότητας δεδομένων
Βελτιστοποίηση και προσωποποίηση προσφορών στους πελάτες/καταναλωτές	Ανοχή σφάλματος
Εφύστερη λήψη αποφάσεων βάσει γεγονότων	Ασφάλεια
Δυνατότητα καθορισμού των βασικών αιτιών δημιουργίας σφαλμάτων και απατών	Ετερογένεια δεδομένων
Άμεσα αποτελέσματα	
Περιγραφικές, Προγνωστικές και Καθοδηγητικές τεχνικές ανάλυσης δεδομένων	

Με βάση τα στοιχεία που αναφέρονται στον πίνακα 6.2, μπορεί να ειπωθεί ότι η υιοθέτηση των Big Data analytics από τις εφοδιαστικές αλυσίδες των επιχειρήσεων μπορεί να προσφέρει πολλά οφέλη αν γίνει με σωστό τρόπο και ότι οι προκλήσεις είναι όλες επιλύσιμες. Τα στοιχεία που αναφέρθηκαν στο συγκεκριμένο κεφάλαιο δείχνουν ότι η δημοτικότητα της εν λόγω τεχνολογίας πρόκειται να αυξηθεί περισσότερο στο εγγύς μέλλον καθώς μπορεί να παρέχει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα αλλά και να λειτουργήσει ως πλατφόρμα υλοποίησης άλλων ψηφιακών τεχνολογιών. Αν ο συνδυασμός της με άλλες ψηφιακές τεχνολογίες δεν αξιοποιηθεί σωστά, η συνεισφορά των Big Data analytics δεν πρόκειται να είναι τόσο μεγάλη στις εφοδιαστικές αλυσίδες των επιχειρήσεων. Για παράδειγμα, η τεχνολογία του IoT μπορεί να παρέχει μεγάλο όγκο δεδομένων και ο συνδυασμός της με την ΑΙ και με τις συναφείς τεχνολογίες της μπορεί να αυξήσει την αποδοτικότητα των διαδικασιών των Big Data analytics. Οι υπηρεσίες cloud, με τη σειρά τους, μπορούν να προσφέρουν μια λύση στο πρόβλημα του τεράστιου όγκου δεδομένων καθώς οι εταιρείες μπορούν να αποθηκεύουν περισσότερα δεδομένα σε πλατφόρμες cloud και να έχουν πιο εύκολη πρόσβαση σε αυτά σε σύγκριση με τα παραδοσιακά συστήματα αποθήκευσης. Τα Big Data analytics είναι σε θέση να προσφέρουν οφέλη την παρούσα στιγμή, αλλά και λύσεις για τη διαχείριση μελλοντικών γεγονότων λόγω των δυνατοτήτων προγνωστικής και καθοδηγητικής ανάλυσης δεδομένων. Εν συντομία, η τεχνολογία των Big Data analytics προσφέρει στις εταιρείες περισσότερες πληροφορίες βάσει στοιχείων και ως εκ τούτου διευκολύνει τη βελτιστοποίηση των επιχειρηματικών διαδικασιών.

# 7 Artificial intelligence

---

## 7.1 Γενικά

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence - AI) σχεδιάστηκε αρχικά για να αναπτύξει και να δημιουργήσει μηχανές σκέψης που θα μπορούσαν να μιμηθούν, να μάθουν και να αντικαταστήσουν την ανθρώπινη νοημοσύνη. Από τις αρχές της δεκαετίας του 1980, όταν και πρωτοεμφανίστηκε, η AI αποτέλεσε μια τεχνολογία που είχε σαν σκοπό τη βελτίωση των διαδικασιών λήψης αποφάσεων και την αύξηση της παραγωγικότητας, καθώς παρουσίαζε ικανότητες παρόμοιες της ανθρώπινης νοημοσύνης, σχετικά με την αναγνώριση των πρότυπων επιχειρηματικών διεργασιών, την εκμάθηση των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων και την ανάκτηση και ανάλυση δεδομένων. Παρόλα αυτά, η τεχνολογία της AI, ακόμα και σήμερα, δεν χρησιμοποιείται ευρέως στη διαχείριση των εφοδιαστικών αλυσίδων (Lehtisalo 2018). Αυτό αποδεικνύεται από έρευνα που διεξήχθη το 2017, από τους Vollmer και Machholz, στην οποία συμμετείχαν 211 CPO μεγάλων παγκόσμιων επιχειρήσεων με σκοπό την ψήφιση των πέντε κορυφαίων τεχνολογιών που θεωρούνται οι πιο σημαντικές για το τμήμα των προμηθειών μιας εφοδιαστικής αλυσίδας. Την πρώτη θέση στην προτίμηση των συμμετεχόντων κατέλαβαν τα Big Data analytics (72%), με δεύτερη την τεχνολογία του IoT (43%). Η τεχνολογία της AI πήρε μόνο 22% και την πέμπτη θέση.

## 7.2 Ορισμός και προέλευση

Ο όρος Τεχνητή Νοημοσύνη χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον J. McCarthy στη Διάσκεψη του Dartmouth το 1956, όταν τη χαρακτήρισε ως “μηχανές που συμπεριφέρονται σαν να ήταν έξυπνες” (Ertel 2018). Αυτός ο ορισμός της AI είναι ελλιπής, καθώς δείχνει τις μηχανές να είναι απλά έξυπνες και όχι σε θέση να επιλύσουν δύσκολα πρακτικά προβλήματα. Οι τεράστιες δυνατότητες της AI μπορούν να φανούν από τον ορισμό που έδωσε η Εγκυκλοπαίδεια Britannica, ως “η ικανότητα ενός ψηφιακού ηλεκτρονικού υπολογιστή ή ρομπότ ελεγχόμενου από υπολογιστή να εκτελεί καθήκοντα που συνήθως συνδέονται με ευφυή όντα” (Copeland 2018). Όμως, καθώς οι υπολογιστικές δυνατότητες αυξάνονται συνεχώς, θα μπορούσε κανείς να χρησιμοποιήσει έναν ορισμό που είναι περισσότερο ανθεκτικός στο χρόνο, είναι πάντοτε ενημερωμένος, ανεξάρτητα από τις τεχνολογικές εξελίξεις και τις βελτιώσεις και παρουσιάζει μερικούς βασικούς στόχους της AI. Ο ορισμός αυτός της AI δόθηκε από την εταιρεία Gartner και είναι ο εξής (Gartner 2018):

*“Η τεχνητή νοημοσύνη είναι μια τεχνολογία που μοιάζει να μιμείται τις ανθρώπινες επιδόσεις συνήθως μέσω της εκμάθησης, της κατάληξης στα δικά της συμπεράσματα, της κατανόησης περίπλοκων περιεχομένων, της συμμετοχής σε διαλόγους με ανθρώπους, της ενίσχυσης των ανθρώπινων γνωσιακών επιδόσεων ή της αντικατάστασης του ανθρώπινου παράγοντα στην εκτέλεση μη συνηθισμένων εργασιών”*

Ο παραπάνω ορισμός περιλαμβάνει την ικανότητα της εκμάθησης, γεγονός που αποδεικνύει ότι η μηχανική μάθηση αποτελεί βασικό μέρος της τεχνολογίας ΑΙ. Μια άλλη σημαντική πτυχή της ΑΙ, σύμφωνα με τον ορισμό της Gartner, είναι ότι επιτρέπει την αντικατάσταση των ανθρώπων σε μη συνηθισμένες εργασίες, στοιχείο που διαχωρίζει την τεχνολογία της ΑΙ από τους ρομποτικούς αυτοματισμούς (robotics). Τα robotics επικεντρώνονται στην αυτοματοποίηση εργασιών ρουτίνας, ενώ οι μη συνηθισμένες εργασίες απαιτούν υψηλότερο επίπεδο ευφυΐας, κάτι που ανήκει στο πεδίο εφαρμογής της ΑΙ. Φυσικά, απόλυτος διαχωρισμός των δύο τεχνολογιών δεν υπάρχει και η αμιγής χρήση τους εξακολουθεί να μοιάζει πολύ με γκρίζα ζώνη. Ένα στοιχείο που μπορεί να ξεδιαλύνει κάπως το τοπίο είναι ότι τα robotics τείνουν να βασίζονται στη χρήση δομημένων δεδομένων, σε αντίθεση με την ΑΙ που τείνει να βασίζεται στην κρίση και χρησιμοποιεί περισσότερα μη δομημένα δεδομένα (Löfnertz & Karmehag 2018).

Οι Chui, Kamalnath & McCarthy (2018) εξηγούν ότι η εξέλιξη της ΑΙ οφείλεται σε τρία στοιχεία, τα οποία αν και αναπτύχθηκαν μεμονωμένα, η σύγκλισή τους οδήγησε στην ανάπτυξη της: η εξέλιξη των αλγορίθμων, η έκρηξη των διαθέσιμων δεδομένων και η εκθετική αύξηση της υπολογιστικής ισχύος και της αποθήκευσης. Η εμφάνιση των πρώτων αλγορίθμων μπορεί να χρονολογηθεί το 1805, όταν ο Γάλλος μαθηματικός Adrien-Marie Legendre έθεσε τις βάσεις της μηχανικής μάθησης. Το 1958 αποτελεί το επόμενο ορόσημο όταν ο Rosenblatt ανέπτυξε τον πρώτο αλγόριθμο αυτο-μάθησης. Σύντομα, το 1965, εισήχθη η έννοια της βαθιάς μάθησης (deep learning), όταν ο Ivakhnenko ανέπτυξε τους πρώτους γενικούς αλγόριθμους μηχανικής μάθησης για εποπτευόμενα πολλαπλά στρώματα τεχνητών νευρωνικών δικτύων. Η έκρηξη των δεδομένων ξεκίνησε το 1991 με την έναρξη χρήσης του World Wide Web από το ευρύ κοινό. Η ποσότητα των δεδομένων που δημιουργούνται στον Ιστό άρχισε να αυξάνεται εκθετικά όταν, το 2004 και 2005, έκαναν την εμφάνισή τους οι πρώτες μεγάλες πλατφόρμες μέσω κοινωνικής δικτύωσης, όπως το Facebook και το YouTube. Το 2005, επίσης, αποτελεί σημαντική χρονιά, καθώς ήταν η χρονιά στην οποία ο συνολικός αριθμός των χρηστών του Διαδικτύου ξεπέρασε το ένα δισεκατομμύριο. Το 2007, βγήκε στην αγορά το πρώτο iPhone, ξεκινώντας την εποχή των smartphone που δημιουργεί πολλά περισσότερα δεδομένα σε όλο τον κόσμο. Η εκθετική αύξηση της υπολογιστικής ισχύος και της αποθήκευσης ξεκίνησε το 1965 όταν ο συνιδρυτής της Intel, Gordon Moore, εισήγαγε τον νόμο του Moore, σύμφωνα με τον οποίο ο αριθμός των τρανζίστορ ανά τετραγωνική ίντσα σε ολοκληρωμένα κυκλώματα διπλασιάζεται κάθε έτος, γεγονός που ενισχύει την υπολογιστική ισχύ των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων. Η πρώτη σημαντική εφαρμογή του συνδυασμού υπολογιστικής ισχύος και μηχανικής συνέβη το 1997, όταν ο Deep Blue της IBM κέρδισε τον Garry Kasparov σε μια παρτίδα σκάκι. Μια από τις πρώτες γνωστές cloud-based αποθήκες δεδομένων, η Amazon Web Services, εισήχθη από το Amazon το 2002 προσφέροντας cloud-based αποθήκευση και υπολογιστική ισχύ στους χρήστες της με σχετικά χαμηλό κόστος. Το 2010, ακολούθησε η εμφάνιση και άλλων μεγάλων cloud-based αποθηκών δεδομένων, όπως το Google Cloud Storage και το Azure της Microsoft.

Τα τρία αυτά στοιχεία συνδυάστηκαν το 2009 στο πλαίσιο της ΑΙ, όταν μια ομάδα του Πανεπιστημίου του Στάνφορντ απέδειξε ότι η εκπαίδευση των δικτύων βαθιών πεποιθήσεων (Deep Belief Networks) σε μονάδες επεξεργασίας γραφικών, είναι πάνω από 70 φορές πιο αποτελεσματική από ότι με μια κεντρική μονάδα επεξεργασίας. Με τον τρόπο αυτό, ο χρόνος εκπαίδευσης βαθιάς εκμάθησης μειώθηκε από εβδομάδες σε μόνο μία ημέρα. Οι δυνατότητες της ΑΙ έγιναν γνωστές το 2011, όταν ο Watson της IBM νίκησε κατά κράτος τους πρωταθλητές στο παιχνίδι απάντησης ερωτήσεων Jeopardy. Από τότε, οι εξελίξεις στον τομέα της ΑΙ και των συναφών τεχνολογιών είναι ραγδαίες (Chui, Kamalnath & McCarthy 2018).

## 7.3 Συναφείς τεχνολογίες

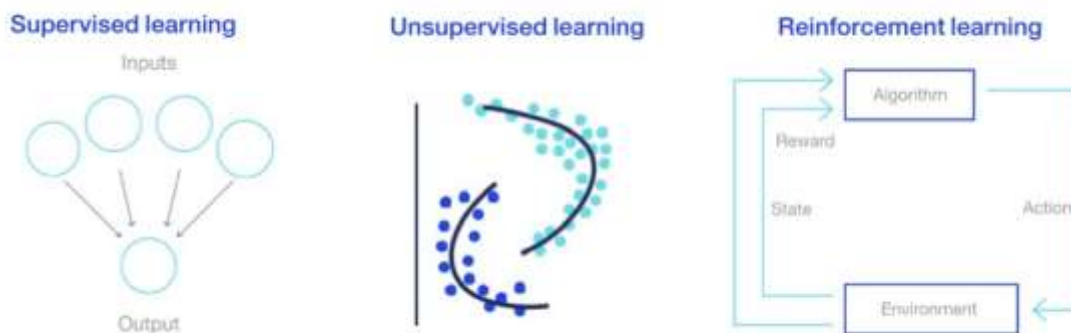
Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται κάποιες συναφείς τεχνολογίες της ΑΙ, που είτε αποτελούν μέρος αυτής είτε έχουν σχέση με αυτή. Η παρουσίαση αυτή γίνεται πάντα με γνώμονα τη χρήση των τεχνολογιών αυτών στις εφοδιαστικές αλυσίδες των επιχειρήσεων.

### 7.3.1 Μηχανική μάθηση

Η μηχανική μάθηση (Machine Learning – ML) είναι μια προσέγγιση δημιουργίας τεχνητής νοημοσύνης καθώς το εξαγόμενο αποτέλεσμα της μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία συστάσεων, αποφάσεων και μηχανισμών ανάδρασης. Η σύγχρονη τάση των τεχνικών ΑΙ βασίζονται στη ML και αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο αυτές οι δύο τεχνικές χρησιμοποιούνται τακτικά ως συνώνυμες στο επιχειρηματικό πλαίσιο. Σε αντίθεση με την προγραμματισμένη ΑΙ, η ML χρησιμοποιεί δεδομένα για την απόκτηση γνώσεων, τα οποία και ταξινομεί σε κατηγορίες χρησιμοποιώντας αλγόριθμους. Η διαδικασία κατηγοριοποίησης των δεδομένων και απόκτησης γνώσεων από αυτά γίνεται βήμα-βήμα, και έτσι με την πάροδο του χρόνου, οι τεχνικές ML βελτιώνονται στην περιγραφή των δεδομένων που αναλύουν, χαρακτηριστικό που χρησιμοποιείται στην πρόβλεψη μελλοντικών αποτελεσμάτων. Μετά την εκμάθηση περιγραφής και κατηγοριοποίησης των δεδομένων, οι τεχνικές ML λαμβάνουν δεδομένα εισόδου βάσει των οποίων εξάγουν τα κατάλληλα συμπεράσματα. Με άλλα λόγια, η ML βοηθά στην λήψη απαντήσεων σε ερωτήματα τύπου “εάν αυτό, τότε εκείνο” (Chui, Kamalnath & McCarthy 2018).

Η δημοτικότητα της ML ουσιαστικά άρχισε να αυξάνεται πριν από δύο δεκαετίες, όταν η προηγμένη ψηφιοποίηση και η φθηνότερη υπολογιστική ισχύς επέτρεψαν την εκπαίδευση υπολογιστών με σκοπό τη δημιουργία μοτίβων. Η εξέλιξη της ML με την εμφάνιση των Big Data είναι άρρηκτα συνδεδεμένη και η σχέση τους είναι αμιγώς αμφίδρομη. Ο μεγαλύτερος όγκος δεδομένων προέρχεται από τη χρήση της τεχνολογίας ML, ενώ παράλληλα όσο περισσότερα διαθέσιμα δεδομένα υπάρχουν τόσο η αποδοτικότητα των τεχνικών ML αυξάνεται (Lehtisalo 2018).

Οι Chui, Kamalnath & McCarthy (2018) διακρίνουν τρεις βασικούς τύπους ML (Εικ. 7-1): την εποπτευόμενη μάθηση (supervised learning), τη μη εποπτευόμενη μάθηση (unsupervised learning) και την ενισχυτική μάθηση (reinforcement learning).



**Εικόνα 7-1: Βασικοί τύποι μηχανικής μάθησης (Chui, Kamalnath & McCarthy 2018)**

Κατά την εποπτευόμενη μάθηση, ένας αλγόριθμος χρησιμοποιεί δεδομένα εκπαίδευσης και ανθρώπινη ανατροφοδότηση με σκοπό τη μάθηση της σχέσης των δεδομένων που δίνονται στις εισόδους του με μια δεδομένη έξοδο (π.χ., το πώς οι εισόδοι “χρόνος του έτους” και “επιτόκια” προβλέπουν τις τιμές στέγασης). Η εποπτευόμενη μάθηση χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις στις οποίες είναι γνωστό ο τρόπος ταξινόμησης των δεδομένων εισόδου και ο τύπος της συμπεριφοράς για την οποία είναι επιθυμητή η πρόβλεψη και απαιτείται ένας αλγόριθμος υπολογισμού της με βάση νέα δεδομένα. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, ο χρήστης κατηγοριοποιεί τα δεδομένα εισόδου και ορίζει τη μεταβλητή εξόδου, στην συνέχεια, ο αλγόριθμος εκπαιδεύεται πάνω στα δεδομένα αυτά ώστε να βρει τη σχέση των μεταβλητών εισόδου και εξόδου και τέλος, μετά την επίτευξη της ικανοποιητικής ακρίβειας χρήσης του αλγόριθμου, γίνεται εφαρμογή του στα νέα δεδομένα.

Κατά την μη εποπτευόμενη μάθηση, ένας αλγόριθμος εξετάζει τα δεδομένα εισόδου χωρίς κάποια ρητή μεταβλητή εξόδου (π.χ., διερευνά τα δημογραφικά δεδομένα των πελατών με σκοπό τον προσδιορισμό μοτίβων). Η μη εποπτευόμενη μάθηση χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις στις οποίες ο τρόπος ταξινόμησης των δεδομένων είναι άγνωστος και απαιτείται η χρήση αλγορίθμου για την εύρεση μοτίβων και του τρόπου ταξινόμησης των δεδομένων. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, ο αλγόριθμος λαμβάνει μη προσημειωμένα δεδομένα, βάσει των οποίων δημιουργεί μια δομή και στη συνέχεια τα ταξινομεί σε ομάδες ανάλογα με την παρόμοια συμπεριφορά που παρουσιάζουν (π.χ., σχηματίζει ομάδες πελατών με παρόμοια αγοραστική συμπεριφορά).

Κατά την ενισχυτική μάθηση, ένας αλγόριθμος μαθαίνει να πραγματοποιεί μια διαδικασία απλά προσπαθώντας να μεγιστοποιήσει τις ανταμοιβές των ενεργειών του. Η ενισχυτική μάθηση χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις στις οποίες δεν υπάρχει μεγάλος αριθμός δεδομένων εκπαίδευσης, δεν μπορεί να οριστεί σαφώς η ιδανική τελική κατάσταση, ή ο μόνος τρόπος μάθησης αφορά την αλληλεπίδραση με το γύρω περιβάλλον. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, ο αλγόριθμος εκτελεί μια ενέργεια, στη συνέχεια, λαμβάνει κάποια ανταμοιβή αν η ενέργεια πλησιάζει τη μεγιστοποίηση του συνόλου των ανταμοιβών που είναι διαθέσιμες και τέλος, βελτιστοποιεί τις ενέργειές του, διορθώνοντάς τες με την πάροδο του χρόνου, ώστε να επιτύχει την καλύτερη σειρά ενεργειών.

**Πίνακας 7-1: Εποπτευόμενη μάθηση - Αλγόριθμοι και παραδείγματα χρήσης (Chui, Kamalnath & McCarthy 2018)**

Αλγόριθμος	Παράδειγμα χρήσης
<p><b>Γραμμική παλινδρόμηση</b> Εξαιρετικά ερμηνεύσιμη, συνήθης μέθοδος μοντελοποίησης της σχέσης του παρελθόντος μεταξύ ανεξάρτητων μεταβλητών εισόδου και εξαρτημένων μεταβλητών εξόδου (που μπορεί να είναι άπειρου αριθμού τιμών), χρησιμοποιείται στη πρόβλεψη των μελλοντικών τιμών των μεταβλητών εξόδου</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Κατανόηση των κινήτρων πώλησης προϊόντων, όπως οι τιμές ανταγωνισμού, η διανομή, η διαφήμιση κ.λπ.</li> <li>Βελτιστοποίηση των τιμών και εκτίμηση της ελαστικότητας των τιμών πώλησης των προϊόντων</li> </ul>
<p><b>Λογιστική παλινδρόμηση</b> Επέκταση της γραμμικής παλινδρόμησης που χρησιμοποιείται για εργασίες ταξινόμησης, όπως η μεταβλητή εξόδου είναι δυαδική (π.χ. μόνο μαύρο ή λευκό) και όχι συνεχής (π.χ., ένας άπειρος κατάλογος πιθανών χρωμάτων)</p>	Ταξινόμηση των πελατών με βάση την πιθανότητα επιστροφής ενός δανείου
<p><b>Γραμμική/τετραγωνική διακριτική ανάλυση</b> Αναβάθμιση της λογιστικής παλινδρόμησης για την αντιμετώπιση μη γραμμικών προβλημάτων (εκείνα στα οποία η αλλαγή των τιμών των μεταβλητών εισόδου δεν οδηγεί σε ανάλογη μεταβολή στις μεταβλητές εξόδου)</p>	Πρόβλεψη απώλειας πελατών
<p><b>Δέντρο αποφάσεων</b> Υψηλά ερμηνεύσιμο μοντέλο ταξινόμησης ή παλινδρόμησης που διαιρεί τις τιμές των χαρακτηριστικών των δεδομένων σε κλάδους των κόμβων αποφάσεων (π.χ., το χαρακτηριστικό είναι ένα χρώμα, κάθε πιθανό χρώμα γίνεται νέος κλάδος) μέχρι τη λήψη της τελικής απόφασης</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Παροχή πλαισίου απόφασης για την πρόσληψη καινούργιων υπαλλήλων</li> <li>Κατανόηση των χαρακτηριστικών ενός προϊόντος που θα αυξήσει τις πιθανότητες αγοράς του</li> </ul>
<p><b>Naive Bayes</b> Τεχνική ταξινόμησης που εφαρμόζει το θεώρημα Bayes σύμφωνα με το οποίο η πιθανότητα ενός γεγονότος υπολογίζεται με βάση τις γνώσεις των παραγόντων που μπορεί να επηρεάσουν το γεγονός (π.χ. εάν ένα email περιέχει τη λέξη "χρήματα", τότε η πιθανότητα να είναι spam είναι υψηλή)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ανάλυση του αισθήματος αξιολόγησης ενός προϊόντος στην αγορά</li> <li>Δημιουργία φίλτρων ταξινόμησης ανεπιθύμητων email</li> </ul>
<p><b>Μηχανή διανυσμάτων υποστήριξης</b> Μια τεχνική που συνήθως χρησιμοποιείται για ταξινόμηση αλλά μπορεί να μετασχηματιστεί για την πραγματοποίηση παλινδρόμησης. Πραγματοποιεί βέλτιστη διαίρεση μεταξύ των τάξεων (όσο το δυνατόν πιο ευρεία). Μπορεί επίσης να γενικευθεί για τη επίλυση μη γραμμικών προβλημάτων</p>	Πρόβλεψη της πιθανότητας κάποιος να κλικάρει μια online διαφήμιση
<p><b>Τυχαίο δάσος</b> Μοντέλο ταξινόμησης ή παλινδρόμησης που βελτιώνει την ακρίβεια του αλγόριθμου δέντρου αποφάσεων, δημιουργώντας πολλαπλά δέντρα αποφάσεων και λαμβάνοντας την πλειοψηφία των ψήφων τους για την πρόβλεψη της εξόδου, η οποία είναι συνεχής μεταβλητή (π.χ. ηλικία) για προβλήματα παλινδρόμησης και διακριτή μεταβλητή (π.χ., μαύρο, λευκό ή κόκκινο) για προβλήματα ταξινόμησης</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Πρόβλεψη του όγκου κλήσεων στα κέντρα κλήσεων για στελέχωση αποφάσεων</li> <li>Πρόβλεψη της χρήσης ενέργειας σε ένα ηλεκτρικό δίκτυο κατανομής</li> </ul>
<p><b>AdaBoost</b> Τεχνική ταξινόμησης ή παλινδρόμησης που χρησιμοποιεί πολλά μοντέλα για τη λήψη μιας απόφασης, αλλά τα ζυγίζει με βάση την ακρίβειά τους στην πρόβλεψη του αποτελέσματος (Επιτυγχάνει χαμηλότερη ακρίβεια από την τεχνική βαθιάς μάθησης)</p>	Εντοπισμός δόλιας δραστηριότητας σε συναλλαγές με πιστωτική κάρτα.
<p><b>Gradient-boosting trees</b> Τεχνική ταξινόμησης ή παλινδρόμησης που δημιουργεί διαδοχικά δέντρα αποφάσεων, όπου το καθένα επικεντρώνεται στη διόρθωση των σφαλμάτων που προέρχονται από το προηγούμενο μοντέλο. Η τελική έξοδος αποτελεί συνδυασμός των αποτελεσμάτων από όλα τα δέντρα</p>	Πρόβλεψη ζήτησης προϊόντος και επίπεδα απογραφής
<p><b>Απλό νευρωνικό δίκτυο</b> Μοντέλο στο οποίο οι τεχνητοί νευρώνες συνθέτουν τρία στρώματα (ένα στρώμα εισόδου, ένα κρυφό στρώμα όπου πραγματοποιούνται υπολογισμοί και ένα στρώμα εξόδου) που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ταξινόμηση δεδομένων ή την εύρεση της σχέσης μεταξύ των μεταβλητών σε προβλήματα παλινδρόμησης</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Πρόβλεψη της πιθανότητας ένας ασθενής να συμμετάσχει σε πρόγραμμα υγειονομικής περίθαλψης</li> <li>Πρόβλεψη του αν οι εγγεγραμμένοι χρήστες θα είναι πρόθυμοι να πληρώσουν μια συγκεκριμένη τιμή για ένα προϊόν</li> </ul>

Καθένας από αυτούς τους τρεις τύπους ML χρησιμοποιεί διάφορα είδη αλγορίθμων για να μπορεί να επιτύχει το επιθυμητό αποτέλεσμα. Στους πίνακες 7-1 και 7-2 παρουσιάζονται οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούν οι τύποι εποπτευόμενης και μη εποπτευόμενης μάθησης. Στους πίνακες αυτούς, εκτός από τα στοιχεία κάθε αλγόριθμου, παρουσιάζονται και παραδείγματα χρήσης τους στην περίπτωση εφαρμογής τους στις εφοδιαστικές αλυσίδες των επιχειρήσεων.

**Πίνακας 7-2: Μη εποπτευόμενη μάθηση - Αλγόριθμοι και παραδείγματα χρήσης (Chui, Kamalnath & McCarthy 2018)**

Αλγόριθμος	Παράδειγμα χρήσης
<b>K-means clustering</b> Ομαδοποιεί τα δεδομένα σε k διαφορετικές ομάδες, καθεμιά από τις οποίες περιέχει δεδομένα με παρόμοια χαρακτηριστικά (όπως καθορίζεται από το μοντέλο)	Ταξινόμηση των πελατών σε ομάδες διακριτών χαρακτηριστικών (π.χ. ηλικιακή ομάδα) με σκοπό την καλύτερη διαχείριση των εκστρατειών μάρκετινγκ ή για να αποτραπεί η απώλεια πελατών
<b>Gaussian Mixture Model (GMM)</b> Γενίκευση του αλγόριθμου k-means clustering που παρέχει μεγαλύτερη ευελιξία στο μέγεθος και το σχήμα των ομάδων	Ταξινόμηση των πελατών σε ομάδες για καλύτερη απόδοση των εκστρατειών μάρκετινγκ, χρησιμοποιώντας λιγότερο διακριτά χαρακτηριστικά (π.χ. προτιμήσεις προϊόντων)
<b>Ιεραρχική ομαδοποίηση</b> Ιεραρχικός διαχωρισμός των ομάδων για το σχηματισμό ενός συστήματος ταξινόμησης	Ενημέρωση χρήση/ανάπτυξης προϊόντος με ομαδοποίηση των πελατών μέσω αναφοράς λέξεων-κλειδιά σε δεδομένα κοινωνικών μέσων
<b>Σύστημα συστάσεων</b> Συχνά χρησιμοποιεί πρόβλεψη συμπεριφοράς ομάδας για να ταυτοποιήσει τα σημαντικά δεδομένα που είναι απαραίτητα για την πραγματοποίηση μιας σύστασης	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Σύσταση παρακολούθησης ταινίας σε καταναλωτές με βάση τις προτιμήσεις άλλων πελατών με παρόμοια χαρακτηριστικά</li> <li>• Σύσταση ανάγνωσης άρθρων σε αναγνώστες με βάση το άρθρο που διαβάζουν εκείνη τη στιγμή</li> </ul>

Επίσης, παραδείγματα χρήσης ενισχυτικής μάθησης αποτελούν (Chui, Kamalnath & McCarthy 2018): η εξισορρόπηση του φορτίου των ηλεκτρικών δικτύων σε διαφορετικούς κύκλους ζήτησης, η διαχείριση αποθεμάτων και απογραφής με χρήση robotics, η βελτιστοποίηση της οδηγικής συμπεριφοράς των αυτο-οδηγούμενων οχημάτων και η βελτιστοποίηση της τιμολόγησης σε πραγματικό χρόνο σε μια online δημοπρασία ενός προϊόντος με περιορισμένη προσφορά.

Υπάρχει αντιπαράθεση ανάμεσα στα αναμενόμενα οφέλη και τα πραγματικά οφέλη της μηχανικής μάθησης. Το 2017, Google και MIT διεξήγαγαν μια έρευνα όπου συγκέντρωσαν στοιχεία σχετικά με τη χρήση της ML από 375 μικρές και μεγάλες εταιρείες που δραστηριοποιούνται σε διάφορους τομείς. Σύμφωνα με την έρευνα αυτή, η πλειονότητα των ερωτηθέντων (60%) χρησιμοποιούν ή είχαν εφαρμόσει τεχνικές ML στις επιχειρηματικές τους δραστηριότητες και το 30% αναγνωρίζουν ότι βρίσκονται σε ώριμο στάδιο εφαρμογής τους. Οι επενδύσεις σε αυτήν την τεχνολογία είναι αρκετά μεγάλες, καθώς το 26% των εταιρειών χρησιμοποιούν πάνω από το 15% του συνολικού προϋπολογισμού της τεχνολογίας IT. Οι εταιρείες που δεν χρησιμοποιούν ακόμη μηχανική μάθηση, πιστεύουν επίσης ότι υπάρχουν πολλά οφέλη από την τεχνολογία αυτή, όπως καλύτερη κατανόηση των πελατών (50%), ανταγωνιστικό πλεονέκτημα (48%), βελτίωση της αποτελεσματικότητας των εσωτερικών διαδικασιών (44%) και πιο εκτεταμένη ανάλυση δεδομένων (45%). Το 50% των ερωτηθέντων που ήδη χρησιμοποιούσαν μηχανική μάθηση θεωρούν ότι το μεγαλύτερο όφελος της τεχνολογίας είναι η καλύτερη ανάλυση των δεδομένων για την παραγωγή πληροφοριών. Άλλα σημαντικά οφέλη θεωρήθηκαν το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα

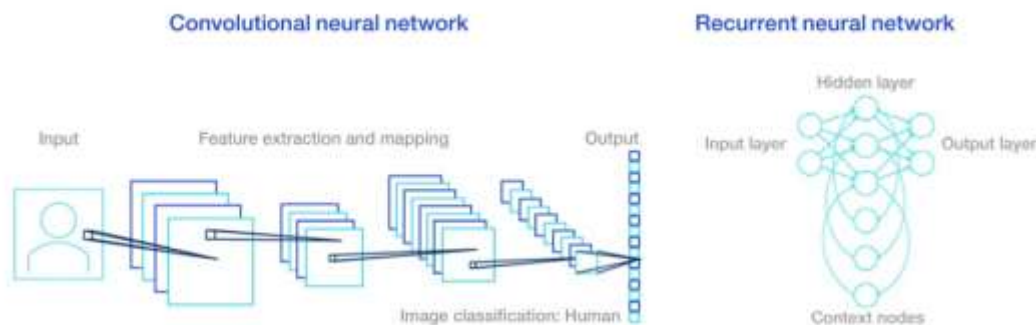


(46%), η ταχύτερη ανάλυση δεδομένων (45%) και οι βελτιωμένες δυνατότητες R&D (44%). Παρά τις προσδοκίες, οι εταιρείες δεν έβγαζαν τα προσδοκώμενα οφέλη: το 45% κατάφερε να έχει πιο εκτεταμένες αναλύσεις δεδομένων, αλλά μόνο το 35% είχε μεγαλύτερη ταχύτητα στην ανάλυση αυτή. Επίσης, μόνο το 30% βελτίωσε τις δυνατότητες της εσωτερικής αποδοτικότητας και το 27% κατανοεί καλύτερα τον πελάτη. Εν συντομία, τα πραγματικά οφέλη δεν ανταποκρίνονται στις προσδοκίες που σχετίζονται με τη μηχανική μάθηση (Google & MIT 2017).

### 7.3.2 Βαθιά μάθηση

Η βαθιά μάθηση (Deep Learning – DL) είναι ένας τύπος ML που μπορεί να επεξεργαστεί ένα ευρύτερο φάσμα πόρων δεδομένων, απαιτεί λιγότερη ανθρώπινη προεπεξεργασία δεδομένων και μπορεί συχνά να παράγει πιο ακριβή αποτελέσματα σε σύγκριση με τις παραδοσιακές προσεγγίσεις ML. Καρδιά της DL αποτελούν τα νευρωνικά δίκτυα πολλών στρωμάτων, τα οποία μπορούν να επεξεργάζονται τεράστιες ποσότητες δεδομένων και να αποκτούν σε κάθε στρώμα γνώσεις για όλο και πιο πολύπλοκα χαρακτηριστικά των δεδομένων. Το δίκτυο μπορεί στη συνέχεια να αποφασίσει για τα δεδομένα, να μάθει αν η απόφασή του είναι σωστή και να χρησιμοποιήσει ότι έχει μάθει για τη λήψη αποφάσεων για νέα δεδομένα. Για παράδειγμα, μόλις αναλύσει τα χαρακτηριστικά ενός αντικειμένου, μπορεί να αναγνωρίσει το αντικείμενο αυτό σε πλήθος άλλων νέων εικόνων (Chui, Kamalnath & McCarthy 2018).

Οι Chui, Kamalnath & McCarthy (2018) διακρίνουν δύο βασικούς τύπους DL (Εικ. 7-2): το συνελκτικό νευρωνικό δίκτυο (convolutional neural network) και το επαναλαμβανόμενο νευρωνικό δίκτυο (recurrent neural network). Το συνελκτικό νευρωνικό δίκτυο αφορά ένα πολυεπίπεδο νευρωνικό δίκτυο ειδικής αρχιτεκτονικής, σχεδιασμένο να εξάγει σε κάθε στρώμα όλο και περισσότερο σύνθετα χαρακτηριστικά των δεδομένων με σκοπό τον προσδιορισμό της εξόδου. Τα συνελκτικά νευρωνικά δίκτυα χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που απαιτείται η εξαγωγή πληροφοριών από ένα σύνολο μη δομημένων δεδομένων (π.χ., εικόνες). Όταν ένα δίκτυο τέτοιου είδους λαμβάνει μια εικόνα (για παράδειγμα, το γράμμα “A”) την επεξεργάζεται ως συλλογή εικονοστοιχείων (pixels). Η αναγνώριση των μοναδικών χαρακτηριστικών της εικόνας (για παράδειγμα, οι επιμέρους γραμμές που απαρτίζουν το “A”) πραγματοποιείται στα κρυφά, εσωτερικά στρώματα του μοντέλου. Το δίκτυο στη συνέχεια είναι σε θέση να ταξινομήσει μια διαφορετική εικόνα ως το γράμμα “A”, αν βρει σε αυτή τα μοναδικά χαρακτηριστικά που έχουν αναγνωριστεί προηγουμένως ότι συνθέτουν το γράμμα. Το επαναλαμβανόμενο νευρωνικό δίκτυο αφορά ένα πολυεπίπεδο νευρωνικό δίκτυο που μπορεί να αποθηκεύσει πληροφορίες σε κόμβους πλαισίου με σκοπό την εκμάθηση ακολουθιών δεδομένων, ώστε η έξοδος να αποτελεί έναν αριθμό ή μια άλλη ακολουθία. Τα επαναλαμβανόμενα νευρωνικά δίκτυα χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις δεδομένων χρονοσειρών ή ακολουθιών (π.χ. ηχογραφήσεις ή κείμενο).



**Εικόνα 7-2: Βασικοί τύποι βαθιάς μάθησης (Chui, Kamalnath & McCarthy 2018)**

Παραδείγματα χρήσης τεχνικών DL αποτελούν η ανίχνευση του λογότυπου μιας εταιρείας στα κοινωνικά μέσα δικτύωσης για την καλύτερη κατανόηση των ευκαιριών κοινού μάρκετινγκ (π.χ., ένωση εταιρειών για την παραγωγή ενός προϊόντος), η κατανόηση των εταιρειών που προτιμούν και χρησιμοποιούν οι καταναλωτές μέσω εικόνων, η ανίχνευση ελαττωματικών προϊόντων σε μια γραμμή παραγωγής μέσω εικόνων, ο εντοπισμός δόλιας δραστηριότητας σε συναλλαγές με πιστωτική κάρτα και η χρήση chatbot για την διαφοροποίηση αναγκών και ερωτημάτων των πελατών (Chui, Kamalnath & McCarthy 2018).

### **7.3.3 Αυτοματοποίηση ρομποτικών διαδικασιών - Robotics**

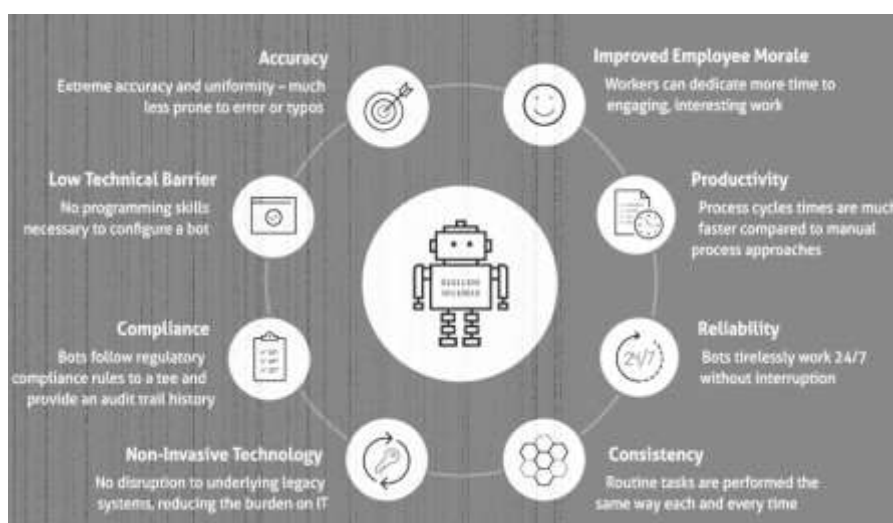
Η αυτοματοποίηση των ρομποτικών διαδικασιών (Robotic Process Automation – RPA) ή robotics, για πολλούς θεωρείται ως μεμονωμένο θέμα, ενώ από άλλους περιγράφεται απλά ως αλγόριθμοι. Σύμφωνα με τους Madakam, Holmukhe & Jaiswal (2019), η RPA αποτελεί αυτοματοποίηση των διαδικασιών που κωδικοποιούνται από υπολογιστή και βασίζονται σε κανόνες, αντικαθιστώντας τον ανθρώπινο παράγοντα στην εκτέλεση επαναλαμβανόμενων εργασιών. Επομένως, η έννοια των robotics δεν έχει καμία σχέση με ρομπότ που περπατούν και μιλάνε. Στην RPA “διάλεκτο”, ένα “ρομπότ” είναι ισοδύναμο με μία άδεια λογισμικού (Willcocks & Lacity 2016).

Η τεχνολογία της ΑΙ είναι διαφορετική από αυτή της RPA, καθώς η RPA τείνει να χρησιμοποιεί δομημένα δεδομένα και να βασίζεται σε κανόνες, ενώ η ΑΙ χρησιμοποιεί μη δομημένα δεδομένα και βασίζεται στην κρίση. Η γραμμή που διαχωρίζει τις δύο έννοιες είναι, ωστόσο, αρκετά αόριστη και ο συνδυασμός των δύο τεχνολογιών μπορεί να είναι πιο κοινά χρησιμοποιούμενος στον χειρισμό μη δομημένων δεδομένων για την υποστήριξη καταπολέμησης της απάτης και της νομιμοποίησης εσόδων από παράνομες δραστηριότητες (Anti Money Laundering - AML) (Zeiler 2017).

Οι περισσότερες εταιρείες στρέφονται προς την αναδυόμενη τεχνολογία της RPA για τον εξορθολογισμό των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων και τη μείωση του κόστους. Οι ειδικοί πιστεύουν ότι με την RPA, οι επιχειρήσεις μπορούν να αυτοματοποιήσουν πολλές επιχειρηματικές διαδικασίες, αφιερώνοντας έτσι περισσότερο χρόνο στην εξυπηρέτηση πελατών ή σε άλλες εργασίες υψηλότερης αξίας (Madakam, Holmukhe & Jaiswal 2019). Μέσω της χρήσης των robotics για την εκτέλεση διαδικασιών ρουτίνας, οι εταιρείες μπορούν να επιτυγχάνουν κέρδη

παραγωγικότητας. Αν αυτή η χρήση εφαρμοστεί καλά, τότε οι εταιρείες έχουν τη δυνατότητα δημιουργίας ομάδων ανθρώπων-ρομπότ υψηλών επιδόσεων, στις οποίες άνθρωποι και robotics αλληλοσυμπληρώνονται (Lacity & Willcocks 2016).

Σύμφωνα με την Gartner, τα εργαλεία RPA βρίσκονται στην κορυφή των μέγιστων προσδοκιών στον λεγόμενο κύκλο Hype (Madakam, Holmukhe & Jaiswal 2019). Τα τελευταία 10-15 χρόνια, χρησιμοποιήθηκαν σε μεγάλο βαθμό εργαλεία λογισμικού αυτοματοποιημένων δοκιμών παλινδρόμησης και αυτοματοποιημένης παρακολούθησης επιδόσεων μέσω εικονικών χρηστών από διαφορετικές τοποθεσίες. Αυτά τα εργαλεία είχαν τη δυνατότητα να μιμούνται τους εργαζόμενους και να εκτελούν επαναλαμβανόμενα καθήκοντα, όπως δοκιμές παλινδρόμησης και παρακολούθηση διάφορων front-end ηλεκτρονικών και online εφαρμογών. Η RPA αποτελεί φυσική εξέλιξη αυτών των λειτουργικοτήτων (Rajesh και συν. 2018).



**Εικόνα 7-3: Πλεονεκτήματα της τεχνολογίας RPA (Madakam, Holmukhe & Jaiswal (2019).**

Τα robotics μπορούν να αποτελέσουν λύσεις υψηλής ποιότητας σε πιο σύνθετα προβλήματα εκτός των συνήθων διαδικασιών. Οι τεχνικές ΑΙ επιτρέπουν στα λογισμικά της τεχνολογίας RPA να ασχοληθούν με τεράστιες ποσότητες έρευνας και να καλύψουν ένα τεράστιο αριθμό πιθανών θεμάτων, πολύ περισσότερο από κάθε άνθρωπο. Η τεχνολογία RPA παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα, όπως η ακρίβεια των λειτουργιών, η βελτίωση του ηθικού των εργαζομένων, η αύξηση της παραγωγικότητας, η εξασφάλιση χαμηλών τεχνικών εμποδίων, η συμμόρφωση, η συνεκτικότητα που οδηγεί στην αξιοπιστία και η μη επεμβατική τεχνολογία (Εικ. 7-3). Η ομορφιά της τεχνολογίας έγκειται στο να παρέχει τη δυνατότητα ακόμη και σε εργαζόμενους που δεν είναι τεχνικά καταρτισμένοι να έχουν τα διαθέσιμα εργαλεία για να διαμορφώσουν τα δικά τους λογισμικά ώστε να μπορούν να λύνουν τις όποιες προκλήσεις αυτοματισμού. Η τεχνολογία μπορεί επίσης να προσθέσει αξία στις κύριες επιχειρηματικές διαδικασίες, όπως η μισθοδοσία, οι αλλαγές στο καθεστώς των εργαζομένων, οι προσλήψεις νέων υπαλλήλων, η τακτοποίηση λογαριασμών, η επεξεργασία τιμολογίων, η διαχείριση αποθεμάτων, η δημιουργία αναφορών, κλπ. (Madakam, Holmukhe & Jaiswal 2019).

Όσον αφορά τις εφοδιαστικές αλυσίδες, η χρήση της RPA, σύμφωνα με τον Devarajan (2018), μπορεί να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να επιλύσουν τις προκλήσεις αυτοματισμού των επαναλαμβανόμενων εργασιών. Η RPA είναι ένας τρόπος δημιουργίας ενός εικονικού εργατικού δυναμικού που δίνει τη δυνατότητα στις επιχειρήσεις να αποκτήσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα ως προς την ικανοποίηση των πελατών και την ευελιξία τους. Η χρήση της RPA έχει ως αποτέλεσμα την επίτευξη μεγαλύτερης παραγωγικότητας, καθώς το προσωπικό μπορεί να απελευθερωθεί για να εφαρμόσει την εμπειρία και τις δεξιότητές του σε πιο σημαντικά καθήκοντα που προωθούν την ανάπτυξη και την καινοτομία. Η τεχνολογία των robotics βελτιώνει επίσης, την ακρίβεια στην εργασία, εξαλείφοντας τους κινδύνους που συνδέονται με τα ανθρώπινα σφάλματα. Παρά την αρχική επένδυση που απαιτείται για την εφαρμογή της τεχνολογίας RPA, η συνολική αύξηση της παραγωγικότητας και της αποδοτικότητας μαζί με τη μείωση των ανθρώπινων λαθών οδηγούν σε τεράστια εξοικονόμηση κέρδους. Τέλος, η παράδοση των επαναλαμβανόμενων και βαρετών εργασιών στα robotics, καθώς και η δυνατότητα συμμετοχής σε πιο σημαντικά και υψηλού επιπέδου έργα, οδηγεί σε μεγαλύτερη γενική ικανοποίηση των εργαζομένων (Devarajan 2018).

Παρόλα αυτά υπάρχουν ορισμένα σημεία, τα οποία αναστέλλουν την εισαγωγή των robotics στις εφοδιαστικές αλυσίδες των επιχειρήσεων και αφορούν το υψηλό κόστος εφαρμογής της τεχνολογίας σε συνδυασμό με εσωτερικούς δημοσιονομικούς περιορισμούς. Οι λόγοι αυτοί είναι μερικοί από τους βασικότερους για τους οποίους οι επιχειρήσεις (ιδίως μικρές και μεσαίες καθώς και νεοσύστατες) επιλέγουν να μην εφαρμόσουν την τεχνολογία της RPA στις εφοδιαστικές τους αλυσίδες. Η εσφαλμένη αντίληψη ότι για την εφαρμογή της RPA ο τελικός χρήστης πρέπει να διαθέτει σημαντικές τεχνικές γνώσεις, οδηγεί στο να μην συνειδητοποιούνται όλα τα οφέλη της τεχνολογίας. Κάθε νέα τεχνολογία που συνεπάγεται ριζικές αλλαγές σε ένα ήδη υπάρχον καθεστώς δημιουργεί φοβία, κάτι που ισχύει και στην περίπτωση των robotics και που αναστέλλει την εισαγωγή τους στις εφοδιαστικές αλυσίδες των εταιρειών (Shakti Singh Chauhan 2018).

Σύμφωνα με μια μελέτη του 2017 που διεξήχθη από την παγκόσμια εταιρεία τεχνολογικών ερευνών Information Services Group (ISG), η παγκόσμια αγορά ρομποτικού αυτοματισμού αναμένεται να αυξηθεί περίπου κατά 60,5% μεταξύ των ετών 2017 και 2020. Μέσα στα χρόνια αυτά, με βάση τη μελέτη, το 72% των εταιρειών αναμένεται να χρησιμοποιεί την τεχνολογία των robotics για να ελαχιστοποιήσει το κόστος, να μειώσει τους χρόνους συναλλαγής, να αυξήσει την παραγωγικότητα και να βελτιώσει τα επίπεδα συμμόρφωσης. Επιπλέον, η μελέτη της ISG δείχνει ότι η τεχνολογία αυτοματισμού επιτρέπει μείωση των πόρων κατά 43% που απαιτούνται για διαδικασίες παραγγελίας σε μετρητά, κατά 34% για τιμολόγηση και κατά 32% για τη διαχείριση των πωλητών (Shakti Singh Chauhan 2018). Αυτά είναι τεράστια κέρδη για κάθε εταιρεία τα οποία προκύπτουν από την αποτελεσματική διαχείριση των σύνθετων εφοδιαστικών αλυσίδων τους. Η αφομοίωση του αυτοματισμού στην αλυσίδα εφοδιασμού είναι παρόλα αυτά, μέχρι πρόσφατα, αργή. Ωστόσο, η ανάπτυξη νέων δυνατοτήτων των τεχνολογιών αυτοματισμού σημαίνει ότι ένας αυξανόμενος αριθμός

εταιρειών παγκοσμίως θα μπορούσε να βασίζεται στην RPA για να εξορθολογήσει τη ροή των αγαθών από την πλευρά της προσφοράς τους και να αποκτήσει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα από την πλευρά της ζήτησης των πελατών.

## **7.4 Η χρήση της τεχνικής νοημοσύνης στην εφοδιαστική αλυσίδα**

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η ΑΙ είναι γνωστή εδώ και δεκαετίες, όμως η τεχνολογία εξελίσσεται ταχέως και κερδίζει ολοένα και μεγαλύτερη δημοτικότητα, καθώς ο συνδυασμός της με άλλες τεχνολογίες όπως το IoT ή το cloud, ενισχύουν τις δυνατότητες μεγαλύτερης πρόσβασης σε περισσότερα δεδομένα και σε μεγαλύτερη ισχύ επεξεργασίας των δεδομένων αυτών. Επιπλέον, ο συνδυασμός της τεχνολογίας με τα Big Data που αποθηκεύονται σε δίκτυα, καθιστά ευφύεστερους τους αλγόριθμους της ΑΙ, γεγονός που δημιουργεί ευκαιρίες αποκόμισης σημαντικών οφελών, όπως μεγαλύτερη εμπιστοσύνη από πλευράς πελατών και βελτιωμένη ποιότητα και χαμηλότερο κόστος από τις επιχειρήσεις που την χρησιμοποιούν. Η ΑΙ είναι μια τεχνολογία που μπορεί να διευκολύνει επίσης τη δημιουργία προσαρμοσμένων προσφορών και συστάσεων, που μπορούν να κλιμακωθούν αρκετά εύκολα, γεγονός που οδηγεί σε δυνατότητες αύξησης των επιδόσεων των εταιρειών που συμμετέχουν σε μια εφοδιαστική αλυσίδα (Teigland, Bogusz & Felländer 2018).

Μετά από δεκαετίες ανάπτυξης και δισεκατομμύρια σε επενδύσεις, η ΑΙ έχει αρχίσει να δείχνει κάποια σημάδια ότι μπορεί να φέρει πραγματική αξία στις εταιρείες και στις πολλαπλές διαφορετικές επιχειρηματικές τους δραστηριότητες, όπως η αυτοματοποίηση της διαχείρισης των αποθηκών, η πρόβλεψη των μελλοντικών τάσεων και η επιβοήθηση των αυτο-οδηγούμενων οχημάτων (Bughin και συν. 2017). Παρά τις πολλές δυνατότητές της που μπορούν να ωφελήσουν τις εταιρείες και τις εφοδιαστικές τους αλυσίδες, η ΑΙ δεν αποτελεί “παντοδύναμη” επιχειρηματική λύση, αλλά μάλλον ένα μέσο βελτίωσης των επιχειρηματικών διαδικασιών, το οποίο με τη σειρά του απαιτεί αλλαγές στην επιχειρηματική δραστηριότητα για να λειτουργήσει σωστά (Chui, Kamalnath & McCarthy 2018). Σύμφωνα με τον Min (2010), η εφαρμογή της ΑΙ στην εφοδιαστική αλυσίδα μπορεί να βελτιώσει τη συνολική λειτουργία της σε πολλούς και διάφορους τομείς, όπως: ο έλεγχος και σχεδιασμός αποθεμάτων, ο σχεδιασμός του δικτύου μεταφοράς, η διαχείριση αγορών και προμηθειών, ο προγραμματισμός και πρόβλεψη ζήτησης, η διαχείριση προβλημάτων επιλογής παραγγελιών, η διαχείριση της ηλεκτρονικά συγχρονισμένης εφοδιαστικής αλυσίδας και η διαχείριση των πελατειακών σχέσεων.

Τα αποθέματα των εταιρειών ισοδυναμούν με μη χρησιμοποιούμενους πόρους που όμως απαιτούνται ώστε να διατηρηθεί η εξυπηρέτηση πελατών σε αποδεκτά επίπεδα. Παρόλα αυτά, το κόστος της ύπαρξης αποθεμάτων είναι ιδιαίτερα υψηλό, αφού, για παράδειγμα, το ετήσιο κόστος διατήρησης ενός και μόνο ανταλλακτικού στην αποθήκη μπορεί να φτάνει έως και το 35% της αξίας του (Lehtisalo 2018). Σύμφωνα με τον Min (2010), οι επιχειρήσεις, για να παραμένουν ανταγωνιστικές, θα πρέπει να είναι σε θέση να ελέγχουν και να διατηρούν αποθέματα που να μπορούν να εξυπηρετούν τους

πελάτες τους, αλλά ταυτόχρονα με το ελάχιστο δυνατό κόστος. Αποτελεσματική διαχείριση αποθεμάτων μπορεί να επιτευχθεί μέσω της διατήρησης ακριβών και σε πραγματικό χρόνο πληροφοριών σχετικά με τη ζήτηση, το μέγεθος και τον τύπο των αποθεμάτων και το μήκος του κύκλου παραγγελιών. Αυτό το είδος πληροφοριών δεν είναι εύκολα διαχειρίσιμο με τις παραδοσιακές μεθόδους, όπως με το μοντέλο ποσοτικής οικονομικής τάξης ή τις ανθρώπινες εκτιμήσεις. Η τεχνολογία της ΑΙ, με τις τεράστιες δυνατότητές της, μπορεί να προσφέρει λύση σε αυτά τα προβλήματα, κατανοώντας τα λεπτομερή πρότυπα των εμπορευμάτων που ρέουν στην εφοδιαστική αλυσίδα, στοιχείο που επιτρέπει την σωστή εκτίμηση του επιθυμητού ποσού αποθεμάτων που πρέπει να βρίσκεται στην αποθήκη, χωρίς να δημιουργούνται προβλήματα στην εφοδιαστική αλυσίδα. Εν συντομία, η τεχνολογία ΑΙ μπορεί να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να εκτιμήσουν τη μελλοντική ζήτηση και, κατά συνέπεια, τις παραγγελίες, σε βέλτιστο επίπεδο.

Σύμφωνα με τον Min (2010), ο σχεδιασμός του δικτύου μεταφοράς είναι ένας από τους πρωτοπόρους τομείς της εφοδιαστικής αλυσίδας στους οποίους έχει εφαρμοστεί η τεχνολογία ΑΙ, εξαιτίας των εγγενώς συνδυαστικών προβλημάτων που παρουσιάζει και που είναι δύσκολο να επιλυθούν, ειδικά σε ένα παγκόσμιο πλαίσιο. Προβλήματα που μπορούν να προκύψουν κατά το σχεδιασμό του δικτύου μεταφοράς αφορούν συνήθως τους τομείς προγραμματισμού δρομολόγησης των οχημάτων, ενοποίησης φορτίου, συνδυασμένων μεταφορών, αξιοποίησης του χώρου στάθμευσης και πολλών άλλων. Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων, ο Chambers (2001) προτείνει τη χρήση γενετικού αλγορίθμου, δημοφιλή μορφή τεχνητής νοημοσύνης. Επιπλέον, οι Glover και Kochenberger (2003) αναφέρουν ότι ακόμα πιο παραγωγικός θα μπορούσε να αποδειχθεί ο συνδυασμός διαφορετικών μορφών ΑΙ, δεδομένου ότι οι τροποποιήσεις που απαιτούνται για την προσαρμογή τους σε ένα συγκεκριμένο πρόβλημα, είναι ελάχιστες.

Σύμφωνα με τον Baily (2005), μια από τις δυσκολότερες αποφάσεις που καλούνται να λάβουν σχεδόν όλες οι εταιρείες είναι η απόφαση για αγορά ή ιδιοκατασκευή (make or buy), η οποία αναφέρεται σε μια κατάσταση κατά την οποία η εταιρεία πρέπει να αποφασίσει εάν θα παράγει εμπορεύματα ή θα τα αγοράσει από κάποια άλλη εταιρεία. Παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τη λήψη αυτής της απόφασης είναι, για παράδειγμα, ο όγκος των παραγόμενων αγαθών, οι αναγκαίες κεφαλαιουχικές επενδύσεις για την παραγωγή και το επιχειρηματικό περιβάλλον λειτουργίας της επιχείρησης. Για την ανάλυση αυτών των παραγόντων, οι εταιρείες μπορούν να χρησιμοποιήσουν εργαλεία συστηματικής λήψης, που θα τους βοηθήσουν να λάβουν τις σωστές αποφάσεις. Το σωστό είδος συστημάτων μπορεί να υποκαταστήσει ή ακόμη και να αντικαταστήσει τον ρόλο του ανθρώπου ως παράγοντα λήψης αποφάσεων, λόγω της ικανότητάς τους να μπορούν να διαχειριστούν τις πολυάριθμες στρατηγικές αποφάσεων αγοράς, σε αντίθεση με τις παραδοσιακές μεθόδους που μπορούν να χειρίζονται μόνο μία πτυχή αγοράς. Οι Nissen και Sengupta (2006) προτείνουν τη χρήση έξυπνων λογισμικών πρακτόρων (intelligent software agents) που μπορούν να αυτοματοποιήσουν τη διαδικασία αναζήτησης νέων προμηθευτών από ηλεκτρονικούς καταλόγους, αξιολογώντας τους διεξοδικά και ολοκληρώνοντας τις εντολές αγορών.

Οποιαδήποτε πληροφορία σχετικά με το μέλλον είναι πολύτιμη για τις εταιρείες, επειδή τους επιτρέπει να προγραμματίσουν και να προετοιμάσουν όλες τις λειτουργίες τους με πολύ μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Οι πληροφορίες θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο ακριβείς, ώστε να μειώσουν την αβεβαιότητα και μεταβλητότητα του μέλλοντος. Οι υπάρχουσες, πολλές και διαφορετικές, μέθοδοι πρόγνωσης, δίνουν προσοχή μόνο στις βραχυπρόθεσμες ή μακροπρόθεσμες προβλέψεις, αλλά το κύριο κοινό τους πρόβλημα είναι ότι η πρόβλεψη που κάνουν βασίζεται μόνο σε ιστορικά δεδομένα. Αντίθετα, η τεχνητή νοημοσύνη δημιουργεί βιώσιμες εναλλακτικές λύσεις πρόβλεψης και σχεδιασμού του μέλλοντος, όπως, για παράδειγμα μια δυναμική διαδικασία αντιστοίχισης προτύπων που μπορεί να συνδυάσει την ανθρώπινη τεχνογνωσία με τις τεχνικές εξόρυξης δεδομένων για την πρόβλεψη της ζήτησης ενός προϊόντος, χωρίς να βασίζεται σε ιστορικά δεδομένα (Min 2010).

Η επιλογή παραγγελιών είναι μια διαδικασία που αφορά τον έλεγχο των αποθεμάτων της αποθήκης για την πραγματοποίηση παραγγελιών σχετικά με προϊόντα ή ανταλλακτικά που έχουν ελάχιστο ή μηδενικό απόθεμα. Συνήθως, αυτή η διαδικασία είναι ιδιαίτερα επίπονη και περιλαμβάνει το μεγαλύτερο μερίδιο του συνολικού κόστους εργασιών αποθήκευσης, επηρεάζοντας έτσι σε μεγάλο βαθμό την παραγωγικότητα. Λόγω του υψηλού κόστους, οι επιχειρήσεις προσπαθούν συνεχώς να βρουν νέους τρόπους βελτίωσης αυτής της διαδικασίας, με σκοπό τη μείωση του κόστους και την αύξηση της αποτελεσματικότητά της. Η μηχανοργάνωση και η αυτοματοποίηση αποτελούν δύο από τους δημοφιλέστερους τρόπους χειρισμού της διαδικασίας επιλογής παραγγελιών. Στο παρελθόν, το πρόβλημα επιλογής παραγγελιών αντιμετωπίστηκε από διάφορους τρόπους χρήσης προσομοιώσεων και μαθηματικών μοντέλων, αλλά οι τεχνικές AI, όπως, τα συστήματα που βασίζονται σε έξυπνους πράκτορες και την εγγενή ικανότητα εκμάθησης της AI, είναι σε θέση να χειριστούν με αποτελεσματικότερο τρόπο την αυξανόμενη πολυπλοκότητα που προκαλείται από την υιοθέτηση υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας και ηλεκτρονικών πλατφορμών. Ένα καλό παράδειγμα σύγχρονης διαχείρισης αποθήκης αποτελεί η επονομαζόμενη έξυπνη αποθήκη, στην οποία τα στοιχεία των αποθεμάτων ανακτώνται αυτόματα, το απόθεμα διατηρείται σε ισορροπία μέσω της ζύγισης των ανταλλακτικών ώστε να βρεθεί ο ακριβής αριθμός τους, γίνεται πρόβλεψη των αιχμών ζήτησης και οι πληροφορίες για το απόθεμα αποστέλλονται αυτόματα στο τμήμα προμηθειών. Οι έξυπνες αποθήκες μπορούν να μειώσουν το κόστος και να βοηθήσουν στην διατήρηση των αποθεμάτων στο βέλτιστο επίπεδο (Min 2010).

Ο συντονισμός και η ολοκλήρωση των διαδικασιών μιας εφοδιαστικής αλυσίδας, απαιτεί την ανταλλαγή πληροφοριών, που αφορούν τουλάχιστον τις προβλέψεις της μελλοντικής ζήτησης και τα σχέδια παραγωγής και διανομής, μέσω ηλεκτρονικών μέσων όπως το Διαδίκτυο. Αυτή η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των τμημάτων μιας εφοδιαστικής αλυσίδας, μέσω ηλεκτρονικών μέσων, δημιουργεί ένα πρόσφορο έδαφος εφαρμογής τεχνικών AI και ιδιαίτερα μηχανικής μάθησης, όπως η εξόρυξη ιστού (web mining) και κειμένων (text mining), με σκοπό την παροχή υποστήριξης στην επιχείρηση. Ιδιαίτερα η χρήση του web mining αποτελεί βέλτιστη λύση διαχείρισης ηλεκτρονικά συγχρονισμένων εφοδιαστικών αλυσίδων, καθώς μπορεί να εξαγάγει νέα

μοτίβα και δεδομένα από το Διαδίκτυο, σχετικά με τους πελάτες, τους προμηθευτές, τη ζήτηση, την προμήθεια και πολλά άλλα. Η εύρεση πληροφοριών από το Διαδίκτυο μπορεί να βοηθήσει επίσης τις εταιρείες στον εντοπισμό μελλοντικών βάσεων πελατών, στην βελτίωση των στρατηγικών τιμολόγησης και στην αξιολόγηση των επιχειρηματικών εταίρων τους (Min 2010).

Οι εφοδιαστικές αλυσίδες μπορούν να βοηθήσουν στη διαχείριση των πελατειακών σχέσεων μιας εταιρείας μέσω της αύξησης της εμπιστοσύνης των πελατών ότι η εταιρεία θα παραδώσει τα εμπορεύματά της έγκαιρα και με καλή ποιότητα. Κάτι τέτοιο δεν μπορεί να επιτευχθεί χωρίς τη συνεχή επικοινωνία και τη δημιουργία σχέσεων διαρκείας με τους πελάτες, δεδομένου ότι οι καλά διαχειριζόμενες πελατειακές σχέσεις συμβάλλουν στο σχεδιασμό της μελλοντικής ζήτησης. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να διευκολύνει τη διαδικασία απόκτησης πελατών και αξιολόγησης της απόδοσης των επενδύσεων στη διαχείριση των πελατειακών σχέσεων, με την αυτόματη εξεύρεση νέων προοπτικών και τη σωστή οργάνωσή τους (Min 2010).

## 7.5 Βασικές προκλήσεις

Σύμφωνα με τον Marr (2017), η τεχνολογία της ΑΙ αντιμετωπίζει πολλές προκλήσεις. Η έλλειψη υπολογιστικής ισχύος είναι μία από αυτές. Η ΑΙ και οι συναφείς τεχνολογίες απαιτούν την ταχύτατη εκτέλεση ενός τεράστιου αριθμού υπολογισμών, πράγμα που με τη σειρά του απαιτεί αρκετή ισχύ επεξεργασίας. Η τεχνολογία της ΑΙ έχει εμφανιστεί εδώ και δεκαετίες και πολλοί τύποι της έχουν δημιουργηθεί μόνο στη θεωρία, καθώς η εφαρμογή τους ήταν αδύνατη λόγω της ανεπαρκούς υπολογιστικής ισχύος. Λύση στο συγκεκριμένο πρόβλημα δείχνει να αποτελεί η κβαντική υπολογιστική που χρησιμοποιεί υποατομικά φαινόμενα για την πραγματοποίηση γρηγορότερης επεξεργασίας δεδομένων, σε σύγκριση με τους παραδοσιακούς υπολογιστές. Ωστόσο, έχει εκτιμηθεί ότι αυτή η βελτίωση θα χρειαστεί τουλάχιστον πέντε ακόμη χρόνια για να υλοποιηθεί, επειδή τα μοντέλα προγραμματισμού είναι διαφορετικά.

Ως δεύτερη πρόκληση, ο Marr (2017) αναφέρει την επί του παρόντος αρκετά περιορισμένη χρήση της ΑΙ στις εφοδιαστικές αλυσίδες των εταιρειών. Αυτό σημαίνει ότι σήμερα οι τεχνικές ΑΙ χρησιμοποιούνται στις εφοδιαστικές αλυσίδες μόνο για το χειρισμό εξειδικευμένων διεργασιών, όπως η αξιολόγηση των διαφορετικών αποτελεσμάτων κάποιων επιχειρηματικών διαδικασιών. Με τον τρόπο αυτό, η ΑΙ δεν μπορεί να εκπαιδευτεί σωστά ώστε να αποτελέσει μια ολοκληρωμένη λύση διαχείρισης των εφοδιαστικών αλυσίδων.

Η έλλειψη κατανόησης αποτελεί την τρίτη πρόκληση. Ακόμα και σήμερα, η τεχνολογία της ΑΙ θεωρείται επιστημονική φαντασία ή κάτι που αναπτύσσεται μόνο σε πανεπιστημιακά ερευνητικά εργαστήρια πληροφορικής. Παρόλα αυτά, τα τελευταία χρόνια η γενική νοοτροπία έχει αλλάξει και η τάση των εταιρειών έχει στραφεί περισσότερο προς την τεχνητή νοημοσύνη. Οι εταιρείες είναι πλέον πρόθυμες να επενδύσουν σε τεχνολογίες ΑΙ ή στην ανάπτυξη δεξιοτήτων που σχετίζονται με αυτήν. Έτσι, ο αριθμός των ατόμων με τις κατάλληλες δεξιότητες για την υλοποίηση και την



πλήρη αξιοποίηση των δυνατοτήτων της ΑΙ στις εφοδιαστικές αλυσίδες των επιχειρήσεων, είναι ακόμα μικρός.

Το μέλλον της ΑΙ δείχνει να είναι λαμπρό, καθώς σύμφωνα με μελέτες, το παγκόσμιο ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (ΑΕΠ) αναμένεται να αυξηθεί από το 2016 έως το 2030 περίπου κατά 14%, από το οποίο το μισό θα προκύψει λόγω των βελτιώσεων στην παραγωγικότητα που προσφέρει η ΑΙ. Το ποσοστό αυτό ισοδυναμεί με 15,7 τρισεκατομμύρια δολάρια. Η κατανομή της ανάπτυξης που προέρχεται από την ΑΙ δεν είναι ίση σε όλο τον κόσμο, καθώς η Κίνα αναμένεται να αυξήσει το ΑΕΠ κατά 26% την ίδια χρονική περίοδο, ενώ για την Βόρεια Αμερική η αύξηση αυτή θα είναι της τάξης του 14,5%. Ο συνδυασμός των δύο θα αντιπροσωπεύει περίπου το 70% της παγκόσμιας αύξησης του ΑΕΠ. Οι τομείς που αναμένεται να επωφεληθούν περισσότερο από την ΑΙ είναι οι επιχειρήσεις λιανικής πώλησης, οι οικονομικές υπηρεσίες και η υγειονομική περίθαλψη (PWC 2017).

## 7.6 Συμπεράσματα

Στον πίνακα 7.3 παρουσιάζεται μια σύνοψη των βασικών σημείων στα όποια η τεχνολογία ΑΙ και οι συναφείς τεχνολογίες συνεισφέρουν στην εφοδιαστική αλυσίδα καθώς και οι προκλήσεις της υιοθέτησης των συγκεκριμένων τεχνολογιών στον ψηφιακό μετασχηματισμό της.

Τα στοιχεία που αναφέρθηκαν στο παρόν κεφάλαιο και αφορούν τις τεχνολογίες ΑΙ και ΜΛ μπήκαν από κοινού στον πίνακα 7.3, επειδή οι συγκεκριμένες τεχνολογίες συχνά θεωρούνται ταυτόσημες και έχουν τα ίδια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Το βασικό ζήτημα της τεχνολογίας ΑΙ είναι ότι συχνά συγχέεται με τον καθαρό αυτοματισμό και μόνο μερικοί συνειδητοποιούν τις πραγματικές δυνατότητές της. Με το άκουσμα της λέξης ΑΙ, πολλοί πιστεύουν ότι πρόκειται για μια πολύ προηγμένη τεχνολογία σύμφωνα με την οποία οι υπολογιστές σκέφτονται σαν άνθρωποι, κάτι που φυσικά δεν έχει υπόσταση. Η σύγχρονη χρήση των τεχνολογιών ΑΙ και ΜΛ από τις επιχειρήσεις δεν είναι η αναμενόμενη και επομένως τα οφέλη δεν είναι αυτά που θα μπορούσε κάποιος να υποθέσει. Η ανάδειξη των δυνατοτήτων της ΑΙ και των συναφών τεχνολογιών αναμένεται να προκύψει με την αύξηση της διαθέσιμης υπολογιστικής ισχύος, στοιχείου που επί του παρόντος δείχνει να λείπει, καθιστώντας τις τεχνολογίες αυτές να θυμίζουν μια προηγμένη μορφή αυτοματοποίησης, ρομποτικοποίησης ή παραδοσιακής ανάλυσης δεδομένων. Παρά τις όποιες αμφιβολίες, η ΑΙ θα μπορούσε εύκολα να συνεισφέρει σε πολλούς τομείς στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας και να ενισχύσει τις διαδικασίες της, κάτι που ίσως να αποτελεί και το λόγο για τον οποίο οι εταιρείες επενδύουν τόσο πολύ σε αυτή.

*Πίνακας 7-3: Σύνοψη συνεισφοράς και προκλήσεων της υιοθέτησης της τεχνολογίας ΑΙ και των συναφών τεχνολογιών στον ψηφιακό μετασχηματισμό των εφοδιαστικών αλυσίδων*

Σημεία συνεισφοράς	Προκλήσεις
Ενίσχυση ποιότητας	Συχνή θεώρησή τους ως αυτοματισμός
Χαμηλότερο κόστος	Έλλειψη υπολογιστικής ισχύος

Αυξημένη ευκινησία	Έλλειπείς δυνατότητες και μη ανθρώπινη σκέψη
Καλύτερη διαχείριση πελατειακών σχέσεων (CRM)	Έλλειψη κατανόησης
Σχεδιασμός ζήτησης και διαχείριση αποθεμάτων	Οι προσδοκίες δεν συμβαδίζουν με τα πραγματικά οφέλη
Σχεδιασμός δικτύου μεταφορών	
Εξάλειψη του φαινομένου του μαστιγίου (bullwhip effect)	

# 8 Blockchain

---

## 8.1 Γενικά

Από το 1990 που δημιουργήθηκε, οι εταιρείες χρησιμοποιούν το World Wide Web για την ανταλλαγή πληροφοριών, γεγονός που βελτίωσε την παραγωγικότητα αλλά και αύξησε την ανταγωνιστικότητα των επιχειρήσεων. Σήμερα, οι νέες ψηφιακές τεχνολογίες, όπως αυτές που αναλύθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, βελτιώνουν το επιχειρηματικό περιβάλλον δημιουργώντας νέους τρόπους ανταλλαγής πληροφοριών.

Στο κεφάλαιο αυτό, θα παρουσιαστεί μία ακόμη ψηφιακή τεχνολογία που δημιούργησε νέους τρόπους ανταλλαγής πληροφοριών. Πρόκειται για το blockchain, μια τεχνολογία που αρχικά επικεντρώθηκε στην ανταλλαγή χρημάτων. Το Bitcoin, η ανταλλαγή ηλεκτρονικού χρήματος που δημιουργήθηκε από τον S. Nakamoto, άνοιξε το δρόμο για την αποστολή και λήψη χρημάτων χωρίς κανένα ενδιάμεσο χρηματοπιστωτικό οργανισμό. Αυτό το πρωτοποριακό peer-to-peer (P2P) ηλεκτρονικό ταμειακό σύστημα επιτρέπει τις χρηματοπιστωτικές συναλλαγές μέσω ενός πολύ υψηλού προτύπου ασφάλειας, χρησιμοποιώντας κρυπτογραφημένα δεδομένα που δεν μπορούν να τροποποιηθούν (Tschorsch & Scheuermann 2016).

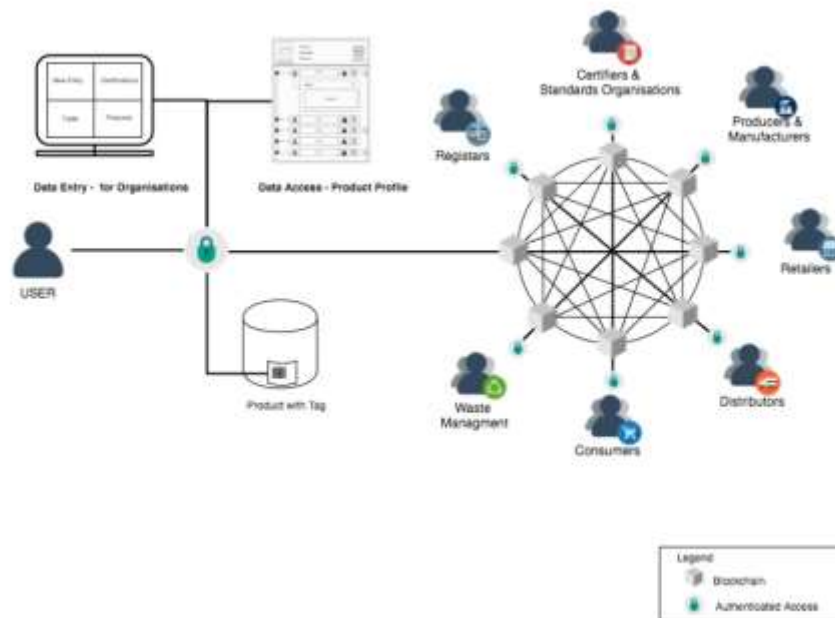
Πολλοί είναι αυτοί που σχετίζουν το blockchain με τα κρυπτονομίσματα (cryptocurrencies), κάτι που είναι μάλλον αρνητικό για τη φήμη της τεχνολογίας, λόγω της εξαιρετικά ασταθής και ρευστής αγοράς που δημιουργεί η χρήση τους. Το blockchain θεωρείται εργαλείο κυρίως του χρηματοπιστωτικού τομέα, αλλά η δημοτικότητά του αρχίζει να αυξάνεται καθώς πολλές εταιρείες, από νεοσύστατες έως μεγάλες επιχειρήσεις, αρχίζουν να διερευνούν της δυνατότητες χρήσης της τεχνολογίας και σε άλλους τομείς. Οι βασικές λειτουργίες της τεχνολογίας προσφέρουν τεράστιες δυνατότητες αύξησης της αξίας στο πλαίσιο της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς μπορούν, για παράδειγμα, να συμβάλουν στην ενίσχυση της ασφάλειας της και στη συμμόρφωση με πολλούς κανονισμούς, δημιουργώντας πιο διαφανείς εφοδιαστικές αλυσίδες.

Το blockchain δεν έχει χρησιμοποιηθεί ακόμη ευρέως από τις εταιρείες, αλλά αναμένεται ότι τουλάχιστον το ένα τρίτο των κατασκευαστών και των λιανοπωλητών πρόκειται να το χρησιμοποιήσουν για την παρακολούθηση των προϊόντων πριν από το 2021 (Robinson 2018). Παρόλο που υπάρχουν κάποια προβλήματα και αβεβαιότητες σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να εφαρμοστεί στην πράξη, πολλές εταιρείες, ιδιαίτερα στο χρηματοπιστωτικό τομέα, επενδύουν αρκετά στην τεχνολογία αυτή.

## 8.2 Η έννοια της τεχνολογίας

Παρόλο που η τεχνολογία του blockchain πρωτοεμφανίστηκε στη βιβλιογραφία το 2008 ως βασική τεχνολογία του Bitcoin, ουσιαστικά δεν έχει δοθεί κάποιος ορισμός που να έχει καθιερωθεί ως αποδεκτός από την πανεπιστημιακή κοινότητα.

Ενώ ορισμένοι συγγραφείς αναφέρονται στο blockchain ως κατακεντρωμένη δομή δεδομένων, κατακεντρωμένη βάση δεδομένων ή κατακεντρωμένο σύστημα, άλλοι το αποκαλούν αποκεντρωμένο δίκτυο. Λειτουργώντας ως ημερολόγιο καταγραφών ή κατάστιχο (ledger) για να τεκμηριώσει όλες τις συναλλαγές και τις δραστηριότητες που έλαβαν χώρα στο πλαίσιο κάποιου συμβολαίου ή σύμβασης, είναι μια αλληλουχία συνδεδεμένων συναλλαγών οι οποίες είναι κοινές για όλους τους συμμετέχοντες, που βρίσκονται στο P2P δίκτυο της τεχνολογίας. Η ασφάλεια των συναλλαγών εξασφαλίζεται μέσω διαδικασιών κρυπτογραφίας δημόσιου κλειδιού και η ορθότητά τους επαληθεύεται από τους συμμετέχοντες. Μόλις μία συναλλαγή επαληθευτεί, προστίθεται σε ένα αδημοσίευτο block. Μεταξύ άλλων, ένα block χρησιμεύει ως μονάδα αποθήκευσης των συναλλαγών, που δεν μπορεί να τροποποιηθεί και που επίσης περιέχει μια αναφορά της αλυσίδας των επαληθευμένων block. Στο δημιουργούμενο blockchain, νέα block μπορούν να προστεθούν μόνο με τρόπο προσάρτησης μέσω της χρήσης ενός μηχανισμού συναίνεσης (Seebacher & Schüritz 2017).



**Εικόνα 8-1: Η έννοια της τεχνολογίας blockchain (Abeyratne & Monfared 2016)**

Από όλους τους ορισμούς που υπάρχουν στη βιβλιογραφία και περιγράφουν το blockchain, δύο είναι άξιοι αναφοράς. Οι Abeyratne και Monfared (2016) υποστηρίζουν ότι το blockchain είναι ένα είδος τεχνολογίας που μπορεί να καταγράφει συναλλαγές με ασφαλή και μόνιμο τρόπο. Μπορεί να αποθηκεύσει όλο το ιστορικό της συναλλαγής χωρίς κανένα κίνδυνο. Είναι μια τεχνολογία δικτύωσης, παρόμοια με τον παγκόσμιο ιστό (WWW) που επιτρέπει μια αποκεντρωμένη ανταλλαγή δεδομένων. Με μια ευρύτερη έννοια, το blockchain είναι μια κατακεντρωμένη βάση δεδομένων (ledger), η οποία διατηρεί έναν συνεχώς αυξανόμενο κατάλογο, χρονικά επισημασμένων και κρυπτογραφημένων εγγραφών συναλλαγών, που οργανώνονται σε block, με κάθε

block να συνδέεται το προηγούμενο, σχηματίζοντας με τον τρόπο αυτό μια αλυσίδα, όπως φαίνεται στην εικόνα 8-1.

Επίσης, ο πιο εκτενής ορισμός είναι αυτός που έχει δοθεί από το BlockchainHub, σύμφωνα με τον οποίο *“το blockchain είναι ένα κοινής χρήσης, αξιόπιστο, δημόσιο βιβλίο συναλλαγών, που ο καθένας μπορεί να επιθεωρήσει, αλλά κανείς δεν μπορεί να το έχει υπό τον έλεγχο του. Είναι μια κρυπτογραφημένη, ασφαλής, απαραβίαστη κατακευκτική βάση δεδομένων. Αποτελεί το ιδανικό μέρος για την αποθήκευση αξιών, ταυτοτήτων, συμφωνιών, δικαιωμάτων ιδιοκτησίας, διαπιστευτηρίων κ.λπ. Οτιδήποτε τοποθετηθεί εντός του, θα παραμείνει εκεί για πάντα”* (Lehtisalo 2018).

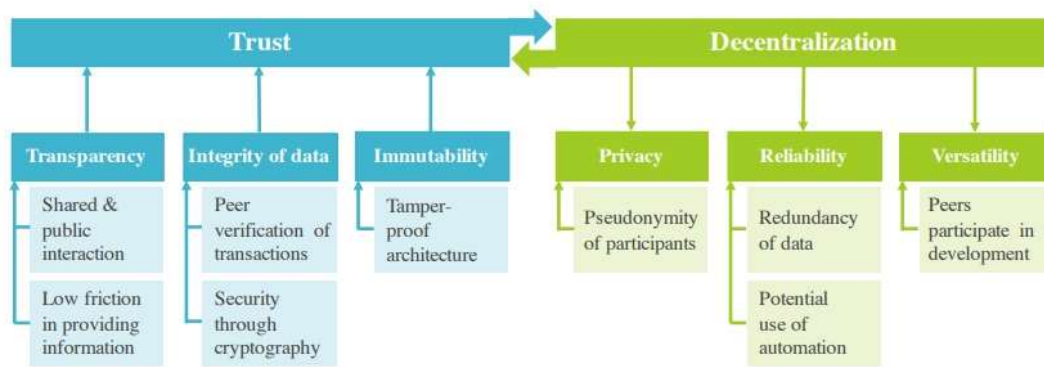
Το Blockchain αναμένεται να δημιουργήσει το Διαδίκτυο της επόμενης γενιάς, γνωστό και ως Αποκεντρωμένο Web ή Web3. Επιπλέον, μπορεί να γίνει διάκριση μεταξύ δημόσιων και ιδιωτικών blockchain. Τα δημόσια blockchain δεν περιορίζονται όσον αφορά τα δικαιώματα πρόσβασης και επιτρέπουν σε όλους τους συμμετέχοντες να προσθέσουν νέα block, ενώ στα ιδιωτικά blockchain μπαίνουν αυστηρότεροι περιορισμοί όσον αφορά το ποιος χρήστης μπορεί να εισάγει νέα block στο δίκτυο (Seebacher & Schüritz 2017).

### **8.3 Χαρακτηριστικά και λειτουργία**

Αν και η τεχνολογία blockchain μπορεί να θεωρηθεί ως αναδυόμενη και επομένως εξακολουθούν να υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης όσον αφορά την αποδοτικότητα και τη λειτουργικότητά της, στη βιβλιογραφία εμφανίζεται πλήθος ερευνών που ασχολούνται με τη μελέτη και την ανάδειξη των βασικών χαρακτηριστικών της (Mougayar & Buterin 2016), (Kakavand, Kost De Sevres & Chilton 2017), (Boschi και συν. 2018).

Η βιβλιογραφία αναδεικνύει ένα πλήθος χαρακτηριστικών της τεχνολογίας blockchain, ο συνδυασμός των οποίων ουσιαστικά δημιουργεί ένα σύνολο δύο βασικών χαρακτηριστικών. Για παράδειγμα, τα χαρακτηριστικά “κοινής χρήσης και δημόσιο” καθώς και “χωρίς καθυστέρηση” οδηγούν σε ένα σύστημα αυξημένης διαφάνειας, δεδομένου ότι οι πληροφορίες διατίθενται δημόσια μεταξύ των συμμετεχόντων χωρίς να επηρεάζονται από τρίτους. Στην εικόνα 8-2 παρουσιάζεται μια επισκόπηση των χαρακτηριστικών του blockchain, ο συνδυασμός των οποίων δημιουργεί τα βασικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας (Seebacher & Schüritz 2017). Από την εικόνα αυτή προκύπτει το συμπέρασμα ότι τα βασικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας είναι δύο: η αποκεντρωμένη φύση της και η εμπιστοσύνη που προκαλεί.

Η αποκεντρωμένη φύση του blockchain διευκολύνει τη δημιουργία ενός ιδιωτικού, αξιόπιστου και ευέλικτου περιβάλλοντος. Δεδομένου ότι η τεχνολογία blockchain βασίζεται σε δίκτυο P2P, σε συνδυασμό με την ικανότητα της τεχνολογίας να αυξάνει την ασφάλεια των συναλλαγών μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών χρησιμοποιώντας κρυπτογραφία δημόσιου κλειδιού και με την ανωνυμία των συναλλαγών αυτών, δημιουργείται ένα περιβάλλον στο οποίο η προστασία της ιδιωτικότητας των συμμετεχόντων είναι μεγάλη.



**Εικόνα 8-2: Χαρακτηριστικά της τεχνολογίας blockchain (Seebacher & Schüritz 2017)**

Η αξιοπιστία του συστήματος καθορίζεται από δύο παράγοντες. Αφενός, οι πληροφορίες που αφορούν τις συναλλαγές είναι κοινής χρήσης και αποθηκεύονται σε όλο το δίκτυο και, αφετέρου, από τη στιγμή που η τεχνολογία βασίζεται σε δεδομένα και κώδικα, διευκολύνεται η εισαγωγή αυτοματοποιημένων μέτρων, γεγονός που με τη σειρά του μπορεί να μειώσει τα ατομικά λάθη, καθώς δεν απαιτείται καμία ανθρώπινη παρέμβαση.

Η τεχνολογία blockchain διευκολύνει τη δημιουργία ενός ανοικτού και ευέλικτου συστήματος, καθώς επιτρέπει στους συμμετέχοντες να διαμορφώσουν το δικό τους περιβάλλον, ενσωματώνοντας τα δικά τους προγράμματα και αναπτύσσοντας και διανέμοντας τον δικό τους κώδικα. Η ευελιξία της τεχνολογίας βασίζεται στο λεγόμενο έξυπνο συμβόλαιο, το οποίο είναι ένα κομμάτι κώδικα που χρησιμεύει ως προγραμματισμένη συμβατική συμφωνία μεταξύ δύο μερών.

Στη βιβλιογραφία, ορισμένοι συγγραφείς αναφέρουν ρητά την εμπιστοσύνη ως ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας blockchain, όμως υπάρχουν και άλλοι που την περιγράφουν με έμμεσο τρόπο, όπως μέσω της δημιουργίας διαφάνειας. Η διαφάνεια αυτή βασίζεται στη δυνατότητα δημόσιας προβολής των συναλλαγών που πραγματοποιούνται μέσω του δικτύου P2P, στην εξασφάλιση της ακεραιότητας των δεδομένων ή στην αμετάβλητη αρχιτεκτονική της τεχνολογίας (Seebacher & Schüritz 2017).

Η χρήση της τεχνολογίας blockchain επιτρέπει στους συμμετέχοντες να δημιουργήσουν κοινόχρηστες και δημόσια ορατές σχέσεις. Η κοινή προβολή όλων των συναλλαγών επιτρέπει στους συμμετέχοντες να είναι πλήρως ενημερωμένοι σχετικά με τις δραστηριότητες του συστήματος. Όλες οι συναλλαγές μεταδίδονται μέσω ολόκληρου του δικτύου και λόγω της απουσίας κάποιου διαμεσολαβητή που ελέγχει το σύστημα, οι χρήστες μπορούν να αλληλεπιδρούν άμεσα, οδηγώντας σε μείωση των όποιων καθυστερήσεων.

Η εμπιστοσύνη μπορεί επίσης να ενισχυθεί χάρη στην εγγενή ιδιαιτερότητα της τεχνολογίας να διασφαλίζει την ακεραιότητα των δεδομένων, τα οποία αποθηκεύονται στην ίδια τη βάση δεδομένων, μέσω της απευθείας και ασφαλούς επικοινωνίας των συμμετεχόντων με χρήση κρυπτογραφίας δημόσιου κλειδιού και μέσω του

χαρακτηριστικού της διαφάνειας, που δίνει τη δυνατότητα σε κάθε χρήστη να είναι σε θέση να ελέγξει τις μεταδόσεις που βασίζονται σε προκαθορισμένους κανόνες.

Ένας άλλος παράγοντας που συμβάλλει στην εδραίωση της εμπιστοσύνης είναι ο αμετάβλητος σχεδιασμός της βάσης δεδομένων, που δεν επιτρέπει την τροποποίηση καμίας συναλλαγής από τη στιγμή που αυτή προστίθεται σε ένα block, το οποίο με τη σειρά του προστίθεται στο blockchain. Αυτή η διαδικασία διευκολύνεται από την εφαρμογή του λεγόμενου μηχανισμού συναίνεσης, ο οποίος απαιτεί τον υπολογισμό της απόδειξης εργασίας (proof-of-work). Η απόδειξη εργασίας μπορεί να θεωρηθεί ως ένας υπολογιστικός γρίφος, ο οποίος επιλύεται πολύ δύσκολα, αλλά η λύση του είναι εύκολα επαληθεύσιμη από άλλους. Όταν κάποιος χρήστης βρίσκει τη λύση, τη μοιράζεται με τους υπόλοιπους συμμετέχοντες στο δίκτυο, οι οποίοι με τη σειρά τους μπορούν να εξακριβώσουν την ορθότητά της, συναινώντας με τον τρόπο αυτό για τη λύση. Μια κρίσιμη πτυχή της απόδειξης εργασίας είναι ότι ο εκάστοτε γρίφος εξαρτάται από τα προηγούμενα αποδεκτά και συμφωνηθέντα block του blockchain. Στην περίπτωση που οι συμμετέχοντες προσπαθήσουν να διαμορφώσουν και να προσθέσουν νέα block στο blockchain, η τροποποίηση του blockchain θα οδηγήσει σε ποικίλες λύσεις, αποκαλύπτοντας έτσι ύπαρξη κατάχρησης ή χειραγώγησης (Seebacher & Schüritz 2017).

Τα βασικά χαρακτηριστικά του blockchain, εμπιστοσύνη και αποκέντρωση, είναι στενά συνδεδεμένα και αλληλένδετα. Αφενός, οι μηχανισμοί που χρησιμοποιούνται για την εδραίωση της εμπιστοσύνης, όπως η διαφάνεια, η ακεραιότητα και η μη μεταβλητότητα των δεδομένων, απαιτούνται για τη δημιουργία ενός αποκεντρωμένου δικτύου, στο οποίο μπορούν να πραγματοποιηθούν αξιόπιστες συναλλαγές χωρίς την παρουσία κάποιου αξιόπιστου τρίτου μέρους. Αφετέρου, η αποκέντρωση της τεχνολογίας παρέχει το μέσο εμπλοκής των χρηστών στο δίκτυο, δημιουργώντας τα θεμέλια για μηχανισμούς συναίνεσης, καθιστώντας έτσι την αναγκαιότητα για την ύπαρξη ενός αξιόπιστου τρίτου μέρους παρωχημένη.

## **8.4 Εφαρμογή του blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα**

Το blockchain μπορεί να βελτιώσει τις διαδικασίες των εφοδιαστικών αλυσίδων με πολλούς τρόπους. Οι Korpela, Hallikas & Dahlberg (2017) αναφέρουν τρία χαρακτηριστικά του blockchain, μέσω των οποίων η τεχνολογία θα μπορούσε να ενισχύσει τις πολλές δραστηριότητες των εφοδιαστικών αλυσίδων: το δημόσιο κατάστιχο (public ledger) συναλλαγών που αντιγράφονται σε όλους τους κόμβους του δικτύου blockchain, διατηρώντας την ανωνυμία των συναλλαγών, την υποδομή δημόσιου κλειδιού που κρυπτογραφεί και αποκρυπτογραφεί τις συναλλαγές και ενημερώνει τα συμβαλλόμενα μέρη για την ύπαρξη εκτελέσιμων συναλλαγών με κλειδιά μίας χρήσης, καθώς και τα έξυπνα συμβόλαια.

Όσον αφορά το πρώτο χαρακτηριστικό, το blockchain προσφέρει προστασία της ιδιωτικότητας διατηρώντας ένα δημόσιο κατανομημένο κατάστιχο συναλλαγών, διατηρώντας παράλληλα τα εμπλεκόμενα μέρη ανώνυμα. Το κατάστιχο αυτό αντιγράφεται επίσης σε όλους τους κόμβους του δικτύου. Έτσι, η προσπάθεια

παράνομης πρόσβασης στο κατάστιχο θεωρείται μάλλον ανούσια από τη στιγμή που τα δεδομένα είναι ήδη δημόσια και οι πληροφορίες των συναλλαγών δεν περιλαμβάνουν ονόματα ή τραπεζικούς λογαριασμούς. Χρησιμοποιώντας το blockchain, ένας πωλητής ή αγοραστής μπορεί να ενημερώσει τον αντισυμβαλλόμενο σχετικά με τη συναλλαγή και να επιβεβαιώσει την ύπαρξή του από το δημόσιο κατάστιχο. Επί του παρόντος, οι τυπικές επιχειρηματικές συναλλαγές περιλαμβάνουν δύο μέρη: μια καταγραφή στο δημόσιο κατάστιχο σχετικά με τη συναλλαγή και ιδιωτική ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ των συμβαλλόμενων μερών σχετικά με την ταυτοποίησή τους, συμπεριλαμβανομένων των κλειδιών ασφαλείας για τα δεδομένα συναλλαγών και την τοποθεσία. Με τον τρόπο αυτό, το blockchain επιτρέπει την παράκαμψη ενός τρίτου μέρους (π.χ. τράπεζας) και την ταχεία εκτέλεση συναλλαγών με χαμηλότερο κόστος.

Όσον αφορά το δεύτερο χαρακτηριστικό, το δημόσιο κλειδί μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά την ανταλλαγή μηνυμάτων, για παράδειγμα, στην περίπτωση που το ένα μέρος της συναλλαγής πρέπει να ενημερώσει τον αντισυμβαλλόμενο σχετικά με την ύπαρξη και την ανταλλαγή εγγράφων που απαιτούνται για τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Στην περίπτωση αυτή, το πρώτο μέρος στέλνει στον αντισυμβαλλόμενο ένα δημόσιο κλειδί για την αποκρυπτογράφηση και κρυπτογράφηση του αναγνωριστικού συναλλαγής που είναι επικολλημένο στα ανταλλασσόμενα έγγραφα. Η ασφάλεια στην περίπτωση αυτή είναι μεγάλη καθώς το κλειδί αυτό είναι μιας χρήσης και η συναλλαγή μπορεί να γίνει ξανά με χρήση άλλου κλειδιού. Συναλλαγές τέτοιου είδους δεν συμβαίνουν μόνο μεταξύ των μεταφορέων και των φορτωτών, αλλά επίσης και μεταξύ εμπόρων λιανικής, ρυθμιστικών αρχών κ.λπ. Η χρήση του δημόσιου κλειδιού στις συναλλαγές αυτές μπορεί να επιταχύνει κατά πολύ τις διαδικασίες διεθνών αποστολών εμπορευμάτων.

Οι Mougayar και Buterin (2016) υποστηρίζουν ότι η τεχνολογία του έξυπνου συμβολαίου είναι αυτή πάνω στην οποία βασίζεται σε πολλές επιχειρήσεις η εφαρμογή του blockchain. Πρόκειται για ένα συμβόλαιο (σύμβαση) μεταξύ των συμβαλλομένων που κωδικοποιείται και μεταφορτώνεται στο blockchain. Η τεχνολογία του έξυπνου συμβολαίου δεν βασίζεται στην ύπαρξη τρίτων μερών, καθώς όλες οι διαδικασίες χειρισμού αυτών των συμβολαίων ελέγχονται αυτόματα. Οι ρήτρες ενός συμβολαίου εκτελούνται αφού όλα τα μέρη έχουν εκπληρώσει τα καθήκοντά τους. Αυτή η λειτουργία καταργεί κάθε ασάφεια όσον αφορά την εκτέλεση των συμβατικών όρων σχετικά με την ύπαρξη εξωτερικών εξαρτήσεων.

Σύμφωνα με τους Kakavand, Kost De Serves & Chilton (2016), τα έξυπνα συμβόλαια *“μπορούν να διευκολύνουν και να βελτιώσουν τη διαδικασία διαπραγμάτευσης και την πραγματοποίηση ενός συμβολαίου. Συνήθως, η διασύνδεση ενός έξυπνου συμβολαίου είναι σαφής και μιμείται τη λογική των ρητρών συμβολαίων. Κύριος στόχος τους είναι να αυξηθεί η ασφάλεια των διαδικασιών και να μειωθεί το κόστος που σχετίζεται με τη σύναψη συμβολαίων”*.

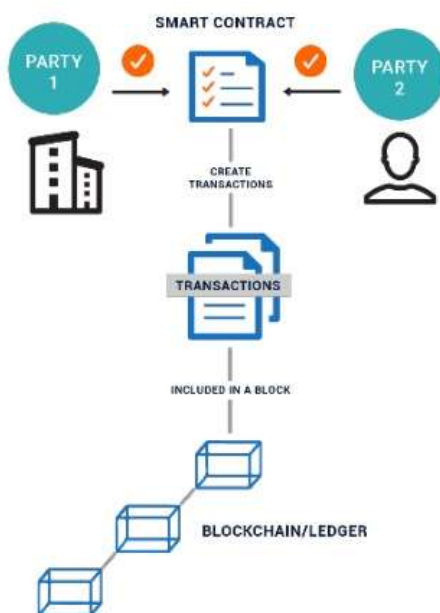
Ο Swan (2015) περιγράφει το έξυπνο συμβόλαιο ως ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά γνωρίσματα του blockchain που επιτρέπει τις συναλλαγές



εμπιστοσύνης. Αυτός ο τύπος συναλλαγών ορίζεται ως επικυρωμένες, παρακολουθούμενες και διμερώς επιβαλλόμενες συναλλαγές μέσω ψηφιακού δικτύου. Τα έξυπνα συμβόλαια μπορούν να ενσωματώσουν πολλαπλές ψηφιακές υπογραφές για την απαραίτητη έγκριση των συμμετεχόντων. Εάν οι συνθήκες ενός έξυπνου συμβολαίου εξαρτώνται από δεδομένα πραγματικού κόσμου, μπορούν να εφαρμοστούν συστήματα που ονομάζονται “oracles” για την παρακολούθηση και την επαλήθευση αυτών των δεδομένων (Boschi και συν. 2018).

Τα έξυπνα συμβόλαια είναι απλά προγράμματα υπολογιστών που εκτελούν προκαθορισμένες διαδικασίες όταν πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις εντός του συστήματος. Παρέχουν τη γλώσσα των συναλλαγών που επιτρέπουν την τροποποίηση της κατάστασης του κατάστιχου. Μπορούν να διευκολύνουν την ανταλλαγή και τη μεταφορά οτιδήποτε που έχει αξία (π.χ. μετοχές, χρήματα, περιεχόμενο, ιδιοκτησία).

BLOCKCHAIN AND SMART CONTRACTS - FLOW DIAGRAM



Εικόνα 8-3: Λειτουργία έξυπνου συμβολαίου blockchain (Boschi και συν. 2018)

Το έξυπνο συμβόλαιο υπογράφεται από τα μέρη ώστε να πραγματοποιηθεί μια συναλλαγή, η οποία τοποθετείται σε ένα block που θα σωθεί στο ledger του blockchain, όπως φαίνεται στην εικόνα 8-3.

Έτσι, δημιουργείται η αλυσίδα από block, τα οποία με τη σειρά τους δημιουργούνται σύμφωνα με τους συμφωνημένους επιχειρηματικούς κανόνες, από τη στιγμή που πληρούνται οι όροι ενός έξυπνου συμβολαίου κατά τη διάρκεια μιας συναλλαγής. Ιδιαίτερης σημασίας είναι ότι κάθε block ελέγχεται ψηφιακά με βάση τις ρήτρες του έξυπνου συμβολαίου, εξασφαλίζοντας έτσι την “κοινή ενιαία εκδοχή της αλήθειας” (Lu 2018).

Τα έξυπνα συμβόλαια αποτελούν πραγματικά την κινητήρια δύναμη του blockchain στα πλαίσια των εφοδιαστικών αλυσίδων, καθώς οι επιχειρηματικοί κανόνες που

περιέχουν διασφαλίζουν ότι η πραγματική συναλλαγή πραγματοποιείται σύμφωνα με την αρχική συμφωνία. Εάν ένα έξυπνο συμβόλαιο αντιπροσωπεύει μια συμφωνία αδειοδότησης προϊόντων, τις απαιτήσεις τιμολόγησης των υλικών ή κάποια άλλη συμφωνία μεταξύ των συμβαλλομένων, η ακολουθία των block σε μία συναλλαγή μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο εάν ένα δεδομένο βήμα στη διαδικασία είναι σύμφωνο με το συμβόλαιο αυτό.

Σύμφωνα με το Linux Foundation, ένα έξυπνο συμβόλαιο μπορεί να παρέχει (Boschi και συν. 2018):

1. **Αυτονομία:** μπορεί να αναπτυχθεί από οποιονδήποτε, χωρίς την ανάγκη διαμεσολαβητών, όπως δικηγόροι, μεσίτες ή ελεγκτές
2. **Αποτελεσματικότητα:** η απομάκρυνση των διαμεσολαβητών καθιστά τη διαδικασία πολύ πιο αποτελεσματική
3. **Backup:** ένα έξυπνο συμβόλαιο που αναπτύσσεται σε ένα blockchain, δημιουργεί ένα μόνιμο αρχείο, επιτρέποντας έτσι τον έλεγχο και την ανιχνευσιμότητα, ακόμη και αν ο δημιουργός του δεν ανήκει πλέον στην επιχείρηση
4. **Ακρίβεια:** η αντικατάσταση ανθρώπινων διαμεσολαβητών με εκτελέσιμο κώδικα διασφαλίζει ότι η διαδικασία εκτελείται πάντα με τον ίδιο τρόπο
5. **Εξοικονόμηση κόστους:** η αντικατάσταση διαμεσολαβητών συχνά προσφέρει σημαντική μείωση του κόστους

## 8.5 Χρήσεις και οφέλη του blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα

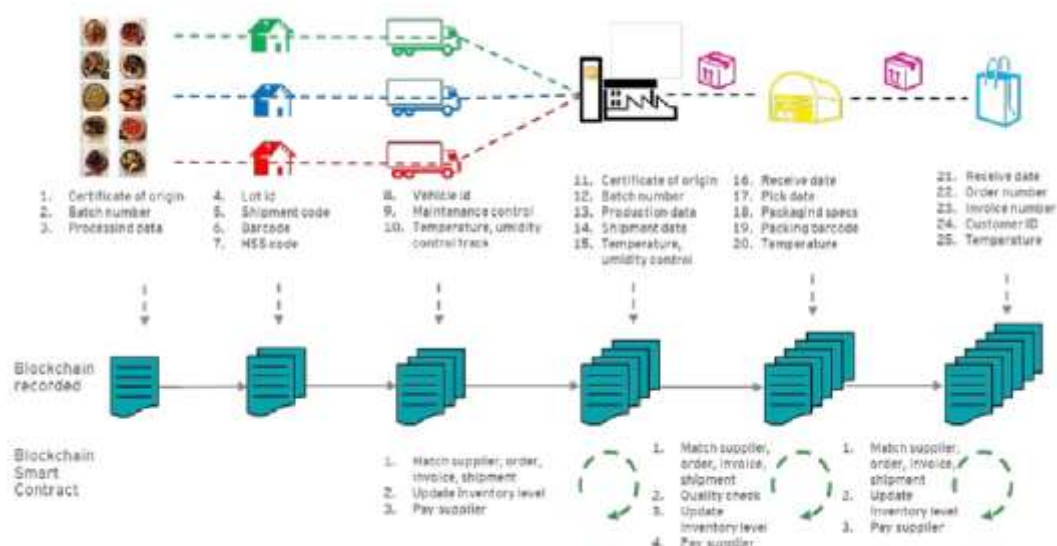
Σύμφωνα με έρευνα της Deloitte, περίπου το 90% των καταναλωτών αναφέρουν τη διαφάνεια στα προϊόντα διατροφής ως σοβαρό παράγοντα που επηρεάζει τις αγοραστικές τους συνήθειες, καθώς με τον τρόπο αυτό λαμβάνουν όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για τα προϊόντα αυτά. Επίσης, εκτιμάται ότι περίπου το 55% των καταναλωτών είναι πρόθυμοι να πληρώσουν ένα ασφάλιστρο για υπηρεσίες από τις εταιρείες που υποστηρίζουν την κοινωνική ευθύνη. Τα παραπάνω στοιχεία δείχνουν ότι το blockchain μπορεί να λειτουργήσει ως διαδρομή ελέγχου του κύκλου ζωής των προϊόντων στις εφοδιαστικές αλυσίδες, δημιουργώντας έτσι εμπιστοσύνη μεταξύ των εμπορικών εταίρων (Lehtisalo 2018).

Σύμφωνα με τον Kshetri (2018), οι εφαρμογές blockchain μπορούν να αποτελέσουν λύση σε θέματα εμπιστοσύνης στις εφοδιαστικές αλυσίδες. Οι λάτρεις των αποκεντρωμένων εφαρμογών έχουν επομένως ένα επιπλέον όπλο στα χέρια τους ώστε να προωθήσουν την υιοθέτηση της τεχνολογίας για την αύξηση της ανταγωνιστικότητας των εταιρειών στην αγορά.

Οι Boschi και συν. (2018) εκτιμούν ότι το blockchain είναι κατάλληλο για χρήση στις εφοδιαστικές αλυσίδες εν μέρει επειδή η τεχνολογία έχει τη δυνατότητα να

προσφέρει ένα πρωτοφανές επίπεδο διαφάνειας. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές κεντρικοποιημένες βάσεις δεδομένων, τα συστήματα blockchain επικυρώνουν τις καταχωρήσεις ή τις αλλαγές στο ledger μέσω μηχανισμού κρυπτογραφικής συναίνεσης, παρακάμπτοντας έτσι την ανάγκη για μεσάζοντες. Αυτό επιτρέπει σε επιφυλακτικά μέρη μιας συναλλαγής, όπως άτομα και επιχειρήσεις που δεν γνωρίζουν ο ένας τον άλλο, να συμμετέχουν σε ομαλές και χωρίς εμπόδια P2P συναλλαγές.

Οι Fraga-Lamas και Fernández-Caramés (2019) αναφέρουν ότι η εξασφάλιση της ακεραιότητας των ledgers αποτελεί βασική πτυχή των συναλλαγών μεταξύ των συμμετεχόντων. Η ακρίβεια και η αναλλοίωσή τους είναι ουσιαστικά στοιχεία πραγματοποίησης συμβατικών σχέσεων μεταξύ των επιχειρήσεων, αποφεύγοντας τις κακές πρακτικές και ενισχύοντας την αποτελεσματική διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας.



**Εικόνα 8-4: Παράδειγμα χρήσης τεχνολογίας blockchain σε εφοδιαστική αλυσίδα (Boschi και συν. 2018)**

Πολλές εταιρείες, όπως η Maersk και η Walmart σε συνεργασία με την IBM άρχισαν να σχεδιάζουν την υλοποίηση της τεχνολογίας, δημιουργώντας πειραματικά προγράμματα με σκοπό την αποκομιδή των ωφελειών της τεχνολογίας ήδη από τα πρώτα στάδια. Επιπλέον, τόσο η Walmart όσο και η Maersk, διαβεβαίωσαν ότι μια πλήρη έκδοση θα είναι έτοιμη να εφαρμοστεί στις οργανωτικές λειτουργίες των εταιρειών στο εγγύς μέλλον. Στον τομέα των logistics, οι ερευνητές βλέπουν ότι πολλές δυνατότητες της τεχνολογίας blockchain μπορούν να αξιοποιηθούν για τη βελτίωση πολλών διαφορετικών διεργασιών και διαδικασιών (Lehtisalo 2018).

Στην εικόνα 8-4 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα εφοδιαστικής αλυσίδας, όπου πολλά είδη πληροφοριών μπορούν να αποθηκευτούν στο σύστημα υποστήριξης blockchain μέσω έξυπνων συμβολαίων. Στην εικόνα παρουσιάζεται ένα παράδειγμα εφαρμογής του blockchain στη διαχείριση μιας εφοδιαστικής αλυσίδας τροφίμων για

την παρακολούθηση των προϊόντων, στην οποία συμπεριλαμβάνονται και παραδειγμάτων των πληροφοριών που προστίθενται στα έξυπνα συμβόλαια και καταγράφονται στο blockchain.

Το blockchain μπορεί επίσης να βοηθήσει στην καταπολέμηση του εγκλήματος και άλλων δόλιων συμπεριφορών. Οι κλοπές φορτίου αποτελούν σημαντικό πρόβλημα, δεδομένου ότι το FBI εκτιμά ότι μόνο στις ΗΠΑ, οι εταιρείες παρουσιάζουν απώλειες της τάξης των 30 δισεκατομμυρίων δολαρίων κάθε χρόνο, ενώ ο μέσος όρος απωλειών από κλοπές ανέρχεται σε 190.000 δολάρια. Επιπλέον, η παραποίηση αποτελεί επίσης πρόβλημα στις παγκόσμιες αγορές. Σύμφωνα με την Deloitte τα παραποιημένα εμπορεύματα αντιπροσωπεύουν πάνω από 400 δισεκατομμύρια δολάρια στο εμπόριο κάθε χρόνο και περίπου το 20% των φαρμάκων που πωλούνται στις ανεπτυγμένες χώρες είναι νοθευμένα. Το blockchain μπορεί να βοηθήσει τις εταιρείες στον εντοπισμό του τρόπου διακίνησης των προϊόντων ή των πρώτων υλών στις εφοδιαστικές αλυσίδες. Οι πληροφορίες που συλλέγονται μέσω της τεχνολογίας βοηθούν τις εταιρείες να μειώσουν τις απώλειες κερδών που προκύπτουν εξαιτίας παραποίησης εμπορευμάτων και να ενισχύσουν την εμπιστοσύνη των πελατών και την εταιρική φήμη μέσω επιβεβαίωσης της προέλευσής τους.

Τα χαρακτηριστικά της τεχνολογίας προσφέρουν και άλλα πλεονεκτήματα, όπως η μείωση των γραφειοκρατικών και των διοικητικών δαπανών. Η μείωση του κόστους των διοικητικών διαδικασιών πραγματοποιείται μέσω της προαναφερθείσας δυνατότητας αποτελεσματικού ελέγχου. Όταν όλα τα είδη πληροφοριών που αφορούν την αλυσίδα εφοδιασμού είναι άμεσα διαθέσιμα, δεν απαιτείται κανενός είδους δαπανηρή έρευνα (Lehtisalo 2018).

## **8.6 Βασικές προκλήσεις**

Επί του παρόντος, το blockchain είναι μια συνεχώς εξελισσόμενη τεχνολογία, πράγμα που σημαίνει ότι οι δυνατότητες και οι περιορισμοί της συνεχώς αναπτύσσονται και ανακαλύπτονται. Σύμφωνα με τους Laaper και συν. (2017), το blockchain σήμερα αντιμετωπίζει τέσσερις βασικές προκλήσεις: την ενσωμάτωση, την μετατροπή του φυσικού σε ψηφιακό, τον έλεγχο, την ασφάλεια και την προστασία της ιδιωτικότητας, καθώς και την αλλαγή κουλτούρας.

Για την ενσωμάτωση του blockchain στα ήδη υπάρχοντα συστήματα εφοδιαστικής αλυσίδας απαιτούνται σημαντικές αλλαγές, δεδομένου ότι δεν έχουν σχεδιαστεί για την υιοθέτηση της τεχνολογίας. Προκειμένου να μετριαστεί αυτό το ζήτημα, οι εταιρείες θα πρέπει να δημιουργήσουν ένα μακροπρόθεσμο σχέδιο στο οποίο θα πρέπει να αναγνωριστούν οι απαιτήσεις υποστήριξης του blockchain.

Όσον αφορά τη δεύτερη πρόκληση, ολόκληρη η εφοδιαστική αλυσίδα θα πρέπει να μετασχηματιστεί ψηφιακά με τη χρήση ετικετών RFID, NFC και άλλων ψηφιακών τεχνολογιών, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η μετατροπή της ροής πληροφοριών σε ψηφιακή μορφή. Το blockchain δε μπορεί να λειτουργήσει ικανοποιητικά αν δεν υπάρχει επαρκής παροχή ψηφιακών πληροφοριών από όλη την εφοδιαστική αλυσίδα.

Μια πιθανή λύση αυτής της πρόκλησης θα ήταν ο σχεδιασμός της φυσικής παρακολούθησης των αγαθών και, στη συνέχεια, η προσθήκη ψηφιακών ετικετών στην εφοδιαστική αλυσίδα.

Η τρίτη πρόκληση που αφορά τον έλεγχο, την ασφάλεια και την προστασία της ιδιωτικότητας, σχετίζεται με το ότι οι εταιρείες δεν εμπιστεύονται ακόμα το blockchain τόσο πολύ ώστε να παρέχουν οποιαδήποτε ευαίσθητη πληροφορία στην τεχνολογία, καθώς εξακολουθούν να ανησυχούν για τυχόν παραβιάσεις στον κυβερνοχώρο. Για το λόγο αυτό απαιτούνται περισσότερες αποδείξεις και διαβεβαιώσεις όσον αφορά το θέμα της ασφάλειας του blockchain. Μια λύση που θα μπορούσε να βοηθήσει σε αυτό το θέμα είναι η προσεκτική επιλογή του παρόχου της τεχνολογίας και η από κοινού συνεργασία για την ικανοποίηση των απαιτήσεων απορρήτου της κάθε εταιρείας.

Η πλήρης υιοθέτηση της τεχνολογίας από τις εταιρείες αφορά την ουσιαστική μετάβαση σε ένα αποκεντρωμένο δίκτυο που αντιπροσωπεύει το blockchain. Αυτή η μετατόπιση απαιτεί την εφαρμογή του buy-in τόσο από τους φορείς εκμετάλλευσης όσο και από τους χρήστες. Η πρόκληση αυτή θα μπορούσε να λυθεί μόνο μέσω της πραγματικής νουθεσίας των εταιρειών στην υιοθέτηση της ιδέας του blockchain. Θεωρητικά, το blockchain μπορεί να προσφέρει πολλά στις εφοδιαστικές αλυσίδες, αρκεί να υπάρχει πραγματική επιχειρηματική θέληση για αλλαγές και προσαρμογές στην τεχνολογία.

## 8.7 Συμπεράσματα

Στον πίνακα 8.1 παρουσιάζεται μια σύνοψη των βασικών σημείων στα όποια η τεχνολογία του blockchain συνεισφέρει στην εφοδιαστική αλυσίδα καθώς και οι προκλήσεις της υιοθέτησης της συγκεκριμένης τεχνολογίας στον ψηφιακό μετασχηματισμό της.

Ο πίνακας 8.1 παρουσιάζει τα πολλά πλεονεκτήματα και τις δυνατότητες του blockchain, τα οποία όμως δυστυχώς επιφέρουν και πολλές προκλήσεις. Το κύριο πρόβλημα του blockchain είναι ότι ακόμα βρίσκεται στα σπάργανα, επομένως δεν υπάρχουν σχεδόν καθόλου πραγματικές περιπτώσεις χρήσης καθώς και η ίδια η τεχνολογία αναπτύσσεται συνεχώς. Με άλλα λόγια, η τεχνολογία απέχει πολύ από το στάδιο της ώριμης φάσης. Ωστόσο, υπάρχουν μερικές περιπτώσεις, ιδιαίτερα στην οικονομική βιομηχανία και στο εμπόριο λιανικής όπου η τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί παρέχοντας εφαρμόσιμες λύσεις σε πραγματικές επιχειρηματικές καταστάσεις. Όταν, στο μέλλον, η τεχνολογία βρεθεί σε αρκετά ανεπτυγμένο στάδιο, γίνει ευρέως αποδεκτή στις εφοδιαστικές αλυσίδες και η πτυχή της ασφάλειας γίνει εγγυημένη, τα κέρδη αναμένεται να είναι σημαντικά για τον ευρύτερο επιχειρηματικό τομέα.

*Πίνακας 8-1: Σύνοψη συνεισφοράς και προκλήσεων της υιοθέτησης της τεχνολογίας blockchain στον ψηφιακό μετασχηματισμό των εφοδιαστικών αλυσίδων*

Σημείας συνεισφοράς	Προκλήσεις
---------------------	------------

Ασφάλεια απέναντι σε κυβερνοεπιθέσεις και απάτες	Πολλές άλλες τεχνολογίες μπορούν να έχουν τα ίδια αποτελέσματα
Διαφάνεια, ιχνηλάτηση και έλεγχος διαδρομών	Προβλήματα ενσωμάτωσης
Εξορθολογισμός των εφοδιαστικών αλυσίδων	Επαναδημιουργία ολόκληρης της εφοδιαστικής αλυσίδας για τη σύνδεση του φυσικού με τον ψηφιακό κόσμο
Ασφάλεια τροφίμων	Ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια
Αυτόματη εκτέλεση και συμμόρφωση των υποχρεώσεων	Αλλαγή κουλτούρας
Εξασφάλιση της προστασίας της ιδιωτικότητας μέσω ανωνυμίας	
Έλλειψη μεσαζόντων που οδηγεί σε μικρότερο κόστος	

# 9 Augmented & Virtual Reality

---

## 9.1 Γενικά

Στη σύγχρονη εποχή, οι έννοιες της επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented Reality – AR) και της εικονικής πραγματικότητας (Virtual Reality - VR) είναι αρκετά γνωστές και σε πολλές περιπτώσεις αρκετά διαδεδομένες. Με δεδομένο ότι οι τεχνολογίες και τα λογισμικά που τις υποστηρίζουν συνεχώς εξελίσσονται, τα AR και VR χρησιμοποιούνται σε πλήθος τομέων όπως οι υπηρεσίες υγείας, η νοσοκομειακή περίθαλψη, η εκπαίδευση, ο τουρισμός, ο κατασκευαστικός κλάδος, ο σχεδιαστικός τομέας, η μηχανική, τα παιχνίδια, η ψυχαγωγία και πολλοί άλλοι.

Για τους περισσότερους ο διαχωρισμός των εννοιών AR και VR δεν είναι σαφής. Η AR είναι μία εικονική οντότητα που δημιουργείται από έναν υπολογιστή μέσω του πραγματικού περιβάλλοντος που βλέπει ένα κινητό τηλέφωνο, ένα tablet ή τα γυαλιά AR. Η AR παρουσιάζει μια ημι-αληθινή και ψευδή εικόνα, που αποτελεί συνδυασμό του πραγματικού και του εικονικού, στοιχείο που έχει οδηγήσει πολλούς να την αποκαλούν ως το “τρίτο μάτι” (Hans 2010). Αντίθετα, η VR είναι τεχνολογία που επιτρέπει στο χρήστη να αλληλεπιδρά με την VR συσκευή, αλλά όλες οι εικόνες που εμφανίζονται είναι “ψεύτικες”, δηλαδή εικονικές. Για το λόγο αυτό, πολλοί την περιγράφουν ως “ταξίδι του πνεύματος” (Ecke 2015).

Το 2016 αποτέλεσε χρονιά ορόσημο για τις δύο τεχνολογίες, καθώς τότε η δημοτικότητα των AR και VR αυξήθηκε, αφού πολλές βίντεο πλατφόρμες, όπως το YouTube, το Vimeo και πολλές άλλες άρχισαν να υποστηρίζουν εφαρμογές VR και παρακολούθηση βίντεο VR. Επίσης, άρχισε να αυξάνεται ο αριθμός των εφαρμογών VR στα μουσεία. Στις 6 Αυγούστου 2016, κυκλοφόρησε το "Pokémon Go" στην Ταϊβάν, ένα AR παιχνίδι το οποίο απέκτησε πλήθος οπαδών. Στο συγκεκριμένο παιχνίδι έγινε για πρώτη φορά συνδυασμός των υπηρεσιών βάσει θέσης (Location Based Services) με την τεχνολογία AR, γεγονός που ανέβασε κατακόρυφα τη δημοτικότητα της έννοιας της AR (Hsieh & Lee 2018).

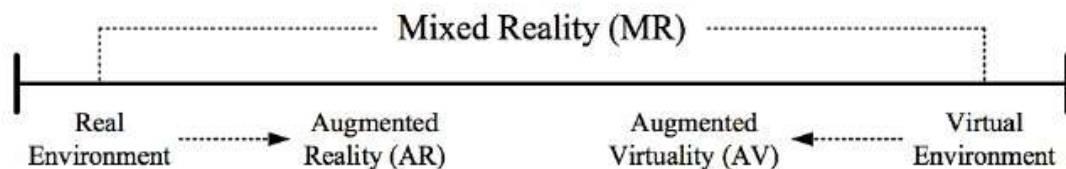
Με βάση τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, είναι εύλογο επομένως το άκουσμα των όρων AR και VR να φέρνει στο μυαλό τεχνολογίες που έχουν σχέση με βιντεοπαιχνίδια. Παρόλα αυτά όμως, οι τεχνολογίες αυτές έχουν όλα τα χαρακτηριστικά ώστε να αποτελέσουν βάση βελτίωσης των εφοδιαστικών αλυσίδων. Ήδη πολλές μεγάλες επιχειρήσεις έχουν αρχίσει να υιοθετούν τις τεχνολογίες αυτές προς όφελός τους. Η εταιρεία λιανικής πώλησης επίπλων IKEA κυκλοφόρησε μια εφαρμογή AR, η οποία δίνει την ευκαιρία στους καταναλωτές να δουν πώς ένα έπιπλο μπορούσε να ταιριάζει στο σπίτι τους, ακόμη και πριν από την αγορά. Ένας άλλος πρωτοπόρος σε αυτό το χώρο, η DHL, χρησιμοποιεί την AR για να βελτιώσει τη διαδικασία παραλαβής των παραγγελιών. Χρησιμοποιώντας έξυπνα γυαλιά AR, οι διαχειριστές της εφοδιαστικής αλυσίδας της εταιρείας μπορούν να δουν ακριβώς πώς

πρέπει να τοποθετηθούν τα αντικείμενα ώστε να χωρούν σε καρτσάκια κατά την παραλαβή των παραγγελιών (Dayal 2018).

Η Gartner προβλέπει ότι οι δαπάνες υιοθέτησης των τεχνολογιών AR και VR θα ανέρχονται στα 50 δισεκατομμύρια δολάρια μέχρι το 2025, καθώς η πρόβλεψη της υιοθέτησης των τεχνολογικών λύσεων που προσφέρουν θα κυμαίνεται γύρω στο 20% των μεγάλων επιχειρήσεων, έως το τέλος του 2019. Οι τεχνολογίες AR, VR αλλά και MR, που θα αναφερθεί στη συνέχεια, θεωρούνται αναδυόμενες δημιουργώντας ένα περιβάλλον προσομοίωσης μέσω ψηφιακών τεχνολογιών. Με τις προσδοκίες των πελατών να αυξάνονται και την εστίαση στη μείωση του κόστους, οι τεχνολογίες αυτές έχουν πολλά να προσφέρουν στις εταιρείες που είναι πρόθυμες να κάνουν το επόμενο βήμα (Dayal 2018).

## 9.2 Ορισμοί και ανάλυση

Οι Milgram και Kishino (1994) εξέτασαν τη σχέση του πραγματικού και του εικονικού περιβάλλοντος και όρισαν το συνεχές πραγματικότητας – εικονικότητας (reality – virtuality continuum), όπως φαίνεται στην εικόνα 9-1. Στο συνεχές αυτό το πραγματικό και το εικονικό περιβάλλον βρίσκονται στα δύο άκρα. Ανάμεσα σε αυτά τα δύο άκρα βρίσκεται η μικτή πραγματικότητα (Mixed Reality – MR), η οποία μπορεί να αναλυθεί στην επαυξημένη πραγματικότητα (AR) και την επαυξημένη εικονικότητα (Augmented Virtuality - AV). Η MR αποτελεί συνδυασμό του πραγματικού κόσμου με το εικονικό περιβάλλον για τη δημιουργία ορατών στο ανθρώπινο μάτι virtual εικόνων, έτσι ώστε να δίνεται η δυνατότητα άμεσης αλληλεπίδρασης με τα εικονικά αντικείμενα (Milgram & Kishino 1994).



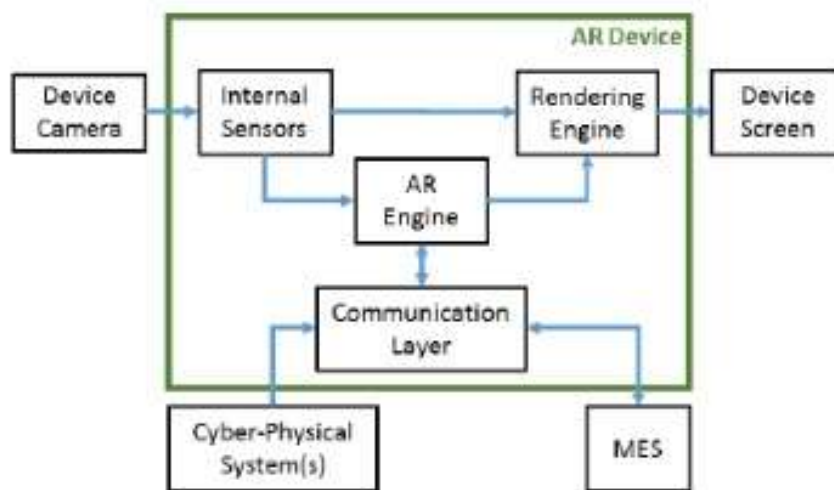
Εικόνα 9-1: Το συνεχές πραγματικότητας – εικονικότητας (Milgram & Kishino 1994)

Η AR μπορεί να επεκτείνει ή να ενισχύσει την πραγματικότητα καθώς η κυρίαρχη αντίληψη που μεταφέρεται προς τον χρήστη είναι αυτή του πραγματικού κόσμου επαυξημένου με πληροφορίες και δεδομένα που δημιουργούνται από υπολογιστή (Billinghurst, Clark & Lee 2015). Αντίθετα, η VR περιγράφει συστήματα τα οποία παρουσιάζουν virtual εικόνες με προσθήκη κάποιων στοιχείων από το πραγματικό περιβάλλον, με στόχο μεγαλύτερη πιστότητα και ρεαλισμό (Antonopoulos & Gillam 2017). Καθίσταται επομένως σαφές, ότι η βάση των δύο τεχνολογιών δεν διαφέρει και πολύ. Για το λόγο αυτό, πολλοί μελετητές υποστηρίζουν ότι η AR αποτελεί ειδική περίπτωση της VR, ενώ άλλοι το ακριβώς αντίθετο (Roitman και συν. 2016). Επομένως, η διαφορά μεταξύ των τεχνολογιών πολλές φορές είναι δυσδιάκριτη. Για παράδειγμα, ένας προσομοιωτής πτήσης αποτελεί μίξη του χώρου και των ελέγχων του



πραγματικού κόσμου σε ένα εντελώς εικονικό περιβάλλον. Από την άλλη, η στρατιωτική βιομηχανία χρησιμοποιεί αεροπλάνα που ελέγχονται απομακρυσμένα από ένα εικονικό πιλοτήριο.

Η τεχνολογία AR παρουσιάζει τρία βασικά χαρακτηριστικά: το συνδυασμό της εικονικής πραγματικότητας με τον πραγματικό κόσμο, την αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο και η καταγραφή των τρισδιάστατων (3D) εικονικών αντικειμένων στον πραγματικό χώρο (Hsieh & Lee 2018). Ένα τυπικό σύστημα AR αποτελείται από hardware υλικό (οθόνη, συσκευές εισόδου, αισθητήρες κ.λπ.) και λογισμικό και αλγόριθμους αναγνώρισης και καταγραφής αντικειμένων (κείμενο, γραφικά, βίντεο, ήχος, κλπ.) (Rechowicz & Garcia 2016). Η διαδικασία επαύξησης εξαρτάται από τη συσκευή και την εφαρμογή. Στην εικόνα 9-2 παρουσιάζεται μια γενικευμένη έκδοση της διαδικασίας αυτής για κατασκευαστική εφαρμογή. Οι εσωτερικοί αισθητήρες συγκεντρώνουν πληροφορίες σχετικά με την τρέχουσα κατάσταση της συσκευής AR και του περιβάλλοντός της, μέσω της οπτικής εισόδου (π.χ. βιντεοκάμερας). Η καρδιά του συστήματος είναι ένας μηχανισμός AR που είναι υπεύθυνος για την αναγνώριση και την καταγραφή αντικειμένων με τη βοήθεια της όρασης του υπολογιστή.

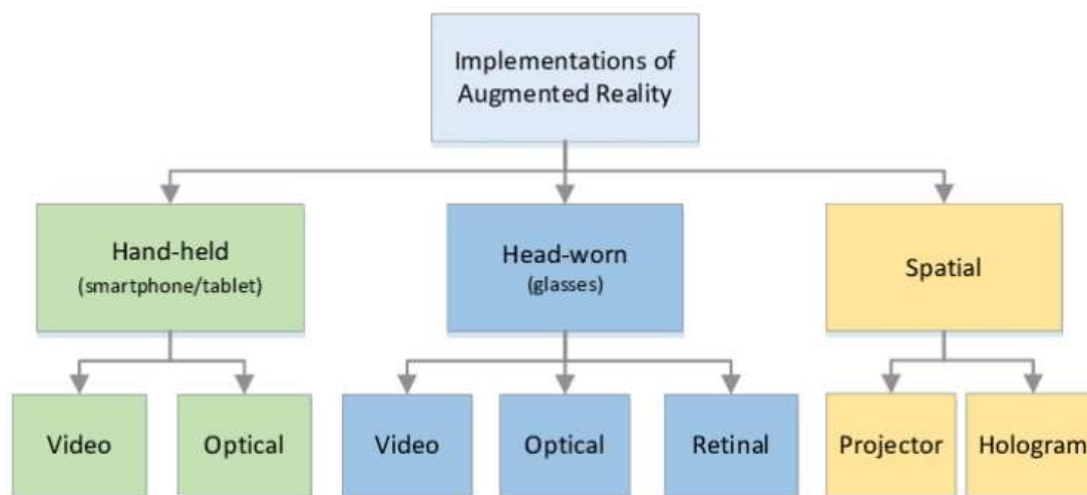


Εικόνα 9-2: Διαδικασία AR (Rechowicz & Garcia 2016)

Ο χρήστης της τεχνολογίας, για να μπορέσει να δει τα εικονικά αντικείμενα και να αλληλεπιδράσει με το σύστημα, χρησιμοποιεί κάποιο είδος συσκευής hardware υλικού. Υπάρχουν τρεις κατηγορίες τέτοιων συσκευών: α) συσκευές κεφαλής, β) συσκευές χειρός και γ) χωρικές συσκευές (Krevelen & Poelman 2010). Μια σύνοψη των διάφορων συσκευών και του είδους οπτικής απεικόνισης που υλοποιούν παρουσιάζεται στην εικόνα 9-3 (Syberfeldt, Danielsson & Gustavsson 2017).

Η φιλοσοφία της τεχνολογίας ουσιαστικά εστιάζεται στην επαύξηση του πραγματικού κόσμου με ψηφιακά αντικείμενα τα οποία εμφανίζονται στην οθόνη των φορητών συσκευών ανάλογα με το περιβάλλον του χρήστη. Η επαύξηση του πραγματικού κόσμου γίνεται μετά την αναγνώριση κάποιων μοτίβων ή αντικειμένων. Με βάση αυτή τη λογική, οι τεχνικές υλοποίησης της τεχνολογίας μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες: την AR βάσει δείκτη (marker-based AR), την AR χωρίς

δείκτη (markerless AR) και την AR υπηρεσιών βάσει θέσης (Location-based Service – LBS AR). Η marker-based AR αφορά την αναγνώριση αντικειμένων στα οποία έχουν δοθεί προκαθορισμένα στοιχεία αναγνώρισης και παρακολούθησης. Η markerless AR αφορά την αναγνώριση αντικειμένων βάσει κάποιου μοτίβου (σχήμα, χρώμα, κλπ.) και όχι κάποιων προκαθορισμένων στοιχείων. Η LBS AR αφορά ένα συνδυασμό των υπηρεσιών LBS με την τεχνολογία AR και αποσκοπεί στην υπέρθεση πληροφοριών και οδηγιών σε πραγματικό περιβάλλον, σχετικά με την εύρεση σημείων ενδιαφέροντος από τους χρήστες (Hsieh & Lee 2018).



*Εικόνα 9-3: Συσκευές και είδη οπτικής απεικόνισης που χρησιμοποιούνται στην τεχνολογία AR (Syberfeldt, Danielsson & Gustavsson 2017)*

Οι Nguyen και Blau (2017) διαιρούν τις τυπικές εφαρμογές της τεχνολογίας AR σε δύο κύριες κατηγορίες: τις καταναλωτικές εφαρμογές και τις επιχειρηματικές και βιομηχανικές εφαρμογές. Οι καταναλωτικές εφαρμογές αφορούν δημόσιες διαθέσιμες λύσεις, όπως το μάρκετινγκ, τη διαφήμιση, τα παιχνίδια, την εκπαίδευση, κλπ.. Οι επιχειρηματικές και βιομηχανικές εφαρμογές αφορούν κλειστές υλοποιήσεις ή εσωτερικά συστήματα. Αυτές οι εφαρμογές περιλαμβάνουν τη συντήρηση και την εκπαίδευση, τη δημιουργία πρωτοτύπων και την απεικόνιση προϊόντων και εξαρτημάτων και γενικότερα εφαρμογές που βελτιώνουν την παραγωγικότητα και την ασφάλεια (Ahonen 2018).

Σ' αντίθεση με την AR, η VR θεωρείται ένας καθαρά εικονικός κόσμος, στον οποίο οι χρήστες απολαμβάνουν την εμπειρία ενός εντελώς τεχνικού κόσμου που μιμείται τις ιδιότητες ορισμένων πραγματικών περιβαλλόντων, είτε υφιστάμενων είτε πλασματικών. Επομένως, η VR στοχεύει στη δημιουργία ενός αμιγώς ψηφιακού περιβάλλοντος το οποίο για έναν χρήστη μοιάζει με πραγματικότητα. Αυτό το χαρακτηριστικό της VR έχει ως αποτέλεσμα, οι κύριες προκλήσεις και οι πρόοδοι της τεχνολογίας να εξαρτώνται από την ανάπτυξη προηγμένων διεπαφών ανθρώπου-υπολογιστή, όσον αφορά τη δημιουργία οπτικών, ακουστικών και απτικών εμπειριών. Τεχνολογίες απεικόνισης που επιτρέπουν την ανάπτυξη τέτοιων εμπειριών είναι οι προηγμένες 3D διεπαφές χρήστη, οι μηχανές εμφάνισης γραφικών, τα συστήματα εντοπισμού χρηστών και οι βάσεις δεδομένων δημιουργίας και διατήρησης

λεπτομερών και ρεαλιστικών μοντέλων του εικονικού κόσμου. Η VR εφαρμόζεται σε διάφορους τομείς, όπως οι προσομοιωτές πτήσης και χειρουργικής επέμβασης, ο σχεδιασμός προϊόντων και πρωτοτύπων καθώς και παιχνίδια με εικονικούς κόσμους (Verdouw, Beulens & Van Der Vorst 2013).

### **9.3 Επίδραση και χρήση στην εφοδιαστική αλυσίδα**

Στη βιβλιογραφία, οι μελέτες που αφορούν τη χρήση των τεχνολογιών AR και VR στις εφοδιαστικές αλυσίδες των εταιρειών και των επιχειρήσεων δεν είναι πολλές. Τα περισσότερα άρθρα αναφέρουν τις τεχνολογίες αυτές ως παράδειγμα αναδυόμενων ψηφιακών τεχνολογιών που μπορούν να εφαρμοστούν στον ψηφιακό μετασχηματισμό των εταιρειών (Ba & Nault 2017). Αρκετοί μελετητές προσδιορίζουν την VR ως τρόπο μάθησης των προτιμήσεων των πελατών αλλά και απόκτησης άλλων πληροφοριών σχετικά με τις καταναλωτικές συμπεριφορές τους (Kim & Krishnan 2015), ενώ άλλοι αναγνωρίζουν την VR ως μέσο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους καταναλωτές για αγορές και/ή την απόκτηση εμπειρίας προϊόντων, μειώνοντας την αβεβαιότητα (Gao & Su 2017), (Markopoulos & Hosangar 2017). Οι Anderson και Parker (2013) αναφέρουν την VR ως ένα εργαλείο που μπορεί να ενσωματωθεί στο σύστημα πληροφοριών των εφοδιαστικών αλυσίδων, με σκοπό την αύξηση της ολοκλήρωσης των συστημάτων αυτών. Αρκετοί μελετητές πρότείνουν την VR ως μέσο βελτίωσης της συνεργασίας και της επικοινωνίας (Catalini 2017), (Teodoridis 2017). Τέλος, η VR θεωρείται επίσης ως το μέλλον της προσομοίωσης και της εικονικής προτυποποίησης (Zhang, Gregory & Neely 2016). Όσον αφορά την AR, η Forrester Research προβλέπει ότι η τεχνολογία θα έχει τεράστια ανάπτυξη στις βιομηχανικές και εταιρικές εφαρμογές, καθώς μέχρι το 2025 θα χρησιμοποιείται από περισσότερους από 14,4 εκατομμύρια εργαζομένους μόνο στις ΗΠΑ (Druehl, Carrillo & Hsuan 2018).

Τα πρώτα μέρη μιας εφοδιαστικής αλυσίδας που μπορεί να κάνουν χρήση των τεχνολογιών AR και VR είναι η έρευνα και ανάπτυξη (R & D) και η λιανική πώληση. Η ανάπτυξη νέων προϊόντων ή υπηρεσιών μπορεί να κάνει χρήση της VR για δημιουργία πρωτοτύπων (Lammi και συν. 2018). Ένα περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας μπορεί να ενισχύσει την ανατροφοδότηση των πελατών σχετικά με τα προϊόντα ή τις υπηρεσίες αυτές χωρίς να είναι απαραίτητη η φυσική παρουσία των πελατών. Οι έμποροι λιανικής πώλησης ενδιαφέρονται για ανάπτυξη εφαρμογών και εργαλείων που επιτρέπουν την δημιουργία εικονικών καταστημάτων στα οποία ο καταναλωτής έρχεται σε επαφή με τα προϊόντα και λαμβάνει πολλές πληροφορίες σχετικά με αυτά, όπως είναι τα virtual showrooms. Τα VR καταστήματα διαθέτουν τεράστια δυναμική συλλογής δεδομένων σχετικά με τις προτιμήσεις των καταναλωτών (Asadi & Hemadi 2018). Με τον τρόπο αυτό, τα virtual showrooms μπορούν να ενισχύσουν τις πωλήσεις του λιανικού εμπορίου. Για παράδειγμα, τα virtual showrooms είναι σε θέση να επιτρέπουν στους πελάτες να γνωρίζουν και να αποκτούν εμπειρίες από τα προϊόντα, όπως με τον παραδοσιακό τρόπο σε ένα πραγματικό κατάστημα, αλλά και να γνωρίζουν για την ύπαρξη αποθεμάτων για τα προϊόντα που

τους ενδιαφέρουν, όπως συμβαίνει σε ένα παραδοσιακό ηλεκτρονικό κατάστημα (Bell, Gallino & Moreno 2015), (Gao and Su, 2017).

Η τεχνολογία VR μπορεί επίσης να αυξήσει την κατάρτιση των υπαλλήλων μιας εφοδιαστικής αλυσίδας. Για παράδειγμα, η εταιρεία Raymond Corp. έχει ήδη εφαρμόσει ένα σύστημα εκπαίδευσης VR χειριστών περνοφόρων οχημάτων. Ο προσομοιωτής εικονικής πραγματικότητας που χρησιμοποιείται σε αυτή την περίπτωση επιτρέπει στους χρήστες να εισέλθουν σε ένα εξομοιωμένο περιβάλλον αποθήκευσης χρησιμοποιώντας ένα πραγματικό περνοφόρο όχημα που είναι συνδεδεμένο με τη θύρα της εφαρμογής προσομοίωσης. Με τον τρόπο αυτό, οι χειριστές μπορούν να εξοικειωθούν και να αισθάνονται άνετα με το περνοφόρο ανυψωτικό μηχάνημα και τους ελέγχους του πριν από τη λειτουργία του μέσα στο φυσικό περιβάλλον αποθήκευσης. Στον προσομοιωτή υπάρχουν προ-εγκατεστημένες σειρές μαθημάτων λειτουργίας του περνοφόρου ανυψωτικού οχήματος για συλλογή, ανύψωση και στοίβαξη φορτίων. Έτσι, ο χειριστής εκπαιδεύεται, αποκτώντας την κατάλληλη εμπειρία που θα του επιτρέψει να έχει την επιθυμητή συμπεριφορά κατά την πραγματική εκτέλεση των καθηκόντων του (Druehl, Carrillo & Hsuan 2018).

Ερευνητές του MIT, με σκοπό να ενθαρρύνουν τις εταιρείες να υιοθετήσουν την AR δημιούργησαν ένα εργαστήριο visual analytics για να αναπτύξουν περαιτέρω την τεχνολογία στα τμήματα μεταφορών και logistics της εφοδιαστικής αλυσίδας (Druehl, Carrillo & Hsuan 2018). Μία περίπτωση χρήσης αφορά τη συλλογή κιβωτίων σε μια αποθήκη, όπου τα γυαλιά AR μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παροχή πληροφοριών σχετικά με την επιλογή των κιβωτίων (Syberfeldt, Danielsson & Gustavsson 2017). Εταιρείες όπως η GE και η Boeing διαθέτουν πιλοτικά προγράμματα AR. Για παράδειγμα, η Boeing χρησιμοποιεί την AR για να παράσχει διαγράμματα και οδηγίες για τη δημιουργία σύνθετων συστημάτων καλωδίωσης για αεροπλάνα (Druehl, Carrillo & Hsuan 2018). Οι τεχνολογίες VR και AR μπορεί ενδεχομένως να χρησιμοποιηθούν και στην εξυπηρέτηση μετά την πώληση. Η VR θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να φέρει σε εικονική επικοινωνία τους πελάτες με τους εκπροσώπους εξυπηρέτησης πελατών μιας εταιρείας, ενώ η AR θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την παροχή κατευθύνσεων ή συμβουλών αντιμετώπισης προβλημάτων στους καταναλωτές.

## 9.4 Οφέλη και προκλήσεις

Σύμφωνα με τους Druehl, Carrillo & Hsuan (2018) τα οφέλη αλλά και οι προκλήσεις της χρήσης των τεχνολογιών AR και VR στις εφοδιαστικές αλυσίδες είναι αρκετά. Στα οφέλη της εφαρμογής των τεχνολογιών περιλαμβάνονται η δυνατότητα βελτίωσης της ταχύτητας ή της προσαρμογής της απογραφικής διαδικασίας μέσω ολοκλήρωσής της με άλλα συστήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Το όφελος στην προκειμένη περίπτωση είναι η άμεση παραγγελία προμηθειών με βάση τις παραγγελίες των πελατών καθώς και η αύξηση της ταχύτητας παραλαβής και αποστολής προϊόντων. Επιπλέον, τα VR virtual showrooms αναμένεται να παράγουν χρήσιμα στοιχεία σχετικά με τις προτιμήσεις των πελατών, με στόχο την παροχή καλύτερης εμπειρίας

στους πελάτες αλλά και την αύξηση των εσόδων και των κερδών των επιχειρήσεων (Druehl, Carrillo & Hsuan 2018).

*Πίνακας 9-1: Αναμενόμενα οφέλη χρήσης της τεχνολογίας AR (Stoltz και συν. 2017)*

Όφελος	Περιγραφή
Μειωμένο ποσοστό σφάλματος	Δεν απαιτείται αποστήθιση των ενεργειών μιας διαδικασίας (φορητότητα των πληροφοριών) Δυνατότητα εικονικής απεικόνισης του προϊόντος που αναζητήθηκε Περιορισμός της λήψης αποφάσεων από τον ανθρώπινο παράγοντα Ευκολη εφαρμογή του αυτόματου διπλού ελέγχου, π.χ. με την αυτοματοποιημένη αναγνώριση ενός προϊόντος, τη θέση αποθήκευσης κ.λπ.
Περισσότερη ευελιξία	Παρέχεται η δυνατότητα hands-free διαχείρισης ενός πακέτου μεγάλου μεγέθους Οι πληροφορίες μπορούν να εμφανιστούν οπουδήποτε και ανά πάσα στιγμή
Βελτιωμένη αξιοπιστία	Δίνεται η δυνατότητα κοινής χρήσης ενός βίντεο ή μιας φωτογραφίας ενός προβλήματος με το διαχειριστή που δεν είναι παρόν Απαιτείται μικρότερη συγκέντρωση καθώς οι οδηγίες εμφανίζονται με απλό τρόπο στον χρήστη
Αύξηση ταχύτητας	Η μείωση του ρυθμού σφάλματος μειώνει την ανάγκη για επανάληψη κάποιων εργασιών λόγω σφάλματος Αποφυγή περιττών μετακινήσεων πρόσβασης σε σταθερούς υπολογιστές, μεταφοράς σαρωτών κτλ. Για ορισμένες λειτουργίες, όπως η δρομολόγηση, παρατηρείται σε μείωση του χρόνου άσκοπων μετακινήσεων (ειδικά για τους εποχικούς εργαζόμενους).
Ικανότητα προσαρμογής	Δεν απαιτείται χρήση κάποιου συγκεκριμένου περιβάλλοντος καθώς ο χρήστης το μεταφέρει μαζί του Κατάλληλη για άτομα με ειδικές ανάγκες, ιδιαίτερα όσον αφορά τη χρήση των χεριών
Ασφάλεια	Η hands-free λειτουργία αυξάνει την ασφάλεια των χειριστών Παροχή πληροφοριών για λόγους ασφαλείας ή προειδοποίησης για άμεσο κίνδυνο

Η υλοποίηση των VR virtual showrooms απαιτεί έναν γρήγορο τρόπο ανίχνευσης των αντικειμένων αντί του προγραμματισμού τους καθώς επίσης και έναν απρόσκοπτο τρόπο ενσωμάτωσης με εφαρμογές back-end για να καταστήσει αποτελεσματική τη διαδικασία (Druehl, Carrillo & Hsuan 2018). Για να είναι αποδοτικές οι εφαρμογές λιανικής πώλησης, οι καταναλωτές πρέπει να διαθέτουν την κατάλληλη τεχνολογία. Μέχρι στιγμής, η αποδοχή των γυαλιών AR ήταν χαμηλή από τους καταναλωτές (Nicas 2016).

Άλλες προκλήσεις των τεχνολογιών AR και VR αφορούν τη σύντομη διάρκεια ζωής της μπαταρίας του εξοπλισμού AR, το υψηλό κόστος εισαγωγής του, τα θέματα ασφάλειας που έχουν να κάνουν με τη χρήση των τεχνολογιών κατά το περπάτημα ή την οδήγηση και η ενδεχόμενη ναυτία. Επιπλέον, υπάρχουν ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια των δεδομένων και την προστασία της ιδιωτικότητας, όπως ο τρόπος με τον οποίο οι ενέργειες σε μια συνεδρία VR θα παρακολουθούνται, θα αποθηκεύονται και θα χρησιμοποιούνται καθώς και ο τρόπος προστασίας του απορρήτου στα AR

λογισμικά αναγνώρισης προσώπου. Τα περιβαλλοντικά ζητήματα αποτελούν ακόμα μια πρόκληση των τεχνολογιών καθώς πρόσθετες συσκευές όπως τα ακουστικά ή τα γυαλιά AR θα οδηγήσουν σε πρόσθετα ηλεκτρονικά απόβλητα (Druehl, Carrillo & Hsuan 2018).

*Πίνακας 9-2: Εμπόδια – προκλήσεις χρήσης της τεχνολογίας AR (Stoltz και συν. 2017)*

Εμπόδιο - Πρόκληση	Περιγραφή
Περιορισμοί hardware υλικού	<p>Οι εμπορικοί σαρωτές και οι κάμερες των smartphone παρέχουν ταχύτερη και πιο αξιόπιστη λύση σάρωσης των barcode των προϊόντων</p> <p>Η χρονική διάρκεια ζωής της μπαταρίας δεν μπορεί να καλύψει ολόκληρο το εράσιμο ωράριο. Εναλλακτική λύση χρήσης επιπλέον μπαταριών μπορεί να αποδειχθεί δύσκολη</p> <p>Η υπερθέρμανση και επιβράδυνση των μικροεπεξεργαστών μετά από μακρά περίοδο χρήσης ή σε περιπτώσεις πολύπλοκης υπολογιστικής επεξεργασίας μπορεί να επιρρεάσει την φυσική διαδικασία.</p> <p>Πολλές συσκευές AR δεν είναι σχεδιασμένες για μακρά περίοδο συνεχούς χρήσης, η οποία μπορεί να προκαλέσει προβλήματα υγείας. Για παράδειγμα, το delay των οθονών μπορεί να προκαλέσει πονοκεφάλους ή κόπωση των ματιών, ενώ βαριές συσκευές δεν μπορούν να φοριούνται συνεχώς</p> <p>Η χρήση HMD συσκευών μπορεί να επιβραδύνει ορισμένες λειτουργίες σε σύγκριση με τη χρήση συσκευών HHD</p>
Προκλήσεις λογισμικού	<p>Το περιβάλλον/γλώσσες προγραμματισμού δεν είναι τυποποιημένα, καθιστώντας έτσι δύσκολο για τους επαγγελματίες να πειραματιστούν αναπτύσσοντας τις δικές τους εφαρμογές και να συνδέσουν τις συσκευές με υπάρχοντα συστήματα</p> <p>Καθώς οι διεπαφές με το χρήστη είναι πολύ σημαντικές για την αποδοχή μιας τεχνολογίας, απαιτείται ο σχεδιασμός απλών και διαισθητικών τρόπων αλληλεπίδρασης με τη συσκευή για την αποφυγή σύγχυσης</p> <p>Οι οθόνες ενδέχεται να μην προσαρμόζονται αυτόματα στην αλλαγή του φωτισμού (π.χ. κατά την είσοδο/έξοδο σε/από ένα κτίριο)</p>
Αποδοχή	<p>Μερικοί χρήστες δεν είναι διατεθειμένοι να φορούν συσκευή με ακουστικά και μικρόφωνο ανά πάσα στιγμή λόγω ζητημάτων ιδιωτικού απορρήτου</p> <p>Θέματα ασφάλειας μπορεί να προκύψουν από το γεγονός ότι οι συσκευές AR μπορούν να καταγράφουν φωτογραφίες ή βίντεο από εμπιστευτικές λειτουργίες και δεδομένα</p>
Κόστος	<p>Το συνολικό κόστος της ιδιοκτησίας εξακολουθεί να είναι ιδιαίτερα υψηλό αν οι φορητές συσκευές χρησιμοποιούνται ως προσωπικός εξοπλισμός (π.χ. λόγω προβλημάτων υγιεινής)</p> <p>Εναλλακτικές IT λύσεις διαχείρισης της αποθήκης μπορούν να είναι σημαντικά φθηνότερες και με αποδεδειγμένα οφέλη</p> <p>Οι τεχνικές ομάδες συντήρησης μιας επιχείρησης δεν είναι εύκολο να συντηρήσουν τις συσκευές AR, γεγονός που δημιουργεί επιπλέον κόστος</p>

Οι Stoltz και συν. (2017) διερεύνησαν τις ευκαιρίες που προκύπτουν από τη χρήση της τεχνολογίας AR με μέρη της εφοδιαστικής αλυσίδας όπως η γραμμή παραγωγής και οι αποθήκες καθώς και τα εμπόδια της πλήρους υιοθέτησής της στο σύνολο των τμημάτων μιας εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι συγγραφείς κατέληξαν στην ανάδειξη κάποιων οφελιών της χρήσης της επαυξημένης πραγματικότητας στα τμήματα της

παραγωγικής διαδικασίας και της αποθήκευσης σε συνδυασμό με τη χρήση wearables. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης αυτής παρουσιάζονται στον πίνακα 9.1, ενώ στον πίνακα 9.2 παρουσιάζονται τα εμπόδια – προκλήσεις της πλήρους υιοθέτησής της στο σύνολο των τμημάτων μιας εφοδιαστικής αλυσίδας (Stoltz και συν. 2017).

## 9.5 Συμπεράσματα

Παρόλο που οι τεχνολογίες AR και VR δεν θεωρούνται νέες τεχνολογικές εξελίξεις, η χρήση τους σε μέρη των εφοδιαστικών αλυσίδων όπως τα τμήματα παραγωγής και logistics εξακολουθεί να είναι υστερεί σε σχέση με άλλα, όπως το λιανικό εμπόριο. Στο παρόν κεφάλαιο εντοπίστηκαν ορισμένοι από τους λόγους αυτής της διαφορετικότητας στο επίπεδο χρήσης, λόγοι που σχετίζονται κυρίως με την ωριμότητα των τεχνολογιών σε αυτού του είδους των λειτουργιών και με τα οφέλη που μπορεί να προσφέρουν σε σύγκριση με άλλες περισσότερο υιοθετημένες λύσεις.

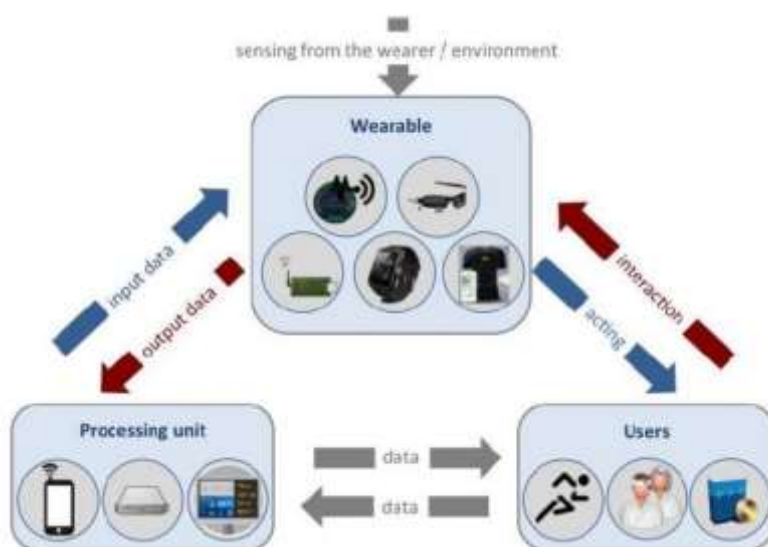
Αν και οι προκλήσεις φαίνεται να είναι αρκετά σημαντικές τη δεδομένη στιγμή, με την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και τη βελτίωση των υφισταμένων, οι τεχνολογίες AR και VR μπορεί μελλοντικά να υιοθετηθούν σε όλα τα μέρη των εφοδιαστικών αλυσίδων των επιχειρήσεων. Οι φορείς παροχής λύσεων και οι ερευνητές πρέπει να συνεχίσουν να συνεργάζονται στενά με τους τελικούς χρήστες για τον εντοπισμό των κατάλληλων συνθηκών κάτω από τις οποίες οι τεχνολογίες αυτές θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως πρώτες στη λίστα των τεχνολογιών ψηφιακού μετασχηματισμού των εφοδιαστικών αλυσίδων, παρουσιάζοντας τα πραγματικά τους πλεονεκτήματα έναντι φθηνότερων εναλλακτικών λύσεων.

# 10 Wearables

## 10.1 Γενικά

Όπως φάνηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, ο ρυθμός χρήσης των smartphones συνεχίζει να αυξάνεται. Παρόλα αυτά στην αγορά αρχίζει να αναπτύσσεται μια νέα τάση mobile συσκευών καθώς οι καταναλωτές δείχνουν ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον στη χρήση συσκευών που υπόσχονται να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής με τρόπο που τα smartphones, από μόνα τους, δεν μπορούν να επιτύχουν. Τέτοιου είδους συσκευές, όπως έξυπνα ρολόγια (smartwatches), ζώνες καρπού (wrist bands), έξυπνα γυαλιά (smart glasses), έξυπνα κοσμήματα (smart jewellery), ηλεκτρονικά ενδύματα (electronic garments), επιθέματα δέρματος (skin patches), κλπ., συχνά αναφέρονται απλά ως wearable devices ή απλά wearables (Seneviratne και συν. 2017).

Τα wearables θεωρούνται συσκευές που έχουν τη δυνατότητα ανίχνευσης και συλλογής δεδομένων διαφόρων ειδών αλλά και σύνδεσης με το Διαδίκτυο, 24 ώρες το 24ωρο, 7 ημέρες την εβδομάδα (Εικ. 10-1). Μπορούν επίσης να υποστηρίξουν τους χρήστες στον έλεγχο εισερχόμενων μηνυμάτων κειμένου και στην ανάγνωση πληροφοριών με πολύ πιο βολικό και φυσικό τρόπο, σε σύγκριση με τα smartphones, τα οποία οι χρήστες συχνά έχουν στις τσέπες τους ή σε τσάντες. Τα wearables μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την παροχή μιας σειράς υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας, όπως ο εσωτερικός εντοπισμός και πλοήγηση (Luo, Fan & Li 2017), οι οικονομικές δοσοληψίες (Premchand & Choudhry 2015), η παρακολούθηση της φυσικής κατάστασης ενός χρήστη (Banaee, Ahmed & Loutfi 2013), ή η παρακολούθηση της κατάστασης της υγείας ενός ασθενή (Kakria, Tripathi & Kitipawang 2015).



Εικόνα 10-1: Η φιλοσοφία των wearables (European Commission 2016)



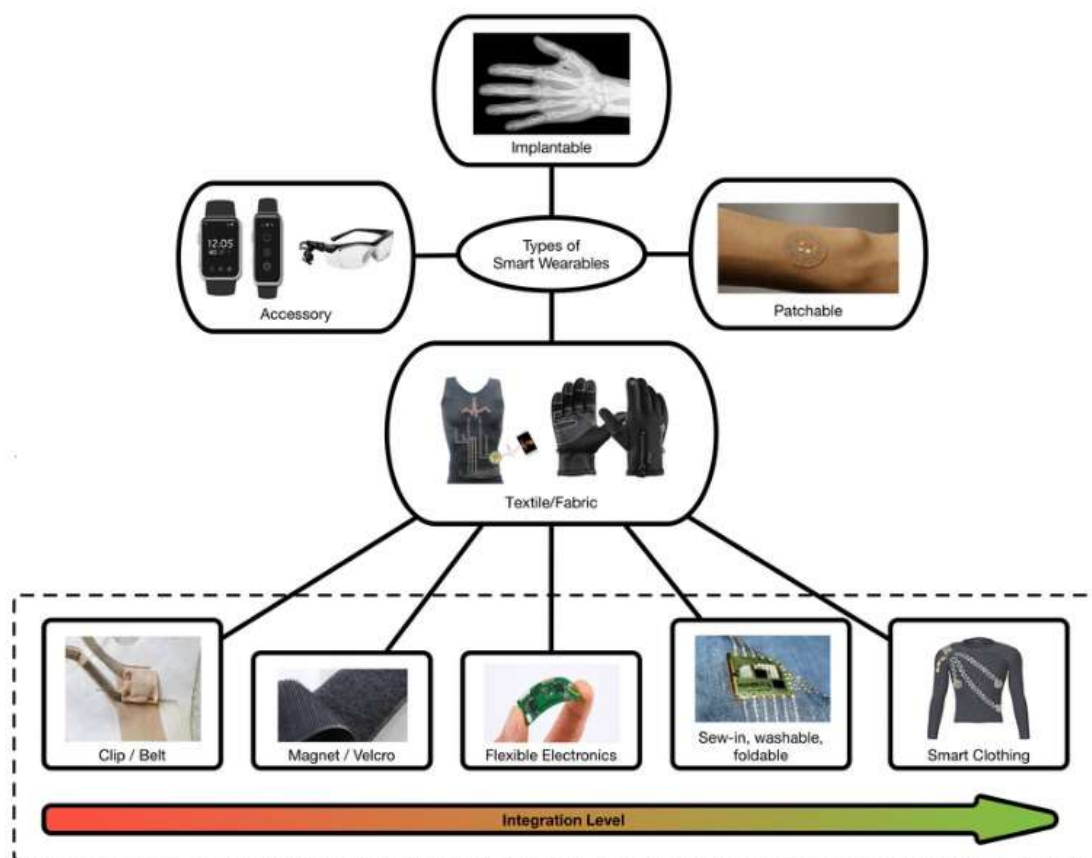
Σύμφωνα με πρόσφατες εκθέσεις των εταιρειών IDC και Gartner για την τάση της αγοράς, η αύξηση των πωλήσεων μόνο για τα smartwatches που προβλέπεται για το 2019 είναι της τάξης του 38,5%, σε σύγκριση με τα περίπου 150 εκατομμύρια συσκευές που πουλήθηκαν παγκοσμίως κατά το 2018. Η Gartner προβλέπει ότι η πιο σημαντική αύξηση χρήσης wearables στα επόμενα τέσσερα χρόνια θα αφορά τα smartwatches, τις οθόνες που τοποθετούνται στο κεφάλι (Head-Mounted Displays – HMD) και τις συσκευές που φοριούνται στο αυτί (Ear-Worn Devices - EWD). Το 2022, οι πωλήσεις των smartwatches, σύμφωνα με την Gartner, θα είναι λιγότερες από αυτές των EWD, καθώς μέχρι τότε οι EWD θα μπορούν να συνδυαστούν με εικονικούς προσωπικούς βοηθούς (Virtual Personal Assistants - VPA), αντικαθιστώντας έτσι τα smartphones σε μεγάλο βαθμό. Επίσης, οι HMD θα αυξήσουν σε πολύ υψηλό βαθμό την εμπειρία των χρηστών στο περιεχόμενο παιχνιδιών και ψυχαγωγίας (Brown 2018).

Όλη αυτή η αυξανόμενη στροφή της προσοχής των καταναλωτών προς την τεχνολογία των wearables δεν θα μπορούσε να αφήσει ασυγκίνητους και τους τομείς των επιχειρήσεων και της βιομηχανίας. Η εξέλιξη της τεχνολογίας αυτής και ο συνδυασμός της με άλλες τεχνολογίες όπως οι AR και VR, μπορεί να καταστήσει τις wearable συσκευές ως ένα νέο μέσο αντιμετώπισης των αναγκών πολλών επιχειρήσεων και βιομηχανιών (Mardonova & Choi 2018). Για παράδειγμα, ο κατασκευαστικός κλάδος μελέτησε τη χρήση των wearable συσκευών στη διαχείριση της υγείας και της ασφάλειας των εργαζομένων, μέσω συνεχούς παρακολούθησης της φυσικής τους κατάστασης (Choi, Hwang & Lee 2017). Ο κλάδος των logistics έχει αρχίσει να χρησιμοποιεί wearable γάντια σάρωσης barcode (τα ProGloves) έτσι ώστε να απλοποιήσει τη δουλειά των εργαζομένων (Bloss 2017), ενώ ορισμένες ασφαλιστικές εταιρείες προωθούν τη χρήση wearables για να ενθαρρύνουν τις υγιεινές διατροφικές συνήθειες και να βελτιώσουν την εταιρική ευεξία των εργαζομένων (Giddens, Leidner & Gonzalez 2017). Παρόλο που πολλές μελέτες βρίσκονται σε εξέλιξη για να καθορίσουν τον τρόπο με τον οποίο αυτές οι συσκευές μπορούν να προσαρμοστούν καλύτερα στους διάφορους εταιρικούς και βιομηχανικούς κλάδους, οι εφαρμογές της τεχνολογίας των wearables αναμένεται να επεκταθούν σύντομα στο εγγύς μέλλον (Chan και συν. 2012).

## 10.2 Ταξινόμηση των wearables

Σύμφωνα με τους Mardonova και Choi (2018), οι wearable συσκευές μπορούν να ταξινομηθούν με βάση παραμέτρους, όπως η λειτουργία, η εμφάνισή τους και η εγγύτητα με το ανθρώπινο σώμα. Όσον αφορά την εγγύτητα με το ανθρώπινο σώμα, οι Seneviratne και συν. (2017) αναφέρουν ότι τα wearables μπορούν να διαχωριστούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες: αυτά που μπορούν να φορεθούν ή να μεταφερθούν εύκολα από τον άνθρωπο και αυτά που η επικόλληση ή η εμφύτευση στο ανθρώπινο σώμα απαιτεί κάποιου είδους ιατρικής παρέμβασης ή επέμβασης (Εικ. 10-2). Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας και όσον αφορά τις εφοδιαστικές αλυσίδες εφαρμογή βρίσκουν ή τείνουν να βρουν μόνο οι συσκευές που μπορούν να μεταφερθούν ή να φορεθούν από

τον άνθρωπο. Με βάση αυτό το διαχωρισμό, στην αγορά υφίστανται wearable συσκευές, όπως smartwatches, smart glasses, smart clothing και wearable κάμερες.



Εικόνα 10-2: Είδη wearables (Fernández-Caramés & Fraga-Lamas 2018)

Τα smartwatches είναι υπολογιστικές συσκευές που μπορούν να φορεθούν στον καρπό και έχουν εκτεταμένες λειτουργίες που συχνά σχετίζονται με την επικοινωνία. Τα περισσότερα μοντέλα smartwatch βασίζονται σε ένα mobile λειτουργικό σύστημα. Ορισμένα μοντέλα λειτουργούν σε συνδυασμό με smartphones, παρέχοντας έτσι μία πρόσθετη οθόνη μέσω της οποίας ο χρήστης μπορεί να λαμβάνει πληροφορίες και ειδοποιήσεις, όπως ληφθέντα μηνύματα, κλήσεις ή υπενθυμίσεις ημερολογίου. Οι κατασκευαστές συνεχίζουν να αναπτύσσουν τα προϊόντα και να προσθέτουν λειτουργικά χαρακτηριστικά, όπως αδιάβροχα πλαίσια, συστήματα πλοήγησης GPS και παρακολούθηση της φυσικής κατάστασης ή της υγείας των χρηστών (Khoja 2015). Με την προσθήκη αξιόπιστων και ευαίσθητων αισθητήρων, τα smartwatches μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη συλλογή και ανάλυση κινήσεων του χεριού, όπως για παράδειγμα το κάπνισμα (Parate & Ganesan 2017).

Μια άλλη κατηγορία wearable συσκευών, τα smart glasses, χρησιμοποιούνται για διάφορες εφαρμογές κυρίως σε συνδυασμό με τεχνολογίες όπως οι VR, AR και MR. Παρά τις διαφορές σε λειτουργικότητα και σχεδιασμό, όλα τα είδη των συσκευών αυτών μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες: αυτά που συνδυάζονται με smartphones, στα οποία η προβολή εικόνων γίνεται στην οθόνη του smartphone, και

στα αυτόνομα, στα οποία οι εικόνες προβάλλονται στην επιφάνεια των γυαλιών (Khoa 2015).

Η φιλοσοφία λειτουργίας του έξυπνου ρουχισμού είναι παρόμοια με άλλες μορφές wearable συσκευών που παρακολουθούν τη φυσική κατάσταση του χρήστη. Ο κατάλογος των ειδών ρουχισμού που μπορεί να περιληφθεί σε αυτή την κατηγορία wearables είναι μακρύς και περιλαμβάνει είδη όπως αθλητικά ρούχα, ιατρικά ενδύματα, ενδύματα παρακολούθησης εργασίας, στρατιωτικά ενδύματα και πολλά άλλα είδη ρουχισμού (Mardonova & Choi 2018). Όλα τα είδη ενδυμασίας αυτής της κατηγορίας (πουκάμισα, κάλτσες, παντελόνια, παπούτσια, κράνη, καλύμματα, κλπ.) είναι εφοδιασμένα με ένα ευρύ φάσμα αισθητήρων. Οι λειτουργικές δυνατότητες των έξυπνων ρούχων είναι εύλογο να προσελκύσει την προσοχή πολλών φορέων που ασχολούνται με τον επαγγελματικό αθλητισμό. Ομάδες και αθλητές ήδη επωφελούνται από την εφαρμογή τους για την παρακολούθηση της φυσικής κατάστασης των παικτών κατά την προπόνηση, τη μείωση του αριθμού των τραυματισμών και την ενίσχυση της απόδοσής τους (Borges και συν. 2008). Τα έξυπνα ρούχα έχουν τη δυνατότητα να ωφελήσουν και άλλα επαγγέλματα, όπως οι πυροσβέστες (Chong 2014), οι εργαζόμενοι σε βιομηχανίες (Teizer 2015) και οι οδηγοί των συστημάτων μεταφοράς (Thakre και συν. 2015).

**Πίνακας 10-1: Σύνοψη των χαρακτηριστικών, των δυνατοτήτων και των εφαρμογών των wearables (Mardonova & Choi 2018)**

Τύπος	Χαρακτηριστικά	Δυνατότητες	Εφαρμογές
<b>Smartwatch</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Μικρή λειτουργική ισχύς</li> <li>▪ Φιλικά προς το χρήστη διεπαφή με φωνητικές και touch εντολές</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Εμφάνιση συγκεκριμένων πληροφοριών</li> <li>▪ Δυνατότητα online πληρωμών</li> <li>▪ Παρακολούθηση δραστηριοτήτων του χρήστη</li> <li>▪ Επικοινωνία</li> <li>▪ Πλοήγηση</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Επιχειρηματικής διοίκησης</li> <li>▪ Ενίσχυση marketing</li> <li>▪ Επαγγελματικός αθλητισμός</li> <li>▪ Προπόνηση</li> <li>▪ Εκπαίδευση</li> <li>▪ Infotainment</li> </ul>
<b>Smart glasses</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Έλεγχος μέσω κίνησης του κεφαλιού ή του χεριού και με φωνητικές εντολές</li> <li>▪ Μικρή λειτουργική ισχύς</li> <li>▪ Άμεσα μεταφερόμενος ήχος στο αυτί</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Οπτικοποίηση πληροφοριών</li> <li>▪ Μετάφραση ξένων γλωσσών</li> <li>▪ Επικοινωνία</li> <li>▪ Συντονισμός εργασιών</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ιατρική</li> <li>▪ Στρατιωτικές</li> <li>▪ Logistics</li> <li>▪ Εκπαίδευση</li> <li>▪ Infotainment</li> </ul>
<b>Έξυπνος ρουχισμός</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Οπτική αλληλεπίδραση με χρήστη μέσω οθόνης</li> <li>▪ Δεδομένα λαμβάνονται από αισθητήρες και ενεργοποιητές σώματος</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Παρακολούθηση καρδιακού ρυθμού, θερμοκρασίας, στάσης σώματος και καθημερινών δραστηριοτήτων του χρήστη</li> <li>▪ Αυτόματη θέρμανση ή ψύξη του σώματος</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Επαγγελματική προπόνηση</li> <li>▪ Φαρμακευτική</li> <li>▪ Στρατιωτικές</li> <li>▪ Logistics</li> </ul>
<b>Wearable κάμερες</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Μικρές διαστάσεις</li> <li>▪ Νυχτερινή όραση</li> <li>▪ Προσαρμογή στο ανθρώπινο σώμα</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Καταγραφή στιγμιότυπων, με τη μορφή βίντεο ή εικόνων, σε πραγματικό χρόνο</li> <li>▪ Ζωντανή αναμετάδοση γεγονότων</li> <li>▪ Παρακολούθηση φυσικής κατάστασης και δραστηριοτήτων χρήστη</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Στρατιωτικές</li> <li>▪ Φυσική κατάσταση</li> <li>▪ Βιομηχανικές</li> <li>▪ Εκπαίδευση</li> </ul>

Σε αντίθεση με τις συμβατικές κάμερες, το φιλικό προς το χρήστη σχέδιο, η κινητικότητα και η ευελιξία των wearable καμερών, είναι χαρακτηριστικά που έχουν

προσελκύσει το ενδιαφέρον των καταναλωτών σε σημαντικό βαθμό. Το μεγάλο πλεονέκτημα των εν λόγω καμερών οφείλεται στην δυνατότητά τους να καταγράφουν στιγμιότυπα, με τη μορφή βίντεο ή εικόνων, σε πραγματικό χρόνο. Τα είδη των wearable καμερών που χρησιμοποιούνται αυτή τη στιγμή είναι δύο: μικρές κάμερες που μπορούν να προσαρμοστούν στο ανθρώπινο σώμα, τα ρούχα, ή ακόμη και να φορεθούν στο αυτί και οι μεγαλύτερες κάμερες με εξαρτήματα στερέωσης σε καπέλα ή κράνη (Khoa 2015). Μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί για τη χρήση των wearable καμερών έχουν δείξει τη μεγάλη σημασία τους για την ανίχνευση πτώσης (Ozcan & Velipasalar 2018) και την παρακολούθηση του περιβάλλοντος (Delabrida και συν. 2015).

Στον πίνακα 10-1 παρουσιάζεται μια σύνοψη των wearables που αναφέρθηκαν στην παρούσα ενότητα καθώς και τα χαρακτηριστικά, οι δυνατότητες και οι εφαρμογές τους.

### 10.3 Αισθητήρες των wearable συσκευών

Οι wearable συσκευές χρησιμοποιούν αισθητήρες για τη συλλογή ανεπεξέργαστων δεδομένων από μετρήσεις, που αποθηκεύονται και χρησιμοποιούνται για τη συνεχή παρακολούθηση της υγείας, της άσκησης, της αξιολόγησης της απόδοσης και της δραστηριότητας των χρηστών. Πολλά wearables δεν διαθέτουν ενσωματωμένους αισθητήρες, αλλά χρησιμοποιούν ανάλογα με την εφαρμογή διαφορετικό είδος αισθητήρα αρθρωτής δυνατότητας (plug-and-play). Ο κατάλογος των διαφορετικών τύπων αισθητήρων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην τεχνολογία των wearables αυξάνεται ραγδαία, επιτρέποντας στους χρήστες να παρακολουθούν μια σειρά στοιχείων, όπως η ποιότητα του αέρα, η βαρομετρική πίεση, το μονοξείδιο του άνθρακα, η χωρητικότητα, οι διαρροές αερίων, η υγρασία, το υδρογόνο κ.λπ. (Kamışalić και συν. 2018).

Οι τύποι των αισθητήρων που χρησιμοποιούνται στις wearable συσκευές ποικίλλουν ανάλογα με την προβλεπόμενη εφαρμογή. Οι περισσότεροι από τους τύπους αυτούς κατασκευάζονται για συγκεκριμένη χρήση, υπάρχουν όμως και κάποιοι που μπορούν να τροποποιηθούν για πιο εξιδανικευμένες χρήσεις (Mardonova & Choi 2018). Στον τομέα των εφοδιαστικών αλυσίδων ήδη χρησιμοποιούνται ή τείνουν να χρησιμοποιηθούν συσκευές που χρησιμοποιούν αισθητήρες περιβάλλοντος, βιοαισθητήρες, αισθητήρες εντοπισμού θέσης και άλλα είδη αισθητήρων.

Οι αισθητήρες περιβάλλοντος χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση, την παρακολούθηση και την καταγραφή των συνθηκών ή των ιδιοτήτων του περιβάλλοντος ενός χώρου, όπως η βαρομετρική πίεση, η σχετική υγρασία, η φωτεινότητα, η θερμοκρασία, η σκόνη και η στάθμη του νερού (Jones 2008). Οι σωστές περιβαλλοντικές συνθήκες παίζουν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη διατήρηση των αποθεμάτων και των ευαίσθητων προϊόντων μιας αποθήκης. Οι αισθητήρες φωτός μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση του φωτός και είναι ευρέως διαδεδομένοι σε επιστημονικές εφαρμογές. Οι αισθητήρες ήχου χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της έντασης ήχου ενός περιβάλλοντος (Wild & Hinckley 2008). Ο πιο συνηθισμένος τύπος αποτελείται από δυναμικά μικρόφωνα που μετρούν τα επίπεδα

θορύβου σε ντεσιμπέλ, σε συχνότητες στις οποίες ο άνθρωπος παρουσιάζει ευαισθησία. Οι αισθητήρες υγρασίας μετρούν τη σχετική υγρασία του αέρα και χρησιμοποιούνται σε μετρήσεις υγρασίας και θερμοκρασίας (Yeο, Sun & Grattan 2008). Οι αισθητήρες φλόγας χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση πυρκαγιάς και είναι πιο ευαίσθητοι και ακριβείς από τους πιο συχνά χρησιμοποιούμενους ανιχνευτές καπνού ή θερμότητας. Οι αισθητήρες καπνού παρουσιάζουν παρόμοια λειτουργία κατά την ανίχνευση καπνού ή άλλων επιβλαβών αερόφερτων αερίων.

Το πεδίο εφαρμογής των βιοαισθητήρων έχει επεκταθεί με την αυξανόμενη ζήτηση για παρακολούθηση της υγείας. Αυτού του τύπου οι αισθητήρες επιτρέπουν στους ανθρώπους να γνωρίζουν ανά πάσα στιγμή την κατάσταση της υγείας τους και χρησιμοποιούνται για την έγκαιρη διάγνωση και πρόληψη ασθενειών (Μονοšík, Stredanský & Šturdík 2012). Όσον αφορά τη χρήση τους στις εφοδιαστικές αλυσίδες, η υιοθέτησή τους αφορά εξολοκλήρου στην παρακολούθηση της υγείας των υπαλλήλων που πραγματοποιούν δύσκολες, επώδυνες και επικίνδυνες εργασίες. Η έγκαιρη διάγνωση της καταπόνησης της σωματικής υγείας ενός εργαζομένου αποτελεί σημαντικό μέτρο ασφάλειας, όχι μόνο για τον ίδιο αλλά και τους υπόλοιπους υπαλλήλους που εργάζονται στον ίδιο χώρο με αυτόν.

Οι αισθητήρες εντοπισμού θέσης, όπως τα GPS, οι υψομετρητές, τα μαγνητόμετρα, οι πυξίδες και τα επιταχυνσιόμετρα είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος αισθητήρων που χρησιμοποιούνται σε wearable συσκευές, όπως τα smartwatches ή τα wearables που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της σωματικής δραστηριότητας και της υγείας των χρηστών (Henriksen και συν. 2018). Οι αισθητήρες αυτού του είδους χρησιμοποιούνται σε πλήθος εφαρμογών πλοήγησης, καθορίζοντας ανά πάσα στιγμή τη θέση, το υψόμετρο και την ταχύτητα ανεξαρτήτως καιρικών συνθηκών, παρακολούθησης μεταλλικών αντικειμένων (Wahlström & Gustafsson 2014) και κινήσεων του ανθρώπινου σώματος (Park, Shin & Cha 2013), καθώς και σε εφαρμογές διαχείρισης της ασφάλειας.

Στην αγορά διατίθεται μια ποικιλία ανιχνευτών και αισθητήρων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε wearable συσκευές. Οι αισθητήρες κάμερας αποτελούν βασικό συστατικό στοιχείο των wearable καμερών και των smart glasses. Οι μονάδες αισθητήρων επικοινωνίας, όπως το Bluetooth, το RFID ή το Wi-Fi, παρέχουν δυνατότητες επικοινωνίας και ανταλλαγής δεδομένων μεταξύ των wearable συσκευών. Αυτοί οι αισθητήρες έχουν ήδη υιοθετηθεί σε διάφορα μέρη των εφοδιαστικών αλυσίδων, όπως τα logistics ή οι μεταφορές, με σκοπό την παρακολούθηση των προϊόντων. Αισθητήρες κίνησης, αισθητήρες ταχύτητας, αισθητήρες μονάδας μέτρησης αδρανείας, αισθητήρες υπερήχων και αισθητήρες υπερύθρων, χρησιμοποιούνται επίσης ως ηλεκτρονικά εξαρτήματα των wearable συσκευών (Kamışalić και συν. 2018).

## **10.4 Εφαρμογή των wearables στις εφοδιαστικές αλυσίδες**

Στη βιβλιογραφία, δεν υπάρχει κάποια μελέτη ή έρευνα που να είναι εξολοκλήρου αφιερωμένη στην εφαρμογή των wearables στις εφοδιαστικές αλυσίδες. Παρόλα αυτά

υπάρχουν πολλές που αναφέρονται στην εφαρμογή των wearable συσκευών σε μεμονωμένα τμήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας ή που αναφέρονται στην υιοθέτηση της τεχνολογίας σε ολόκληρη την εφοδιαστική αλυσίδα ως ενίσχυση ή ως συνδυασμό με άλλες αναδυόμενες ψηφιακές τεχνολογίες.

Οι Mardonova & Choi (2018), αναφέρουν ότι οι wearable κάμερες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διαχείριση των εφοδιαστικών αλυσίδων. Οι Zobel και συν. (2018), αναφέρουν ότι ενώ τα έξυπνα συστήματα που βασίζονται σε smart glasses έχουν τη δυνατότητα να υποστηρίζουν τους χρήστες προσφέροντάς τους πλήθος πληροφοριών που να σχετίζονται με το περιεχόμενο, οι υλοποιήσεις τέτοιων συστημάτων είναι ακόμη σπάνιες και περιορίζονται σε πιλοτικά και δοκιμαστικά project. Οι συγγραφείς τονίζουν ότι η έλλειψη εμπειρίας σχεδιασμού και εφαρμογής εμποδίζει την υιοθέτηση αυτών των συσκευών από εταιρείες και επιχειρήσεις, παρόλες τις δυνατότητες που παρουσιάζουν στην υποστήριξη όλων των εργασιών του τομέα των logistics (Zobel και συν. 2018). Τέτοια πιλοτικά και δοκιμαστικά project δίνουν τη δυνατότητα σε πολλές επιχειρήσεις να διερευνήσουν τη χρήση των smart glasses στον επιχειρηματικό τομέα. Παραδείγματα αποτελούν οι εταιρείες Smartpick και Vuzix που επικεντρώνονται στη βελτιστοποίηση της διαδικασίας για την παραλαβή των παραγγελιών, χρησιμοποιώντας smart glasses για σάρωση των προϊόντων και την παροχή κατευθύνσεων στους υπαλλήλους για το που πρέπει να τοποθετηθεί το επλεγμένο αντικείμενο (Catic 2018).

Οι Rauschnabel, Brem & Ro (2015) αναφέρουν ότι ο συνδυασμός των smartglasses με τις τεχνολογίες AR και VR μπορεί να αυξήσει την αξία των εφοδιαστικών αλυσίδων ενισχύοντας τους τομείς R&D, συνεργασίας και αποτελεσματικότητας των διαδικασιών τους. Σύμφωνα με τους Porter και Heppelmann (2017), η τεχνολογία της VR επί του παρόντος χρησιμοποιείται στις αλυσίδες εφοδιασμού των εταιριών αλλά ως επί το πλείστον στο τελευταίο κρίκο τους που είναι ο καταναλωτής. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η σύγχρονη αλληλεπίδραση με την τεχνολογία γίνεται μέσω των wearables που χρησιμοποιούν οι καταναλωτές για την απόκτηση καταναλωτικών εμπειριών. Κάτι ανάλογο συμβαίνει και με την τεχνολογία της AR, με την οποία οι καταναλωτές αλληλεπιδρούν συχνότερα μέσω της χρήσης των smart glasses. Η μόνη διαφορά είναι ότι τα smart glasses, έστω και πιλοτικά, χρησιμοποιούνται από πλήθος εταιριών για σκοπούς αποθήκευσης και διανομής. Ο εξοπλισμός του εργατικού δυναμικού με αυτές τις συσκευές έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να αυξήσει δραστικά την αποδοτικότητα και την παραγωγικότητα, μειώνοντας ταυτόχρονα τους κύκλους κατάρτισης των νέων υπαλλήλων (Porter & Heppelmann 2017).

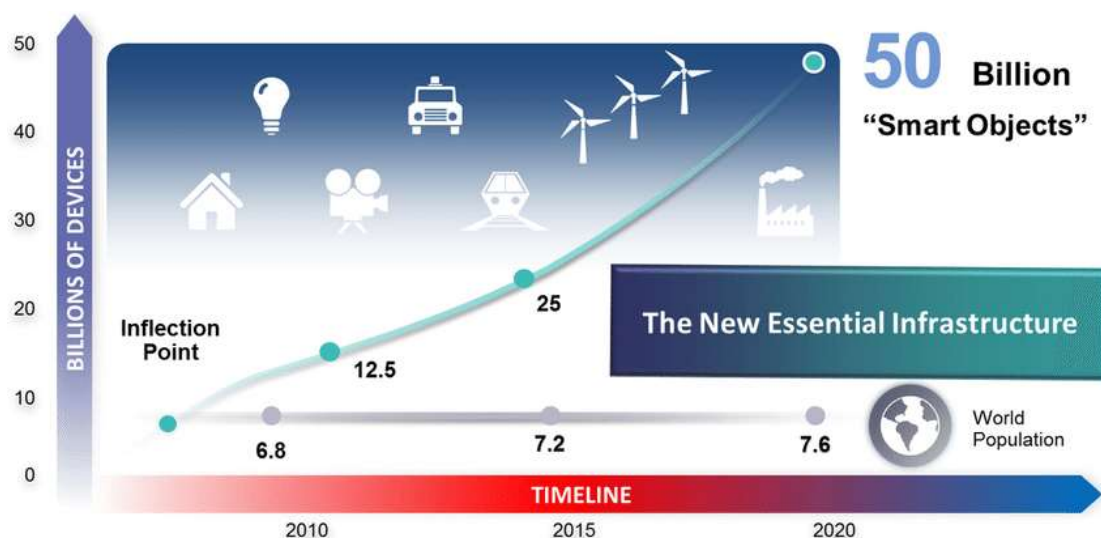
Επίσης, η συνεισφορά της τεχνολογίας των wearables στις τεχνολογίες των cloud computing, Big Data και IoT στη διαχείριση των εφοδιαστικών αλυσίδων υμνείται σε πλήθος μελετών, στις οποίες αναφέρεται η χρήση συσκευών, σε ακαδημαϊκό επίπεδο, όπως τα smartwatches, smart glasses, HMD και smart clothing, για το σκοπό αυτό (Gretzel και συν. 2015), (Storey & Song 2017), (Farahani, Meier & Wilke 2017), (Fernández-Caramés & Fraga-Lamas 2018). Οι Gökhan και συν. (2016) αναφέρουν ότι ο συνδυασμός της τεχνολογίας των wearables, και ιδιαίτερα του RFID αισθητήρα, με

την τεχνολογία του cloud computing θα επιτρέψει στις επιχειρήσεις να έχουν πρόσβαση και να εισάγουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, σε κάθε κρίκο της ψηφιακής εφοδιαστικής αλυσίδας τους, ανταποκρινόμενοι με αυτόν τον τρόπο στην αύξηση των απαιτήσεων των πελατών τους. Οι Guo και συν. (2015) επισημαίνουν, μάλιστα, ότι η ενσωμάτωση των wearables στην τεχνολογία του cloud computing είναι ζωτικής σημασίας για την άντληση πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τις παραγγελίες των πελατών και με την ύπαρξη αποθεμάτων, γεγονός που θα επιτρέψει τη βελτιστοποίηση των αποφάσεων σχετικά με τον προγραμματισμό και την παρακολούθηση της παραγωγής και επομένως θα αυξήσει την απόκριση των εταιριών στις καταναλωτικές απαιτήσεις με το μικρότερο κόστος. Οι Elhariri Essamlali, Sekhari & Bouras (2017), αναφέρουν ότι η τεχνολογία των wearables σε συνδυασμό με τη χρήση των κατάλληλων ανά περίπτωση αισθητήρων έχουν τη δυνατότητα συλλογής δεδομένων και σύνδεσης με το υπολογιστικό νέφος. Με τον τρόπο αυτό, τα wearables συλλέγουν τεράστια ποσά δεδομένων (Big Data) τα οποία μπορούν να διαχειριστούν και να αποθηκευτούν καθόλη τη διάρκεια της παραγωγής, αποθήκευσης και διάθεσης ενός προϊόντος. Επομένως, η χρήση των wearables, μέσω της παραγωγής μεγάλου αριθμού δεδομένων και της επεξεργασίας των δεδομένων αυτών σε πραγματικό χρόνο, είναι σε θέση να ενισχύσουν τη λήψη βασικών μετρήσεων κατά τη διάρκεια της ροής εργασιών μιας εφοδιαστικής αλυσίδας, με σκοπό τη βελτίωση της ανάλυσης της αποδοτικότητας της παραγωγής (Elhariri Essamlali, Sekhari & Bouras 2017). Τέλος, σύμφωνα με τον Ray (2018), οι wearable συσκευές, όπως τα smartwatches και τα smart glasses, επιτρέπουν στους εργαζόμενους να εκτελούν τα καθήκοντά τους, ενώ, ταυτόχρονα, σε συνδυασμό με το IoT, παρέχουν συνεχώς δεδομένα στο ERP της εταιρίας. Ουσιαστικά, με βάση τα παραπάνω, θα πίστευε κανείς ότι ο μοναδικός σκοπός της χρήσης των wearables στην εφοδιαστική αλυσίδα δείχνει να είναι η συλλογή δεδομένων. Στην πραγματικότητα, η τεχνολογία των wearable, σε συνδυασμό με άλλες αναδυόμενες ψηφιακές τεχνολογίες μπορεί να παρέχει αρκετά σημαντικά οφέλη στις εφοδιαστικές αλυσίδες, όπως η αύξηση της ταχύτητας και της ακρίβειας των δραστηριοτήτων, η αναγνώριση των σημείων στα οποία παρουσιάζεται αναποτελεσματικότητα, καθώς και η αύξηση της ασφάλειας και της ποιότητας του συνόλου της αλυσίδας (Ray 2018).

# 11 Internet of Things

## 11.1 Γενικά

Οι Greenough και Camhi (2016) προέβλεψαν ότι έως το έτος 2020 οι συσκευές που θα έχουν πρόσβαση στο Διαδίκτυο παγκοσμίως θα ανέρχονται στα 34 δισεκατομμύρια, πάνω από τις τριπλάσιες σε σύγκριση με τον αριθμό των διασυνδεδεμένων συσκευών του 2015 (Εικ. 11-1). Από αυτές, τα 24 δισεκατομμύρια θα αφορούν τις συσκευές του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of Things - IoT), ενώ οι υπόλοιπες θα αφορούν παραδοσιακά υπολογιστικές συσκευές, όπως laptops, smartphones και tablet.



Εικόνα 11-1: Συσκευές με πρόσβαση στο Διαδίκτυο και μελλοντική εξέλιξη (Vermesan & Friess 2014)

Μια έκθεση της McKinsey υποστηρίζει ότι το IoT βασικά συνενώνει “διαδικασίες και συσκευές”, υπογραμμίζοντας ότι τα υλικά θα “συνδέονται άρρηκτα με τις πληροφορίες τους” (Chui, Ganesan & Patel 2017). Η υιοθέτηση του IoT αυξάνεται και οι εταιρείες αναμένεται να δαπανήσουν 470 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως για τα επόμενα τρία χρόνια σε hardware υλικό, λογισμικό, υπηρεσίες και συνδεσιμότητα (Manyika 2015). Οι Bughin και συν. (2018) εκτιμούν ότι περίπου 6 τρισεκατομμύρια δολάρια θα δαπανηθούν παγκοσμίως για λύσεις IoT κατά τα επόμενα πέντε χρόνια.

Η τεχνολογία του IoT, σε συνδυασμό με άλλες αναδυόμενες ψηφιακές τεχνολογίες, όπως τα data analytics, είναι σε θέση να βοηθήσει τις επιχειρήσεις σε πολλούς τομείς, όπως για παράδειγμα στην πρόβλεψη των αναγκών συντήρησης των κεφαλαιουχικών αγαθών τους, επεκτείνοντας έτσι τη διάρκεια ζωής τους και δημιουργώντας νέους δρόμους στη βιομηχανική παραγωγικότητα. Οι Ellis, Morris & Santagate (2015) επισημαίνουν ότι το IoT είναι σε θέση να υποστηρίξει τις εφοδιαστικές αλυσίδες και να δώσει λύσεις σε πλήθος ζητημάτων τους με πολλούς τρόπους, όπως η παροχή ευελιξίας, διαφάνειας και προσαρμοστικότητας.



## 11.2 Ορισμός

Η ιστορία του IoT χρονολογείται από τις αρχές της δεκαετίας του 1990, όταν ο προκάτοχός του, η έννοια των διασυνδεδεμένων συσκευών, χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στο MIT. Ο όρος IoT χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Kevin Ashton (Greengard 2015). Στη βιβλιογραφία, δεν υφίσταται κάποιος ακριβής ορισμός της τεχνολογίας του IoT. Οι Gubbi και συν. (2013) περιγράφουν το IoT ως:

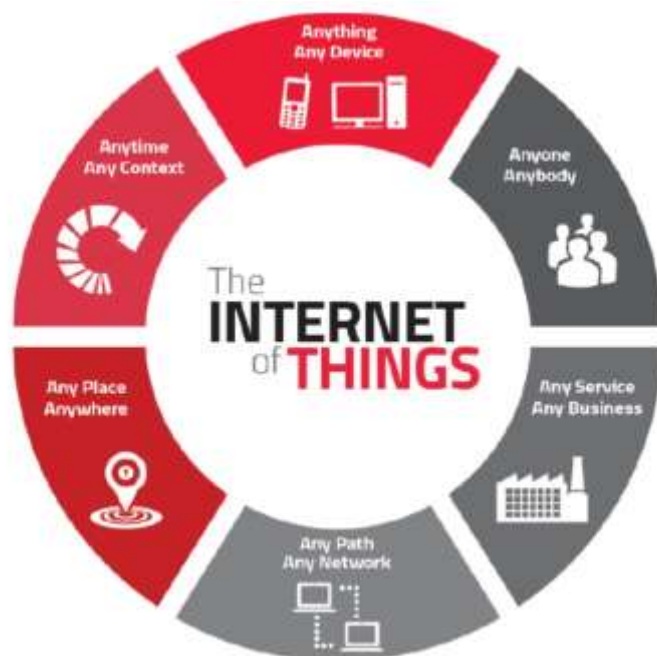
*“διασύνδεση μεταξύ συσκευών ανίχνευσης και ενεργοποίησης που παρέχει τη δυνατότητα ανταλλαγής πληροφοριών με πλατφόρμες μέσω ενός ενιαίου πλαισίου, αναπτύσσοντας μια κοινή εικόνα λειτουργίας για την υλοποίηση καινοτόμων εφαρμογών. Αυτό επιτυγχάνεται με απρόσκοπτη ανίχνευση ευρείας κλίμακας, ανάλυση δεδομένων και εκπροσώπηση πληροφοριών χρησιμοποιώντας ανίχνευση και υπολογιστική νέφους”*

Σύμφωνα με τους Vermesan & Friess (2014) το IoT είναι ένα δίκτυο φυσικών αντικειμένων. Στο πλαίσιο του IoT, το Διαδίκτυο δεν είναι δίκτυο μόνο υπολογιστών, αλλά εξελίσσεται σε δίκτυο συσκευών παντός τύπου, οχημάτων, έξυπνων τηλεφώνων, οικιακών συσκευών, ιατρικών οργάνων και βιομηχανικών συστημάτων, ζώων, ανθρώπων και κτιρίων. Όλα αυτά τα “αντικείμενα”, συνδέονται μεταξύ τους, επικοινωνούν και ανταλλάσσουν πληροφορίες και δεδομένα βάσει προκαθορισμένων πρωτοκόλλων με σκοπό την επίτευξη έξυπνων λειτουργιών εντοπισμού, ελέγχου ασφάλειας, προσωπικής παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο, online αναβάθμισης, ελέγχου διαδικασιών και διοίκησης.

Το IoT είναι μια έννοια σύμφωνα με την οποία στο περιβάλλον υπάρχει διάχυτη η παρουσία μιας ποικιλίας αντικειμένων που μέσω ασύρματων και ενσύρματων συνδέσεων και μοναδικών συστημάτων διευθύνσεων είναι σε θέση να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και να συνεργάζονται με άλλα αντικείμενα για τη δημιουργία νέων εφαρμογών/υπηρεσιών και την επίτευξη κοινών στόχων. Στο πλαίσιο αυτό, οι προκλήσεις έρευνας και ανάπτυξης για τη δημιουργία ενός έξυπνου κόσμου είναι τεράστιες. Ένας κόσμος όπου το πραγματικό, το ψηφιακό και το εικονικό συγκλίνουν για να δημιουργήσουν έξυπνα περιβάλλοντα που καθιστούν πολλούς τομείς, όπως της ενέργειας, των μεταφορών και των βιομηχανιών περισσότερο ευφυείς (Vermesan & Friess 2014).

Το IoT αναφέρεται σε μια γενίκευση της ιδέας των αντικειμένων, ειδικά των αντικειμένων της καθημερινότητας, που είναι αναγνώσιμα, αναγνωρίσιμα, εντοπίσιμα ή/και ελέγξιμα μέσω του Διαδικτύου, ανεξάρτητα από το μέσο επικοινωνίας. Τα αντικείμενα αυτά περιλαμβάνουν όχι μόνο τις ηλεκτρονικές συσκευές ή τα προϊόντα υψηλής τεχνολογικής ανάπτυξης όπως τα οχήματα και τον εξοπλισμό, αλλά και αυτά που συνήθως δεν θεωρούνται ως ηλεκτρονικά, όπως τρόφιμα, ρούχα, έπιπλα, κλπ. Το IoT αποτελεί μια νέα επανάσταση του Διαδικτύου. Τα αντικείμενα καθίστανται αναγνωρίσιμα και αποκτούν νοημοσύνη μέσω των πληροφοριών που ανταλλάσσουν μεταξύ τους. Οι πληροφορίες αυτές μπορεί να έχουν συλλεχθεί από τα ίδια τα αντικείμενα ή μπορούν να αποτελούν συστατικά σύνθετων υπηρεσιών. Αυτός ο μετασχηματισμός ενισχύεται από την εξέλιξη των δυνατοτήτων του cloud computing

και τη μετάβαση του Διαδικτύου στο IPv6 με σχεδόν απεριόριστη χωρητικότητα διευθυνσιοδότησης. Στόχος του IoT είναι να επιτρέψει σε κάθε αντικείμενο να συνδέεται οποιαδήποτε στιγμή, οπουδήποτε, με οτιδήποτε και οποιονδήποτε και ιδανικά να χρησιμοποιεί οποιαδήποτε διαδρομή/δίκτυο και οποιαδήποτε υπηρεσία (Εικ. 11-2) (Patel & Patel 2016).



*Εικόνα 11-2:* Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) (Patel & Patel 2016)

Το IoT αναφέρεται σε συσκευές και αισθητήρες που είναι συνδεδεμένα με τον Παγκόσμιο Ιστό και είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει το φαινόμενο της ψηφιοποίησης και προσαρμογής της παράδοσης αγαθών και υπηρεσιών με τη συλλογή και την ανάλυση δεδομένων που αποκτώνται μέσω ενός δικτύου διασυνδεδεμένων ημιαυτόνομων συσκευών. Μερικές φορές αναφερόμενες και ως συσκευές “παρυφής” (edge), οι συσκευές αυτές λειτουργούν ημιαυτόνομα μέσω της χρήσης analytics και αλγορίθμων και διασυνδέονται μέσω του Διαδικτύου ή άλλου τύπου δικτύου όπως το υπολογιστικό νέφος (Mohammadi και συν. 2018). Επειδή, η λειτουργία των συσκευών αυτών βασίζεται σε ενσωματωμένους αλγορίθμους και την τεχνητή νοημοσύνη και μπορούν να επικοινωνούν απευθείας με άλλες συσκευές με στόχο την ενίσχυση της λήψης αποφάσεων, μερικές φορές αναφέρονται και ως “έξυπνες” μηχανές (Druehl, Carrillo & Hsuan 2017).

Ο όρος IoT στην πιο γενική του μορφή μπορεί να αναφέρεται σε εφαρμογές υπηρεσιών, κατασκευών, εφοδιαστικής αλυσίδας, R&D και/ή μάρκετινγκ. Δύο άλλοι στενά συνδεδεμένοι όροι αναφέρονται ειδικότερα στην κατασκευαστική λειτουργία που περιλαμβάνει (α) το βιομηχανικό διαδίκτυο των πραγμάτων (Industrial Internet of Things - IIoT) και (β) την ευρωπαϊκή πρωτοβουλία Industry 4.0. Τέλος, υπάρχει μια κατηγορία πολύ μικρών συσκευών που αναφέρονται ως Internet of Nano Things (IoNT), η οποία περιλαμβάνει αισθητήρες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για

συνεχή παρακολούθηση εντός του ανθρώπινου σώματος (Druehl, Carrillo & Hsuan 2017).

### 11.3 Εμπλεκόμενες τεχνολογίες

Το IoT αποτελεί μια παγκόσμια υποδομή για την κοινωνία της πληροφορίας, η οποία επιτρέπει προηγμένες υπηρεσίες μέσω διασύνδεσης (φυσικών και εικονικών) αντικειμένων που βασίζονται σε υπάρχουσες και εξελισσόμενες διαλειτουργικές τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών. Μέσω του IoT, η επικοινωνία επεκτείνεται μέσω του Διαδικτύου σε όλα τα αντικείμενα και δεν είναι μια απλή επικοινωνία μηχανής με μηχανή, ασύρματων δικτύων αισθητήρων, δικτύων αισθητήρων, mobile δικτύων, RFID, WI-FI, GPS, μικροελεγκτών, μικροεπεξεργαστών, κλπ., αλλά εμπεριέχει κάθε είδους τεχνολογία που μπορεί να υλοποιήσει κάθε πιθανή εφαρμογή IoT (Patel & Patel 2016).

Οι Vermesan & Friess (2014) εξέτασαν τις τεχνολογίες που εμπλέκονται στην λειτουργία του IoT και τις ομαδοποίησαν σε τρεις κατηγορίες: τις τεχνολογίες που επιτρέπουν στα αντικείμενα να αποκτήσουν πληροφορίες περιεχομένου, στις τεχνολογίες που επιτρέπουν στα αντικείμενα να επεξεργάζονται πληροφορίες περιεχομένου και στις τεχνολογίες βελτίωσης της ασφάλειας και της ιδιωτικότητας. Οι δύο πρώτες κατηγορίες μπορούν να εννοηθούν από κοινού ως λειτουργικά δομικά στοιχεία που απαιτούνται για τη δημιουργία “νοημοσύνης” στα αντικείμενα και αποτελούν τα χαρακτηριστικά που διαφοροποιούν το IoT από το συνηθισμένο Διαδίκτυο. Η τρίτη κατηγορία δεν είναι λειτουργική, αλλά μάλλον de facto απαίτηση, χωρίς την οποία η υιοθέτηση του IoT δεν πρόκειται να πραγματοποιηθεί (Vermesan & Friess 2014).

Επομένως, το IoT δεν είναι μία μόνο τεχνολογία, αλλά είναι ένα μείγμα διαφορετικών τεχνολογιών hardware υλικού & λογισμικού. Παρέχει λύσεις βασισμένες στην ενσωμάτωση της τεχνολογίας των πληροφοριών (το hardware υλικό και το λογισμικό που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση, ανάκτηση και επεξεργασία της δεδομένων) με την τεχνολογία των επικοινωνιών (που περιλαμβάνει ηλεκτρονικά συστήματα που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία μεταξύ ατόμων ή ομάδων).

Στο IoT, η επικοινωνία πραγματοποιείται μέσω ενός ετερογενούς συνδυασμού τεχνολογιών επικοινωνίας, οι οποίες πρέπει να προσαρμοστούν έτσι ώστε να ανταποκρίνονται στις ανάγκες των εφαρμογών του, όπως η ενεργειακή απόδοση, η ταχύτητα, η ασφάλεια και η αξιοπιστία. Με βάση αυτό το πλαίσιο, οι τεχνολογίες επικοινωνίας που εμπλέκονται στη λειτουργικότητα του IoT και που θα πρέπει να ανταποκρίνονται στις ανάγκες των εφαρμογών του, θα πρέπει να έχουν υιοθετηθεί από την αγορά, να έχουν αποδειχθεί ήδη λειτουργικές και να υποστηρίζονται από μεγάλους τεχνολογικούς οργανισμούς ή ομάδες. Παραδείγματα προτύπων που να πληρούν αυτές τις προϋποθέσεις αποτελούν ενσύρματες και ασύρματες τεχνολογίες επικοινωνίας, όπως τα Ethernet, WI-FI, Bluetooth, ZigBee, GSM και GPRS (Vermesan & Friess 2014). Στις εν λόγω τεχνολογίες θα πρέπει να προστεθεί και η τεχνολογία του 5G, η οποία θα παρουσιαστεί στο επόμενο κεφάλαιο.



*Εικόνα 11-3: Οι βασικές τεχνολογίες του IoT (Patel & Patel 2016)*

Σύμφωνα με τους Patel & Patel (2016), οι βασικές τεχνολογίες του IoT παρουσιάζονται στην εικόνα 11-3. Σύμφωνα με τους Lee & Lee (2015), πέντε τεχνολογίες σχετίζονται με το IoT και ο συνδυασμός τους αποσκοπεί στην αποτελεσματική λειτουργία του. Οι τεχνολογίες αυτές είναι η RFID, τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (Wireless Sensor Networks – WSN), το middleware, το cloud computing και το λογισμικό ενεργοποίησης των εφαρμογών (Lee & Lee 2015). Επιπλέον, όλες οι τεχνολογίες που παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια της παρούσας εργασίας μπορούν επίσης να ενσωματωθούν στο IoT, δημιουργώντας έτσι ένα αμάλγαμα συσκευών και δικτύων επικοινωνίας. Επιπλέον, ένα βασικό στοιχείο του IoT αφορά την αποτελεσματική διαχείριση των τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων που συλλέγονται και αναλύονται μέσω των συσκευών IoT.

Το WSN είναι ένα δίκτυο που συνδυάζει αισθητήρες με σκοπό την παρακολούθηση της κατάστασης των αντικειμένων, όπως η θερμοκρασία, η πίεση και η τοποθεσία τους. Πιο αναλυτική χρήση των αισθητήρων παρουσιάστηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας. Παραδοσιακά, τα δίκτυα WSN έχουν χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο της θερμοκρασίας της αλυσίδας των logistics, αλλά η εξέλιξη της τεχνολογίας

μπορεί να επεκτείνει τη χρήση τους και σε τομείς, όπως η αποδοτικότητα των πόρων και η προληπτική συντήρηση (Rayes and Salam 2016). Η αύξηση της δημοτικότητας των δικτύων WSN στο πλαίσιο του IoT, οφείλεται στο βασικό χαρακτηριστικό τους γνώρισμα, που είναι η δυνατότητα διαχείρισης μεγάλου αριθμού κόμβων αισθητήρων, διατηρώντας παράλληλα επαρκή διάρκεια ζωής της μπαταρίας και καλύπτοντας μεγάλες περιοχές (Patel & Patel 2016).

Το middleware είναι ένα στρώμα λογισμικού που διευκολύνει την επικοινωνία των ετερογενών συσκευών. Χαρακτηριστικό του γνώρισμα είναι η απόκρυψη των λεπτομερειών των διαφορετικών τεχνολογιών, κάτι πολύ σημαντικό για την υλοποίηση των εφαρμογών του IoT. Η δημοτικότητα της τεχνολογίας ενισχύθηκε κατά πολύ, όταν τη δεκαετία του 1980, χρησιμοποιήθηκε για να απλοποιήσει την ενσωμάτωση των παραδοσιακών συστημάτων στα νεοεμφανιζόμενα (Lee και Lee 2015), (Hsueh and Chang 2010).

Το cloud computing είναι τεχνολογία ζωτικής σημασίας για τη σωστή λειτουργία του IoT καθώς η ποσότητα των δεδομένων που παράγονται μέσω των συσκευών IoT είναι τεράστια και οι λύσεις cloud παρέχουν ένα κατάλληλο μέρος αποθήκευσης και ανάλυσης αυτών των δεδομένων. Το cloud παίζει εν μέρει τον ίδιο ρόλο με το middleware, καθώς ο κύριος στόχος τους είναι η σύνδεση των συσκευών IoT με τις εφαρμογές IoT. Υπάρχουν πολλές πλατφόρμες cloud που είναι διαθέσιμες στην αγορά και μπορούν κατά προσέγγιση να κατηγοριοποιηθούν σε τέσσερις τύπους ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους: την ασφάλεια, την παρακολούθηση γεγονότων, τη συνδεσιμότητα και την προηγμένη ανάλυση. Σκοπός τους είναι η παρουσίαση των δεδομένων με κατανοητό τρόπο, ο εντοπισμός δυσκολιών και η πρόταση λύσεων. Για την επίτευξη αυτών των στόχων, ακόμη και χωρίς την ανθρώπινη συμμετοχή, οι εφαρμογές του IoT πρέπει να είναι εφοδιασμένες με ευφυΐα. (Ben-Daya, Hassini και Bahroun 2017), (Lee και Lee 2015).

## **11.4 Χαρακτηριστικά και αρχιτεκτονική**

Σύμφωνα με τους Phase & Mhetre (2018), τα βασικά χαρακτηριστικά του IoT που ταυτόχρονα αποτελούν απαιτήσεις της αρχιτεκτονικής του είναι: η συνδεσιμότητα και η επικοινωνία μεταξύ των συσκευών, η παροχή σχετικών υπηρεσιών, η ετερογένεια των συσκευών, η δυναμικότητα των συσκευών, η συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων, η επεκτασιμότητα και η ασφάλεια.

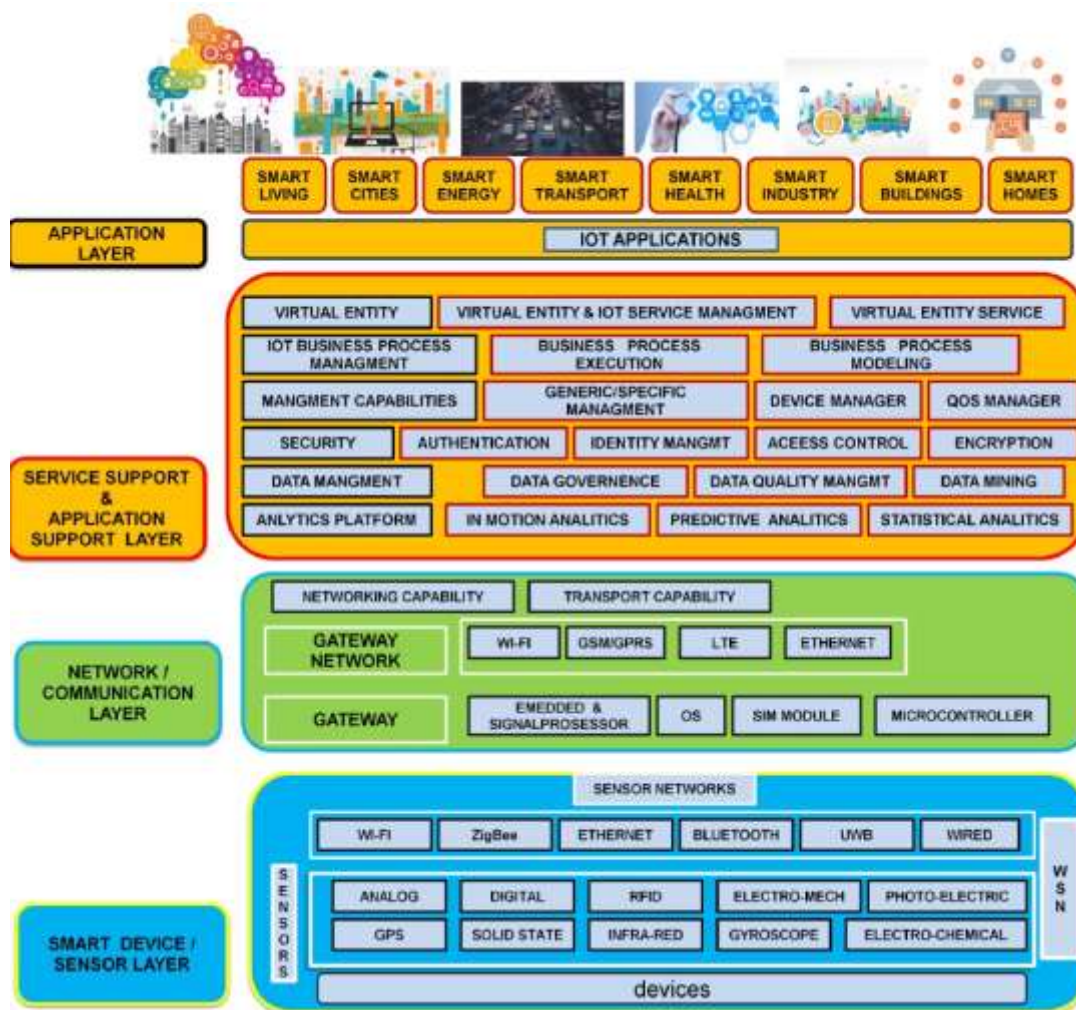
Στο IoT, οτιδήποτε θα πρέπει να μπορεί να διασυνδεθεί με την παγκόσμια υποδομή πληροφόρησης και επικοινωνίας. Η συνδεσιμότητα των συσκευών χαρακτηρίζεται από την προσβασιμότητα στο δίκτυο και από τη συμβατότητα με αυτό. Με τον όρο συμβατότητα εννοείται η κοινή δυνατότητα λήψης και παραγωγής δεδομένων. Το IoT είναι σε θέση να παρέχει υπηρεσίες που έχουν σχέση με τα αντικείμενα εντός των όποιων περιορισμών καθορίζονται από αυτά, όπως η προστασία της ιδιωτικότητας και η σημασιολογική συνοχή μεταξύ των φυσικών και των σχετικών εικονικών αντικειμένων. Για την παροχή τέτοιου είδους υπηρεσιών απαιτείται η προσαρμογή των τεχνολογιών στις νέες συνθήκες που καθορίζονται από το IoT. Από τη στιγμή που οι

συσκευές στο IoT βασίζονται σε διαφορετικές πλατφόρμες hardware υλικού και δίκτυα, είναι εύλογο να χαρακτηρίζονται από ετερογένεια. Επομένως, το IoT θα πρέπει να υποστηρίζει μια τέτοια ετερογένεια ώστε να δίνει τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης των συσκευών αυτών. Στα πλαίσια του IoT, η κατάσταση των συσκευών αλλάζει με δυναμικό τρόπο. Η κατάσταση αυτή αφορά περιπτώσεις σύνδεσης και αποσύνδεσης στο δίκτυο, θέσης, αλλά και ταχύτητας των συσκευών. Ο αριθμός των διασυνδεδεμένων συσκευών στα πλαίσια του IoT μπορεί να αλλάζει δυναμικά. Το IoT, επομένως θα πρέπει να είναι σε θέση να υποστηρίζει και να διαχειρίζεται αυτή την δυναμικότητα που παρουσιάζουν οι συσκευές. Ο αριθμός των συσκευών που πρέπει να διαχειρίζονται και να επικοινωνούν μεταξύ τους στο IoT, θα είναι κατά πολύ μεγαλύτερος από τον αριθμό που συνδέονται αυτή τη στιγμή στο Διαδίκτυο. Ακόμη πιο κρίσιμη θα είναι η διαχείριση των παραγόμενων δεδομένων και η ερμηνεία τους για να μπορούν να χρησιμοποιούνται από τις εκάστοτε εφαρμογές της τεχνολογίας. Η αποτελεσματική διαχείριση των δεδομένων είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την επεκτασιμότητα του IoT. Τελευταίο χαρακτηριστικό του IoT αφορά την ασφάλεια, κυρίως των προσωπικών δεδομένων των χρηστών. Η ασφάλεια θα πρέπει να περιλαμβάνει κάθε πτυχή του δικτύου, όπως τα τερματικά, το δίκτυο αλλά και τα δεδομένα που μεταφέρονται σε αυτό και θα πρέπει να εφαρμόζεται σε όλα τα στρώματα της αρχιτεκτονικής δομής του IoT, που θα αναλυθεί στη συνέχεια, αποτρέποντας την πειρατεία και την πρόσβαση σε μη εξουσιοδοτημένους χρήστες και μειώνοντας την πιθανότητα κινδύνου (Phase & Mhetre 2018).

Σύμφωνα με τους Patel & Patel (2016), η αρχιτεκτονική του IoT αποτελείται από διαφορετικά επίπεδα τεχνολογιών που το υποστηρίζουν. Η αρχιτεκτονική αυτή επιδιώκει να επεξηγήσει, τον τρόπο με τον οποίο οι διάφορες τεχνολογίες σχετίζονται μεταξύ τους, καθώς και τα χαρακτηριστικά της επεκτασιμότητας, της δομικότητας (modularity) και της διαμόρφωσης των εφαρμογών IoT σε διάφορα σενάρια. Αποτελείται από τέσσερα στρώματα (Εικ. 11-4): το στρώμα των έξυπνων συσκευών/αισθητήρων, το στρώμα της επικοινωνίας και των δικτύων, το στρώμα διαχείρισης υπηρεσιών και εφαρμογών καθώς και το στρώμα των εφαρμογών.

Οι ενσωματωμένες με αισθητήρες, έξυπνες συσκευές αποτελούν το χαμηλότερο στρώμα της αρχιτεκτονικής δομής του IoT. Οι αισθητήρες επιτρέπουν τη διασύνδεση του φυσικού και του ψηφιακού κόσμου, μέσω της συλλογής και επεξεργασίας πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο. Για την επίτευξη μιας τέτοιας διασύνδεσης, τις περισσότερες φορές, απαιτείται η συνδεσιμότητα των αισθητήρων με πύλες (sensor gateways) μέσω τεχνολογιών LAN (Ethernet ή Wi-Fi) ή PAN (ZigBee, Bluetooth ή Ultra Wideband (UWB)). Στις περιπτώσεις που δεν απαιτείται συνδεσιμότητα με κάποια πύλη ή aggregator, η διασύνδεση των αισθητήρων με back-end διακομιστές ή εφαρμογές, γίνεται μέσω δικτύου WAN (GSM, GPRS, LTE ή 5G). Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούν χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και η συνδεσιμότητά τους γίνεται με χαμηλό ρυθμό, σχηματίζουν τα δίκτυα WSN.





**EIKONA 11-4: Αρχιτεκτονική δομή του IoT (Patel & Patel 2016)**

Ο μαζικός όγκος δεδομένων που παράγεται από τους αισθητήρες των συσκευών απαιτεί την ύπαρξη ενός υψηλής απόδοσης ενσύρματου ή ασύρματου δικτύου μεταφοράς. Τα σύγχρονα δίκτυα, συχνά με πολύ διαφορετικά πρωτόκολλα, χρησιμοποιούνται για την υποστήριξη δικτύων μηχανής-μηχανής (M2M) και των εφαρμογών τους. Στα πλαίσια του IoT, η ανάγκη για εξυπηρέτηση ενός ευρύτερου φάσματος υπηρεσιών και εφαρμογών, όπως οι υπηρεσίες συναλλαγών υψηλής ταχύτητας, οι context-aware εφαρμογές, κ.λπ., απαιτεί την ύπαρξη και συνεργασία πολλών δικτύων με διάφορες τεχνολογίες και πρωτόκολλα πρόσβασης σε ένα ετερογενές περιβάλλον διαμόρφωσης. Αυτά τα δίκτυα μπορούν να είναι ανεπτυγμένα σε μορφή ιδιωτικών, δημόσιων ή υβριδικών μοντέλων και να είναι σε θέση να πληρούν τις επικοινωνιακές απαιτήσεις για μικρή καθυστέρηση μεταφοράς, εύρος ζώνης ή ασφάλεια.

Η διαχείριση υπηρεσιών καθιστά δυνατή την επεξεργασία πληροφοριών μέσω των analytics, των ελέγχων ασφάλειας, της μοντελοποίησης των διαδικασιών και της διαχείρισης των συσκευών. Ένα από τα σημαντικά χαρακτηριστικά του στρώματος διαχείρισης υπηρεσιών είναι οι μηχανισμοί επιχειρηματικών κανόνων και διαδικασιών. Το IoT, εκμεταλλευόμενο τη σύνδεση και την αλληλεπίδραση μεταξύ συσκευών και

συστημάτων, παρέχει πληροφορίες με τη μορφή γεγονότων ή δεδομένων περιεχομένου, όπως η θερμοκρασία των προϊόντων, η τρέχουσα τοποθεσία και τα δεδομένα κυκλοφοριακής κίνησης. Ορισμένα από τα γεγονότα αυτά απαιτούν φιλτράρισμα ή δρομολόγηση σε συστήματα για περαιτέρω επεξεργασία, όπως την περιοδική συλλογή δεδομένων από αισθητήρες, ενώ άλλα απαιτούν άμεση απόκριση, όπως την αντίδραση σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης που αφορούν την υγεία ενός ασθενή. Οι μηχανισμοί κανόνων υποστηρίζουν τη διατύπωση και τυποποίηση λογικών αποφάσεων, που θα μπορούν να ενεργοποιήσουν διαδραστικές και αυτοματοποιημένες διαδικασίες, ώστε να δημιουργήσουν ένα καλύτερα ανταποκρινόμενο σύστημα IoT. Στον τομέα των analytics, χρησιμοποιούνται διάφορα εργαλεία για την ταχύτερη επεξεργασία ανεπεξέργαστων δεδομένων και την εξαγωγή πληροφοριών. Τα εργαλεία in-memory analytics δίνουν τη δυνατότητα χρήσης της μνήμης τυχαίας προσπέλασης (RAM), και όχι των φυσικών δίσκων, ως χώρο αποθήκευσης του μεγάλου όγκου δεδομένων, με κύριο στόχο τη μείωση του χρόνου αναζήτησης των δεδομένων και επομένως επιτάχυνση των διαδικασιών λήψης αποφάσεων. Τα εργαλεία streaming analytics θεωρούν ότι τα δεδομένα βρίσκονται σε κίνηση και πραγματοποιούν την ανάλυσή τους σε πραγματικό χρόνο, με αποτέλεσμα την άμεση λήψη αποφάσεων. Η διαχείριση δεδομένων αφορά τη δυνατότητα διαχείρισης της ροής πληροφοριών, οι οποίες είναι προσπελάσιμες και ελεγχόμενες. Η σωστή διαχείριση δεδομένων, απαλλάσσει τις εφαρμογές υψηλότερου επιπέδου από την ανάγκη επεξεργασίας περιττών δεδομένων, ενώ παράλληλα μειώνει τον όποιο κίνδυνο αποκάλυψης απορρήτων δεδομένων. Οι τεχνικές φιλτραρίσματος δεδομένων, όπως η ανώνυμη καταχώρηση δεδομένων και ο συγχρονισμός δεδομένων, χρησιμοποιούνται με σκοπό την απόκρυψη λεπτομερειών και την παροχή μόνο των βασικών πληροφοριών που είναι χρήσιμες στις σχετικές εφαρμογές. Με την τεχνική γενίκευσης των δεδομένων μπορούν να εξαχθούν πληροφορίες για μια κοινή επιχειρηματική προβολή τους, καθιστώντας τα πιο εύχρηστα και επαναχρησιμοποιήσιμα.

Τελευταίο στρώμα της αρχιτεκτονικής δομής του IoT, είναι το στρώμα εφαρμογών, το οποίο περιλαμβάνει τα “έξυπνα” περιβάλλοντα σε τομείς, όπως οι μεταφορές, το κτήριο, η πόλη, η λιανική πώληση, η γεωργία, το εργοστάσιο, η εφοδιαστική αλυσίδα, οι καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, η υγεία, η αλληλεπίδραση των χρηστών, ο πολιτισμός και τουρισμός, το περιβάλλον και η ενέργεια. Στο στρώμα αυτό περιέχονται όλα τα λογισμικά που εκτελούν συγκεκριμένες διεργασίες και αποτελεί τη διεπαφή του IoT με τους χρήστες (Patel & Patel 2016).

## **11.5 Επίδραση και χρήση στην εφοδιαστική αλυσίδα**

Καθώς η εφαρμογή της έννοιας του IoT δεν έχει ακόμα υλοποιηθεί, στη βιβλιογραφία υπάρχει πλήθος άρθρων και μελετών που αναδεικνύουν την τεχνολογία αυτή ως σημαντική μελλοντική κατεύθυνση της έρευνας στο πλαίσιο της λειτουργίας των εφοδιαστικών αλυσίδων (Ransbotham και συν. 2016), (Roth και συν. 2016), (Bilal 2017). Οι Lee και Lee (2015) παρέχουν μια μεγάλη λίστα στοιχείων που δικαιολογούν την υιοθέτηση του IoT από τις επιχειρήσεις. Οι Whitmore, Agarwal & Da Xu (2015)



παρέχουν μια εξαιρετική ανασκόπηση των εφαρμογών του IoT και επιπλέον, υπογραμμίζουν το γεγονός ότι πολύ λίγα άρθρα παρουσιάζουν τρόπους αποτελεσματικής χρήσης του IoT σε διάφορα επιχειρηματικά μοντέλα εφοδιαστικών αλυσίδων.

Παρόλα αυτά, στη βιβλιογραφία υπάρχουν πολλά παραδείγματα επιτυχημένων εφαρμογών του IoT που μπορούν να ταξινομηθούν ευρέως στις ακόλουθες κατηγορίες: έξυπνο εργοστάσιο, έξυπνο σπίτι, έξυπνες πόλεις (συμπεριλαμβανομένων των δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας) και έξυπνη γεωργία. Όσον αφορά τις εφοδιαστικές αλυσίδες, το IoT μπορεί να υιοθετηθεί για να ενισχύσει την παραγωγικότητα σε οποιοδήποτε στάδιο, από το μάρκετινγκ και την ανάπτυξη προϊόντων μέχρι την κατασκευή, τη συντήρηση και την παράδοση. Στις κατασκευαστικές εταιρείες, διαδικασίες όπως η διαχείριση αποθεμάτων, ο ποιοτικός έλεγχος και η δρομολόγηση μπορούν να αυτοματοποιηθούν, βελτιώνοντας την αποδοτικότητα και την παραγωγικότητα τους (Medagliani και συν. 2014).

Πολλά στοιχεία του “έξυπνου εργοστασίου” έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί από τους κατασκευαστές αυτοκινήτων, όπως η χρήση αρχείων CAD για την προσαρμογή των διαδικασιών και η αυτοματοποίηση της διαδικασίας παραγωγής με χρήση ρομπότ που παρακολουθούν και ελέγχουν την παραγωγή μέσω σειράς αισθητήρων (Druehl, Carrillo & Hsuan 2017). Οι Boeing και Airbus έχουν υιοθετήσει τεχνολογίες ανάπτυξης του IoT στον τομέα της συντήρησης αεροσκαφών με σκοπό τον αυτόματο εντοπισμό προβλημάτων και την παρακολούθηση αστοχίας του εξοπλισμού (Valdés & Comendador 2018).

Η εφαρμογή των τεχνολογιών IoT στα μέρη λιανικής πώλησης και καταναλωτών μιας εφοδιαστικής αλυσίδας μπορεί επίσης να επηρεάσει έμμεσα την ανάπτυξη νέων προϊόντων, απλά συγκεντρώνοντας τα δεδομένα σχετικά με τη χρήση του προϊόντος. Κάποιοι μελετητές προβλέπουν ότι η διαδικασία ανάπτυξης νέων προϊόντων θα εξελιχθεί σε μια πιο προσαρμοσμένη και αυτοματοποιημένη αλληλεπίδραση μεταξύ των καταναλωτών και της παραγωγής, παρόμοιας φύσης με αυτή των καταναλωτών και της παροχής υπηρεσιών. Το IoT χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο και στον κλάδο των ασφαλιστικών εταιριών. Μια γερμανική ασφαλιστική εταιρεία με την επωνυμία Re, υιοθέτησε το IoT σε συνδυασμό με την τεχνολογία της AI, με σκοπό τη συλλογή δεδομένων σχετικά με πιθανά νέα ασφαλιστικά προϊόντα. Οι ασφαλιστικές εταιρίες βασίζονται ολοένα και περισσότερο σε δεδομένα αισθητήρων που χρησιμοποιούνται σε οχήματα ή σε wearable συσκευές με σκοπό την δημιουργία μοντέλων κινδύνων μεγαλύτερης ακρίβειας (Druehl, Carrillo & Hsuan 2017). Η Disneyworld έχει υιοθετήσει τη χρήση “μαγικών ζωνών”, wearable δηλαδή συσκευών που φορούν οι επισκέπτες του πάρκου, οι οποίες περιέχουν ένα RFID tag. Η χρήση τέτοιων συσκευών επιτρέπει στη Disney να συλλέξει και να αναλύσει πρόσθετα δεδομένα σχετικά με τα πρότυπα χρήσης των καταναλωτών και να προσαρμόσει την εμπειρία τους στο πάρκο (Lee & Lee, 2015). Οι εφαρμογές υγειονομικής περίθαλψης χρησιμοποιούν την τεχνολογία data analytics σε λαμβανόμενα δεδομένα από έξυπνες συσκευές, ενισχύοντας με τον τρόπο αυτό τη δυνατότητα μέτρησης της συμβατότητας

των ασθενών και την πρόβλεψη πιθανών αποτελεσμάτων σε συγκεκριμένες θεραπείες (Medagliani και συν. 2014).

Μεγαλύτερη υιοθέτηση του IoT μπορεί να πραγματοποιηθεί στον τομέα των logistics όσον αφορά την παραγγελία, την παράδοση και την παρακολούθηση των αγαθών σε ολόκληρη την εφοδιαστική αλυσίδα, αυξάνοντας με τον τρόπο αυτόν τη διαφάνεια αλλά και την αποτελεσματικότητά της. Οι Lou και συν. (2011) σημειώνουν επίσης ότι το IoT έχει τη δυνατότητα να αυξήσει την ευελιξία και την ευλυγισία της εφοδιαστικής αλυσίδας. Στη γεωργία, σύγχρονες γεωργικές τεχνικές χρησιμοποιούν συνδυασμό συστημάτων πρόγνωσης του καιρού με GPS για αυτόματη διανομή σπόρων, λιπάσματος και νερού (Medagliani και συν. 2014).

## 11.6 Οφέλη και προκλήσεις

Όπως φαίνεται από την προηγούμενη ενότητα, τα οφέλη της υιοθέτησης του IoT από τις εταιρείες είναι πολλά. Οι Chui και συν. (2010) ταξινόμησαν τα οφέλη αυτά σε δύο μεγάλες κατηγορίες που αφορούν τις πληροφορίες και την ανάλυση, και την αυτοματοποίηση και τον έλεγχο. Σε κάθε κατηγορία, οι συγγραφείς ταξινόμησαν τρεις πιθανές μελλοντικές εφαρμογές IoT. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τις εφαρμογές της παρακολούθησης των προϊόντων, της βελτιωμένης επίγνωσης της κατάστασης και τις αναλύσεις αποφάσεων που βασίζονται σε δεδομένα που προκύπτουν από αισθητήρες. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει τις εφαρμογές της βελτιστοποίησης των διαδικασιών, της βελτιστοποίησης της κατανάλωσης πόρων και τα πολύπλοκα αυτόνομα συστήματα. Ορισμένες από αυτές τις εφαρμογές βρίσκονται ακόμη σε πειραματικό ή σε ερευνητικό στάδιο λόγω της έλλειψης του κατάλληλου επιπέδου των τεχνολογιών που εμπεριέχουν (Brous & Janssen 2015).

Ο μεγάλος όγκος των πληροφοριών που παρέχεται από την τεχνολογία του IoT στις εταιρείες για την ανάλυση των δραστηριοτήτων τους, μπορεί να ενισχύσει τη λήψη αποφάσεων. Η παρακολούθηση των προϊόντων, αναφέρεται από τους Chui και συν. (2010) ως η πρώτη πιθανή εφαρμογή αυτής της κατηγορίας. Στα πλαίσια του IoT, όλα τα προϊόντα μπορούν να περιέχουν ενσωματωμένους αισθητήρες, γεγονός που επιτρέπει στις εταιρείες να παρακολουθούν τις κινήσεις των προϊόντων αυτών σε όλο τον κόσμο. Η παρακολούθηση των προϊόντων μπορεί να προσφέρει στις εταιρείες όλες τις απαραίτητες πληροφορίες που αφορούν τα δρομολόγια παράδοσής τους, οι οποίες μπορούν να βοηθήσουν με τη σειρά τους στον προσδιορισμό των πιθανών ζητημάτων κινδύνου ή στην προσαρμογή των πολιτικών τιμολόγησης. Στην εφαρμογή αυτή, η τεχνολογία RFID μπορεί να διαδραματίζει σημαντικότατο ρόλο. Επιπλέον, όταν οι εταιρείες γνωρίζουν την ακριβή τοποθεσία των προϊόντων, η διαχείριση αποθεμάτων γίνεται ευκολότερη και αποτελεσματικότερη μέσω της συνεχούς προσαρμογής των χρόνων και των δρομολογίων παράδοσης. Η δεύτερη εφαρμογή που αφορά τη βελτιωμένη επίγνωση της κατάστασης, μοιάζει αρκετά με την πρώτη εφαρμογή. Η συνεργασία αισθητήρων και συσκευών μπορεί να ενισχύσει την ικανότητα των εταιρειών στην κατανόηση του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκονται αυτές και επομένως ζητήματα ασφάλειας μπορούν για παράδειγμα να αντιμετωπιστούν

αποτελεσματικότερα, στην περίπτωση που οι όποιοι εξωγενείς παράγοντες μπορούν να προκαλέσουν κάποια ζημιά, είναι δυνατόν να ανιχνευθούν από κάμερες ή από αισθητήρες ήχου και δόνησης. Η τρίτη εφαρμογή αφορά τις αναλύσεις αποφάσεων που βασίζονται σε δεδομένα που προκύπτουν από αισθητήρες. Με τη χρήση πολλαπλών αισθητήρων οι εταιρείες μπορούν να ανιχνεύσουν νέες πηγές πρώτων υλών ταχύτερα και από μια ευρύτερη περιοχή με χαμηλότερο κόστος από ότι στο παρελθόν. Οι αισθητήρες μπορούν επίσης να βοηθήσουν στην κατανόηση των κινήσεων και των αποφάσεων των πελατών, στοιχεία που με τη σειρά τους βοηθούν στη βελτιστοποίηση της ποσότητας των αγαθών που απαιτούνται σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική θέση σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή (Lehtisalo 2018).

Η δεύτερη μεγάλη κατηγορία του αυτοματισμού και του ελέγχου αναφέρεται σε μια κατάσταση στην οποία οι εταιρείες χρησιμοποιούν τα δεδομένα που συλλέγονται από τις συσκευές IoT για να τα μετατρέψουν σε χρήσιμες πληροφορίες με σκοπό την τροποποίηση των διαδικασιών τους ανάλογα με τις ανάγκες. Η τροποποίηση αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί αυτόματα χωρίς καμία ανθρώπινη παρέμβαση. Μέσω της βελτιστοποίησης της διαδικασίας, πρώτης εφαρμογής σε αυτήν την κατηγορία, η τεχνολογία του IoT μπορεί για παράδειγμα να παρέχει μια εις βάθος παρακολούθηση κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας. Στην εφαρμογή αυτή, οι αισθητήρες στέλνουν δεδομένα σε υπολογιστές που προσαρμόζουν τις διεργασίες μέσω, για παράδειγμα, της αλλαγής της ποσότητας κάποιου συστατικού ή της επανατοποθέτησης ενός αντικειμένου σε κάποιο καλύτερο μέρος της γραμμής συναρμολόγησης. Αυτή η βελτιστοποίηση της παραγωγής μειώνει τα απόβλητα, το κόστος ενέργειας και την ανάγκη για ανθρώπινη παρέμβαση. Η δεύτερη εφαρμογή στην κατηγορία αφορά τη βελτιστοποιημένη κατανάλωση πόρων που μοιάζει πολύ με την πρώτη εφαρμογή. Το IoT και οι αισθητήρες μπορούν να βοηθήσουν τους υπολογιστές να μάθουν τα πρότυπα παραγωγής, και με αυτόν τον τρόπο, οι υπολογιστές μπορούν να βελτιστοποιήσουν τη χρήση ορισμένων συστημάτων ή πρώτων υλών στις ώρες εκτός αιχμής, χωρίς να αφήνουν κανένα πόρο αχρησιμοποίητο και τροποποιώντας τις διαδικασίες ώστε να πραγματοποιούνται σε περιόδους με χαμηλότερες τιμές κόστους κατανάλωσης. Η τρίτη και τελευταία εφαρμογή αφορά τα περίπλοκα αυτόνομα συστήματα. Ένα από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του IoT είναι η ικανότητά του να ανιχνεύει συνθήκες σε πραγματικό χρόνο και να ανταποκρίνεται σε αυτές με τη χρήση αυτοματοποιημένων συστημάτων. Σκοπός των συγκεκριμένων συστημάτων είναι να μιμηθούν τον ανθρώπινο παράγοντα κατά τη διαδικασία λήψης αποφάσεων, αλλά με πολλή υψηλότερη απόδοση, γεγονός που θα μπορούσε να οδηγήσει στην πρόληψη ατυχημάτων και σφαλμάτων σε κάθε ευάλωτο τμήμα της επιχείρησης, όπως είναι τα logistics (Lehtisalo 2018).

Παρά τα όποια οφέλη, η υιοθέτηση του IoT αντιμετωπίζει πολλές προκλήσεις. Σύμφωνα με τους Whitmore, Agarwal & Da Xu (2015), το ζήτημα της ασφάλειας αποτελεί ίσως την βασικότερη πρόκληση του IoT. Τα βασικά στοιχεία του ζητήματος αυτού είναι η κρυπτογράφηση και η διαχείριση ταυτότητας. Ειδικότερα οι μικρότερου μεγέθους συσκευές IoT δεν έχουν τη δυνατότητα να ενσωματώσουν σύγχρονους αλγόριθμους κρυπτογράφησης, γεγονός που τις καθιστά αρκετά ευάλωτες σε θέματα

ασφάλειας (Lee & Lee 2015), (Nash & Castellanos 2017), (Whitmore, Agarwal & Da Xu 2015). Σύμφωνα με τον Norton (2017), η βασικότερη πρόκληση όσον αφορά την υιοθέτηση της τεχνολογίας του IoT είναι η ασφάλεια του κυβερνοχώρου. Επιπλέον, έρευνα των επαγγελματιών ειδικευμένων στον τομέα της πληροφορικής έδειξε ότι το 96% των ερωτηθέντων πιστεύουν ότι θα υπάρξουν αυξημένες επιθέσεις ασφάλειας ως αποτέλεσμα της χρήσης του IoT, και μόνο το 51% πιστεύει ότι οι επιχειρήσεις είναι προετοιμασμένες για τέτοιες “κακόβουλες επιθέσεις” (Druehl, Carrillo & Hsuan 2017).

Μια δεύτερη πρόκληση που αντιμετωπίζει η υιοθέτηση της τεχνολογίας του IoT, είναι να δικαιολογηθεί η απόδοση των επενδύσεων (ROI) για την υιοθέτηση των τεχνολογιών που το υποστηρίζουν (Druehl, Carrillo & Hsuan 2017), καθώς πολλές από αυτές δεν είναι ακόμη τεχνολογικά ώριμες (Gubbi και συν. 2013). Εκτός από το κόστος και την απόδοση της επένδυσης, πολυάριθμα άλλα μειονεκτήματα σχετικά με την αποτελεσματική διαχείριση των δεδομένων έχουν επισημανθεί ως ζητήματα που αποτελούν πρόκληση της υιοθέτησης της τεχνολογίας. Οι Whitmore, Agarwal & Da Xu (2015) υπογραμμίζουν ότι η προστασία της ιδιωτικότητας αποτελεί μεγάλη πρόκληση, καθώς η ολοένα αυξανόμενη εξατομίκευση αισθητήρων και δεδομένων, μπορεί να θέσει σε κίνδυνο τις προσωπικές πληροφορίες. Οι Lee και Lee (2015) επισημαίνουν επίσης τις προκλήσεις που συνδέονται με την αποτελεσματική εξόρυξη και την ανάλυση του τεράστιου όγκου των δεδομένων που σχετίζονται με το IoT. Έρευνα της McKinsey αναφέρει ότι ενώ οι διαχειριστές των εφοδιαστικών αλυσίδων αναγνωρίζουν την αξία των δεδομένων IoT για την αύξηση της αποτελεσματικότητάς της, η πλειοψηφία απάντησε ότι οι εταιρείες τους χρησιμοποιούν λιγότερο από το 10% των πληροφοριών που έχουν συσσωρευτεί. Στην ίδια έρευνα παρουσιάζονται οι πιθανοί κίνδυνοι και τα εμπόδια που σχετίζονται με την ενσωμάτωση του IoT στις υπάρχουσες επιχειρηματικές διαδικασίες. Οι κίνδυνοι αυτοί αφορούν τα θέματα ευθύνης και κανονιστικής ρύθμισης (Druehl, Carrillo & Hsuan 2017).

## 11.7 Συμπεράσματα

Στον πίνακα 11.1 παρουσιάζεται μια σύνοψη των βασικών σημείων στα όποια το IoT συνεισφέρει στην εφοδιαστική αλυσίδα καθώς και οι προκλήσεις της υιοθέτησης της συγκεκριμένης τεχνολογίας στον ψηφιακό μετασχηματισμό της.

Όπως γίνεται αντιληπτό από τα στοιχεία του πίνακα 11.1, τα οφέλη που μπορούν να επιτευχθούν μέσω της χρήσης της τεχνολογίας IoT είναι πολλά. Πολλά από τα χαρακτηριστικά της τεχνολογίας μπορούν να δημιουργήσουν επί πλέον οφέλη, όπως η βελτιστοποίηση της ανιχνευσιμότητας των προϊόντων, κάτι που θα μπορούσε να βελτιώσει τη διαχείριση αποθεμάτων και να αυξήσει την ευκινησία. Η διαδικασία της μαζικής εφαρμογής του IoT συνεχώς αναβάλλεται λόγω μερικών σημαντικών ζητημάτων, όπως η έλλειψη τεχνογνωσίας και η αδυναμία γρήγορης εξέλιξης μεγάλων εταιρειών οι οποίες βασίζονται στη χρήση ήδη υπαρχόντων και μεγάλων λειτουργικών συστημάτων. Η σύγχρονη μορφή του Διαδικτύου των Πραγμάτων δεν φαίνεται να επαρκεί για τις επιχειρήσεις, η εφαρμογή του θα πρέπει να συνδυαστεί με την υιοθέτηση άλλων τεχνολογιών, γεγονός που αυξάνει τα έξοδα εφαρμογής. Επίσης, όταν

οι απαιτήσεις εφαρμογής της τεχνολογίας μειώνουν τον αριθμό των παρόχων που είναι σε θέση να προσφέρουν αυτές τις πολλές λύσεις, είναι εύλογο ο ανταγωνισμός και η διαθεσιμότητα διαφορετικών παραλλαγών της τεχνολογίας να μειώνεται ανάλογα.

*Πίνακας 11-1: Σύνοψη συνεισφοράς και προκλήσεων της υιοθέτησης του IoT στον ψηφιακό μετασχηματισμό των εφοδιαστικών αλυσίδων*

Σημείας συνεισφοράς	Προκλήσεις
Απομακρυσμένη δυνατότητα αυτόματης πρόβλεψης βλαβών και αναγκών συντήρησης	Αδυναμία απόκτησης ωφελιών λόγω μη εφαρμογής της τεχνολογίας
Παράταση του χρόνου ζωής των αντικειμένων	Ανετοιμότητα πολλών φορέων για υλοποίηση της τεχνολογίας
Αυξημένη ευκινησία	Έλλειψη τεχνογνωσίας του εργατικού δυναμικού
Δυνατότητα παρακολούθησης προϊόντων σε παγκόσμια κλίμακα	Πιθανή αύξηση των προϋπολογισμένων εξόδων υλοποίησης της τεχνολογίας
Βελτιστοποίηση της διαφάνειας λειτουργίας των εφοδιαστικών αλυσίδων	Ελάχιστος αριθμός εν δυνάμει παρόχων
Ενίσχυση της διαχείρισης των αποθεμάτων	
Ασφάλεια	
Μείωση του κόστους πραγματοποίησης διαδικασιών λόγω αυτοματοποίησης	

## 12 5G

---

### 12.1 Γενικά

Η βιομηχανία των εφοδιαστικών αλυσίδων υφίσταται τεράστιο ψηφιακό μετασχηματισμό. Ωστόσο, ο ρυθμός του μετασχηματισμού είναι μάλλον αργός. Μία από τις προκλήσεις στο μετασχηματισμό αυτό είναι ο βαθμός εξάρτησης μεταξύ των διαφόρων εφαρμοζόμενων ψηφιακών τεχνολογιών, ώστε να δημιουργείται αξία στην αλυσίδα. Από τα όσα έχουν αναφερθεί στα πλαίσια της παρούσας εργασίας προκύπτει ότι ορισμένες από τις τεχνολογίες αυτές εξαρτώνται από άλλες που ακόμα βρίσκονται σε πρώιμη φάση υιοθέτησης. Οι τεχνολογίες που έχουν ήδη αναφερθεί, όπως η τεχνητή νοημοσύνη, η μηχανή μάθηση, η επαυξημένη πραγματικότητα, το Διαδίκτυο των πραγμάτων, η εικονική πραγματικότητα και τα Big Data αποτελούν καθοριστικό παράγοντα στην αύξηση της αξίας των ψηφιακών εφοδιαστικών αλυσίδων. Παρόλα αυτά, η πλήρης εκμετάλλευση των δυνατοτήτων των συγκεκριμένων τεχνολογιών μπορεί να επιτευχθεί μόνο μέσω της εκτεταμένης ανταλλαγής δεδομένων και ανάλυσης, κάτι που απαιτεί την ύπαρξη ενός ισχυρού τηλεπικοινωνιακού δικτύου. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των δικτύων 5G (μικρή καθυστέρηση, μεγάλο εύρος ζώνης, υψηλές ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων και μικρές απαιτήσεις ισχύος) αναμένεται να ενισχύσουν την υιοθεσία των νέων αναδυόμενων ψηφιακών τεχνολογιών από τις εφοδιαστικές αλυσίδες και να επιταχύνουν τον ψηφιακό μετασχηματισμό τους (Verma & Lalwani 2019).

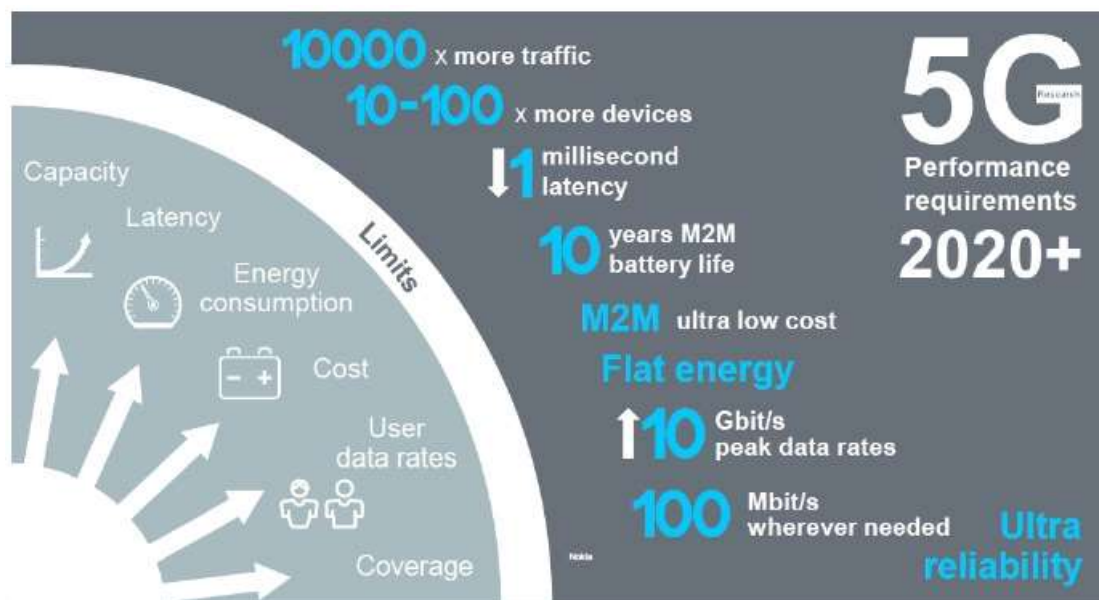
Τα δίκτυα πέμπτης γενιάς (5G) ασύρματης τεχνολογίας έχουν ως σκοπό τη σημαντική αύξηση της ταχύτητας μεταφοράς δεδομένων, την επέκταση των περιοχών κάλυψης των ήδη υφιστάμενων ασύρματων δικτύων (4G/LTE), όπως επίσης και τη δυνατότητα σύνδεσης όλων των συσκευών παγκοσμίως με έναν τρόπο που κανείς δεν έχει φανταστεί μέχρι τώρα (Hossain & Hasan 2015). Όλες οι συνδεδεμένες με το Διαδίκτυο συσκευές που αποτελούν μέρη συστημάτων, όπως τα logistics, τα αυτοκινούμενα οχήματα ή τα συστήματα ασφαλείας μιας οικίας, θα μπορούν να κάνουν χρήση της τεχνολογίας 5G ώστε να επικοινωνούν μεταξύ τους με απίστευτα γρήγορες ταχύτητες και μικρή καθυστέρηση (latency). Μελετητές και ερευνητές πιστεύουν ότι το 5G έχει τόσο μεγάλη δυναμική που μπορεί να έχει άμεση θετική επίδραση στη βιομηχανία των εφοδιαστικών αλυσίδων, αλλά και έμμεση θετική επίδραση σε άλλες τεχνολογίες που ήδη διαδραματίζουν ή πρόκειται να διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο στο ψηφιακό μετασχηματισμό των εφοδιαστικών αλυσίδων (Teece 2017).

Η εξέλιξη των δικτύων 5G αναμένεται να έχει ιδιαίτερη επίδραση στην ανάπτυξη των εφαρμογών του IoT (Li, Da Xu & Zhao 2018). Οι εφαρμογές αυτές απαιτούν νέα κριτήρια απόδοσης, όπως μαζική συνδεσιμότητα, ασφάλεια, αξιόπιστη κάλυψη ασύρματης επικοινωνίας, εξαιρετικά μικρή καθυστέρηση, υψηλή ταχύτητα μεταφοράς πληροφοριών (throughput), υψηλή αξιοπιστία, κ.α. για τον τεράστιο αριθμό των συσκευών IoT (Srinidhi, Kumar & Venugopal 2018). Η πλήρωση αυτών των απαιτήσεων αναμένεται να πραγματοποιηθεί μέσω των νέων διεπαφών

συνδεσιμότητας της τεχνολογίας 5G. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας βρίσκεται σε στάδιο, το οποίο στοχεύει σε μια νέα τεχνολογία ασύρματης πρόσβασης (Radio Access Technology - RAT), στη βελτίωση των κεραιών των συσκευών και των υποδομών, στη χρήση υψηλότερων συχνοτήτων και στην αναδιάρθρωση των δικτύων (Akraoku και συν. 2018). Ωστόσο, η εξέλιξη του LTE για την αντικατάστασή του από το 5G απαιτεί ριζική αλλαγή στα βασικά στοιχεία των ασύρματων δικτύων, που αφορούν την τεχνολογία και τις αρχιτεκτονικές και επιχειρηματικές διαδικασίες.

## 12.2 Κατηγορίες περιπτώσεων χρήσης του 5G

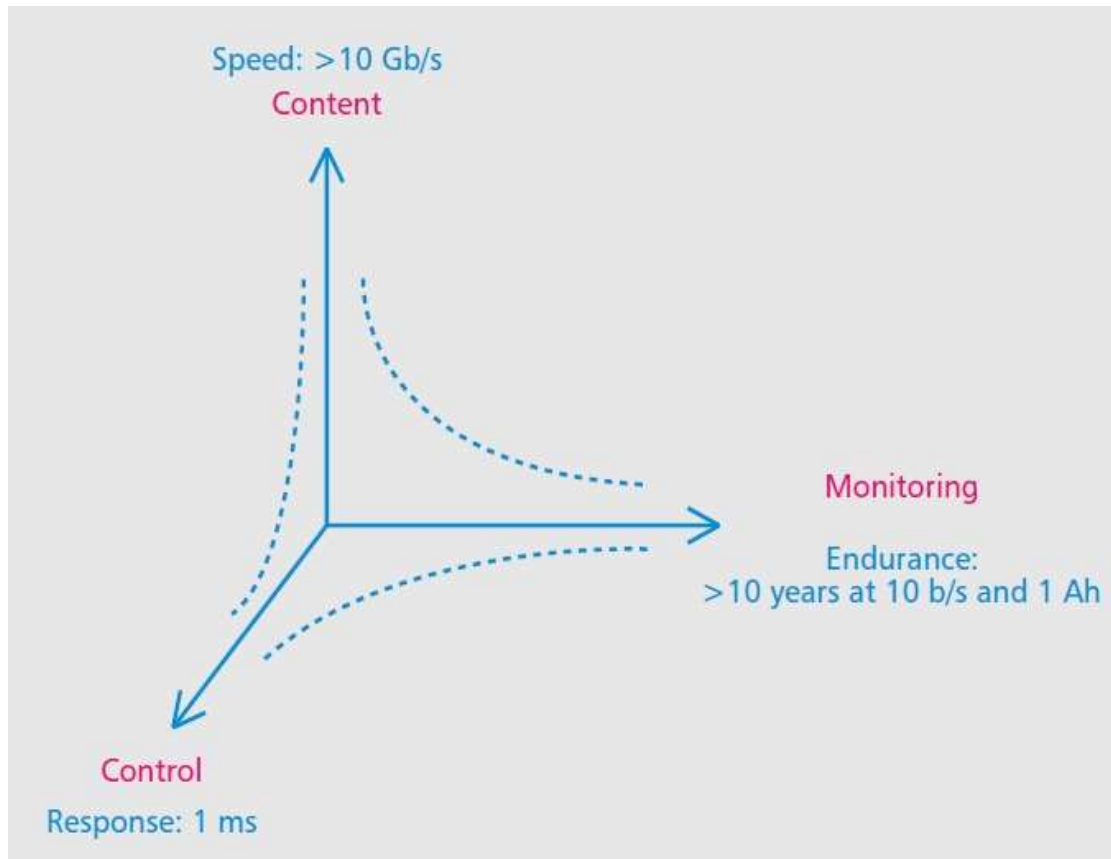
Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, κάθε νεώτερη γενιά της ασύρματης τεχνολογίας εισήγαγε μεγαλύτερες ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων και περισσότερες λειτουργικές δυνατότητες στα κινητά τηλέφωνα. Το 1G ήταν η τεχνολογία των πρώτων κινητών τηλεφώνων, το 2G επέτρεψε την αποστολή γραπτών μηνυμάτων, το 3G εισήγαγε τη συνδεσιμότητα των κινητών τηλεφώνων στο Διαδίκτυο και το 4G αύξησε την ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων. Η αύξηση όμως του αριθμών των φορητών συσκευών που συνδέονται στο Διαδίκτυο, καθώς και η αυξημένη χρήση εφαρμογών οι οποίες απαιτούν την επεξεργασία μεγαλύτερου όγκου δεδομένων, είναι στοιχεία τα οποία έχουν οδηγήσει τα δίκτυα 4G να έχουν φτάσει στα όρια τους. Η τεχνολογία 5G είναι σε θέση να λύσει αυτό το πρόβλημα, καθώς στοχεύει στην αύξηση της ταχύτητας μεταφοράς δεδομένων (η οποία στα δίκτυα 5G μπορεί να φτάσει τα 10Gbps) και εστιάζει στην υποστήριξη των επικοινωνιακών συνδέσεων μεταξύ των συσκευών (Device-to-Device communication links – D2D), στις οποίες οι βασικές παράμετροι απόδοσης αφορούν μια καθυστέρηση της μετάδοσης των δεδομένων της τάξης του 1ms και διάρκεια ζωής μπαταρίας που μπορεί να φτάνει τα 10 έτη (Εικ. 12-1) (Zemen 2018).



Εικόνα 12-1: Στόχοι απόδοσης του 5G (Zemen 2018)

Σύμφωνα με τον Zemen (2018), ένα σύστημα 5G δεν μπορεί να παρέχει ταυτόχρονα όλους αυτούς τους στόχους απόδοσης σε μία ζεύξη επικοινωνίας. Στην

πραγματικότητα, το 5G παρέχει σε κάθε σύστημα ένα συνδυασμό τριών διαφορετικών τμημάτων του δικτύου, των λεγόμενων slices. Αυτά τα τρία slices μπορούν να απεικονιστούν ως ανεξάρτητες διαστάσεις (Εικ. 12-2). Με τον τρόπο αυτό, το ασύρματο δίκτυο δεν αποτελεί πλέον ένα αμιγές δίκτυο επικοινωνίας περιεχομένου αλλά μετατρέπεται και σε δίκτυο παρακολούθησης και ελέγχου. Οι διακεκομμένες γραμμές της εικόνας 12-2 δείχνουν ότι στις εφαρμογές πραγματοποιείται ένα αντιστάθμισμα μεταξύ των τριών απεικονιζόμενων κριτηρίων βελτιστοποίησης της λειτουργίας τους: ταχύτητας, χρονικής απόκρισης και αντοχής λειτουργίας (Fettweis & Alamouti 2014).



*Εικόνα 12-2: Οι τρεις διαστάσεις του 5G (Fettweis & Alamouti 2014)*

Κάθε μια από τις διαστάσεις αυτές στοχεύει σε μια πολύ διαφορετική κατηγορία περίπτωσης χρήσης. Η Διεθνής Μονάδα Τηλεπικοινωνιών (ITU) έχει ομαδοποιήσει την πληθώρα των περιπτώσεων χρήσης της τεχνολογίας 5G σε τρεις μεγάλες κατηγορίες (Marabissi και συν. 2019): (α) την ενισχυμένη ευρεία ζώνη κινητής τηλεφωνίας (enhanced Mobile BroadBand - eMBB) για ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων μέχρι τα 10Gbps, (β) την μαζική επικοινωνία τύπου μηχανής (massive Machine Type Communication - mMTC) με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας για διάρκεια ζωής μπαταρίας 10 ετών, βελτιστοποιημένη για χαμηλές ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων της τάξης των 10 bps και (γ) την εξαιρετικά αξιόπιστη επικοινωνία χαμηλής καθυστέρησης (Ultra Reliable Low Latency Communication - URLLC) παρέχοντας καθυστέρηση της τάξης του 1ms σε χαμηλά ποσοστά σφάλματος πλαισίου.

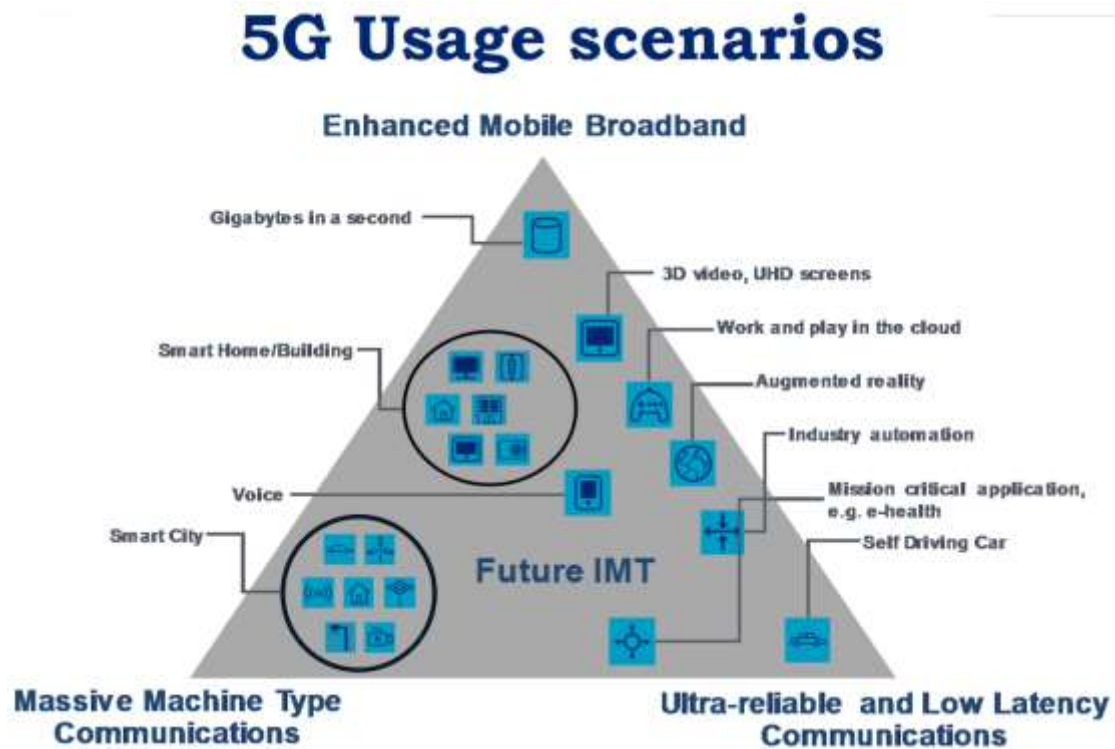


Η κινητή ευρυζωνική τεχνολογία (mobile broadband) επιτρέπει την ασύρματη σύνδεση οποιασδήποτε mobile συσκευής στο Διαδίκτυο μέσω ενός δικτύου κινητής τηλεφωνίας και χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις ασύρματης σύνδεσης με περιεχόμενο και υπηρεσίες πολυμέσων. Η στροφή προς την eMBB οφείλεται στην ολοένα και αυξανόμενη ζήτηση κινητής ευρυζωνικότητας. Η τεχνολογία 5G μπορεί να παρέχει υψηλότερο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων με χαμηλότερη καθυστέρηση, επιτρέποντας τη συνεχή σύνδεση των mobile συσκευών και μάλιστα με μεγαλύτερη περιοχή κάλυψης. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να επιτευχθεί η πλήρωση των απαιτήσεων για βελτίωση της απόδοσης και για απρόσκοπτη εμπειρία των χρηστών. Επομένως η eMBB μπορεί να καλύψει νέους τομείς εφαρμογών αλλά και τις όποιες απαιτήσεις υπάρχουν από τις σύγχρονες εφαρμογές της κινητής ευρυζωνικής τεχνολογίας. Η κατηγορία περίπτωσης χρήσης της eMBB περιλαμβάνει μια μεγάλη γκάμα χρήσεων, όπως η κάλυψη της υψηλής πυκνότητας των χρηστών και της πολύ υψηλής κυκλοφοριακής χωρητικότητας που απαιτούνται στα hotspots. Επίσης, wearable συσκευές, όπως οι οθόνες HMD, μπορούν μέσω της eMBB να χρησιμοποιηθούν σε υπηρεσίες και εφαρμογές που μπορεί να αναπτυχθούν οπουδήποτε (Marabissi και συν. 2019), (Verma & Lalwani 2019).

Η κατηγορία περίπτωσης χρήσης mMTC αποτελεί μια από τις πιο αναμενόμενες υπηρεσίες του 5G και δίνει τη δυνατότητα διασύνδεσης ενός τεράστιου αριθμού συσκευών (εκατοντάδες χιλιάδες ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο). Σε αυτή την κατηγορία περίπτωσης χρήσης, τα κύρια χαρακτηριστικά των συσκευών που χρησιμοποιούνται αφορούν τον σχετικά μικρό όγκο δεδομένων μετάδοσης, τους αυστηρούς περιορισμούς κατανάλωσης ισχύος και το χαμηλό τους κόστος. Παράδειγμα αυτής της κατηγορίας αποτελεί το Διαδίκτυο των Ιατρικών Πραγμάτων (Internet of Medical Things - IoMT), το οποίο θα προσφέρει νέες ευκαιρίες τόσο σε επιχειρήσεις όσο και σε χρήστες παγκοσμίως (Marabissi και συν. 2019).

Η κατηγορία URLLC μπορεί να εφαρμοστεί σε ασύρματες εφαρμογές όπου η αξιοπιστία, η μικρή καθυστέρηση μεταφοράς και η διαθεσιμότητα αποτελούν βασικές απαιτήσεις. Τέτοιες εφαρμογές αφορούν τις κρίσιμες επικοινωνίες των οποίων η έγκαιρη και ακριβής συμπεριφορά έχει επιπτώσεις στην ασφάλεια και στις οποίες η παρακολούθηση και ο έλεγχος πρέπει να πραγματοποιούνται σε πραγματικό χρόνο. Παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών αποτελούν ο έλεγχος των βιομηχανικών διεργασιών, τα αυτοματοποιημένα οχήματα, η δημόσια προστασία και οι εφαρμογές έκτακτης ανάγκης. Οι επικοινωνίες στον βιομηχανικό τομέα θα επωφεληθούν εξαιρετικά από την URLLC. Ο έλεγχος των υποδομών ζωτικής σημασίας και τα αυτοματοποιημένα οχήματα είναι μόνο δύο από τις υπηρεσίες και εφαρμογές που μπορούν να εξελιχθούν μέσω της τεχνολογίας 5G. Για παράδειγμα, η τεχνολογία επικοινωνίας οχήματος με οτιδήποτε (όχημα, υποδομή, κλπ), που είναι γνωστή με το γενικό όρο V2X, θα διασυνδέσει τα οχήματα, τους πεζούς, την οδική υποδομή και το cloud, επιτρέποντας τη δυνατότητα χρήσης μη επανδρωμένων οχημάτων στο οδικό δίκτυο (Marabissi και συν. 2019), (Verma & Lalwani 2019).

Στην εικόνα 12-3 παρουσιάζονται οι κατηγορίες περίπτωσης χρήσης των δικτύων 5G που αναφέρθηκαν.



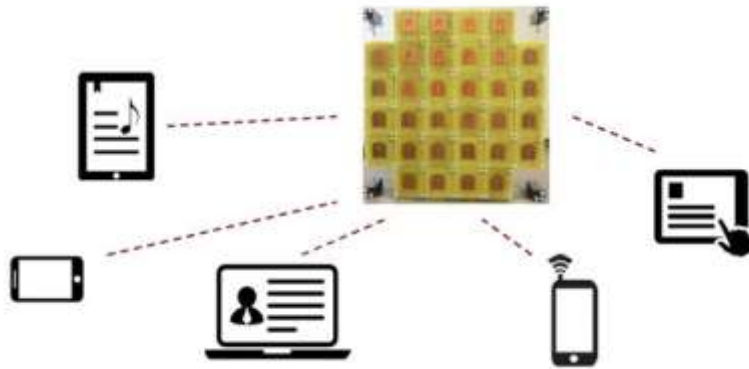
Εικόνα 12-3: Κατηγορίες και παραδείγματα χρήσης δικτύων 5G (Verma & Lalwani 2019)

Εκτός από αυτές τις τρεις κατηγορίες που καθορίζονται από την ITU, οι Verma & Lalwani (2019) αναφέρουν ότι μια ακόμα βασική κατηγορία των υπηρεσιών των δικτύων 5G που αναμένεται να ωφελήσει την διασυνδεδεμένη κοινωνία είναι η σταθερή ασύρματη πρόσβαση (Fixed Wireless Access – FWA). Οι σύγχρονες ευρυζωνικές υπηρεσίες παρέχονται σε οικίες και επιχειρήσεις μέσω ενσύρματων οπτικών συνδέσεων. Η 5G FWA μπορεί να αλλάξει ή τουλάχιστον να βελτιστοποιήσει αυτή την κατάσταση, καθώς στοχεύει στην παροχή υψηλών ευρυζωνικών ταχυτήτων από αέρος. Σε σύγκριση με την τεχνολογία της σύνδεσης σε δίκτυο οπτικών ινών FTTH αλλά και με άλλες ενσύρματες λύσεις, η FWA μπορεί να προσφέρει πολλά οφέλη σε παρόχους και καταναλωτές. Όσον αφορά τους παρόχους ασύρματων υπηρεσιών τα οφέλη αυτά αφορούν τη σημαντική μείωση του κόστους, την αύξηση της ανάπτυξης υπηρεσιών και τη μείωση των λειτουργικών εξόδων. Τα οφέλη αυτά είναι εύλογα καθώς το μεγαλύτερο μέρος του κόστους και της πολυπλοκότητας που παρατηρείται στα αναπτύγματα των συστημάτων σταθερής πρόσβασης αφορά το τελευταίο μίλι, το μέρος δηλαδή του δικτύου που καταλήγει στον πελάτη. Όσον αφορά τον καταναλωτή, τα οφέλη αυτά σχετίζονται με την ύπαρξη ευρυζωνικής σύνδεσης, που τώρα δεν υπάρχει, καθώς και την αύξηση του αριθμού των επιλογών παρόχου της περιοχής και επομένως τη βέλτιστη υπηρεσία με το όσο το δυνατόν χαμηλότερο κόστος (Verma & Lalwani 2019).

## 12.3 Τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα 5G

Όλα τα νέα χαρακτηριστικά του 5G που περιγράφηκαν στην προηγούμενη ενότητα μπορούν να επιτευχθούν μόνο μέσω θεμελιωδών αλλαγών στις τεχνολογίες του στρώματος ασύρματης μετάδοσης. Οι Andrews και συν. (2014) αναφέρουν ότι το μεγαλύτερο μέρος των χαρακτηριστικών αυτών θα επιτευχθούν μέσω του συνδυασμού τριών τεχνολογιών: (α) των μαζικών συστημάτων πολλαπλών εισόδων – πολλαπλών εξόδων (massive Multiple Input Multiple Output – massive MIMO) τα οποία χρησιμοποιούν ένα μεγάλο αριθμό κεραιών (περίπου 100) στο σταθμό βάσης για την αύξηση της αποτελεσματικής χρήσης του φάσματος, (β) της τεχνολογίας χιλιοστομετρικού κύματος (mmWAVE) (30-300GHz), η οποία χρησιμοποιείται για την αύξηση του διαθέσιμου εύρους ζώνης για ασύρματες συνδέσεις υψηλής ταχύτητας μεταφοράς δεδομένων και (γ) την εξαιρετικά μεγάλη πυκνότητα του δικτύου που μειώνει το μέγεθος των κυψελών και επιτρέπει την αύξηση της συνεργασίας μεταξύ τους. Ο συνδυασμός των συγκεκριμένων τεχνολογιών θα βοηθήσει στην αύξηση της συνολικής χωρητικότητας των συστημάτων 5G κατά 1000 φορές σε σύγκριση με τα υπάρχοντα συστήματα 4G/LTE (Andrews και συν. 2014).

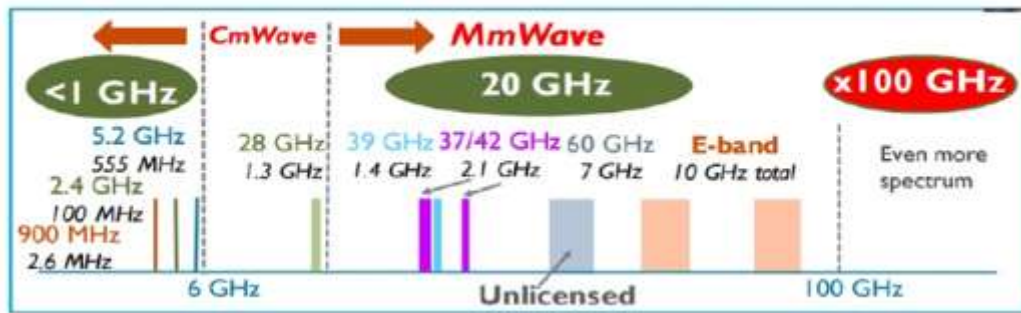
Το massive MIMO είναι μια αναδυόμενη τεχνολογία η οποία μπορεί να θεωρηθεί αναβάθμιση της υπάρχουσας τεχνολογίας MIMO. Ένα σύστημα massive MIMO χρησιμοποιεί συστοιχίες που αποτελούνται από μερικές εκατοντάδες κεραιές οι οποίες μπορούν να εξυπηρετήσουν ταυτόχρονα πολλές δεκάδες τερματικά χρηστών, χρησιμοποιώντας την τεχνική θυρίδων συχνότητας (frequency slot) (Εικ. 12-4) (Larsson και συν. 2014). Κύριος στόχος της τεχνολογίας είναι η μεγαλύτερης κλίμακας ανάδειξη όλων των πλεονεκτημάτων του MIMO. Γενικότερα, το massive MIMO είναι μια τεχνολογία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα δίκτυα 5G λόγω των επιδόσεών της, όπως η μεγάλη ενεργειακή απόδοση, η ανθεκτικότητα, η ασφάλεια και η βέλτιστη χρήση του φάσματος (Larsson & Van der Perre 2017). Μεγάλη ενεργειακή απόδοση επιτυγχάνεται χάρη στο κέρδος της συστοιχίας των κεραιών που επιτρέπει τη μείωση της ακτινοβολούμενης ισχύος. Επιπλέον, η δυνατότητα επίτευξης εξαιρετικής απόδοσης κατά τη λειτουργία με σήματα χαμηλής ακρίβειας, επιτρέπει περαιτέρω σημαντικές εξοικονομήσεις ενέργειας. Η βέλτιστη χρήση του φάσματος μπορεί να επιτευχθεί μέσω χωρικής πολυπλεξίας (spatial multiplexing) πολλών τερματικών με τους ίδιους πόρους χρόνου και συχνότητας. Η αποτελεσματική πολυπλεξία απαιτεί την ύπαρξη διαφορετικών καναλιών σε διαφορετικά τερματικά, γεγονός που έχει αποδειχθεί, θεωρητικά και πειραματικά, ότι μπορεί να υποστηρίξει πολλά και διαφορετικά περιβάλλοντα διάδοσης δεδομένων, όπως με οπτική επαφή ή μέσω πολλαπλών ανακλάσεων (Marzetta και συν. 2016).



**Εικόνα 12-4: Η τεχνολογία massive MIMO εκμεταλλεύεται τη χρήση συστοιχιών μεγάλου αριθμού κεραιών για τη χωρική πολυπλεξία πολλών τερματικών (Larsson και συν. 2014)**

Η τεχνολογία χιλιοστομετρικού κύματος (mm Wave) είναι πολλά υποσχόμενη για χρήση στα δίκτυα 5G. Χιλιοστομετρικά ονομάζονται τα κύματα των συχνοτήτων που κυμαίνονται μεταξύ των 30 και 300GHz, καθώς το μήκος κύματος του ηλεκτρομαγνητικού σήματος σε αυτές τις συχνότητες είναι της τάξης των χιλιοστών (Εικ. 12-5). Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η ραγδαία αύξηση του αριθμού των συνδρομητών κινητής τηλεφωνίας έχει δημιουργήσει την ανάγκη για μεγαλύτερο εύρος ζώνης. Επί του παρόντος, το διαθέσιμο φάσμα συχνοτήτων για χρήση των κινητών τηλεφώνων που είναι κάτω από τη ζώνη των χιλιοστομετρικών κυμάτων, έχει περιορισμένο εύρος ζώνης. Για το λόγο αυτό, οι φορείς κινητής τηλεφωνίας μπήκαν στη διαδικασία εξερεύνησης της ζώνης των χιλιοστομετρικών κυμάτων με σκοπό τη χρήση της ως φάσμα συχνοτήτων κινητής τηλεφωνίας, καθώς υποστηρίζει μεγαλύτερο εύρος ζώνης. Το μεγάλο μειονέκτημα των συχνοτήτων αυτού του μήκους κύματος είναι η υψηλότερη απώλεια διείσδυσης που παρουσιάζουν, καθώς αυτές οι συχνότητες δεν μπορούν να διεισδύσουν κτιριακούς τοίχους. Επιπλέον, οι συχνότητες αυτές παρουσιάζουν μεγάλη εξασθένηση σε άσχημες καιρικές συνθήκες όπως η έντονη βροχόπτωση. Δεδομένης της περιορισμένης διαθεσιμότητας φάσματος για εμπορικά κυψελοειδή συστήματα, οι περισσότερες έρευνες που υπάρχουν στη βιβλιογραφία έχουν επικεντρωθεί στην αύξηση της φασματικής απόδοσης χρησιμοποιώντας τεχνικές και μεθόδους όπως το OFDM, το MIMO, η αποτελεσματική κωδικοποίηση καναλιών και ο συντονισμός των παρεμβολών (interference coordination). Τα βασικά χαρακτηριστικά που διακρίνουν την επικοινωνία mmWave από άλλες τεχνολογίες που χρησιμοποιούν το φάσμα κάτω από 6GHz (sub-6GHz communications) είναι: η κατοπτρική φύση της διάδοσης, η προκύπτουσα ανάγκη για χρήση μεγάλων συστοιχιών πολλαπλών κεραιών και στα δύο άκρα της ζεύξης και η διαθεσιμότητα των καναλιών UWB (Pai 2017).

## Millimeter wave spectrum for 5G



Εικόνα 12-5: Φάσμα τεχνολογίας mmWave (Pai 2017)

Η πυκνότητα της υποδομής αποτελεί μία ακόμη βασική πτυχή των δικτύων 5G. Σκοπός της είναι η ικανοποίηση των απαιτήσεων μετάδοσης μεγάλου όγκου δεδομένων, που θα προκύψουν από την τεράστια αύξηση του αριθμού των χρηστών. Όλα δείχνουν ότι τα ετερογενή δίκτυα θα διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην επίτευξη δικτύων εξαιρετικής πυκνότητας. Η εισαγωγή των κινούμενων και των ad-hoc κοινωνικών δικτύων, έχει καταστήσει τα ετερογενή δίκτυα ακόμα πιο δυναμικά. Παρόλα αυτά, η χρήση εξαιρετικά πυκνών και δυναμικών ετερογενών δικτύων θα δημιουργήσει νέες προκλήσεις σε θέματα που αφορούν τις παρεμβολές, την κινητικότητα και το backhaul. Για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, ο σχεδιασμός νέων λειτουργιών του στρώματος του δικτύου (network layer) θα μπορούσε να αποτελέσει λύση μεγιστοποιώντας την απόδοση του υπάρχοντος φυσικού στρώματος (Ihalainen και συν. 2013).

## 12.4 Εφαρμογές του 5G στην εφοδιαστική αλυσίδα

Σύμφωνα με τους Verma & Lalwani (2019), οι κατηγορίες των περιπτώσεων χρήσης της τεχνολογίας 5G που περιγράφηκαν σε προηγούμενη ενότητα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πλήθος εφαρμογών που θα μπορούσαν να έχουν θετική επίδραση στη βιομηχανία των εφοδιαστικών αλυσίδων. Περιπτώσεις τέτοιων εφαρμογών αφορούν τη χρήση της τεχνολογίας του 5G στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, αλλά και σε τμήματά της, όπως οι μεταφορές, τα logistics, η παραγωγή και το λιανικό εμπόριο.

Μια από τις σημαντικότερες διαδικασίες που πραγματοποιούνται στα πλαίσια των εφοδιαστικών αλυσίδων είναι η παρακολούθηση της μεταφοράς και παράδοσης των προϊόντων. Στις περισσότερες των περιπτώσεων των σύγχρονων εφοδιαστικών αλυσίδων η παρακολούθηση των προϊόντων γίνεται με χρήση της τεχνολογίας RFID. Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, παρά τα όποια οφέλη της, η τεχνολογία RFID παρουσιάζει ζητήματα ασφάλειας και περιορισμού της περιοχής ανάγνωσης των RFID tags. Τα ζητήματα αυτά μπορεί να δημιουργήσουν περαιτέρω ζητήματα αξιοπιστίας της επιχείρησης σε περίπτωση που τα εμπορεύματα καταστραφούν, χαθούν, κλαπούν, κ.ο.κ. Τεχνολογίες όπως το IoT, μπορεί να λύσουν τέτοια προβλήματα και να ενισχύσουν την παρακολούθηση των προϊόντων σε πραγματικό

χρόνο. Κάτι τέτοιο, όπως έχει αναφερθεί μπορεί να πραγματοποιηθεί με την εγκατάσταση αισθητήρων στο εσωτερικό ή το εξωτερικό μέρος της συσκευασίας των εμπορευμάτων. Παρόλα αυτά, η σωστή λειτουργία των αισθητήρων αυτών και η παροχή των κατάλληλων πληροφοριών σχετικά με τις εκάστοτε συνθήκες των εμπορευμάτων απαιτεί την συνεχή και όσο το δυνατόν χαμηλότερου κόστους σύνδεση με το Διαδίκτυο. Το κενό αυτό μπορεί κάλλιστα να καλυφθεί από την τεχνολογία 5G, όπως περιγράφηκε στην mMTC κατηγορία περίπτωσης χρήσης της. Με τον τρόπο αυτό, η τεχνολογία 5G μπορεί να ενισχύσει τη διαχείριση των εφοδιαστικών αλυσίδων, αυξάνοντας παράλληλα την παραγωγικότητα, εξορθολογώντας τις πολύπλοκες διαδικασίες των logistics, μειώνοντας το κόστος και αυξάνοντας τα κέρδη. Με τον τρόπο αυτό, τελικά, το 5G μπορεί να επιδράσει θετικά στις εφοδιαστικές αλυσίδες, βελτιώνοντας σημαντικά την αξία στον καταναλωτή και πετυχαίνοντας ένα βιώσιμο επιχειρηματικό πλεονέκτημα ανταγωνισμού (Li, Da Xu & Zhao 2018).

Τα φορτηγά και τα οχήματα μεταφορών είναι οι σπουδαιότεροι μηχανισμοί μεταφορών στο πλαίσιο των εφοδιαστικών αλυσίδων. Παρόλα αυτά υπάρχουν μερικές προκλήσεις στον τομέα των μεταφορών που μπορεί να οδηγήσουν σε καθυστέρηση των αποστολών, σε απώλεια των μεταφερόμενων εμπορευμάτων ή σε αύξηση του κόστους μεταφοράς. Λύση στις προκλήσεις αυτές μπορεί να αποτελέσει η χρήση αυτόνομων ή αυτό-οδηγούμενων οχημάτων, τα οποία είναι εξοπλισμένα με συσκευές GPS για πλοήγηση, αισθητήρες radar που χρησιμοποιούνται για την αποφυγή συγκρούσεων και κάμερες ορατότητας. Αν και τα συστήματα αυτά είναι βασικά για τη λειτουργία των εν λόγω οχημάτων, η χρήση τους μπορεί να έχει περιορισμούς, όπως, για παράδειγμα, να απαιτείται λειτουργία οπτικής επαφής. Οι υψηλές ταχύτητες μεταφοράς των πληροφοριών σε συνδυασμό με τις δυνατότητες URLLC του 5G, μπορούν να παρέχουν στο όχημα οδηγική ικανότητα 360° χωρίς την απαίτηση λειτουργίας οπτικής επαφής. Παράλληλα, δίνεται στο όχημα να μεταφέρει σε άλλα οχήματα ή/και στην υποδομή του οδικού δικτύου πληροφορίες σχετικές με την κατάσταση της κυκλοφοριακής ροής των οχημάτων, την κατάσταση του οδοστρώματος και πολλές άλλες πληροφορίες. Οι δυνατότητες της τεχνολογίας 5G δίνει τη δυνατότητα στα οχήματα να λαμβάνουν πληροφορίες σχετικά με το προορισμό τους αλλά και με το δρόμο που διανύουν μέσω τοπικών αναβαθμίσεων σε πραγματικό χρόνο, που αφορούν, για παράδειγμα, τρισδιάστατο χάρτη της περιοχής που διανύουν ή την κατάσταση των καιρικών συνθηκών που πρόκειται να αντιμετωπίσουν στην πορεία. Με τον τρόπο αυτό, η τεχνολογία 5G μπορεί να ξεπεράσει τα όποια προβλήματα καθυστέρησης των αποστολών, απώλειας των μεταφερόμενων εμπορευμάτων ή αύξησης του κόστους μεταφοράς (Verma & Lalwani 2019).

Για το τμήμα παραγωγής, η παρακολούθηση των εξαρτημάτων και των πρώτων υλών που προορίζονται για την κατασκευή του τελικού προϊόντος είναι εξαιρετικά πολύτιμη. Ενώ πολλές κατασκευαστικές εταιρείες βασίζονται στη σάρωση του barcode για την παρακολούθηση των προς επεξεργασία κομματιών, αυτή η μέθοδος δεν πρόκειται να λειτουργήσει σωστά στη περίπτωση που κάποιο κομμάτι χαθεί. Η τεχνολογία 5G θα μπορούσε να οδηγήσει στην αύξηση της υιοθέτησης της τεχνολογίας AR στην παραγωγική διαδικασία, καθώς τα δίκτυα 5G προσφέρουν το κατάλληλο

εύρος ζώνης και τη μικρή καθυστέρηση που απαιτούνται για την αποφυγή του χαμένου χρόνου εντοπισμού του χαμένου κομματιού. Η τεχνολογία AR μπορεί στην προκειμένη περίπτωση να χρησιμοποιηθεί για την εικονική παρουσίαση της σειράς τοποθέτησης των κομματιών και την άμεση επιδιόρθωση του προβλήματος, στην περίπτωση που κάποιο κομμάτι βρίσκεται σε λάθος χώρο. Με άλλα λόγια, στον τομέα των κατασκευών, η τεχνολογία 5G μπορεί να ενισχύσει την ευλυγισία και την αποδοτικότητα, ελαχιστοποιώντας τα σφάλματα και αυξάνοντας την ασφάλεια της παραγωγικής διαδικασίας, αξιοποιώντας τεχνολογίες όπως η AR στην υποστήριξη των διαδικασιών συντήρησης, κατασκευής και επισκευής (Lema και συν. 2017).

Η δημοτικότητα των mobile αγορών έχει αυξηθεί κατακόρυφα τα τελευταία χρόνια. Από τη στιγμή που αυτή η μετάβαση στις mobile αγορές οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην τεχνολογία 4G/LTE, η εφαρμογή μιας τεχνολογίας 10 φορές ταχύτερης αναμένεται να επηρεάσει ακόμη περισσότερο την εμπειρία των καταναλωτών. Το 5G θα μπορούσε να εξελίξει τη χρήση των VR showrooms και να ενισχύσει την εμπειρία της τεχνολογίας AR στα καταστήματα. Η μικρή καθυστέρηση που παρουσιάζει το 5G επιτρέπει τη χρήση των εφαρμογών AR και VR χωρίς το φόβο εμφάνισης ναυτίας που μπορεί να παρουσιαστεί κατά τη χρήση αυτών των τεχνολογιών σήμερα.

## **12.5 Επίδραση του 5G σε άλλες τεχνολογίες**

Όπως αναφέρθηκε στην αρχή του κεφαλαίου, το 5G είναι μια τεχνολογία που μπορεί να έχει έμμεση θετική επίδραση σε άλλες τεχνολογίες που ήδη διαδραματίζουν ή πρόκειται να διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο στο ψηφιακό μετασχηματισμό των εφοδιαστικών αλυσίδων. Τέτοιες τεχνολογίες μπορεί να είναι τα Big Data, οι AV και VR, οι AI και ML και φυσικά το IoT.

Τα ασύρματα δίκτυα 5G μπορούν να διαδραματίσουν πολύ σημαντικό ρόλο στην αλυσίδα επεξεργασίας των Big Data, λόγω των εκτεταμένων περιοχών κάλυψης του 5G καθώς και λόγω των αυξημένων υπολογιστικών δυνατοτήτων και των δυνατοτήτων αποθήκευσης των δικτύων 5G. Για παράδειγμα, ο μεγάλος όγκος δεδομένων που θα συλλέγεται από τις συσκευές IoT και από τις mobile συσκευές, μπορεί να αποθηκευτεί και να επεξεργαστεί τοπικά μέσω των διαδικασιών συμπίεσης και συνάθροισης. Τα δεδομένα αυτά μπορεί να προέρχονται από εφαρμογές παρακολούθησης και να εμπεριέχουν ιδιαίτερα κρίσιμες και χρονικά ευαίσθητες πληροφορίες. Το 5G, στην περίπτωση αυτή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέσο μεταφοράς των εν λόγω δεδομένων προς τα κέντρα δεδομένων. Ως εκ τούτου, τα ασύρματα δίκτυα 5G μπορούν να λειτουργήσουν ως γέφυρα μεταξύ των πηγών και των κέντρων δεδομένων. Για καλύτερη υποστήριξη των Big Data, κατά το σχεδιασμό και την λειτουργία του δικτύου 5G, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα χαρακτηριστικά τους. Ο μεγάλος όγκος των δεδομένων απαιτεί σημαντική αύξηση της χωρητικότητας του δικτύου. Η κάλυψη της ταχύτητας μεταφοράς και της μεγάλης ποικιλίας των δεδομένων, μπορεί να ικανοποιηθεί μέσω της ενσωμάτωσης κατάλληλων πόρων στο δίκτυο 5G, που να είναι σε θέση να ικανοποιήσουν τις ποικίλες απαιτήσεις υπηρεσιών όσον αφορά την καθυστέρηση, την ασφάλεια και την αξιοπιστία. Επίσης, το χαρακτηριστικό του



τεμαχισμού του δικτύου (slicing) μπορεί να υποστηρίξει τις απαιτήσεις των διαφόρων τύπων δεδομένων των Big Data. Για παράδειγμα, το 5G μπορεί να δημιουργήσει slices μικρής καθυστέρησης, υψηλής ταχύτητας μεταφοράς και μεγάλης χωρητικότητας για ιδιαίτερα κρίσιμα και χρονικά ευαίσθητα δεδομένα, ενώ για τα δεδομένα που περιέχουν άλλου είδους πληροφορίες μπορεί να δημιουργήσει slices χωρίς ειδικές συνθήκες μετάδοσης (Zhang και συν. 2018).

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, η μηχανική μάθηση (ML) είναι μια προσέγγιση δημιουργίας τεχνητής νοημοσύνης (AI) και διερευνά τη μελέτη και τη δημιουργία αλγορίθμων που μπορούν να μαθαίνουν από τα δεδομένα και να κάνουν προβλέψεις σχετικά με αυτά. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να δημιουργούνται από πλήθος mobile πηγών. Οι τεχνολογίες ασύρματης μετάδοσης είναι οι μόνες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μετάδοση των δεδομένων προς τα κέντρα δεδομένων, ώστε να επεξεργαστούν από τις τεχνολογίες AI και ML. Η χρήση της τεχνολογίας 5G και των μοναδικών χαρακτηριστικών της μπορούν να ενισχύσουν τη χρήση των τεχνολογιών AI και ML και σε άλλους τομείς. Για παράδειγμα, η ML χρησιμοποιείται ως τεχνική επίλυσης του προβλήματος δρομολόγησης οχημάτων (Vehicle Routing Problem – VRP), το οποίο είναι ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα διανομής της εφοδιαστικής αλυσίδας. Για την επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος πρέπει να υπολογισθούν οι βέλτιστες διαδρομές διανομής των προϊόντων που πρέπει να εκτελεσθούν από ένα σύνολο οχημάτων, έτσι ώστε να ικανοποιηθεί η ζήτηση των πελατών. Σκοπός της επίλυσης του VRP είναι η ελαχιστοποίηση του κόστους μεταφοράς των προϊόντων ενός στόλου οχημάτων, που ξεκινούν και καταλήγουν σε μία αποθήκη. Για το σκοπό αυτό μπορούν να αναπτυχθούν πλατφόρμες οχημάτων οι οποίες θα βασίζονται στην τεχνική ML με ορατότητα πραγματικού χρόνου και θα χρησιμοποιούν την τεχνολογία 5G για παρακολούθηση και για λήψη δεδομένων, τα οποία θα μπορούν να ενισχύσουν την τεχνική ML στην διαδικασία μάθησης και στην παροχή βέλτιστων διαδρομών επιλύοντας το πρόβλημα VRP (Verma & Lalwani 2019).

Σε προηγούμενο κεφάλαιο παρουσιάστηκαν οι δυνατότητες των τεχνολογιών AR και VR καθώς και ο τρόπος με τον οποίο αυτές μπορούν να επιδράσουν στον ψηφιακό μετασχηματισμό των εφοδιαστικών αλυσίδων. Παρόλα αυτά, οι δυνατότητες των δύο τεχνολογιών δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν πλήρως, λόγω των περιορισμών των υφιστάμενων mobile τεχνολογιών. Το 5G είναι η τεχνολογία που μέσω της μικρότερης καθυστέρησης, του μεγαλύτερου εύρους ζώνης και των υψηλότερων ταχυτήτων μεταφοράς δεδομένων, μπορεί να άρει αυτούς τους περιορισμούς. Για παράδειγμα, οι οδηγοί των οχημάτων μεταφορών συνήθως χάνουν αρκετό χρόνο για την ανεύρεση του σωστού προς παράδοση πακέτου. Στην περίπτωση αυτή η χρήση γυαλιών AR θα μπορούσε να βοηθήσει στον εντοπισμό, στην αναγνώριση και στη σήμανση των πακέτων, όπως επίσης και στη χρονική σειρά με την οποία πρέπει αυτά να παραδοθούν. Η δυνατότητα σύνδεσης των γυαλιών AR σε ένα δίκτυο 5G θα μπορούσε να βελτιώσει τη λήψη όλων των απαραίτητων πληροφοριών για τα προς παράδοση πακέτα (Driscoll, Farhoud & Nowling 2017).



Το 5G παρέχει δυνατότητες που μπορούν να ικανοποιήσουν όλες τις απαιτήσεις του ΙοΤ, ωστόσο, υπάρχουν κάποιες προκλήσεις και ζητήματα τα οποία θα πρέπει ακόμα να λυθούν, ώστε ο συνδυασμός των δύο τεχνολογιών να παρέχει τη βέλτιστη επίδραση σε όλους τους τομείς στους οποίους θα εφαρμοστεί. Οι προκλήσεις αυτές αφορούν το κομμάτι του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, όπως η επεκτασιμότητα και η διαχείριση του δικτύου, η διαλειτουργικότητα και η ετερογένεια, η αξιοπιστία στην επικοινωνία μεταξύ των συσκευών, καθώς και η ασφάλεια και η προστασία της ιδιωτικότητας. Η επίλυση όλων αυτών των θεμάτων μπορεί να επιτευχθεί καθώς και οι δύο τεχνολογίες βρίσκονται ακόμα στο στάδιο του σχεδιασμού και της έρευνας (Li, Da Xu & Zhao 2018).

## Συμπεράσματα

---

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι ο προσδιορισμός της συνολικής κατάστασης της ψηφιοποίησης των εφοδιαστικών αλυσίδων των επιχειρήσεων, ο τρόπος διαχείρισης του ψηφιακού μετασχηματισμού, η παρουσίαση των ψηφιακών τεχνολογιών που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε αυτόν τον μετασχηματισμό και η ανάλυση των ωφελειών και των προκλήσεων των τεχνολογιών αυτών. Στα πλαίσια αυτά παρουσιάστηκαν σχεδόν όλες οι δυνατότητες αυτών των ψηφιακών τεχνολογιών, όπως επίσης και η διαδικασία αξιοποίησης τους στις εφοδιαστικές αλυσίδες των επιχειρήσεων, καθώς η υιοθέτηση τους βρίσκεται σε εξέλιξη στις περισσότερες περιπτώσεις. Ωστόσο, οι διαδικασίες ένταξης των τεχνολογιών αυτών δεν είναι ακόμα τελειοποιημένες λόγω της συνεχούς βελτίωσης των τεχνολογιών και τη συνεχή μεταβολή των αναγκών των εταιρειών. Επιπλέον, η εφαρμογή όλων αυτών των νέων μεθόδων και λύσεων απαιτεί καλή γνώση της διαχείρισης των επιχειρηματικών αλλαγών αλλά και τεχνογνωσία. Το συμπέρασμα που προέκυψε από την έρευνα της βιβλιογραφίας πάνω σε μελέτες και άρθρα που αφορούν τον ψηφιακό μετασχηματισμό των εφοδιαστικών αλυσίδων και των νέων αναδυόμενων ψηφιακών τεχνολογιών που εμπλέκονται, αντικατοπτρίζει τις έρευνες πολλών εταιρειών πάνω στην κατάσταση που επικρατεί σήμερα στις πραγματικές αγορές. Η βιβλιογραφική επισκόπηση που παρουσιάστηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας ανέδειξε επίσης διάφορες μεθόδους αξιοποίησης όλων των τεχνολογιών, οι οποίες όμως δεν αξιοποιούνται πλήρως από τις εταιρείες.

Η παρούσα εργασία μπορεί να βοηθήσει κάθε εταιρεία ή αναγνώστη που αναζητά τρόπους βελτίωσης της διαχείρισης των εφοδιαστικών αλυσίδων με τη βοήθεια ψηφιακών τεχνολογιών, καθώς περιέχει γενικές πληροφορίες σχετικά με τον ψηφιακό μετασχηματισμό των εφοδιαστικών αλυσίδων, τρόπους διαχείρισης αυτού του μετασχηματισμού, τα οφέλη, τις προκλήσεις και πιθανές μελλοντικές τάσεις μιας μεγάλης γκάμας ψηφιακών τεχνολογιών. Με άλλα λόγια, η παρούσα εργασία μπορεί να δώσει στον αναγνώστη τη σύγχρονη τάση και μια βασική κατανόηση του ψηφιακού μετασχηματισμού των εφοδιαστικών αλυσίδων. Η εργασία απευθύνεται προς όλους όσους ενδιαφέρονται για το συγκεκριμένο θέμα.

Βάσει των όσων αναφέρονται στις σελίδες της παρούσας εργασίας, οι εταιρείες θα πρέπει να επενδύσουν στις συγκεκριμένες ψηφιακές λύσεις, καθώς τα οφέλη που προκύπτουν από την υιοθέτησή τους στις εφοδιαστικές αλυσίδες είναι σημαντικά και σαφή. Φυσικά, κάτι τέτοιο απαιτεί την επένδυση ενός σεβαστού ποσού, αλλά ακόμα και οι μικρές εταιρείες μπορούν να δοκιμάσουν την εφαρμογή ψηφιακών λύσεων σε μικρότερη κλίμακα με πολύ μικρότερο κόστος. Για δικό τους όφελος, οι εταιρείες θα ήταν καλό να στραφούν προς την εξεύρεση λύσεων για τη διαχείριση των αλλαγών που πρέπει να γίνουν, δεδομένου ότι ο ψηφιακός μετασχηματισμός τους θα φέρει πολλές αλλαγές στον τρόπο λειτουργίας τους, ανεξάρτητα από τις όποιες αντιρρήσεις μπορεί να υπάρξουν από μεριάς εργαζομένων. Εάν είναι επιθυμητή η χρήση των νέων αυτών τεχνολογιών από τους εργαζόμενους, η εκάστοτε διοίκηση των εταιρειών θα πρέπει να

μπει στη διαδικασία να τους πείσει για τα οφέλη και τα πλεονεκτήματα που μπορούν να τους προσφέρουν οι τεχνολογίες. Όπως φάνηκε άλλωστε και από τα όσα γράφηκαν στις σελίδες της παρούσας εργασίας, οι ψηφιακές τεχνολογίες που παρουσιάστηκαν έχουν πολύ περισσότερες δυνατότητες από όσες μπορεί να χρησιμοποιούν οι επιχειρήσεις σήμερα.

Η συγγραφή της εργασίας απαιτήσε ιδιαίτερη προσπάθεια, δεδομένου ότι οι περισσότερες από τις τεχνολογίες που παρουσιάστηκαν είναι νέες και αναδυόμενες, γεγονός που σημαίνει ότι βρίσκονται ακόμα στο στάδιο της εξέλιξής τους και επομένως δεν έχουν μελετηθεί ακόμη στο έπακρο ή δεν έχουν χρησιμοποιηθεί ακόμη σε μεγάλο βαθμό. Λόγω της καινοτομίας που παρουσιάζουν, ήταν δύσκολο να βρεθούν πραγματικές περιπτώσεις χρήσης και επομένως τα όσα αναφέρθηκαν αφορούν, ως επί το πλείστον, καθαρά θεωρητική χρήση. Επομένως, το μόνο σίγουρο είναι ότι η παρούσα εργασία δεν ασχολήθηκε με τις συγκεκριμένες τεχνολογίες εις βάθος. Σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία, οι περισσότερες από τις τεχνολογίες που παρουσιάστηκαν περιέχουν άλλες τεχνολογίες ή παραλλαγές που μπορούν να προσφέρουν διαφορετικές λύσεις. Λόγω της μεγάλης έκτασης που θα έπαιρνε η εργασία, προτιμήθηκε η παρουσίασή τους σε ένα πιο γενικευμένο επίπεδο.

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει το συμπέρασμα, ότι η παρούσα εργασία παρουσιάζει ελλείψεις όσον αφορά τις μελλοντικές τάσεις του θέματος. Μια πρώτη πρόταση θα ήταν η πραγματοποίηση μιας παρόμοιας μελέτης με τη μορφή διαχρονικών ερευνών, λόγω της συνεχούς εξέλιξης των τεχνολογιών και την ταχύτερη εξέλιξη του ψηφιακού μετασχηματισμού των εφοδιαστικών αλυσίδων. Τα αποτελέσματα μιας τέτοιας μελέτης θα μπορούσαν να είναι διαφορετικά μετά από λίγα χρόνια. Ένα άλλο θέμα θα μπορούσε να είναι η μελέτη μόνο μίας ή δύο τεχνολογιών σε ένα πολύ πιο λεπτομερές επίπεδο με σκοπό την εύρεση εφαρμόσιμων λύσεων σε πραγματικές επιχειρήσεις. Επίσης, μια μελλοντική μελέτη θα μπορούσε να γίνει σχετικά με την υιοθέτηση των τεχνολογιών του 5G και του IoT από τις εφοδιαστικές αλυσίδες, καθώς οι τεχνολογίες αυτές βρίσκονται ακόμα σε στάδιο σχεδιασμού και θεωρούνται ότι είναι οι τεχνολογίες του μέλλοντος.

# Βιβλιογραφία

---

- Abeyratne, S. A. & Monfared, R. P. (2016). *Blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger*. International Journal of Research in Engineering and Technology, Vol. 05, Issue 09, pp: 1-10.
- Acungil, S. E. (2019). *Blockchain Enhanced Supply Chain*. Department of Industrial Engineering, Faculty of Management, Istanbul Technical University.
- Ahonen, A. (2018). *Augmented reality in marine engine field service-case*. Master's Thesis, Aalto University School of Business, Information and Service Management.
- Aivazidou, E., Antoniou, A., Arvanitopoulos, K., & Toka, A. (2012). *Using cloud computing in supply chain management: Third-party logistics on the cloud*. 2nd International Conference on Supply Chains (ICSC), Katerini, Greece.
- Akinrolabu, O., New, S., & Martin, A. (2017). *Cyber supply chain risks in cloud computing—bridging the risk assessment gap*. Open Journal of Cloud Computing, 5(1).
- Akpakwu, G. A., Silva, B. J., Hancke, G. P., & Abu-Mahfouz, A. M. (2018). *A survey on 5G networks for the Internet of Things: Communication technologies and challenges*. IEEE Access, 6, 3619-3647.
- Alicke, K., Rexhause, D., & Seyfert, A. (2017). *Supply chain 4.0 in consumer goods*. [online] McKinsey & Company Διαθέσιμο: <https://www.mckinsey.com/industries/consumer-packaged-goods/our-insights/supply-chain-4-0-in-consumer-goods> (Πρόσβαση στις 13 ΦΕΒ 2019)
- Alwadan, T. & Falah, T. (2018). *Cloud Computing and Multi-Agent System: Monitoring and Services*. Journal of Theoretical & Applied Information Technology, Vol. 96, No 9, pp: 2435-2444
- Amla, M. (2017). *Digital Transformation in HR*. International Journal of Interdisciplinary and Multidisciplinary Studies (IJIMS), Vol. 4, No.3, pp: 536-544.
- Anderson, E. G., & Parker, G. G. (2013). *Integration of global knowledge networks*. Production and Operations Management, 22(6), 1446–1463.
- Andrews, J. G., Buzzi, S., Choi, W., Hanly, S. V., Lozano, A., Soong, A. C., & Zhang, J. C. (2014). *What will 5G be?*. IEEE Journal on selected areas in communications, 32(6), 1065-1082.
- Antonopoulos, N., & Gillam, L. (2017). *Cloud Computing: Principles, Systems and Applications*. London: Springer.

- Aral, S., Dellarocas, C., & Godes, D. (2013). *Introduction to the Special Issue —Social Media and Business Transformation: A Framework for Research*. Information Systems Research, 24(1), 3–13.
- Arnish, Shah (2016). *Fulfill Multi-Channel Orders with Fulfillment by Amazon*. [online] eSellerHub Διαθέσιμο: <https://www.esellerhub.com/blog/fulfill-multiple-marketplaces-orders-fulfillment-amazon/> (Πρόσβαση στις 03 ΜΑΡ 2019)
- Arsovski, Z. & Ranković, V. (2011). *Mobile supply chain management—key technologies and applications*. 5th International Quality Conference, Center for Quality, Faculty of Mechanical Engineering, University of Kragujevac, pp: 431-438.
- Asadi, Amir Reza & Hemadi, Reza. (2018). *Design of an AR/VR platform for e-Commerce*. Information Communication Technology and Doing Business (ICDT), National Conference 2018
- Aviles, M. E. (2015). *The impact of cloud computing in supply chain collaborative relationships, collaborative advantage and relational outcomes*. Electronic Theses and Dissertations 1244, Georgia Southern University.
- Ba, S., & Nault, B. (2017). *Emergent Themes in the interface between economics of information systems and management of technology*. Production and Operations Management, 26(4), 652-666.
- Baily, P. (2005). *Purchasing principles and management*. Essex, Pearson Education Limited.
- Banaee, H., Ahmed, M., & Loutfi, A. (2013). Data mining for wearable sensors in health monitoring systems: a review of recent trends and challenges. Sensors, 13(12), 17472-17500.
- Basu, R., & Wright, J. N. (2016). *Managing Global Supply Chains*. Routledge.
- Bechtold, J. & Lauenstein, C. (2014). *Digitizing Manufacturing: Ready, Set, Go! - Manufacturing at the verge of a new industrial era*. [online] Capgemini Consulting Διαθέσιμο: [https://www.capgemini.com/consulting-de/wp-content/uploads/sites/32/2017/08/digitizing-manufacturing\\_0.pdf](https://www.capgemini.com/consulting-de/wp-content/uploads/sites/32/2017/08/digitizing-manufacturing_0.pdf) (Πρόσβαση στις 03 ΜΑΡ 2019)
- Belalem, G., Bouamama, S. & Sekhri, L. (2011). *An effective economic management of resources in cloud computing*. Journal of Computers, Vol. 6, No 3, pp: 404-411.
- Bell, D., Gallino, S., & Moreno, A. (2015). *Showrooms and Information Provision in Omni-channel Retail*. Production and Operations Management, 24, 360–362.
- Ben-Daya, M., Hassini, E., & Bahroun, Z. (2017). *Internet of things and supply chain management: a literature review*. International Journal of Production Research, 1-24.

- Berkha, J. & Rachna, D. (2015). *Implementation of Cloud Computing In Supply Chain Management*. International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET) Vol. 3, Issue 7, pp: 11-15.
- Bilal, M. (2017). *A review of internet of things architecture, technologies and analysis smartphone-based attacks against 3D printers*. arXiv preprint arXiv:1708.04560.
- Billinghurst, M., Clark, A., & Lee, G. (2015). *A survey of augmented reality*. Foundations and Trends® in Human–Computer Interaction, 8(2-3), 73-272.
- Bloss, R. (2017). *Multi-technology sensors are being developed for medical, manufacturing, personal health and other applications not previously possible with historic single-technology sensors*. Sensor Review, 37(4), 385-389.
- Borges, L.M., Rente, A., Velez, F.J., Salvado, L.R., Lebres, A.S., Oliveira, J.M., Araújo, P., Ferro, J. (2008). *Overview of progress in smart-clothing project for health monitoring and sport applications*. In Proceedings of the 1st International Symposium on Applied Sciences in Biomedical and Communication Technologies, (ISABEL 2008), Aalborg, Denmark.
- Boschi, A. A., Borin, R., Raimundo, J. C. & Batocchio, A. (2018). *An exploration of blockchain technology in supply chain management*. 22nd Cambridge International Manufacturing Symposium University of Cambridge.
- Bouzayani, W. & Dhiaf, M. M. (2013). *Real time supply chain management: Co-modeling of totally supply chain solution*. 2013 IEEE International Conference on Advanced Logistics and Transport, Vol. 1, No 1, pp: 545-549.
- Brender, N. & Markov, I. (2013). *Risk perception and risk management in cloud computing: Results from a case study of Swiss companies*. International Journal of Information Management, Vol. 33, No 5, pp: 726-733.
- Brous, P. & Janssen, M. (2015). *Effects of the Internet of Things (IoT): A Systematic Review of the benefits and risks*. The 2015 International Conference on Electronic Business, Taipei, December 6-10, 2015.
- Brown, B. (2018). *IDC and Gartner Agree: Smartwatches Drive Wearable Growth*. [online] Desktop Wings, Inc. Διαθέσιμο: <https://healthtechinsider.com/2018/12/05/idc-and-gartner-agree-smartwatches-drive-wearable-growth/> (Πρόσβαση στις 04 ΑΠΡ 2019)
- Bughin, J., Catlin, T., Hirt, M., & Willmott, P. (2018). *Why digital strategies fail*. McKinsey Quarterly, January, 2.
- Bughin, J., Hayan, E., Ramaswamy, S., Chui, M., Allas, T., Dahlstrom, P., ... & Trench, M. (2017). *How artificial intelligence can deliver real value to companies*. [Online] McKinsey Διαθέσιμο: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-analytics/our-insights/how-artificial-intelligence-can-deliver-real-value-to-companies> (Πρόσβαση στις 18 ΜΑΡ 2019)

- Car, T., Pilepić, L. & Šimunić, M. (2014). *Mobile technologies and supply chain management-lessons for the hospitality industry*. Tourism and hospitality management, Vol. 20, No 2, pp: 207-219.
- Cascio, W. F., & Montealegre, R. (2016). *How technology is changing work and organizations*. Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior, 3, 349-375.
- Catalini, C. (2017). *Microgeography and the direction of inventive activity*. Management Science, 64(9), 4348-4364.
- Catic, S. B. A. (2018). *Perceptions on the influence of wearable devices on life and work satisfaction*. Master Thesis submitted in fulfilment of the Degree Master of Science in Management, Modul Private University, Vienna.
- Chae, B., Olson, D. & Sheu, C. (2014). *The impact of supply chain analytics on operational performance: a resource-based view*. International Journal of Production Research, Vol. 52, No 16, pp: 4695-4710.
- Chambers, L. D. (2001). *The practical handbook of genetic algorithms: Applications*. Chapman and Hall/CRC.
- Chan, M., EstèVe, D., Fourniols, J. Y., Escriba, C., & Campo, E. (2012). Smart wearable systems: Current status and future challenges. Artificial intelligence in medicine, 56(3), 137-156.
- Chen, H., Chiang, R. H. & Storey, V. C. (2012). *Business intelligence and analytics: From big data to big impact*. MIS quarterly, Vol. 36, No 4, pp: 1165-1188.
- Choi, B., Hwang, S., & Lee, S. (2017). *What drives construction workers' acceptance of wearable technologies in the workplace?: Indoor localization and wearable health devices for occupational safety and health*. Automation in Construction, 84, 31-41.
- Chong, T. (2014). *Futuristic Firefighter Suit Has Sensors, Heads-up Display*. Available FTP: <https://spectrum.ieee.org/consumer-electronics/portable-devices/futuristic-firefighter-suit-has-sensors-headup-display> (Πρόσβαση στις 05 ΑΠΡ 2019)
- Chopra, S., & Meindl, P. (2016). *Supply chain management: Strategy, planning, and operation*. Pearson.
- Christopher, M. (2016). *Logistics & supply chain management*. FT Press.
- Chui, M., Ganesan, V., & Patel, M. (2017). *Taking the pulse of enterprise IoT*. McKinsey & Com.
- Chui, M., Kamalnath, V. & McCarthy, B. (2018). *An executive's guide to AI*. [online] McKinsey & Company Διαθέσιμο: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Analytics/Our%20Insights/An%20executives%20guide%20to%20AI/An-executives-guide-to-AI.ashx> (Πρόσβαση στις 16 ΜΑΡ 2019)



- Cisco (2019). *Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2017–2022 White Paper*. [online] Διαθέσιμο: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white-paper-c11-738429.html> (Πρόσβαση στις 08 ΜΑΡ 2019)
- Copeland, B. (2018). *Artificial Intelligence*. [online] Encyclopaedia Britannica Διαθέσιμο: <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence/Expert-systems> (Πρόσβαση στις 16 ΜΑΡ 2019)
- Corominas, A., Mateo, M., Ribas, I., & Rubio, S. (2015). *Methodological elements of supply chain design*. *International journal of production research*, 53(16), 5017-5030.
- Dalewska, I. P. (2014). *The Use of Cloud Computing in Supply Chain Management* (Doctoral dissertation, Vysoká škola ekonomická v Praze).
- Dayal, S. (2018). *Before Plunging your Supply Chain into Immersion, be aware of the Perils*. [online] Tata Consultancy Services Limited Διαθέσιμο: <https://sites.tcs.com/bts/consulting-plunging-supply-chain-blog/> (Πρόσβαση στις 25 ΜΑΡ 2019)
- Davenport, T. H., & Patil, D. J. (2012). *Data scientist: The Sexiest Job of the 21st Century*. *Harvard business review*, 90(5), 70-76.
- Delabrida, S.E., Dangelo, T., Oliveira, R.A.R., Loureiro, A.A.F. (2015). *Towards a wearable device for monitoring ecological environments*. In *Proceedings of the 2015 Brazilian Symposium on Computing Systems Engineering (SBESC 2015)*, Foz do Iguacu, Brazil, 3–6 November 2015; pp. 148–153.
- Devarajan, Y. (2018). *A Study of Robotic Process Automation Use Cases Today for Tomorrow's Business*. *International Journal of Computer Techniques -- Volume 5 Issue 6*, pp: 12-18.
- Driscoll, T., Farhoud, S., & Nowling, S. (2017). *Enabling mobile augmented and virtual reality with 5G networks*. Tech. Rep., Jan.
- Druehl, C., Carrillo, J., & Hsuan, J. (2018). *Technological Innovations: Impacts on Supply Chains*. *Innovation and Supply Chain Management: Relationship, Collaboration and Strategies*, 259-281.
- Ecke, A. (2015). *Experience vs. Observation: The Pilgrimage Experience in Video Games and Other Interactive Media*. Research Paper submitted to the University of Dublin, Degree of Master of Science Interactive Digital Media
- Elfirdoussi, S. (2018). *Using mobile service for supply chain management: a survey and challenges*. *International Journal on Web Service Computing (IJWSC)*, Vol.9, No.2, pp: 1-12.
- Elhariri Essamlali, M. T., Sekhari, A., & Bouras, A. (2017). *Product lifecycle management solution for collaborative development of Wearable Meta-*



- Products using set-based concurrent engineering*. Concurrent Engineering, 25(1), 41-52.
- Ellis, S., Morris, H. D., & Santagate, J. (2015). *IoT-enabled analytic applications revolutionize supply chain planning and execution*. International Data Corporation (IDC) White Paper.
- Ertel, W. (2018). *Introduction to Artificial Intelligence*. Springer, London.
- European Commission (2016). *Smart Wearables: Reflection and Orientation Paper*. NEWS ARTICLE [online] Διαθέσιμο: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/european-commission-seeks-input-reflection-and-orientation-paper-smart-wearables> (Πρόσβαση στις 05 ΑΠΡ 2019)
- Evans, J. R. & Lindner, C. H. (2012). *Business analytics: the next frontier for decision sciences*. Decision Line, Vol. 43, No 2, pp: 4-6.
- Farahani, P., Meier, C., & Wilke, J. (2017). *Digital supply chain management agenda for the automotive supplier industry*. In *Shaping the digital enterprise* (pp. 157-172). Springer, Cham.
- Felici, M., Koulouris, T., & Pearson, S. (2013, December). *Accountability for data governance in cloud ecosystems*. In 2013 IEEE 5th International Conference on Cloud Computing Technology and Science (Vol. 2, pp. 327-332). IEEE.
- Fernández-Caramés, T., & Fraga-Lamas, P. (2018). *Towards The Internet-of-Smart-Clothing: A Review on IoT Wearables and Garments for Creating Intelligent Connected E-Textiles*. Electronics, 7(12), 405.
- Fettweis, G., & Alamouti, S. (2014). *5G: Personal mobile internet beyond what cellular did to telephony*. IEEE Communications Magazine, 52(2), 140-145.
- Fichman, R. G., Dos Santos, B. L., & Zheng, Z. E. (2014). *Digital innovation as a fundamental and powerful concept in the information systems curriculum*. MIS quarterly, 38(2).
- Fitzgerald, M., Kruschwitz, N., Bonnet, D., & Welch, M. (2014). *Embracing digital technology: A new strategic imperative*. MIT sloan management review, 55(2), 1.
- Fraga-Lamas, P., & Fernández-Caramés, T. M. (2019). *A Review on Blockchain Technologies for an Advanced and Cyber-Resilient Automotive Industry*. IEEE Access, 7, 17578-17598.
- Frank, M., Roehrig, P., & Pring, B. (2014). *Code halos: How the digital lives of people, things, and organizations are changing the rules of business*. John Wiley & Sons.
- Ganne, E. (2018). *Can Blockchain revolutionize international trade?.* World Trade Organization.

- Gao, F., & Su, X. (2017). *Omnichannel Retail Operations with Buy-Online-and-Pick-up-in-Store*. *Management Science*, 63(8), 2478-2492.
- García-Peñalvo, F. J., & Alier Forment, M. (2014). *Learning management system: evolving from silos to structures*. *Interactive Learning Environments*, 22(2), 143-145.
- Gartner (2018). *IT Glossary - Artificial Intelligence*. [online] Διαθέσιμο: <https://www.gartner.com/it-glossary/artificial-intelligence/> (Πρόσβαση στις 16 ΜΑΡ 2019)
- Gassmann, A. J., Petzold-Maxwell, J. L., Clifton, E. H., Dunbar, M. W., Hoffmann, A. M., Ingber, D. A., & Keweshan, R. S. (2014). *Field-evolved resistance by western corn rootworm to multiple Bacillus thuringiensis toxins in transgenic maize*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(14), 5141-5146.
- Giddens, L., Leidner, D., & Gonzalez, E. (2017). *The Role of Fitbits in Corporate Wellness Programs: Does Step Count Matter?*. *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences*, 3627-3635.
- Glover, F. & Kochenberger, G. (2003). *Handbook of metaheuristics*. Berlin, Springer.
- Gökhan, Kalem, Onur, Kurt, Özalp, Vayvay & Zeynep, Tuğçe Kalender (2016). *Today's and Tomorrow's Mobile Technologies in Supply Chains*. WSEAS TRANSACTIONS on BUSINESS and ECONOMICS, Vol. 13, pp: 393-407.
- Google and MIT (2017). *Machine Learning: The New Proving Ground for Competitive Advantage*. [online] Διαθέσιμο: [http://resources.idgenterprise.com/original/AST-0181009\\_MIT\\_TechReview\\_MachineLearning.pdf](http://resources.idgenterprise.com/original/AST-0181009_MIT_TechReview_MachineLearning.pdf) (Πρόσβαση στις 16 ΜΑΡ 2019)
- Greengard, S. (2015). *The internet of things*. MIT press.
- Greenough, J. & Camhi, J. (2016). *Here are IoT trends that will change the way businesses, governments, and consumers interact with the world*. [online] Business Insider Inc. Διαθέσιμο: <http://www.businessinsider.com/top-internet-of-things-trends-2016-1?r=US&IR=T&IR=T> (Πρόσβαση στις 06 ΑΠΡ 2019)
- Gretzel, U., Sigala, M., Xiang, Z., & Koo, C. (2015). *Smart tourism: foundations and developments*. *Electronic Markets*, 25(3), 179-188.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). *Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions*. *Future generation computer systems*, 29(7), 1645-1660.
- Gudivada, V. N., Baeza-Yates, R. & Raghavan, V. V. (2015). *Big data: Promises and problems*. *Computer*, Vol. 48, pp: 20-23.
- Guo, Z., Ngai, E., Yang, C., & Liang, X. (2015). *An RFID-based intelligent decision support system architecture for production monitoring and scheduling in a*

- distributed manufacturing environment*. International journal of production economics, 159, 16-28.
- Hahn, G. J. & Packowski, J. (2015). *A perspective on applications of in-memory analytics in supply chain management*. Decision Support Systems, Vol. 76, pp: 45-52.
- Hameed, A. Q., Goli, S. & Oleiwi, Z. J. (2017). *5G: MIMO BDMA System Trends and Technology*. 1<sup>st</sup> International Conference on Information Technology (ICoIT'17) (p. 1).
- Hanifan, G., Newberry, C. & Sharma, A. (2014). *The digital supply chain network, a new paradigm for supply chain management*. [online] Accenture Strategy Διαθέσιμο: [https://www.accenture.com/t20150708T025455\\_w\\_fr-fr/\\_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Local/fr-fr/PDF\\_5/Accenture-Digital-Supply-Network-New-Standard-Modern-Supply-Chain-Management.pdf](https://www.accenture.com/t20150708T025455_w_fr-fr/_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Local/fr-fr/PDF_5/Accenture-Digital-Supply-Network-New-Standard-Modern-Supply-Chain-Management.pdf) (Πρόσβαση στις 13 ΦΕΒ 2019)
- Hans, G. (2010), *Augmenting Things, Establishments and Human Beings. Sociology in Switzerland: Towards Cybersociety and Vireal Social Relations*. Online Publikationen, Universität Zürich, Soziologisches Institut
- Henriette, E., Feki, M., & Boughzala, I. (2016, September). *Digital Transformation Challenges*. Mediterranean Conference on Information Systems (MCIS) (p. 33).
- Henriksen, A., Mikalsen, M. H., Woldaregay, A. Z., Muzny, M., Hartvigsen, G., Hopstock, L. A., & Grimsgaard, S. (2018). *Using fitness trackers and smartwatches to measure physical activity in research: analysis of consumer wrist-worn wearables*. Journal of medical Internet research, 20(3).
- Hermansson, A., & Sylvén M. P. (2016). *Digitalization of Supply Chains: A case study of value adds by digitalizing the supply chain*. Master of Science Thesis, KTH Industrial Engineering and Management, Industrial Management, Stockholm, Sweden
- Herzog, C., Lefèvre, L., & Pierson, J. M. (2015). *Actors for innovation in green IT*. In ICT Innovations for Sustainability (pp. 49-67). Springer, Cham.
- Hilty, L. M. (2011). *Information technology and sustainability: Essays on the relationship between information technology and sustainable development: BoD–Books on Demand*.
- Holma, H., & Salo, J. (2010). *Improving management of supply chains by information technology*. Global Logistics–New Directions in Supply Chain Management, 227-243.
- Hossain, E., & Hasan, M. (2015). *5G cellular: key enabling technologies and research challenges*. arXiv preprint arXiv:1503.00674.
- Hsieh, M. C. & Lee, J. J. (2018). *Preliminary study of VR and AR applications in medical and healthcare education*. J Nurs Health Stud, Vol. 3, No 1:1, pp: 1-5.

- Hsueh, C. F., & Chang, M. S. (2010). *A model for intelligent transportation of perishable products*. International Journal of Intelligent Transportation Systems Research, 8(1), 36-41.
- Huisman, D. O. (2015). *To What Extent do Predictive, Descriptive and Prescriptive Supply Chain Analytics Affect Organizational Performance?* 5th IBA Bachelor Thesis Conference, Enschede, The Netherlands, University of Twente, The Faculty of Behavioral, Management and Social sciences.
- Jace, C. (2015). *Accelerate Your Transformation: Social, Mobile, and Analytics in the cloud*. [online] Capgemini Consulting Διαθέσιμο: [https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2017/07/cc\\_accelerate\\_your\\_transformation.pdf](https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2017/07/cc_accelerate_your_transformation.pdf) (Πρόσβαση στις 27 ΦΕΒ 2019)
- Jaiswal, S., Kumar, A. & Kumari, N. (2014). *Development of Wireless Communication Networks: From 1G to 5G*. International Journal Of Engineering And Computer Science, Vol. 3, No 5, pp: 6053-6056.
- Jones, K.W. (2008). *Environmental Sensors*. In Sensors Set: A Comprehensive Survey; Göpel, W., Hesse, J., Zemel, J.N.,Eds.;Weinheim, Germany.
- Jungck, K., & Rahman, S. (2015). *Cloud computing avoids downfall of application service providers*. International Journal of Information Technology Convergence and Services (IJITCS) Vol.1, No.3.
- Ihalainen, T., Janis, P., Li, Z., Moisiö, M., Nurmela, V., Uusitalo, M., ... & Yilmaz, O. (2013). *Flexible scalable solutions for dense small cell networks*. In Wireless World Research Forum (WWRF).
- I-SCOOP (2016) *Digital transformation: online guide to digital business transformation*. [online] Διαθέσιμο <https://www.i-scoop.eu/digital-transformation/> (Πρόσβαση στις 02 ΜΑΡ 2019)
- I-SCOOP (2018) *Digitization, digitalization and digital transformation: the differences*. [online] Διαθέσιμο: <https://www.i-scoop.eu/digitization-digitalization-digital-transformation-disruption/> (Πρόσβαση στις 28 ΦΕΒ 2019)
- Kakavand, H., Kost De Sevres, N., & Chilton, B. (2017). *The blockchain revolution: An analysis of regulation and technology related to distributed ledger technologies*.
- Kakria, P., Tripathi, N. K., & Kitipawang, P. (2015). *A real-time health monitoring system for remote cardiac patients using smartphone and wearable sensors*. International journal of telemedicine and applications, 2015, 8.
- Kamišalić, A., Fister, I., Turkanović, M., & Karakatič, S. (2018). *Sensors and functionalities of non-invasive wrist-wearable devices: A review*. Sensors, 18(6), 1714.

- Karlskind, M. (2014). *How 5 Companies Use Mobile Apps to Manage Big Data, Material Handling & Logistics*. Vol. Nov/Dec 2014, pp: 27-31
- Kedziora, D., & Kiviranta, H. (2018). *Digital Business Value Creation with Robotic Process Automation (rpa) in Northern and Central Europe*. Management (18544223), 13(2).
- Keshab, M. C. (2018). *Study on Digitalization in Industry: Requirements and Assessment*. Master's thesis in Offshore Technology: Industrial Asset Management, University of Stavanger, Norway.
- Khalid, A. I. H., Mohammed, A. I. F., Jasni, M. Z. & Mazlina, A. M. (2015). *Big Data Analysis and Storage*. Proceedings of the 2015 International Conference on Operations Excellence and Service Engineering Orlando, Florida, USA, pp: 648-659.
- Khoa, T.V.A. (2015). *Wearable Smart Technologies: New Era of Technology*. Master's Thesis, Lapland University of Applied Sciences, Lapland, Finland.
- Kim, B. (2018). *Supply Chain Management: A Learning Perspective*. Cambridge University Press.
- Kim, Y., & Krishnan, R. (2015). *On Product-Level Uncertainty and Online Purchase Behavior: An Empirical Analysis*. Management Science, 61(10), 2449-2467.
- Korpela, K., Hallikas, J. & Dahlberg, T. (2017). *Digital supply chain transformation toward blockchain integration*. 50th Hawaii international conference on system sciences.
- Krevelen, D. & Poelman, R. (2010). *A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations*. International Journal of Virtual Reality vol. 9, no. 2, pp. 1-20.
- Kshetri, N. (2018). *Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives*. International Journal of Information Management, Vol. 39, pp: 80-89.
- Kumar, K. (2012). *Security Issues in Cloud Computing Technology, Attributes and concerns towards it*. MSc. Computer Security, De Montfort University.
- Laaper, S., Joseph, F., Quasney, E., Yeh, W. & Basir, M. (2017). *Using Blockchain to Drive Supply Chain Innovation*. [online] Deloitte LLP Διαθέσιμο: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/process-and-operations/us-blockchain-to-drive-supply-chain-innovation.pdf> (Πρόσβαση στις 23 ΜΑΡ 2019)
- Lacity, M. C., & Willcocks, L. P. (2016). *A new approach to automating services*. MIT Sloan Management Review, 58(1), 41.
- Lammi, M. E., Helo, P. T., Arrasvuori, J. H., Yli-Viitala, P. L., Pekkala, J., & Peltonen, S. L. (2018). *DEVELOPMENT OF A RAPID CO-PROTOTYPING*

- ENVIRONMENT FOR INDUSTRIAL SERVICES*. In DS92: Proceedings of the DESIGN 2018 15th International Design Conference (pp. 1197-1208).
- Larsson, E. G., Edfors, O., Tufvesson, F., & Marzetta, T. L. (2014). *Massive MIMO for next generation wireless systems*. IEEE Communications Magazine, 52(2), 186-195.
- Larsson, E. G., & Van der Perre, L. (2017). *Massive MIMO for 5G*. IEEE 5G Tech Focus, 1(1).
- Lechevalier, D., Narayanan, A. & Rachuri, S. (2014). *Towards a domain-specific framework for predictive analytics in manufacturing*. IEEE International Conference on Big Data (Big Data), pp: 987-995.
- Lehtisalo, O. (2018). *The application of digital technologies in supply chain management*. Master's thesis, Degree in Business Administration, School of Business and Management, Lappeenranta University of Technology.
- Lee, S. & Choi, K. D. (2018). *A Study on Mobile ERP Application usage of Smartphones: A case of traveling salesman in pharmaceutical company*. Journal of Theoretical & Applied Information Technology, Vol. 96, No 2, pp: 492-500.
- Lee, I., & Lee, K. (2015). *The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises*. Business Horizons, 58(4), 431-440.
- Lema, M. A., Laya, A., Mahmoodi, T., Cuevas, M., Sachs, J., Markendahl, J., & Dohler, M. (2017). *Business case and technology analysis for 5G low latency applications*. IEEE Access, 5, 5917-5935.
- Li, F. (2015). *Digital technologies and the changing business models in creative industries*. In 2015 48th Hawaii International Conference on System Sciences (pp. 1265-1274). IEEE.
- Li, S., Da Xu, L., & Zhao, S. (2018). *5G Internet of Things: A survey*. Journal of Industrial Information Integration, 10, 1-9.
- Lin, Y., & Wu, L. Y. (2014). *Exploring the role of dynamic capabilities in firm performance under the resource-based view framework*. Journal of business research, 67(3), 407-413.
- Lindner, M., Galán, F., Chapman, C., Clayman, S., Henriksson, D., & Elmroth, E. (2010, October). *The cloud supply chain: A framework for information, monitoring, accounting and billing*. In 2nd International ICST Conference on Cloud Computing (CloudComp 2010).
- Löfnertz, E. & Karmehag, J. (2018). *How Digital Technologies will Impact the Procurement Process and Organisation*. Master's thesis in the Master's Programme Supply Chain Management, Göteborg : Chalmers University of Technology.



- Lou, P., Liu, Q., Zhou, Z., & Wang, H. (2011, August). *Agile supply chain management over the internet of things*. In 2011 International Conference on Management and Service Science (pp. 1-4). IEEE.
- Lu, D. (2011). *Fundamentals of supply chain management*. Bookboon.
- Lu, Z. (2018). *The Architecture of Blockchain System across the Manufacturing Supply Chain*. Degree Project in Computer Science and Engineering, Stockholm, Sweden.
- Lucas, H. C., Agarwal, R., Clemons, E. K., El Sawy, O. A., & Weber, B. (2013). *Impactful research on transformational information technology: an opportunity to inform new audiences*. *MIS Quarterly*, 37(2), 371–382.
- Luo, J., Fan, L., & Li, H. (2017). *Indoor positioning systems based on visible light communication: State of the art*. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 19(4), 2871-2893.
- Madakam, S., Holmukhe, R. M., & Jaiswal, D. K. (2019). *The Future Digital Work Force: Robotic Process Automation (RPA)*. *JISTEM-Journal of Information Systems and Technology Management*, 16.
- Malhotra, R., & Jain, P. (2013). *Study and comparison of various cloud simulators available in the cloud computing*. *International Journal*, 3(9).
- Malmgren, P., Kihlén, T. & Persson, J. (2018). *Digital Supply Chain - Making the supply chains more efficient, agile, and customer-focused*. [online] PricewaterhouseCoopers (PWC) Διαθέσιμο: <https://www.pwc.se/en/pdf/digital-supply-chain-final-2.pdf> (Πρόσβαση στις 04 ΜΑΡ 2019)
- Manyika, J. (2015). *The Internet of Things: Mapping the value beyond the hype*. McKinsey Global Institute.
- Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C., & Byers, A. H. (2011). *Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity*. McKinsey Global Institute.
- Marabissi, D., Mucchi, L., Fantacci, R., Spada, M., Massimiani, F., Fratini, A., ... & Fedele, L. (2019). *A Real Case of Implementation of the Future 5G City*. *Future Internet*, 11(1), 4.
- Mardonova, M., & Choi, Y. (2018). *Review of wearable device technology and its applications to the mining industry*. *Energies*, 11(3), 547.
- Markopoulos, P. M., & Hosanagar, K. (2017). *A model of product design and information disclosure investments*. *Management Science*, 64(2), 739-759.
- Marr, B. (2017). *The Biggest Challenges Facing Artificial Intelligence (AI) In Business And Society*. [online] Forbes Διαθέσιμο: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2017/07/13/the-biggest-challenges->

[facing-artificial-intelligence-ai-in-business-and-society/#7a2734152aec](https://doi.org/10.1016/j.dss.2019.07.001)

(Πρόσβαση στις 18 ΜΑΡ 2019)

- Marston, S., Li, Z., Bandyopadhyay, S., Zhang, J., & Ghalsasi, A. (2011). *Cloud computing—The business perspective*. *Decision support systems*, 51(1), 176-189.
- Marzetta, T. L., Larsson, E. G., Yang, H., & Ngo, H. Q. (2016). *Fundamentals of Massive MIMO*. Cambridge University Press.
- McCrea, B. (2014). *Mobile Supply Chain: Significant progress, but a long way to go*. [online] *Logistics Management* Διαθέσιμο: <https://www.logisticsmgmt.com/article/the-mobile-supply-chain-significant-progress-but-a-long-way-to-go> (Πρόσβαση στις 08 ΜΑΡ 2019)
- Medagliani, P., Leguay, J., Duda, A., Rousseau, F., Duquennoy, S., Raza, S., ... & Monton, M. (2014). *Internet of things applications—from research and innovation to market deployment*. River Publishers Series in Communication.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). *A taxonomy of mixed reality visual displays*. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.
- Min, H. (2010). *Artificial intelligence in supply chain management: theory and applications*. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, Vol. 13, No 1, pp: 13-39.
- Mohammadi, M., Al-Fuqaha, A., Sorour, S., & Guizani, M. (2018). *Deep learning for IoT big data and streaming analytics: A survey*. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 20(4), 2923-2960.
- Monošík, R., Stred'anský, M. & Šturdík, E. (2012). *Biosensors—Classification, characterization and new trends*. *Acta Chim. Slov*, 5.
- Mortenson, M. J., Doherty, N. F. & Robinson, S. (2015). *Operational research from Taylorism to Terabytes: A research agenda for the analytics age*. *European Journal of Operational Research*, Vol. 241, Issue 3, pp: 583-595.
- Mougayar, W. & Buterin, V. (2016). *The Business Blockchain: promise, practice, and application of the next Internet technology*. New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- MTEC (2017). *Supply Chain – Explained*. [online] Manufacturing & Technology Enterprise Center Διαθέσιμο: <https://mfgttec.org/supply-chain-explained/> (Πρόσβαση στις 02 ΜΑΡ 2019)
- Nicas, J. (2016). *WSJ.D technology -- consumer electronics show: Augmented reality draws respect from investors*. *Wall Street Journal*, p. B5.
- Nissen, M., E. & Sengupta, K. (2006). *Incorporating software agents into supply chains: experimental investigation with a procurement task*. *MIS Quarterly* 30, 1, 145–166.



- Nordqvist, A. (2015). *Offshoring and outsourcing under demand uncertainty-a supply chain management analysis*. Master's Thesis In Logistics, Turku School of Economics.
- Ortbach, K., Brockmann, T., & Stieglitz, S. (2014). *Drivers for the adoption of mobile device management in organizations*. Proceedings of the European Conference on Information Systems (ECIS) 2014, Tel Aviv, Israel.
- Osmundsen, K., Iden, J., & Bygstad, B. (2018). *Digital Transformation: Drivers, Success Factors, and Implications*. MCIS 2018 Proceedings. 37.
- Ozcan, K. & Velipasalar, S. (2018). *Wearable Camera- and Accelerometer-Based Fall Detection on Portable Devices*. IEEE Embed. Syst. Lett., 8, 6–9.
- Pagani, M., & Pardo, C. (2017). *The impact of digital technology on relationships in a business network*. Industrial Marketing Management, 67, 185-192.
- Pai, D. D. (2017). *A Survey on Millimeter Wave Mobile Communications for 5G Cellular Networks*. International Journal of Innovative Research in Electrical, Electronics, Instrumentation and Control Engineering, Vol. 5, Issue 6.
- Palvinder, S., & Jain, P. (2014). *A survey paper on cloud computing*. International Journal of Innovations in Engineering and Technology (IJET) (pp. 84-89).
- Parate, A. & Ganesan, D. (2017). *Detecting Eating and Smoking Behaviors Using Smartwatches*. In Mobile Health, Springer: Cham, Switzerland.
- Park, K., Shin, H. & Cha, H. (2013). *Smartphone-based pedestrian tracking in indoor corridor environments*. Pers. Ubiquitous Comput, 17, 359–370.
- Patel, K. K., & Patel, S. M. (2016). *Internet of things-IOT: definition, characteristics, architecture, enabling technologies, application & future challenges*. International journal of engineering science and computing, 6(5).
- Peres Núñez W. & Hilbert, M. R. (2010). *Information societies in Latin America and the Caribbean: development of technologies and technologies for development*. United Nations, ECLAC.
- Periša, M., Cvitić, I. & Kolarovszki, P. (2017). *Challenges of information and communication technologies usage in E-business systems*. E-Business-State of the Art of ICT Based Challenges and Solutions, InTech.
- Phase, A., & Mhetre, N. (2018). *Using IoT in Supply Chain Management*. International Journal of Engineering and Techniques - Volume 4 Issue 2, Mar- Apr 2018, pp: 973-979.
- Piccinini, E., Gregory, R., & Kolbe, L. (2015). *Changes in the Producer-Consumer Relationship-Towards Digital Transformation*. In 12th international conference on Wirtschaftsinformatik (pp. 1634–1648).
- Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2017). *Why every organization needs an augmented reality strategy*. Harvard Business Review, 95(6), 46-57.

- Premchand, A., & Choudhry, A. (2015). *Future of Payments—ePayments*. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 5, 110-115.
- Pusala, M. K., Salehi, M. A., Katukuri, J. R., Xie, Y., & Raghavan, V. (2016). *Massive Data Analysis: Tasks, Tools, Applications, and Challenges*. In Big Data Analytics (pp. 11-40). Springer, New Delhi.
- PWC (2017). *AI to drive GDP gains of \$15.7 trillion with productivity, personalisation improvements*. [online] Διαθέσιμο: <https://press.pwc.com/News-releases/ai-to-drive-gdp-gains-of--15.7-trillion-with-productivity--personalisation-improvements/s/3cc702e4-9cac-4a17-85b9-71769fba82a6> (Πρόσβαση στις 18 ΜΑΡ 2019)
- Pyne, S. & Rao, S.B. (2016). *Big Data Analytics – Methods and Applications*. Springer.
- Raab, M. & Griffin-Cryan, B. (2011). *Digital Transformation of Supply Chains: Creating Value – When Digital Meets Physical*. [online] Capgemini Consulting Διαθέσιμο: [https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2017/07/Digital\\_Transformation\\_of\\_Supply\\_Chains.pdf](https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2017/07/Digital_Transformation_of_Supply_Chains.pdf) (Πρόσβαση στις 03 ΜΑΡ 2019)
- Rahman, M. & Tahiduzzaman, Md. (2017). *Big data and its impact on digitized supply chain management*. IJRDO-Journal of Business Management, Vol. 3, Issue 9, pp: 196-208.
- Rahul, M., Haque, M. J., & Muntjir, M. (2012). *Impact of Cloud Computing on IT Industry: A Review & Analysis 1*. International Journal of Computer and Information Technology (ISSN: 2279 – 0764) Volume 01– Issue 02.
- Rajesh, K.V.N. Ramesh & Hanumantha, R. (2018). *Robotic Process Automation: A Death knell to dead-end jobs?* CSI Communications-Knowledge Digest for IT Community, Volume No.42, Issue No.3, 10-14.
- Ransbotham, S., Fichman, R. G., Gopal, R., & Gupta, A. (2016). *Special section introduction—ubiquitous IT and digital vulnerabilities*. Information Systems Research, 27(4), 834-847.
- Rauschnabel, P. A., Brem, A., & Ro, Y. (2015). *Augmented reality smart glasses: definition, conceptual insights, and managerial importance*. Unpublished Working Paper, The University of Michigan-Dearborn, College of Business.
- Ray, P. P. (2018). *A survey on Internet of Things architectures*. Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences, 30(3), 291-319.
- Rayas, A., & Salam S. (2016). *The Things in IoT: Sensors and Actuators*. In Internet of Things from Hype to Reality. Cham: Springer.
- Rechowicz, K. & Garcia, H. M. (2016). *Process driven framework for Augmented Reality in a manufacturing environment*. The International Conference on Modelling & Applied Simulation 2016, I3M: The 13th International

- Multidisciplinary Modelling & Simulation Multiconference, At Larnaca, Cyprus, pp: 65-72.
- Reimer, K., Rutz, O. J., & Pauwels, K. (2014). *How online consumer segments differ in long-term marketing effectiveness*. *Journal of Interactive Marketing*, 28(4), 271-284.
- Robinson, A. (2018). *The supply chain technologies that will solidify the digital supply chain*. [online] BizClik Media Ltd., Supply Chain Digital Διαθέσιμο: <https://www.supplychaindigital.com/scm/supply-chain-technologies-will-solidify-digital-supply-chain-2018> (Πρόσβαση στις 05 ΜΑΡ 2019)
- Roitman, L. A., Sato, K., Winograd, T., Di Pirro, K., & Shrager, J. (2016). *A comparative analysis of Augmented Reality technologies and their marketability in the consumer electronics segment*. Doctoral dissertation, Honors Thesis in Science, Technology and Society: Innovation and Organizations, Stanford University.
- Roth, A., Singhal, J., Singhal, K., & Tang, C. S. (2016). *Knowledge creation and dissemination in operations and supply chain management*. *Production and Operations Management*, 25(9), 1473-1488.
- Rozados, I. V. & Tjahjono, B. (2014). *Big data analytics in supply chain management: Trends and related research*. 6th International Conference on Operations and Supply Chain Management, Bali.
- Ruhi, U. & Turel, O. (2005). *Driving visibility, velocity and versatility: the role of mobile technologies in supply chain management*. *Journal of Internet Commerce*, Vol. 4, No 3, pp: 95-117.
- Saarikko, T., Westergren, U. H., & Blomquist, T. (2017). *The Internet of Things: Are you ready for what's coming?*. *Business Horizons*, 60(5), 667-676.
- Sahay, B. S. & Ranjan, J. (2008). *Real time business intelligence in supply chain analytics*. *Information Management & Computer Security*, Vol. 16, No 1, pp: 28-48.
- Sanders, N. R. (2014). *Big data driven supply chain management: A framework for implementing analytics and turning information into intelligence*. Pearson Education.
- Schallmo, D., Williams, C. A., & Boardman, L. (2017). *Digital transformation of business models—Best practice, enablers, and roadmap*. *International Journal of Innovation Management*, 21(08), 1740014.
- Schniederjans, D., & Özpolat, K. (2013). *An empirical examination of cloud computing in humanitarian logistics*.
- SCM Concept (2015). *RFID in Supply Chain Management*. [online] Διαθέσιμο: <http://www.scmconcept.com.br/site/en/rfid-na-gestao-da-cadeia-logistica/> (Πρόσβαση στις 09 ΜΑΡ 2019)

- Shakti Singh Chauhan (2018). *How Robotic Process Automation (RPA) is transforming Supply chain*. [online] CPO INNOVATION Διαθέσιμο: <https://cpoinnovation.com/how-robotic-process-automation-rpa-is-transforming-supply-chain/> (Πρόσβαση στις 17 ΜΑΡ 2019)
- Shelton, T. (2013). *Business models for the social mobile cloud: Transform your business using social media, mobile internet, and cloud computing*. John Wiley & Sons
- Shutao, D., Xin, X. S., & Xiaoguo, Z. K. (2009). *Information Technology in Supply Chains: The Value of IT-Enabled Resources Under Competition (Research Note)*. *Information Systems Research*, 20(1), 18-32.
- Siegel, E. (2016). *Predictive analytics: The power to predict who will click, buy, lie, or die*. John Wiley & Sons.
- Seebacher, S. & Schüritz, R. (2017). *Blockchain technology as an enabler of service systems: A structured literature review*. 8th International Conference on Exploring Services Science, IESS 17, pp: 12-23.
- Seneviratne, S., Hu, Y., Nguyen, T., Lan, G., Khalifa, S., Thilakarathna, K., ... & Seneviratne, A. (2017). *A survey of wearable devices and challenges*. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 19(4), 2573-2620.
- Souza, G. C. (2014). *Supply chain analytics*. *Business Horizons*, Vol. 57, No 5, pp: 595-605.
- Srinidhi, N. N., Kumar, S. D., & Venugopal, K. R. (2018). *Network optimizations in the Internet of Things: A review*. *Engineering Science and Technology, an International Journal*.
- Srinivasan, V. (2016). *The intelligent enterprise in the era of big data*. John Wiley & Sons.
- Stoltz, M. H., Giannikas, V., McFarlane, D., Strachan, J., Um, J., & Srinivasan, R. (2017). *Augmented reality in warehouse operations: opportunities and barriers*. *IFAC-PapersOnLine*, 50(1), 12979-12984.
- Storey, V. C., & Song, I. Y. (2017). *Big data technologies and management: What conceptual modeling can do*. *Data & Knowledge Engineering*, 108, 50-67.
- Subashini, S. & Kavitha, V. (2011). *A survey on security issues in service delivery models of cloud computing*. *Journal of Network and Computer Applications*, Vol. 34, No 1, pp: 1-11.
- Swan, M. (2015). *Blockchain*. Sebastopol: Oreily Media.
- Swedberg, C. (2017). *Researchers Develop Microscopic RFID Chip to Embed in Human Cells*. [online] Emerald Expositions, LLC, *RFID Journal* Διαθέσιμο: <https://www.rfidjournal.com/articles/view?16498> (Πρόσβαση στις 09 ΜΑΡ 2019)

- Syberfeldt, A., Danielsson, O., & Gustavsson, P. (2017). *Augmented reality smart glasses in the smart factory: Product evaluation guidelines and review of available products*. IEEE Access, 5, 9118-9130.
- Szymczak, M. (2013). *Using smartphones in supply chains*. Management, Vol. 17, No 2, pp: 218-231.
- Teece, D. J. (2017). *5G Mobile: Impact on the Health Care Sector*. Tusher Center for Intellectual Capital Institute for Business Innovation, Haas School of Business, U.C. Berkeley.
- Teigland, R., Bogusz, C.I. & Felländer, A. (2018). *Future Outlook on Digitalization*. Managing Digital Transformation, SSE Institute for Research, Stockholm School of Economics, Göteborg, Brandfactory.
- Teizer, J. (2015). *Wearable, wireless identification sensing platform: Self-Monitoring Alert and Reporting Technology for Hazard Avoidance and Training (SmartHat)*. J. Inf. Technol. Constr., 20, 295–312.
- Teodoridis, F. (2017). *Understanding team knowledge production: The interrelated roles of technology and expertise*. Management Science, 64(8), 3625-3648.
- Thakre, K., Waskar, P., Sawant, P., Naik, S., Chandak, S. (2015). *Smart Helmet*. Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Softw. Eng., 5, 408–410.
- Tohamy, N. (2015). Why supply chain analytics is a must-have [online]. MHD Supply Chain Solutions, Vol. 45, No. 4, pp: 54-55. Διαθέσιμο: <https://search.informit.com.au/documentSummary;dn=476877763826844;res=IELBUS> (Πρόσβαση στις 19 ΜΑΡ 2019)
- Tolboom, I. (2016). *The impact of digital transformation: A survey based research to explore the effects of digital transformation on organizations*. Master Thesis Report, System Engineering, Policy analysis and Management, Delft University of Technology, Faculty of Technology, Policy and Management
- Trkman, P., Ladeira, M. B., De Oliveira, M. P. V. & McCormack, K. (2012). *Business analytics, process maturity and supply chain performance*. BPM 2011 Workshops, Part I, LNBIP 99, pp: 111–122.
- Tschorsch, F. & Scheuermann, B. (2016). *Bitcoin and beyond: A technical survey on decentralized digital currencies*. IEEE Communications Surveys & Tutorials, Vol. 18, Issue 3, pp: 2084-2123.
- Turban, E., Whiteside, J., King, D. & Outland, J. (2017). *Introduction to electronic commerce and social commerce*. Springer Texts in Business and Economics, Springer.
- Umney, C. (2011). *Supply chain execution goes mobile*. [online] Digital Supply Chain Διαθέσιμο: <https://www.supplychaindigital.com/logistics/supply-chain-execution-goes-mobile> (Πρόσβαση στις 10 ΜΑΡ 2019)

- Valdés, R. A., & Comendador, V. F. G. (2018). *Aviation 4.0: More Safety through Automation and Digitization*. WIT Transactions on The Built Environment, 174, 225-236.
- Verdouw, C. N., Beulens, A. J. M., & Van Der Vorst, J. G. A. J. (2013). *Virtualisation of floricultural supply chains: A review from an Internet of Things perspective*. Computers and electronics in agriculture, 99, 160-175.
- Verma, L., & Lalwani, M. (2019). *Digital Transformation: Impact of 5G Technology in Supply Chain Industry*. In Technology Optimization and Change Management for Successful Digital Supply Chains (pp. 256-274). IGI Global.
- Vermesan, O., & Friess, P. (Eds.). (2014). *Internet of things-from research and innovation to market deployment* (Vol. 29). Aalborg: River publishers.
- Vollmer, M. & Machholz, K. (2017). *Predicting the Future with Procurement - Conclusion of the CPO Survey 2017*. [online] SAP Ariba & University of Applied Sciences Würzburg-Schweinfurt Διαθέσιμο: <https://www.linkedin.com/pulse/predicting-future-procurement-conclusion-cpo-survey-vollmer> (Πρόσβαση στις 16 ΜΑΡ 2019)
- Wahlström, N. & Gustafsson, F. (2014). *Magnetometer modeling and validation for tracking metallic targets*. IEEE Trans. Signal Process, 62, 545–556.
- Waller, M. A. & Fawcett, S. E. (2013). *Data science, predictive analytics, and big data: a revolution that will transform supply chain design and management*. Journal of Business Logistics, Vol. 34, No 2, pp: 77-84.
- Westerman, G., Bonnet, D. & McAfee, A. (2014). *The nine elements of digital transformation*. [online] MIT Sloan Management Review Διαθέσιμο: <https://sloanreview.mit.edu/article/the-nine-elements-of-digital-transformation/> (Πρόσβαση στις 28 ΦΕΒ 2019)
- Willcocks, L., & Lacity, M. (2016). *Service Automation, Robots and The Future of Work*. SB Publishing, Stratford.
- Wild, G. & Hinckley, S. (2008). *Acousto-ultrasonic optical fiber sensors: Overview and state-of-the-art*. IEEE Sens. J., 8, 1184–1193.
- Whitmore, A., Agarwal, A., & Da Xu, L. (2015). *The Internet of Things—A survey of topics and trends*. Information Systems Frontiers, 17(2), 261-274.
- Wu, Y., Cegielski, C. G., Hazen, B. T. & Hall, D. J. (2013). *Cloud Computing in Support of Supply Chain Information System Infrastructure: Understanding When to go to the Cloud* Journal of Supply Chain Management, Vol. 49, No 3, pp: 25-41.
- Yeo, T.L., Sun, T. & Grattan, K.T.V. (2008). *Fibre-optic sensor technologies for humidity and moisture measurement*. Sens. Actuators A Phys., 144, 280–295.

- Zhang, N., Yang, P., Ren, J., Chen, D., Yu, L., & Shen, X. (2018). *Synergy of big data and 5g wireless networks: opportunities, approaches, and challenges*. IEEE Wireless Communications, 25(1), 12-18.
- Zhang, Y., Gregory, M., & Neely, A. (2016). *Global engineering services: Shedding light on network capabilities*. Journal of Operations Management, 42.
- Zhong, Y. (2015). *Flexibility assessment and management in supply chain: a new framework and applications*. Doctoral dissertation, Ecole Centrale Paris.
- Zeiler, S. (2017). *Taking the robot out of the human - How Robotic Process Automation potential can be discovered in IT Infrastructure*. Master of Information Management, Tilburg School of Economics and Management, Tilburg University.
- Zemen, T. (2018). *Wireless 5G ultra reliable low latency communications*. e & i Elektrotechnik und Informationstechnik, 135(7), 445-448.
- Zobel, B., Berkemeier, L., Werning, S., Vogel, J., Ickerott, I., & Thomas, O. (2018). *Towards a Modular Reference Architecture for Smart Glasses-based Systems in the Logistics Domain*. In EMISA (pp. 95-99).