



INDUSTRY 4.0 ΣΤΗΝ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ ΚΑΙ ΤΑ LOGISTICS

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ LOGISTICS

από

ΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΑΡΝΗΣ ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ TML 2002

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



ΔΗΛΩΣΗ

«Η εργασία αυτή είναι πρωτότυπη και εκπονήθηκε αποκλειστικά και μόνο για την απόκτηση του συγκεκριμένου μεταπτυχιακού τίτλου».

«Τα πνευματικά δικαιώματα χρησιμοποίησης του μη πρωτότυπου υλικού ΜΔΕ ανήκουν στο μεταπτυχιακό φοιτητή και το επιβλέπον μέλος ΔΕΠ εις ολόκληρο, δηλαδή εκάτερος μπορεί να κάνει χρήση αυτών χωρίς τη συναίνεση άλλου. Τα πνευματικά δικαιώματα χρησιμοποίησης του πρωτότυπου μέρους ΜΔΕ ανήκουν στον μεταπτυχιακό φοιτητή και τον επιβλέποντα από κοινού, δηλαδή δεν μπορεί ο ένας από τους δύο να κάνει χρήση αυτού χωρίς τη συναίνεση του άλλου. Κατ' εξαίρεση, επιτρέπεται η δημοσίευση του πρωτότυπου μέρους της διπλωματικής εργασίας σε επιστημονικό περιοδικό ή πρακτικά συνεδρίου από τον ένα εκ των δύο, με την προϋπόθεση ότι αναφέρονται τα ονόματα και των δύο (ή των τριών σε περίπτωση συνεπιβλέποντα) ως συγγραφέων. Στην περίπτωση αυτή προηγείται γραπτή ενημέρωση του μη συμμετέχοντα στη συγγραφή του επιστημονικού άρθρου. Δεν επιτρέπεται η κατά οποιοδήποτε τρόπο δημοσιοποίηση υλικού το οποίο έχει δηλωθεί εγγράφως ως απόρρητο».

Ο Φοιτητής

Αρνής Αριστείδης



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο 21^{ος} αιώνας αν μπορούσε να χαρακτηριστεί με μία λέξη, αν μη τι άλλο, αυτή θα ήταν η εξέλιξη. Γινόμαστε ολοένα και παραπάνω παρατηρητές μιας τεράστιας τεχνολογικής προόδου, η οποία αλλάζει ραγδαίως τον τρόπο που αντιλαμβανόμαστε τα πράγματα. Όπως και σε παλαιότερες εποχές, οι αυξανόμενες ανάγκες των ανθρώπων κάποια στιγμή συναντούν εμπόδια στην εκπλήρωση αυτών. Οι παραγωγικές εκτάσεις δεν επαρκούν, οι εργασίες όσο και να αυξάνεται δεν είναι αρκετή, ενώ δεν μπορεί να κρυφτεί η ανάγκη για ύπαρξη αυτόματων διεργασιών που να μην απαιτούν τον ανθρώπινο παράγοντα για να λειτουργήσουν. Έτσι λοιπόν βιώνουμε την εποχή της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης, ή αλλιώς Industry 4.0 όπως είναι ευρέως διαδεδομένο. Η αγορά κατακλύζεται από αυτοματοποιημένα συστήματα, ρομποτικές τεχνολογίες, υπηρεσίες συλλογής δεδομένων για εξατομίκευση και οράματα για τη ύπαρξη τρισδιάστατων ολογραμμάτων. Μπορεί αυτά πριν μερικά χρόνια να φάνταζαν ουτοπία, ωστόσο σήμερα αποτελούν μια πραγματικότητα, που μάλιστα ήρθε για να παραμείνει αρκετές δεκαετίες ακόμα. Στην παρούσα εργασία θα αναλυθούν ορισμένες θεμελιώδεις αρχές αυτής της επανάστασης, όπως τα ρομποτικά συστήματα, οι υπηρεσίες διαμοιρασμού δεδομένων, αυτόνομες μεταφορές, έξυπνα εργοστάσια καθώς και ο τρόπος που εξυπηρετούν το σύγχρονο βιομηχανοποιημένο περιβάλλον. Θα παρουσιαστούν συγκεκριμένα παραδείγματα από εταιρείες, στο παγκόσμιο προσκήνιο, που εφαρμόζουν ήδη τέτοιες τεχνολογίες, ενώ στο τέλος θα μελετηθεί το όραμα για εγκαθίδρυση αυτών στο ελληνικό τοπίο, καθώς και τα αποτελέσματα στην ελληνική οικονομία και βιομηχανία που θα επιφέρει η υιοθέτηση αυτών των πρακτικών.



ABSTRACT

The 21st century if it could be described in one word, if nothing else, that would be evolution. We are becoming increased observers of a huge technological advancement, which is rapidly changing the way we perceive things. As in the past, the growing needs of the people at some point encounter obstacles in meeting them. The productive areas are not enough, the work, no matter how much it increases, is not enough, while the need for automatic processes that do not require the human factor to operate can not be hidden. So, we are experiencing the era of the fourth industrial revolution, or Industry 4.0 as it is widespread. The market is flooded with automated systems, robotic technologies, data collection services for personalization and visions for the existence of 3D holograms. These may have seemed utopia a few years ago, but today they are a reality that has come to remain for several decades. This paper will analyze some of the fundamental principles of this revolution, such as robotic systems, data sharing services, autonomous transport, smart factories, and the way they serve the modern industrial environment. Specific examples will be presented by companies on the world stage that already apply such technologies, while at the end the vision for their establishment in the Greek landscape will be studied, as well as the results in the Greek economy and industry that the adoption of these practices will bring.



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν με οποιονδήποτε τρόπο στην επιτυχή εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας.

Συγκεκριμένα θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή μου κ. Καραλέκα Δημήτριο, καταρχάς για την τιμή που μου έκανε να συνεργαστώ μαζί του και κατά δεύτερον για την άριστη συνεργασία που είχαμε καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης αυτής της εργασίας.

Ευχαριστώ όλους τους καθηγητές του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στη Διοίκηση Logistics» του Τμήματος Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας, του Πανεπιστημίου Πειραιώς, για τις πολύτιμες γνώσεις που μου μετέφεραν κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας των μαθημάτων του προγράμματος.

Τέλος, και σπουδαιότερο, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους σημαντικότερους ανθρώπους στη ζωή μου, την οικογένειά μου, τους γονείς μου Γιάννη και Νίκη και τη μέλλουσα γυναίκα μου Κυριακή, για τη συνεχή υποστήριξη, συμπαράσταση και πίστη προς το πρόσωπό μου σε όλη τη διάρκεια της ζωής μου. Ελπίζω να σας κάνω όλους περήφανους.

Αρνής Αριστείδης

“It always seems impossible until it's done.”

Nelson Mandela



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	8
ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο	10
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	11
Πρώτη Βιομηχανική Επανάσταση.....	11
Δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση.....	12
Τρίτη Βιομηχανική Επανάσταση.....	13
Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση (Industry 4.0).....	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	18
2.Α) INTERNET OF THINGS & WEARABLES.....	18
Internet of Things στην Εφοδιαστική αλυσίδα.....	18
RFID	19
Εμπόδια που αντιμετωπίζει το Internet of Things	21
Σπουδαιότητα του Internet of Things στην Εφοδιαστική αλυσίδα.....	23
Χρήση Wearables.....	25
2.Β) AUTOMATION AND ROBOTICS IN SCM	26
2.Γ) BLOCKCHAIN IN SCM.....	31
Τεχνολογία του Blockchain	31
Χρήση του blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα	32
2.Δ) BIG DATA ANALYTICS IN SCM	35
Ορισμός.....	35
Εφαρμογές των BDA στο SCM	36
BDA στη διαχείριση των αποθεμάτων.....	37
BDA στη διαχείριση των προμηθειών	38
Αξιολόγηση απόδοσης προμηθευτών	39
Διαχείριση κινδύνου	39
BDA στην πρόγνωση της ζήτησης.....	40
BDA στη λειτουργία της αποθήκευσης.....	42
BDA στη λειτουργία της διανομής.....	43



2.Ε) AUGMENTED REALITY IN SCM	45
Ιστορική Αναδρομή.....	45
Ανάπτυξη του AR.....	46
Εφαρμογές AR στην εφοδιαστική αλυσίδα	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	51
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΟ ΔΕΙΘΟΝΗ ΧΩΡΟ.....	51
Starbucks Case	51
Boeing Case Study.....	52
Amazon Case.....	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο	55
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ.....	55
Coca Cola Case	55
ΕΛΤΑ Case.....	56
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο	57
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	57
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	59



ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

- Εικόνα 1:** Αγγλικό εργοστάσιο κλωστοϋφαντουργίας, 19^{ος} Αιώνας (Πηγή: en.wikipedia.org)
- Εικόνα 2:** Ιστορική αναδρομή βιομηχανικών επαναστάσεων (Πηγή: Deloitte)
- Εικόνα 3:** PDCA Model of Non-Linear Supply Chain (Πηγή: Hitachi social innovation)
- Εικόνα 4:** IT Υποδομή ενός συστήματος IoT που εφαρμόζεται σε εφοδιαστική αλυσίδα (Πηγή: www.emeraldinsight.com/0957-4093.htm)
- Εικόνα 5:** Εμπόδια στην εφαρμογή του IoT (Πηγή: <https://www.researchgate.net>)
- Εικόνα 6:** Αριθμός συσκευών συνδεδεμένων στο internet ανά άνθρωπο (Πηγή: Logistics 4.0, Digital transformation of supply management)
- Εικόνα 7:** Παγκόσμια αγορά των αυτόματων συστημάτων ανά δις \$ (Πηγή: Logistics IQ)
- Εικόνα 8:** AGV και AMR Robots (Πηγή: Logistics IQ)
- Εικόνα 9:** Παγκόσμια κατανομή εσόδων των αυτόματων συστημάτων ανά τεχνολογία μέχρι το 2025 (Πηγή: Logistics IQ)
- Εικόνα 10:** Ευκαιρίες ρομποτικών αυτοματισμών μέχρι το 2025 (Πηγή: Logistics IQ)
- Εικόνα 11:** Χρήση blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα (Πηγή: Logistics 4.0, Digital transformation of supply management)
- Εικόνα 12:** Ιστορική αναδρομή της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) Πηγή: Application of augmented reality (AR) technologies in inhouse logistics
- Εικόνα 13:** Virtuality Continuum (Milgram and Kishino)
- Εικόνα 14:** Περιβάλλον χρήστη σε μια τυπική εφαρμογή AR στα logistics Πηγή: Application of augmented reality (AR) technologies in inhouse logistics
- Εικόνα 15:** Πυλώνες του εργοστασίου του μέλλοντος της Amazon (Πηγή: Amazon)
- Εικόνα 16 :** Ψηφιακά Εφοδιαστικά Δίκτυα, κύριες ψηφιακές τεχνολογίες (Πηγή: Deloitte)



ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Οι Ενδιά Τεχνολογίες που ανασχηματίζουν την παραγωγή (Πηγή: Brunelli et al. 2017)

Πίνακας 2: Μεγάλοι παίκτες στις λύσεις αυτοματισμού αποθηκών (Πηγή: Logistics IQ)



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια η ανθρωπότητα γίνεται μάρτυρας τεράστιων αλλαγών. Η τεχνολογία έχει διεισδύσει για τα καλά στην ανθρώπινη ζωή και έχει γίνει αναπόσπαστο κομμάτι σε όλες τις εκφάνσεις της καθημερινότητας. Μέσα σε αυτό το κλίμα εξελίξεων δεν θα μπορούσε να λείπει το ταχέως κινούμενο βιομηχανικό περιβάλλον και μαζί του ο τομέας της εφοδιαστικής αλυσίδας και των Logistics. Η εφοδιαστική αλυσίδα και οι διαδικασίες Logistics είναι ένα σημαντικό μέρος των καθημερινών διεργασιών των περισσότερων επιχειρήσεων με σημαντικό αντίκτυπο στην παγκόσμια εξέλιξή τους.

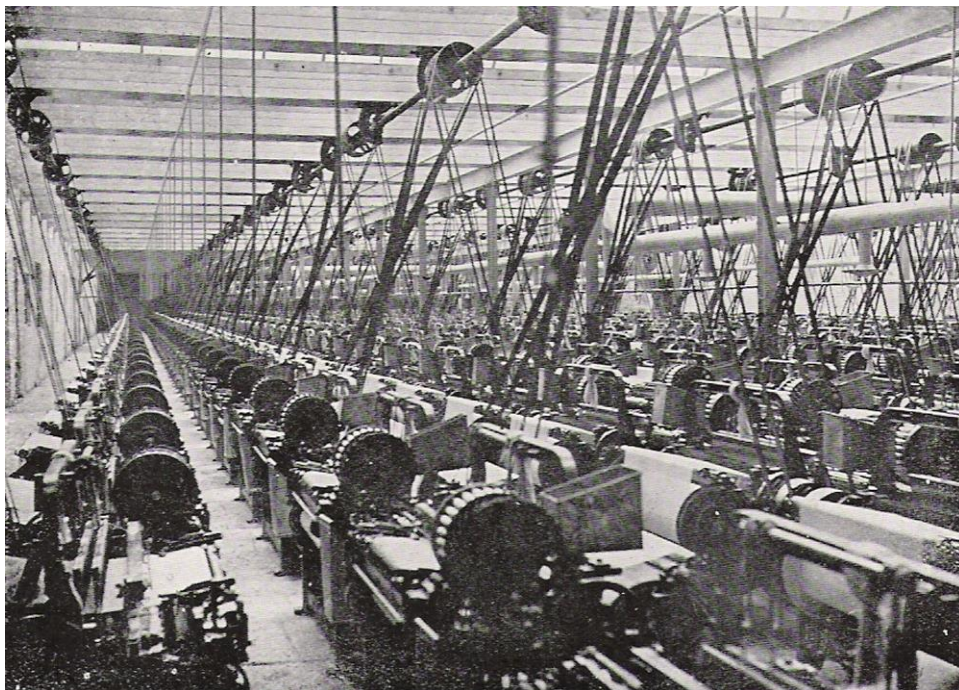
Η εφαρμογή των νέων τεχνολογιών, ωθεί το βιομηχανικό κλάδο, και μαζί του όλους τους υπόλοιπους, σε μια νέα εποχή. Τους οδηγεί σε μια εποχή ψηφιοποίησης όπως της αποκαλούν οι ειδικοί, το λεγόμενο Industry 4.0, ή αλλιώς στην τέταρτη βιομηχανική επανάσταση. Πρόκειται για μια περίοδο που, όπως και οι προηγούμενες βιομηχανικές επαναστάσεις, θα επιφέρει τρομερές αλλαγές στον τρόπο λειτουργίας όλων όσων γνωρίζαμε μέχρι σήμερα. Εισάγονται στο καθημερινό λεξιλόγιο έννοιες όπως ψηφιακή διακυβέρνηση, "έξυπνες διαδικασίες", αυτοματοποίηση, ρομποτικά συστήματα και έξυπνα εργοστάσια που θα απασχολήσουν για πολλές δεκαετίες στο μέλλον.

Ωστόσο, προτού αναλυθούν καλύτερα τα επιμέρους στοιχεία σχετικά με το Industry 4.0, κρίνεται σκόπιμο να αναφερθούν και οι προκάτοχοί του, οι προηγούμενες βιομηχανικές επαναστάσεις. Ιστορικά, η εμφάνιση τέτοιων βιομηχανικών επαναστάσεων δημιουργούσε ερωτήματα σχετικά με τον τύπο, τη φύση και το σκεπτικό πίσω από όλα τα πράγματα (Coleman 1956), και αμφισβητούσε τον τρόπο με τον οποίο λειτουργούσαν μέχρι τότε. Αν και οι βιομηχανικές επαναστάσεις δεν θεωρούνται αυτοτελή ιστορικά γεγονότα, αποτελούν τη σημαντικότερη ανάπτυξη στην ιστορία του ανθρώπινου είδους. Το φαινόμενο ξεκίνησε περίπου πριν από δύομιση αιώνες και συνεχίζει μέχρι και σήμερα να διαμορφώνει τον κόσμο.

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Πρώτη Βιομηχανική Επανάσταση

Η αρχή όλων έγινε στη Μεγάλη Βρετανία, στο δεύτερο μισό του 18ου αιώνα και κορυφώθηκε κατά τον 19ο, όπου και επεκτάθηκε στο σύνολο της Δυτικής Ευρώπης και την Αμερική. Ο τρόπος της πρώτης βιομηχανικής ανάπτυξης ήταν η επέκταση στο χώρο της οικοτεχνίας, με την εκβιομηχάνιση των πρώτων κλωστοϋφαντουργικών εργοστασίων στη Μεγάλη Βρετανία (Εικόνα 1). Η ζήτηση για βαμβάκι αυξανόταν όλο και περισσότερο, και πλέον το εργατικό δυναμικό, παρόλο που αυξανόταν συνεχώς, δεν μπορούσε να την καλύψει και η εργασία δεν επαρκούσε καθώς το μεγαλύτερο μέρος των εργαζομένων ασχολούνταν και με γεωργικές εργασίες. Έτσι έγινε σύντομα αντιληπτό πώς έπρεπε να εφευρεθούν τρόποι για "επισπεύσουν" την όλη διαδικασία παραγωγής. Τρεις θεωρούνται λοιπόν οι βασικές τεχνολογικές εφευρέσεις που αναπτύχθηκαν την εποχή εκείνη και άλλαξαν άρδην το βιομηχανικό τοπίο. Σημαντικότερη από αυτές κρίνεται η πρώτη μηχανή χρήσης ατμού, που κατασκευάστηκε το 1769 από τον James Watt, που επέτρεπε τη μετατροπή θερμικής ενέργειας σε ατμό, για τη κίνηση μηχανικών μερών. Δεύτερη, ήταν η εφεύρεση περιστρεφόμενων μηχανών από τους Arkwright και Crompton, οι οποίες, λόγω του μεγάλου μεγέθους τους, επέτρεπαν τη μαζική παραγωγή νήματος.



Εικόνα 1: Αγγλικό εργοστάσιο κλωστοϋφαντουργίας, 19^{ος} Αιώνας (Πηγή: en.wikipedia.org)



Τρίτη και εξίσου σημαντική, είναι η επινοήση ενός “ηχητικού” φούρνου, το 1784 από τον Henry Cort, που παρασκεύαζε μεγάλο όγκο σιδήρου, το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο βιομηχανικό μέταλλο όλων των εποχών. Η είσοδος του ατμού στη μεταποιητική διαδικασία σηματοδότησε μια νέα αρχή στο οικονομικό περιβάλλον της εποχής. Το μοντέλο της παγκόσμιας αγοράς αναδιαμορφώθηκε, με τη Βρετανία να γίνεται πλέον η νούμερο ένα χώρα σε εξαγωγές βαμβακιού, ξεπερνώντας την Ινδία που μέχρι πρότινος κατείχε τα ηνία. Σημαντική επίσης κρίνεται η επίπτωση της πρώτης βιομηχανικής επανάστασης στην οικονομία των ΗΠΑ. Οι Ηνωμένες Πολιτείες σύντομα έγιναν ο σημαντικότερος αγοραστής των Βρετανικών κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων, ενώ ταυτόχρονα αποτέλεσαν το μεγαλύτερο προμηθευτή πρώτων υλών για τις περιστρεφόμενες μηχανές που ήταν εγκατεστημένες στις βιομηχανοποιημένες περιοχές της Βρετανίας (Chandler 1980).

Δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση

Τη σκυτάλη πλέον παραλαμβάνει η Δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση, η οποία συνήθως θεωρείται ότι υπήρξε στο χρονικό διάστημα μεταξύ του 1870 και του 1914. Σε αντίθεση με την πρώτη, αυτή τη φορά η αρχή έγινε από τη Γερμανία και τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, ενώ δεν άργησε να εξαπλωθεί γρήγορα παγκοσμίως. Σημαντικότερη εφεύρεση της περιόδου δεν θα μπορούσε να είναι άλλη παρά εκείνη του ηλεκτρικού ρεύματος, με την ευρεία χρήση του στους πρώτους ηλεκτροκινητήρες, τις ηλεκτρογεννήτριες και τους ηλεκτρικούς λαμπτήρες. Ταυτόχρονα, η ανακάλυψη κοιτασμάτων πετρελαίου, ώθησε στην εμφάνιση των πρώτων μηχανών εσωτερικής καύσης, που μαζί με τους ηλεκτροκινητήρες έδωσαν τεράστια ώθηση στη βιομηχανική παραγωγή. Δεν είναι τυχαίο το γεγονός πώς κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου ο Αμερικανός βιομήχανος Henry Ford δημιούργησε, το 1903, τη πρώτη κινητή γραμμή συναρμολόγησης μαζικής παραγωγής, πρακτική που υιοθετήθηκε και συνεχίζει μέχρι και σήμερα να εφαρμόζεται στη παγκόσμια βιομηχανία.

Οι αλλαγές αυτές ωστόσο αντιμετωπίστηκαν με ισχυρό σκεπτικισμό και δυσπιστία στην αρχή. Η υιοθέτηση της εφεύρεσης του ηλεκτρισμού έγινε σε πολύ αργούς ρυθμούς, καθώς οι περισσότεροι κατασκευαστές αδυνατούσαν να αντιληφθούν το πλήρες εύρος των δυνατοτήτων που τους πρόσφερε. Παράλληλα, δεν ήταν λίγοι εκείνοι που συνέχιζαν να επενδύουν σε παλαιότερες



τεχνολογίες, έναντι των νέων, καθώς ήξεραν τον τρόπο εφαρμογής τους και έβλεπαν ακόμα ότι τους έφερναν τα επιθυμητά αποτελέσματα. Σύμφωνα με τους Atkenson και Kehoe (2007), οι οποίοι ανέπτυξαν ένα ποσοτικό εργαλείο για την κρισιμότητα των τεχνολογικών περιορισμών στη μετάβαση σε νέα εποχή, ο σημαντικότερος περιορισμός στην υιοθέτησή τους αποτελεί η λεγόμενη καμπύλη μάθησης. Η διαδικασία ώστε μία νέα τεχνολογία να κατανοηθεί από το κοινό είναι χρονοβόρα και επίπονη, ενώ σε αρκετές περιπτώσεις δεν αξιοποιείται σε όλο το φάσμα των δυνατοτήτων της. Το μόνο σίγουρο είναι πως εάν προσφέρει, με απτά παραδείγματα, λύσεις σε προβληματισμούς που δεν είχαν ωριμάσει ακόμα, τότε όχι μόνο θα κατανοηθεί η ύπαρξή της, αλλά θα χρησιμοποιηθεί σε παγκόσμια κλίμακα.

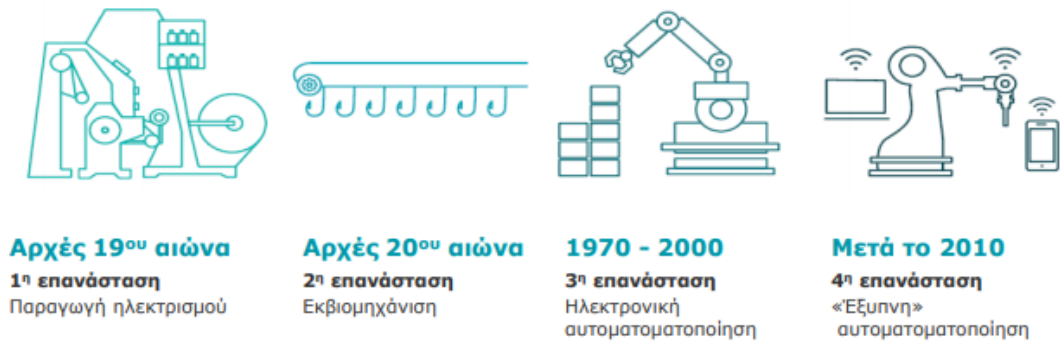
Τρίτη Βιομηχανική Επανάσταση

Με την ξαφνική επέκταση των αμερικάνικων εταιρειών, έξω από τα εθνικά τους σύνορα, σηματοδοτείται και η έναρξη της Τρίτης Βιομηχανικής Επανάστασης, που τοποθετείται χρονικά περίπου το τελευταίο μισό της δεκαετίας του 1950 (Leighton 1986). Σύμφωνα με τον Finkelstein (1984), η περίοδος αυτή χαρακτηρίζεται από έξι μεγάλες αλλαγές στη παραγωγική διαδικασία. Έτσι λοιπόν εμφανίζονται τα πρώτα μικροτσίπ, τα πληροφοριακά συστήματα για σχεδιασμό και παραγωγή προϊόντων (CAD/CAM), οι οπτικές ίνες, η βιογενετική, τα λέιζερ και η τρισδιάστατη απεικόνιση. Αναμενόμενα, κυρίαρχη από όλες αυτές τις ανακαλύψεις δεν θα μπορούσε να είναι άλλη παρά αυτή την κατασκευής των πρώτων μικροτσίπ. Δεν θεωρείται άλλωστε τυχαία από πολλούς ερευνητές, ότι αποτελεί μια από τις σπουδαιότερες ανακαλύψεις του 20ου αιώνα. Η εμφάνιση των μικροεπεξεργαστών μείωσε σημαντικά το κόστος των υπολογιστών και ταυτόχρονα αύξησε την υπολογιστική τους ισχύ σε τέτοιο επίπεδο ώστε να διαδοθούν με τρομακτικές ταχύτητες. Καθώς ο υπολογιστές κατακτούσαν τον κόσμο, ο Gordon Moore, Αμερικανός επιχειρηματίας και ένας από τους ιδρυτές του κολοσσού Intel Corporation, διατύπωσε μια παρατήρηση, η οποία καταγράφηκε ως ο νόμος του Moore: “η υπολογιστική ισχύς των μικροεπεξεργαστών διπλασιάζεται κάθε 18 με 24 μήνες, ενώ ταυτόχρονα τα κόστη μειώνονται κατά το ήμισυ” (Smith 2001). Ο αριθμός των τρανζίστορ, όπως εναλλακτικά ονομάζονται, δείχνει θετική τροχιά χρόνο με το χρόνο και ειδικότερα μετά το 2000, όπου η αύξηση τους γίνεται με τρομακτική ταχύτητα.



Στον απόηχο του ξέφρενου ράλι της επέκτασης των μικροεπεξεργαστών, δεν θα μπορούσε να λείπει και το ντεμπούτο του λεγόμενου προγραμματιζόμενου αυτοματισμού, που έμελλε να

Ιστορική αναδρομή βιομηχανικών επαναστάσεων



Εικόνα 2: Ιστορική αναδρομή βιομηχανικών επαναστάσεων (Πηγή: Deloitte)

αλλάξει εντελώς το τρόπο που λειτουργούσε η βιομηχανία για πάντα. Πρόκειται για τεχνολογία που τυποποίησε τη λειτουργία των μηχανών για να εκτελούν συγχρόνων διαφορετικές διαδικασίες. Εισάχθηκαν μέσω αυτής τα πρώτα ρομπότ, με την έννοια των προγραμματιζόμενων μηχανών, στην παραγωγή για να χειριστούν υλικά και να εκτελέσουν διαδικασίες σύμφωνα με τις προγραμματιζόμενες οδηγίες. Καθώς ο ανθρώπινος παράγοντας ενέχει μεγάλο ποσοστό λάθους στην εκτέλεση των διαδικασιών, οι μηχανές ήρθαν να εξαλείψουν τα λάθη, να μειώσουν τις σπατάλες υλικών, να μειώσουν τους χρόνους, να αυξήσουν την παραγωγικότητα και να διασφαλίσουν την ύπαρξη ενός ασφαλέστερου εργασιακού περιβάλλοντος.

Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση (Industry 4.0)

Έφτασε λοιπόν η στιγμή να αναφερθούμε και στο θέμα της παρούσας εργασίας που δεν είναι άλλο από το Industry 4.0. Ο όρος αυτός θεσπίστηκε για πρώτη φορά από την κυβέρνηση της Γερμανίας, το 2011, ως μια στρατηγική προηγμένης τεχνολογίας για την εφαρμογή της το 2020, υποστηριζόμενη από πολλούς επιστημονικούς και παραγωγικούς τομείς της χώρας. Κύριο χαρακτηριστικό της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης αποτελεί η ανάπτυξη τεχνολογιών αιχμής, όπως τα αυτόνομα “έξυπνα” ρομπότ, η τεχνητή νοημοσύνη, η επαυξημένη



πραγματικότητα, τεχνικές ανάλυσης μεγάλου όγκου δεδομένων και πολλά ακόμα (Πίνακας 1). Ενώ οι ρίζες της μπορεί να βρίσκονται στη μεταποιητική διαδικασία, η Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση δεν αφορά μόνο την παραγωγή, αλλά όλες τις διαδικασίες μιας επιχείρησης, συμπεριλαμβανομένης της εφοδιαστικής αλυσίδας και των logistics.

Technology	Impact and Contribution to Manufacturing
Advanced robots	— Autonomous, cooperating industrial robots, with integrated sensor and standardized interfaces
Additive Manufacturing	— 3D printers, used predominantly to make spare parts and prototypes — Decentralized 3D printing facilities, which reduce transport distances and inventory
Augmented Reality	— Digital enhancement, which facilitates maintenance, logistics, and SOPs Display devices, such as glasses
Simulation	— Network simulation and optimization, which use real-time data from intelligent systems
Horizontal and vertical system integration	— Data integration within and across companies using a standard data transfer protocol — A fully integrated value chain (from supplier to customer) and organization structure (from management to shop floor)
The Industrial Internet of Things	— A network of machines and products — Multidirectional communications among networked objects
Cloud Computing	— The management of huge volumes of data in open systems — Real-time communication for production systems
Cyber Security	— The management of heightened security risks due to a high level of networking among intelligent machines, products, and systems
Big data and analytics	— The comprehensive evaluation of available data (from CRM, ERP, and SCM systems, for example, as well as from an MES and machines — Support for optimized real-time decision making

Πίνακας 1: Οι Εννιά Τεχνολογίες που ανασχηματίζουν την παραγωγή (Πηγή: Brunelli et al. 2017)

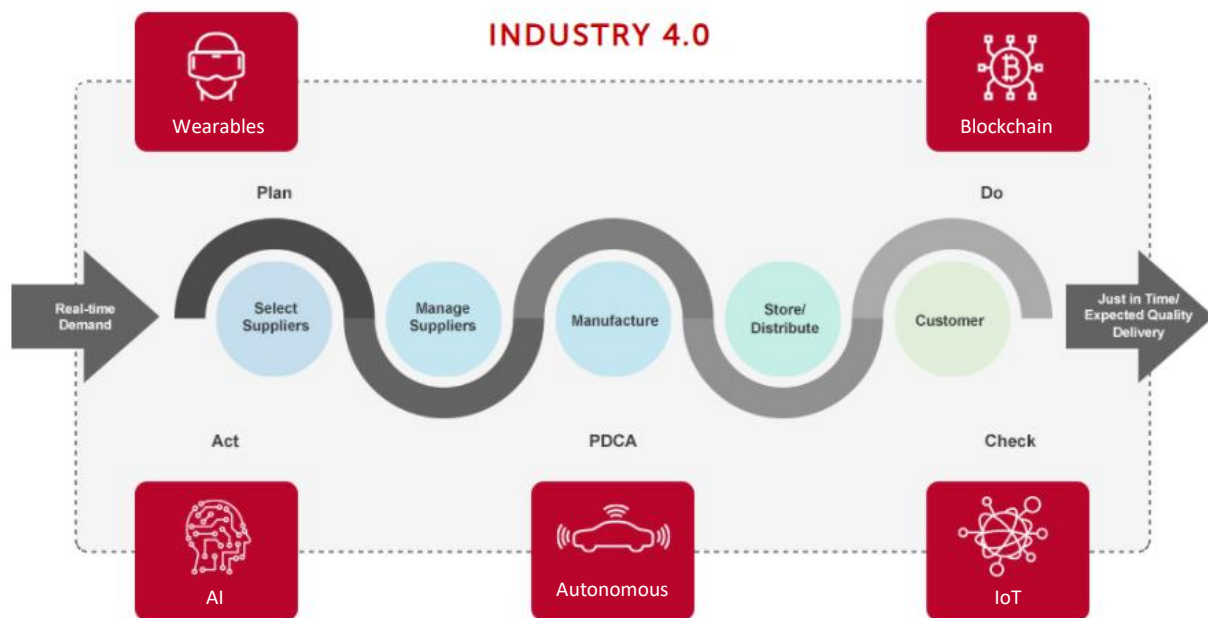
Η ουσία του I4.0, είναι η δυνατότητα που δίνεται στις επιχειρήσεις να γεφυρώσουν τον φυσικό με το ψηφιακό κόσμο σε πραγματικό χρόνο, μέσω συνεχής διασύνδεσης και διαλειτουργικότητας, μεταξύ αντικειμένων με φυσική υπόσταση (μηχανήματα, συσκευές, οχήματα, ράφια κτλ.) και ψηφιακών συστημάτων¹. Η εν λόγω εναλλαγή ανάμεσα στους δύο κόσμους πραγματοποιείται με τη χρήση νέων ψηφιακών τεχνολογιών, όπως τα IoT συστήματα (θα αναλυθούν εκτενώς παρακάτω), σένσορες, εφαρμογές τρισδιάστατης παραγωγής, τεχνητή νοημοσύνη επιτρέποντας ταυτόχρονα με την κατασκευή, την αποτελεσματικότερη ροή της πληροφορίας εντός των οργανισμών. Καταλήγουμε λοιπόν στο συμπέρασμα πως, η πραγματική αξία του I4.0 είναι η ικανότητα που προσδίδει σε μια εταιρεία να αντιδρά, να αναλαμβάνει δηλαδή δράση αυτόματα σε πραγματικό χρόνο, βάσει της πληθώρας των δεδομένων που έχουν συγκεντρωθεί, για να οδηγηθεί στο επιθυμητό αποτέλεσμα με σαφήνεια, ταχύτητα, αποφυγή λαθών και ελάχιστη εμπλοκή του ανθρώπινου παράγοντα.

¹Ψηφιακά Εφοδιαστικά Δίκτυα, Παρατηρητήριο Ψηφιακού Μετασχηματισμού ΣΕΒ (Deloitte)



Η εικόνα 3 αποτελεί μια καλή απεικόνιση της ανάλυσης που θα γίνει στην παρούσα εργασία. Δεδομένου ότι το I4.0 είναι ένα τεράστιο φαινόμενο, με πολλαπλές χρήσεις και πρακτικές, καθίσταται αδύνατο να παρουσιαστούν όλοι οι τομείς εφαρμογής του. Γι' αυτό έγινε επιλογή ορισμένων από αυτών, πάντα με υποκειμενικά κριτήρια για τη σπουδαιότητά τους, για να δοθεί ένα γενικότερο πλαίσιο και να κατανοηθεί από πρώτη σκοπιά. Η ιεράρχηση των περιεχομένων χωρίζεται ειδικότερα σε :

- Internet of things (IoT) και wearables: πρόκειται για όλες τις συσκευές που έχουν ενσωματωμένο πάνω τους ένα μικρό υπολογιστή για να μπορούν να συνδέονται στο ίντερνετ για να μεταδίδουν και να λαμβάνουν πληροφορίες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα IoT, που έγκειται και στην κατηγορία των wearables, είναι τα έξυπνα ρολόγια (smartwatches) και πολλές συσκευές οικιακού αυτοματισμού.
- Autonomous systems και robotics: Πολύπλοκα συστήματα μηχανών εξοπλισμένα με αισθητήρες και ελεγκτές, ώστε να μπορούν να επεξεργάζονται τεράστιο αριθμό δεδομένων και να αναπτύσσουν τη λεγόμενη τεχνητή νοημοσύνη (AI). Μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους, να αποκτούν εμπειρία και να εκτελούν επαναλαμβανόμενες εργασίες σε παραγωγικό και μη επίπεδο.



Εικόνα 3: PDCA Model of Non-Linear Supply Chain (Πηγή: Hitachi social innovation)



- Smart Warehouses: Πρόκειται για "έξυπνες" εγκαταστάσεις, οι οποίες εφαρμόζουν πολλά από τα συστήματα του I4.0 και έχουν την τάση να βρίσκονται σε κατάσταση αυτονομίας. Από τον έλεγχο των αποθεμάτων σε πραγματικό χρόνο, μέχρι την παραγωγή και την αποστολή των προϊόντων, οι "έξυπνες" αποθήκες βασίζονται στη χρήση ρομποτικών μερών και ελέγχονται μέσω του πληροφοριακού συστήματος.
- Blockchain και cloud services : Με τον όρο blockchain ορίζεται ο αποτελεσματικός διαμοιρασμός όλων των πληροφοριών μιας επιχείρησης σε όλους τους άμεσα ενδιαφερόμενους. Σημαντικό πρόβλημα αποτελεί η έλλειψη πληροφόρησης και η επικοινωνία μεταξύ των τμημάτων. Με την τεχνολογία του blockchain εξασφαλίζεται ο επιτυχής διαμοιρασμός των πληροφοριών, η διαφάνεια, ενώ οι υπηρεσίες cloud συνάδουν στη διευκόλυνση της διασύνδεσης από οποιαδήποτε συσκευή και τη βελτίωση της ασφάλειας των δεδομένων, καθώς αυτά δεν είναι αποθηκευμένα σε έναν σκληρό δίσκο αλλά σε πολλαπλούς διακομιστές (servers).



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2.A) INTERNET OF THINGS & WEARABLES

Internet of Things στην Εφοδιαστική αλυσίδα

Η διοίκηση της εφοδιαστικής αλυσίδας αναφέρεται στην αποτελεσματική διαχείριση της ροής των υλικών, των υπηρεσιών και πληροφοριών κατά μήκος όλων των ενδιαφερόμενων μερών. Παραδοσιακά, οι εφοδιαστικές αλυσίδες έρχονται αντιμέτωπες με προβλήματα μείωσης του κόστους, βελτίωσης της αποδοτικότητάς της και διασφάλισης της ταχύτητας και της αξιοπιστίας της. Γι' αυτό το λόγο έπρεπε στη διάρκεια των χρόνων να εξελιχθούν και να αποκτήσουν μια πιο "έξυπνη" υπόσταση. Αυτό είναι το σημείο όπου έρχεται η Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση για να της δώσει την ώθηση που χρειάζεται με τις νέες τεχνολογίες που προσφέρει. Βασικότερη για αυτή τη διεργασία δεν θα γινόταν να ήταν άλλη από τη δημιουργία ενός δικτύου διασυνδεδεμένων συσκευών, το λεγόμενο Internet of Things (IoT) με την αξιοποίηση της τεχνολογίας του Radio Frequency Identification (RFID).

Ξεκινώντας ας δούμε αναλυτικότερα μερικά στοιχεία για το IoT. Ο ορισμός του IoT εισήχθη στο λεξιλόγιό μας το 1999, από κάποια μέλη του Τεχνολογικού Ινστιτούτου της Μασαχουσέτης (MIT), ως μια διαδικασία για τον εντοπισμό αντικειμένων μέσω του διαδικτύου και με τη χρήση της τεχνολογίας των ραδιοσυχνότητων (RFID). Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή², ως IoT ορίζεται ως 'πράγματα τα οποία έχουν ταυτότητες και εικονικές προσωπικότητες, λειτουργούν σε έξυπνες περιοχές χρησιμοποιώντας έξυπνες διεπαφές για να συνδεθούν και να επικοινωνήσουν σε ένα κοινωνικό και περιβαλλοντικό δίκτυο με τους χρήστες'. Με βάση την προηγούμενη επεξήγηση, καταλαβαίνουμε πώς το IoT είναι ένα ψηφιακό δίκτυο διασυνδεδεμένων συσκευών που επικοινωνούν μεταξύ τους και προγραμματίζουν, οργανώνουν, συνεργάζονται και πραγματοποιούν όλες τις διαδικασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας σε όλο το δίκτυο των συνεργατών της.

Το IoT, είναι μία από τις πιο αναπτυσσόμενες τεχνολογίες στο γενικό πλαίσιο του Industry 4. Υπολογίζεται ότι η αξία του θα κυμανθεί μεταξύ τεσσάρων και έντεκα τρισεκατομμυρίων δολαρίων σε παγκόσμια κλίμακα, μέχρι το 2025. Από το αστρονομικό αυτό ποσό βεβαίως, γίνεται

²<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/internet-of-things>

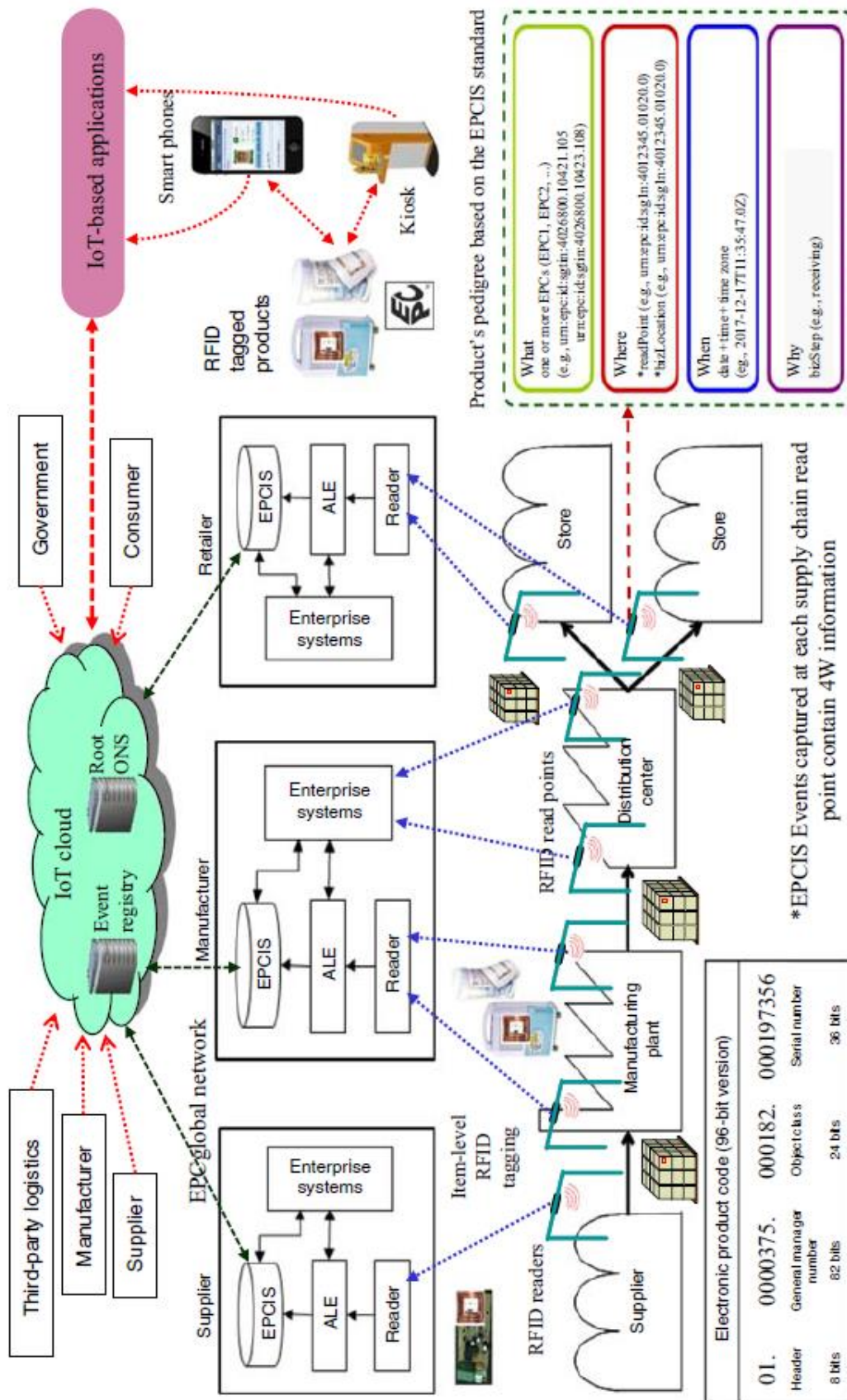


αντιληπτό πώς η αγορά έχει κατανοήσει τη σπουδαιότητα αυτής της νέας τεχνολογίας, και προτίθεται να δαπανήσει αρκετά για την εξέλιξή της.

Από την εξέλιξη αυτή του IoT, δεν θα πρέπει να εξαιρεθούν και η ανάπτυξη των τεχνολογιών που το συνοδεύουν, χωρίς τη συμμετοχή των οποίων δεν θα μπορούσε να είχε την επιτυχία που απολαμβάνει σήμερα. Φυσικά αναφερόμαστε σε τεχνολογίες ψηφιακής ασφάλειας (cyber security), μάθησης των μηχανών (machine learning) και υπηρεσιών cloud (cloud services). Με λίγα λόγια το cyber security αναφέρεται σε συστήματα όπου αλγόριθμοι παρατηρούν και ελέγχουν φυσικά και ψηφιακά αντικείμενα, το machine learning αφορά την εκμάθηση και εκτέλεση διαδικασιών αυτόματα, χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση, ενώ οι cloud services σχετίζονται με το διαμοιρασμό της πληροφορίας σε πολλαπλούς χρήστες και την πρόσβαση σε αυτή από κάθε γωνιά του πλανήτη.

RFID

Η τεχνολογία του RFID αποτελεί ένα σημαντικό άξονα πάνω στον οποίο βασίζει το IoT την επιτυχία του. RFID είναι τα αρχικά του όρου Radio Frequency Identification, ή όπως είναι στα ελληνικά, ταυτοποίηση μέσω ραδιοσυχνοτήτων. Αρχικά πρωτοεμφανίστηκαν κατά τη διάρκεια του Β Παγκοσμίου Πολέμου στην πολεμική αεροπορία της Αγγλίας και μετρούν στην αγορά περίπου εβδομήντα χρόνια. Ένα απλό σύστημα RFID αποτελείται από τους πομποδέκτες, τις ετικέτες (RFID tags), με μέγεθος που μπορεί να φτάσει όσο ένας μικρός κόκκος άμμου και τους αναγνώστες ή αισθητήρες (readers) που λαμβάνουν τα δεδομένα από τις ετικέτες. Η λειτουργία του συστήματος είναι πολύ απλή. Όταν οι πομποδέκτες βρεθούν εντός της εμβέλειας της κεραίας των αναγνωστών, αυτά ξεκινούν να επικοινωνούν μεταξύ τους και να μεταφέρουν δεδομένα τα οποία καταλήγουν σε ένα τρίτο πληροφοριακό σύστημα. Τα δεδομένα αυτά αποτελούν ένα μοναδικό αναγνωριστικό, μια αποθήκη δεδομένων ή και έναν ηλεκτρονικό κώδικα προϊόντων (EPC – Electronical Product Code). Η εφαρμογή των RFID ήρθε να αντικαταστήσει τη μέχρι πρότινος επικρατούσα τεχνολογία των barcode. Με οφέλη που καλύπτουν ένα μεγάλο εύρος αναγκών της σύγχρονης επιχείρησης, και όχι μόνο, όπως η επικοινωνία από μεγάλη εμβέλεια, η ανθεκτικότητα πάνω στη συσκευασία που τοποθετούνται, η δυνατότητα ανάγνωσης πολλαπλών tags ταυτόχρονα και πολλά ακόμα, η τεχνολογία των RFID δηλώνει παρούσα και έτοιμη να μετασηματίσει οποιαδήποτε επιχείρηση επενδύσει πάνω της.



Εικόνα 4: IT Υποδομή ενός συστήματος IoT που εφαρμόζεται σε εφοδιαστική αλυσίδα (Πηγή: www.emeraldinsight.com/0957-4093.htm)



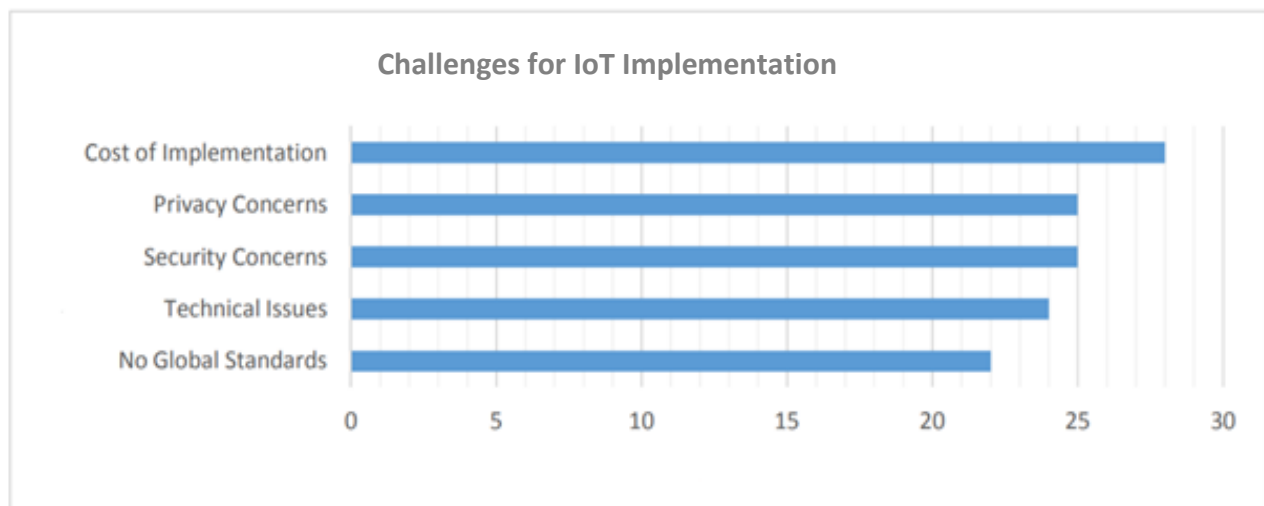
Εμπόδια που αντιμετωπίζει το Internet of Things

Η είσοδος του IoT στη κοινωνική και βιομηχανική ζωή, όπως και καθετί καινούργιο, δεν θα μπορούσε απλά να κάνει την εμφάνισή του. Υπάρχουν αρκετά εμπόδια που πρέπει να υπερβούν τόσο βιομηχανίες και άνθρωποι για να ενστερνιστούν την πλήρη δυναμικότητά του. Βασικό εμπόδιο αποτελεί όπως είναι λογικό, το κοστολογικό βάρος απόκτησης μιας τέτοιας τεχνολογίας. Δεδομένου ότι βρίσκεται στην πρώτη φάση της ζωής του, και μέχρι να επέλθει ωρίμανση από τις εταιρείες, η αξία του IoT παραμένει πολύ υψηλή στην απόκτησή της. Ναι μεν μεγάλες εταιρείες έχουν τους οικονομικούς πόρους για να καλύψουν μια μερική εγκατάσταση, ή και πλήρη, ωστόσο μικρομεσαίες εταιρείες θα δυσκολευτούν στην υιοθέτηση αυτών των πρακτικών. Ενδεικτικά τα RFID, που αποτελούν καίριο πυλώνα του IoT, όταν πρωτοσχεδιάστηκαν κόστιζαν μέχρι και 5 λεπτά του ευρώ. Επτά χρόνια μετά την εμφάνισή τους, η τιμή τους παραμένει στα 5 λεπτά του ευρώ, σε αντίθεση με τις ετικέτες barcode όπου το κόστος ανέρχεται σε 0,2 λεπτά του ευρώ. Από την άλλη η χρήση των barcode, επιτυγχάνει επιτυχημένη ταυτοποίηση των προϊόντων σε ποσοστό 99,90%, σε αντίθεση με τις ετικέτες RFID όπου αυτό ανέρχεται σε 99,99%. Υπάρχει προφανώς μια μεταβολή κατά 0,09%, η οποία ωστόσο δεν είναι μεγάλη αρκετά για να δικαιολογήσει τη μετάβαση στη νέα τεχνολογία, πόσο μάλλον όταν η παλιά έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς με τρομερά αποτελέσματα για όσους τη χρησιμοποιούν. Να μην παραληφθεί το γεγονός πως εκτός από το κόστος της κάθε ετικέτας, η απόκτηση των RFID, περιλαμβάνει την απόκτηση των πομποδεκτών και την εκ νέου κατάρτιση των εργαζομένων για τη μετάβαση στο νέο σύστημα.

Όπως αναλύθηκε προηγουμένως, το IoT είναι ένα σύστημα συσκευών που επικοινωνούν μεταξύ τους. Επομένως είναι ακόλουθο πως όσο αυξάνεται ο αριθμός των διασυνδεδεμένων συσκευών, τόσο αυξάνεται η πολυπλοκότητα του συστήματος στη μεταξύ τους επικοινωνία. Τα "έξυπνα" συστήματα παραγωγής λαμβάνουν, επεξεργάζονται και μετατρέπουν τα δυαδικά δεδομένα σε χρήσιμες πληροφορίες για τη λήψη αποφάσεων. Η αποθήκευση και η ανάλυση τέτοιων δεδομένων είναι μια σημαντική δοκιμασία που πρέπει να ξεπεράσει το IoT, καθώς προκύπτουν μέσα από αυτά θέματα κυβερνοασφάλειας. Εξειδικευμένα συστήματα ασφαλείας οφείλουν να δημιουργηθούν για κάθε ξεχωριστή διεργασία, μέσα σε ένα έξυπνο παραγωγικό σύστημα. Οι ασύρματοι πομποί και οι ετικέτες RFID, συχνά δημιουργούν προβλήματα στα συστήματα ασφαλείας. Για παράδειγμα, ένα ευάλωτο σύστημα παραγωγής μπορεί να αποτελέσει υποκείμενο ψηφιακής επίθεσης, πέφτοντας θύμα hacking. Σε αυτή την περίπτωση μπορούν να χαθούν



δεδομένα εξαιρετικά χρήσιμα για τη διατήρηση του ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος έναντι του ανταγωνισμού, να χρησιμοποιηθούν και παράνομες πράξεις ή ακόμα και να δημοσιοποιηθούν ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα των απλών χρηστών των εκάστοτε υπηρεσιών. Κάποιες από αυτές τις επιθέσεις θα μπορούσαν πέρα από την απώλεια δεδομένων να προκαλέσουν και φυσικές ζημιές σε ανθρώπους, εξοπλισμό και περιβάλλον. Παράδειγμα του βαθμού σπουδαιότητας της κυβερνοασφάλειας αποτελεί η περίπτωση της Tesla. Η εταιρεία Tesla, ιδρυμένη από τον Elon Musk, έχει ως κύριο τομέα δραστηριοποίησης την κατασκευή ηλεκτρικών αμαξιών και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Σημαντικό χαρακτηριστικό όλων των μοντέλων της είναι η έξυπνη υπόστασή τους, δηλαδή η σύνδεση τους στο διαδίκτυο και ο διαμοιρασμός πληροφοριών ως οντότητα. Γίνεται λοιπόν εύκολα αντιληπτό πώς η αυτή της η στρατηγική, έχει τραβήξει πάνω της βλέμματα που αφορούν θέματα ‘χακαρίσματος’ των αυτοκινήτων της. Πράγμα που συνέβη. Στα πλαίσια ενός διαγωνισμού hacking που διεξήχθη το 2020, τον Pwn2Own 2020, οι ερευνητές Ralf-Philipp Weinmann και Benedikt Schmotzle, κατάφεραν να διεισδύσουν μέσα σε ένα αυτοκίνητο Tesla, με τη χρήση μάλιστα ενός drone. Οι ίδιοι αναφέρουν πώς με την ‘‘επίθεση’’ αυτή μπορούσαν να εισάγουν νέο λογισμικό στο αυτοκίνητο, να ανοιγοκλείσουν πόρτες, να αλλάξουν ρυθμίσεις στο ψυχαγωγικό σύστημα (infotainment), χωρίς να αποκτούν πρόσβαση στα εργαλεία οδήγησης. Μετά από αυτή την ανακάλυψη η εταιρεία αναγκάστηκε να αναδιοργανώσει τη στρατηγική της και να αντικαταστήσει κάποιες εφαρμογές που ευνοούσαν αυτές τις επιθέσεις. Αντιλαμβανόμαστε από τα παραπάνω, ότι τα θέματα ασφαλείας αποτελούν ένα στεγανό για την ολοκληρωτική υιοθέτηση του IoT, και δεν πρέπει να λαμβάνονται αποφάσεις ελαφρά τη καρδία.



Εικόνα 5: Εμπόδια στην εφαρμογή του IoT (Πηγή: <https://www.researchgate.net>)



Τέλος επιγραμματικά να αναφερθούν δύο ακόμη εμπόδια που αντιμετωπίζει η εφαρμογή του IoT. Το πρώτο αφορά ότι όλα αυτά τα συστήματα για να προχωρήσουν στις διεργασίες τους, οφείλουν να ακολουθούν πρωτόκολλα και τεχνικά στάνταρ, που ήδη αρκετά από αυτά αναπτύσσονται από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης, αλλά σε αρκετές περιπτώσεις διαφέρουν από χώρα σε χώρα, δημιουργώντας προβλήματα διασύνδεσης, ενώ δεν πρέπει να θεωρηθεί αμελητέο το τεράστιο ποσό δεδομένων που πρέπει να συλλεχθεί από κάθε εταιρεία ώστε να μεταβεί σε ένα νέο περιβάλλον ψηφιοποίησης.

Σπουδαιότητα του Internet of Things στην Εφοδιαστική αλυσίδα

Η εφοδιαστική αλυσίδα αποτελεί ένα εκτενές και δυναμικό πλαίσιο, το οποίο έχει τη δυνατότητα να ενσωματώνει νέα επιχειρησιακά μοντέλα, νέες προσδοκίες στους αγοραστές, έρευνες αγοράς και τεχνολογικές καινοτομίες. Με τη σύμπραξη του Industry 4.0 με την εφοδιαστική αλυσίδα, θα δημιουργηθεί μια νέα ψηφιακή πραγματικότητα με σημαντικά οφέλη για τις επιχειρήσεις και το κοινό. Στον παλμό αυτών των αλλαγών πολλές επιχειρήσεις έχουν ήδη προγραμματίσει μεγάλες επενδύσεις, κυρίως στον τομέα του internet of things, για να προλάβουν το φρενήρη ρυθμό της ανάπτυξής του. Τα νούμερα δεδομένων που παράγονται καθημερινά είναι εξωφρενικά. Σύμφωνα με το ινστιτούτο Gartner, το 2020, κάθε άνθρωπος παράγαγε περίπου 1,7 MB δεδομένων κάθε δευτερόλεπτο, οι αναζητήσεις στην πλατφόρμα της Google ξεπερνούν τα 3,5 δις ημερησίως ενώ προστίθεται περίπου 400 ώρες βίντεο κάθε λεπτό στην πλατφόρμα του YouTube. Από αυτά μπορεί να γίνει εύκολα αντιληπτό ο απίστευτος όγκος των δεδομένων που αντιστοιχεί σε κάθε άνθρωπο. Δεδομένα τα οποία αποτελούν το νέο χρυσό για οποιαδήποτε εταιρεία επιθυμεί να κατανοήσει και να προσαρμοστεί γρηγορότερα στο εξωτερικό της περιβάλλον. Η εικόνα 6, αποτελεί ένα καλό παράδειγμα για το πώς οι υπηρεσίες του IoT, παρεισφρήσαν στην ανθρώπινη ζωή και αύξησαν τα νούμερά τους. Φαίνεται ότι υπάρχει μια εκθετική αύξηση των συνδεδεμένων συσκευών στο διαδίκτυο, δυσανάλογη με το ρυθμό αύξησης του παγκόσμιου πληθυσμού. Ενώ το 2003 ο πληθυσμός της Γης ανερχόταν σε 6.3 δισεκατομμύρια, μόνο 500 εκατομμύρια ήταν οι συνδεδεμένες συσκευές στο διαδίκτυο, δηλαδή σε κάθε άνθρωπο αντιστοιχούσαν 0,08 συσκευές. Με την πάροδο δύο δεκαετιών η κατάσταση άλλαξε ραγδαίως. Το 2020, και ενώ το πληθυσμός απλά μεταβλήθηκε σε 7.6 δισεκατομμύρια, ο αριθμός των συσκευών εκτοξεύθηκε στα 50 δις, κάτι



που αναλογεί δηλαδή σε 6,58 συσκευές ανά άνθρωπο, αποτέλεσμα που ισχυροποιεί την παραπάνω διατύπωση για τον καθημερινό τεράστιο παραγόμενο όγκο δεδομένων.

	2003	2010	2015	2020
<i>World Population</i>	6.3 Billion	6.8 Billion	7.2 Billion	7.6 Billion
<i>Connected Devices</i>	500 Million	12.5 Billion	25 Billion	50 Billion
<i>Connected Devices per person</i>	0.08	1.84	3.47	6.58

Εικόνα 6: Αριθμός συσκευών συνδεδεμένων στο internet ανά άνθρωπο (Πηγή: Logistics 4.0, Digital transformation of supply management)

Σκοπός του IoT είναι να ανασχεδιάσει ταυτόχρονα την εφοδιαστική αλυσίδα και τις σχέσεις με τους προμηθευτές ή πελάτες. Ορισμένα από τα οφέλη για όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη αποτελούν η αύξηση της ορατότητας, δηλαδή η πλήρης επίγνωση σε κάθε στιγμή για την τοποθεσία και την κατάσταση του φορτίου, η ενίσχυση της συνεργασίας, η βελτίωση της προσαρμοστικότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας και η μείωση των κινδύνων της.

Ουσιαστικά, ένα από τα μεγαλύτερα οφέλη του IoT, αποτελεί η διαφάνεια που προσφέρει ανά πάσα ώρα και στιγμή. Οι επιχειρήσεις έχουν τη δυνατότητα να παρατηρούν και να ελέγχουν όλες τις διαδικασίες κατά μήκος μιας εφοδιαστικής αλυσίδας, από την παραγωγή μέχρι και την παράδοση στους πελάτες. Η αυξημένη διαφάνεια μπορεί να ωφελήσει στη βελτίωση της ποιότητας του παραδοτέου προϊόντος, ενώ γνωρίζοντας ανά πάσα στιγμή της ανάγκες, κάθε επιχείρηση μπορεί να βελτιστοποιήσει τους τρόπους που χρησιμοποιεί τους πόρους της και να μειώσει για παράδειγμα τα αποθηκευτικά κόστη της. Από την άλλη μεριά, πολύ σημαντική είναι και η επίδραση στη λειτουργία και ψυχρόσυνθεση των πελατών. Δεδομένου ότι οι πληροφορίες ρέουν προς όλα τα ενδιαφερόμενα μέλη, οι πελάτες αναπτύσσουν ένα αίσθημα ασφάλειας και εμπιστοσύνης, βελτιώνουν την επικοινωνία με τους προμηθευτές τους ενώ ταυτόχρονα έχουν τη δυνατότητα να προγραμματίζουν με μεγαλύτερη ακρίβεια τις δικές τους διεργασίες. Δεν γίνεται να ξεχαστεί βέβαια το γεγονός πως μια εφοδιαστική αλυσίδα, δομημένη με IoT θεμέλια είναι πολύ



ευκολότερο να ανταποκριθεί και να προσαρμοστεί σε ξαφνικές αλλαγές, είτε του εξωτερικού είτε του εσωτερικού περιβάλλοντός της, μειώνοντας του κινδύνους που προκύπτουν και προσφέροντας μια αναβαθμισμένη αξία στις υπηρεσίες της.

Χρήση Wearables

Η τεχνολογία του IoT, προσφέρει καινοτόμες λύσεις στους εργαζόμενους για να διευκολύνει τον καθημερινό εργασιακό φόρτο. Μία από αυτές είναι τα wearables, ή όπως θα το λέγαμε στα ελληνικά πράγματα τα οποία φοριούνται. Η τεχνολογία των wearables, τα οποία φυσικά συνδέονται στο διαδίκτυο, αναφέρεται σε εξοπλισμό που μπορεί να φορεθεί στον καρπό, το κεφάλι, το πρόσωπο ή γενικά σε κάποιο σημείο του ανθρώπινου σώματος. Είναι εξοπλισμένα με έξυπνους αισθητήρες και βρίσκονται σε σύζευξη με το πληροφοριακό σύστημα κάθε εταιρείας. Έτσι δίνουν τη δυνατότητα στους εργαζόμενους να εκτελούν γρηγορότερα τις δραστηριότητές τους ενώ βρίσκονται ταυτόχρονα εν κινήσει (on the go). Μερικά παραδείγματα wearables αποτελούν:

- Έξυπνα γυαλιά: Χρησιμοποιούνται με λογισμικά τρισδιάστατης και επαυξημένης πραγματικότητας προσφέροντας ευκολία στην πλοήγηση μέσα στην αποθήκη, στην ετικετοποίηση και στο picking
- Ακουστικά με ηχητικές εντολές: Αρμόδια κυρίως για το picking δια βοής, χωρίς τη χρήση σκάνερ. Ήδη είναι αρκετά δημοφιλή σε μεγάλα κέντρα διανομής του εξωτερικού
- Βραχιόλια ελέγχου δραστηριότητας: Κυρίως χρησιμοποιούνται από τους manager για να ελέγχουν την απόδοση των εργαζομένων.

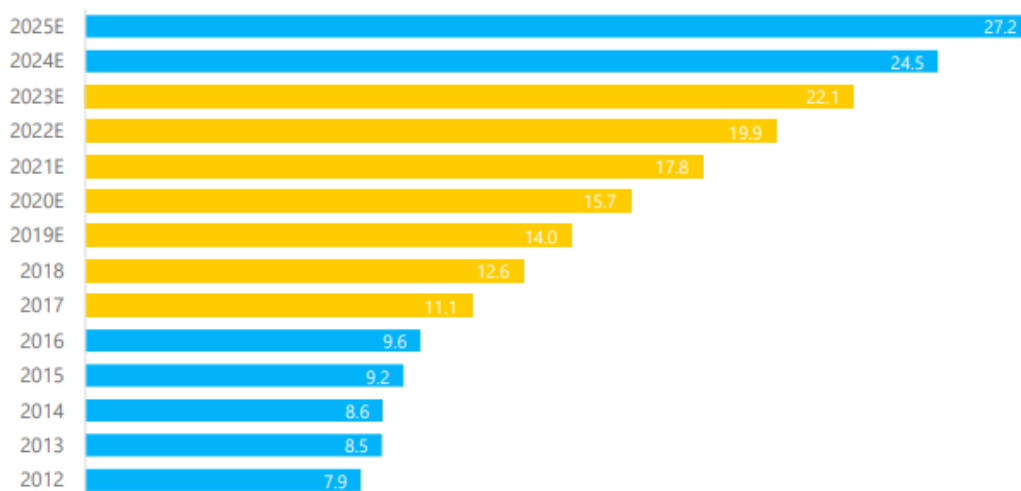
Η αξία από τη χρήση αυτού του εξοπλισμού αναμένεται να είναι πολύ μεγάλη. Έχει μετρηθεί ότι η χρήση ακουστικών με ηχητικές εντολές μπορεί να αυξήσει την απόδοση μιας αποθήκης μέχρι και 30%, γεγονός απολύτως λογικό αν αναλογιστεί κανείς πώς με την τεχνολογία των wearables έχεις όλα τα δεδομένα διαθέσιμα ανά πάσα ώρα στο χέρι σου, εκτελώντας με ακρίβεια όλες τις εργασίες. Ιστορικά να αναφερθεί πώς το 2012, με τη πρώτη χρήση ακουστικών με ηχητικές εντολές, η Wyoming Liquor Division, πέτυχε το τρομερό ποσοστό 99,9% ακρίβεια στο picking των παραγγελιών στις αποθήκες της.



2.B) AUTOMATION AND ROBOTICS IN SCM

Οι προσδοκίες του καταναλωτικού κοινού, σε ότι αφορά την ταχύτητα και τον τρόπο εξυπηρέτησής του, έχουν μεταβληθεί άρδην τις τελευταίες δεκαετίες. Παλιότερα, η παραγγελιοληψία γινόταν με φυσική παρουσία του καταναλωτή, ενώ ένας εργαζόμενος μετέβαινε στο ράφι, επέλεγε το προϊόν και το επέστρεφε σε εκείνον. Πλέον, η μορφή αυτή έχει σχεδόν εκμηδενιστεί στο σύγχρονο μοντέλο εργασίας. Το ηλεκτρονικό εμπόριο, και το omni-channel μοντέλο που προσβύει, δεν αφήνει χώρο σε απαρχαιωμένες τακτικές. Πλέον οι παραγγελίες αποστέλλονται ηλεκτρονικά ενώ στην πλειοψηφία των περιπτώσεων αυτόνομα ρομποτικά συστήματα κάνουν τη διαλογή, συσκευάζουν και τις αποστέλλουν στον αποδέκτη τους.

Με τον όρο ρομποτικά συστήματα ή ρομπότ, όπως χρησιμοποιείται κοινώς, αναφερόμαστε σε όλες εκείνες τις συσκευές που είναι προγραμματισμένες να εκτελούν εργασίες, με μικρή ή καθόλου ανθρώπινη παρέμβαση. Πρωταρχική μνεία στην ορολογία έγινε το 1985 (Brady 1985), ως η έξυπνη σύνδεση ανάμεσα στην αντίληψη και τη δράση. Δεδομένου ότι αυτή η σύνδεση παρουσιάζει σημάδια "έξυπνάδας", τεχνητή νοημοσύνη και ρομποτικά συστήματα αποτελούν αλληλένδετους συνεργάτες. Τα αυτόνομα ρομπότ μπορούν να αναγνωρίσουν, να μάθουν από το περιβάλλον που βρίσκονται και να λάβουν αποφάσεις σε αστραπιαία ταχύτητα. Σε μια σύντομη ιστορική αναδρομή, οι πρώτες ρομποτικές πατέντες εμφανίστηκαν το 1954, όπου η εταιρεία Unimation, χρησιμοποίησε τα πρώτα ρομπότ για να μετακινούν υλικά μέχρι ένα συγκεκριμένο ύψος, ενώ το παράδειγμά της ακολούθησε η General Motors στις εγκαταστάσεις της στο New Jersey το 1964.



Εικόνα 7: Παγκόσμια αγορά των αυτόματων συστημάτων ανά δις \$ (Πηγή: Logistics IQ)



Έκτοτε, και ειδικότερα τις τελευταίες δύο δεκαετίες, η μορφή χρησιμοποίησής τους έχει επεκταθεί σε όλους τους τομείς της παραγωγικής και μη δραστηριότητας, γνωρίζοντας μεγάλη άνθηση. Προβλέπεται ότι την επόμενη πενταετία η αγορά τους θα αυξηθεί κατά πολύ σε κάθε διαδικασία της εφοδιαστικής αλυσίδας. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2018 (Εικόνα 7), αναδεικνύεται η συνεχώς αυξανόμενη τάση της αγοράς των αυτόνομων ρομποτικών συστημάτων, ενώ προβλέπεται ότι μέχρι το 2025 θα παρατηρηθεί αύξηση μέχρι και 40% από τη σημερινή της μορφή.

Σε μια τυπική μορφή αποθήκης της σημερινής μπορούμε να παρατηρήσουμε διάφορους τύπους ρομποτικών συστημάτων. Ορισμένα από αυτά είναι:

- Automated guided vehicles (AGVs), αυτόματα κατευθυνόμενα οχήματα, που συνήθως μεταφέρουν υλικά μέσα στην αποθήκη. Ακολουθούν μαγνητικές οδούς και χαραγμένες πορείες στο πάτωμα των αποθηκών.
- Autonomous Mobile Robots (AMRs), αποτελούν μια εξελιγμένη μορφή των AGVs, καθώς φέρουν αισθητήρες και δεν χρειάζεται να ακολουθήσουν προ χαραγμένη πορεία μέσα στην αποθήκη. Αντιθέτως αντιλαμβάνονται το περιβάλλον που βρίσκονται και να κινούνται αυτόνομα στο χώρο. Είναι συνήθως μικρά σε όγκο και προσφέρουν αυξημένη απόδοση, ταχύτητα και ασφάλεια σε όλες τις διεργασίες που εκτελούν.



Εικόνα 8: AGV και AMR Robots (Πηγή: Logistics IQ)

- Ιπτάμενα Drone, αποτελούν μια τεχνολογία που ακόμη δεν έχει υιοθετηθεί πλήρως. Πρωτοπόρος στην χρησιμοποίησή τους αποτέλεσε ο κολοσσός της Amazon, όταν το 2013 ανακοίνωσε την παράδοση εμπορευμάτων στους καταναλωτές μέσω αυτών. Τα drone μπορούν να βοηθήσουν σημαντικά στη διαδικασία τήρησης και παρακολούθησης του



αποθέματος. Είναι ικανά να σκανάρουν τοποθεσίες και να δώσουν οδηγίες για αυτόματη τοποθέτηση. Δεν χρειάζονται καθοδήγηση ούτε ειδικά λείζερ για να κινηθούν στο χώρο, ενώ είναι ταχύτατα και μπορούν να προσεγγίσουν δυσπρόσιτα σημεία.

- Automated Storage and Retrieval Systems (AS/RS), εδώ μιλάμε για συστήματα που ασχολούνται με την είσοδο και έξοδο αποθέματος από την αποθήκη. Η μορφή τους μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τις ανάγκες κάθε επιχείρησης, από απλούς ταινιόδρομους μέχρι εξειδικευμένους ρομποτικούς βραχίονες. Η κινέζικη εταιρεία Alibaba, μία από της μεγαλύτερες επιχειρήσεις λιανικής στον κόσμο, απέδειξε πόσο χρήσιμα είναι τα AS/RS, χρησιμοποιώντας στις εγκαταστάσεις της στην Κίνα, περισσότερα από 60 τέτοια ρομπότ, μειώνοντας την ανθρώπινη εργασία στις αποθήκες της κατά 70%. Τα ρομπότ τους λειτουργούν συνδεδεμένα στο εσωτερικό τους δίκτυο για να κατευθύνουν τα προϊόντα στους εργατές στο στάδιο όπου πακετάρονται και αποστέλλονται.

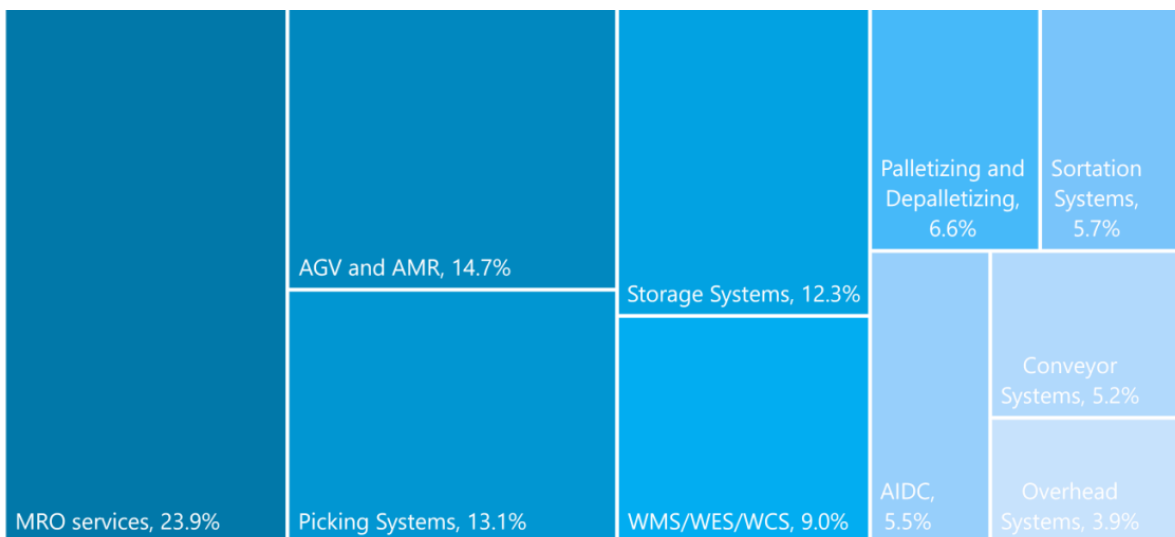
Company	Country	Solution	Function
Amazon	U.S.	Kiva	AGV
Rethink Robotics	U.S.	Baxter/Sawyer	Packaging/ Assembling
IAM Robotics	U.S.	Swift	Picking / AGV
Swisslog	Germany	AutoStore	AS/RS
Locus Robotics	U.S.	LocusBot	AGV
Fetch Robotics	U.S.	HMIShelf	AGV
FIEGE Logistik	Germany	TORU	Picking/AGV
6 River Systems	U.S.	Chuck	AGV

Πίνακας 2: Μεγάλοι παίκτες στις λύσεις αυτοματισμού αποθηκών (Πηγή: Logistics IQ)



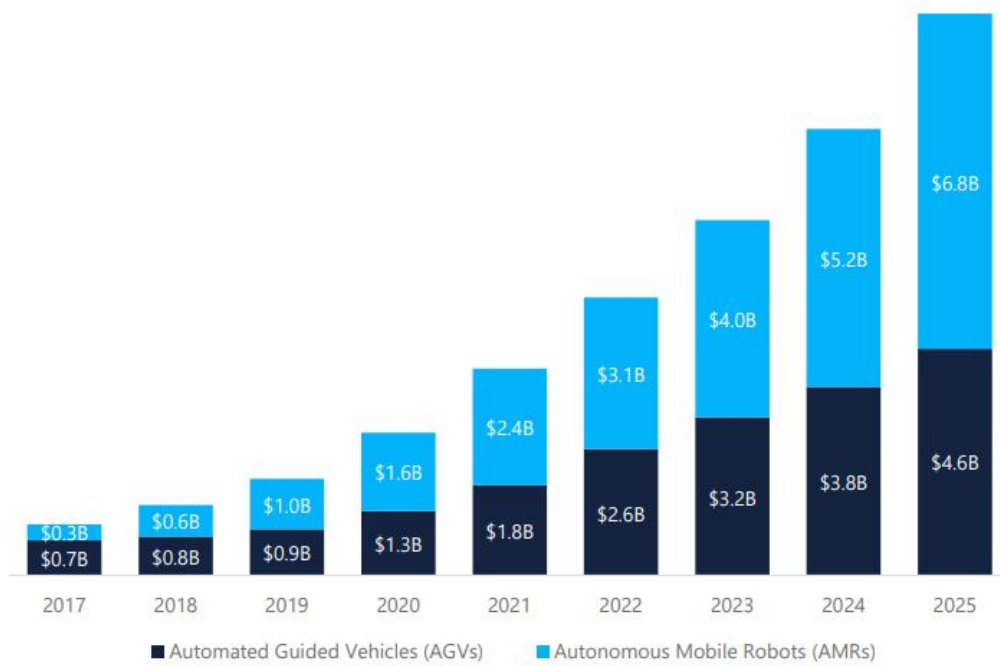
Ενδεικτικά, σε ότι αφορά το ηλεκτρονικό εμπόριο, σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τη LogisticsIQ, λόγω της αυξημένης ζήτησης σε γρηγορότερες και πιο αξιόπιστες εκτελέσεις παραγγελιών, η κατανομή χρήσης αυτόματων ρομποτικών συστημάτων μέχρι το 2025 (Εικόνα 9) μπορεί να γίνει ως εξής:

- Τα συστήματα AGV και AMR, κατέχουν περίπου 15% από το συνολικό μερίδιο. Η αγορά τους έχει διπλασιαστεί τα τελευταία τρία χρόνια, ενώ προβλέπεται συνολική ετήσια αύξηση 35% μέσα στην επόμενη πενταετία.
- Τα συστήματα picking, συνεχίζουν ακόμη να απαιτούν τη μεγαλύτερη ανθρώπινη παρέμβαση σε κάθε κέντρο διαλογής. Η χρήση των barcode παρότι αξιόπιστη θεωρείται πλέον απαρχαιωμένη. Τα RFID προσφέρουν γρηγορότερες και πιο ακριβείς διαδικασίες, ενώ η διαλογή με ανθρώπινη ενέργεια υποστηρίζεται από τεχνολογίες που ενθαρρύνουν τη χρήση φωνητικών / ηχητικών εντολών.



Εικόνα 9: Παγκόσμια κατανομή εσόδων των αυτόματων συστημάτων ανά τεχνολογία μέχρι το 2025 (Πηγή: Logistics IQ)

- Το μεγαλύτερο μέρος από το υπολειπόμενο ποσοστό καταλαμβάνουν αυτόματα συστήματα κατανομής προϊόντων, συστήματα παλετοποίησης καθώς και τα AS/RS. Να σημειωθεί πως περίπου το ¼ της συνολικής αναλογίας κατέχουν διαδικασίες συντήρησης και επισκευής των ρομποτικών διευκολύνσεων.



Εικόνα 10: Ευκαιρίες ρομποτικών αυτοματισμών μέχρι το 2025 (Πηγή: Logistics IQ)



2.Γ) BLOCKCHAIN IN SCM

Καθώς το σημερινό επιχειρηματικό περιβάλλον συνεχίζει να γίνεται όλο και πιο συνδεδεμένο και διαφανές, η ανάπτυξη νέων αναδυόμενων τεχνολογιών, όπως το διαδίκτυο των πραγμάτων, η ανάλυση μεγάλων δεδομένων, η τεχνητή νοημοσύνη και το blockchain φέρνουν επανάσταση στον τρόπο των υφιστάμενων επιχειρηματικών και βιομηχανικών διαδικασιών και επιτρέπει τη δημιουργία νέων επιχειρηματικών μοντέλων.

Η τεχνολογία του blockchain δημιουργεί μια διαφάνεια των συναλλαγών μέσω της peer-to-peer διασύνδεσης των συμβαλλόμενων μερών. Ουσιαστικά αποτελεί μια αποκεντρωμένη τεχνολογία του λογιστικού συστήματος, καταγράφοντας κάθε ακολουθία συναλλαγών από την πρώτη ύλη και σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Τα αρχεία είναι προσβάσιμα σε όλους τους συμμετέχοντες, χωρίς ωστόσο να έχουν τη δυνατότητα τροποποίησης τους. Είναι πολύ σημαντικό να κατανοήσουμε τις δυνατότητες της τεχνολογίας blockchain στις αλυσίδες εφοδιασμού, καθώς βελτιστοποιεί τις επιχειρηματικές συναλλαγές και ενισχύει τις εμπορικές σχέσεις στο οικοσύστημα.

Τεχνολογία του Blockchain

Η τεχνολογία Blockchain παρουσιάστηκε για πρώτη φορά το 2008 στο έγγραφο που συντάχθηκε από τον Satoshi Nakamoto (2008) ως peer-to-peer ηλεκτρονικό σύστημα μετρητών για την ανάπτυξη του πρώτου πλήρως αποκεντρωμένου κρυπτονομίσματος, δηλαδή του Bitcoin, το οποίο αλλάζει ριζικά τα υπάρχοντα συστήματα πληρωμών. Επί της ουσίας είναι ένα κρυπτογραφημένο πρωτόκολλο και ένα σύστημα αρχειοθέτησης που διασφαλίζει ότι ένα σύνολο δεδομένων παρακολουθείται, επαληθεύεται και καταγράφεται σε ένα γενικό καθολικό. Τα δεδομένα του καθολικού είναι οργανωμένα σε μορφή αλυσίδας που συνδέονται μεταξύ τους με κρυπτογραφημένα πρωτόκολλα. Στην τεχνολογία αυτή, η ασφάλεια εξαρτάται από τις προηγμένες τεχνικές κρυπτογράφησης, που επικυρώνουν κάθε μπλοκ και τα συνδέουν μεταξύ τους. Έτσι, κανένα από τα συμμετέχοντα μέλη δεν μπορεί να αλλάξει, διαγράψει ή παραβιάσει το μπλοκ των δεδομένων.



Το Blockchain χρησιμοποιεί έξυπνες συμβάσεις προκειμένου να αποκτήσει οφέλη από την αλυσίδα μπλοκ για εκτέλεση πλήθους επιχειρηματικών διαδικασιών, που μπορούν να κωδικοποιηθούν σε συναλλαγές έξυπνων συμβολαίων. Το Smart contract είναι μια εφαρμογή λογισμικού που έχει σχεδιαστεί για τη διάδοση, την επαλήθευση και την επιβολή συναινετικών συμβάσεων που έχουν συμφωνηθεί από τα μέρη. Εκτός από αυτό, το blockchain χρησιμοποιεί ιδιωτικά κλειδιά και ψηφιακά πορτοφόλια για απαιτήσεις ασφάλειας δεδομένων. Ένα ιδιωτικό κλειδί είναι μια εξελεγμένη μορφή κρυπτογραφίας και επιτρέπει σε ποιον συμμετέχοντα μπορεί να κρυπτογραφήσει και να αποκρυπτογραφήσει δεδομένα, ενώ το ψηφιακό πορτοφόλι αναφέρεται σε ένα βοηθητικό πρόγραμμα για την αποθήκευση ψηφιακών στοιχείων που βασίζονται σε blockchain και την πραγματοποίηση συναλλαγών. Υπάρχουν βασικά τρεις τύποι συστημάτων blockchain, δηλαδή το δημόσιο blockchain, το ιδιωτικό blockchain και το υβριδικό blockchain

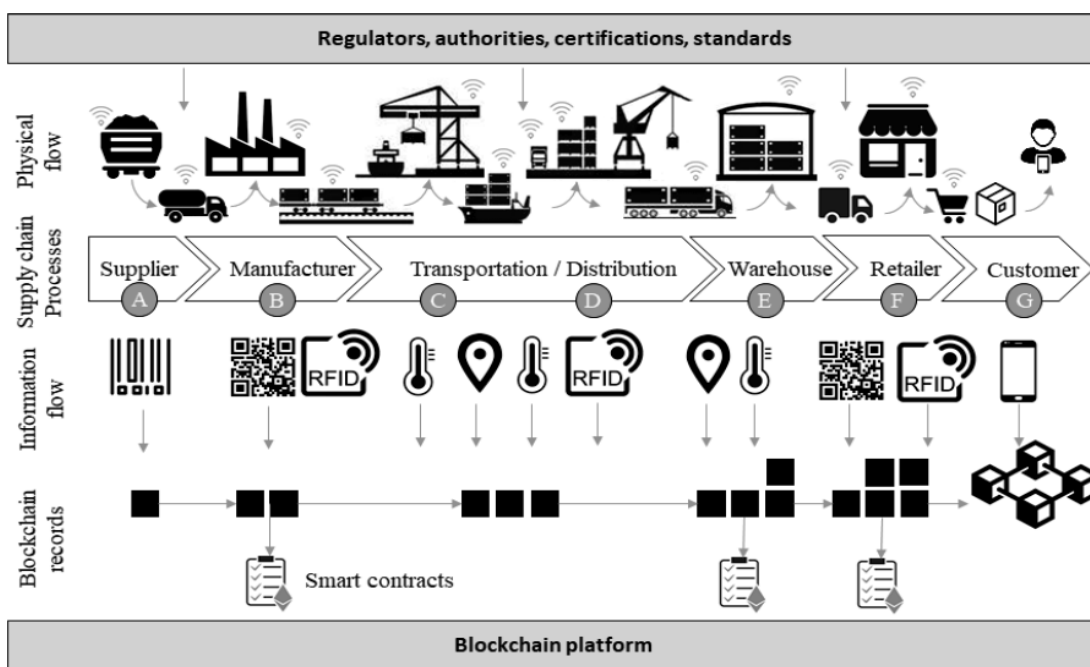
Χρήση του blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα

Παρόλο που το blockchain χρησιμοποιείται κυρίως στον χρηματοπιστωτικό τομέα ως τεχνολογία για την ανάπτυξη προϊόντων και υπηρεσιών κρυπτονομισμάτων, συνεχίζει να αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς και να αναπτύσσει νέες λύσεις σε άλλους τομείς όπως το λιανικό εμπόριο, οι ασφάλειες, η υγειονομική περίθαλψη, η ενέργεια και η ακίνητη περιουσία για ιδιοκτησία περιουσιακών στοιχείων, επιτάχυνση των χρόνων συναλλαγών, μείωση του κόστους, εξάλειψη των κινδύνων ανάκλησης, πλαστογραφίας και απάτης. Επιπλέον, η τεχνολογία του Blockchain είναι μια αποδεδειγμένη επιτυχημένη λύση για την επικοινωνία πληροφοριών, τον έλεγχο και τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας που επιτρέπει την παρακολούθηση ολόκληρου του κύκλου ζωής του προϊόντος και είναι ένα ιδανικό εργαλείο για να φέρει επανάσταση στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Για παράδειγμα, χρησιμοποιώντας τεχνολογία blockchain, οι εταιρείες μπορούν να οικοδομήσουν παραγωγικές σχέσεις μεταξύ των επιχειρηματικών εταίρων, να κάνουν το εμπόριο πιο διαφανές στους πελάτες, να αποφεύγουν τα λάθη, να αξιολογούν γρήγορα τα δεδομένα και να παρακολουθούν προβλήματα ποιότητας που μπορεί να προκύψουν σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού. Σε ένα περιβάλλον χωρίς εμπιστοσύνη, το κόστος της εφοδιαστικής αλυσίδας μπορεί να μειωθεί με την εξάλειψη των ενδιάμεσων ελεγκτών. Επιπλέον, το τεχνολογικό δυναμικό επιτρέπει στις εταιρείες να μειώσουν την ποσότητα απορριμμάτων, την υποβάθμιση του προϊόντος και τα ελάττωμα. Το Blockchain έχει επίσης την ικανότητα να μετασχηματίζει τους



φυσικούς πόρους, να διαχειρίζεται τα απόβλητα και να ανακυκλώνει έχοντας μεγάλο αντίκτυπο στη βιωσιμότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Ένα καλό παράδειγμα εφαρμογών blockchain είναι η πλατφόρμα TradeLens, στην αλυσίδα εφοδιασμού μεταφορών. Η Maersk και η IBM ανέπτυξαν μια ανοιχτή, ουδέτερη και καταναμημένη πλατφόρμα blockchain για να επιτρέψει την ψηφιακή συνεργασία μεταξύ πολλών εταιρών που εμπλέκονται στο διεθνές εμπόριο. Οι συμμετέχοντες στο οικοσύστημα, όπως αποστολείς, ναυτιλιακές γραμμές, μεταφορείς εμπορευμάτων, φορείς εκμετάλλευσης λιμένων και τερματικών σταθμών, εταιρείες χερσαίων μεταφορών και τελωνειακές αρχές μπορούν να αλληλεπιδρούν πιο αποτελεσματικά μέσω της πρόσβασης σε πραγματικό χρόνο σε δεδομένα και έγγραφα αποστολής. Με την υποστήριξη ψηφιακών προϊόντων και υπηρεσιών ενοποίησης, όπως τα έξυπνα εμπορευματοκιβώτια, η πλατφόρμα στοχεύει στη μείωση του κόστους μεταφοράς, στην εξάλειψη των αναποτελεσματικών διαδικασιών που βασίζονται σε χαρτί, και αυξάνουν την ιχνηλασιμότητα στη μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων από τη Νότια Αμερική και την Αφρική προς Ευρώπη. Αυτή η ανεπτυγμένη ιδέα blockchain έχει δοκιμαστεί για την αποστολή λουλουδιών από την Κέννα στο Royal Flora Holland, για την αποστολή μανταρινιών από την Καλιφόρνια και ανανάδων από την Κολομβία στο λιμάνι του Ρότερνταμ. Στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων, πολλοί έμποροι λιανικής προσαρμόζουν την τεχνολογία blockchain για να εντοπίσουν την αυθεντικότητα των προϊόντων διατροφής.



Εικόνα 11: Χρήση blockchain στην εφοδιαστική αλυσίδα (Πηγή: Logistics 4.0, Digital transformation of supply management)



Ο γιγαντιαίος λιανοπωλητής Walmart συνεργάστηκε με την IBM και άλλους εξέχοντες παραγωγούς τροφίμων στη βιομηχανία τροφίμων, όπως η Dole Food, η Nestlé, η Unilever και η Tyson Foods για να δημιουργήσει ένα σύστημα ιχνηλασιμότητας τροφίμων βασισμένο στο Hyperledger Fabric, που ονομάζεται IBM Food Trust. Η Walmart χρησιμοποιεί τεχνολογία blockchain για τη βελτίωση της διαφάνειας, της τυποποίησης και αποτελεσματικότητας σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων. Η διαδικασία παρακολούθησης πληροφοριών για την ασφάλεια των τροφίμων θα μπορούσε να διαρκέσει λιγότερο από 3 δευτερόλεπτα χρησιμοποιώντας το blockchain. Εδώ, τα δεδομένα προέλευσης από το χωράφι ή το αγρόκτημα, οι αριθμοί παρτίδας, τα δεδομένα εργοστασίου και διεργασιών, οι ημερομηνίες λήξης, οι θερμοκρασίες αποθήκευσης και οι λεπτομέρειες μεταφοράς αποθηκεύονται με ασφάλεια στο Blockchain.

Το πρόγραμμα IBM Food Trust επεκτάθηκε με η συνεργασία της Carrefour στη Γαλλία και ξεκίνησε το πρώτο blockchain τροφίμων στην Ευρώπη για την ψηφιακή παρακολούθηση της κίνησης προϊόντων. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε για κοτόπουλα ελεύθερης βοσκής, ενώ επεκτάθηκε και σε αυγά, τυρί, γάλα, μοσχαρίσια μπριζόλα, σολομό, πορτοκάλια και ντομάτες. Οι καταναλωτές μπορούν να λάβουν πληροφορίες σχετικά με την προέλευση του προϊόντος σαρώνοντας έναν QR code στη συσκευασία εγκαθιστώντας την εφαρμογή blockchain στα έξυπνα τηλέφωνα τους. Η Carrefour σχεδιάζει επίσης να παρακολουθήσει επιπλέον 100 μη εδώδιμα είδη στο σύστημα μέχρι φέτος. Εκτός από αυτό, οι αλυσίδες σούπερ μάρκετ της Ελβετίας, η Migros κυκλοφόρησε πρόσφατα μια λύση blockchain με βάση το Hyperledger Fabric με τη συνεργασία της TE-FOOD προκειμένου να προσφέρει ασφάλεια και διαφάνεια για αλυσίδες εφοδιασμού φρέσκων φρούτων και λαχανικών. Η Migros εφάρμοσε την τεχνολογία blockchain για τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών τροφίμων, τη βελτίωση της ταχύτερης διανομής και τη μείωση της σπατάλης τροφίμων. Η εφαρμογή τεχνολογίας blockchain για τους λιανοπωλητές δεν προσφέρει μόνο πλεονεκτήματα μάρκετινγκ στους πελάτες, παρέχοντας διαφανείς πληροφορίες για τα τρόφιμα, αλλά και η ιχνηλασιμότητα των τροφίμων μπορεί να προσφέρει μεγαλύτερη αξία από ευκολότερες ανακλήσεις προϊόντων έως βελτιωμένο έλεγχο της αλυσίδας εφοδιασμού. Επιπλέον, η τεχνολογία επιταχύνει τις διαδικασίες και επιτρέπει στους αγρότες να πληρώνονται πιο γρήγορα για τα προϊόντα που πωλούν, αποτρέποντας τον καταποντισμό των τιμών και τις αναδρομικές πληρωμές, συνηθισμένες στη βιομηχανία τροφίμων.



2.Δ) BIG DATA ANALYTICS IN SCM

Ορισμός

Ως μεγάλα δεδομένα, ορίζεται ένα σύνολο δεδομένων, όπου τα δεδομένα αυτά, ο όγκος τους και οι πληροφορίες που φέρουν, είναι πολύ δύσκολο, έως αδύνατο, να αναλυθούν από τις τυπικές μεθόδους, τα εργαλεία και τα λογισμικά επεξεργασίας και ανάλυσης δεδομένων. Κατά κανόνα τα δεδομένα αυτά δεν είναι δομημένα, ενώ η σύνθεσή τους είναι τόσο περίπλοκη, ώστε η καταγραφή τους και η αποθήκευσή τους καθίσταται αδύνατη χωρίς την χρήση σύγχρονων μέσων και τεχνικών ανάλυσης δεδομένων. Μεγάλα δεδομένα (BD), δύναται να προκύπτουν από μεγάλα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, από συλλογή email, από πληροφορίες που ανεβαίνουν στο διαδίκτυο, από την λειτουργία επιχειρήσεων και οργανισμών, καθώς και από αισθητήρες που παράγουν δεδομένα αυτόνομα.

Η ανάλυση των μεγάλων δεδομένων (Big Data Analytics), είναι ένα μέσο το οποίο αναπτύχθηκε με στόχο να βοηθάει επιχειρήσεις και οργανισμούς, στο να συλλέγουν και να χρησιμοποιούν μεγάλους όγκους δεδομένων κατά την διαδικασία λήψης αποφάσεων που σχετίζονται με τις μελλοντικές τους κινήσεις. Άρα στόχος της ανάλυσης των μεγάλων δεδομένων, είναι να προσφέρουν σε επιχειρήσεις και οργανισμούς μια κατά το δυνατόν βέλτιστη εικόνα του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκονται και των παραγόντων που το επηρεάζουν.

Μερικές από τις σημαντικότερες προκλήσεις που αντιμετωπίζουν επιχειρήσεις και οργανισμοί κατά την ανάλυση μεγάλων δεδομένων, αφορούν κυρίως τον τρόπο που τα δεδομένα αυτά συλλέγονται, αποθηκεύονται, διανέμονται στους ενδιαφερόμενους, τον τρόπο και τα μέσα ανάλυσης και επεξεργασίας τους, τον διαμοιρασμό τους. Ενώ δύο από τις πλέον σύνθετες προκλήσεις της ανάλυσης των Big Data, είναι ο χρόνος στον οποίο τα δεδομένα αυτά γίνονται προσβάσιμα, αλλά και η ασφάλειά τους, αφού συχνά τα δεδομένα αυτά έχουν αξία μονάχα για κάποιο σύντομο χρονικό διάστημα και στη συνέχεια θεωρούνται πεπερασμένα, ενώ ως προς τον παράγοντα της ασφάλειας, τα μεγάλα δεδομένα πρέπει να διαφυλάσσονται από κακόβουλες επιθέσεις, ενώ η χρήση τους θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε το απόρρητο των δεδομένων αυτών να μην παραβιάζεται για ευνόητους λόγους.



Τα τελευταία χρόνια, ο όρος Big Data Analytics (BDA), χρησιμοποιείται για να εκφράσει την ανάλυση στοιχείων πρόγνωσης (Predictive analysis) και την ανάλυση της συμπεριφοράς των χρηστών.

Η ιστορία πίσω από τα big data, συναντάται για πρώτη φορά πίσω στο 1663 όπου ο μελετητής, δημογράφος και επιδημιολόγος John Graunt, ήταν ο πρώτος ο οποίος χρησιμοποίησε τεχνικές στατιστικής ανάλυσης για ιατρικούς σκοπούς, κατά την διάρκεια της επιδημίας της βουβωνικής πανώλης. Στόχος της ανάλυσης του ήταν να διαπιστώσει τους ακριβείς επιδημιολογικούς δείκτες σχετικά με την θνησιμότητα και τις παραλλαγές της αρρώστιας, στην περιοχή της Αγγλίας. Σχεδόν 200 χρόνια αργότερα ο Αμερικανός Χέρμαν Χόλεριθ κατασκεύασε έναν μηχανισμό πινακοποίησης, ο οποίος κωδικοποιούσε δεδομένα σε μορφή αριθμών και στην συνέχεια χάραζε τους αριθμούς αυτούς σε στήλες και γραμμές πάνω σε κάρτες, επιτυγχάνοντας να αποθηκεύει τεράστιο αριθμό δεδομένων.

Η πραγματική επανάσταση στην ανάπτυξη των Big Data όμως ήρθε με την άφιξη του ίντερνετ. Τον εικοστό πρώτο αιώνα πλέον, ο αντίκτυπος των Big Data είναι εμφανής στην καθημερινή ζωή του μεγαλύτερου αριθμού των ανθρώπων. Το 2001, ο Douglas B. Laney, επινόησε τα 3 V's των Big Data [velocity (ταχύτητα), variety (ποικιλία) και volume (ποσότητα)] σε μια προσπάθεια να ορίσει με παραστατικό τρόπο τα μεγάλα δεδομένα. Τα 3 V's του Douglas B. Laney, έρχονται να αποδώσουν στα μεγάλα δεδομένα των τίτλο ίσως της μεγαλύτερης ανακάλυψης του εικοστού πρώτου αιώνα. Σε δεύτερο χρόνο βέβαια προστέθηκαν περισσότερα V's πέρα από τρία πρώτα. Συγκεκριμένα ήταν το Veracity (εγκυρότητα), variability (μεταβλητότητα) και Value (αξία).

Εφαρμογές των BDA στο SCM

Τα μεγάλα δεδομένα εντοπίζονται κατά μήκος ολόκληρης της εφοδιαστικής αλυσίδας μιας επιχείρησης και η ανάλυση τους έχει καθοριστικό ρόλο στην εύρωστη λειτουργία της. Τα δεδομένα αυτά, μπορεί να αφορούν πληροφορίες σχετικά με τους πελάτες, τους προμηθευτές, τις παραγγελίες, τις επιστροφές, τις αποστολές των παραγγελιών, τα χαρακτηριστικά των παραγόμενων προϊόντων και υπηρεσιών, τον συντονισμό των αποθηκών, την διαχείριση των αποθεμάτων και μεταξύ άλλων, ακόμη και την οργάνωση του στόλου των φορτηγών που διαθέτει η επιχείρηση αυτή.



Εδώ και αρκετά χρόνια αναπτύχθηκαν διάφορα εργαλεία και λογισμικά, τα οποία βοηθούν τις επιχειρήσεις να επεξεργαστούν και να αναλύσουν τα δεδομένα αυτά με τον βέλτιστο δυνατό τρόπο. Μερικά από αυτά τα εργαλεία είναι τα συστήματα ERP (Συστήματα Ενδοεπιχειρησιακού Σχεδιασμού), SCE (Συστήματα Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας) και APS (Συστήματα Προηγμένης Σχεδίασης και Προγραμματισμού). Πολλά από τα συστήματα αυτά, παρόλο που ακόμη εξελίσσονται, βρίσκονται πλέον σε ώριμο στάδιο και σε παγκόσμιο επίπεδο υπάρχουν αρκετά εξοικειωμένα στην χρήση τους, στελέχη επιχειρήσεων. Με τα παραπάνω συστήματα, επιτυγχάνεται ο βέλτιστος επιχειρησιακός σχεδιασμός που καλούνται να εκτελέσουν τα υψηλόβαθμα στελέχη των επιχειρήσεων.

BDA στη διαχείριση των αποθεμάτων

Η διαχείριση των αποθεμάτων, αναμφίβολα συγκαταλέγεται ως μία από τις βασικότερες λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας και των Logistics. Η μεγάλη αξία των αποθεμάτων για μία επιχείρηση ή έναν οργανισμό, προκύπτει από το γεγονός ότι τα αποθέματα είναι αυτά που βοηθούν στο να περιορίζεται η διαφορά μεταξύ της ζήτησης των προϊόντων με την προσφορά. Πιο συγκεκριμένα, τα Big Data βοηθούν τις επιχειρήσεις στο να ελέγχουν και να αναλύουν συνεχώς τη διαθεσιμότητα της αποθήκης, ενώ συμβάλλουν και στην ελαχιστοποίηση του stock που απαιτείται να είναι διαθέσιμο κάθε στιγμή, ενώ φυσικά τα μεγάλα δεδομένα συμβάλλουν και στο να επιτυγχάνεται αυξημένη προσαρμοστικότητα έναντι ξαφνικών αλλαγών. Τα παραπάνω συμβαίνουν γιατί η ανάλυση των Big Data μπορεί να συνδέσει την πορεία των πωλήσεων από δεδομένα προηγούμενων ετών, με μεθόδους πρόβλεψης των μελλοντικών πωλήσεων, ούτως ώστε ο σχεδιασμός της διοίκησης των αποθεμάτων να είναι επίκαιρος.

Η ανάλυση των Big Data, μέσα από συστήματα διαχείρισης του αποθέματος, μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την αποτελεσματικότητα κατά την λειτουργία των επιχειρήσεων. Η αυξημένη εποπτεία που προσφέρεται μέσα από τα παραπάνω συστήματα, συμβάλλει στην μείωση των τριβών που υπάρχουν στην λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας. Συγκεκριμένα, αποφεύγονται οι μακροχρόνιες ελλείψεις προϊόντων οι οποίες προκαλούν ακυρώσεις παραγγελιών και κατά συνέπεια περιχαράκωνουν τους στρατηγικούς στόχους των επιχειρήσεων και οργανισμών. Ενώ αποφεύγονται και περιστατικά όπου οι επιχειρήσεις καλούνται να ακυρώσουν παραγγελίες, γιατί



ο αριθμός των διαθέσιμων αποθεμάτων ήταν τελικά μικρότερος από τον αναμενόμενο. Συνεπώς, τυχόν δυσλειτουργίες και καθυστερήσεις στις παραγγελίες, οδηγούν σε μείωση της εμπιστοσύνης των πελάτων και κατά συνέπεια βλάπτουν την φήμη των επιχειρήσεων, αφού όταν οι πελάτες δεν βρίσκουν το προϊόν που θέλουν συνήθως αναζητούν εναλλακτικές επιχειρήσεις για να καλύψουν τις ανάγκες τους. Σίγουρα το να αποφευχθούν πλήρως οι ελλείψεις στα αποθέματα είναι πρακτικά αδύνατο, όμως η ανάλυση των Big Data βοηθά στην ελαχιστοποίηση των ελλείψεων αυτών.

Η μεγιστοποίηση των πωλήσεων και η αύξηση των περιθωρίων για κέρδος, είναι αναμφίβολα προς το συμφέρον κάθε επιχείρησης. Ένα βασικό πλεονέκτημα της ανάλυσης των μεγάλων δεδομένων, είναι η πρόσβαση σε πληροφορίες οι οποίες βοηθούν και ενισχύουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Οι πληροφορίες αυτές, δύναται να αναφέρονται σε αγοραστικές τάσεις των καταναλωτών, στην απόδοση των καναλιών διανομής, αλλά και στο ποια σειρά προϊόντων παρουσιάζει την μεγαλύτερη κερδοφορία. Όταν μια σειρά ή μια ομάδα προϊόντων παρουσιάζει χαμηλή ζήτηση από την αγορά, αυτό μεταφράζεται σε αύξηση του κόστους αποθήκευσης για τις επιχειρήσεις, αφού τα προϊόντα μένουν αποθηκευμένα για μεγάλα χρονικά διαστήματα, ενώ ο κίνδυνος μέρος αυτών των προϊόντων να λήξει αυξάνεται, όπως αυξάνονται και οι ανάγκες για μεγαλύτερους χώρους και αριθμό αποθηκών. Ενώ όταν άλλες ομάδες προϊόντων μένουν στα ράφια των αποθηκών για ελάχιστο χρονικό διάστημα και τα αποθέματα παρουσιάζουν συχνά ελλείψεις, είναι ένα σημάδι ότι η ζήτηση παρουσιάζει αύξηση και κατά συνέπεια η παραγωγή πρέπει να αυξηθεί.

BDA στη διαχείριση των προμηθειών

Η λειτουργία των προμηθειών θεωρείται μία από τις κρίσιμες διαδικασίες μια επιχείρησης καθώς επηρεάζει άμεσα την απόδοσή της και το στρατηγικό σχεδιασμό της. Προσφάτως, η χρήση εφαρμογών I4.0 στις προμήθειες έχει επεκταθεί ευρέως με αποτέλεσμα πλέον να αναφερόμαστε με τον όρο 'Procurement 4.0'. Σημαντική κρίνεται η αρωγή που προσφέρουν τα big data analytics (BDA), που αποτελούν ένα βασικό κομμάτι του I4.0, στον εκσυγχρονισμό της διαδικασίας των προμηθειών. Τα 'μεγάλα' αυτά δεδομένα, ανασχηματίζουν τελείως τον τρόπο που αντιμετωπίζονται οι προμήθειες, αυτοματοποιώντας πολλές διεργασίες τους με αυξανόμενο



έλεγχο και μείωση του κόστους. Παρακάτω παρατίθενται εκτενέστερα ορισμένα ειδικότερα χαρακτηριστικά των BDA καθώς και οι υποκατηγορίες του procurement που εφαρμόζονται.

Αξιολόγηση απόδοσης προμηθευτών

Το ανταγωνιστικό περιβάλλον που επικρατεί στις παγκόσμιες αγορές, έχει οδηγήσει τους πελάτες σε διαφορετικά μοντέλα και τεχνικές για να αξιολογήσουν τους προμηθευτές τους. Η αποστολή συγκεκριμένων προϊόντων, στις σωστές τοποθεσίες, με το βέλτιστο συνδυασμό ποιότητας και τιμής συνιστούν ένα προμηθευτή έμπιστο. Η επιλογή και αξιολόγηση των προμηθευτών, πριν τη συνεργασία με εκείνους, ενισχύει σημαντικά την αποτελεσματικότητα και την αποδοτικότητα τις προμηθευτικής διαδικασίας, καθώς μπορούν να αποφευχθούν κακές ή βιαστικές επιλογές. Τα Big Data Analytics, ως απόρροια των συσκευών Internet of Things, συνδράμουν ενεργά στη συλλογή δεδομένων για την καλύτερη αξιολόγηση των προμηθευτών. Με τα BDA, οι πελάτες μπορούν να αναγνωρίσουν γρηγορότερα αλλαγές σε πολλούς παράγοντες, τιμή, ποιότητα, χρόνοι παράδοσης για να αποφασίσουν εάν θα συνεχίσουν τη συνεργασία με τους προμηθευτές τους. Παράλληλα, έχουν τη δυνατότητα να δράσουν προπαρασκευαστικά, γνωρίζοντας ποια χαρακτηριστικά των προϊόντων τους μπορούν να βελτιστοποιήσουν την διαδικασία τις προμήθειας και να ρυθμίσουν το πλήθος των προμηθευτικών πηγών. Είναι πολύ σημαντική η χρήση BDA στη λήψη αποφάσεων σχετικά με τις προμήθειες, αφού εκτός από την επιλογή των προμηθευτών, εμπλέκονται ενεργά και στη διαδικασία της παραγγελίας, σε άμεση συνάρτηση με την τεχνολογία του Blockchain, αναβαθμίζοντας τα πληροφοριακά συστήματα με τη σύναψη "έξυπνων" συμβολαίων, που δεν τροποποιούνται ούτε παραβιάζονται από κανένα συμβαλλόμενο μέλος.

Διαχείριση κινδύνου

Είναι λογικό και δεδομένο πώς κάθε επιχείρηση δίνει μεγάλη αξία στο πώς ξοδεύει τα χρήματά της. Προσπαθεί όσο το δυνατόν καλύτερα, να δημιουργεί τη μέγιστη αξία δαπανώντας τους λιγότερο δυνατούς οικονομικούς πόρους. Τα Big Data Analytics προσφέρουν δυνατότητες να φτάσει κάθε επιχείρηση στη βέλτιστη διαχείριση του κινδύνου από τους προμηθευτές και το καταφέρνει με τη βοήθεια των τρόπων παρακάτω:



1. Εξυπνότερη διαχείριση συμβολαίων και του στρατηγικού σχεδιασμού, κατευθυνόμενη από προπαρασκευαστικές αναλύσεις και εφοδιασμό κατά παραγγελία.
2. Εξάλειψη διαρροών χρήματος από απάτες ή από τιμολογιακά λάθη, αναλύοντας και καταγράφοντας το σύνολο των συναλλαγών σε ένα κλειστό σύστημα, με αποτέλεσμα τις μειωμένες απώλειες και τη καλύτερη συμμόρφωση στις πρακτικές.
3. Καταγραφή ιστορικών και παροντικών δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Δύναται στις επιχειρήσεις η δυνατότητα να ελέγχουν με ακρίβεια τα ποσά των αποθεμάτων τους ανά πάσα ώρα και στιγμή, και γνωρίζοντας πιθανές μεταβολές στη ζήτηση, μέσω αναλυτικών εργαλείων να:
 - Γνωρίζουν τα πραγματικά δεδομένα και ακριβής προβλέψεις για τα επερχόμενα έξοδα.
 - Μελετούν αναλυτικά τις αναφορές από τις παραλαβές και να συγκρίνουν την απόδοση των προμηθευτών βάσει των σύγχρονων τάσεων της αγοράς.
 - Ελαχιστοποιούν το διακρατούμενο απόθεμά τους, καθώς δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις που υπάρχουν προϊόντα αδιάθετα για μεγάλα χρονικά διαστήματα στις αποθήκες, συνιστώντας μεγάλη ροή κόστους.
 - Διέπονται από μεγαλύτερη ευελιξία και να προχωρούν γρήγορα σε αλλαγές ανταποκρινόμενοι στο συνεχώς εναλλασσόμενο τοπίο ζήτησης.

BDA στην πρόγνωση της ζήτησης

Στην πρόγνωση της ζήτησης ή αλλιώς Demand Forecasting, οι πληροφορίες που απορρέουν από την ανάλυση των Big Data, βοηθούν την διοίκηση της εφοδιαστικής αλυσίδας στο να μπορεί να προβλέψει έγκαιρα τις μεταβολές της ζήτησης και αυτό το καταφέρνει παρατηρώντας την πορεία της οικονομίας και της αγοράς και συγκρίνοντας τη με δεδομένα από περιόδους του παρελθόντος με παρόμοια χαρακτηριστικά. Έτσι γίνεται να εντοπιστούν τα αίτια που προκάλεσαν τις μεταβολές της ζήτησης όπως αυτές συνέβησαν στο παρελθόν και εν συνεχεία να προβλεφθεί η πιθανή πορεία της ζήτησης στο μέλλον. Για παράδειγμα η εταιρία Amazon, έχει αναπτύξει ένα αυτόνομο τμήμα, το οποίο έχει ως βασικό στόχο την μελέτη των επιμέρους τάσεων της αγοράς σε συλλογικό επίπεδο, αλλά και μεμονωμένα τις αγοραστικές συνήθειες του κάθε πελάτη της. Οι παραπάνω διαδικασίες έχουν φυσικά μεγάλο βαθμό αυτοματοποίησης, όπου η ανάλυση των Big Data συνυπάρχει με τεχνικές μηχανικής μάθησης (machine learning). Η εταιρία με αυτό τον τρόπο έχει



την δυνατότητα να προτείνει προϊόντα που εκτιμά ότι ο εκάστοτε πελάτης έχει ανάγκη ή πρόκειται να αναζητήσει στο άμεσο μέλλον. Επίσης έχει τη δυνατότητα να παρουσιάσει στοχευμένες εκπώσεις και προσφορές σε συγκεκριμένες ομάδες πελατών, με κοινά χαρακτηριστικά και αγοραστικά πρότυπα. Η ανάλυση των Big Data, δίνοντας την ικανότητα σε μια επιχείρηση να χρησιμοποιεί το ιστορικό από τα δεδομένα των πωλήσεων, της επιτρέπει να μπορεί να προβλέψει έγκαιρα τις επόμενες ανάγκες της αγοράς, επιτρέποντας της να είναι ένα βήμα μπροστά από της εξελίξεις.

Η προγνωστική ανάλυση της ζήτησης φυσικά ξεπερνά τα στενά όρια της ανάλυσης μόνο των ιστορικών δεδομένων στις πωλήσεις και επεκτείνεται σε μια αξιολόγηση των παραγόντων που οδήγησαν τις αγοραστικές συνήθειες των καταναλωτών και το αντίκτυπο που δύναται να έχουν οι παράγοντες αυτοί σε μελλοντικές μεταβολές της ζήτησης. Σήμερα σημαντικός αριθμός επιχειρήσεων, χρησιμοποιεί συχνά την εξόρυξη δεδομένων από την αγορά και από τις βάσεις δεδομένων τους για να προβλέψει αποτελεσματικά τις μελλοντικές μεταβολές της ζήτησης. Η σωστή χρήση της ανάλυσης των Big Data, αυξάνει την αποτελεσματικότητα της πρόβλεψης της ζήτησης συνδυάζοντας ένα μεγάλο φάσμα από δεδομένα και πληροφορίες που αφορούν μέχρι και τις καιρικές συνθήκες καθώς και τις μεταβολές της οικονομίας των κρατών. Έτσι οι επιχειρήσεις μπορούν να έχουν μια ξεκάθαρη εικόνα σχετικά με το αν αξίζει να πραγματοποιηθεί ένα άνοιγμα σε νέες αγορές ή αν αξίζει να επενδυθούν χρήματα σε ανάπτυξη νέων προϊόντων και υπηρεσιών.

Αρκετές τεχνικές στατιστικής ανάλυσης έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς στην διαδικασία της πρόγνωσης της ζήτησης. Μερικές από τις παραπάνω τεχνικές περιλαμβάνουν την ανάλυση δεδομένων σε χρονοσειρές, καθώς και την παλινδρόμηση. Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και της πληροφορικής, η ανάλυση των μεγάλων δεδομένων, ανεδείχθη σε ένα εργαλείο για την εκπλήρωση ακριβέστατων προβλέψεων, οι οποίες και αναδεικνύουν καλύτερα τις αγοραστικές συνήθειες και ανάγκες των καταναλωτών, μειώνοντας τους χρόνους αντίδρασης και αξιολόγησης των κινδύνων και βελτιώνοντας κατά συνέπεία με αυτό τον τρόπο την αποδοτικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η ανάλυση δεδομένων από χρονοσειρές, είναι μια μέθοδος για την εξαγωγή δεδομένων που χαρακτηρίζονται από αυξημένη πολυπλοκότητα. Τα δεδομένα αυτά ακολουθούν το ένα το άλλο, είναι αριθμητικής μορφής και εξάγονται ανά συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα. Διαδικασίες όπως η παρακολούθηση του καιρού, της υγείας των ανθρώπων και τα χρηματιστήρια, δύναται να παράγουν δεδομένα σε χρονοσειρές.



BDA στη λειτουργία της αποθήκευσης

Οποιαδήποτε είναι η φύση της επιχείρησης, όταν έρχεται η ώρα δε να μιλήσουμε για ταχέως κινούμενα καταναλωτικά αγαθά, μπορούμε εύκολα να αντιληφθούμε τη μεγάλη σημασία που διαδραματίζει η σωστή αποθήκευσή τους. Σύμφωνα με την IBM, τρισεκατομμύρια σένσορες συλλέγουν δεδομένα και τα προωθούν στα κατάλληλα πληροφοριακά συστήματα με αποδοτικό και χρήσιμο τρόπο, διευκολύνοντας την ιχνηλασιμότητα, την καταγραφή πληροφοριών και την προετοιμασία τους για λεπτομερείς αναλύσεις. Τα παραδοσιακά συστήματα διαχείρισης αποθηκών πλέον θεωρούνται ξεπερασμένα. Εκείνοι που επιμένουν να αντιστέκονται σε οποιαδήποτε αλλαγή, θα βρουν σημαντικά εμπόδια στις μελλοντικές αγορές. Υπάρχουν αρκετές εφαρμογές των big data, που μπορούν να εφαρμοστούν για να βελτιστοποιήσουν διαδικασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας και των logistics. Ορισμένες από αυτές είναι:

- Προκαταρκτική Πρόβλεψη της Ζήτησης.
Πολλά οφέλη των “μεγάλων” δεδομένων αναλύουν τεράστιους όγκους πληροφοριών για να δώσουν ακριβέστερες προδιαγραφές της συμπεριφοράς των καταναλωτών και της απόδοσης των προϊόντων, επιτρέποντας τις ασφαλέστερες προβλέψεις και ορθότερες αποφάσεις που θα ωθήσουν τις επιχειρήσεις στο μέλλον.
- Παρακολούθηση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας σε πραγματικό χρόνο.
Τα παλαιότερα συστήματα διακρατούσαν πληροφορίες μόνο σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές, παρουσιάζοντας δυσκαμψία σε ξαφνικές αλλαγές της ζήτησης. Πλέον, είναι ευκολότερη η διατήρηση καταγραφών ανά πάσα χρονική στιγμή και ο ευκολότερος έλεγχος τους.
- Ανταποκρινόμενα πληροφοριακά συστήματα
Τα περισσότερα Enterprise Resource Planning (ERP) συστήματα, που χρησιμοποιούνταν παλαιότερα, πλέον έχουν καταλήξει απαρχαιωμένα και δύσχρηστα. Τα Big Data σε συνδυασμό με την τεχνητή νοημοσύνη και το internet of things έχουν ως αποτέλεσμα ένα ανταποκρινόμενο σύστημα διαχείρισης της αποθήκης, που επιτρέπει να ανταποκρίνεται ευκολότερα στις ανάγκες τις αγοράς.
- Βελτιστοποίηση της τιμολογιακής Πολιτικής
Ένα από τα μεγάλα προβλήματα των επιχειρήσεων, είναι η πολύπλευρες τοποθετήσεις που έχουν στις διαφορετικές αγορές, κρατώντας τις τιμές τους διαρκώς ενημερωμένες.



Τα Big Data, παρέχουν μια ομπρέλα χρήσιμων πληροφοριών σχετικά με την ανταπόκριση των τιμών στο καταναλωτικό κοινό και σε σχέση με τον ανταγωνισμό, επιμορφώνοντας τα στελέχη κατά τέτοιο τρόπο που να τους κρατούν ανήσυχους σχετικά με την τιμολογιακή πολιτική που ακολουθούν.

BDA στη λειτουργία της διανομής

Τέλος θα δούμε πως επηρεάζεται η διαδικασία του delivery την ανάλυση των Big Data. Μια επιχείρηση η οποία προχωρά σε ανάλυση των Big Data, έχει την δυνατότητα να συνδέσει τα συστήματα της με τα δεδομένα και τα συστήματα εκατομμυρίων πελατών, και ως συνέπεια αυτού, η μεταφορά των δεδομένων γίνεται γρηγορότερα από την μεταφορά των πακέτων. Έτσι μια μεταφορική εταιρία θα μπορεί να στέλνει πακέτα κατευθείαν στην κοντινότερη αποθήκη από την διεύθυνση παράδοσης, χωρίς να μεσολαβούν ενδιάμεσοι σταθμοί, όπου απαιτείται περεταίρω επεξεργασία της παραγγελίας. Άρα συμπεραίνεται ότι εξοικονομούνται σημαντικοί πόροι σε χρόνο και σε χρήμα.

Η διανομή, συμπεριλαμβανομένης και της διαχείρισης της κυκλοφορίας στους δρόμους είναι παράγοντες που συνδέονται με την εφοδιαστική αλυσίδα. Η ανάλυση των Big Data, από δεδομένα που προκύπτουν από αισθητήρες που βρίσκονται σε κεντρικές οδούς και διασταυρώσεις έξυπνων πόλεων, δίνουν τη δυνατότητα στις δημοτικές αρχές, να ελέγχουν και να παρεμβαίνουν στην κυκλοφορία των οχημάτων, δίνοντας προτεραιότητα σε συγκεκριμένα ρεύματα κυκλοφορίας, σε συγκεκριμένες ώρες της ημέρας, ακόμα και βοηθώντας τους πολίτες και τους επαγγελματίες στην αναζήτηση θέσεων parking. Η πολυπλοκότητα της διαδικασίας της διανομής των προϊόντων έχει αυξηθεί αρκετά τα τελευταία χρόνια, αφού η κίνηση στους δρόμους, οι συνθήκες στα ταξίδια, η πανδημία, οι αυξήσεις στις τιμές στα καύσιμα, η κλιματική αλλαγή και οι αυστηροί περιβαλλοντικοί όροι που υιοθετούν πολλές πόλεις και χώρες, έχουν επιδεινώσει την διαδικασία της διανομής. Για τους παραπάνω λόγους η ανάλυση των Big Data, αποτελεί το πλέον χρήσιμο εργαλείο για τον σχεδιασμό αυτής της διαδικασίας της εφοδιαστικής αλυσίδας, με στόχο την βέλτιστη απόδοση των μεταφορικών μέσων που διαθέτουν οι επιχειρήσεις, καθώς και τη μείωση των λειτουργικών εξόδων τους.



Η διανομή του τελευταίου μιλίου, που αποτελεί το πλέον σύνθετο μέρος της διαδικασίας της διανομής, τα Big Data Analytics μπορούν να μετατρέψουν το δίκτυο διανομής σε μια αυτοματοποιημένη διαδικασία, προσφέροντας εποπτεία σε ζωντανό χρόνο, αλλά και παρακολουθώντας την πορεία κάθε διαθέσιμου οχήματος.

Έχοντας κατανοήσει τον τρόπο λειτουργίας των παραπάνω συστημάτων, γίνεται εύκολα κατανοητό, ότι οι ικανότητες που προσφέρει η ανάλυση των Big Data, σε συνδυασμό με τα συστήματα Internet of Things IoT στην εφοδιαστική αλυσίδα και συγκεκριμένα κατά την διανομή είναι πραγματικά πολλές. Επιγραμματικά, όταν ένα φορτηγό φέρει εμπόρευμα με ετικέτες EPC ή ακόμα και το ίδιο το φορτηγό φέρνει την δική του ετικέτα EPC, τότε η διοίκηση της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς και όλα τα συμβαλλόμενα μέρη, μπορούν να παρακολουθούν σε ζωντανό χρόνο την πορεία που ακολουθεί το φορτηγό, καθώς και να εντοπίσουν το ακριβές σημείο και την ακριβή ώρα εκφόρτωσης του αποθέματος.

Ένα ακόμη πεδίο στο οποίο η ανάλυση των Big Data μπορεί να συνεισφέρει τα μέγιστα σχετικά με την διαδικασία του delivery, κυρίως σε μεγάλες επιχειρήσεις και οργανισμούς, είναι αυτό της διαχείρισης του στόλου των οχημάτων. Τα οχήματα συντηρούνται τόσο βάση του προκαθορισμένου παραγραμματισμού, όσο και στη βάση των εκτάκτων, απρόοπτων προβλημάτων και βλαβών που προκύπτουν αρκετά συχνά. Για παράδειγμα ένα φορτηγό το οποίο παθαίνει μια απρόοπτη βλάβη, ενημερώνει μέσω των αισθητήρων που φέρει, τον οδηγό, την επιχείρηση, την υπηρεσία service, την ασφαλιστική εταιρεία, ακόμα και τις αρχές σε περίπτωση ατυχήματος. Με αυτό τον τρόπο, προγραμματίζεται άμεσα η επιδιόρθωση της ζημίας στο όχημα, περιθάλπεται άμεσα ο οδηγός αν αυτό κριθεί αναγκαίο, προγραμματίζεται η επιστράτευση εναλλακτικού οχήματος για να ολοκληρώσει εντός χρονικών περιθωρίων τις παραδόσεις και ειδοποιείται εγκαίρως η επιχείρηση στην οποία ανήκει το όχημα. Επιπρόσθετα ένα φορτηγό ψυγείο το οποίο υποχρεούται από το νόμο να φέρει θερμομέτρο, δύναται να συνδεθεί μέσω του διαδικτύου με τους απαραίτητους παράγοντες της εφοδιαστικής αλυσίδας, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για τον έλεγχο και την καταγραφή δεδομένων όπως αυτά της θερμοκρασίας του ψυγείου του φορτηγού σε πραγματικό χρόνο, ούτως ώστε να διασφαλιστούν στο ακέραιο, οι συνθήκες μεταφοράς που προβλέπει ο κατασκευαστής.

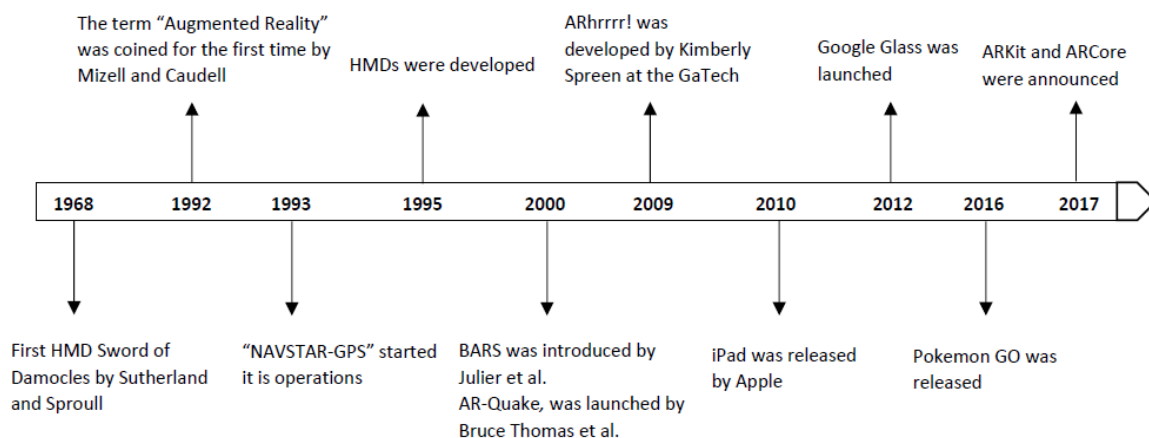


2.E) AUGMENTED REALITY IN SCM

Ιστορική Αναδρομή

Από τη γενικότερη εικόνα του Industry 4.0, δεν είναι δυνατόν να λείπει η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented Reality), ή AR όπως θα αναφέρεται επιγραμματικά στο κείμενο παρακάτω. Το AR είναι μία από τις αναδυόμενες τεχνολογίες του Industry 4.0, η οποία τραβάει όλο και περισσότερο το ενδιαφέρον του κόσμου. Ωστόσο δεν πρόκειται για μία τεχνολογία που εφευρέθηκε πρόσφατα. Οι απαρχές του AR βρίσκονται πίσω στο 17ο αιώνα, όπου τα θέατρα χρησιμοποιούσαν μια οπτική ψευδαίσθηση, την επονομαζόμενη pepper's ghost, που περιλάμβανε τεχνικές με μεγάλα κομμάτια γυαλί και καθρέπτες, για να δημιουργήσουν αντανάκλασεις και να κρύψουν σε κοινή θέα αντικείμενα του πραγματικού κόσμου.

Στον επιστημονικό κόσμο, η επαυξημένη πραγματικότητα, έκανε την είσοδό της το 1968. Τότε οι Ivan Sutherland και Bob Sproull, δημιούργησαν το πρώτο σύστημα AR, το σπαθί του Δαμοκλή, που εδραζόταν πάνω στο ανθρώπινο κεφάλι στο πανεπιστήμιο του Χάρβαρντ. Συνδυάζοντας αισθητήρες, οθόνες και εξαρτήματα υπολογιστών, ήταν ικανό να δημιουργήσει μια τρισδιάστατη απεικόνιση των αντικειμένων και να τα προβάλλει στο πραγματικό περιβάλλον, αποτελώντας ουσιαστικά το πρωτότυπο μοντέλο, πάνω στο οποίο βασίστηκαν για να αναπτύξουν και άλλο την τεχνολογία.



Εικόνα 12: Ιστορική αναδρομή της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) Πηγή: Application of augmented reality (AR) technologies in inhouse logistics



Αργότερα έγινε και η πρώτη αναφορά στην τεχνολογία του AR με τον όρο που τη γνωρίζουμε σήμερα. Οι ερευνητές της Boeing Dave Mizell και Tom Caudell, ανέπτυξαν μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας για να βοηθήσουν τους υπαλλήλους να δημιουργούν συνδέσεις καλωδίων αποτελεσματικότερα. Οι ερευνητές ανακήρυξαν τον όρο AR, σε εργασία που εξέδωσαν το 1992, ενώ συνέχισαν να αναπτύσσουν επιτυχημένες εφαρμογές του για λογαριασμό της Boeing.

Έκτοτε, μέχρι και σήμερα, η πορεία της επαυξημένης πραγματικότητας είναι ραγδαία, με πλήθος εταιρειών να ασχολούνται αναπτύσσοντας εφαρμογές και παιχνίδια πάνω της. Ενδεικτικά να αναφερθεί πως οι κολοσσοί της πληροφορικής, η Google και Apple, συνεχώς καινοτομούν πάνω στον κλάδο, λανσάροντας είτε εφαρμογές, είτε συσκευές προσομοίωσης της τρισδιάστατης πραγματικότητας. Ακόμα, στο πρόσφατο παρελθόν έκανε την είσοδό του το παιχνίδι Pokémon Go, από τη Niantic, χρησιμοποιώντας γεωγραφικά χαρακτηριστικά για να δημιουργήσει ειδικά σενάρια για τους παίκτες. Ο αντίκτυπος από αυτή την κίνηση, τεράστιος. Το παιχνίδι αριθμούσε πάνω από 550 εκατομμύρια λήψεις στα ψηφιακά καταστήματα με τα έσοδά του να ξεπερνούν τα 470 εκατομμύρια τους πρώτους 3 μήνες από την κυκλοφορία του. Με τέτοια εξωφρενικά νούμερα αντιλαμβανόμαστε πως μιλάμε για μια τεχνολογία που τραβάει την προσοχή του κοινού, και θα συνεχίσει μέχρι τη διαδοχή του από κάτι μεταγενέστερο.

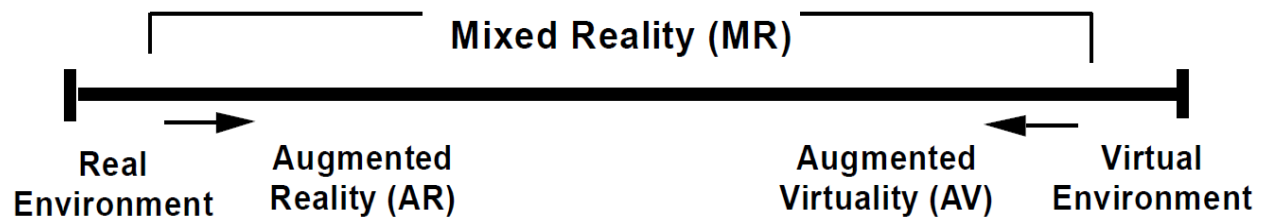
Ανάπτυξη του AR

Με τον όρο επαυξημένη πραγματικότητα, χαρακτηρίζουμε την τεχνολογία που συνδυάζει πληροφορίες δημιουργημένες από ένα σύνολο υπολογιστικών δεδομένων και αντικειμένων του πραγματικού κόσμου. Οι υπάρχουσες εφαρμογές κατασκευάζουν γραφικά, χρησιμοποιώντας στοιχεία του περιβάλλοντος του χρήστη, παρέχοντάς του μία εμπειρία στην οποία μπορεί να αλληλοεπιδράσει σύμφωνα με τις πληροφορίες που του παρασχέθηκαν. Η εικόνα 2 διασαφηνίζει τη θέση που κατέχει το AR, σε αυτό που ονομάζουμε μικτή πραγματικότητα - Mixed Reality (MR). Το MR αναφέρεται σε ένα περιβάλλον αρμονικής συνύπαρξης του υπαρκτού με το εικονικό. Με βάσει τους Milgram και Kishino, αποτελεί τη συνέχεια της πραγματικότητας και το προηγούμενο στάδιο της επαυξημένης εικονικότητας – Augmented Virtuality (AV) , μέχρι την πλήρη εικονική πραγματικότητα – Virtual Environment. Πρόκειται δηλαδή, για μια παραλλαγή της εικονικής πραγματικότητας με ορισμένες διαφορές ωστόσο. Τα δύο επόμενα στάδια του AR, αναφέρονται σε ένα περιβάλλον καθαρά εικονικό, όπου πλέον τα πραγματικά αντικείμενα αποτελούν μέρος τους και όχι το αντίθετο.



Στην προσπάθειά του να προσδιορίσει την τεχνολογία του AR, ο Azuma σε μια δημοσίευσή του το 2001, κατέληξε σε τρία βασικά χαρακτηριστικά:

1. Συνδυάζει πραγματικά και εικονικά αντικείμενα στο πραγματικό περιβάλλον
2. Τρέχει δια δραστικά σε πραγματικό χρόνο και,
3. Ευθυγραμμίζει πραγματικά και εικονικά αντικείμενα μεταξύ τους



Εικόνα 13: Virtuality Continuum (Milgram and Kishino)

Σήμερα, επικρατούν δύο τεχνικές οπτικοποίησης, αναφορικά με τις ορατές οθόνες. Η πρώτη αφορά την οπτικοποίηση αντικειμένων στο ορατό του ανθρωπίνου αισθητηρίου, δηλαδή την προσθήκη περιεχομένου που δημιουργείται από έναν υπολογιστή σε ένα ημιδιαφανές περιβάλλον, επιτρέποντας μια βέλτιστη προβολή του πραγματικού κόσμου. Η δεύτερη αναφέρεται στην οπτικοποίηση μέσω βίντεο, δηλαδή εικονικά τοποθετημένα στοιχεία σε ένα βίντεο και μετέπειτα συνδυασμός τους με την πραγματικότητα.

Εφαρμογές AR στην εφοδιαστική αλυσίδα

Οι εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας, βρίσκουν μεγάλη ανταπόκριση στο σύγχρονο περιβάλλον των εφοδιαστικών αλυσίδων και των logistics, σε πληθώρα των περιπτώσεων. Παρακάτω θα παρουσιαστούν με λεπτομέρειες ορισμένες περιπτώσεις όπου τα η χρήση της τεχνολογίας του AR συμπληρώνει τις διαδικασίες και ενισχύει τη παραγωγική δυναμικότητα.

i) Σχεδιασμός του περιβάλλοντος της αποθήκης

Τα χωροταξικά χαρακτηριστικά κάθε αποθήκης θεωρούνται ένα από τα βασικά στοιχεία, και αποτελούν αποφάσεις μεγάλης σπουδαιότητας για την μακροχρόνια επιτυχημένη λειτουργία κάθε



επιχείρησης. Ένα πρακτικό και δομημένο περιβάλλον, μπορεί να διασφαλίσει την επιτυχημένη εφαρμογή των παραγωγικών διαδικασιών, αυτοματοποιώντας τις λειτουργίες. Βάσει ερευνών, περίπου 20% και 50% των λειτουργικών εξόδων αφορούν το σχεδιασμό των εγκαταστάσεων και τη διαχείριση των πρώτων υλών. Η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας κατευθύνει τις αποθήκες σε υψηλά ευέλικτες και εύκολα διαχειριζόμενες εγκαταστάσεις. Έχουν προταθεί, εφαρμογές που χρησιμοποιούν ψηφιακά δεδομένα και υπαρκτά μηχανήματα, για να κατευθύνουν το προσωπικό αποτελεσματικότερα, μειώνοντας τους χρόνους και τα κόστη που σχετίζονται με ανεπαρκείς διαδρομές, κακή χρήση των μηχανημάτων και κατάχρηση του χώρου παραγωγής και αποθήκευσης.

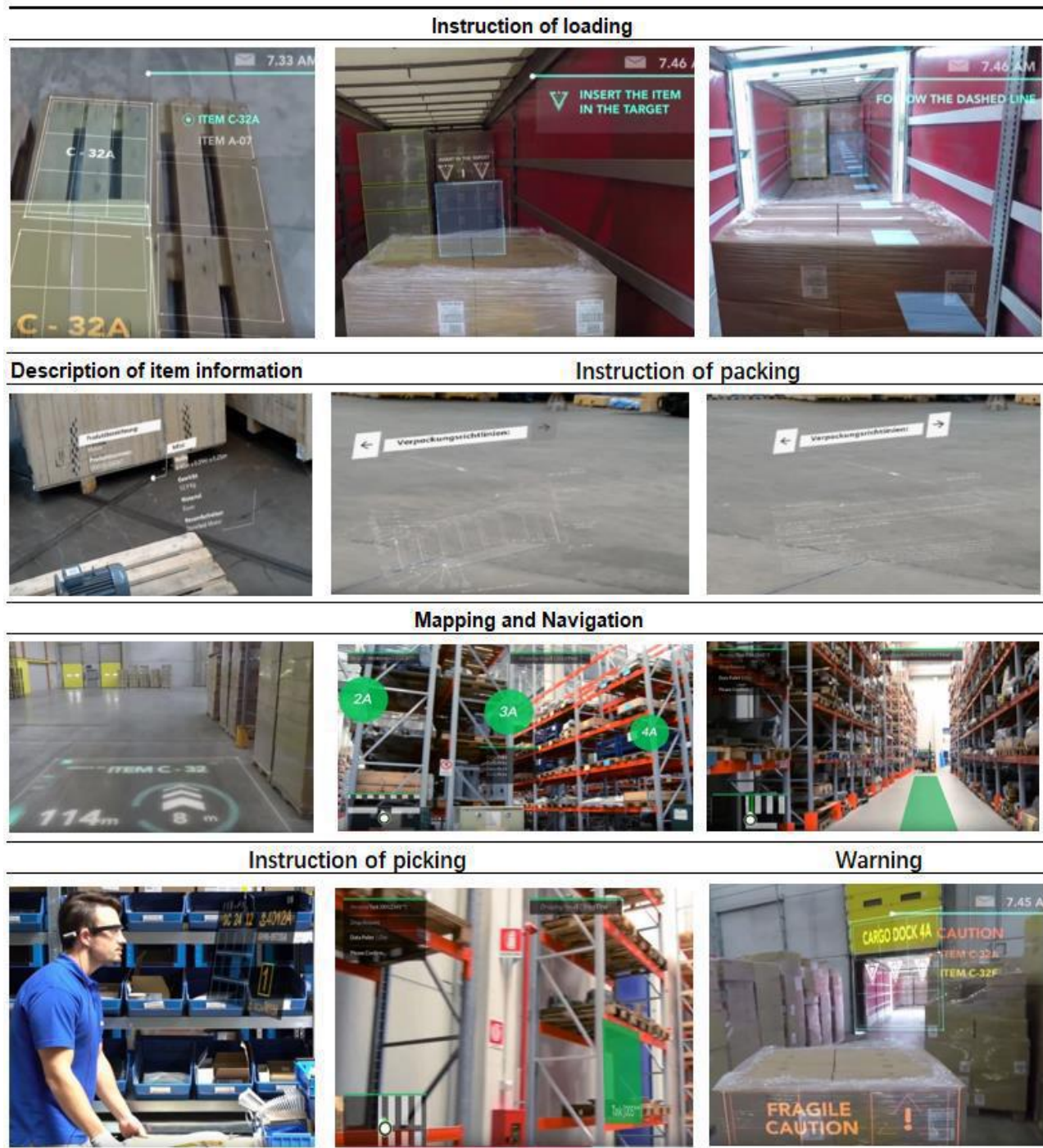
ii) Παραλαβές

Η παραλαβή πρώτων υλών ή έτοιμων προϊόντων αποτελεί τον πρώτο σταθμό της διαδικασίας των logistics, όπου συλλέγονται διαφορετικές ποσότητες και κωδικοί στην αποθήκη. Το ξεφόρτωμα από τα φορτηγά, η μεταφορά τους σε συγκεκριμένες θέσεις και ο έλεγχος της ποιότητας τους αποτελούν κάποια βασικά καθήκοντα που πρέπει να ολοκληρωθούν. Η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να βοηθήσει να:

- Γίνει ευκολότερα και γρηγορότερα το σκανάρισμά τους
- Ελεγχθούν αυτόματα για τη διασφάλιση της ποιότητάς τους
- Παρουσιαστούν οι πληροφορίες
- Να δοθούν οι κατάλληλες οδηγίες για την τοποθέτησή τους

iii) Picking

Η επιλογή των υλών, των εξαρτημάτων ή των ετοιμών από μία αποθήκη, αποτελεί, σύμφωνα με τον Tompkins, τη διαδικασία που συνήθως παρουσιάζει το μεγαλύτερο κόστος μέσα στο περιβάλλον της αποθήκης. Τα κόστη αυτά, ξεπερνούν περίπου το 50%, ποσοστό εξαιρετικά μεγάλο. Οι υπάρχουσες πρακτικές, συχνά μοιάζουν να μην είναι ικανές να ανταπεξέλθουν στις ραγδαίες εξελίξεις και να παρουσιάζουν καθυστερήσεις και ελλείψεις επικοινωνίας. Για να γεφυρώσει αυτό το χάσμα, η τεχνολογία του AR, έχει να προτείνει συστήματα και εφαρμογές για καλύτερη καθοδήγηση και δρομολόγηση. Μέσω αυτών μπορούν να εντοπιστούν ακριβώς οι τοποθεσίες των αντικειμένων που είναι για διαλογή μέσα σε μια αποθήκη, να δοθούν ακριβείς οδηγίες για το πώς να φτάσει εκεί το αρμόδιο προσωπικό και να μειώσει τα ανθρώπινα λάθη στο ελάχιστο. Πολλές εταιρείες πληροφορικής έχουν ήδη αναπτύξει λογισμικό και εξοπλισμό που υποβοηθούν τις συγκεκριμένες διεργασίες.



Εικόνα 14: Περιβάλλον χρήστη σε μια τυπική εφαρμογή AR στα logistics Πηγή: Application of augmented reality (AR) technologies in inhouse logistics



iv) Διανομές

Η διαχείριση των διαδικασιών αποστολής των προϊόντων περιλαμβάνει όλες τις απαραίτητες δραστηριότητες για την παράδοση των προϊόντων στους πελάτες. Ο κλάδος των μεταφορών βασίζεται σε μεγάλο βαθμό σε ψηφιακά δεδομένα και λογισμικά προγραμματισμού για βελτιστοποιημένο σχεδιασμό φορτίου και αξιοποίηση των οχημάτων. Η χρήση του AR μπορεί να εξορθολογήσει τις διαδικασίες logistics, να βοηθήσει στη μείωση του χρόνου που απαιτείται για την αναγνώριση των παραδοτέων, με τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας φόρτωσης και τον προγραμματισμό της αλληλουχίας παράδοσης. Για παράδειγμα, ο συνδυασμός τεχνολογιών RFID και AR (δηλαδή, HMDs, 3D γραφικά) για προβολή των πληροφοριών σχετικά με δοχεία και άλλους τύπους συσκευασμένων αντικειμένων. Επιπροσθέτως, η αλληλεπίδραση των συσκευών ανίχνευσης με τα συστήματα AR οδηγεί την ανάπτυξη αποτελεσματικών διαδικασιών logistics σε εξωτερικούς χώρους και εξασφαλίζει υψηλότερα επίπεδα ασφάλειας, γρήγορη αναγνώριση προϊόντων και ακριβή απεικόνιση των αντικειμένων. Αυτές οι δυνατότητες μπορούν να ενισχύσουν το διεθνές εμπόριο, καθώς οι αποστολές εμπορευμάτων πρέπει να συμμορφώνονται στα βιομηχανικά πρότυπα και τους κυβερνητικούς κανονισμούς. Επιπλέον, οι τεχνολογίες AR λειτουργούν ως καταλύτης για ουσιαστικές αλλαγές στις λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας και των logistics, επιτρέποντας την επόμενη γενιά συστημάτων πλοήγησης και καθοδήγησης για αυξημένη ασφάλεια του οδηγού. Παράλληλα, η ενσωμάτωση του AR, με την ενεργοποίηση οθονών στο καντράν του οδηγού, ενισχύουν τον ακριβή έλεγχο του φορτίου, σε πραγματικό χρόνο, δίνοντάς του τη δυνατότητα να γνωρίζει ανά πάσα ώρα και στιγμή τις συνθήκες μεταφοράς, την κατανάλωση του καυσίμου και πληθώρα χρήσιμων πληροφοριών.

v) Λοιπές διαδικασίες

Εκτός από τα προαναφερθέντα, η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να βρει πρόσφορο έδαφος και σε άλλες λειτουργίες, που δε σχετίζονται άμεσα με τις προαναφερθείσες. Για παράδειγμα, μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο άσκησης αποτελεσματικής διοίκησης. Είναι πολύ χρήσιμη για το διαρκή έλεγχο της απόδοσης των εργαζομένων, καθώς καταγράφει δεδομένα διαρκώς. Παράλληλα αποτελεί ένα σύμμαχο στην βελτίωση της επικοινωνίας. Χρήση βίντεο, και μέσων οπτικής ανάδρασης για σκοπούς εσωτερικής ή εξωτερικής απομακρυσμένης χρήσης, ενώ δύναται η επικοινωνία με τη μετάφραση κειμένων μέσω εικονογράφων.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΟ ΔΕΙΘΝΗ ΧΩΡΟ

Όπως έχει αναφερθεί αρκετές φορές στα προηγούμενα κεφάλαια, οι τεχνολογίες που έχει εισάγει το Industry 4.0, δεν είναι νεαρές. Οι περισσότερες από αυτές έχουν πίσω τους πολλές δεκαετίες ερευνών και μελετών προκειμένου να καταλήξουν στην τωρινή τους μορφή. Μάλιστα, πολλές από τις προαναφερθείσες τεχνολογίες έχουν ήδη εφαρμοστεί σε πολλούς τομείς της παραγωγικής δραστηριότητας των εταιρειών. Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστούν συνοπτικά ορισμένες μελέτες περίπτωσης, εταιρειών του εξωτερικού, που εφαρμόζουν αποτελεσματικά τις καινοτόμες τεχνολογίες του Industry 4.0 στην καθημερινότητά τους.

Starbucks Case

Τα Starbucks προσθέτουν ένα νέο συστατικό, στη φόρμουλα της επιτυχίας τους οδηγώντας τη διαφάνεια και την ιχνηλασιμότητα των πρώτων υλών της στο επόμενο στάδιο. Ως συνέχεια στη δέσμευσή της για την ηθική προμήθεια των κόκκων καφέ της θα ξεκινήσει ένα πιλοτικό πρόγραμμα, με επιλεγμένους παραγωγούς καφέ στην Κόστα Ρίκα, την Κολομβία και τη Ρουάντα, που θα καταγράφει και θα μοιράζεται σε πραγματικό χρόνο όλες τις πληροφορίες του ταξιδιού που θα κάνουν οι κόκκοι καφέ από τις χώρες παραγωγής. Ο διευθυντής της ιχνηλασιμότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας των Starbucks, Arthur Karuletwa, αναφέρει πώς η τεχνολογία της ιχνηλασιμότητας έχει προφανείς εφαρμογές στη σύνδεση της εταιρείας με τους παραγωγούς. Προσθέτει πώς τα big data μπορούν να προκαλέσουν τρομερές αλλαγές στη βιομηχανία του καφέ, καθώς η ιχνηλασιμότητα των πρώτων υλών αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο κάθε εταιρείας και σημαντικό περιουσιακό στοιχείο.

Το 2015 ανακοίνωσε πώς η εταιρεία έφτασε το στόχο του 99% ηθικά εισερχόμενων κόκκων καφέ, αφήνοντας το υπόλοιπο 1% για περαιτέρω μελλοντική έρευνα. Το 2018 στο Annual Meeting of Shareholders in Seattle, η εταιρεία ανακοίνωσε πώς τα επόμενα δύο χρόνια θα προβεί σε ενέργειες επίδειξης του πώς η τεχνολογία και η πλατφόρμες δεδομένων θα δώσουν στους παραγωγούς καφέ μεγαλύτερη οικονομική σταθερότητα. Από τότε τα Starbucks έχουν ήδη ξοδέψει παραπάνω από



εκατό εκατομμύρια για να υποστηρίξει τις κοινότητες καφέ και να προωθήσει το όραμά της. Σκοπός της δεν είναι απλά να βελτιώσει την ιχνηλασιμότητα της δικής της εφοδιαστικής αλυσίδας, αλλά να προσκαλέσει όλους τους ανταγωνιστές της να την ακολουθήσουν. Περισσότερα από ενενήντα μέλη της παγκόσμιας βιομηχανίας του καφέ επικεντρώθηκαν στη βιωσιμότητα του, συμπεριλαμβανομένων των παραγωγών, λιανοπωλητών κυβερνητικών και μη οργανισμών.

Οι σημερινές ανακοινώσεις περιλαμβάνουν τεχνολογίες, πλούσιες σε δεδομένα για να οδηγήσουν τα Starbucks να δημιουργήσει βιώσιμες συνεργασίες με τους παραγωγούς και να δώσει τις διαφάνεια που απαιτεί το καταναλωτικό κοινό. Εξάλλου όπως λένε οι περισσότεροι παραγωγοί καφέ η εικόνα του προϊόντος αντικατοπτρίζει την εικόνα του εαυτού μας. Γι' αυτό και είναι πολύ πρόθυμοι να ενστερνιστούν τις όποιες καινούργιες τεχνολογίες. Ο Arthur Karuletwa αναφέρει επίσης πώς για εκείνον η ιχνηλασιμότητα τέτοιων παγκόσμιων προϊόντων όπως ο καφές, που έχει αρκετά ανθρωποκεντρικό χαρακτήρα, είναι σαν να τραβάει μια φωτογραφία τον εαυτό του, μια εικόνα που περιλαμβάνει όλα όσα μας ταλαιπωρούν, αλλά το πιο σημαντικό, όλα όσα μας συντηρούν.

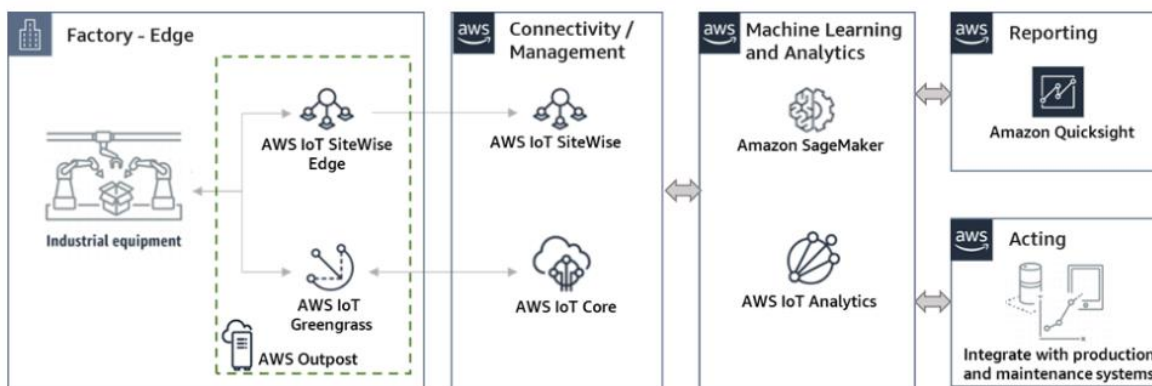
Boeing Case Study

Κατά την ιστορική αναδρομή, έγινε μνεία στο πώς ορισμένοι ερευνητές, για χάρη της Boeing, ξεκίνησαν να αναπτύσσουν σε πιο επιστημονικό επίπεδο την έννοια του AR. Δεν θα μπορούσε βέβαια να λείπει ως ένα λαμπρό παράδειγμα χρήσης του στη σημερινή εποχή. Ο κατασκευαστής αεροσκαφών χρησιμοποιεί την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας κατά τη διαδικασία της καλωδίωσης των αεροσκαφών της. Πρόκειται για μια πολύ δύσκολη και περίπλοκη διεργασία, που δεν αφήνει κανένα περιθώριο για λάθη. Παραδοσιακά, οι τεχνικοί της χρησιμοποιούσαν ένα δισδιάστατο σκίτσο, 5-6 μέτρων, και προσπαθούσαν να κατασκευάσουν την τρισδιάστατη απεικόνισή τους στο μυαλό τους, για να την εφαρμόσουν πάνω στο μοντέλο. Με τη χρήση έξυπνων γυαλιών εικονικής πραγματικότητας πλέον τα σχέδια υπάρχουν ήδη σε τρισδιάστατη μορφή, μπροστά στο φακό του ματιού, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να εκτελέσουν γρηγορότερα την εγκατάσταση και να σκανάρουν τον χώρο για τυχόν λανθασμένες ενέργειες. Ο αντιπρόεδρος και γενικός διευθυντής του προγράμματος Boeing 767/747, Bruce Dickinson, αναφέρει: “Αυτή η δια λειτουργική συνεργασία της τεχνολογίας με τον άνθρωπο, έχει οδηγήσει σε μια κομβική

ανακάλυψη για την παραγωγικότητα και την ποιότητα που προσφέρουμε. Δεν βλέπουμε συχνά βελτίωση της παραγωγικότητας κατά 40 ποσοστιαίες μονάδες και είμαι πεπεισμένος πώς πρόκειται για μια κουλτούρα που πρέπει να υιοθετήσουν όλοι οι παγκόσμιοι ηγέτες”.

Amazon Case

Φυσικά, από το ξέφρενο ράλι υιοθέτησης νέων τεχνολογιών δεν θα μπορούσε να λείψει, ως πρωτοπόρος μάλιστα, ο κολοσσός της Amazon. Για πολλά χρόνια η εταιρεία υπόσχεται τη δημιουργία του εργοστασίου του μέλλοντος. Το όλο εγχείρημα κατατομείται σε 5 βασικούς πυλώνες όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 15)



Εικόνα 15: Πυλώνες του εργοστασίου του μέλλοντος της Amazon (Πηγή: Amazon)

Πρωτεύουσα, αναδεικνύεται η χρήση αυτοματοποιημένων ρομποτικών συστημάτων, για την εκτέλεση όλων των καθημερινών διαδικασιών όπως πχ picking, sorting systems, και η αλληλεπίδραση αυτών μέσω του IoT, με τα ανάλογα πληροφοριακά συστήματα που έχει αναπτύξει η Amazon, AWS SiteWise Edge και AWS IoT Core. Η διασυνδεσιμότητα που προσφέρουν τα τελευταία θα τροφοδοτήσει αυτόματους αλγορίθμους και συστήματα ανάλυσης για να μελετήσουν κάθε πιθανή αστοχία ή αργοπορία που παρατηρείται και να βελτιώνουν καθημερινά τη ροή των διαδικασιών. Βεβαίως, δεν είναι δυνατόν, ακόμα και σε τόσο εξελιγμένα τεχνολογικά συστήματα να απουσιάζει εντελώς η κρίση του ανθρώπινου παράγοντα με το απαραίτητο reporting system για όλες εκείνες τις περιπτώσεις που απαιτείται η παρέμβασή του. Τέλος, επιστρέφοντας πάλι σε πιο αμιγώς βιομηχανικό κομμάτι, συναντάμε τους αυτοματισμούς παραγωγής και τα έξυπνα συστήματα συντήρησης που έρχονται να συγκεντρώσουν όλες τις προηγούμενες πληροφορίες και να δράσουν αναλόγως. Είναι σκόπιμο να τονιστεί πώς η υπόσχεση της εταιρείας για το εργοστάσιο του μέλλοντος έχει ήδη γίνει πραγματικότητα. Σε συνεργασία με



τη Deloitte, η Amazon δημιουργεί έξυπνα εργοστάσια σε πολλά σημεία της αμερικανικής ηπείρου και στοχεύει να μορφώσει όλο και περισσότερο κοινό ώστε να ενστερνιστούν με λιγότερη δυσπιστία τη νέα πραγματικότητα.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ

Η Ελλάδα, ως μία από τις αναπτυσσόμενες χώρες του κόσμου δεν θα μπορούσε να λείπει από αυτή την εξέλιξη. Φυσικά ο χώρος και το περιβάλλον δεν είναι τόσο εξοικειωμένα, αλλά ούτε και ο επιχειρηματικός κόσμος ακόμα για να δεχτούν τόσο σύντομα τις νέες αλλαγές. Ωστόσο τα πρώτα βήματα έχουν γίνει και συνεχίζουν με γοργούς ρυθμούς. Ολοένα και περισσότερες επιχειρήσεις αποφασίζουν να εισαχθούν στον κόσμο του Industry 4.0 και να μάθουν περισσότερα. Παρακάτω ακολουθούν ορισμένα παραδείγματα εταιρειών, ελληνικών και μη, που έχουν κάνει το βήμα παρακάτω στην αυτοματοποίησή τους.

Coca Cola Case

Το παράδειγμα των ξένων οίκων ακολούθησε σχετικά πρόσφατα και η Coca Cola, εταιρείας παραγωγής και διανομής αναψυκτικών και λοιπών καταναλωτικών αγαθών. Όπως ανακοίνωσε, ξεκινάει εκείνη τη συνεργασία της με τις τρεις ηγέτιδες εταιρείες πληροφορικής, Google, Vuzix, Ubimax, για να χρησιμοποιήσει τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας που κατασκεύασαν. Η πρακτική αυτή δεν αποτελεί ουτοπία από το ελληνικό προσκήνιο καθώς έχει ήδη αρχίσει να εφαρμόζεται στο εργοστάσιο της Θεσσαλονίκης, το οποίο καθημερινά εξυπηρετεί περίπου 963 πελάτες, με 14.000 τετραγωνικά μέτρα αποθήκες, ενώ το ετήσιο ύψος ανέρχεται σε 67.600 παραγγελίες. Παρατηρήθηκε πώς τα γυαλιά μπορούσαν αυτόματα να αναγνωρίσουν τα προϊόντα μπροστά στα μάτια του χειριστή, να τον βοηθήσουν στην εργασία του φτάνοντας σε ποσοστό ακρίβειας 99.9% και αύξηση της παραγωγικότητας κατά 6%-8%. Χαρακτηριστικά, η υπεύθυνη της εφοδιαστικής αλυσίδας της Coca Cola στην Ελλάδα, Suzana Rogy ανέφερε πώς: “Είμαστε πολύ υπερήφανοι που ο όμιλος εφάρμοσε τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας και εικονικής συλλογής στη βάση μας στη βόρεια Ελλάδα. Ελπίζουμε αλλάζοντας τον τρόπο του picking να βελτιώσουμε παραπάνω τις υπηρεσίες μας προς τους πελάτες”. Επόμενος σταθμός της εταιρείας είναι να εξαπλώσει την τεχνολογία αυτή και στις αποθήκες της Ουγγαρίας, της Ρουμανίας, της Σερβίας, της Ιρλανδίας και της Βουλγαρίας.



ΕΛΤΑ Case

Τα Ελληνικά Ταχυδρομεία εγκαινίασαν τη νέα τους ψηφιακή εποχή, με τη λειτουργία της νέας ρομποτικής και πλήρως ψηφιακής διαλογής αντικειμένων στις εγκαταστάσεις της στο Κρυονέρι. Η επένδυση απευθύνεται στη δημιουργία ενός συστήματος που αξιοποιεί τις τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης για τη διαχείριση των αντικειμένων, αποτελώντας το πρώτο του είδους του στην Ευρώπη. Το σύστημα αυτό τέθηκε σε ισχύ από τον Αύγουστο του 2021, κάνοντας πράξη την προσήλωση του Ομίλου στον ψηφιακό μετασχηματισμό. Η επένδυση εστιάζει στη διαλογή αντικειμένων, στην οποία επικρατούσε η χειροκίνητη ή η ημι-χειροκίνητη διαδικασία, με υψηλές απαιτήσεις σε χρόνο και σημαντικές πιθανότητες σφαλμάτων

Τα μέχρι τώρα αποτελέσματα του εγχειρήματος είναι κάτι παραπάνω από ικανοποιητικά. Η ετήσια εξοικονόμηση της νέας ρομποτικής γραμμής υπολογίζεται σε περισσότερα από 1,8 εκατομμύρια ευρώ που προκύπτουν από την απλούστευση των διαδικασιών και την εξάλειψη αστοχιών στον υπολογισμό του βάρους των αντικειμένων. Ακόμη επιτυγχάνονται:

- a) Αύξηση διαλογής κατά 250%
- b) Παράδοση την επόμενη ημέρα
- c) Αυτόματο υπολογισμό βάρους και τιμολόγηση
- d) Μείωση σφαλμάτων και
- e) Διαχείριση μεγάλου όγκου των συνολικών αποστολών

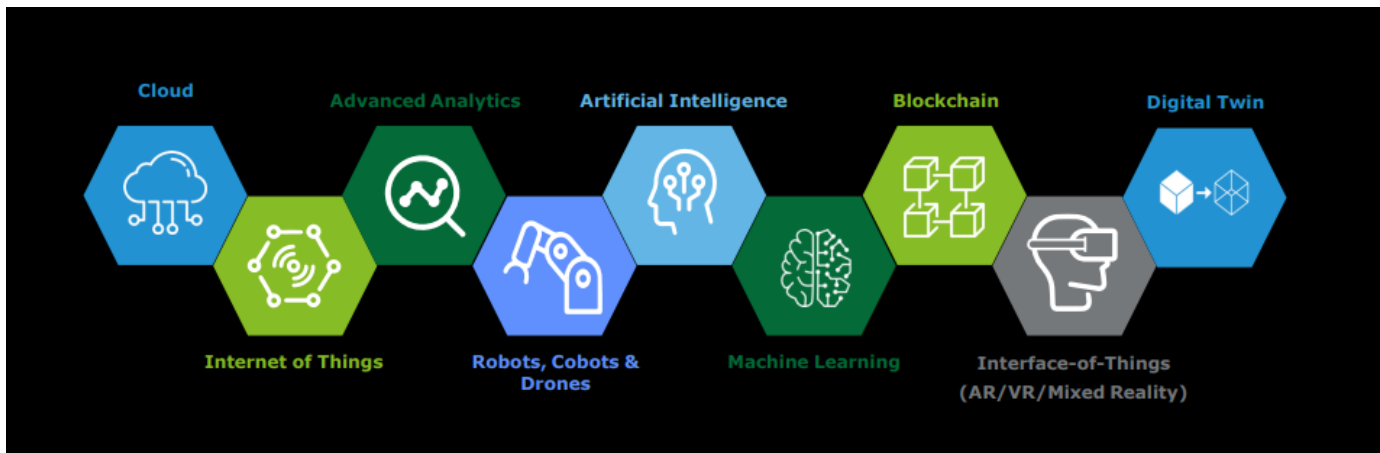
Σε συνέντευξη στην εφημερίδα Καθημερινή, ο σύμβουλος των ΕΛΤΑ κος Βασίλης Μπαλούρδος αναφέρει: “ψηφιακός μετασχηματισμός είναι κρίσιμος αφού ο όμιλος, διατηρώντας την κάλυψη ολόκληρης της επικράτειας, με παρουσία και στα 1.300 σημεία εξυπηρέτησης, θα περάσει σε μια νέα πραγματικότητα, με έξυπνα καταστήματα και apps, dropboxes και smartkiosks, όπου η εξυπηρέτηση θα γίνεται πλήρως ηλεκτρονικά και αυτοματοποιημένα, χωρίς απαραίτητα τη συμβατική έννοια του καταστήματος. Βασικός στόχος των ΕΛΤΑ σε ορίζοντα διετίας είναι να έχουν σε όλα τα σημεία εκσυγχρονισμένη εφαρμογή διαχείρισης και εξειδικευμένες υπηρεσίες, ενώ στο ίδιο διάστημα επιδιώκεται να είναι έτοιμο και το ανανεωμένο Track & Trace, το πληροφοριακό σύστημα διαχείρισης και ιχνηλασιμότητας”.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με την παρούσα διπλωματική εργασία επιχειρήθηκε να παρουσιαστεί το γενικότερο πλαίσιο των τεχνολογιών της 4^{ης} Βιομηχανικής επανάστασης, οι εφαρμογές που θα έχουν στην λειτουργία των αλυσίδων εφοδιασμού και των logistics καθώς και ορισμένα παραδείγματα εταιρειών που τις αφογκράζονται.

Ωστόσο καλύφθηκαν ορισμένες μόνο από τις πολλαπλές πτυχές τεχνολογίας που θα επικρατήσουν. Το εγχείρημα της 4^{ης} Βιομηχανικής επανάστασης είναι τεράστιο, με πολλές πτυχές στα σπλάχνα του και τεράστια οφέλη για όλες τις εταιρείες που θα διαλέξουν να ακολουθήσουν το δρόμο της. Η παρακάτω εικόνα (Πηγή: **Deloitte**), συνοψίζει χαρακτηριστικά το μείγμα των νέων τεχνολογιών.



Εικόνα 16 : Ψηφιακά Εφοδιαστικά Δίκτυα, κύριες ψηφιακές τεχνολογίες (Πηγή: Deloitte)

Κυριότερο όφελος από όλο αυτό το ράλι αλλαγών διαφαίνεται να είναι η εξέλιξη του ανθρώπινου στοιχείου. Σε πρόσφατες έρευνες που διενεργήθηκαν από το MIT, παρατηρήθηκε ότι η παραγωγικότητα των εργαζομένων αυξήθηκε κατά 11% με ταυτόχρονη μείωση κατά 85% του χρόνου διακοπής τους, χάρη στις αυτοματοποιημένες λύσεις που εφαρμόστηκαν στην παραγωγική διαδικασία. Αντίστοιχα, από έρευνα του ομίλου της PWC, προβλέφθηκε πώς μέσα στην επόμενη πενταετία, και εφόσον κλιμακωθεί η εφαρμογή καινοτόμων τεχνολογιών, η μέση παραγωγικότητα



θα μπορέσει να γνωρίσει περαιτέρω αύξηση κατά 18%, ποσοστό εξαιρετικά μεγάλο που κάθε επιχείρηση θα ήθελε να έχει για να είναι ανταγωνιστική στο συνεχώς αυξανόμενο και απαιτητικό οικονομικό τοπίο.

Η διεθνής αγορά, όπως φάνηκε και από τα παραδείγματα που αναφέρθηκαν νωρίτερα, φαίνεται να είναι πιο έτοιμη και να έχει ήδη αφογκραστεί τα οφέλη από αυτές τις αλλαγές. Στην Ελλάδα ωστόσο, είναι φανερό πώς κάτι τέτοιο θα πάρει περισσότερο χρόνο. Δεν πρέπει να λησμονείται το γεγονός πως για τις περισσότερες από αυτές τις τεχνολογίες απαιτείται μεγάλη επένδυση για εξοπλισμό, κάτι που δεν είναι τόσο εύκολο για μία χώρα η οποία στον επιχειρηματικό κλάδο αποτελείται κατά κόρον από μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις. Υπάρχουν φυσικά παραδείγματα μεγάλων εταιρειών που όχι μόνο έχουν τη φιλοσοφία της ψηφιοποίησης και της υιοθέτησης των νέων τεχνολογιών, αλλά τις έχουν ήδη εντάξει και προσαρμόσει σε πολλές εκφάνσεις της καθημερινότητας τους.

Το μόνο σίγουρο είναι πώς από εδώ και στο εξής θα αντιμετωπίσουμε σημαντικές αλλαγές στη ζωή που μέχρι τώρα είχαμε μάθει και θα μεταβούμε από απλούς παρατηρητές σε χρήστες τους. Άλλωστε ακόμη δεν έχουμε μπει για τα καλά στο πλαίσιο της 4^{ης} βιομηχανικής επανάστασης και ήδη συζητάμε για την 5^η.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Atkeson, A., Kehoe, P.J., 2007. Modeling the Transition to a New Economy: Lessons from Two Technological Revolutions. *American Economic Review* 97, 64–88.
<https://doi.org/10.1257/aer.97.1.64>
2. D. C. Coleman, 1956. *Industrial Growth and Industrial Revolutions*. Wiley.
3. Finkelstein, J., 1984. Revolution : a special challenge to managers. *Organizational Dynamics*.
4. Jacopo Brunelli, Vlad Lukic, Tom Milano, Marco Tantardini, 2017. *Five Lessons from the Frontlines of Industry 4.0*. The Boston Consulting Group.
5. Leighton, D.S.R., 1986. *The Internationalization of American Business—The Third Industrial Revolution*.
6. Smith, B.L., 2001. The third industrial revolution: Policymaking for the Internet. *Colum. Sci. & Tech. L. Rev.*
7. Turan Paksoy, Çiğdem Koçhan, Sadia Samar Ali, n.d. *Logistics 4.0 Digital Transformation of Supply Chain Management*.
8. Ali, A.R., 2018. Real-time big data warehousing and analysis framework, in: 2018 IEEE 3rd International Conference on Big Data Analysis, ICBDA 2018. pp. 43–49.
<https://doi.org/10.1109/ICBDA.2018.8367649>
9. De Silva, P., Liyanage, H., 2019. Augmented Reality in Warehouse Operations: Possibilities and Dynamics in Sri Lankan Context, in: *MERCon 2019 - Proceedings, 5th International Multidisciplinary Moratuwa Engineering Research Conference*. pp. 261–266. <https://doi.org/10.1109/MERCon.2019.8818928>
10. Milgram, P., Kishino, F., 1994. A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Trans. Information Systems* E77-D, no. 12, 1321–1329.
11. Mueck, B., Hower, M., Franke, W., Dangelmaier, W., 2005. Augmented reality applications for warehouse logistics. *Advances in Soft Computing* 1053–1062.
https://doi.org/10.1007/3-540-32391-0_108
12. Rejeb, A., Keogh, J.G., Leong, G.K., Treiblmaier, H., 2021a. Potentials and challenges of augmented reality smart glasses in logistics and supply chain management: a systematic literature review. *International Journal of Production Research* 59, 3747–3776.



- <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1876942>
13. Rejeb, A., Keogh, J.G., Wamba, S.F., Treiblmaier, H., 2021b. The potentials of augmented reality in supply chain management: a state-of-the-art review. *Management Review Quarterly* 71, 819–856. <https://doi.org/10.1007/s11301-020-00201-w>
 14. Rejeb, A., Rejeb, K., Keogh, J.G., 2021c. Enablers of Augmented Reality in the Food Supply Chain: A Systematic Literature Review. *Journal of Foodservice Business Research* 24, 415–444. <https://doi.org/10.1080/15378020.2020.1859973>
 15. Rodnichenko, E.K., Gorlenkov, D.V., Petrov, P.A., Timofeev, V.Y., 2021. Augmented Reality Techniques in Industrial Warehouse Logistics in Mining Industry, in: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/688/1/012008>
 16. Tompkins, J., White, J., Bozer, Y., Tanchoco, J., 2010. *Facilities Planning*.
 17. Wang, W., Wang, F., Song, W., Su, S., 2020. Application of augmented reality (AR) technologies in inhouse logistics, in: *E3S Web of Conferences*. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202014502018>
 18. Winkel, J.J.H., Datcu, D.D., Buijs, P.P., 2020. Augmented Reality could transform last-mile logistics, in: *Proceedings - SUI 2020: ACM Symposium on Spatial User Interaction*. <https://doi.org/10.1145/3385959.3422702>
 19. Bhatia, C., 2021. Augmented Reality Based Supply Chain Management System. *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies* 70, 325–336. https://doi.org/10.1007/978-981-16-2934-1_21
 20. Cirulis, A., Ginters, E., 2013. Augmented reality in logistics, in: *Procedia Computer Science*. pp. 14–20. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.12.003>
 21. Plakas, G., Aretoulaki, E., Ponis, S.T., Agalianos, K., Maroutas, T.N., 2020a. A proposed technology solution for enhancing order picking in warehouses and distribution centers based on a gamified augmented reality application, in: *Proceedings of the 14th IADIS International Conference Interfaces and Human Computer Interaction 2020, IHCI 2020 and Proceedings of the 13th IADIS International Conference Game and Entertainment Technologies 2020, GET 2020 - Part of the 14th Multi Conference on Computer Science and Information Systems, MCCSIS 2020*. pp. 217–221.
 22. Plakas, G., Ponis, S.T., Agalianos, K., Aretoulaki, E., Gayalis, S.P., 2020b. Augmented



- reality in manufacturing and logistics: Lessons learnt from a real-life industrial application, in: *Procedia Manufacturing*. pp. 1629–1635.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.227>
23. Remondino, M., 2020. Augmented reality in logistics: Qualitative analysis for a managerial perspective. *International Journal of Logistics Systems and Management* 36, 1–5. <https://doi.org/10.1504/IJLSM.2020.107218>
24. Rodnichenko, E.K., Gorlenkov, D.V., Petrov, P.A., Timofeev, V.Y., 2021. Augmented Reality Techniques in Industrial Warehouse Logistics in Mining Industry, in: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/688/1/012008>
25. Stoltz, M.-H., Giannikas, V., McFarlane, D., Strachan, J., Um, J., Srinivasan, R., 2017. Augmented Reality in Warehouse Operations: Opportunities and Barriers. pp. 12979–12984. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.1807>
26. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/gr/Documents/technology/gr_Deloitte_S_EV_Digital_Supply_Network_Report_noexp.pdf
27. <https://social-innovation.hitachi/en-us/think-ahead/manufacturing/supply-chain-4-0/>
28. <https://www.mirrorreview.com/supply-chain-4-0-is-next-big-thing-in-the-market/>
29. <https://articles.cyzer.com/warehouse-digitalization-the-future-of-warehousing>
30. <https://softtek.eu/en/tech-magazine-en/user-experience-en/integration-of-wearables-in-industry-4-0/>
31. <https://www.theodorou.gr/el/knowledge/articles-and-white-papers/195-005-article.html>
32. <https://articles.cyzer.com/ready-for-mobility-solutions-wearable-warehouse-technology>
33. <https://www.digiteum.com/iot-supply-chain/>
34. <https://aws.amazon.com/blogs/industries/aws-delivers-on-the-promise-of-industry-4-0-at-the-smart-factory-wichita/>
35. <https://www.kathimerini.gr/economy/561484873/epiasan-doyleia-ta-rompot-ton-ellinikon-tachydromeion-sto-kryoneri/>
36. <https://www.capital.gr/epixeiriseis/3579174/rompot-analambanoun-tis-diadikasies-dialogis-sta-elta>
37. <https://throughput.world/blog/smart-supply-chain-management/>
38. <https://www.logiwa.com/blog/warehouse-robotics>



39. <https://6river.com/what-is-warehouse-robotics/>
40. <https://www.roboticsbusinessreview.com/wpcontent/uploads/2019/10/RiseOfTheWarehouseRobots-LogisticsIQ.pdf>