



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ»

ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: ΔΙΟΙΚΗΣΗ LOGISTICS

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

*«To Internet of Things και οι εφαρμογές του στην
Εφοδιαστική Αλυσίδα & τα Logistics »*

ΚΑΣΤΡΙΝΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

TML 1626

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΙΩΑΝΝΗΣ ΓΙΑΝΝΑΤΣΗΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ 2018

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 συν-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».

Όνοματεπώνυμο: Καστρινός Δημήτριος

AM (TML 1626)

Επιβλέπων καθηγητής: Γιαννατσής Ιωάννης

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι, μέσα από μελέτη της διαθέσιμης βιβλιογραφίας, η παρουσίαση των δυνατοτήτων που προσφέρονται από την εφαρμογή του Διαδικτύου των Πραγμάτων σε όλους τους κλάδους της οικονομίας, ενώ ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στους τομείς της Εφοδιαστικής Αλυσίδας.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στο τι είναι το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, τα σημαντικότερα γεγονότα που οδήγησαν στην εξέλιξή του μέχρι σήμερα και τον τρόπο που λειτουργεί. Αναπτύσσεται αναλυτικά η αρχιτεκτονική του «IoT» και ιδιαίτερα οι πιο διαδεδομένοι τύποι δικτύων που χρησιμοποιούνται, οι διαθέσιμοι αισθητήρες, οι διάφοροι τρόποι μεταφοράς δεδομένων αλλά και οι κυριότερες τεχνολογίες. Παράλληλα, αναφέρονται εκτενώς οι προκλήσεις και τα εμπόδια που πρέπει να αντιμετωπιστούν, καθώς και οι κίνδυνοι που ενδεχομένως παρουσιαστούν από τη χρήση του.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναπτύσσονται οι τομείς της οικονομίας που επηρεάζονται περισσότερο από τη χρήση του, με ιδιαίτερη αναφορά στις «Εξυπνες Πόλεις» και την Αλυσίδα Εφοδιασμού. Επίσης, παρουσιάζονται εφαρμοσμένα παραδείγματα τεχνολογιών «IoT» στην Εφοδιαστική Αλυσίδα καθώς και οι παράγοντες επιτυχίας του «IoT», τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που προέρχονται από τη χρήση του και οι κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις.

Στο τρίτο και τελευταίο κεφάλαιο, παρατίθενται τα διαθέσιμα στατιστικά στοιχεία από έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί στο πλαίσιο ανάπτυξης έργων «IoT».

Abstract

The purpose of this thesis is, through the study of the available literature, to present the possibilities offered by the application of the Internet of Things to all the sectors of the economy, with particular emphasis on the Supply Chain sectors.

The first chapter refers to what the Internet of Things is, the most important events that led to its evolution to this day and the way it works. The architecture of "IoT" is developed in detail, and especially the most widely used types of networks, the available sensors, the various modes of data transfer and the main technologies. At the same time, the challenges and obstacles to be addressed, as well as the risks that may arise from its use, are outlined in detail.

In the second chapter, the sectors of the economy most affected by its use are being analyzed, with particular reference to "Smart Cities" and the Supply Chain. Furthermore this chapter presents applied examples of "IoT" technologies in the Supply Chain as well as, the success factors of the "IoT", the advantages and disadvantages of its use, and the socio-economic impact.

In the fourth and last chapter of this thesis, the available statistics from research that are carried out in the context of the development of "IoT" projects are mentioned.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

«Θα ήθελα να ευχαριστήσω, αρχικά, τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας κ. Γιαννατσή Ιωάννη, για την βοήθεια και την καθοδήγηση κατά τη διάρκεια δημιουργίας της εργασίας. Επίσης θέλω να εκφράσω την ευγνωμοσύνη στην οικογένειά μου για την διαρκή τους υποστήριξη τους σε όλη την διάρκεια των σπουδών αλλά και σε κάθε βήμα της ζωής μου. Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω τον ξάδερφό μου Σπύρο, για την διαρκή στήριξη και βοήθεια, που μου παρείχε στην διπλωματική μου εργασία, αλλά και όλους τους φίλους που με βοήθησαν, ο κάθε ένας με τον τρόπο του μέχρι την ολοκλήρωσή της. »

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή.....	1
1. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων.....	1
1.1 Ορισμός.....	1
1.2 Ιστορική αναδρομή.....	2
1.3 Πως λειτουργεί.....	5
1.4 Η αρχιτεκτονική του «IoT».....	7
1.4.1 Τύποι Δικτύων στο «IoT» και τα χαρακτηριστικά τους	9
1.4.2 Τύποι αισθητήρων	15
1.4.3 Τύποι Μεταφοράς Δεδομένων	19
1.4.4 Τεχνολογίες- Κλειδιά για την υιοθέτηση του «IoT»	24
1.5 Προκλήσεις και εμπόδια για το «IoT»	28
1.5.1 Εκτιμώμενοι Κίνδυνοι	29
2. Εφαρμογές.....	32
2.1 Διάφορες Εφαρμογές	32
2.2 Εφαρμογή στις Έξυπνες Πόλεις	35
2.2.1 Ορισμός.....	35
2.2.2 Τα τρία επίπεδα που απαρτίζουν μια έξυπνη πόλη	36
2.2.3 Χαρακτηριστικά	39
2.3 Η προσφορά του «IoT» στην Εφοδιαστική Αλυσίδα και Μεταφορές.....	40
2.3.1 Ορατότητα	43
2.3.2 Αυξημένη διαφάνεια της εφοδιαστικής.....	45
2.3.3 Διαχείριση της Αλυσίδας Εφοδιασμού σε πραγματικό χρόνο	46
2.4 Εφαρμοσμένα παραδείγματα «IoT» στα Logistics και την Αλυσίδα Εφοδιασμού	47
2.4.1 Εφαρμογή στην παρακολούθηση παλετών και container.	48
2.4.2 Εφαρμογή ετικετών EPC στην Διοίκηση Αλυσίδας Εφοδιασμού	50
2.4.3 Εφαρμογή στη Βιομηχανία - Παραγωγή Επικοινωνίας	52
2.4.4 Εφαρμογή στα Logistics	53
2.4.5 Εφαρμογή στην παράδοση Τελευταίου Μιλίου.....	69
2.5 Παράγοντες επιτυχίας για το «IoT» στην Εφοδιαστική Αλυσίδα.....	74
3. Διεθνείς τάσεις και προβλέψεις.....	77

3.1 Καταναλωτικές και κοινωνικοοικονομικές επιδράσεις.....	80
Συμπεράσματα.....	82
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	84

Λίστα Γραφημάτων- Εικόνων

Εικόνα 1.4: Η αρχιτεκτονική δικτύου «IoT», σύμφωνα με την Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών.	8
Εικόνα 1.4.1: Οι τρεις τοπολογίες δικτύωσης που χρησιμοποιούνται στο «IoT».	10
Εικόνα 2.2.2: Τα τρία επίπεδα μιας «Εξυπνης Πόλης σύμφωνα με την McKinsey».	37
Εικόνα 2.2.2.1: Η εφαρμογή του «IoT» σε διάφορους τομείς για τη δημιουργία «Εξυπνων Πόλεων».	38
Εικόνα 2.3.1: Τομείς εφαρμογής του «IoT».	42
Εικόνα 2.3.1.1: Αναλυτική παρουσίαση: Πως το «IoT» επηρεάζει τους τομείς.	42
Εικόνα 2.4.1: Εφαρμογή του «IoT» για την παρακολούθηση παλετών και κοντέινερ.	48
Εικόνα 2.4.4.2: Παράδειγμα εφαρμογής αισθητήρων «IoT» στην αποθήκη σύμφωνα με την DHL.	58
Εικόνα 2.4.4.2.1: Η χρήση του «IoT» σε παλέτες και περονοφόρα σύμφωνα με την DHL.	61
Εικόνα 2.4.4.3: Η συμβολή του «IoT» στη μεταφορά εμπορευμάτων σύμφωνα με την DHL.	65
Εικόνα 2.4.4.3.1: Το μέλλον των οχημάτων με τη χρήση του «IoT»	67
Εικόνα 2.4.5: Παράδοση τελευταίου μιλίου με τη χρήση του «IoT» σύμφωνα με την DHL	71
Εικόνα 3.1: Δαπάνες για χρήση του «IoT» σε παγκόσμια κλίμακα το 2015 και το 2020 (σε δισεκατομμύρια δολάρια)	78
Εικόνα 3.2: Εφαρμοσμένα έργα «IoT» σε παγκόσμια κλίμακα.	79

Εικόνα 3.3: Διαφορετική προσέγγιση στη χρήση του «IoT» ανάλογα τη χώρα και τους στόχους. 80

Εικόνα 3.3.1: Επιπτώσεις στην κοινωνία και την οικονομία από τη χρήση του «IoT» 81

ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ

IoT: *Internet of Things*, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων.

GSM: *Global System for Mobile communications*, ένα πρότυπο από το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τηλεπικοινωνιακών Προτύπων για την περιγραφή πρωτοκόλλων ψηφιακών δικτύων δεύτερης γενιάς που χρησιμοποιούνται από κινητές συσκευές.

M2M: *Machine to Machine*, η απευθείας επικοινωνία μεταξύ δύο μηχανών.

Cloud: Μια τεχνολογία βάση της οποίας η αποθήκευση των δεδομένων γίνεται διαδικτυακά.

GPS: *Global Positioning System*, παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού γεωγραφικής θέσης ακίνητου ή κινητού χρήστη.

3G- 4G: *Third- Fourth Generation*, η τρίτη και τέταρτη γενιάς τεχνολογίες ασύρματων κινητών τηλεπικοινωνιών.

Συστήματα back- end: Ασχολούνται με βάσεις δεδομένων και επεξεργασία δεδομένων, ώστε να ανταποκριθούν στα αιτήματα των front-end συστημάτων.

Μεγάλα Δεδομένα (Big Data): Σύνθετα δεδομένα και μεγάλα σε όγκο, όπου τα παραδοσιακά συστήματα αδυνατούν να επεξεργαστούν.

SCM: *Supply Chain Management*, Διοίκηση Αλυσίδας Εφοδιασμού

Bullwhip: Αναφέρεται στις αυξανόμενες διακυμάνσεις των αποθεμάτων ως ανταπόκριση στις μετατοπίσεις της ζήτησης των πελατών.

GPRS: *General Packet Radio Service*, είναι μια υπηρεσία μεταφοράς δεδομένων σε πολύ υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης, μέσω ενός δικτύου κινητής τηλεφωνίας.

Ετικέτες EPC: *Electronic Product Code*, ένα καθολικό αναγνωριστικό που παρέχει μια μοναδική ταυτότητα για κάθε φυσικό αντικείμενο.

HVAC: *Heating, ventilation and air conditioning*, είναι η τεχνολογία εσωτερικής και οδικής άνεσης. Στόχος είναι η προσφορά θερμικής άνεσης και αποδεκτής ποιότητας εσωτερικού αέρα.

ULD: *Unit Load Device*, είναι μια παλέτα ή ένα εμπορευματοκιβώτιο που χρησιμοποιείται για τη φόρτωση αποσκευών, φορτίου και ταχυδρομείου αεροσκάφη στενού σώματος.

Υπηρεσίες Ad- hoc: Οι επιπλέον υπηρεσίες που δύναται να προσφέρουν οι πάροχοι logistics.

B2C Commerce: *Business-to-Consumer*, ένας όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει μια εμπορική συναλλαγή μεταξύ μιας επιχείρησης και ενός τελικού καταναλωτή.

IEEE: *Institute of Electrical and Electronics Engineers*, το Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών.

Εισαγωγή

Στη σημερινή κοινωνία το Ίντερνετ θεωρείται για πολλούς ένα δεδομένο αγαθό λόγω της συνεχόμενης και αυξανόμενης χρήσης του στον τρόπο ζωής μας, στη δουλειά αλλά και στον τρόπο με τον οποίο επικοινωνούμε. Στο πέρασμα των χρόνων το Ίντερνετ έχει περάσει από πολλά στάδια εξέλιξης μέχρι να φτάσει στο στάδιο όπως το ξέρουμε εμείς σήμερα. Σαν όραμα κάποιων μηχανικών το Ίντερνετ έμελλε καθ' όλη τη διάρκεια εξέλιξής του να συνδέει ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Φυσικά αυτοί οι υπολογιστές συνέχισαν να εξελίσσονται παράλληλα με το ίντερνετ οδηγώντας έτσι στη δημιουργία των προσωπικών υπολογιστών, των laptop, των tablets, των smartphones και πολλών άλλων. Ουσιαστικά ο κύριος λόγος του ίντερνετ ήταν να συνδέει αυτές τις συσκευές ώστε να μπορούν να στέλνουν, να λαμβάνουν, να επεξεργάζονται και να αποθηκεύουν πληροφορίες. Στις μέρες μας όμως δεν είναι αυτό το μείζον ζήτημα. Έχουμε περάσει σε μία νέα περίοδο, αυτή του Διαδικτύου Των Πραγμάτων (Internet of Things, «IoT»).

1. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων

1.1 Ορισμός

Με τον όρο Internet of Things (Διαδίκτυο των Πραγμάτων- «IoT»), εννοούμε ένα δίκτυο φυσικών αντικειμένων, συσκευών, οχημάτων, κτιρίων αλλά και ηλεκτρονικών καταναλωτικών αγαθών τα οποία είναι συνδεδεμένα ενσύρματα ή ασύρματα με τον Παγκόσμιο Ιστό (Μπούρα, Α. 2015). Το «IoT» είναι η σύνδεση αυτών των «Πραγμάτων», τα οποία με την βοήθεια ενσωματωμένων τεχνολογιών (embedded technologies) όπως λειτουργικά συστήματα, πρωτόκολλα, αισθητήρες, ενεργοποιητές και επεξεργαστές, τους δίνουν την δυνατότητα να ελέγχονται απομακρυσμένα, να

επικοινωνούν τόσο μεταξύ τους (Machine 2 Machine communication) αλλά και να ανταλλάσσουν πληροφορίες με ολόκληρες υποδομές συστημάτων, με το περιβάλλον και με οποιαδήποτε «έξυπνη» συσκευή, με σκοπό τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας, τη μείωση του κόστους και την αξιοποίηση των δυνατοτήτων που προσφέρει σε όλους τους τομείς ώστε να διευκολυνθεί ο τρόπος ζωής προς όφελος του ανθρώπου.

1.2 Ιστορική αναδρομή

Παρ' ότι το Internet of Things είναι σχετικά νέο, άρχισε να υπάρχει σαν αόριστη σκέψη από το 1950. Στις αρχές της δεκαετίας του 1990 γίνεται πιο έντονη η συζήτηση γύρω από το τί είναι, ενώ σαν ορισμός σχεδιάστηκε και προτάθηκε από τον εκτελεστικό διευθυντή του Auto-ID Centre στο MIT, Kevin Ashton, στα τέλη της ίδιας δεκαετίας κατά τη διάρκεια παρουσίασης μιας νέας τεχνολογίας που θα βελτίωνε την εφοδιαστική αλυσίδα της Procter & Gamble (Techprevue 2017). Για να φτάσουμε όμως σε αυτό το σημείο θα πρέπει πρώτα να δούμε εκείνες τις τεχνολογικές καινοτομίες και τους ανθρώπους που συνέβαλλαν ώστε να μπορούμε να συζητούμε για το Internet of Things.

- Η ανάπτυξη του πρώτου τηλεγράφου τις δεκαετίες 1830-1840.
- Η πρώτη μετάδοση ραδιοφωνικών φωνών πραγματοποιήθηκε το 1900.
- 1926: Μια συνέντευξη του Νικόλα Τέσλα στο περιοδικό Colliers αναφέρει ότι: «Όταν το ασύρματο εφαρμοστεί τέλεια, ολόκληρη η γη θα μετατραπεί σε έναν τεράστιο εγκέφαλο, που στην πραγματικότητα θα απαρτίζεται από τα σωματίδια ενός πραγματικού και ρυθμικού συνόλου (...) μέσω των οποίων θα είναι σε θέση να το επιτύχει αυτό. Ένας άνθρωπος θα είναι σε θέση να φέρει ένα τηλέφωνο στην τσέπη του».
- 1950: Ο Alan Turing στο άρθρο του «Υπολογιστικά μηχανήματα και νοημοσύνη» στην Εφημερίδα της Οξφόρδης.

«... Μπορεί επίσης να υποστηριχθεί ότι είναι καλύτερο να παρέχονται στο μηχάνημα τα καλύτερα όργανα αίσθησης που μπορούν να αγοραστούν και στη συνέχεια να το διδάξουν να καταλαβαίνει και να μιλάει αγγλικά. Η διαδικασία αυτή θα μπορούσε να ακολουθήσει τη φυσιολογική διδασκαλία ενός παιδιού.

- Το 1969 με την δημιουργία του ARPANET το οποίο αποσκοπούσε στην επικοινωνία και ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των στρατιωτικών βάσεων των ΗΠΑ, ενώ λίγο αργότερα πραγματοποιήθηκε η πρώτη αποστολή μηνυμάτων ανάμεσα σε απομακρυσμένους υπολογιστές- δημιουργία πρώτου δικτύου-. Σε αυτό το σημείο οριοθετείται η αρχή του INTERNET όπως το ξέρουμε σήμερα.
- Η τεχνολογία του RFID που αναπτύχθηκε το 1973 από τον Mario Cardullo θα χρησιμοποιηθεί κατά κόρον στην εποχή του Internet of Things και θα επιτρέψει την ασύρματη αποστολή, λήψη και ανάγνωση δεδομένων σε συσκευές.
- Το 1982 ήταν η γενιά του Internet και του πρωτοκόλλου TCP/IP με τα οποία δημιουργείται μια νέα εποχή στην οποία απομακρυσμένα δίκτυα συνδέονται μεταξύ τους σε έναν «Παγκόσμιο Ιστό».
- Η ανάπτυξη της επικοινωνίας μεταξύ μηχανών (Machine 2 Machine) πραγματοποιήθηκε σε πρώιμο στάδιο από φοιτητές στο πανεπιστήμιο Carnegie Mellon το 1983.
- Το επιστημονικό άρθρο του Mark Weiser το 1990 «Ο υπολογιστής για τον 21ο αιώνα» στο οποίο τέθηκαν για πρώτη φορά οι όροι «καθολικά συστήματα» και «ενσωματωμένα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας».
- Το 1995 η εταιρία Siemens ανακοινώνει τη δημιουργία του πρώτου chip το οποίο επιτρέπει σε βιομηχανικά συστήματα να επικοινωνούν και να εκτελούν εντολές ασύρματα μέσω ενός δικτύου GSM.

- Το 1999, χρονιά σταθμός για το «IoT», το MIT ανακοινώνει την εξέλιξη των Barcodes μέσω ενός πιο έξυπνου συστήματος το οποίο επιτρέπει στις RFID τεχνολογίες, τα Bluetooth και σε άλλες ασύρματες τεχνολογίες να τροποποιούν, να διαβάζουν και να γράφουν δεδομένα σε αντικείμενα μέσω RFID ετικετών.
- Το 2000 δημιουργείται το πρώτο πρωτόκολλο επικοινωνίας (M2M) με τη χρήση του οποίου ενισχύθηκε περισσότερο η ιδέα γύρω από το «IoT». Η δημιουργία του επέτρεψε σε μηχανές που βρίσκονται συνδεδεμένες στο ίδιο δίκτυο να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.
- 2006-2008: Αναγνώριση από την ΕΕ και η πρώτη ευρωπαϊκή διάσκεψη για το «IoT».
- Η εξέλιξη του Bluetooth το 2007 σε Bluetooth Low Energy επιτρέπει σε νέες εφαρμογές και συσκευές από τομείς της υγείας και της άθλησης να ενταχθούν στο «IoT».

Το 2012 ήταν άλλος ένας σταθμός στην ιστορία του «IoT» καθώς αποτέλεσε το θέμα συζήτησης κατά τη διάρκεια της ευρωπαϊκής διαδικτυακής διάσκεψης LeWeb ενώ μεγάλα περιοδικά που ασχολούνται με τεχνολογικά θέματα ασχολούνται με το «IoT», όπως το Forbes, το Fast Company και το Wired. Ταυτόχρονα η νέα έκδοση του πρωτοκόλλου IP αλλάζει σε IPv6 το οποίο μπορεί να καλύψει τη ζήτηση νέων διευθύνσεων ως το 2128. (Postscapes, 2018).

Από την ιστορική αναδρομή που προηγήθηκε παρατηρούμε ότι τα σημαντικότερα σημεία για την εξέλιξη του Internet of Things αποτέλεσαν η τεχνολογία RFID όπως και άλλες παρόμοιες τεχνολογίες καθώς επίσης και οι δυνατότητες που προκύπτουν από το πρωτόκολλο IPv6 που επιτρέπουν σε μεγαλύτερο αριθμό συσκευών να μπουν στον κόσμο του «IoT».

1.3 Πως λειτουργεί

Για να λειτουργήσει ένα σύστημα του «IoT» αποδοτικά, θα πρέπει οι διάφορες τεχνολογίες που λαμβάνουν μέρος σε αυτό, να συνεργάζονται για να μειωθεί το χάσμα μεταξύ φυσικού και τεχνικού κόσμου, να έχουν την δυνατότητα συλλογής πληροφοριών από το περιβάλλον, να επιτρέπουν την real-time επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχθηκαν από τις συσκευές στο Cloud, να αλληλεπιδρούν με άλλες συσκευές, να εκτελούν αυτοματοποιημένα διάφορες ενέργειες και τέλος να βελτιώνουν την ασφάλεια και ιδιωτικότητα των δεδομένων (Μούρτου- Κυράνας, 2016, σ 15-17). Η δυνατότητα συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων στο Cloud από τις συσκευές είναι ένα κομμάτι του «IoT» που δεν θα πρέπει να θεωρείται ξεχωριστό καθώς το διαφοροποιεί από το Ίντερνετ όπως το ξέρουμε σήμερα αλλά ταυτόχρονα δίνει την έννοια του «έξυπνου» στις συσκευές. Από τεχνικής άποψης ως «έξυπνες» συσκευές ορίζονται εκείνες, οι οποίες είναι εξοπλισμένες με αισθητήρες- ενεργοποιητές, ένα μικροεπεξεργαστή, μια συσκευή επικοινωνίας και μια πηγή ενέργειας. Έτσι θα μπορούσαμε να χαρακτηρίσουμε σπίτια, πόλεις, δρόμους και αυτοκίνητα ως έξυπνα από τη στιγμή που είναι εξοπλισμένα με συσκευές που συλλέγουν δεδομένα και μπορούν να αλληλεπιδρούν(Μούρτου- Κυράνας, 2016, σ 15-17).

Πιο αναλυτικά οι δυνατότητες που θα προσφέρουν και θα πρέπει να καλύπτουν οι συμπληρωματικές τεχνολογίες είναι:

- Η επικοινωνία και η συνεργασία των αντικειμένων με το Διαδίκτυο, η μεταξύ τους επικοινωνία, η χρήση δεδομένων και υπηρεσιών και η ενημέρωση της κατάστασής τους. Κυρίαρχη θέση έχουν οι ασύρματες τεχνολογίες και δίκτυα όπως το GSM, το Wi-Fi, το Bluetooth και τα WPANs.

- Η διευθυνσιοδότηση ώστε τα «πράγματα» του «IoT» να μπορούν να επιβεβαιώνονται και να ρυθμίζονται χωρίς ανθρώπινη φυσική παρουσία μέσω ανεύρεσης.
- Η ταυτοποίηση ώστε τα αντικείμενα να μπορούν να αναγνωρίζονται με μοναδικό τρόπο και να συνδέονται με πληροφορίες καθαρά σχετιζόμενες με αυτά. Οι τεχνολογίες RFID, NFC και τα Barcodes είναι παραδείγματα που μπορούν να βοηθήσουν στην ταυτοποίηση.
- Η ανίχνευση μέσω αισθητήρων επιτρέπει στα αντικείμενα να συλλέγουν πληροφορίες και δεδομένα από το περιβάλλον τους, επιτρέποντάς τους να αντιδρούν άμεσα με αυτό.
- Η ενεργοποίηση. Με την χρήση ενεργοποιητών τα «πράγματα» μπορούν μέσω του Διαδικτύου να χειριστούν το περιβάλλον που δραστηριοποιούνται.
- Ο εντοπισμός των έξυπνων πραγμάτων πρέπει να γίνεται άμεσα ώστε να γνωρίζουμε τη φυσική τους θέση ανά πάσα ώρα και στιγμή. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας το GPS, εγκατεστημένους αναγνώστες RFID σε σταθερές συντεταγμένες όπως και οι οπτικές ίνες.
- Τα «έξυπνα» πράγματα πρέπει να μπορούν να αλληλεπιδρούν και να επικοινωνούν άμεσα ή έμμεσα με τους ανθρώπους. Ένα τέτοιο καινοτόμο τρόπο αποτελούν οι μέθοδοι αναγνώρισης χειρονομιών αλλά και οι ευέλικτες βάσεις εικόνας και ήχου (Μούρτου- Κυράνας, 2016, σ 15-17).

Συνοψίζοντας, το «IoT» αποτελείται από τρία κύρια μέρη:

- Τα «things- πράγματα» όπου συλλέγουν πληροφορίες οποιαδήποτε στιγμή μέσω τεχνολογιών RFID, αισθητήρων και κώδικα.

- Τα δίκτυα επικοινωνιών τα οποία επιτρέπουν την αλληλεπίδραση των «Things-πραγμάτων».
- Τα υπολογιστικά συστήματα, όπως το Cloud Computing, και εφαρμογές που επιτρέπουν την επεξεργασία δεδομένων και πληροφοριών από και προς τα «Things- πράγματα».

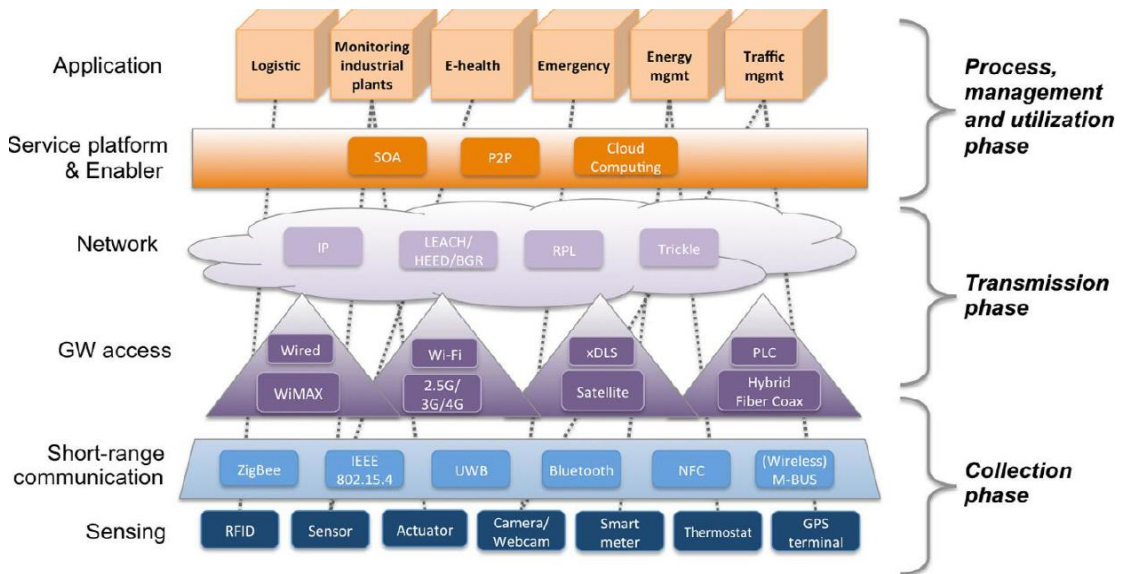
Σύμφωνα με έγγραφο του Internet Architecture Board-IAB (RFC 7452, Μάρτιος 2015-<https://tools.ietf.org/html/rfc7452>) η σύνδεση και επικοινωνία αυτών των τριών μερών που απαρτίζουν το «IoT» πραγματοποιείται με τέσσερις τρόπους τους οποίους θα δούμε επιγραμματικά:

- Σύνδεση Συσκευής- προς- Συσκευή (Device 2 Device Communication)
- Σύνδεση Συσκευής- προς- Cloud (Device 2 Cloud Communication)
- Σύνδεση Συσκευής με Δίαυλο Επικοινωνίας (Device 2 Getaway Model)
- Back- End Μοντέλο Ανταλλαγής Δεδομένων (Back- End Data Sharing Model).

1.4 Η αρχιτεκτονική του «IoT»

Οι εξελίξεις στα δίκτυα και τις υποδομές έχουν ανοίξει το δρόμο για το «IoT». Για να κατανοήσουμε πως μπορούν να επωφεληθούν οι επιχειρήσεις και οι βιομηχανίες από «IoT» πρέπει να γίνει αντιληπτή η αρχιτεκτονική και οι τεχνολογίες που το απαρτίζουν.

Εικόνα 1.4: Η αρχιτεκτονική δικτύου «IoT», σύμφωνα με την Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών.



(Πηγή: M.A.Diwan, 2016)

Σύμφωνα με την Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών η αρχιτεκτονική του δικτύου του «IoT» αποτελείται από τρεις φάσεις και πέντε στρώματα ανίχνευσης:

- Τη φάση Συλλογής, η οποία περιλαμβάνει το στρώμα Ανίχνευσης και το στρώμα Μεσαίου λογισμικού,
- Τη φάση Μετάδοσης, που περιλαμβάνει τα στρώματα Πρόσβασης και Δικτύου,
- Τη φάση Επεξεργασίας, Διαχείρισης και Υλοποίησης όπου ολοκληρώνεται με το στρώμα της Εφαρμογής.

Στρώμα ανίχνευσης: η κύρια λειτουργία σε αυτό το στρώμα είναι η καταγραφή πληροφοριών από διάφορους αισθητήρες που συνδέουν τα έξυπνα αντικείμενα με το δίκτυο. Συνδέει αντικείμενα με το δίκτυο μέσω αισθητήρων και ενεργοποιητών.

Το στρώμα του μεσαίου λογισμικού: η κύρια λειτουργία αυτού του στρώματος είναι η διαχείριση και ο έλεγχος των πληροφοριών δικτύου σε πραγματικό χρόνο, καθώς και η παροχή μιας καλής διεπαφής χρήστη για την εφαρμογή του ανώτερου στρώματος. Περιλαμβάνει διάφορες πλατφόρμες υποστήριξης επιχειρήσεων, πλατφόρμες

διαχείρισης, πλατφόρμες επεξεργασίας πληροφοριών και έξυπνες πλατφόρμες υπολογιστών.

Το στρώμα πρόσβασης: η κύρια λειτουργία σε αυτό το στρώμα είναι η μεταφορά πληροφοριών από το στρώμα ανίχνευσης στο στρώμα δικτύου μέσω υφιστάμενων δικτύων κινητής τηλεφωνίας, ασύρματων δικτύων, ασύρματων LAN, δορυφορικών δικτύων και άλλων υποδομών.

Το στρώμα δικτύου: η κύρια λειτουργία είναι η ενσωμάτωση των πληροφοριών από το δίκτυο σε ένα μεγάλο δίκτυο πληροφοριών μέσω του Internet και η δημιουργία μιας αποτελεσματικής και αξιόπιστης πλατφόρμας υποδομής για καλύτερη διαχείριση υπηρεσιών και για μεγάλες βιομηχανικές εφαρμογές.

Στρώμα εφαρμογής: η κύρια λειτουργία είναι να ενσωματώσει τη λειτουργία των υπόλοιπων στρωμάτων και να αναπτύξει την πρακτική εφαρμογή διαφόρων κλάδων, όπως τα έξυπνα δίκτυα, η έξυπνη εφοδιαστική αλυσίδα, η έξυπνη μεταφορά, η παρακολούθηση καταστροφών και η εξ αποστάσεως ιατρική περίθαλψη.

1.4.1 Τύποι Δικτύων στο «IoT» και τα χαρακτηριστικά τους

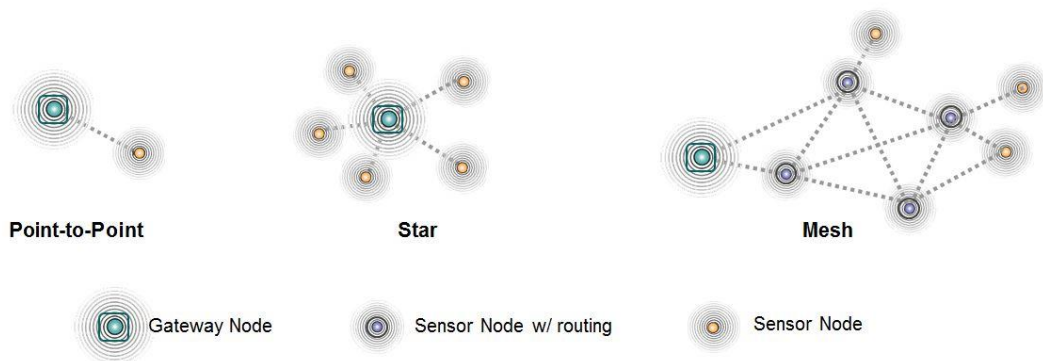
Σύμφωνα με τον Mark Pacelle-(Radar O'reilly 2014) υπάρχουν πολλά κινούμενα μέρη στη δικτύωση για το Διαδίκτυο των Πραγμάτων. Κινούμενα μέρη τα οποία πρέπει να ταξινομηθούν μεταξύ των Wi-Fi, Wi-Fi LP, Bluetooth, Bluetooth LE, και άλλων. Ορισμένα πρότυπα διέπονται από ανοικτούς ανεξάρτητους οργανισμούς τυποποίησης, ενώ άλλοι έχουν αναπτυχθεί από μία και μόνο εταιρεία και είναι τοποθετημένοι ως πρότυπα de facto. Ορισμένα είναι καλά εδραιωμένα, άλλα βρίσκονται σε πρώιμο στάδιο υιοθεσίας όμως όλα αναπτύχθηκαν αρχικά για να ικανοποιήσουν τις μοναδικές απαιτήσεις συγκεκριμένων εφαρμογών, όπως η εμβέλεια, η κατανάλωση ενέργειας, το εύρος και η επεκτασιμότητα. Αν και αυτά τα ζητήματα είναι γνωστά, το «IoT»

δημιουργεί νέα ζητήματα που πρέπει να επιλυθούν χρησιμοποιώντας τα υπάρχοντα δίκτυα.

Για να ξεκινήσει η εφαρμογή με τη σωστή τεχνολογία δικτύωσης, είναι σημαντικό να κατανοηθεί η αρχιτεκτονική δικτύου ή η τοπολογία του δικτύου που υποστηρίζεται από κάθε πρότυπο τεχνολογίας (Mark Pacelle, 2014). Τα πρότυπα δικτύωσης που χρησιμοποιούνται σήμερα στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις βασικές τοπολογίες δικτύου. Σημείο-προς-Σημείο, Αστέρα και Πλέγμα.

Το παρακάτω σχήμα απεικονίζει αυτές τις τρεις τοπολογίες ακολουθούμενες από μια βαθύτερη συζήτηση για το καθένα.

Εικόνα 1.4.1: Οι τρεις τοπολογίες δικτύωσης που χρησιμοποιούνται στο «IoT».



(Πηγή: Mark Pacelle, 2014)

Πριν την επιλογή του κατάλληλου τύπου ασύρματου δικτύου πρέπει να εξεταστούν πολλαπλά χαρακτηριστικά που εμφανίζονται στις τρεις τοπολογίες που θα εξετάσουμε. Αυτά τα χαρακτηριστικά επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την λειτουργία αλλά και την συμπεριφορά των τοπολογιών αυτών. Τα χαρακτηριστικά είναι:

Καθυστέρηση (Latency)

Ο χρόνος που χρειάζεται ένα πακέτο δεδομένων για να «ταξιδέψει» από τον κόμβο του αισθητήρα μέσω του δικτύου προς τον κόμβο της πύλης, ή αντίστροφα, από την πύλη στον κόμβο του αισθητήρα. Σε γενικές γραμμές, η καθυστέρηση αντανακλά την ταχύτητα του δικτύου: όσο ταχύτερο είναι το δίκτυο, τόσο μικρότερη είναι η καθυστέρηση (Mark Pacelle, 2014).

Απόδοση (Throughput)

Ο αριθμός των δεδομένων που μπορούν να περάσουν από το δίκτυο ανά δευτερόλεπτο (ή άλλο τμήμα χρόνου). Για παράδειγμα, απαιτείται σχετικά υψηλότερη απόδοση για την μετάδοση ήχου ή βίντεο.

Ανθεκτικότητα σφαλμάτων (Fault Resiliency)

Ο βαθμός στον οποίο ένα ασύρματο δίκτυο, εάν διακόπτεται, χρειάζεται για να ανακτήσει ή να επαναρυθμίσει και να παραδώσει ένα πακέτο δεδομένων στον προορισμό του.

Επεκτασιμότητα (Scalability)

Ο αριθμός των κόμβων που μπορεί να συμπεριληφθεί σε ένα μόνο δίκτυο.

Άλματα (Hops)

Η μετάδοση ενός πακέτου δεδομένων από έναν κόμβο σε άλλο. Ο "αριθμός των αλμάτων" αναφέρεται στον αριθμό των κόμβων μέσω των οποίων «ταξιδεύει» ένα πακέτο δεδομένων.

Εύρος (Range)

Το εύρος του δικτύου είναι η συνολική απόσταση που μπορεί να καλύψει ένα πλήρες δίκτυο. Το εύρος ενός κόμβου είναι η μέγιστη απόσταση ενός «άλματος», από τον έναν κόμβο στον άλλο (Mark Pacelle, 2014).

Μετά την προηγηθείσα αναφορά στα χαρακτηριστικά των τοπολογιών, ακολουθεί μια πιο εκτενής αναφορά στις τοπολογίες δικτύων.

❖ Το δίκτυο από σημείο σε σημείο (Point- to- Point Network)

Ένα δίκτυο point-to-point δημιουργεί μια άμεση σύνδεση μεταξύ δύο κόμβων δικτύου. Η επικοινωνία μπορεί να γίνει μόνο μεταξύ δύο κόμβων ή συσκευών. Ένα παράδειγμα αυτού του τύπου δικτύου είναι μια σύνδεση Bluetooth μεταξύ κινητού τηλεφώνου και ακουστικού. Τα πλεονεκτήματα της δικτύωσης από σημείο σε σημείο είναι η απλότητα και το χαμηλό κόστος (Mark Pacelle, 2014). Ο κύριος περιορισμός από τη σύνδεση one-to- one που υπάρχει μεταξύ δύο συσκευών είναι ότι το δίκτυο δεν μπορεί να επεκταθεί πέρα από αυτούς τους δύο κόμβους. Επομένως, το εύρος του δικτύου περιορίζεται σε ένα «άλμα» και ορίζεται από την εμβέλεια μετάδοσης μιας μόνο συσκευής.

❖ Δίκτυο Αστέρα (Star Network)

Ένα δίκτυο αστέρα αποτελείται από ένα κεντρικό κόμβο (γνωστός και ως κόμβος πύλη), με τον οποίο συνδέονται όλοι οι άλλοι κόμβοι (π.χ., οι κόμβοι αισθητήρων) στο δίκτυο. Αυτός ο κεντρικός διανομέας λειτουργεί ως κοινό σημείο σύνδεσης για όλους τους άλλους κόμβους του δικτύου. Όλοι οι περιφερειακοί κόμβοι μπορούν να επικοινωνούν με τους άλλους μέσω μόνο από τον κεντρικό κόμβο. Ένα παράδειγμα αυτής της τοπολογίας είναι ο κόμβος Wi-Fi στο σπίτι.

Υπάρχουν μερικά σημαντικά πλεονεκτήματα σε μια τοπολογία αστέρα. Πρώτον, η απόδοση του δικτύου είναι σταθερή, προβλέψιμη και γρήγορη (χαμηλή λανθάνουσα κατάσταση και υψηλή απόδοση). Σε ένα δίκτυο αστέρων, σε αντίθεση με το δίκτυο πλέγματος, ένα πακέτο δεδομένων συνήθως ταξιδεύει μόνο ένα «άλμα» για να φτάσει στον προορισμό του (αν ταξιδεύουν μεταξύ του κεντρικού διανομέα και ενός αισθητήρα) ή το πολύ δύο «άλματα» (εφόσον ταξιδεύουν μεταξύ δύο αισθητήρων), με αποτέλεσμα πολύ χαμηλή και προβλέψιμη λανθάνουσα κατάσταση δικτύου (Mark Pacelle, 2014).

Δεύτερον, υπάρχει μεγάλη συνολική αξιοπιστία στο δίκτυο. Κάθε συσκευή χρησιμοποιεί τη δική της, ενιαία σύνδεση με τον κεντρικό διανομέα. Αυτό κάνει την απομόνωση μεμονωμένων συσκευών απλή και καθιστά εύκολο τον εντοπισμό και την επιδιόρθωση των προβλημάτων στα στοιχεία του δικτύου.

Τα μειονεκτήματα αυτού του τύπου δικτύου είναι παρόμοια με το δίκτυο point-to-point. Το εύρος περιορίζεται στην περιοχή εκπομπής μιας συσκευής. Επιπλέον, δεν υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας διαδρομής γύρω από εμπόδια, ώστε να αποφεύγονται περιπτώσεις παρεμβολών ή/ και περιπτώσεις διακοπής του δικτύου. Τέλος, σε μια δικτύωση τύπου αστέρα υπάρχει ένα μόνο σημείο αποτυχίας, η πύλη. Σε ένα δίκτυο mesh, εάν η πύλη χάσει τη συνδεσιμότητα, το δίκτυο είναι αποκομμένο όμως εσωτερικά μπορεί να συνεχιστεί η ανταλλαγή δεδομένων. Αυτό είναι σημαντικό σε ορισμένες εφαρμογές, όπως στην ανάγνωση μετρητών ή στη διαχείριση της ψυχρής αλυσίδας (Mark Pacelle, 2014).

❖ Δίκτυο Πλέγματος (Mesh Network)

Ένα δίκτυο πλέγματος αποτελείται από τρεις τύπους κόμβων:

- Ένας κόμβος πύλη, όπως σε ένα δίκτυο αστέρα, έτσι ώστε τα δεδομένα να φτάνουν στον έξω κόσμο,
- Απλούς κόμβους αισθητήρων,
- Κόμβοι αισθητήρων ή δρομολογητών, οι οποίοι παρέχουν τη δυνατότητα επαναληψιμότητας ή δρομολόγησης.

Οι κόμβοι αισθητήρων ή δρομολογητών δεν πρέπει μόνο να καταγράφουν και να διαδίδουν τα δικά τους δεδομένα, αλλά και να λειτουργούν ως κεραίες για άλλους κόμβους. Δηλαδή, πρέπει να συνεργάζονται με γειτονικούς κόμβους για να διαδώσουν τα δεδομένα μέσω του δικτύου. Οι κόμβοι του δικτύου mesh αναπτύσσονται έτσι ώστε

κάθε κόμβος να βρίσκεται στην περιοχή τουλάχιστον ενός άλλου κόμβου αισθητήρα ή δρομολογητή. Τα πακέτα δεδομένων περνούν μέσω πολλαπλών κόμβων αισθητήρων ή δρομολογητών για να φτάσουν στον τελικό κόμβο πύλης.

Αυτή η τοπολογία δικτύωσης χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές. Οι εφαρμογές περιλαμβάνουν αυτοματισμό κτιρίων, διαχείριση ενέργειας, βιομηχανικό αυτοματισμό και διαχείριση περιουσιακών στοιχείων. Επειδή η περιοχή δικτύου δεν περιορίζεται στην περιοχή μετάδοσης μιας μόνο συσκευής, η περιοχή δικτύου μπορεί να είναι πολύ ευρεία, καλύπτοντας μεγάλες περιοχές, όπως ένα κτίριο ή μια πανεπιστημιούπολη. Τα δίκτυα mesh μπορούν να επεκταθούν μέχρι χιλιάδες κόμβους, παρέχοντας υψηλή πυκνότητα κάλυψης με μια ευρεία ποικιλία αισθητήρων και συσκευών (Mark Pacelle, 2014). Η ευελιξία της διαμόρφωσης δικτύου επιτρέπει την κάλυψη σε περιβάλλοντα που αντιμετωπίζουν υψηλές προκλήσεις ραδιοσυχνότητας (RF), όπως υψηλές παρεμβολές (RF) ή εμπόδια (RF). Οι διακοπές που εμφανίζονται σε τέτοια δίκτυα μετριάζονται από τις δυνατότητες αυτοθεραπείας και αναμετάδοσης πακέτων, παρέχοντας υψηλό βαθμό ανθεκτικότητας στο δίκτυο.

Το κύριο μειονέκτημα αυτού του τύπου δικτύου έγκειται στην πολυπλοκότητα έναντι της τοπολογίας δικτύου από σημείο σε σημείο ή του δικτύου αστέρα. Επιπλέον, υπάρχει μεγαλύτερη καθυστέρηση σε ένα δίκτυο mesh λόγω πολλαπλών «αλμάτων» που απαιτούνται για να μεταβεί το πακέτο των δεδομένων από τον αισθητήρα στον τελικό κόμβο πύλης.

Αυτές οι τρεις τοπολογίες δικτύωσης αποτελούν τη βάση για μια βαθύτερη αξιολόγηση των χαρακτηριστικών που σχετίζονται με κάθε καθιερωμένο και αναδυόμενο πρότυπο δικτύου.

1.4.2 Τύποι αισθητήρων

Τους τύπους των αισθητήρων μπορούμε να τους κατηγοριοποιήσουμε με βάση την πηγή ενέργειάς τους. Έτσι έχουμε ενεργητικούς και παθητικούς αισθητήρες. Οι ενεργητικοί αισθητήρες εκπέμπουν ποσότητες ενέργειας και στη συνέχεια αντιλαμβάνονται το πώς ανταποκρίνεται το περιβάλλον σε αυτή την ενέργεια. Η ανίχνευση και ο εντοπισμός ραδιοσυχνοτήτων (Radio Detection And Range) είναι ένα παράδειγμα ενεργητικής ανίχνευσης: Μια μονάδα RADAR εκπέμπει ένα ηλεκτρομαγνητικό σήμα το οποίο αναπηδά σε ένα φυσικό αντικείμενο και "ανιχνεύεται" από το σύστημα RADAR. Οι παθητικοί αισθητήρες λαμβάνουν απλώς ενέργεια (σε οποιαδήποτε μορφή) που παράγεται έξω από τη συσκευή ανίχνευσης. Μια τυποποιημένη κάμερα ενσωματώνεται σε έναν παθητικό αισθητήρα και λαμβάνει σήματα με τη μορφή φωτός και στη συνέχεια τα καταγράφει σε μια συσκευή αποθήκευσης (Deloitte. Insights, 2015- Deloitte University Press, n.d).

Οι παθητικοί αισθητήρες απαιτούν λιγότερη ενέργεια, αλλά οι ενεργητικοί αισθητήρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ευρύτερο φάσμα περιβαλλοντικών συνθηκών. Για παράδειγμα, το RADAR παρέχει τη δυνατότητα αδιάλειπτης απεικόνισης καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας χωρίς να επηρεάζεται από τις μεταβολές του καιρού, ενώ οι κάμερες απαιτούν φωτισμό που παρέχεται από εξωτερική πηγή αναφέρει ο W. Walker (n.d). Και συνεχίζει στο ότι, η επιλογή ενός συγκεκριμένου αισθητήρα είναι κατά κύριο λόγο συνάρτηση του σήματος που θα κληθεί να μετρήσει (για παράδειγμα αισθητήρες θέσης έναντι κινήσεων). Υπάρχουν, ωστόσο, αρκετοί γενικοί παράγοντες που καθορίζουν την καταλληλότητα ενός αισθητήρα για μια συγκεκριμένη εφαρμογή. Αυτά περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τα ακόλουθα:

- Ακρίβεια: Παράγοντας για το πώς ακριβώς ο αισθητήρας αναφέρει το σήμα. Για παράδειγμα, όταν η περιεκτικότητα σε νερό είναι 52 τοις εκατό, ένας αισθητήρας που

αναφέρει το 52,1 τοις εκατό είναι ακριβέστερος από έναν που το αναφέρει ως 51,5 τοις εκατό.

- Επαναληψιμότητα: Η ικανότητα ενός αισθητήρα, να παρουσιάζει τα ίδια αποτελέσματα όταν υποβάλλεται στην ίδια διαδικασία κάτω από σταθερές περιβαλλοντικές συνθήκες.
- Εύρος: Η ζώνη των σημάτων εισόδου όπου ένας αισθητήρας μπορεί να τα «αντιληφθεί» με ακρίβεια. Τα σήματα εισόδου πέρα από την εμβέλεια οδηγούν σε ανακριβή σήματα εξόδου και πιθανή βλάβη των αισθητήρων.
- Θόρυβος: Οι διακυμάνσεις στο σήμα εξόδου που προκύπτουν από τον αισθητήρα ή το εξωτερικό περιβάλλον.
- Ανάλυση: Η μικρότερη βαθμιαία αλλαγή στο σήμα εισόδου, που ο αισθητήρας απαιτεί για να ανιχνεύσει και να αναφέρει μια αλλαγή στο σήμα εξόδου.
- Επιλεκτικότητα: Η ικανότητα του αισθητήρα να αισθάνεται επιλεκτικά και να αναφέρει ένα σήμα. Ένα παράδειγμα επιλεκτικότητας είναι η ικανότητα του αισθητήρα οξυγόνου να αντιλαμβάνεται μόνο το συστατικό O₂ παρά την παρουσία άλλων αερίων.

Οποιοσδήποτε από αυτούς τους παράγοντες μπορεί να επηρεάσει την αξιοπιστία των λαμβανόμενων δεδομένων και ως εκ τούτου την αξία των ίδιων των δεδομένων (W. Walker, n.d).

Ακολουθούν σύμφωνα με τους J. Farden (2010) και G. Rakocenic (2009), ενδεικτικά 13 τύποι αισθητήρων με βάση τις λειτουργίες που εκτελούν. Θα μπορούσαν να είναι ενεργοί ή παθητικοί σύμφωνα με την πιο πάνω περιγραφή.

Αισθητήρες θέσης: μετρούν τη θέση ενός αντικειμένου. Η μέτρηση της θέσης μπορεί να είναι είτε σε απόλυτους αριθμούς (αισθητήρας απόλυτης θέσης) είτε σε σχετικούς

όρους (αισθητήρας μετατόπισης). Οι αισθητήρες θέσης μπορούν να είναι γραμμικοί ή γωνιακοί.

Αισθητήρες απόκρισης και κίνησης: Οι αισθητήρες απόκρισης ανιχνεύουν την παρουσία ανθρώπων και ζώων σε μια περιοχή επιτήρησης, ενώ οι αισθητήρες κίνησης εντοπίζουν την κίνηση ανθρώπων και αντικειμένων. Η διαφορά μεταξύ των δύο είναι ότι οι αισθητήρες απόκρισης θα παράγουν ένα σήμα ακόμη και όταν ένα άτομο είναι ακίνητο, ενώ ένας αισθητήρας κίνησης δεν θα το κάνει.

Αισθητήρες ταχύτητας και επιτάχυνσης: Οι αισθητήρες ταχύτητας μπορεί να είναι γραμμικοί ή γωνιακοί, δείχνοντας πόσο γρήγορα ένα αντικείμενο κινείται κατά μήκος μιας ευθείας γραμμής ή πόσο γρήγορα περιστρέφεται. Οι αισθητήρες επιτάχυνσης μετρούν τις μεταβολές στην ταχύτητα. Παράδειγμα τέτοιων αισθητήρων είναι το επιταχυνσιόμετρο και το γυροσκόπιο.

Αισθητήρες πίεσης: ανιχνεύουν εάν εφαρμόζεται μια φυσική δύναμη και αν το μέγεθος της δύναμης είναι πέρα από ένα συγκεκριμένο όριο. Παράδειγμα τέτοιων αισθητήρων είναι ο δείκτης δύναμης και αισθητήρας αφής (J. Farden, 2010) και (G. Rakocevic 2009).

Αισθητήρες ροής: ανιχνεύουν τον ρυθμό ροής ενός ρευστού. Μετρούν τον όγκο ή την ταχύτητα ροής του ρευστού που έχει περάσει από ένα σύστημα σε μια δεδομένη χρονική περίοδο. Παράδειγμα τέτοιων αισθητήρων είναι το ανεμόμετρο, ο αισθητήρας ροής μάζας και ο μετρητής νερού

Αισθητήρες ακουστικής: μετρούν τα επίπεδα ήχου και μετατρέπουν αυτές τις πληροφορίες σε ψηφιακά ή αναλογικά σήματα δεδομένων. Παράδειγμα τέτοιων αισθητήρων είναι το μικρόφωνο.

Αισθητήρες υγρασίας: ανιχνεύουν την υγρασία (ποσότητα υδρατμού) στον αέρα ή σε κάποιο αντικείμενο. Τα επίπεδα υγρασίας μπορούν να μετρηθούν με διάφορους τρόπους:

απόλυτη υγρασία, σχετική υγρασία, αναλογία μάζας κ.ο.κ. Παράδειγμα τέτοιων αισθητήρων είναι το υγρόμετρο και ο αισθητήρας υγρασίας εδάφους.

Αισθητήρες φωτός: ανιχνεύουν την παρουσία φωτός (ορατό ή αόρατο). Παράδειγμα τέτοιων αισθητήρων είναι ο υπέρυθρος αισθητήρας, ο φωτοανιχνευτής, και ο ανιχνευτής φλόγας.

Αισθητήρες ακτινοβολίας: ανιχνεύουν τις ακτινοβολίες στο περιβάλλον. Η ακτινοβολία μπορεί να ανιχνευθεί με ανίχνευση σπινθηρισμού ή ιονισμού. Παράδειγμα τέτοιων αισθητήρων είναι ο σπινθηριστής και ο ανιχνευτής νετρονίων.

Αισθητήρες θερμοκρασίας: Μετρούν την ποσότητα ζέστης ή κρύου που υπάρχει σε ένα σύστημα. Σε γενικές γραμμές είναι δύο τύπων: εξ' επαφής και χωρίς επαφή. Οι εξ' επαφής αισθητήρες θερμοκρασίας πρέπει να βρίσκονται σε φυσική επαφή με το αντικείμενο που ανιχνεύουν. Οι αισθητήρες χωρίς επαφή μετρούν τη θερμοκρασία μέσω της μεταφοράς και της ακτινοβολίας. Παράδειγμα τέτοιων αισθητήρων είναι το θερμόμετρο, το θερμιδόμετρο και ο μετρητής θερμοκρασίας.

Χημικοί Αισθητήρες: Οι χημικοί αισθητήρες μετρούν τη συγκέντρωση των χημικών σε ένα σύστημα. Όταν υποβάλλονται σε μίγμα χημικών, οι αισθητήρες είναι συνήθως επιλεκτικοί για έναν τύπο χημικού. Ένας αισθητήρας CO₂ αντιλαμβάνεται μόνο το διοξείδιο του άνθρακα (J. Farden, 2010) και (G. Rakocenic 2009). Παράδειγμα τέτοιων αισθητήρων είναι οι ανιχνευτές καπνού.

Βιο-Αισθητήρες: Ανιχνεύουν διάφορα βιολογικά στοιχεία όπως οργανισμοί, ιστούς, κύτταρα, ένζυμα, αντισώματα και νουκλεϊκά οξέα. Παράδειγμα τέτοιων αισθητήρων είναι ο αισθητήρας γλυκόζης αίματος, η παλμική οξυμετρία, και ο ηλεκτροκαρδιογράφος.

1.4.3 Τύποι Μεταφοράς Δεδομένων

Οι τεχνολογίες δικτύων ταξινομούνται κατά κύριο λόγο ως ενσύρματες ή ασύρματες τεχνολογίες. Τα ασύρματα δίκτυα παρέχουν, σχεδόν συνεχή συνδεσιμότητα και ευκολία σε χρήστες και συσκευές που βρίσκονται διαρκώς σε κίνηση, ενώ οι ενσύρματες συνδέσεις εξακολουθούν να είναι χρήσιμες για σχετικά πιο αξιόπιστες, ασφαλείς και μεγάλου όγκου διαδρομές δικτύου (N. Kaur & S. Monga, 2014). Η επιλογή μιας τεχνολογίας δικτύου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το γεωγραφικό φάσμα που καλείται να καλύψει. Όταν πρέπει να μεταφερθούν τα δεδομένα σε μικρές αποστάσεις (για παράδειγμα, μέσα σε ένα δωμάτιο), οι συσκευές μπορούν να χρησιμοποιούν ασύρματες τεχνολογίες δικτύου για προσωπική χρήση (PAN) όπως το Bluetooth και ZigBee καθώς και ενσύρματες συνδέσεις μέσω τεχνολογιών όπως το Universal Serial Bus (USB). Όταν πρέπει να μεταφερθούν τα δεδομένα σε μια σχετικά μεγαλύτερη περιοχή όπως ένα γραφείο, θα μπορούσαν να χρησιμοποιούνται τεχνολογίες τοπικού δικτύου (LAN) μεταξύ των συσκευών. Παραδείγματα ενσύρματων τεχνολογιών LAN είναι οι συνδέσεις μέσω Ethernet και οπτικών ινών. Τα δίκτυα ασύρματου LAN περιλαμβάνουν τεχνολογίες όπως Wi-Fi. Όταν τα δεδομένα πρόκειται να μεταφερθούν σε μια ευρύτερη περιοχή πέρα από τα κτίρια και τις πόλεις, δημιουργείται ένα υπερδίκτυο που ονομάζεται, δίκτυο ευρείας περιοχής (WAN), και συνδέει διάφορα τοπικά δίκτυα μέσω δρομολογητών. Το Διαδίκτυο είναι ένα παράδειγμα ενός WAN.

Οι ρυθμοί μεταφοράς δεδομένων και οι ενεργειακές απαιτήσεις είναι δύο βασικά ζητήματα κατά την επιλογή μιας τεχνολογίας δικτύου για μια συγκεκριμένη εφαρμογή. Τεχνολογίες όπως οι 4G (LTE, LTE-A) και 5G είναι ευνοϊκές για εφαρμογές «IoT», δεδομένου των υψηλών ποσοστών μεταφοράς δεδομένων που παρέχουν. Τεχνολογίες όπως το Bluetooth χαμηλής ενέργειας και το χαμηλής ισχύος Wi-Fi είναι κατάλληλες για συσκευές με περιορισμένη ενέργεια.

Παρακάτω, παρουσιάζονται επιλεγμένες τεχνολογίες ασύρματου δικτύου που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για εφαρμογές του «IoT». Για κάθε μια από τις παρακάτω τεχνολογίες, αναφέρονται τα ποσοστά εύρους που καλύπτουν, πρόσφατες εξελίξεις και περιορισμοί. Οι τεχνολογίες που συζητούνται παρακάτω είναι αντιπροσωπευτικές και η επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας εξαρτάται από την εφαρμογή και τα χαρακτηριστικά αυτής της τεχνολογίας.

- ***Bluetooth και Bluetooth χαμηλής ενέργειας***

Η τεχνολογία Bluetooth είναι μια ασύρματη τεχνολογία γνωστή για την ικανότητά της να μεταφέρει δεδομένα σε μικρές αποστάσεις και σε δίκτυα προσωπικής περιοχής. Το Bluetooth Low Energy (BLE) είναι μια πρόσφατη προσθήκη της Bluetooth τεχνολογίας και καταναλώνει περίπου τη μισή ισχύ από το Bluetooth Classic, την αρχική έκδοση του Bluetooth. Η ενεργειακή απόδοση του BLE αποδίδεται στον μικρότερο χρόνο σάρωσης που απαιτείται για συσκευές που διαθέτουν την τεχνολογία BLE για την ανίχνευση άλλων συσκευών. Αναφορικά ο απαιτούμενος χρόνος απόκρισης είναι από 0,6 έως 1,2 χιλιοστά του δευτερολέπτου (ms) σε σύγκριση με 22,5 ms για το Bluetooth Classic (D. Tauchmann & A. Sikora, 2015). Επιπλέον, η αποτελεσματική μεταφορά δεδομένων κατά τη διάρκεια εκπομπής και λήψης επιτρέπει στο BLE να παρέχει υψηλότερη ενεργειακή απόδοση σε σύγκριση με το Bluetooth Classic. Η υψηλότερη ενεργειακή απόδοση έρχεται με κόστος χαμηλότερων ρυθμών αποστολής και λήψης δεδομένων. Αναφορικά το BLE υποστηρίζει 260 kilobits ανά δευτερόλεπτο (Kbps), ενώ το Bluetooth Classic υποστηρίζει μέχρι και 2,1 Mbps. Η υπάρχουσα διείσδυση, σε συνδυασμό με το χαμηλό κόστος της συσκευής, θέτει την BLE ως τεχνολογία κατάλληλη για εφαρμογές «IoT». Το BLE είναι συμβατό μόνο με τις σχετικά πιο πρόσφατες συσκευές Bluetooth διπλής λειτουργίας (ονομάζονται διπλής λειτουργίας επειδή υποστηρίζουν τόσο το BLE καθώς και το Bluetooth Classic) και όχι τις κλασσικές συσκευές Bluetooth.

- ***Wi-Fi και Wi-Fi χαμηλής ισχύος***

Αν και το Ethernet χρησιμοποιείται από τη δεκαετία του 1970, το Wi-Fi είναι μια πιο πρόσφατη ασύρματη τεχνολογία που είναι ευρέως δημοφιλής και γνωστή για τις ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων υψηλής ταχύτητας σε προσωπικά και τοπικά δίκτυα.

Συνήθως, οι συσκευές Wi-Fi διατηρούν λανθάνοντα χρόνο ή καθυστερήσεις στη μεταβίβαση δεδομένων και παραμένουν ενεργές ακόμη και όταν δεν υπάρχουν δεδομένα που μεταβιβάζονται. Τέτοιες συνδέσεις μέσω Wi-Fi λειτουργούν είτε με συνεχή ενέργεια είτε με μπαταρίες που πρέπει να φορτιστούν μετά από μερικές ώρες χρήσης. Οι συσκευές Wi-Fi χαμηλής ισχύος, όταν δεν μεταδίδουν δεδομένα είναι ανενεργές, ενώ χρειάζονται μόλις 10 χιλιοστά του δευτερολέπτου για να ενεργοποιηθούν όταν χρειαστεί (D. M. Dobkin και Bernard Aboussouan, 2009). Η χαμηλής κατανάλωσης Wi-Fi με χρήση μπαταριών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εφαρμογές εξ' αποστάσεως όπως ανίχνευση και έλεγχος.

- ***Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX) και WiMAX 2***

Το WiMAX, που εισήχθη το 2001, αναπτύχθηκε από το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τηλεπικοινωνιακών Προτύπων (ETSI) σε συνεργασία με το IEEE. Το WiMAX 2, είναι η τελευταία τεχνολογία στην οικογένεια WiMAX, καθώς προσφέρει μέγιστη ταχύτητα δεδομένων 1 Gbps σε σύγκριση με τα 100 Mbps του WiMAX. Εκτός από τις υψηλότερες ταχύτητες δεδομένων, το WiMAX 2 έχει καλύτερη συμβατότητα προς τα πίσω από την WiMAX: Οι φορείς εκμετάλλευσης δικτύων WiMAX 2 μπορούν να παρέχουν απρόσκοπτα υπηρεσίες χρησιμοποιώντας δίκτυα 3G ή 2G όταν απαιτείται. Για λόγους σύγκρισης, το Long Term Evolution (LTE) και το LTE-A, που περιγράφονται παρακάτω, επιτρέπουν επίσης τη συμβατότητα προς τα πίσω.

- ***Long Term Evolution (LTE) και Advanced LTE***

Η τεχνολογία Long Term Evolution, μια ασύρματη τεχνολογία ευρείας περιοχής, αναπτύχθηκε από μέλη του φορέα 3GPP το 2008. Η τεχνολογία αυτή προσφέρει ταχύτητες δεδομένων μέχρι 300 Mbps.

Το LTE-Advanced (LTE-A) είναι μια πρόσφατη προσθήκη στην τεχνολογία LTE που προσφέρει ακόμα υψηλότερες ταχύτητες δεδομένων ως 1 Gbps σε σύγκριση με τα 300 Mbps της LTE. Υπάρχει συζήτηση μεταξύ των επαγγελματιών του κλάδου σχετικά με το αν η LTE είναι πραγματικά μια τεχνολογία 4G, καθώς θεωρούν ότι η LTE τεχνολογία βρίσκεται ένα στάδιο πριν από τις 4G τεχνολογίες, ενώ η LTE-A είναι πραγματικά μια τεχνολογία 4G. Δεδομένου του υψηλού εύρους και της χαμηλής καθυστέρησης, η LTE χαρακτηρίζεται ως η πιο ελπιδοφόρα τεχνολογία για εφαρμογές «IoT». Ωστόσο, η υποκείμενη υποδομή του δικτύου παραμένει υπό ανάπτυξη.

- ***Weightless***

Η Weightless είναι μια ασύρματη τεχνολογία ανοιχτού προτύπου WAN που εισήχθη στις αρχές του 2014. Η τεχνολογία Weightless χρησιμοποιεί ένα εύρος, που έως τότε ήταν ακρισιμοποίητο και προοριζόταν για τηλεοπτική μετάδοση, για τη μεταφορά δεδομένων καθώς μπορεί να ταξιδέψει σε μεγαλύτερες αποστάσεις και να διεισδύσει μέσω τοίχων

Το Weightless μπορεί να παρέχει ταχύτητες δεδομένων μεταξύ 2,5 Kbps και 16 Mbps σε ασύρματη εμβέλεια έως και πέντε χιλιομέτρων, με μπαταρίες που διαρκούν έως και 10 χρόνια. Οι συσκευές που χρησιμοποιούν την τεχνολογία αυτή παραμένουν σε κατάσταση αναμονής, ξυπνούν κάθε 15 λεπτά και παραμένουν ενεργές για 100 χιλιοστά του δευτερολέπτου ώστε να συγχρονιστούν και να αλληλεπιδράσουν σε οποιαδήποτε μήνυμα, οδηγώντας έτσι σε μια καθορισμένη καθυστέρηση. Δεδομένων αυτών των χαρακτηριστικών, οι συνδέσεις Weightless φαίνεται να είναι οι πιο κατάλληλες για την παράδοση σύντομων μηνυμάτων σε επικοινωνίες μηχανής προς μηχανή (M2M).

- ***LoRaWAN***

Η LoRaWAN είναι μια πρωτοποριακή νέα ασύρματη τεχνολογία που επιτρέπει στις επιχειρήσεις να επωφεληθούν από το φαινόμενο του Διαδικτύου των πραγμάτων «IoT» καθώς παρέχει την δυνατότητα ανταλλαγής μεγάλου όγκου δεδομένων και εμβέλεια από την πύλη που ξεπερνάει τα δύο χιλιόμετρα . Πρόκειται για ένα ανοιχτού προτύπου δίκτυο που επιτρέπει την εφαρμογή ασύρματων επικοινωνιών, με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Ουσιαστικά επιτρέπει σε ασύρματες συσκευές, αισθητήρες, μηχανές και οτιδήποτε έχει τη δυνατότητα να συνδέεται, να παρέχει δεδομένα στο διαδίκτυο (Sullings, 2016).

- ***SIGFOX***

Η SigFox παρέχει ένα τηλεπικοινωνιακό δίκτυο που ειδικεύεται στη συντήρηση συσκευών και μηχανημάτων που μεταδίδουν μικρές ποσότητες δεδομένων, όπως η ανάγνωση μετρητών. Χρησιμοποιεί σχετικά μικρό αριθμό πύργων για την αποστολή και λήψη δεδομένων σε σύγκριση με τους φορείς εκμετάλλευσης κινητής τηλεφωνίας μειώνοντας έτσι σημαντικά τις απαιτήσεις για ενέργεια. Αυτοί οι «πύργοι» είναι μικρές κεραιές που έχουν τεράστιες σειρές κάλυψης με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός ευρέως δικτύου με μεγάλη κάλυψη και αποδοτικό τρόπο παροχής δεδομένων(Sullings, 2016).

- ***NB-IoT***

Το NB-IoT είναι ένα νέο ασύρματο πρωτόκολλο παγκοσμίως τυποποιημένο από την ίδια βιομηχανική ομάδα (3GPP) η οποία τυποποίησε τα 3G και 4G δίκτυα. Λειτουργεί χρησιμοποιώντας την υπάρχουσα τηλεπικοινωνιακή υποδομή τύπου κινητού τηλεφώνου. Αυτή τη στιγμή δοκιμάζεται σε όλο τον κόσμο για έξυπνες εφαρμογές μέτρησης. Βασικά πλεονεκτήματα που παρέχει είναι ότι το πρωτόκολλο είναι διαθέσιμο και σε 3G και 4G δίκτυα. Το δίκτυο που θα δημιουργηθεί, θα διατηρείται από τα υπάρχοντα διαθέσιμα δίκτυα εταιριών παροχής τηλεπικοινωνιών όπως η VODAFONE, η Telstra και η Optus.

Τέλος οι λειτουργίες που προσφέρει επιτρέπουν πολύπλοκες μετρήσεις και προηγμένες εφαρμογές έξυπνης μέτρησης, ενώ τα μεγάλα πακέτα δεδομένων μεταφέρονται μέσω άλλων δικτύων «IoT» (Sullings, 2016).

Αυτές οι τεχνολογίες αλλάζουν το περιβάλλον της έξυπνης μέτρησης και διακόπτουν τους ισχύοντες κανόνες παρέχοντας σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι των σημερινών τεχνολογιών 3G, όπως χαμηλότερο κεφάλαιο απόκτησης και συντήρησης, λειτουργικό κόστος, ενώ προσδίδουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής για τις μπαταρίες και καλύτερη ισχύ σήματος.

1.4.4 Τεχνολογίες- Κλειδιά για την υιοθέτηση του «IoT»

Όπως τονίσαμε προηγουμένως, μέσω της εξέλιξης αρκετών τεχνολογιών μπορούμε τώρα να έχουμε αυτό που ονομάζουμε Διαδίκτυο των πραγμάτων. Η συνεχής εξέλιξη αυτών των τεχνολογιών θα μας προσφέρει νέα καινοτόμα επιχειρηματικά μοντέλα. Ορισμένες από τις σημαντικότερες τεχνολογίες που συμβάλλουν στο «IoT» είναι:

Τεχνολογίες ασύρματων δικτύων αισθητήρων: Η ανάπτυξη κατάλληλων μέσων για τον εντοπισμό έξυπνων αντικειμένων και τη διευκόλυνση των αλληλεπιδράσεων με το περιβάλλον άνοιξε το δρόμο για την ανεύρεση πόρων (J. Macaulay, L. Buckalew, and G. Chung, 2015). Η ικανότητα της ανίχνευσης του περιβάλλοντος και της αυτο-οργάνωσης σε ad hoc δίκτυα αντιπροσωπεύουν σημαντικά χαρακτηριστικά από την οπτική του «IoT» (D. Miorandi, S. Sicari, F. De Pellegrini, and I. Chlamtac, 2012).

Συσκευές αναγνώρισης ραδιοσυχνότητας (RFID): Η RFID θεωρείται σήμερα ως κύρια τεχνολογία επικοινωνίας. Χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλά βιομηχανικά συστήματα, ιδιαίτερα στην εφοδιαστική αλυσίδα. Η τεχνολογία RFID θα διαδραματίζει βασικό ρόλο, καθιστώντας δυνατή την τεχνολογία αναγνώρισης στο διαδίκτυο των πραγμάτων.

Ταυτόχρονα, η ενοποίησή του με τις τεχνολογίες ανίχνευσης φέρνει μια σειρά προκλήσεων και ζητημάτων.

Επικοινωνία κοντινού πεδίου (Near Field Communication): Η τεχνολογία επικοινωνιών NFC είναι μια τεχνολογία επικοινωνίας που επιτρέπει στις συσκευές να μοιράζονται πληροφορίες ασύρματα, αγγίζοντας τις μεταξύ τους ή φέρνοντάς τη μία κοντά στην άλλη. Είναι χρήσιμη για την ανταλλαγή προσωπικών δεδομένων, την πραγματοποίηση συναλλαγών, την πρόσβαση σε πληροφορίες από έξυπνα posters ή την παροχή διαπιστευτηρίων σε συστήματα ελέγχου πρόσβασης με ένα απλό άγγιγμα. Το NFC μπορεί να θεωρηθεί ως εξέλιξη της RFID τεχνολογίας, καθώς είναι ενσωματωμένο στα συστήματα RFID, αλλά, διαφορετικά από αυτήν, το NFC επιτρέπει αμφίδρομες επικοινωνίες. Συγκεκριμένα, όταν δύο συσκευές NFC βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη από 4 cm, δημιουργείται μια επικοινωνία μεταξύ τους από ομότιμους χρήστες και επιτρέπεται και στις δύο συσκευές να στέλνουν και να λαμβάνουν δεδομένα.

Ambient Intelligence (AmI): Η έξυπνη πληροφόρηση βασίζεται στην πανταχού παρουσία υπολογιστών. Διαφορετικά μπορούμε να ορίσουμε την έξυπνη πληροφόρηση ως την ενσωμάτωση υπολογιστικών συσκευών στο περιβάλλον. Το AmI αναπτύσσεται γρήγορα ως ένα διεπιστημονικού ενδιαφέροντος θέμα το οποίο μπορεί να επιτρέψει σε πολλούς τομείς έρευνας να έχουν μια σημαντική ωφέλιμη επιρροή στην κοινωνία μας. Η βασική ιδέα πίσω από το AmI είναι ότι, με τον εμπλουτισμό του περιβάλλοντος με τεχνολογία (κυρίως αισθητήρες και συσκευές διασυνδεδεμένες στο δίκτυο), μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα σύστημα που θα λαμβάνει αποφάσεις προς όφελος των χρηστών αυτού του περιβάλλοντος βάσει πληροφοριών που συλλέγονται σε πραγματικό χρόνο και συσσωρευμένων ιστορικών δεδομένων. Το AmI κληρονομεί πτυχές πολλών τομέων της Πληροφορικής.

Υπολογιστικό σύστημα προσανατολισμένο στις υπηρεσίες (SOC): Το Service- Oriented Computing (SOC) είναι ένα υπολογιστικό παράδειγμα που χρησιμοποιεί τις υπηρεσίες ως θεμελιώδη στοιχεία για την υποστήριξη της γρήγορης και χαμηλού κόστους ανάπτυξης κατανεμημένων εφαρμογών σε ετερογενή περιβάλλοντα. Η υπόσχεση που δίνεται μέσω αυτού του συστήματος είναι ένας κόσμος συνεργαζόμενων υπηρεσιών που συνδέονται ευέλικτα και λειτουργικά για τη δημιουργία δυναμικών επιχειρηματικών διαδικασιών και ευέλικτων εφαρμογών που καλύπτουν οργανισμούς και πλατφόρμες υπολογιστών και μπορούν να προσαρμόζονται γρήγορα και αυτόνομα στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις της αποστολής.

Cloud Computing: Το Cloud Computing απελευθέρωσε την ικανότητα να υπολογίζονται και να αποθηκεύονται δεδομένα, επιτρέποντας έτσι την ανάλυση και αποθήκευση του τεράστιου όγκου πληροφοριών που συλλέχθηκαν από το «IoT» και την παροχή μιας συνεργατικής πλατφόρμας διαχείρισης και αξιοποίησης αυτών των δεδομένων.

Κινητές συσκευές: Τα υπάρχοντα smartphones διαθέτουν έως και 10 αισθητήρες ενσωματωμένους. Είναι σε θέση να καταγράψουν την τοποθεσία, το φως, τη θερμοκρασία, να αναγνωρίσουν φωνές και πολλά άλλα. Αυτή η ικανότητα να καταγράφουν τι συμβαίνει, τις καθιστά τεράστιες πηγές δεδομένων. Αν προσθέσουμε σε αυτό την ικανότητα μετάδοσης δεδομένων και τη ικανότητα απομακρυσμένου ελέγχου μέσω Bluetooth και NFC (Near Field Communication), το smartphone γίνεται ένα ισχυρό εργαλείο.

Ενώ τα συστήματα παρακολούθησης οχημάτων αποτέλεσαν ουσιαστικό τμήμα της βιομηχανίας της εφοδιαστικής αλυσίδας για τις τελευταίες δεκαετίες, περιορίστηκαν σε συγκεκριμένο σύνολο εφαρμογών που χρησιμοποιήθηκαν σε ιδιόκτητους στόλους. Τα smartphones προσφέρουν τώρα μια νέα γενιά εφαρμογών χαμηλού κόστους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από όλους τους συμμετέχοντες στην αλυσίδα εφοδιασμού, είτε

πρόκειται για οδηγούς φορτηγών αυτοκινήτων τρίτων είτε για οποιονδήποτε άλλο εργαζόμενο στον τομέα που ασχολείται με τη μεταφορά αγαθών.

- Τα τηλέφωνα μπορούν να σαρώνουν γραμμικούς κώδικες, κάτι που είναι χρήσιμο για τη συλλογή, τη συσκευασία και τις λειτουργίες της αποθήκης ή του κέντρου διανομής.
- Οι λιμενεργάτες μπορούν να χρησιμοποιήσουν την κάμερα σε smartphones ή tablets για να καταγράψουν διαφορές στα φορτία και να επικοινωνούν με τα ενδιαφερόμενα μέρη σε πραγματικό χρόνο.
- Υπάρχουν διαθέσιμες εφαρμογές διαχείρισης στόλου που παρέχουν σταθερή ανατροφοδότηση και οδηγίες στους οδηγών φορτηγών για το πού και πότε να φέρουν τα οχήματα στην αποθήκη.
- Η διαχείριση περιουσιακών στοιχείων είναι μια άλλη περιοχή όπου τα smartphones μπορούν να λειτουργήσουν ως συσκευή παρακολούθησης, λαμβάνοντας σήματα από αντικείμενα κοντά ή μακριά (Braun, G., *The Internet of Things and the Modern Supply Chain*, σ 9).

Παρά τα όποια οφέλη προσφέρουν οι τεχνολογίες αυτές υπάρχουν κάποια κόστη που θα πρέπει ληφθούν υπόψιν κατά την εφαρμογή των συστημάτων και λειτουργιών του «IoT».

Αυτά τα κόστη η Gartner τα κατατάσσει σε κατηγορίες που έχουν να κάνουν με:

- Τελικά σημεία (Endpoints): Τα τελικά σημεία του «IoT» είναι ένας συνδυασμός αντικειμένων και λογισμικών που ανιχνεύουν ή προκαλούν αλλαγές στα αντικείμενα αυτά. Μπορεί να υπάρχουν μερικά ή εκατομμύρια τελικά σημεία και ποικίλλουν σημαντικά στην πολυπλοκότητα και τον κύκλο ζωής τους. Τα τελικά σημεία της βιομηχανίας και της επιχείρησης είναι συχνά κατασκευασμένα κατά παραγγελία και συνεπώς φέρουν υψηλότερο κόστος.

- Υποστηρικτική Υποδομή: Εδώ συμπεριλαμβάνονται κόστη απόκτησης συστημάτων back- end, εγκατάσταση διακομιστών, αποθήκευση δεδομένων, διαχείριση βάσεων δεδομένων και δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας.
- Λογισμικό: Κόστη απόκτησης βασικών πακέτων λογισμικού και προσαρμοσμένων εφαρμογών.
- Κόστη ασφάλειας.
- Κόστη σχεδιασμού.
- Εκτέλεση: Η εγκατάσταση τελικού σημείου μπορεί να περιλαμβάνει εντατικές προσπάθειες υλικοτεχνικής υποστήριξης και κατά συνέπεια υψηλό κόστος.
- Λειτουργικές δαπάνες, συμπεριλαμβανομένης της καθημερινής διαχείρισης, των υπηρεσιών υλικού και λογισμικού, της διοίκησης.
- Υπηρεσίες επικοινωνιών.
- Κόστη τα οποία δημιουργούνται από τη μη λειτουργία των συσκευών (Braun G, The Internet of Things and the Modern Supply Chain, σ 10).

1.5 Προκλήσεις και εμπόδια για το «IoT»

Υπάρχουν πολλά θέματα τα οποία επηρεάζουν και μπορούν να επιβραδύνουν την ανάπτυξη του «IoT» (Internet Society, 2015). Τα τρία μεγαλύτερα εξ' αυτών είναι: η ανάπτυξη του IPv6, η ισχύς για τους αισθητήρες και οι συμφωνίες για τα πρότυπα.

Η ανάπτυξη του IPv6: Το 2010 σταμάτησαν να δίνονται διευθύνσεις τύπου IPv4 και αυτό έφερε μια αναστάτωση στον κόσμο του «IoT» διότι μέχρι τότε οι συσκευές μπορούσαν να συνδεθούν στο διαδίκτυο. Όμως η μεγάλη ανάπτυξή του, φαινόταν να έμενε πίσω δεδομένου ότι οι νέες συσκευές και αισθητήρες που προορίζονταν για αυτό το σκοπό, δεν θα αποκτούσαν μοναδικές διευθύνσεις IP. Ο ερχομός του IPv6 μπορεί να καλύψει αυτή τη ζήτηση και την διαχείριση των δικτύων με λειτουργίες που παρέχει,

όπως η αυτόματη διαμόρφωση και παροχή βελτιωμένης προστασίας (Dave Evans, 2011).

Ενέργεια αισθητήρα: Για να φτάσει το «IoT» σε επίπεδα που μπορεί να αξιοποιηθεί πλήρως και σε όλη του την έκταση θα πρέπει οι αισθητήρες να είναι αυτοσυντηρούμενοι. Είναι αδύνατο να πρέπει να αλλάζονται μπαταρίες σε δισεκατομμύρια συσκευές, συνεπώς είναι απαραίτητος ένας μηχανισμός που να επιτρέπει στις συσκευές να αλληλεπιδρούν και με το περιβάλλον τους και να αυτοσυντηρούνται. Για αυτό το λόγο αναπτύχθηκε και παρουσιάστηκε μια εμπορικά βιώσιμη νανογεννήτρια που μετατρέπει τις δονήσεις, το φως και τη ροή του αέρα σε ηλεκτρική ενέργεια.

Πρότυπα: Ενώ έχει σημειωθεί μεγάλη πρόοδος στον τομέα των προτύπων, χρειάζονται περισσότερα, ιδίως στους τομείς της ασφάλειας, της ιδιωτικής ζωής, της αρχιτεκτονικής και των επικοινωνιών. Το IEEE είναι μόνο ένας εκ των οργανισμών που εργάζονται για την επίλυση αυτών των προκλήσεων διασφαλίζοντας ότι τα πακέτα IPv6 μπορούν χρησιμοποιηθούν σε διάφορους τύπους δικτύων. Η χρήση του «IoT» παρέχει πολλά οφέλη τα οποία, παρά τις όποιες δυσκολίες και εμπόδια εμφανιστούν δεν μπορούν να αντισταθμίσουν καθώς είναι θέμα χρόνου ως ότου ξεπεραστούν. (Dave Evans, April 2011)

1.5.1 Εκτιμώμενοι Κίνδυνοι

Παρότι το «IoT» μπορεί να προσφέρει σημαντικά οφέλη στην οικονομία, την υγεία και την ποιότητα ζωής των ανθρώπων, με την ίδια ευκολία μπορεί να εισάγει νέους κινδύνους. Κάθε νέα τεχνολογία, διαδικασία ή επιχειρηματική μέθοδος έχει τη δυνατότητα να αυξήσει τον κίνδυνο. Με την υιοθέτηση του «IoT» και λόγω της

διδυστικότητα του μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο αυτό δραματικά. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι τομείς με τους μεγαλύτερους κινδύνους.

Επιχειρηματικοί κίνδυνοι

- Υγεία και ασφάλεια
- Ιδιωτικότητα χρηστών
- Απρόβλεπτα κόστη

Οι πιο σημαντικοί κίνδυνοι που μπορούν να βλάψουν την υγεία και την ασφάλεια των ανθρώπων προέρχονται από επιθέσεις σε εμφυτευμένες βιοϊατρικές συσκευές όπως σε βηματοδότες ή απινιδωτές (I-tech4u.gr 2014). Στις αυτοκινητοβιομηχανίες, έχουν παρατηρηθεί συμβάντα στα συστήματα πέδησης, όπου απενεργοποιείται το σύστημα ενώ το όχημα βρίσκεται σε κίνηση.

Η προστασία της ιδιωτικής ζωής αποτελεί επίσης ένα πολύ σημαντικό επιχειρηματικό ρίσκο. Υπάρχουν πολλά παραδείγματα τέτοιων επιπτώσεων στην ιδιωτική ζωή, το σημαντικότερο εκ των οποίων είναι τα οικιακά συστήματα παρακολούθησης. Αυτά έχουν σχεδιαστεί με γνώμονα την προστασία του σπιτιού και των κατοίκων του, μπορεί όμως να γίνουν ευάλωτα από ασύρματες επιθέσεις. Το ίδιο συμβαίνει και με συσκευές που επεξεργάζονται ευαίσθητες πληροφορίες πελατών. Σε αυτές τις περιπτώσεις θα πρέπει να διεξαχθεί έλεγχος ώστε οι επιπτώσεις από τη χρήση τους στην ιδιωτική ζωή να αξιολογηθούν πριν την ανάπτυξή τους.

Απρόβλεπτα κόστη μπορεί να δημιουργηθούν από την αντικατάσταση των συσκευών με νέες, που μπορούν να συνδεθούν στο διαδίκτυο και απαιτούν επιπλέον ανθρώπινο δυναμικό ώστε να αποδώσουν τα αναμενόμενα. Έτσι οι επιχειρηματίες θα πρέπει να αξιολογήσουν την προστιθέμενη αξία που θα προσφέρουν για να δικαιολογηθεί η ανάληψη του κινδύνου.

Λειτουργικοί κίνδυνοι

- Ακατάλληλη πρόσβαση
- Απόδοση

Εκτός των επιχειρηματικών, θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψιν οι λειτουργικοί κίνδυνοι από την ενσωμάτωση τέτοιων συστημάτων. Είναι απαραίτητο να γίνει κατανοητό ότι μόνο το κατάλληλο προσωπικό μπορεί να έχει πρόσβαση σε αυτά τα συστήματα, τη διαμόρφωσή τους και τη συλλογή δεδομένων και μετρήσεων από αυτά ώστε να υπάρχει κάποιος έλεγχος. Σε αυτή την περίπτωση είναι υποχρεωτικό να γίνει επιχειρησιακός προγραμματισμός και σε συνδυασμό με την υπάρχουσα ασφάλεια που έχει τεθεί καθώς και την παρακολούθηση να προσδιοριστεί και να εξασφαλιστεί το επιθυμητό επίπεδο πρόσβασης.

Τεχνικοί κίνδυνοι

- Ευπαθής συσκευές
- Αναβάθμιση συσκευών
- Διαχείριση συσκευών

Σε τεχνικό επίπεδο, οι ενσωματωμένες συσκευές δύναται να παρουσιάσουν μεγαλύτερες προκλήσεις από τις παραδοσιακές τεχνολογίες. Καθώς οι συσκευές του «IoT» είναι διευθυνσιοδοτούμενες και συνδέονται με το διαδίκτυο, γι' αυτό δύναται να γίνουν πιο εύκολος στόχος για επιθέσεις από κακόβουλα λογισμικά και θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν. Από την σκοπιά της διαχείρισης των συσκευών πολλές επιχειρήσεις δεν είναι κατάλληλα εξοπλισμένες και έτσι δεν μπορούν να ανταποκριθούν στις προκλήσεις ασφάλειας που δημιουργούνται από τα νέα δεδομένα. Έτσι είναι αναγκαίο η απογραφή αποθεμάτων και η αρχιτεκτονική τοποθέτησης συσκευών στο εκάστοτε δίκτυο να μελετώνται και να αναλύονται εις βάθος (Isaca, 2015).

2. Εφαρμογές

2.1 Διάφορες Εφαρμογές

Είδαμε πιο πάνω ότι η χρήση τεχνολογιών του Διαδικτύου Των Πραγμάτων προσφέρει τεράστιες δυνατότητες δημιουργίας έξυπνων περιβαλλόντων μέσα στα οποία συνδέονται μεταξύ τους και αλληλεπιδρούν. Λόγω αυτής της ικανότητας του «IoT» μπορούμε, τουλάχιστον θεωρητικά, να κατηγοριοποιήσουμε τη χρήση του σε δύο κατηγορίες (Μούρτου- Κυράνας, 2016, σ 19-20).

- Τη χρήση του «IoT» που έχει σαν στόχο την ανάπτυξη του αυτοματισμού αλλά και της επικοινωνίας των μηχανών με άλλες μηχανές, με υποδομές, με τη φύση ώστε να απλοποιήσουν τις ζωές των ανθρώπων. Σε αυτή την κατηγορία η κύρια ιδέα που επικρατεί είναι η χρήση του Διαδικτύου των Πραγμάτων ως ένα μέσο άσκησης διοίκησης, ελέγχου και συντονισμού έτσι ώστε οι διασυνδεδεμένες «έξυπνες» συσκευές να λειτουργούν στο βέλτιστο βαθμό και ταυτόχρονα να διατηρείται η ασφάλεια και η προστασία σε υψηλά επίπεδα.
- Τη χρήση του «IoT» που αποβλέπει στην συγκέντρωση και επεξεργασία των δεδομένων που συλλέγονται από τις «έξυπνες» συσκευές σε βάσεις δεδομένων με απώτερο σκοπό την ανάλυση αυτών και τη δημιουργία πληροφοριών και γνώσης για το πώς κινούνται οι αγορές. Σε αυτή την κατηγορία το «IoT» με την χρήση GPS μέσω ενός κινητού τηλεφώνου, RFID και Barcodes μπορεί να το επιτύχει αυτό, θα πρέπει όμως να σημειωθεί ότι σε πολλές περιπτώσεις δύναται να επηρεαστεί η ιδιωτική ζωή και η ασφάλεια των ατόμων λόγω των εφαρμογών αυτών.

Στην πραγματικότητα όμως οι δυνατότητες που προσφέρονται είναι αμέτρητες. Παρατηρώντας την εφαρμογή του «IoT» στην αγορά γίνεται κατανοητό ότι μπορεί να

επηρεάσει πολλούς επιχειρηματικούς τομείς όπως: την υγεία, την εφοδιαστική αλυσίδα , την γεωργία και την κτηνοτροφία κ.α. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στους κλάδους που έχουν υποστεί αλλαγές, από τη χρήση του προς το καλύτερο. Ενώ θα ακολουθήσει εκτενής αναφορά σε δύο από αυτούς.

i. Στον τομέα της υγείας

Κύριος σκοπός από τη χρήση του «IoT» στους τομείς της υγείας είναι η βελτίωση της καθημερινότητας των πολιτών. Για να επιτευχθεί αυτό είναι απαραίτητος ο έλεγχος και η πρόληψη μέσω της συλλογής δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων επιτρέπουν την ανάγνωση αυτών των πληροφοριών από ασθενείς και ιατρούς για την έγκυρη αντιμετώπιση προβλημάτων. Επιπρόσθετα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την καλύτερη διαχείριση των αποθεμάτων των νοσοκομείων (Cygnets- infotech 2017- Illegems, 2017).

ii. Στις βιομηχανίες και τις επιχειρήσεις

Εδώ το διαδίκτυο των πραγμάτων μπορεί να παρέχει λύσεις στις εγκαταστάσεις των βιομηχανιών, στις γραμμές παραγωγής αλλά και στις αποθήκες. Η τοποθέτηση αισθητήρων στις εγκαταστάσεις επιτρέπει τη βέλτιστη χρήση ενέργειας , όπως επίσης και την άμεση πρόληψη κινδύνων που μπορεί να τεθούν. Στις γραμμές παραγωγής επιτρέπουν την real- time παρακολούθηση της λειτουργίας και απόδοσης του εξοπλισμού ώστε να προβλεφθούν και να αποτραπούν τυχόν κίνδυνοι. Ενώ στις αποθήκες με τη χρήση τεχνολογιών RFID και Barcode μπορούν τα στελέχη να έχουν καλύτερη εικόνα των αποθεμάτων και της διαχείρισης της αποθήκης.

Στόχος της κάθε επιχείρησης είναι η μείωση του κόστους, ο έλεγχος και η επικοινωνία. Το «IoT» με το πλήθος των πληροφοριών που παρέχει, μπορεί να βοηθήσει την επιχείρηση να μειώσει τα κόστη της, καθώς επιτρέπει στα στελέχη να προλάβουν μια δυσλειτουργία του εξοπλισμού. Επιπρόσθετα επιτρέπει τον άμεσο έλεγχο τόσο των

μηχανών όσο και των υπαλλήλων με σκοπό την καλύτερη διαχείριση τους και βελτίωση της παραγωγικότητάς τους. Τέλος η επικοινωνία και η διάχυση των πληροφοριών είναι από τις σημαντικότερες πτυχές σε μια επιχείρηση. Η χρήση τεχνολογιών και συσκευών του «IoT» επιτρέπουν την άμεση μετάδοση των πληροφοριών στα ενδιαφερόμενα μέρη, έτσι ώστε να ληφθούν οι απαραίτητες αποφάσεις στον τρόπο διοίκησης και να γίνουν πιο άμεσα οι κατάλληλες ενέργειες αποφυγής κινδύνων (Μούρτου- Κυράνας, 2016, σ 19-20).

iii. Στο περιβάλλον και την ενέργεια

Το «IoT» μπορεί να συνδράμει στη διάσωση του περιβάλλοντος και την προστασία των πολιτών από φυσικές καταστροφές με τη συλλογή δεδομένων από ήδη εγκατεστημένους αισθητήρες που αποσκοπούν:

1. Στην πρόβλεψη του καιρού.
2. Στην ανίχνευση της υπερϊώδους ακτινοβολίας.
3. Στην παρακολούθηση των επιπέδων των υδάτων και των πάγων.
4. Την ανίχνευση δονήσεων σε περιοχές σεισμογενής.
5. Την ανίχνευση πυρκαγιών σε δασικές περιοχές .
6. Την ατμοσφαιρική ρύπανση.

Επιπλέον η έξυπνη διανομή και χρήση της ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί μέσα από ένα ευφυές δίκτυο παροχής, με προσαρμοσμένους αισθητήρες, που θα δίνουν την δυνατότητα πρόβλεψης των αναγκών των χρηστών σε ενέργεια, με σκοπό την αποτελεσματικότερη και οικονομικότερη παροχή (Παπαγρίβας, Φραγκουλάκης, 2016, σ 86).

iv. Στην γεωργία και την κτηνοτροφία

Στην γεωργία η χρήση του «IoT» επιτρέπει:

- την παρακολούθηση των συνθηκών που επικρατούν στα θερμοκήπια ώστε οι καλλιεργητές να έχουν πλήρη επίγνωση της παραγωγής.
- Την μελέτη και πρόβλεψη των καιρικών συνθηκών με σκοπό την αποτροπή της καταστροφής των καλλιεργειών τους.
- Την επιλεκτική άρδευση των χωραφιών ανάλογα τις απαιτήσεις των σπαρτών (Fakhruddin 2017).

Στην κτηνοτροφία με την εφαρμογή αισθητήρων στα ζώα, βοηθά τους αγρότες να τα παρακολουθούν real- time, να ελέγχουν την υγεία τους αλλά και εντός του στάβλου να παρακολουθούν τις συνθήκες διαβίωσής τους και να λαμβάνουν έγκαιρα τα απαραίτητα μέτρα (Παπαγρίβας, Φραγκουλάκης, 2016, σ 83-84).

2.2 Εφαρμογή στις Έξυπνες Πόλεις

2.2.1 Ορισμός

Έξυπνη πόλη χαρακτηρίζεται ως ένα περιβάλλον το οποίο αποτελείται από τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών για την ανάπτυξη, την εγκατάσταση και την προώθηση πρακτικών βιώσιμης ανάπτυξης με σκοπό την αντιμετώπιση των αυξανόμενων προκλήσεων που παρουσιάζονται από την αστικοποίηση (Κομνηνός, Ν. 2006). Το μεγαλύτερο μέρος αυτού του περιβάλλοντος είναι ένα δίκτυο συνδεδεμένων συσκευών και μηχανών που μεταδίδουν δεδομένα χρησιμοποιώντας ασύρματες τεχνολογίες και το Cloud. Οι εφαρμογές του «IoT» που συνδέονται με το Cloud επιτρέπουν σε δήμους, επιχειρήσεις και κυρίως τους πολίτες να έχουν πρόσβαση σε αυτές τις πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, και αναλύοντάς τες να λαμβάνουν καλύτερες αποφάσεις για να βελτιώσουν το επίπεδο διαβίωσής τους. Οι πολίτες αλληλεπιδρούν με τα έξυπνα

συστήματα των πόλεων χρησιμοποιώντας smart phones,συνδεδεμένα οχήματα και σπίτια. Με τη βοήθεια του «IoT» γίνεται εφικτή η αντιστοίχιση δεδομένων και συσκευών με την φυσική υποδομή και τις παρεχόμενες υπηρεσίες σε μια πόλη με απώτερο στόχο τη βελτίωση της βιωσιμότητας, τη μείωση του κόστους, τη βελτίωση της κατανομής της ενέργειας, τη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης κ.α. (Gemalto, 2018) καθιστώντας έτσι τις πόλεις πιο ευχάριστες για τους κατοίκους και πιο παραγωγικές για την λειτουργία επιχειρήσεων.

2.2.2 Τα τρία επίπεδα που απαρτίζουν μια έξυπνη πόλη

Σύμφωνα με μια έρευνα της McKinsey (Bughin, J., Manyika, J & Woetzel, J. 2018) (Ιούνιος 2018) υπάρχουν τρία επίπεδα που αλληλεπιδρούν για να δημιουργήσουν μια έξυπνη πόλη.

Το πρώτο επίπεδο είναι η Τεχνολογική βάση. Περιλαμβάνει έναν μεγάλο αριθμό από smartphones και αισθητήρες που συνδέονται με δίκτυα επικοινωνίας υψηλής ταχύτητας. Οι αισθητήρες λαμβάνουν συνεχώς δεδομένα για τη ροή της κυκλοφορίας, την κατανάλωση ενέργειας και άλλων πτυχών της καθημερινής ζωής ώστε να φτάσουν σε αυτούς που τις χρειάζονται.

Εικόνα 2.2.2: Τα τρία επίπεδα μιας «Έξυπνης Πόλης σύμφωνα με την McKinsey».



(Πηγή: Bughin, J., Manyika, J & Woetzel, J. 2018, σελ. 2)

Το δεύτερο επίπεδο: αποτελείται από συγκεκριμένες εφαρμογές που μετατρέπουν τα δεδομένα σε ειδοποιήσεις και πληροφορίες αξιοποιώντας κατάλληλα της εφαρμογές του «IoT». Οι εφαρμογές αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε τομείς όπως: η ασφάλεια, η κυκλοφορία, η υγεία, η ενέργεια, το νερό, τα απόβλητα, η οικονομική ανάπτυξη και η στέγαση, η δέσμευση απέναντι στην κοινότητα.

Εικόνα 2.2.2.1: Η εφαρμογή του «IoT» σε διάφορους τομείς για τη δημιουργία «Έξυπνων Πόλεων».



(Πηγή: Bughin, J., Manyika, J & Woetzel, J. 2018, σελ. 3)

Το τρίτο επίπεδο είναι η δημόσια χρήση. Οι εφαρμογές που δημιουργούνται και δίνονται στο ευρύ κοινό δεν τυγχάνουν πάντοτε της αποδοχής που προορίζονται. Γι' αυτό μία εφαρμογή θεωρείται επιτυχημένη αν υιοθετηθεί ευρέως και αλλάξει τις συμπεριφορές των κατοίκων επιτρέποντάς τους να κάνουν καλύτερες επιλογές.

2.2.3 Χαρακτηριστικά

Μέσα από την βιβλιογραφία παρατηρούμε ότι μια πόλη χαρακτηρίζεται έξυπνη όταν η συμβολή της τεχνολογίας επηρεάζει τομείς της όπως η βιομηχανία, η εκπαίδευση, η συμμετοχή, οι τεχνικές υποδομές κ.α. Εν συνεχεία παρουσιάζουμε έξι κύρια χαρακτηριστικά που συμβάλλουν στην ανάπτυξη μιας έξυπνης πόλης όπως αναφέρει ο Παντελίδης (2017).

Έξυπνη Οικονομία: δηλαδή η οικονομία στην οποία είναι βασισμένη μια έξυπνη πόλη θα πρέπει να στηρίζεται στις καινοτόμες λύσεις που προσφέρουν οι νέες τεχνολογίες, στην παραγωγικότητα, την ελαστικότητα της αγοράς εργασίας, την επιχειρηματικότητα και να προσαρμόζεται ανάλογα στις όποιες αλλαγές προκύπτουν (Ghosh & Mahesh, 2015).

Έξυπνοι Άνθρωποι: Έξυπνος είναι ο ενεργός και ενημερωμένος άνθρωπος, και χωρίς αυτόν δεν υφίστανται έξυπνες πόλεις, γι' αυτό είναι σημαντικό να αναπτύσσονται συστήματα δια βίου μάθησης και να παρέχεται πρόσβαση στην εκπαίδευση και την κατάρτιση έτσι ώστε όλοι οι πολίτες να είναι ανοιχτοί σε νέες και καινοτόμες ιδέες (Ghosh & Mahesh, 2015).

Έξυπνη Διαβίωση: ταυτίζεται με τις υπηρεσίες του κράτους οι οποίες βελτιώνουν την ποιότητα ζωής στην πόλη. Αξιοποιούνται οι υποδομές και δημιουργείται ανάπτυξη στους τομείς πολιτισμού, ασφάλειας, υγείας και τουρισμού. Δημιουργείται κοινωνική συνοχή με νέες προοπτικές σε εκπαιδευτικό, πολιτιστικό και τουριστικό επίπεδο

Έξυπνο Περιβάλλον: χαρακτηρίζεται από τη χρήση της έξυπνης ενέργειας, συμπεριλαμβάνοντας τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τα ενεργειακά δίκτυα, τον έλεγχο – παρακολούθηση της ρύπανσης, την ανακαίνιση κτιρίων και υποδομών, τα πράσινα κτίρια, την πράσινη αστική ανάπτυξη και σχεδιασμό, την αποδοτικότητα χρήσης πόρων, την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση υλικών (Manville et al., 2014). Επίσης

περιλαμβάνονται αστικές υπηρεσίες όπως ο φωτισμός δημόσιων χώρων, η διαχείριση απορριμμάτων, η διαχείριση όμβριων, η διαχείριση αποβλήτων και γενικότερα η διαχείριση υδάτινων πόρων.

Εξυπνη Κινητικότητα: μέσω της χρήσης των τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνίας (ΤΠΕ) στις υποδομές, υποστηρίζεται η δημιουργία ενός ασφαλούς συστήματος μεταφορών, όπου θα επιτρέπεται η πρόσβαση σε όλους. Η έξυπνη κινητικότητα περιλαμβάνει την εγκατάσταση των ΤΠΕ, σε λεωφορεία, τρένα, μετρό, τραμ, αυτοκίνητα, με στόχο την εξοικονόμηση χρόνου, τη βελτίωση της μετακίνησης και αποδοτικότητας, την εξοικονόμηση δαπανών, τη μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και τη δικτύωση των χρηστών του συστήματος κινητικότητας με σκοπό τη βελτίωση των υπηρεσιών και παροχή πληροφοριών. Η αναζήτηση χώρου στάθμευσης, η αύξηση πεζόδρομων και ποδηλατοδρόμων αποτελούν δράσεις που επίσης οδηγούν στην έξυπνη κινητικότητα.

Εξυπνη Διακυβέρνηση: έχει να κάνει με το μέλλον των δημόσιων υπηρεσιών, με απώτερο σκοπό τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και συμμετοχή των πολιτών στη λειτουργία της διοίκησης (Ghosh & Mahesh, 2015). Στόχος είναι να λειτουργεί η πόλη με μικρότερο κόστος διοίκησης και να είναι αποτελεσματική.

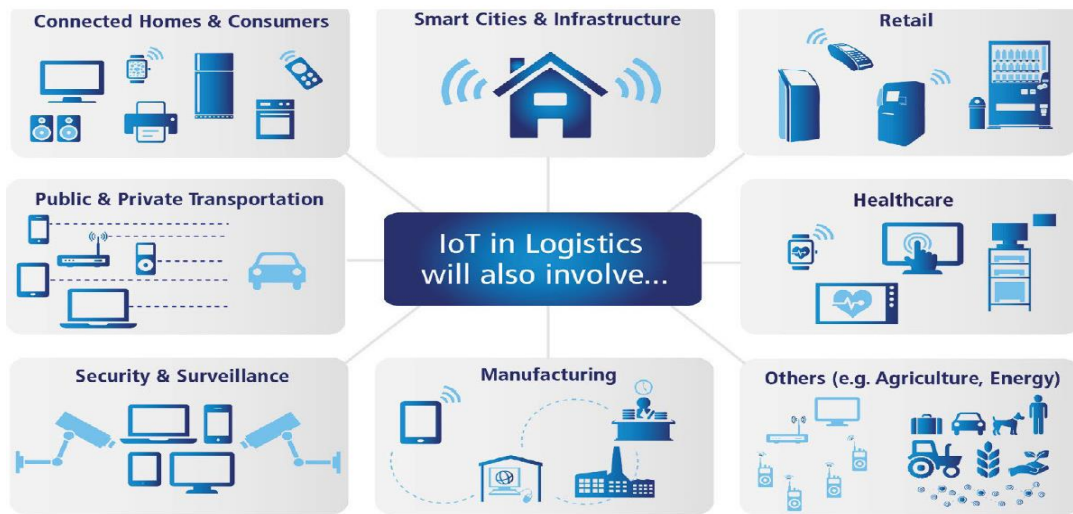
2.3 Η προσφορά του «IoT» στην Εφοδιαστική Αλυσίδα και Μεταφορές

Η ραγδαία ανάπτυξη της σύγχρονης εφοδιαστικής είναι αποτέλεσμα της χρήσης της πλατφόρμας που βασίζεται στην τεχνολογία RFID. Η τεχνολογία RFID είναι απλή, φθηνή και ασφαλής λύση. Το Διαδίκτυο των πραγμάτων πηγαίνει την εφοδιαστική αλυσίδα σε εξελιγμένο επίπεδο καθώς παρέχει ακριβή ροή των πληροφοριών των

προϊόντων στην αγορά, μια αξιόπιστη βάση για ανάλυση, πρόβλεψη και λήψη αποφάσεων της διοίκησης. Το Διαδίκτυο των πραγμάτων είναι ένα δίκτυο που συνδέει οτιδήποτε με το Διαδίκτυο για την ανταλλαγή πληροφοριών και την επικοινωνία, για την πραγματοποίηση έξυπνων αναζητήσεων, την ταυτοποίηση, την τοποθεσία, την ιχνηλασιμότητα, την παρακολούθηση και τη διαχείριση. Το «IoT» και οι σχετικές με αυτό τεχνολογίες έχουν ισχυρή σύνδεση με την αρχιτεκτονική προσανατολισμένη στις υπηρεσίες – SOA. Τα γεγονότα καθιστούν απαραίτητο το σχεδιασμό ενός νέου τύπου επιχειρησιακών διαδικασιών για την εφοδιαστική αλυσίδα με την εφαρμογή της τεχνολογίας του «IoT». Το «IoT» έχει πολλές θετικές επιπτώσεις σε κάθε στάδιο της παγκόσμιας εφοδιαστικής αλυσίδας από τον κατασκευαστικό κλάδο μέχρι το στάδιο της λιανικής πώλησης.

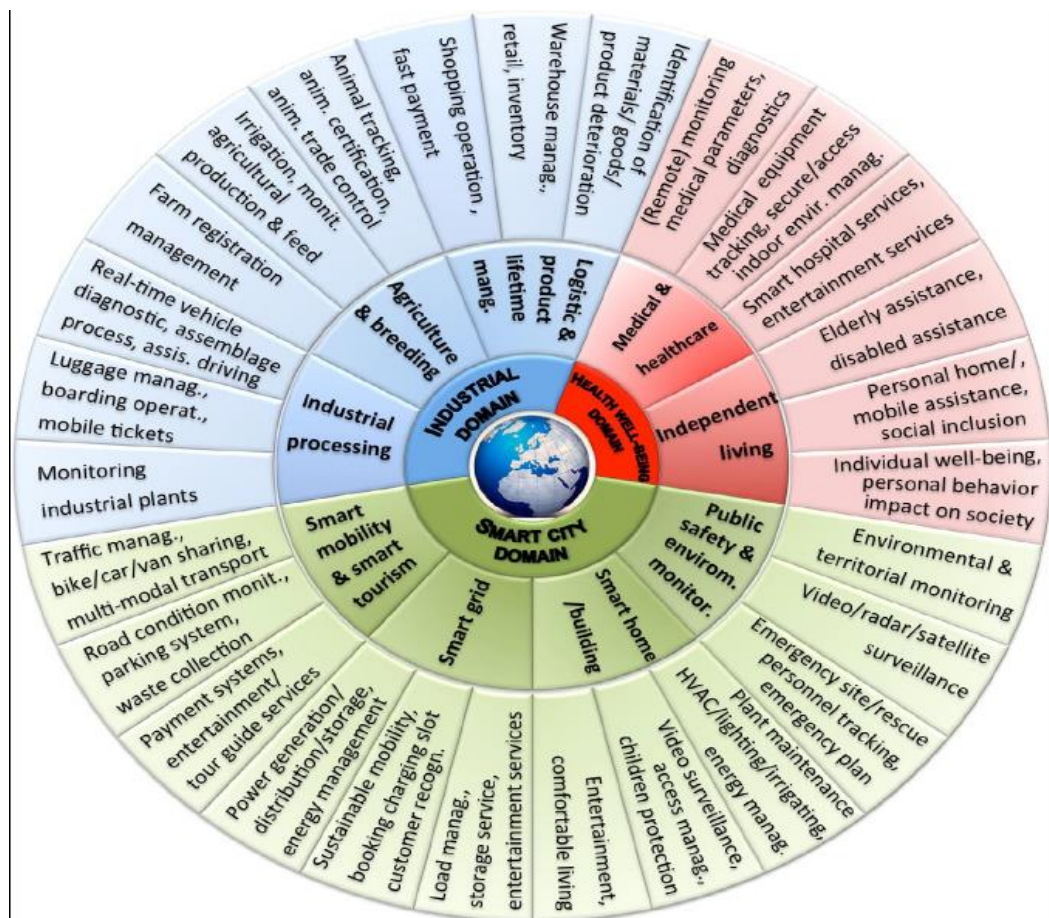
Παρακάτω αναλύονται οι δυνατότητες που προσφέρει το «IoT» μέσα από την εφαρμογή του στην διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Εικόνα 2.3.1: Τομείς εφαρμογής του «IoT»



(Πηγή: The Internet of Things Ecosystem- Improving T&L, 2015)

Εικόνα 2.3.1.1: Αναλυτική παρουσίαση: Πως το «IoT» επηρεάζει τους τομείς.



(Πηγή: E. Borgia, 2014)

2.3.1 Ορατότητα

Το «IoT» μπορεί να επηρεάσει θετικά όλες της πτυχές της Εφοδιαστικής Αλυσίδας. Σε διάφορες βιομηχανίες οι εταιρίες που υιοθετούν τεχνολογίες του «IoT» μπορούν να παρακολουθούν πιο άμεσα τα περιουσιακά τους στοιχεία, να ελέγχουν το απόθεμα και να ελαχιστοποιούν την ανεπάρκεια. Όπως εξηγεί ο Phil Van Wormer, το Διαδίκτυο των πραγμάτων «IoT» φέρνει την προβολή του αποθέματος σε πραγματικό χρόνο. "Η έλλειψη ορατότητας σε πραγματικό χρόνο σημαίνει ότι οι επιχειρήσεις δεν μπορούν να γνωρίζουν πόσο χρόνο οι οδηγοί ξοδεύουν με φορτίο. Αν παίρνουν την πιο αποτελεσματική διαδρομή και αν μπορούν να γίνουν βελτιώσεις στον τρόπο ροής των παλετών σε όλη την αποθήκη. Επιπλέον, το διαδίκτυο των πραγμάτων βελτιώνει την καταμέτρηση των αποθεμάτων: Δυσανάλογα μεγάλο χρονικό διάστημα απαιτείται για να βρεθούν χαμένα ή εσφαλμένα προϊόντα ως αποτέλεσμα λανθασμένων δεδομένων κατά τη διάρκεια χειρόγραφης εισαγωγής. Στη συνδεδεμένη αποθήκη, τα ζητήματα αυτά εξαλείφονται, αφού κάθε παλέτα παρακολουθείται συνεχώς. Οι αισθητήρες αφαιρούν αποτελεσματικά το ανθρώπινο στοιχείο, οδηγώντας σε 100 % ακρίβεια στην παρακολούθηση των αποθεμάτων. Χωρίς ορατότητα σε πραγματικό χρόνο, η διαχείριση αποθεμάτων βασίζεται στην εικασία. Οι αποστολές εμπορευμάτων μπορούν να εντοπίζονται παρέχοντας ακριβείς πληροφορίες για την παράδοση και την καλύτερη εξυπηρέτηση στον πελάτη (Fdl group χ.χ). Με την χρήση των μεγάλων δεδομένων και του «IoT» οι επιχειρήσεις μπορούν να αναπληρώνουν προληπτικά το απόθεμά τους βασιζόμενες στα δεδομένα που λαμβάνουν και την προβλεπόμενη ζήτηση, διατηρώντας ή ακόμα και βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητά τους χωρίς να χάνουν πωλήσεις εξαιτίας της έλλειψης αποθεμάτων. Ενσωματωμένοι αισθητήρες επιτρέπουν την παρακολούθηση τελικών προϊόντων ή και του εξοπλισμού, την πρόβλεψη, προειδοποίηση και πρόληψη για τυχών βλάβες που προκύπτουν. Η ορατότητα στην Εφοδιαστική Αλυσίδα δεν

περιορίζεται μόνο στην αποστολή και παράδοση εμπορευμάτων, αλλά επιτρέπουν την παρακολούθηση της ακριβούς ώρας άφιξης, της θερμοκρασίας των προϊόντων και την συλλογή πληροφοριών για την ποιότητά τους. Αυτά τα δεδομένα θα καταγράφονται αυτόματα στο σύστημα της επιχείρησης σε κάθε στάδιο της αλυσίδας προσθέτοντας αξία. Έτσι δημιουργείται για την εταιρία ένα ισχυρό ενοποιημένο και ενημερωμένο δίκτυο εφοδιασμού που μπορεί να προβλέψει, διορθώσει και αποτρέψει προβλήματα πριν εμφανιστούν, διατηρώντας την λειτουργία της αλυσίδας εφοδιασμού σε βέλτιστα επίπεδα. Για παράδειγμα τα συστήματα προγραμματισμού των πόρων των επιχειρήσεων θα μπορούν να παρακολουθούν τα τμήματα εκείνα που χρειάζονται αντικατάσταση και να ειδοποιούν αυτόματα τους πελάτες. Έτσι βελτιώνονται οι μεταξύ τους σχέσεις και οι εταιρίες που χρησιμοποιούν ενσωματωμένους αισθητήρες και εφαρμογές σε όλες τις διαδικασίες της αλυσίδας, αναπτύσσουν συγκριτικά πλεονεκτήματα έναντι των ανταγωνιστών τους και μπορούν να διεκδικήσουν σημαντικά ποσοστά από την αγορά. Οι εταιρείες εκμεταλλεύονται τις δυνατότητες που παρέχει το «IoT». Οι λειτουργίες, οι παρεχόμενες υπηρεσίες και προϊόντα και η ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τη ζήτηση των πελατών αλλάζουν καθώς προσαρμόζουν και αξιοποιούν το «IoT» (για παράδειγμα οι έμποροι λιανικής πώλησης που εφαρμόζουν τεχνολογία «IoT»). Χρησιμοποιώντας την τεχνολογία iBeacon της Apple, οι πελάτες λαμβάνουν σχετικές προσφορές στα smartphones τους καθώς περπατούν μέσα από διαφορετικές περιοχές ενός καταστήματος. Οι έμποροι λιανικής μπορούν να αλλάξουν, να αναπτύξουν και να εκτελέσουν στρατηγικές με βάση τις πραγματικές προτιμήσεις των πελατών. Αυτές οι τεχνολογίες αλυσίδας εφοδιασμού μέσω διαδικτύου παρέχουν άμεση εικόνα της ζήτησης των πελατών. Το «IoT» είναι σε θέση να παρέχει τα σχετικά δεδομένα στους τελικούς χρήστες, να δημιουργεί καλύτερες σχέσεις με τους πελάτες και να χρησιμοποιεί τη συμπεριφορά των καταναλωτών σε πραγματικό χρόνο, για να αποκαλύψει τις

προτιμήσεις και τις απαιτήσεις των πελατών. Οι αλυσίδες εφοδιασμού μπορούν να γίνουν πιο ευέλικτες και να ανταποκρίνονται στις μεταβαλλόμενες συνθήκες, τις προτιμήσεις των πελατών και τα ζητήματα, παρέχοντας ένα υψηλότερο επίπεδο εξυπηρέτησης χωρίς να θυσιάζουν κέρδη.

2.3.2 Αυξημένη διαφάνεια της εφοδιαστικής

Το Ίντερνετ των πραγμάτων «IoT» ενσωματώνει το φορτίο με έξυπνα αντικείμενα, τα οποία παρέχουν πληροφορίες για τη μεταφορά (προορισμό, αναγνώριση, συνθήκες μεταφοράς κ.λπ.) σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού, καθιστώντας την αλυσίδα πιο διαφανή. Τα έξυπνα αντικείμενα παρακολουθούν τα εμπορεύματα και προειδοποιούν προληπτικά εάν οι συνθήκες μεταφοράς δεν είναι πλέον κατάλληλες. Οπότε ειδοποιείται ο μεταφορέας και τα εμπορεύματα έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να σωθούν. Αυτό μειώνει το κόστος επιστροφής και την απομάκρυνση ελαττωματικών προϊόντων. Επειδή το φορτίο παρέχει ενεργά πληροφορίες, η κατάσταση του φορτίου είναι πιο διαφανής. Πιο συγκεκριμένα, ο μεταφορέας μπορεί με ακρίβεια να θεωρηθεί υπεύθυνος για την ποσότητα ελαττωματικών αγαθών. Αυτό μπορεί να βοηθήσει αποτελεσματικά και να αυξήσει την ικανοποίηση του πελάτη. Εκτός από τον εξοπλισμό του φορτίου με τους αισθητήρες, ο ίδιος ο φορέας μπορεί να γίνει έξυπνος. Οι αισθητήρες συλλέγουν κάθε είδους πληροφορίες και έτσι μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους οδηγούς για καλύτερη πλοήγηση και ασφάλεια. Ο αυτόματος σχεδιασμός των διαδρομών πλοήγησης μπορεί να έχει αντίκτυπο στους οδηγούς, δεδομένου ότι πρέπει να ελέγχουν τη διαδρομή, ώστε να αντιδράσουν σε απρόβλεπτα συμβάντα (Machado, Internet of Things impacts Supply Chain, σ 14- 15).

2.3.3 Διαχείριση της Αλυσίδας Εφοδιασμού σε πραγματικό χρόνο

Η διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού (SCM) καταφέρνει να βελτιστοποιήσει τις διαδικασίες και τη συνεργασία με άλλες εταιρείες στην αλυσίδα εφοδιασμού (προμηθευτές και πελάτες), προκειμένου να δημιουργήσει περισσότερη αξία. Ενώ η διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού υποστηρίζεται ήδη από διάφορες λύσεις πληροφορικής, το Διαδίκτυο των πραγμάτων μπορεί να έχει μεγάλη αξία προσφέροντας πρόσθετες πληροφορίες. Μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις της αλυσίδας εφοδιασμού είναι η μείωση του αποτελέσματος των φαινομένων bullwhip. Μια σημαντική αιτία της επίδρασης του bullwhip είναι η παραμόρφωση της πληροφορίας. Για μια καλύτερη ροή πληροφοριών, το Ίντερνετ των πραγμάτων μπορεί να ενεργοποιήσει όλους τους σχετικούς παράγοντες στην αλυσίδα εφοδιασμού κατά την πώληση ενός προϊόντος. Στις παραδοσιακές διαδικασίες, οι πληροφορίες σχετικά με το αίτημα μεταβιβάστηκαν μόνο στον άμεσο εταίρο του επόμενου σταδίου, αντί να μοιράζονται αυτές τις πληροφορίες με ολόκληρη την αλυσίδα. Οι νέοι εξελιγμένοι RFID αισθητήρες που χρησιμοποιούνται στο Διαδίκτυο των πραγμάτων επιτρέπουν την καταγραφή όλων των κατασκευαστικών πληροφοριών, της ημερομηνίας παραγωγής, της ημερομηνίας λήξης, της περιόδου εγγύησης, των λεπτομερειών μετά την πώληση προσφέροντας έτσι αποτελεσματικότερη διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού (Machado, Internet of Things impacts Supply Chain).

Η ιχνηλασιμότητα και η παρακολούθηση σχεδόν οποιουδήποτε πόρου θα μπορούσε να εξοικονομήσει από τις επιχειρήσεις και τους ανθρώπους πολύτιμο χρόνο και χρήμα. Αυτός είναι ο κύριος λόγος για τον οποίο το «IoT» θα έχει σημαντικό αντίκτυπο στο εγγύς μέλλον. Πρώτα όμως οι άνθρωποι θα πρέπει να κατανοήσουν καλύτερα τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του Διαδικτύου των πραγμάτων.

2.4 Εφαρμοσμένα παραδείγματα «IoT» στα Logistics και την Αλυσίδα Εφοδιασμού

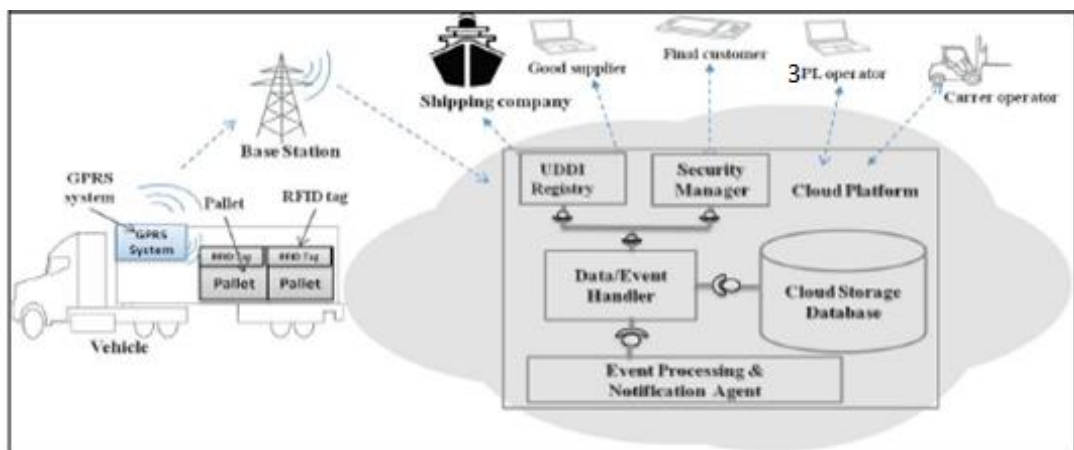
Η εφοδιαστική είναι από τη φύση της κατακερματισμένη, περιλαμβάνει πολλά διαφορετικά μέρη και αρκετές βιομηχανίες. Η πολυποικιλότητα αυτή ασκεί μεγαλύτερη πίεση στον συγχρονισμό, και θεωρείται ότι είναι πιο δύσκολο να βελτιστοποιηθεί. Η ενσωμάτωση σε πραγματικό χρόνο μεταξύ αυτών των μερών είναι πιο δύσκολο να επιτευχθεί. Ωστόσο, είναι μια υποχρεωτική προϋπόθεση για την οικοδόμηση μιας ισχυρής αλυσίδας εφοδιασμού, στην οποία όλα τα μέρη θα συνεργάζονται. Το «IoT» μπορεί να προσφέρει διάφορα πλεονεκτήματα στις διαδικασίες διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού, όπως βελτιωμένη διαχείριση αποθεμάτων, αυξημένη διαφάνεια logistics, βελτιστοποίηση επιχειρησιακών διαδικασιών και εξοικονόμηση πόρων. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί, για να μειώσει τις ανακρίβειες των αποθεμάτων και να παράσχει πληροφορίες σε επίπεδο αντικειμένων που οδηγούν σε καλύτερες αποφάσεις για αναπλήρωση των αποθεμάτων. Μια άλλη προστιθέμενη αξία που παρέχεται από το «IoT» είναι η καλύτερη παρακολούθηση των διαδικασιών. Οι εκθέσεις από βιομηχανίες δείχνουν επίσης αυξανόμενο ενδιαφέρον για εφαρμογές «IoT» στον τομέα της εφοδιαστικής. Όπως τονίστηκε από την DHL, το «IoT» ανοίγει το δρόμο σε πολλές εφαρμογές logistics που δεν υπήρχαν πριν. Η έξυπνη διαχείριση αποθεμάτων, με γνώμονα το «IoT», επιτρέπει τη βέλτιστη αξιοποίηση του ενεργητικού, την ορατότητα σε πραγματικό χρόνο, την ανίχνευση ζημιών και την έξυπνη διαχείριση ενέργειας της αποθήκης. Παράλληλα, όσον αφορά τη μεταφορά εμπορευμάτων, η διαχείριση της θέσης και της κατάστασης μέσω του διαδικτύου προσφέρει ένα νέο επίπεδο ορατότητας και ασφάλειας στις μεταφορές. Επίσης, οι κίνδυνοι για την ασφάλεια και προστασία δεδομένων αντιμετωπίζονται καλύτερα μέσω εφαρμογών που συνδέονται στο «IoT». Ορισμένες έρευνες που έχουν γίνει φτάνουν στο βαθμό να αναθέτουν ορισμένες

αποφάσεις σε «έξυπνα» αντικείμενα. Στην αυτόνομη εφοδιαστική αλυσίδα, τα έξυπνα αντικείμενα αναμένεται να κάνουν περισσότερα από τη συλλογή δεδομένων, όπως να έχουν κάποια υπολογιστική ισχύ και να χειρίζονται απροσδόκητες καταστάσεις.

2.4.1 Εφαρμογή στην παρακολούθηση παλετών και container.

Μια καλή εφαρμογή του «IoT» στην εφοδιαστική αλυσίδα είναι η παρακολούθηση των παλετών και των εμπορευματοκιβωτίων σε μια συνεργατική αλυσίδα εφοδιασμού (D. R. Gnimpieba, A. Nait-Sidi-Moh, D. Durand, and J. Fortin, 2015). Η ταυτοποίηση, η ανιχνευσιμότητα και η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο των αγαθών στις αλυσίδες εφοδιασμού ήταν πάντοτε δύσκολες, λόγω της ετερογένειας των πλατφορμών και των τεχνολογιών, που χρησιμοποιούν διάφοροι παράγοντες της αλυσίδας. Οι πρόσφατες καινοτομίες στο «IoT» και στο cloud computing όταν χρησιμοποιούνται μαζί μπορούν να προσφέρουν νέα μοντέλα στην προσέγγιση αυτού του προβλήματος. Το πρόβλημα που εξετάζεται εδώ, είναι η ενίσχυση της συνεργασίας μεταξύ των φορέων της αλυσίδας εφοδιασμού για τη διευκόλυνση της ροής και της διαχείρισης των αγαθών στη συνολική αλυσίδα εφοδιασμού, συμπεριλαμβανομένων των φορέων 3PL. Ένα μοντέλο έχει προταθεί πρόσφατα σε μια έρευνα, η οποία επικεντρώνεται σε αυτό το ζήτημα.

Εικόνα 2.4.1: 1 Εφαρμογή του «IoT» για την παρακολούθηση παλετών και κοντέινερ.



(D. R. Gnimpieba, et al, 2015)

Το μοντέλο βασίζεται σε διάφορες τεχνολογίες: Χρησιμοποιεί την τεχνολογία RFID για την ανταλλαγή πληροφοριών σχετικά με τα εμπορεύματα προς όλα τα εμπλεκόμενα μέρη κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού. Οι παλέτες είναι εφοδιασμένες με τσιπ RFID, που περιέχουν όλα τα απαιτούμενα δεδομένα σχετικά με τα εμπορεύματα. Οι αναγνώστες RFID αισθάνονται την κατάσταση των προϊόντων και την αποστέλλουν μέσω δικτύου GPRS / GSM σε μια πλατφόρμα στο cloud (cloud platform). Η πλατφόρμα cloud κατευθύνεται από τα δεδομένα. Είναι υπεύθυνη για τη συνεργασία και τη διαμεσολάβηση μεταξύ του φυσικού δικτύου συσκευών, αισθητήρων και των χρηστών της πλατφόρμας. Έχει πέντε κύριες λειτουργίες. Η πρώτη λειτουργία, είναι ο χειρισμός των δεδομένων / συμβάντων, για τη διαχείριση των μηνυμάτων που αποστέλλονται από τις ετερογενείς τελικές συσκευές. Η δεύτερη λειτουργία, είναι η αποθήκευση των πληροφοριών στο cloud, που λαμβάνονται από το φυσικό δίκτυο (για παράδειγμα ετικέτες RFID). Η τρίτη λειτουργία, είναι η επεξεργασία συμβάντων, για να λειτουργήσει ως πλατφόρμα διαμεσολάβησης. Η τέταρτη λειτουργία, είναι η υπηρεσία καταλόγου, που βοηθά στην αποθήκευση εξωτερικών πληροφοριών των καταναλωτών που παρέχει η πλατφόρμα και την ενημέρωσή τους. Η τελική λειτουργία είναι η διαχείριση της ασφάλειας (D. R. Gnimpieba, et al., 2015).

Ένα παράδειγμα καλής εφαρμογής του συγκεκριμένου μοντέλου θα μπορούσε να είναι πως: Μια εταιρία 3PL, σε μια διαδικασία, για να γεμίσει και να στείλει ένα εμπορευματοκιβώτιο, πρέπει να το γεμίσει με μια λίστα αγαθών, τα οποία προέρχονται από διαφορετικούς προμηθευτές. Αφού γεμίσει το δοχείο, γαλβανώνεται και μεταφέρεται στο λιμάνι. Στη συνέχεια μεταφέρεται με πλοίο και παραδίδεται στο διανομέα. Όταν το κοντέινερ φτάσει στο κέντρο διανομής, τα προϊόντα αποσύρονται και αποστέλλονται στους τελικούς πελάτες μέσω φορέα εκμετάλλευσης επίγειων μεταφορών. Το παράδειγμα αυτό δείχνει την πολυπλοκότητα του συντονισμού των ροών

εφοδιασμού και της αλυσίδας εφοδιασμού. Η αρχιτεκτονική πλατφόρμας υπηρεσιών με βάση το cloud, που απεικονίζεται παραπάνω εφαρμόζεται, για τη διαχείριση και την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων φορέων. Η πλατφόρμα θα χειρίζεται όλα τα δεδομένα που εκπέμπονται από τα αγαθά σε πραγματικό χρόνο. Αυτό οδηγεί στη διευκόλυνση του συντονισμού και της παρακολούθησης της ροής των εμπορευμάτων. Η εταιρία 3PL θα μπορούσε να εξασφαλίσει τις διάφορες φάσεις της διαδικασίας: πλήρωση του κοντέινερ, αποστολή, διανομή αγαθών στον τελικό πελάτη. Αυτό το παράδειγμα είναι μόνο ένα από τα πολλά που μπορούν να εφαρμοστούν στη βιομηχανία της εφοδιαστικής αλυσίδας και να έχει τεράστιο αντίκτυπο στη λειτουργία της.

2.4.2 Εφαρμογή ετικετών EPC στην Διοίκηση Αλυσίδας Εφοδιασμού

Η χρήση ετικετών EPC και της τεχνολογίας RFID σε όλους τους τομείς της Εφοδιαστικής Αλυσίδας σε συνδυασμό με το πληροφοριακό σύστημα, που χρησιμοποιείται μπορεί να οδηγήσει στη λήψη καλύτερων και πιο αποδοτικών αποφάσεων από την διοίκηση. Στη συνέχεια ακολουθεί μια ανάλυση στο πως επηρεάζονται οι τομείς της εφοδιαστικής αλυσίδας από τη χρήση αυτών των τεχνολογιών σύμφωνα με τους Huo και Xu, (2014).

Στις Μεταφορές. Μέσω των ετικετών EPC που είναι τοποθετημένες στα εμπορεύματα και τα οχήματα, οι εγκατεστημένες συσκευές ανάγνωσης RFID επιτρέπουν την ανάγνωση και αναμετάδοση των πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο, έτσι ώστε οι προμηθευτές και οι διανομείς να μπορούν να γνωρίζουν τη θέση των εμπορευμάτων, την κατάσταση και την αναμενόμενη ώρα άφιξης.

Στην αποθήκευση. Αποθήκες που βασίζονται σε τεχνολογίες ετικετών EPC και σε έξυπνα ράφια μπορούν να διασφαλίσουν την αποτελεσματική διαχείριση του αποθέματος σε πραγματικό χρόνο. Με αυτές τις τεχνολογίες και οι επιχειρήσεις μπορούν να

διαχειριστούν έξυπνα τα προϊόντα που διακινούνται στην αποθήκη και να βελτιώσουν τη χρήση του αποθηκευτικού χώρου που καταλαμβάνουν. Συσκευές ανάγνωσης RFID, που βρίσκονται εγκατεστημένες στην αποθήκη μπορούν αυτόματα να «διαβάζουν» τις ετικέτες EPC και να ενημερώνουν αυτόματα το πληροφοριακό σύστημα για τις κινήσεις των εμπορευμάτων. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η διαρκής παρακολούθηση του επιπέδου των αποθεμάτων στα ράφια της αποθήκης, η καλύτερη διαχείριση τους, η μείωση του απαιτούμενου χώρου για αποθήκευση (Huo και Xu, 2014). Έτσι η επιχείρηση μπορεί να μειώσει τον χρόνο κατά την διάρκεια της απογραφής, το εργατικό προσωπικό που αναλαμβάνει αυτή τη διαδικασία και να έχει πιο σαφή εικόνα για το κόστος του αποθέματος, μειώνοντας ταυτόχρονα τις απώλειες λόγω εσφαλμένης τοποθέτησης του προϊόντος, την εσφαλμένη αποστολή, κλοπή ή ζημιά του αποθέματος.

Στην παραγωγή. Κατά την εφαρμογή της τεχνολογίας EPC στην παραγωγή, η επιχείρηση μπορεί να δημιουργήσει ολοκληρωμένες αυτοματοποιημένες γραμμές παραγωγής. Με σκοπό να επιτύχει μέσω της ετικέτας αναγνώρισης πρώτων υλών, εξαρτημάτων, ημιτελών και τελικών προϊόντων, την ταυτοποίηση και παρακολούθησή τους. Με αυτό τον τρόπο βρίσκει γρήγορα και με ακρίβεια πολλά είδη ακατέργαστων πρώτων υλών, εξαρτημάτων και απαιτούμενης εργασίας, μειώνοντας έτσι το ποσοστό σφάλματος αναγνώρισης και το κόστος εργασίας, βελτιώνοντας την αποδοτικότητα και την αποτελεσματικότητα. Επιπλέον, η τεχνολογία EPC μπορεί να βοηθήσει τους διαχειριστές να εκδίδουν έγκαιρες πληροφορίες αναπλήρωσης σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα παραγωγής, καθιστώντας την παραγωγή πιο ευέλικτη, αλλά και ενισχύοντας τον έλεγχο ποιότητας των προϊόντων της.

Τμήμα διανομής. Στους τομείς διανομής, ενημερώνοντας τις πληροφορίες προϊόντος που αναρτήθηκαν από τις ετικέτες EPC, έτσι ώστε τα μέλη διαχείρισης να μπορούν να

εφαρμόσουν ακριβή έλεγχο απογραφής μέσω του υπολογιστή, να επιταχύνουν σημαντικά και να βελτιώσουν την επιλογή της διαδικασίας παράδοσης και διανομής.

Λιανικό εμπόριο. Στο λιανικό εμπόριο, μέσω της χρήσης ενός ενσωματωμένου σαρωτή στα ράφια θα να μπορούν να παρακολουθούν αποτελεσματικά τη ροή των εμπορευμάτων, ενώ παράλληλα θα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην αποφυγή κλοπής εμπορευμάτων από τα καταστήματα. Επιπλέον όταν η ποσότητα των αποθεμάτων των αγαθών πλησιάζει σε χαμηλό επίπεδο, επιτρέπει την έγκαιρη αναπλήρωση, μειώνοντας έτσι το κόστος τους (Huo και Xu, 2014).

2.4.3 Εφαρμογή στη Βιομηχανία - Παραγωγή Επικοινωνίας

Η χρήση αισθητήρων για την παρακολούθηση του εξοπλισμού παραγωγής δεν είναι κάτι νέο. Η επικοινωνία με άλλο εξοπλισμό και η αυτόματη ανατροφοδότηση με δεδομένα σε εφαρμογές διαχείρισης εγκαταστάσεων και ενέργειας γίνεται εφικτή μέσω του «IoT». Εδώ οι συσκευές και ο εξοπλισμός αξιοποιούν τη σύνδεση τους στο Διαδίκτυο, για να δημιουργήσουν ένα πιο ενεργό πρότυπο στο οποίο τα προβλήματα εντοπίζονται πολύ πιο γρήγορα και λεπτομερέστερα και συχνά καθορίζονται χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. Η αλυσίδα εφοδιασμού με τη χρήση του «IoT» δεν μπορεί να αγνοηθεί. Για επιχειρήσεις στον κατασκευαστικό κλάδο που επιθυμούν να γίνουν βιώσιμες προκειμένου να επιτύχουν νέα επίπεδα απόδοσης και να βελτιώσουν τη χρήση των πόρων, το «IoT» υπόσχεται να τις βοηθήσει επιτρέποντάς τους να αποκτήσουν περισσότερες γνώσεις στις κατασκευαστικές τους δραστηριότητες από ό,τι είχαν φανταστεί (Machado, Internet of Things impacts Supply Chain, σ 11).

2.4.3.1 Πώς το «IoT» Ενεργοποιεί την Ενημερωμένη Βιομηχανία

Ένας ενημερωμένος οργανισμός κατασκευής περιλαμβάνει τέσσερα στοιχεία: τα ενημερωμένα προϊόντα, τις διαδικασίες, τα άτομα και την υποδομή. Αυτά τα βασικά

στοιχεία της κατασκευής συγκλίνουν όπως ποτέ άλλοτε, δημιουργώντας μια πιο αυτοματοποιημένη, έξυπνη και εξορθολογισμένη διαδικασία παραγωγής:

Προϊόντα: Οι προηγμένοι αισθητήρες, οι έλεγχοι και οι εφαρμογές λογισμικού συνεργάζονται για να αποκτήσουν και να μοιραστούν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, καθώς τα έτοιμα προϊόντα βγαίνουν από τη γραμμή παραγωγής. Τα ενημερωμένα προϊόντα θα επιτρέψουν στις μηχανές να αναλάβουν αυτόνομη δράση.

Άνθρωποι: Συνδέοντας τους ανθρώπους με όλες τις επιχειρησιακές λειτουργίες, τις γεωγραφικές περιοχές και παρέχοντάς τους τις σχετικές πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, οι "ενημερωμένοι άνθρωποι" θα μπορούν να προγραμματίσουν πιο αποτελεσματικά την παραγωγή και η συντήρηση των μηχανών θα προλαμβάνει άμεσα τυχόν ζημίες.

Διαδικασίες: Η αμφίδρομη ανταλλαγή πληροφοριών σε ολόκληρη την αλυσίδα παγκόσμιας αξίας παραγωγής, επιτρέπει τη δημιουργία μιας ευέλικτης και προσαρμοσμένης αλυσίδας εφοδιασμού.

Υποδομή: Χρησιμοποιώντας στοιχεία έξυπνης υποδομής που αλληλεπιδρούν με τις κινητές συσκευές, τα προϊόντα και τους ανθρώπους, η ενημερωμένη υποδομή θα διαχειρίζεται καλύτερα τις πολυπλοκότητες και θα επιτρέπει την αποδοτικότερη κατασκευή των προϊόντων (Machado, Internet of Things impacts Supply Chain, σ 11-12).

2.4.4 Εφαρμογή στα Logistics

Μέσα από τη διαφημιστική εκστρατεία που περιβάλλει το «IoT» σήμερα, ένα πράγμα είναι ξεκάθαρο: ο κλάδος της εφοδιαστικής είναι ένας βασικός παίκτης που είναι έτοιμος να επωφεληθεί από την επανάσταση του «IoT». Με εκατομμύρια αποστολές που μετακινούνται, παρακολουθούνται και στοιβάζονται από μια ποικιλία μηχανών,

οχημάτων και ανθρώπων κάθε μέρα, δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι η εφοδιαστική και το «IoT» είναι σε τέλεια αντιστοιχία. Στην εφοδιαστική, το «IoT» μπορεί να συνδέει διαφορετικά στοιχεία ενεργητικού κατά μήκος μιας αλυσίδας εφοδιασμού κατά τρόπο ουσιαστικό και, στη συνέχεια, να αναλύει τα δεδομένα που παράγονται από αυτές τις συνδέσεις για να καταγράψει νέες ιδέες. Με τον τρόπο αυτό, το «IoT» παρέχει στους προμηθευτές logistics τη δυνατότητα να ξεκλειδώσουν υψηλότερα επίπεδα επιχειρησιακής αποδοτικότητας, ενώ παράλληλα δημιουργούν προσαρμοσμένες, δυναμικές και αυτοματοποιημένες υπηρεσίες για τους πελάτες τους. Όμως, πόσο πρωταρχικό είναι το «IoT» στην εφοδιαστική; Πολλές από τις τεχνολογίες που βρίσκονται πίσω από το «IoT», συμπεριλαμβανομένων των αισθητήρων, των μικροεπεξεργαστών και της ασύρματης συνδεσιμότητας, έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί σε διάφορες εφαρμογές εφοδιαστικής εδώ και πολλά χρόνια. Πράγματι, η βιομηχανία της εφοδιαστικής αλυσίδας ήταν από τους πρώτους που υιοθέτησαν τεχνολογίες «IoT» σε επιχειρήσεις, από την εισαγωγή χειροκίνητων σαρωτών που ψηφιοποίησαν τη διαδικασία παράδοσης στους πολλαπλούς αισθητήρες που παρακολουθούν την ακεραιότητα του φορτίου και την απόδοση του φορτηγού παράδοσης.

Όπως αναφέρεται στο περιοδικό της DHL, θα παρουσιαστούν μερικές από τις περιπτώσεις χρήσης για το «IoT» στην εφοδιαστική αλυσίδα εντός των ορίων της διαχείρισης του στόλου, των ορίων των αποθηκών, της μεταφοράς εμπορευμάτων και της παράδοσης τελευταίου μιλίου (J. Macaulay, L. Buckalew και G. Chung, 2015).

2.4.4.1 Διαχείριση στόλου

Όσον αφορά τη μεταφορά και την εφοδιαστική αλυσίδα, η διαχείριση του στόλου διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη διαχείριση των προγραμμάτων συντήρησης, της καθημερινής χρήσης των οχημάτων και των δρομολογίων εξυπηρέτησης παραγγελιών. Προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η παραγωγικότητα και η λειτουργική αποδοτικότητα, ο

χρόνος συντήρησης του στόλου πρέπει να ελαχιστοποιηθεί. Με τους κινητούς σαρωτές, τους υπολογιστές και τα συστήματα RFID, οι επιχειρήσεις μπορούν να αποκτήσουν ορατότητα στα περιουσιακά τους στοιχεία και να βελτιώσουν αισθητά τις λειτουργίες τους για να διατηρήσουν το στόλο τους σε κίνηση. Επιπλέον, οι τεχνικοί μπορούν να βρουν πληροφορίες στην κεντρική βάση δεδομένων τους σε πραγματικό χρόνο, για το ιστορικό συντήρησης των μηχανών, τη διαθεσιμότητα των εξαρτημάτων και τα αρχεία απογραφής των προηγούμενων ετών (J. Macaulay, L. Buckalew και G. Chung, 2015).

Με το να έχουν στην κατοχή τους οι επιχειρήσεις συνδεδεμένες κινητές συσκευές και να χρησιμοποιούν ευρέως, μπορούν να καταγράψουν, να μοιραστούν και να διαχειριστούν δεδομένα γύρω από τα κινητά περιουσιακά στοιχεία τους. Η συνδεσιμότητα δίνει την δυνατότητα στις επιχειρήσεις να επικοινωνούν με τους τεχνικούς τους οποτεδήποτε και οπουδήποτε, επιτρέποντάς τους να δραστηριοποιούνται με επιτόπου επισκευές, συντήρηση κλπ. Με ενημερώσεις σε πραγματικό χρόνο σχετικά με ορισμένες συνθήκες όπως κακές καιρικές συνθήκες ή κυκλοφορία, οι τεχνικοί στόλων μπορούν να ανταποκριθούν και να προετοιμαστούν πιο άμεσα για την αποφυγή καθυστερήσεων.

Για τους τεχνικούς πεδίου, η προβολή σε πραγματικό χρόνο της απόδοσης του οδηγού και του οχήματος είναι κρίσιμη. Αυτή η ορατότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αυξήσει την ασφάλεια των τεχνικών, να μειώσει τα κατεστραμμένα αποθέματα και το κόστος ασφάλισης. Επιπροσθέτως, λαμβάνοντας δεδομένα και πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, τεχνικοί και οδηγοί μπορούν να απαντήσουν εγκαίρως σε ερωτήσεις πελατών. Με αυτό τον τρόπο το προσωπικό γνωρίζει πότε και πού να διαθέσει το χρόνο του, βελτιώνοντας έτσι τη συνολική απόδοση του οργανισμού και την εξυπηρέτηση προς τον πελάτη (J. Macaulay, L. Buckalew και G. Chung, 2015).

Παράλληλα, με την ικανότητα να παρακολουθούν με ασφάλεια τον εξοπλισμό και το περιβάλλον σε πραγματικό χρόνο, οι τεχνικοί πεδίου μπορούν να αναλάβουν δράση, πριν

προκύψουν προβλήματα. Με το «IoT», οι εταιρείες μπορούν να αποκτήσουν εξ αποστάσεως πληροφορίες σχετικά με τα περιουσιακά στοιχεία τους, επιτρέποντάς τους να διευκολύνουν τη συντήρηση και να εξαλείφουν περιττές αντιδράσεις και απαντήσεις.

Οι εξελίξεις στην τεχνολογία των κινητών επικοινωνιών και του «IoT» βελτιώνουν αισθητά τον τρόπο λειτουργίας των επιχειρήσεων μεταφορών και υλικοτεχνικής υποστήριξης (Newgenapps 2017). Η γνώση που παρέχεται μέσω αυτών των λύσεων είναι αυτό που επιτρέπει στους οργανισμούς να εντοπίζουν τις αναποτελεσματικότητες σε πραγματικό χρόνο, βελτιώνοντας τη διακίνηση και βοηθώντας τους να χτίζουν προοδευτικά σχέδια, για να προχωρήσουν προς την κατεύθυνση της καινοτομίας (Dombach, 2015, σ 3-4).

Βιομηχανίες που χρησιμοποιούν μεγάλο αριθμό οχημάτων για την αποστολή εμπορευμάτων φαίνεται να καταφεύγουν πιο συχνά σε λύσεις διαχείρισης στόλου για να καταστήσουν την λειτουργία αυτή πιο αποτελεσματική. Για να γίνει αυτό είναι σημαντικό τα οχήματα να είναι συνδεδεμένα με συστήματα εντοπισμού θέσης (GPS) και πρόσθετες τεχνολογίες για συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο που αφορούν την τοποθεσία και τις λειτουργίες των οχημάτων. Η χρήση αυτών των παρεχόμενων λύσεων γίνεται από τις εταιρίες με τρεις τρόπους:

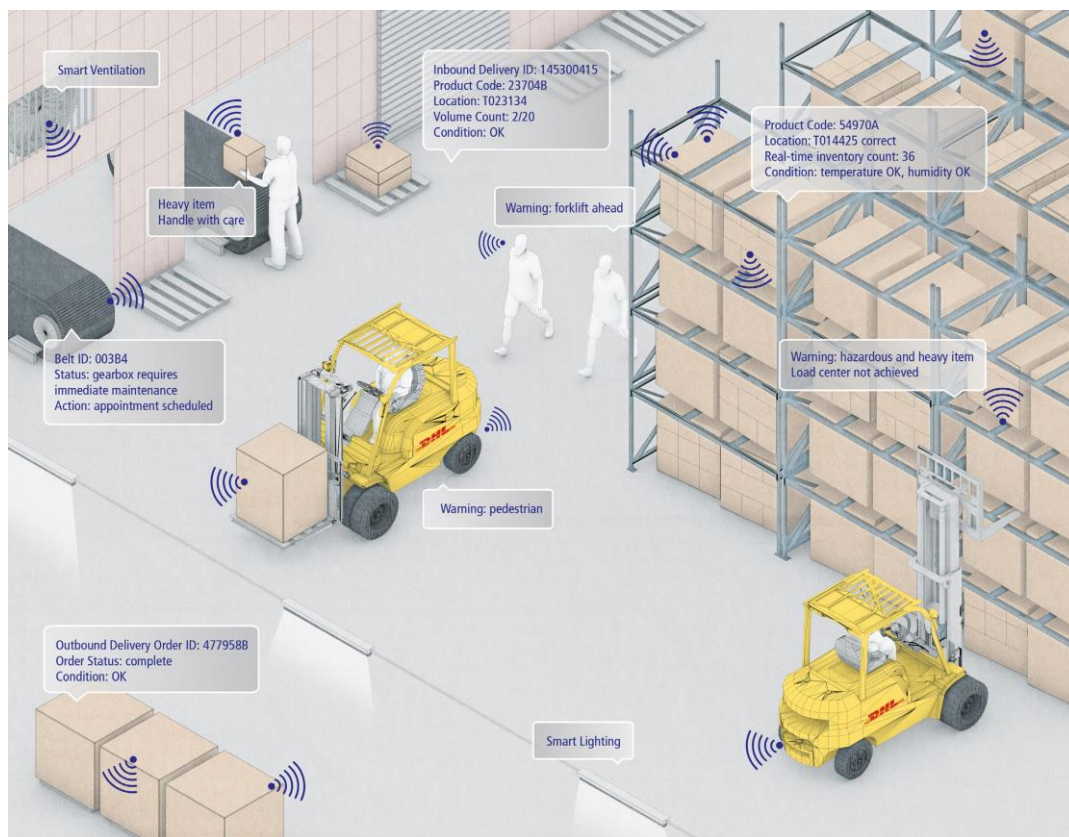
- Μετακίνηση και παράδοση εμπορευμάτων: Περιλαμβάνει οχήματα που χρησιμοποιούνται για μεταφορά εμπορευμάτων προς όφελος των επιχειρήσεων ή των καταναλωτών, σε μεγάλες ή μικρές αποστάσεις (Last Mile).
- Μεταφορά καταναλωτών: Περιλαμβάνονται οχήματα για την μεταφορά ατόμων από το ένα μέρος στο άλλο.
- Οχήματα επαγγελματικής χρήσης: Χρησιμοποιούνται από επιχειρήσεις για τη μεταφορά του προσωπικού.

Ένας τρόπος να επωφεληθούν οι επιχειρήσεις όσο το δυνατόν περισσότερο είναι να διασφαλίσουν την αξιοποίηση των τεχνολογικών πλεονεκτημάτων που ήδη διαθέτουν. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να αξιολογηθεί η υπάρχουσα τεχνολογία που θα συνδεθεί στο δίκτυο του «IoT». Σημείο εκκίνησης θα μπορούσαν να θεωρηθούν τα smartphones. Αυτές οι συσκευές, όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, μπορούν να αλλάξουν την διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού. Ο συνδυασμός των υπολογιστικών δυνάμεων που παρέχουν σε συνδυασμό με τα δεδομένα που προκύπτουν μέσω του «IoT» θα φέρουν επανάσταση στον τρόπο λειτουργίας. Ήδη υπάρχουν πολλές διαθέσιμες εφαρμογές που ενσωματώνουν τις λειτουργίες του «IoT».

2.4.4.2 Αποθηκευτικές Λειτουργίες

Όπως σημειώνει ο Steve Banker (2014), τα υπάρχοντα συστήματα ελέγχου αποθήκης θα πρέπει να "επαναπροσδιοριστούν" για τη διαχείριση δεδομένων που προέρχονται από τους αισθητήρες που είναι εγκατεστημένοι στην αποθήκη. Οι αποθήκες χρησιμεύουν πάντα ως ζωτικός κόμβος στη ροή των αγαθών μέσα σε μια αλυσίδα εφοδιασμού. Αλλά στο σημερινό οικονομικό κλίμα, λειτουργούν επίσης ως βασική πηγή ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος για τους παρόχους logistics που μπορούν να προσφέρουν γρήγορες, οικονομικά αποδοτικές και όλο και πιο ευέλικτες αποθηκευτικές διαδικασίες για τους πελάτες τους.

Εικόνα 2.4.4.2: Παράδειγμα εφαρμογής αισθητήρων «IoT» στην αποθήκη σύμφωνα με την DHL.



(Πηγή: J. Macaulay, et al. 2015, σελ. 14)

Αυτό δεν είναι εύκολη πρόκληση. Με χιλιάδες διαφορετικούς τύπους και μορφές αγαθών που αποθηκεύονται στη μέση αποθήκη σήμερα, κάθε τετραγωνικό μέτρο αποθηκευτικού χώρου πρέπει να χρησιμοποιείται κατά βέλτιστο τρόπο, για να εξασφαλιστεί ότι συγκεκριμένα προϊόντα μπορούν να ανακτηθούν, να υποβληθούν σε επεξεργασία και να παραδοθούν όσο το δυνατόν γρηγορότερα. Το αποτέλεσμα είναι μια τεχνολογία υψηλών ταχυτήτων με τεχνολογικό περιβάλλον που είναι ιδανική για εφαρμογές «IoT». Από παλέτες και περνοφόρα οχήματα μέχρι την ίδια την υποδομή του κτιρίου, οι σύγχρονες αποθήκες περιέχουν πολλά "σκοτεινά περιουσιακά στοιχεία" που μπορούν να συνδεθούν και να βελτιστοποιηθούν μέσω του «IoT». Στην αποθήκη, η ευρεία υιοθέτηση της σήμανσης παλετών - χρησιμοποιώντας μικροσκοπικές συσκευές αναγνώρισης χαμηλού κόστους, όπως η RFID, θα ανοίξει το δρόμο για τη διαχείριση έξυπνων αποθεμάτων με

γνώμονα το Διαδίκτυο (J. Macaulay, L. Buckalew και G. Chung, 2015). Οι ασύρματοι αναγνώστες καταγράφουν τα δεδομένα, τα οποία μεταδίδονται από κάθε παλέτα καθώς φθάνει μέσω εισερχόμενων πυλών. Σε αυτά τα δεδομένα μπορούν να συμπεριληφθούν πληροφορίες σχετικά με το προϊόν, όπως ο όγκος και οι διαστάσεις, οι οποίες στη συνέχεια να συγκεντρώνονται και αποστέλλονται στο WMS για επεξεργασία. Αυτή η δυνατότητα εξαλείφει το χρονοβόρο έργο της χειροκίνητης μέτρησης και σάρωσης όγκου παλετών. Κάμερες συνδεδεμένες στις πύλες μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για ανίχνευση ζημιών, με τη σάρωση παλετών για ατέλειες.

Αφού μεταφερθούν οι παλέτες στη σωστή θέση, οι ετικέτες μεταδίδουν σήματα στο WMS για να παρέχουν ορατότητα σε πραγματικό χρόνο στα επίπεδα των αποθεμάτων, αποτρέποντας έτσι τις δαπανηρές καταστάσεις εκτός αποθέματος. Εάν κάποιο στοιχείο έχει τοποθετηθεί εσφαλμένα, οι αισθητήρες μπορούν να ειδοποιήσουν τον διαχειριστή αποθήκης, ο οποίος μπορεί να παρακολουθήσει την ακριβή τοποθεσία του αντικειμένου για διορθωτικές ενέργειες. Για τη διαχείριση της ποιότητας, οι αισθητήρες παρακολουθούν την κατάσταση ενός στοιχείου και ενημερώνουν τους διαχειριστές της αποθήκης όταν πρόκειται να υπονομευθούν τα όρια θερμοκρασίας ή υγρασίας. Αυτό επιτρέπει στο προσωπικό αποθήκευσης να λάβει διορθωτικά μέτρα, διασφαλίζοντας την ποιότητα των υπηρεσιών και αυξάνοντας την εμπιστοσύνη των πελατών απέναντι στην εταιρία. Κατά την εξερχόμενη παράδοση, οι παλέτες σαρώνονται μέσω μιας εξερχόμενης πύλης αποσκοπώντας, να διασφαλιστεί, ότι αποστέλλονται τα σωστά αντικείμενα, με τη σωστή σειρά για την παράδοση. Τα επίπεδα αποθεμάτων ενημερώνονται αυτόματα στο WMS για τον ακριβή έλεγχο κατά τη διάρκεια της απογραφής.

Πέρα από τα εμπορεύματα που αποθηκεύονται σε μια αποθήκη, το «IoT» μπορεί επίσης να οδηγήσει στη βέλτιστη αξιοποίηση του ενεργητικού. Συνδέοντας μηχανήματα και οχήματα με ένα κεντρικό σύστημα, το «IoT» επιτρέπει στους διαχειριστές των αποθηκών

να παρακολουθούν όλα τα στοιχεία ενεργητικού σε πραγματικό χρόνο. Οι διαχειριστές μπορούν να ειδοποιηθούν, όταν ένα περιουσιακό στοιχείο χρησιμοποιείται υπερβολικά ή όταν ένα αδρανές περιουσιακό στοιχείο πρέπει να χρησιμοποιηθεί για την εκτέλεση άλλων καθηκόντων. Για παράδειγμα, θα μπορούσε να αναπτυχθεί μια ποικιλία αισθητήρων για τον έλεγχο της συχνότητας χρήσης περιουσιακών στοιχείων σε ένα σύστημα ταξινόμησης (J. Macaulay, L. Buckalew και G. Chung, 2015). Η ανάλυση των δεδομένων θα μπορούσε στη συνέχεια να προσδιορίσει τα βέλτιστα ποσοστά χωρητικότητας και τα καθήκοντα για τα περιουσιακά στοιχεία. Μια τέτοια καινοτομία είναι η τεχνολογία "SmartLIFT" της Swisslog. Η λύση αποτελεί συνονθύλευμα των ανιχνευτών ανυψωτικών οχημάτων με γραμμωτούς κώδικες τοποθετημένους στην οροφή της αποθήκης και τα δεδομένα από το WMS για τη δημιουργία ενός εσωτερικού συστήματος GPS που παρέχει στον οδηγό του περνοφόρου ακριβή στοιχεία θέσης και κατεύθυνσης των παλετών. Παρέχει επίσης ένα ταμπλό διαχείρισης για την παρακολούθηση της ταχύτητας, της θέσης και της παραγωγικότητας σε πραγματικό χρόνο όλων των οδηγών περνοφόρων οχημάτων καθώς και προβολή της ακρίβειας των αποθεμάτων. Η Bobcat ανέπτυξε την εφαρμογή αυτή στην αποθήκη της και ανέφερε αύξηση κατά 30 % στις παλέτες ανά ώρα χωρίς σφάλματα απογραφής. Αυτές οι λύσεις μπορούν μελλοντικά να εντοπίσουν αναποτελεσματικότητα σε ήδη αυτοματοποιημένων διαδικασιών. Για παράδειγμα, ένα αυτόματο οδηγούμενο όχημα (AGV), όπως ένας αυτόματος κινούμενος μηχανισμός παλετών, θα εκτελέσει μια εργασία ξανά και ξανά εκτός αν υπάρχει χειροκίνητη παρέμβαση για να την εκχωρήσει σε άλλη εργασία (J. Macaulay, L. Buckalew και G. Chung, 2015). Αναλύοντας τις δυνατότητες και τα πρότυπά της, ο διαχειριστής αποθήκης μπορεί να διαπιστώσει ότι τα σαββατοκύριακα λ. χ., χρησιμοποιείται καλύτερα σε ένα άλλο μέρος της αποθήκης.

Εικόνα 2.4.4.2.1: Η χρήση του «IoT» σε παλέτες και περονοφόρα σύμφωνα με την DHL.



(Πηγή: J. Macaulay, et al. 2015, σελ. 17)

Τα συνδεδεμένα στοιχεία ενεργητικού σε μια αποθήκη παρέχουν επίσης την δυνατότητα πρόβλεψης και συντήρησης των συστημάτων μεταφοράς της αποθήκης. Σαν παράδειγμα, οι αισθητήρες μπορούν να τοποθετηθούν σε μια μηχανή ταξινόμησης για την μέτρηση της απόδοσης ή της θερμοκρασίας της μηχανής. Οι κάμερες μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση της βλάβης του πακέτου ή των σωληνώσεων καθώς εμφανίζονται. Όλα αυτά τα δεδομένα μπορούν στη συνέχεια να συγκεντρωθούν και να συνδυαστούν για αναλυτικές προβλέψεις συντήρησης, οι οποίες μπορούν να προγραμματίσουν ραντεβού και να υπολογίσουν την αναμενόμενη διάρκεια ζωής του μηχανήματος στο τρέχον επίπεδο χρήσης του. Οποιοσδήποτε αισθητήρας ειδοποιεί το

προσωπικό, ώστε να επιδιορθώσει το μηχάνημα προτού προκληθούν σοβαρές ζημιές. Το «IoT» μπορεί επίσης να οδηγήσει σε υψηλότερα επίπεδα υγείας και ασφάλειας των εργαζομένων μέσω συνδεδεμένου εργατικού δυναμικού και συνδεδεμένων οχημάτων. Στατιστικά στοιχεία από την Ένωση Βιομηχανικών Φορτηγών (ITA) και της Υπηρεσίας Υγείας και Ασφάλειας των Η.Π.Α. εκτιμούν ότι υπάρχουν περίπου 855.900 περονοφόρα ανυψωτικά οχήματα σε λειτουργία μόνο στις Ηνωμένες Πολιτείες. Αυτά τα περονοφόρα ανυψωτικά οχήματα εκτιμούν ότι συμβάλλουν σε περισσότερα από 100,00 ατυχήματα ετησίως, γεγονός που προκαλεί 94.750 τραυματισμούς (J. Macaulay, L. Buckalew και G. Chung, 2015). Σχεδόν το 80% των ατυχημάτων με περονοφόρο ανυψωτικό όχημα αφορούν πεζούς. Πολλαπλασιασμένο σε παγκόσμια κλίμακα, αυτό καταδεικνύει την πιθανή κλίμακα βελτίωσης της ασφάλειας μέσα στην αποθήκη. Οι αισθητήρες και οι ενεργοποιητές σε συνδυασμό με ραντάρ ή κάμερες που είναι προσαρτημένα σε περονοφόρα οχήματα μπορούν να τους επιτρέψουν να επικοινωνούν με άλλα περονοφόρα οχήματα και να ανιχνεύουν το περιβάλλον για κρυφά αντικείμενα που θα μπορούσαν να προκαλέσουν σύγκρουση. Τα περονοφόρα ανυψωτικά οχήματα θα μπορούσαν να προγραμματιστούν, για να επιβραδυνθούν αυτόματα σε διασταυρώσεις, όταν ανιχνεύεται ένα άλλο περονοφόρο όχημα ή πεζοί. Πολλά ατυχήματα προκύπτουν επίσης από το γεγονός ότι οι εργάτες φορτώνουν λανθασμένα την παλέτα. Αυτά τα ατυχήματα θα μπορούσαν να αποφευχθούν χρησιμοποιώντας αισθητήρες πίεσης, για να ανιχνεύσουν πότε ένα φορτίο έχει γίνει πολύ βαρύ, καθώς επίσης και όταν έχει τοποθετηθεί ένα άνισο φορτίο στο περονοφόρο όχημα. Η Ravas αναπτύσσει έξυπνες περόνες που ενσωματώνουν ζυγαριές βάρους καθώς και τεχνολογία μέτρησης του κέντρου βάρους του φορτίου για τα παλετοφόρα. Προειδοποιώντας τον οδηγό, όταν έχει ξεπεραστεί η χωρητικότητα του φορτίου ή όταν το κέντρο βάρους φόρτωσης είναι ανομοιογενές,. Οι τεχνολογίες «IoT» μπορούν επίσης να αποτρέψουν την πτώση των

παλετών και των προϊόντων. Θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ένας συνδυασμός αισθητήρων και φωτογραφικών μηχανών για τον εντοπισμό των κινδύνων από την ατελή αποθήκευση και να υπολογιστεί η πιθανότητα να πέσει μια παλέτα ή ένα αντικείμενο από ένα ράφι. Μόλις εντοπιστεί ένα πρόβλημα, θα μπορούσε να διαβιβαστεί μια ειδοποίηση στην ομάδα αποθήκης για άμεση δράση, μειώνοντας έτσι τους ενδεχόμενους τραυματισμούς των εργαζομένων και μειώνοντας τις ζημιές στα αγαθά. Αυτές οι κάμερες θα μπορούσαν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση στοιχείων για την πρόληψη κλοπών (J. Macaulay, L. Buckalew και G. Chung, 2015). Στο εγγύς μέλλον, οι εργαζόμενοι θα συμμετάσχουν στο σύστημα «IoT» που θα συνδέει τα έξυπνα γυαλιά και άλλα αντικείμενα μέσω των έξυπνων τηλεφώνων, των σαρωτών και των φορητών συσκευών, τα οποία είναι πιθανό να φέρουν ένα συναρπαστικό νέο στάδιο στην αλληλεπίδραση μηχανής με άνθρωπο στην αποθήκη. Οι περιπτώσεις χρήσης του «IoT» που σχετίζονται με αυτό το θέμα υπάρχουν σε ξεχωριστή έκθεση της DHL με τίτλο "Augmented Reality in Logistics". Η εμφάνιση του συνδεδεμένου εργατικού δυναμικού παρέχει νέες ευκαιρίες για την παρακολούθηση της υγείας και της κούρασης των εργαζομένων, την παρακολούθηση των σταθερών διαδρομών των εργαζομένων και την ανάλυση του τρόπου με τον οποίο οι διαχειριστές αποθήκης μπορούν να βελτιώσουν ή να αλλάξουν μια διαδικασία για να κάνουν τη ζωή των εργαζομένων ευκολότερη και ασφαλέστερη. Μια τέτοια λύση βρίσκεται σε εξέλιξη από την Locoslab, η οποία παρέχει ακριβή εντοπισμό των κινητών συσκευών σε περιβάλλοντα εσωτερικού χώρου χρησιμοποιώντας ενεργητική και παθητική τεχνολογία RFID (J. Macaulay, L. Buckalew και G. Chung, 2015). Παρακολουθεί την κίνηση ανθρώπων και αντικειμένων μέσα σε ένα εσωτερικό περιβάλλον και εφαρμόζει αναλυτικά στοιχεία για να καταλάβει πού μπορούν να βελτιωθούν οι διαδικασίες. Οι αισθητήρες μπορούν επίσης να ενσωματωθούν στην υποδομή της αποθήκης. Σε μια μέση αποθήκη, ο συνηθισμένος

φωτισμός αντιπροσωπεύει έως και το 70% της κατανάλωσης ενέργειας. Η έξυπνη διαχείριση ενέργειας της αποθήκης συνδέει τα δίκτυα HVAC και των δικτύων κοινής ωφελείας, συμπεριλαμβανομένων των συνδεδεμένων φωτών LED, για τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας. Εκτός από αυτόματη μείωση και φωτισμό ανάλογα με τη δραστηριότητα, τέτοια συστήματα ρυθμίζουν την κατανάλωση ενέργειας των συσκευών, τη θέρμανση και τον εξαερισμό. Η προκύπτουσα μείωση της κατανάλωσης ενέργειας μειώνει τα γενικά έξοδα μαζί με το αποτύπωμα άνθρακα της αποθήκης.

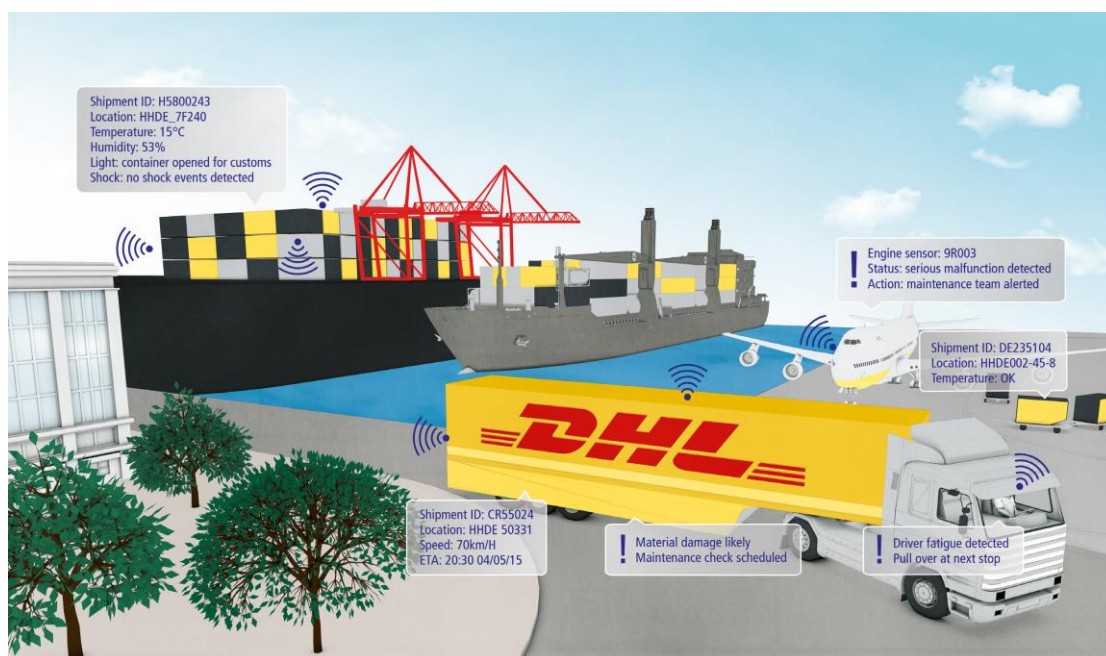
2.4.4.3 Μεταφορές Εμπορευμάτων

Με εκατοντάδες χιλιάδες ωκεάνια, εναέρια και οδικά περιουσιακά στοιχεία, η μεταφορά εμπορευμάτων παρουσιάζει μεγάλες δυνατότητες για τα δίκτυα «IoT». Μέσω του «IoT» η μεταφορά των εμπορευμάτων θα κινηθεί πέρα από το «track and trace». Σήμερα είναι ήδη δυνατή η παρακολούθηση ενός εμπορευματοκιβωτίου σε φορτηγό στη μέση του Ειρηνικού, καθώς και αποστολές φορτίων σε ένα αεροπλάνο κατά τη διάρκεια του δρομολογίου του. Λοιπόν, τι άλλο μπορεί να κάνει για τις εμπορευματικές μεταφορές στο μέλλον; Αναμένουμε από το «IoT» να παρέχει την επόμενη γενιά «track and trace»: ταχύτερη, πιο ακριβή, με την δυνατότητα καλύτερης πρόβλεψης και πιο ασφαλή. Το Freight-Watch κατέγραψε 946 περιστατικά κλοπής φορτίων στις Ηνωμένες Πολιτείες το 2012 και 689 στην Ευρώπη, με το οργανωμένο έγκλημα να στοχεύει σε λιμένες και περιοχές ανάπαυσης εμπορευμάτων. Η κλοπή κοστίζει στους φορτωτές και τους προμηθευτές εφοδιαστικής δισεκατομμύρια δολάρια κάθε χρόνο, από τις καθυστερήσεις λόγω έλλειψης αποθέματος καθώς και από το κόστος των κλεμμένων αγαθών. Μέσω του «IoT», οι πάροχοι υπηρεσιών logistics θα αποκτήσουν σαφή ορατότητα σχετικά με την κυκλοφορία των εμπορευμάτων, μέτρο ανά μέτρο και δευτερόλεπτο ανά δευτερόλεπτο, καθώς και παρακολούθηση της κατάστασης σε επίπεδο στοιχείου για να διασφαλιστεί

ότι τα εμπορεύματα θα φτάσουν εγκαίρως, στο σωστό μέρος και ανέπαφα (J. Macaulay, L. Buckalew και G. Chung, 2015).

Όπως είδαμε, η παρακολούθηση της θέσης και της κατάστασης μέσω του Διαδικτύου προσφέρει ένα νέο επίπεδο ορατότητας και ασφάλειας στον τομέα των μεταφορών. Οι αισθητήρες τηλεματικής στα φορτηγά και οι ετικέτες πολλαπλών αισθητήρων στα στοιχεία μεταδίδουν δεδομένα σχετικά με την τοποθεσία, την κατάσταση (αν έχουν περάσει όρια) και εάν έχει ανοίξει μια συσκευασία (για να ανιχνευθεί πιθανή κλοπή).

Εικόνα 2.4.4.3: Η συμβολή του «IoT» στη μεταφορά εμπορευμάτων σύμφωνα με την DHL.



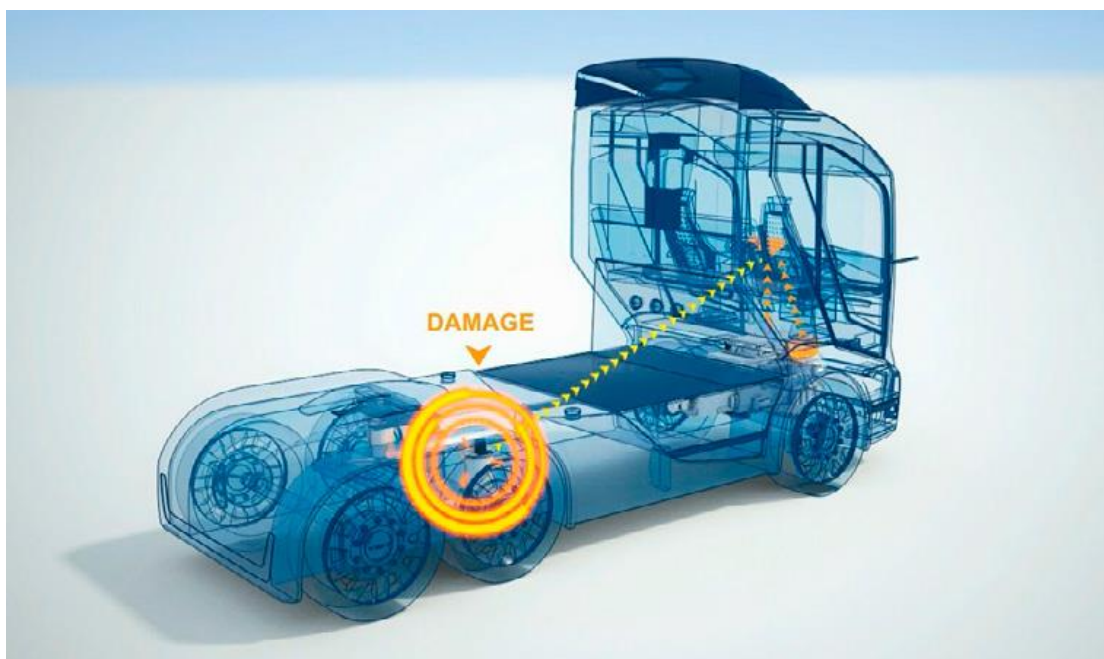
(Πηγή: J. Macaulay, et al. 2015, σελ. 18)

Μία από τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει ο τομέας της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι ότι πολλές από τις υπάρχουσες λύσεις είναι αποκλειστικές και αυτόνομες και δεν συνδέονται μεταξύ τους. Πρέπει να δημιουργηθούν νέες πλατφόρμες που συνδυάζουν διάφορες υπάρχουσες λύσεις υλικού και λογισμικού για τον έλεγχο της ακεραιότητας από άκρο σε άκρο των αλυσίδων εφοδιασμού. Η Agheera, ένας πάροχος λύσεων παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο, έχει αναπτύξει μια ανοικτή πλατφόρμα για τη σύνδεση διαφόρων

συσκευών τηλεματικής και συσκευών- αισθητήρων, για την ενοποίηση δεδομένων σε διάφορες εφαρμογές και με διάφορους τρόπους (J. Macaulay, L. Buckalew και G. Chung, 2015). Η πλατφόρμα συγχωνεύει πολλαπλά περιουσιακά στοιχεία, όπως ένα συνδεδεμένο σώμα ανταλλαγής ή ένα φορητό, σε μια εύκολη στη χρήση πύλη με παγκόσμια προσβασιμότητα, επιτρέποντας σε παρόχους υπηρεσιών logistics και πελάτες να παρακολουθούν όλα τα στοιχεία ενεργητικού και τις διάφορες συσκευές τους ταυτόχρονα. Ένας άλλος βασικός τομέας της ευκαιρίας που δίνεται μέσω του «IoT» είναι η διαχείριση του στόλου και των περιουσιακών στοιχείων. Για παράδειγμα, οι αισθητήρες μπορούν να παρακολουθούν πόσο συχνά χρησιμοποιείται ένα φορητό, ένα εμπορευματοκιβώτιο ή ένα ULD. Στη συνέχεια διαβιβάζουν αυτά τα δεδομένα για ανάλυση. Όπως σημειώθηκε προηγουμένως, πολλά οχήματα σήμερα είναι γεμάτα με αισθητήρες, ενσωματωμένους επεξεργαστές και ασύρματη συνδεσιμότητα. Οι αισθητήρες που μετρούν την χωρητικότητα κάθε φορτίου μπορούν να παράσχουν πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με την εφεδρική χωρητικότητα των οχημάτων σε ορισμένες διαδρομές. Το «IoT» θα μπορούσε να ενεργοποιήσει ένα κεντρικό ταμπλό που επικεντρώνεται στον εντοπισμό της πλεονάζουσας χωρητικότητας κατά μήκος σταθερών διαδρομών σε όλες τις επιχειρηματικές μονάδες (J. Macaulay, L. Buckalew και G. Chung, 2015). Από εκεί, θα μπορούσε να προτείνει προτάσεις για ενοποίηση και βελτιστοποίηση της διαδρομής. Αυτό θα αύξανε την αποδοτικότητα του στόλου, θα βελτίωνε την οικονομία καυσίμου και θα μείωνε τα νεκρά μίλια, τα οποία αντιπροσωπεύουν μέχρι και το 10% των χιλιομέτρων που διανύουν τα φορητά. Παρόμοια με τη βέλτιστη αξιοποίηση των αποθεμάτων στις αποθήκες, ένας συνδεδεμένος στόλος θα μπορούσε να ανοίξει το δρόμο για την προβλεπτική διαχείριση του κύκλου ζωής του ενεργητικού. Αυτή η λύση αξιοποιεί τα αναλυτικά στοιχεία για την πρόβλεψη βλάβης των περιουσιακών στοιχείων και τον αυτόματο προγραμματισμό ελέγχων συντήρησης. Ένα παράδειγμα είναι το

MoDe (Συντήρηση κατόπιν ζήτησης). Αυτό το ερευνητικό έργο που υποστηρίχθηκε από την ΕΕ μεταξύ της Volvo, της DHL και άλλων συνεργατών, προσπάθησε να δημιουργήσει ένα εμπορικά βιώσιμο φορτηγό που αποφασίζει αυτομάτως πότε και πώς χρειάζεται συντήρηση. Η τελευταία τεχνολογία αισθητήρων ενσωματώθηκε σε βασικές περιοχές όπως τα συστήματα λαδιού και απόσβεσης για την ταυτοποίηση της βλάβης. Στη συνέχεια διαβιβάστηκαν τα δεδομένα πρώτα στην κεντρική μονάδα του οχήματος μέσω ενός ασύρματου δικτύου και στη συνέχεια σε μια πλατφόρμα συντήρησης για ανάλυση. Έπειτα, ο οδηγός ή τα συνεργεία συντήρησης ειδοποιήθηκαν για ενδεχόμενα προβλήματα. Με τη χρήση του συστήματος διαπιστώθηκε ότι αυξάνεται ο χρόνος λειτουργίας του οχήματος κατά 30% και μειώνονται οι πιθανοί κίνδυνοι για τους οδηγούς φορτηγών μέσω της συνεχούς παρακολούθησης των οχημάτων.

Εικόνα 2.4.4.3.1: 1 Το μέλλον των οχημάτων με τη χρήση του «IoT»



(Πηγή: J. Macaulay, et al. 2015, σελ. 20)

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων μπορεί επίσης να διαδραματίσει έναν επιπλέον ρόλο στην υγεία και την ασφάλεια, προλαμβάνοντας τις πιθανές συγκρούσεις και την προειδοποίηση των οδηγών, όταν χρειάζονται να κάνουν ένα διάλειμμα (J. Macaulay, L.

Buckalew και G. Chung, 2015). Οι οδηγοί φορτηγών μεγάλων αποστάσεων βρίσκονται συχνά στο δρόμο για πολλές ημέρες σε επικίνδυνες συνθήκες. Οι κάμερες στο όχημα μπορούν να παρακολουθήσουν την κόπωση του οδηγού παρακολουθώντας βασικούς δείκτες όπως το μέγεθος της διαστολής της κόρης του ματιού και τη συχνότητα με την οποία ανοίγει και κλείνει το μάτι. Αυτό εφαρμόζεται ήδη από την Caterpillar, τον μεγαλύτερο κατασκευαστή εξοπλισμού κατασκευών και εξόρυξης στον κόσμο, ο οποίος χρησιμοποιεί αυτή την τεχνολογία για να κρατήσει τους νυσταγμένους οδηγούς φορτηγών σε επαγρύπνηση, ώστε να αποφευχθούν ατυχήματα. Εάν το λογισμικό αισθανθεί ότι ο οδηγός χάνει την προσοχή του στο δρόμο, ενεργοποιεί ηχητικούς συναγερμούς και κραδασμούς στο κάθισμα. Μια κάμερα υπέρυθρων μπορεί να αναλύσει τα μάτια του οδηγού μέσα από το τζάμι και στο σκοτάδι.

Η διαχείριση κινδύνων της αλυσίδας εφοδιασμού είναι ένας ακόμη τομέας στον οποίο το «IoT» γίνεται ολοένα και πιο χρήσιμο. Η αυξανόμενη μεταβλητότητα και η αβεβαιότητα στις παγκόσμιες αλυσίδες εφοδιασμού προκαλεί τη διάλυση των παραδοσιακών μοντέλων διαχείρισης αλυσίδων εφοδιασμού. Οι φυσικές καταστροφές, οι κοινωνικοπολιτικές αναταραχές, οι συγκρούσεις, η οικονομική αβεβαιότητα και η αστάθεια της αγοράς προκαλούν καταστροφικές διαταραχές, συχνά χωρίς προειδοποίηση. Πώς βοηθά το «IoT» να εντοπίσει και να δώσει προτεραιότητα σε τέτοιους κινδύνους; Ένα εργαλείο αναπτύχθηκε από την DHL, το Resilience360, το οποίο παρέχει μια πολυεπίπεδη απεικόνιση της αλυσίδας εφοδιασμού από άκρο σε άκρο. Ενδεχόμενες διαταραχές που συμβαίνουν σε παγκόσμια κλίμακα και επηρεάζουν βασικές λωρίδες εμπορίου, ελέγχονται για τις επιπτώσεις και τους κινδύνους που ενδεχομένως παρουσιάσουν, και ενεργοποιούνται αυτόματα κατάλληλες στρατηγικές μετριασμού. Στο μέλλον, το Resilience360 θα μπορούσε να ενσωματώσει όλα τα δεδομένα που μεταδίδονται από περιουσιακά στοιχεία και να ανταποκριθεί, όταν ένα φορτηγό που

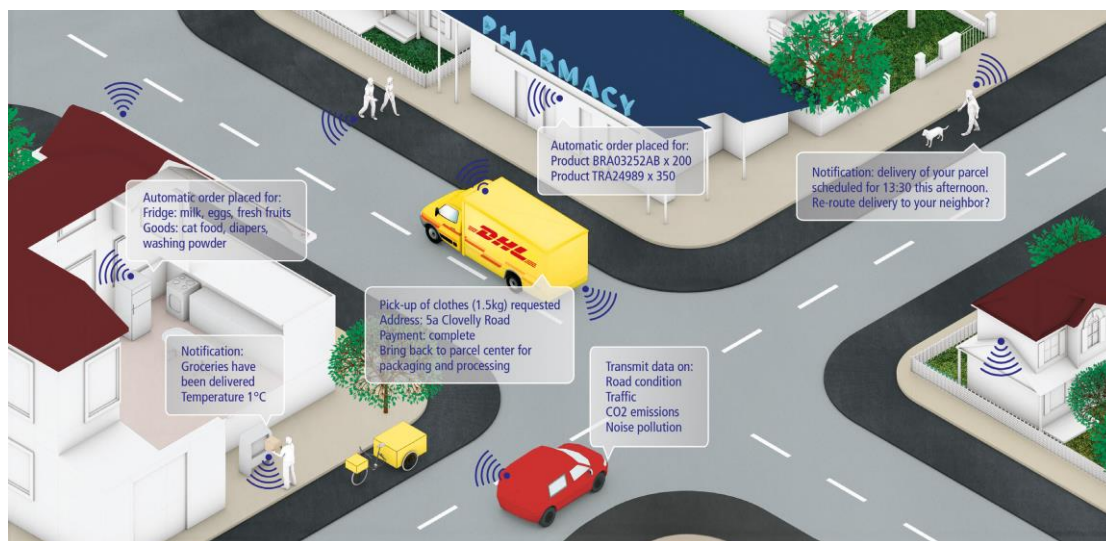
μεταφέρει επείγον φορτίο πρόκειται να καταρρεύσει ή όταν μια αποθήκη έχει πλημμυρίσει από μια καταιγίδα. Θα μπορούσε επίσης να μεταφέρει μια αποστολή από τις εναέριες εμπορευματικές μεταφορές στις οδικές εμπορευματικές μεταφορές, για να αντισταθμίσει την απεργία των αεροπορικών εταιρειών. Η διαχείριση απειλών όπως οι απεργίες λιμένων, το κλείσιμο αεροδρομίων και το κλείσιμο αυτοκινητοδρόμων ίσως να μην φαίνονται σαν μια προφανής εφαρμογή του «IoT» με την πρώτη ματιά, αλλά οι αναλυτικές δυνατότητες γίνονται αρκετά εξελιγμένες όχι μόνο για να τις προβλέψουν αλλά για να ανταποκριθούν.

2.4.5 Εφαρμογή στην παράδοση Τελευταίου Μιλίου

Με το τελευταίο τμήμα του ταξιδιού παράδοσης (το λεγόμενο «τελευταίο μίλι») να εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την εργασία και καθώς οι απαιτήσεις των καταναλωτών γίνονται ολοένα και πιο περίπλοκες και τα σημεία παράδοσης συνεχίζουν να πολλαπλασιάζονται, οι πάροχοι υπηρεσιών Logistics αντιμετωπίζουν νέες προκλήσεις. Πρέπει να βρουν νέες δημιουργικές λύσεις για αυτό το σημαντικό στάδιο της αλυσίδας εφοδιασμού, οικονομικά αποδοτικές λύσεις, που προσφέρουν αξία για τον τελικό πελάτη και λειτουργική αποτελεσματικότητα για τον προμηθευτή εφοδιαστικής (J. Macaulay, L. Buckalew και G. Chung, 2015). Το «IoT» στο τελευταίο μίλι μπορεί να συνδέσει τον πάροχο εφοδιαστικής με τον τελικό παραλήπτη με συναρπαστικούς τρόπους, καθώς και να προσφέρει νέα δυναμικά επιχειρηματικά μοντέλα. Μια περίπτωση χρήσης «IoT» για το τελευταίο μίλι είναι η δημιουργία βελτιστοποιημένης συλλογής από κουτιά αλληλογραφίας. Αισθητήρες τοποθετημένοι μέσα στο γραμματοκιβώτιο ανιχνεύουν αν είναι άδειο και, αν ναι, μεταδίδουν ένα σήμα, που στη συνέχεια επεξεργάζεται σε πραγματικό χρόνο. Ο φορέας παράδοσης μπορεί στη συνέχεια να παραλείψει αυτό το κουτί από το δρομολόγιό του, βελτιστοποιώντας έτσι τις καθημερινές διαδρομές συλλογής. Νεοσύστατες επιχειρήσεις, όπως το Postybell42, δημιούργησαν αισθητήρες

προσέγγισης που ανιχνεύουν τότε το μήνυμα έχει τοποθετηθεί σε ένα ιδιωτικό γραμματοκιβώτιο και μπορεί επίσης να παρακολουθεί την υγρασία μέσα στο γραμματοκιβώτιο. Τότε μια ειδοποίηση προς το τηλέφωνο του παραλήπτη ενεργοποιείται μέσω GSM ώστε να ενημερωθεί για την ολοκλήρωση της παράδοσης. Μπορούν, για παράδειγμα, να τους υπενθυμίσουν να ελέγχουν το γραμματοκιβώτιό τους ή να το παρακολουθούν όταν βρίσκονται σε διακοπές. Η ίδια αρχή θα μπορούσε να εφαρμοστεί στις εφαρμογές της DHL όπως στο Paketkasten ή στο Parcelbox, οι οποίες είναι λύσεις για το ηλεκτρονικό εμπόριο, όπου οι χρήστες μπορούν να εγκαταστήσουν ένα ιδιωτικό κουτί αποσκευών στην μπροστινή πόρτα τους. Αυτή τη στιγμή ξεκινάει η εφαρμογή της στη Γερμανία. Όμως, καθώς οι όγκοι των επιστολών μειώνονται και οι όγκοι των δεμάτων αυξάνονται, στο μέλλον οι έξυπνες θυρίδες ελεγχόμενης θερμοκρασίας αντικαθιστούν τελικά τα παραδοσιακά γραμματοκιβώτια και εξασφαλίζουν παράδοση δεμάτων, ειδών παντοπωλείου και άλλων περιβαλλοντικά ευαίσθητων αγαθών (J. Macaulay, L. Buckalew και G. Chung, 2015).

Εικόνα 2.4.5: Παράδοση τελευταίου μιλίου με τη χρήση του «IoT» σύμφωνα με την DHL



(Πηγή: J. Macaulay, et al.2015, σελ. 22)

Το συνδεδεμένο γραμματοκιβώτιο είναι μόνο ένα μέρος μιας γενικής τάσης των προϊόντων "έξυπνης κατοικίας", που οι καταναλωτές αρχίζουν να υιοθετούν. Ένα κοινό παράδειγμα που βασίζεται στο «IoT» με τον καταναλωτικό κόσμο είναι το συνδεδεμένο ψυγείο. Επιτρέπει την παρακολούθηση των ημερομηνιών λήξης των προϊόντων που αποθηκεύονται σε αυτό, ανιχνεύει πότε τα αναλώσιμα τελειώνουν και τα παραγγέλνει αυτόματα on-line. Αυτές οι αυτόματες λύσεις αναπλήρωσης και πρόβλεψης έχουν επιπτώσεις στους παρόχους εφοδιαστικής. Για παράδειγμα, οι αισθητήρες ανιχνεύουν πότε ένας λιανοπωλητής έχει χαμηλό απόθεμα και τοποθετεί μια παραγγελία αυτόματα στο πλησιέστερο κέντρο διανομής, μειώνοντας τον χρόνο παράδοσης και αποφεύγοντας τις ελλείψεις που οδηγούν σε χαμένες πωλήσεις. Η Amazon έχει κατοχυρώσει με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας έναν αλγόριθμο που προβλέπει μια αγορά από έναν πελάτη πριν το επιβεβαιώσει, για να επιτρέψει την πρόωρη αποστολή. Αυτό μετακινεί το προβλεπόμενο προϊόν για αγορά στη πλησιέστερη διεύθυνση παράδοσης του πελάτη για εξοικονόμηση του χρόνου παράδοσης. Έτσι, συνδυάζοντας τα δεδομένα των αισθητήρων με τα δεδομένα των πελατών, οι πάροχοι logistics θα μπορούσαν στο μέλλον να

προσφέρουν μια μεγάλη ποικιλία ad hoc και προληπτικών υπηρεσιών παράδοσης για σπίτια και τοπικές επιχειρήσεις (J. Macaulay, L. Buckalew και G. Chung, 2015).

Μια άλλη περίπτωση χρήσης του «IoT», η οποία δημιουργείται από τον πολλαπλασιασμό των έξυπνων συσκευών και των οικιακών προϊόντων, είναι η ευέλικτη διεύθυνση παράδοσης. Σήμερα, οι περισσότεροι διαδικτυακοί καταναλωτές έχουν την επιλογή να δώσουν μια προτιμώμενη διεύθυνση παραλαβής ή να επιλέξουν έναν εναλλακτικό τρόπο παράδοσης, όπως έναν σταθμό αποστολής. Έχουν διεξαχθεί πολλά πειράματα για την παροχή πιο ευέλικτης παράδοσης, αλλά ένα από τα βασικά ζητήματα ήταν η αντιστοίχιση της παράδοσης σε πραγματικό χρόνο με τις συγκεκριμένες διευθύνσεις και τις χρονοθυρίδες, με οικονομικά αποδοτικό τρόπο για τον πάροχο λύσεων εφοδιαστικής. Για λύσεις με δυνατότητα χρήσης του «IoT», τα πακέτα με ετικέτες προσφέρουν μεγαλύτερη ορατότητα στον παραλήπτη, όταν το δέμα αναμένεται να φτάσει και εάν απαιτείται αλλαγή στη διεύθυνση, για παράδειγμα, εάν είναι στη δουλειά. Εάν δεν είναι σαφές ποιο είναι το πρόγραμμα του παραλήπτη, τα προϊόντα smarthome με αισθητήρες εγγύτητας (π.χ. έξυπνα φώτα) θα μπορούσαν να ανιχνεύσουν εάν ο παραλήπτης είναι στο σπίτι και να επικοινωνήσει με τον διανομέα εν καιρώ για το εάν είναι δυνατή η παράδοση. Μία ευέλικτη υπηρεσία διευθύνσεων παράδοσης θα μπορούσε επίσης να ξεκινήσει από τον πάροχο logistics. Εφαρμόζοντας προγνωστικά για τα ιστορικά δεδομένα τοποθεσίας του παραλήπτη μέσω του κινητού τηλεφώνου του (με τη συμμετοχή του παραλήπτη στην υπηρεσία), ο πάροχος μπορεί να ζητήσει επιβεβαίωση του αναμενόμενου χρόνου παράδοσης και της τοποθεσίας (J. Macaulay, L. Buckalew και G. Chung, 2015). Τα νέα επιχειρηματικά μοντέλα για τη δημιουργία εσόδων και βελτιστοποίησης του ταξιδιού επιστροφής είναι επίσης δυνατά με το «IoT», καθώς συνδέει τους ανθρώπους με τα οχήματα και τα άτομα που το περιβάλλουν. Οι πρωτοποριακές επιχειρήσεις όπως το Shyp⁴³ αναπτύσσουν νέους τρόπους για την αποστολή προϊόντων και την

πραγματοποίηση παραλαβών. Οι καταναλωτές λαμβάνουν απλά μια εικόνα του αντικειμένου, το οποίο πρέπει να αποσταλεί και εισάγουν όλες τις πληροφορίες παράδοσης σε μια εφαρμογή. Ένας υπάλληλος Shyp συλλέγει το στοιχείο για συσκευασία και παράδοση. Επιπλέον υπηρεσίες μπορούν να εισαχθούν με την αύξηση της χρήσης ετικέτας σε επίπεδο προϊόντος. Στο μέλλον, καθώς η RFID ή άλλες αισθητικές ετικέτες θα εφαρμοστούν παντού, ένα μοναδικό προϊόν θα παρακολουθείται μέσω μιας εκτυπωμένης έξυπνης ετικέτας NFC που ενσωματώνει αισθητήρες για την παρακολούθηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Για παράδειγμα, όταν οι σοκολάτες ή άλλες ευπαθείς παραγγελίες παραγγέλλονται από το διαδίκτυο, οι καταναλωτές θα μπορούν να χρησιμοποιούν το smartphone τους, μέσω του NFC, για να ελέγξουν κατά την άφιξή τους, εάν έχει διατηρηθεί η σωστή θερμοκρασία κατά τη μεταφορά και εάν η σφραγίδα έχει σπάσει (J. Macaulay, L. Buckalew και G. Chung, 2015). Στα σπύτια και τα σούπερ μάρκετ, οι καταναλωτές θα μπορούν να σαρώσουν αντικείμενα όπως τα συσκευασμένα πουλερικά για να δουν αν διατηρείται η ιδανική θερμοκρασία από τη στιγμή που τα πουλερικά συσκευάστηκαν μέχρι να φτάσουν στο ψυγείο του σπιτιού. Σε μια αυξανόμενη αγορά B2C για φαρμακευτικά προϊόντα, ο τελικός καταναλωτής μπορεί να ελέγξει την ακεραιότητα του ιατρικού του προϊόντος (π.χ. ορού), πριν από τη χρήση. Μία καινοτόμος εταιρεία που οδηγεί στην παραγωγή ηλεκτρονικών εντύπων είναι η Thinfilm, η οποία έχει επίσης συνεργαστεί πρόσφατα με τη Xerox για να δημιουργήσει ετικέτες έξυπνης μνήμης. Το Thinfilm πρόσφατα πειραματίστηκε με τη Diageo για τη δημιουργία ενός έξυπνου μπουκαλιού ουίσκι που παρέχει στους καταναλωτές πληροφορίες σχετικά με την ακεραιότητα του μπουκαλιού καθώς και άλλα πρόσθετα όπως διαφημιστικές προσφορές. Εάν αυτό το επίπεδο λεπτομερών πληροφοριών είναι διαθέσιμο για ένα μόνο προϊόν, οι πάροχοι υπηρεσιών logistics στο τελευταίο μίλι θα έχουν πολύ μεγαλύτερη διαφάνεια σχετικά με το περιεχόμενο ενός δέματος (εφόσον το

επιτρέπει ο πελάτης). Θα μπορούν να καταλάβουν, για παράδειγμα, εάν ένα αντικείμενο απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή στη θερμοκρασία ή αν είναι ιδιαίτερα εύθραυστο. Αυτό, φυσικά, θα προσέθετε πολυπλοκότητα στην παράδοση, αλλά θα δημιουργούσε επίσης μια ευκαιρία για τους παρόχους logistics να αυξήσουν τα πρότυπα υπηρεσιών για τους πελάτες και τους τελικούς καταναλωτές (J. Macaulay, L. Buckalew και G. Chung, 2015).

2.5 Παράγοντες επιτυχίας για το «IoT» στην Εφοδιαστική Αλυσίδα

Μέχρι στιγμής, οι περιπτώσεις που αναφέρθηκαν σχετικά με το «IoT» επικεντρώθηκαν στις περιπτώσεις ατομικής χρήσης κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού. Αλλά αυτό δεν είναι σε καμία περίπτωση ένας πλήρης κατάλογος των περιπτώσεων χρήσης. Οι εταιρείες που επιθυμούν να αξιοποιήσουν το «IoT» στις δραστηριότητές τους δεν θα πρέπει να εξετάσουν απλώς την εφαρμογή μιας περίπτωσης ενιαίας χρήσης στο πλαίσιο αποθήκευσης, μεταφοράς ή διανομής τελευταίου μιλίου. Το κλειδί για την επιτυχία έγκειται στην κατανόηση της σύγκλισης αυτών των περιπτώσεων μεταξύ τους. Για παράδειγμα, ένα αυτοκίνητο που δεν μπορεί να συνδεθεί με άλλο όχημα ή με ένα έξυπνο χώρο στάθμευσης θα είναι λιγότερο αποτελεσματικό. Μια έξυπνη παλέτα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διαχείριση αποθεμάτων σε μια αποθήκη αλλά όχι στο κατάστημα του λιανοπωλητή θα προσφέρει περιορισμένα οφέλη. Ως εκ τούτου, στον πυρήνα του «IoT» θα απαιτηθεί η δημιουργία και η διαχείριση ενός ευφυούς δικτύου περιουσιακών στοιχείων που συνδέονται με διαφορετικά, κάθετα και οριζόντια, στοιχεία μέσα στην αλυσίδα εφοδιασμού.

Η εφοδιαστική είναι συνήθως ένας κλάδος χαμηλής περιθωριοποίησης και κατακερματισμού, ειδικά σε οδικές εμπορευματικές μεταφορές, όπου υπάρχουν δεκάδες χιλιάδες διαφορετικοί προμηθευτές με διαφορετικά πρότυπα λειτουργίας για τοπικές, εγχώριες και διεθνείς επιχειρήσεις. Επιπλέον, καθώς η εφοδιαστική είναι μια τέτοια

δικτυακή επιχείρηση, θα είναι απαραίτητο να προσαρμοστούν ολόκληρα τα δίκτυα πριν από την εφαρμογή νέων λύσεων και αυτό σημαίνει, ότι πρέπει να πραγματοποιηθούν σημαντικές επενδύσεις.

Η επιτυχής εφαρμογή του «IoT» στον τομέα της εφοδιαστικής θα απαιτήσει στενή συνεργασία, σε συνδυασμό με υψηλά επίπεδα συμμετοχής μεταξύ διαφόρων παραγόντων και ανταγωνιστών στην αλυσίδα εφοδιασμού και κοινή προθυμία επενδύσεων. Ο κοινός τελικός στόχος θα είναι να δημιουργηθεί ένα ακμάζον οικοσύστημα του «IoT» (J. Macaulay, L. Buckalew και G. Chung, 2015).

Οι παράγοντες που απαιτούνται για να επιτευχθεί η χρήση του «IoT» (Elkhdr et al., 2016) είναι:

- Σαφής και τυποποιημένη προσέγγιση, για τη χρήση μοναδικών αναγνωριστικών ή ετικετών για διάφορους τύπους περιουσιακών στοιχείων, μεταξύ διαφορετικών βιομηχανιών σε παγκόσμια κλίμακα,
- Αδιάλειπτη διαλειτουργικότητα για ανταλλαγή πληροφοριών από αισθητήρες σε ετερογενή περιβάλλοντα,
- Δημιουργία εμπιστοσύνης και κατοχύρωσης των δεδομένων που παράγονται και αντιμετώπιση ζητημάτων ιδιωτικοποίησης στην αλυσίδα εφοδιασμού που τροφοδοτείται από το «IoT»,
- Σαφής εστίαση στην αρχιτεκτονική του «IoT»,
- Αλλαγή της επιχειρησιακής νοοτροπίας ώστε να αντιληφθούν τις δυνατότητες του Διαδικτύου των πραγμάτων.

Πλεονεκτήματα:

- Η διαθεσιμότητα των πληροφοριών θα είναι ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα του «IoT».
- Με τη βοήθεια του «IoT» η παρακολούθηση αντικειμένων και διαδικασιών θα γίνει ευκολότερη.
- Ο χρόνος είναι χρήμα. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα του «IoT» είναι τα χρήματα. Αν το κόστος ετικετοποίησης και παρακολούθησης του εξοπλισμού είναι μικρότερο από το ποσό των χρημάτων που εξοικονομούνται, τότε το «IoT» θα υιοθετηθεί ευρέως.
- Για την αλυσίδα εφοδιασμού, από τον κατασκευαστή έως τον τελικό χρήστη, το Διαδίκτυο των πραγμάτων σημαίνει πλουσιότερα δεδομένα και βαθύτερη νοημοσύνη για όλα τα μέρη ενός δικτύου παροχής. Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας θα συνεχίσει να χρησιμοποιεί αυτές τις προηγμένες τεχνολογίες για τη βελτίωση της ροής εργασίας στο εργοστάσιο, την αύξηση της παρακολούθησης υλικού και τη βελτιστοποίηση της διανομής για τη μεγιστοποίηση των εσόδων

Μειονεκτήματα:

- Η "πολυπλοκότητα" για την κατασκευή ασφαλών και μεγάλων δικτύων θα αποτελέσει τρομακτικό εμπόδιο για τις εταιρείες που επιδιώκουν το ««IoT»». Με ένα πολύπλοκο σύστημα, υπάρχουν περισσότερες πιθανότητες αποτυχίας.
- Η μεγαλύτερη ανησυχία με τη χρήση του «IoT» είναι το τρίπτυχο "Privacy/ Security/ Safety". Ένα σύστημα που βασίζεται σε μεγάλο δίκτυο μπορεί εύκολα να υπονομευθεί. Η κρυπτογράφηση δεδομένων είναι επίσης σημαντική, διαφορετικά υπάρχει η πιθανότητα απώλειας της ιδιωτικής ζωής.

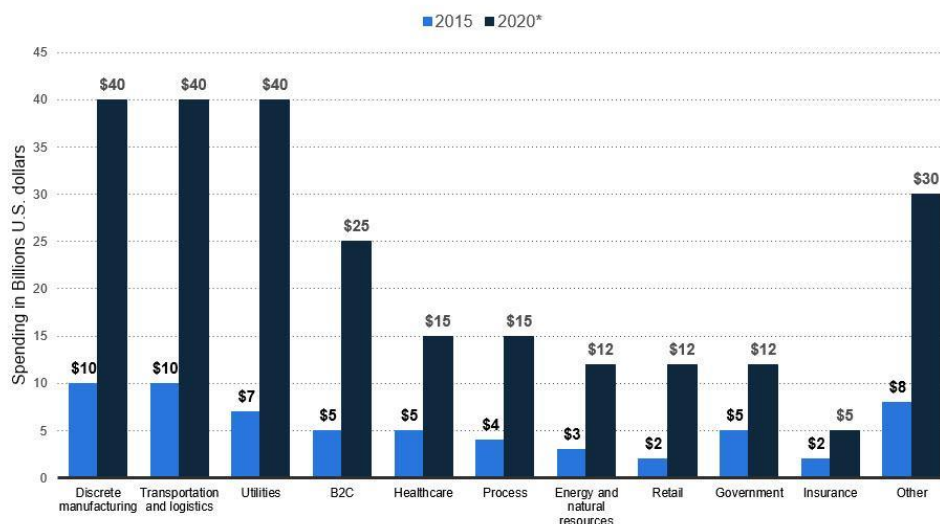
Συμπερασματικά, το «IoT» αντιπροσωπεύει την επόμενη εξέλιξη του Διαδικτύου. Δεδομένου ότι οι άνθρωποι προχωρούν και εξελίσσονται μετατρέποντας τα δεδομένα σε πληροφορίες, γνώση και σοφία, το «IoT» έχει τη δυνατότητα να αλλάξει τον κόσμο όπως το γνωρίζουμε σήμερα - προς το καλύτερο.

3. Διεθνείς τάσεις και προβλέψεις

Το Internet of Things στις μέρες μας βρίσκεται στο επίκεντρο της διαδικασίας ψηφιοποίησης της οικονομίας και της κοινωνίας επηρεάζοντας κυρίως τον τρόπο εργασίας και επικοινωνίας μας. Δημιουργείται ένα σύστημα το οποίο εξαπλώνεται ταχύτατα σε διάφορους τομείς και επηρεάζει την παγκόσμια αγορά συσκευών «IoT» σε σημείο τέτοιο ώστε το τρέχον έτος να ξεπεράσουν σε αριθμό τα κινητά τηλέφωνα σύμφωνα με μελέτη του ΣΕΠΕ. Το τελευταίο Ericsson Mobility Report αναφέρει ότι ο αριθμός των συνδεδεμένων «IoT» συσκευών αναμένεται να αυξάνεται μεταξύ 2018 και 2025 με μέσο ετήσιο ποσοστό 30% και να φτάσει τα 3,5 δισεκατομμύρια συσκευές. Μέχρι το 2020, οι βιομηχανίες μεταποίησης, μεταφοράς και υλικοτεχνικής υποστήριξης αναμένεται να ξοδέψουν 40 δισεκατομμύρια δολάρια σε πλατφόρμες, συστήματα και υπηρεσίες διαδικτύου. Σε παγκόσμιο επίπεδο, το B2C Commerce αναμένεται να επενδύσει 25 δισεκατομμύρια σε συστήματα, λογισμικό και πλατφόρμες «IoT» εντός δύο ετών. Οι κλάδοι υγειονομικής περίθαλψης και επεξεργασίας αναμένεται να επενδύσουν 15 δισεκατομμύρια το σε διαδικτυακό τόπο. Η προβλεπόμενη αύξηση των δαπανών σε κατακόρυφα επίπεδα παγκοσμίως, από το 2015 έως το 2020 φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.

Εικόνα 3.1: Δαπάνες για χρήση του «IoT» σε παγκόσμια κλίμακα το 2015 και 2020 (σε δισεκατομμύρια δολάρια)

Spending on Internet of Things Worldwide by Vertical in 2015 and 2020 (in billions of U.S. dollars)

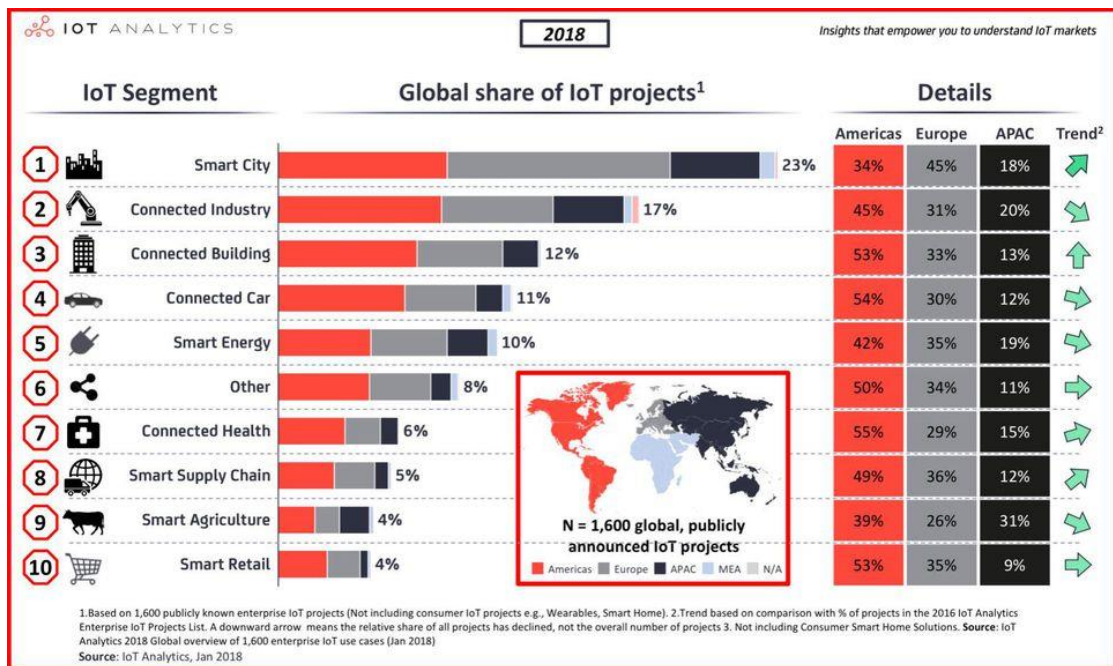


statista

(Πηγή: Forbes, 2017)

Οι έξυπνες πόλεις (23%), η συνδεδεμένη βιομηχανία (17%) και τα συνδεδεμένα κτίρια (12%) είναι τα τρία κορυφαία έργα «IoT» που βρίσκονται σε εξέλιξη. Σύμφωνα με την «IoT» Analytics διαπιστώνεται ότι σχεδόν τα μισά από τα έργα που αφορούν τις έξυπνες πόλεις (45%) λαμβάνουν μέρος στην Ευρώπη, ενώ η Αμερική οδηγεί στον τομέα της Υγείας, με το 55% των παγκόσμιων σχεδίων σήμερα. Η Αμερική ηγείται και στα προγράμματα συνδεδεμένων οχημάτων, με το 54% παγκοσμίως. (IoT Analytics, Τα 10 κορυφαία τμήματα του IoT το 2018).

Εικόνα 3.2: Εφαρμοσμένα έργα «IoT» σε παγκόσμια κλίμακα.

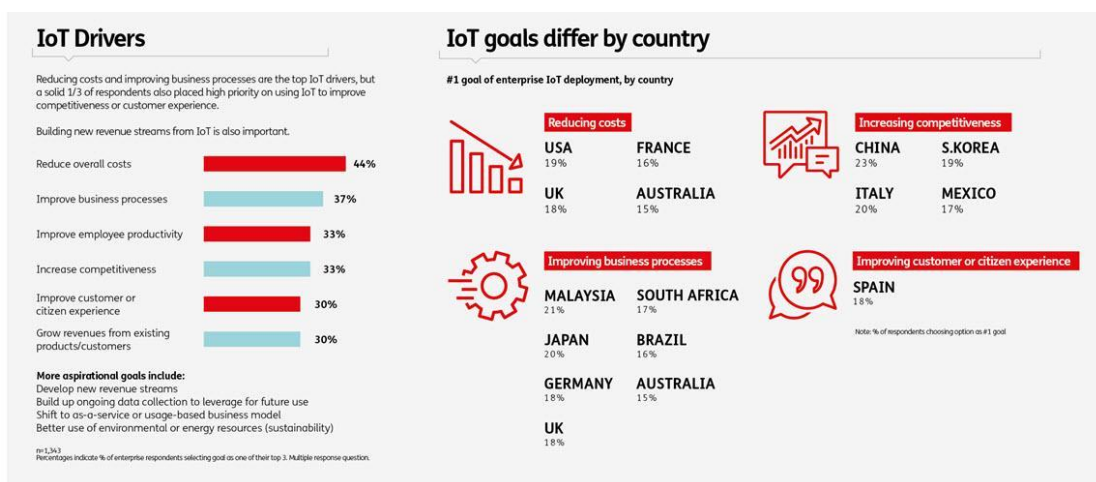


(Πηγή: IoT Analytics, 2018)

Οι κινεζικές επιχειρήσεις υιοθετούν συχνότερα το «IoT» για την αύξηση της ανταγωνιστικότητας (23%), ενώ οι αμερικανικές εταιρείες επικεντρώνονται στη μείωση του κόστους (19%). Σε έρευνα της Onum φαίνεται ότι η Κίνα είναι ο παγκόσμιος ηγέτης στην υιοθέτηση του «IoT» στις βιομηχανίες και τις επιχειρήσεις ώστε να γίνουν πιο ανταγωνιστικές, ενώ κύριος στόχος των επιχειρήσεων στη Μαλαισία είναι η βελτίωση των επιχειρηματικών διαδικασιών (21%). Το παρακάτω γράφημα παρέχει μια ανάλυση των στόχων ανά χώρα και κορυφαίους ηγέτες στην υιοθεσία «IoT» συστημάτων.

(Πηγή: Onum «IoT» Survey Results Infographic).

Εικόνα 3.3: Διαφορετική προσέγγιση στη χρήση του «IoT» ανάλογα τη χώρα και τους στόχους.

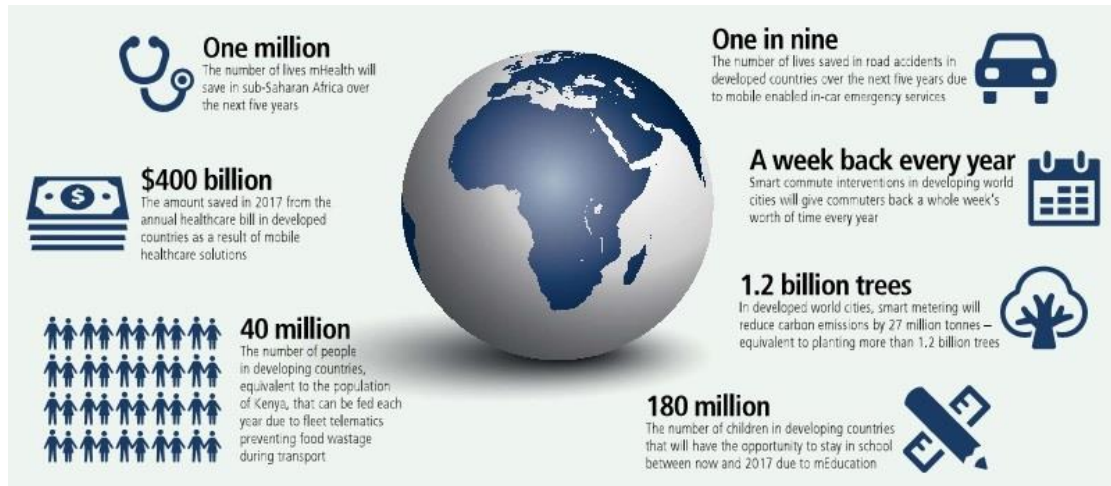


(Πηγή: Ovum, 2018)

3.1 Καταναλωτικές και κοινωνικοοικονομικές επιδράσεις

Η ολοένα αυξανόμενη συνδεσιμότητα μεταξύ ανθρώπων και λειτουργιών θα δημιουργήσει ένα νέο κύμα πολλαπλών υπηρεσιών να γίνονται αυτόματα χρηστικές από τους καταναλωτές όποτε και όπου αυτό απαιτείται, εισάγοντας έτσι την έννοια της «Συνδεδεμένης Ζωής». Υποστηριζόμενο δε από την συνεργασία μεταξύ διαφόρων κλάδων θα έχει θετικό αντίκτυπο σε όλους τους κλάδους, από την αυτοκινητοβιομηχανία και την υγειονομική περίθαλψη ως την εφοδιαστική αλυσίδα, και θα ωφελήσει δισεκατομμύρια ανθρώπους σε παγκόσμιο επίπεδο. Η νέα αυτή μορφή διασύνδεσης θα έχει θεμελιώδη επίδραση στην ζωή και τις συνήθειες των ανθρώπων και όπως αναμένεται θα επιφέρει σημαντικά οφέλη στην κοινωνία και το περιβάλλον. Με την ικανότητα που δίνεται από την χρήση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και την παροχή απομακρυσμένου ελέγχου, μπορεί να μειωθεί δραματικά η παραγωγή αποβλήτων και να αυξηθεί η παραγωγικότητα.

Εικόνα 3.1.1: Επιπτώσεις στην κοινωνία και την οικονομία από τη χρήση του «IoT»



(Πηγή: Price Waterhouse Coopers for the GSMA, 2012)

Τέτοιες υπηρεσίες θα συμβάλουν στην οικονομική ανάπτυξη με την δημιουργία νέων επιχειρηματικών ευκαιριών σε φορείς κινητής τηλεφωνίας, προμηθευτές εξοπλισμού και παρακείμενες βιομηχανίες. Από την πλευρά της ζήτησης, θα βοηθήσει με τη χρηματοδότηση ανάπτυξης αναβαθμισμένων δικτύων κινητής τηλεφωνίας ικανών να παρέχουν το «IoT» και ευρυζωνική σύνδεση σε όλο τον κόσμο. Νέες ροές εσόδων, δημιουργία νέων επιχειρηματικών μοντέλων, αύξηση της αποτελεσματικότητας και βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών θα δημιουργηθούν από την αγορά συνδεδεμένων συσκευών με στόχο να εφαρμοστούν σε πολλούς και διαφορετικούς τομείς (GSMA, 2014).

Μια έρευνα της GSMA προβλέπει ότι το 2020 τα έσοδα από την πώληση συνδεδεμένων συσκευών και υπηρεσιών που σχετίζονται με αυτές θα είναι αξίας 2,5 τρισεκατομμυρίων δολαρίων ενώ οι μειώσεις από τα κόστη και την βελτίωση των υπηρεσιών αναμένεται να φτάσει τα 2 τρισεκατομμύρια.

Συμπεράσματα

Ενώ η έννοια του συνδυασμού υπολογιστών, αισθητήρων και δικτύων για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των συσκευών βρίσκεται εδώ και δεκαετίες στο προσκήνιο, οι πρόσφατες τεχνολογίες και οι τάσεις των αγορών οδηγούν σε μια νέα πραγματικότητα για το «Διαδίκτυο των πραγμάτων». Το «IoT» υπόσχεται να δημιουργήσει έναν επαναστατικό, πλήρως διασυνδεδεμένο «έξυπνο» κόσμο, όπου οι σχέσεις μεταξύ των αντικειμένων, περιβάλλοντος και ανθρώπων γίνονται όλο και πιο στενά συνδεδεμένες. Η προοπτική του Διαδικτύου των πραγμάτων, μπορεί να αλλάξει θεμελιωδώς τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι σκέφτονται.

Εταιρείες όπως η IBM και η CISCO επενδύουν πολύ στην οικοδόμηση δικτύων «IoT», καθώς αποτελεί το «Next Big Thing». Μεγάλες εταιρίες της αλυσίδας εφοδιασμού, όπως το Amazon και η DHL, είναι ήδη μπροστά στο παιχνίδι. Με τόσες πολλές ευκαιρίες για τον εξορθολογισμό της διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού και τη βελτιστοποίηση κάθε στοιχείου παραγωγής, οι δυνατότητες είναι πραγματικά ατελείωτες. Από τον κατασκευαστή έως τον τελικό χρήστη, το Διαδίκτυο των πραγμάτων σημαίνει πλουσιότερα δεδομένα και βαθύτερη νοημοσύνη για όλα τα μέρη ενός δικτύου παροχής logistics. Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας θα συνεχίσει να χρησιμοποιεί αυτές τις προηγμένες τεχνολογίες για την βελτίωση της παρακολούθησης των υλικών, των αποστολών, των αποθεμάτων, των παραγγελιών, των πόρων και της τήρησης των βέλτιστων πρακτικών υγείας και ασφάλειας με απώτερο σκοπό τη μεγιστοποίηση των εσόδων. Το υψηλό κόστος υλοποίησης, το οποίο αποτέλεσε σημαντικό εμπόδιο για το «IoT», έχει επίσης μειωθεί σημαντικά με την πάροδο των ετών λόγω της παροχής οικονομικότερων αισθητήρων και επικοινωνιών. Οι πελάτες επίσης θα δουν τα οφέλη με

εύκολες στην παρακολούθηση παραδόσεις, βελτιωμένη εμπειρία αγορών και μεγαλύτερες ανταμοιβές.

Δεδομένου ότι οι άνθρωποι προχωρούν και εξελίσσονται μετατρέποντας τα δεδομένα σε πληροφορίες, γνώση και σοφία, το «IoT» έχει τη δυνατότητα να αλλάξει τον κόσμο όπως το γνωρίζουμε σήμερα, προς το καλύτερο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

Μούρτου, Α. & Κυρανάς, Α. (2016) *Internet of Things*. (Μη εκδοθείσα διπλωματική εργασία), Α.Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

Μπούρα, Α. (2015). *Internet of Things: Εφαρμογή σε έξυπνες πόλεις*. Μη εκδοθείσα διπλωματική εργασία. Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Παντελίδης, Π. (2017). *Η έννοια της έξυπνης πόλης*. Μη εκδοθείσα διπλωματική εργασία. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Παπαγρίβας, Ε. & Φραγκουλάκης, Γ. (2016). *ΤΟ INTERNET ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ – INTERNET OF THINGS*. (Μη εκδοθείσα διπλωματική εργασία), Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας.

ΣΕΠΕ (2016). *Οι συσκευές IoT θα ξεπεράσουν σε αριθμό τα κινητά τηλέφωνα το 2018*. Διαθέσιμο στο: <http://www.sepe.gr/gr/research-studies/article/6338364/oi-suskeues-iot-tha-xeperasoun-se-arithmo-ta-kinita-tilefona-to-2018/> [Accessed: 12 Ιουλίου 2017]

Fdl group (χ.χ). *Supply Chain Revolution – Τεχνολογία & Μέλλον της Εφοδιαστικής Αλυσίδας*.

Διαθέσιμο στο: <http://www.fdlgroup.gr/innovative-technology-transforming-the-future-of-the-logistics-industry/> [Πρόσβαση 18 Ιουλίου 2017]

I-tech4u.gr (2014). *Internet of Things σε απλά ελληνικά*.

Διαθέσιμο στο: <http://www.itech4u.gr/tech/hands-on/item/7262-internet-of-things-se-apla-ellinika/7262-internet-of-things-se-apla-ellinika> [Πρόσβαση 14 Μαρτίου 2018]

Κομνηνός, Ν. (2006). *Έξυπνες Πόλεις: Συστήματα Καινοτομίας και Τεχνολογίες Πληροφορίας στην Ανάπτυξη των Πόλεων* Περιοδικό Αρχιτέκτονες, Τεύχος 60, σελ. 72-75

Διαθέσιμο στο: <https://www.urenio.org/wp-content/uploads/2008/11/2006-ceadcebecf85cf80cebdcceb5cf82-cf80cf8ccebcbceb5ceb9cf82-ceb1cf81cf87ceb9cf84ceadcebacf84cebfcebdceb5cf82-1.pdf> [Πρόσβαση: 17 Αυγούστου 2018]

Ξένη

Banker, S., (2014). *Warehouse Management Systems & Warehouse Control Systems in the Age of the Internet of Things*. Διαθέσιμο στο: http://www.supplychain247.com/article/warehouse_management_systems_warehouse_control_systems [Accessed: 12 Ιουλίου 2017]

Braun, G. (n.d). *The Internet of Things and the Modern Supply Chain*, (white paper). Διαθέσιμο στο: <https://www.c3solutions.com/wp-content/uploads/2015/08/The-Internet-of-Things-and-the-Modern-Supply-Chain-White-Paper.pdf> [Accessed: 12 Ιουλίου 2017]

Bughin, J., Manyika, J & Woetzel, J. (2018). *Smart Cities: Digital Solutions for A More Livable Future*. Διαθέσιμο στο: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/capital%20projects%20and%20infrastructure/our%20insights/smart%20cities%20digital%20solutions%20for%20a%20more%20livable%20future/mgi-smart-cities-full-report.ashx> [Accessed: 17 Αυγούστου 2018]

Cygnets- infotech (2017). *Healthcare IoT for Smart Medical Revolution*, Crytech. Διαθέσιμο στο: <https://www.cygnets-infotech.com/blog/healthcare-iot-for-smart-medical-revolution?sthash.WgYv2R8A.jtH2PDpt.mjjo> [Πρόσβαση 14 Μαρτίου 2018]

D. R. Gnimpieba, A. Nait-Sidi-Moh, D. Durand, and J. Fortin, (2015). *Using Internet of Things technologies for a collaborative supply chain: Application to tracking of pallets and containers*, Procedia - Procedia Computer Science, vol. 56, no. MSIS, pp. 550–557 [Πρόσβαση 21 Σεπτεμβρίου 2018].

Deloitte. Insights (2015). *Shipping smarter: IoT opportunities in transport and logistics*. Διαθέσιμο στο: <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/internet-of-things/iot-in-shipping-industry.html> [Πρόσβαση 13 Ιουλίου 2017]

Deloitte Insights (2015). *Forging links into loops: The Internet of Things' potential to recast supply chain management.*

Διαθέσιμο στο: <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/deloitte-review/issue-17/internet-of-things-supply-chain-management.html> [Πρόσβαση 13 Ιουλίου 2017]

Deloitte University Press, (n.d). *Inside the Internet of Things (IoT).*

Διαθέσιμο στο: https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/iot-primer-iot-technologies-applications/DUP_1102_InsideTheInternetOfThings.pdf [Accessed: 12 Ιουλίου 2017]

Diwan, M.A, (2016). *Internet of things in logistics: towards autonomous logistics & smart logistics entities, The international maritime transport & logistics conference (marlog 5).* Alexandria 13- 15 March. Egypt: Graduate School of Business Arab Academy for Science, Technology & Maritime Transport pp 4-8

Dobkin, D. M. & Aboussouan, B., (2009). *Low power Wi-Fi (IEEE 802.11) for IP smart objects, GainSpan Corporation,*

Διαθέσιμο στο: http://www.gainspan.com/docs2/Low Power Wi-Fi for Smart IP Objects_WP_cmp.pdf [Accessed: 17 Αυγούστου 2018]

Dombach, D. (2015). *How the internet of things is improving transportation and logistics, Zebra technologies,*

Διαθέσιμο στο: <http://blogs.zebra.com/how-the-internet-of-things-is-improving-transportation-and-logistics> [Accessed: 13 Ιουλίου 2017]

E. Borgia, (2014). *The internet of things vision: Key features, applications and open issues,* Computer Communications. vol. 54, pp. 1–31 [Πρόσβαση 21 Σεπτεμβρίου 2018].

Elkhodr, M., Shahrestani, S & Cheung, H. (2016). *The internet of things: new interoperability, management and security challenges.* International Journal of Network Security & Its Applications (IJNSA), 8 (2), pp 85-99

Evans, D., (2011). *The Internet of Things - How the Next Evolution of the Internet is Changing Everything*, CISCO white Pap. No. April, pp. 1–11.

Διαθέσιμο στο:

https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf

[Accessed: 6 Σεπτεμβρίου 2018]

Forbes, (2017). *Roundup of Internet of Things Forecasts*.

Διαθέσιμο στο: <https://www.forbes.com/sites/louiscolombus/2017/12/10/2017-roundup-of-internet-of-things-forecasts/#14dabed71480> [Accessed: 22 Σεπτεμβρίου 2018]

Gartner (2015). *Five Ways the Internet of Things Will Benefit the Supply Chain*

Διαθέσιμο στο: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/five-ways-the-internet-of-things-will-benefit-the-supply-chain-2/> [Πρόσβαση 13 Ιουλίου 2017]

Gartner (2015). *Gartner Says 6.4 Billion Connected "Things" Will Be in Use in 2016, Up 30 Percent From 2015*.

Διαθέσιμο στο: <https://www.gartner.com/newsroom/id/3165317> [Πρόσβαση 13 Ιουλίου 2017]

Gemalto security to be free (n.d). *What is a smart city*.

Διαθέσιμο στο: <https://www.gemalto.com/IoT/inspired/smart-cities> [Πρόσβαση 22 Ιουλίου 2018]

Ghosh, P., & Mahesh, T. R. (2015). *Smart City : Concept and Challenges*, IJAETS, 1, (1), pp 25–27.

Διαθέσιμο στο:

http://www.academia.edu/22502146/Smart_City_Concept_and_Challenges

Gsma (2014). *Gsma*.

Διαθέσιμο στο: https://www.gsma.com/iot/wp-content/uploads/2014/08/cl_iot_wp_07_14.pdf

[Accessed: 27 Απριλίου 2018]

Huo, W. & Xu, X. (2014). *Applied research on supply chain management based on internet of things*, Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 6 (7), pp 1818-1823.

Διαθέσιμο στο: <http://www.jocpr.com/articles/applied-research-on-supply-chain-management-based-on-internet-of-things.pdf> [Πρόσβαση: 21 Αυγούστου 2018]

Hussain Fakhrudin (2017). *Farming 2.0: How Does IoT Help Agriculture ?*, Teks mobile. Διαθέσιμο στο: <http://teks.co.in/site/blog/farming-2-0-how-does-iot-help-agriculture/> [Πρόσβαση 14 Μαρτίου 2018]

Plegems, J. (2017). *The internet of things in health care*. Μη εκδοθείσα διδακτορική διατριβή, Universiteit Gent.

Internet Architecture Board-IAB, (2015). *RFC 7452*, Μάρτιος.

Διαθέσιμο στο: <https://tools.ietf.org/html/rfc7452> [Accessed: 13 Ιουλίου 2017]

Internet Society, (2015). *The Internet of Things: An Overview, Understanding the Issues and Challenges of a More Connected World*.

Διαθέσιμο στο: <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/08/ISOC-IoT-Overview-20151221-en.pdf> [Accessed: 12 Ιουλίου 2017]

IoT Analytics, (2018). *IoT Project List: Database of Enterprise IoT Projects 2018*.

Διαθέσιμο στο: <https://iot-analytics.com/product/list-of-1600-enterprise-iot-projects-2018/> [Accessed: 22 Σεπτεμβρίου 2018]

Isaca, (2015). *Internet of things: risk and value considerations*, (white paper).

Διαθέσιμο στο:

http://vbn.aau.dk/files/208325607/Internet_of_Things_whp_Eng_0115.pdf [Accessed: 27 Απριλίου 2018]

Kaur, N. & Monga, S., (2014). *Comparisons of wired and wireless networks: A review*, International Journal of Advanced Engineering Technology, 4, (2), pp 1-2.

Διαθέσιμο στο:

<http://www.technicaljournalonline.com/ijeat/VOL%20V/IJAET%20VOL%20V%20IS>

[SUE%20II%20APRIL%20JUNE%202014/Article%2009%20V%20II%202014.pdf](#)

[Accessed: 17 Αυγούστου 2018]

Macaulay, J., Buckalew L. & Chung, G., (2015). *INTERNET OF THINGS IN LOGISTICS: A collaborative report by DHL and Cisco on implications and use cases for the logistics industry*. Διαθέσιμο στο:

http://www.dhl.com/content/dam/Local_Images/g0/New_aboutus/innovation/DHLTren dReport_Internet_of_things.pdf [Accessed: 12 Ιουλίου 2017]

Machado, H. & Shah, K (n.d). *Internet of Things (IoT) impacts on Supply Chain*. (Μη εκδοθείσα διπλωματική εργασία), University of Houston.

Διαθέσιμο στο:

http://apicsterragrande.org/images/articles/Machado__Internet_of_Things_impacts_on_Supply_Chain_Shah_Machado_Second_Place_Grad.pdf [Accessed: 12 Ιουλίου 2017]

Manville, C., Cochrane, G., Cave, J., Millard, J., Pederson, J. K., Thaarup, R. K., Liebe, A., Wissner, M., Massink, R. & Kotterink, B. (2014). *Mapping smart cities in the EU. European Parliament: Policy Department, Economic and Scientific Policy*.

Διαθέσιμο στο:

[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE_ET\(2014\)507480_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE_ET(2014)507480_EN.pdf)

Miorandi, D., Sicari, S., De Pellegrini, F. & Chlamtac, I., (2012). *Internet of things: Vision, applications and research challenges*, Ad Hoc Networks, 10, (7), pp. 1497–1516,

Διαθέσιμο στο:

http://www.dicom.uninsubria.it/~sabrina.sicari/public/documents/journal/2012_IoT_vision.pdf [Accessed: 17 Αυγούστου 2018]

Newgenapps (2017). *How Internet of Things (IoT) is moving supply chain & logistics*, Newgenapps.

Διαθέσιμο στο: <https://www.newgenapps.com/blog/how-internet-of-things-iot-is-moving-supply-chain-logistics> [Πρόσβαση 13 Ιουλίου 2017]

Οvum, (2018). «IoT» *Survey Results Infographic*.

Διαθέσιμο στο: <https://ovum.informa.com/resources/product-content/iot-infographic>

[Accessed: 6 Σεπτεμβρίου 2018]

Postscapes (2018). *Internet of Things (IoT) History*.

Διαθέσιμο στο: <https://www.postscapes.com/internet-of-things-history/> [Πρόσβαση 14

Μαρτίου 2018]

Radar O'reilly (2014). *3 topologies driving IoT networking standards*. Διαθέσιμο στο:

<http://radar.oreilly.com/2014/04/3-topologies-driving-iot-networking-standards.html>

[Πρόσβαση 12 Σεπτεμβρίου 2018]

Ryan Sullings (2016). *Future Smart Metering & Internet of Things (IoT)*.

Διαθέσιμο στο: <https://www.linkedin.com/pulse/future-smart-metering-internet-things-iot-rian-sullings/> [Πρόσβαση 13 Ιουλίου 2017]

Tadejko, P. (2015). *Application of Internet of Things in Logistics – Current Challenges*, Economics and Management, 7(4), pp 54- 64.

Διαθέσιμο στο: <http://jem.pb.edu.pl/data/magazine/article/492/en/tadejko.pdf>

[Accessed: 13 Ιουλίου 2017]

Tauchmann, D. & Sikora, A., (2015). *Experiences and measurements with Bluetooth Low Energy (BLE) enabled and smartphone controlled embedded applications*, International Journal of Electronics and Electrical Engineering, 3, (4).

Διαθέσιμο στο: <http://www.ijeee.net/uploadfile/2014/0807/20140807112912704.pdf>

[Accessed: 17 Αυγούστου 2018]

Techprevue (2017). *The History of IoT (Internet of Things) and How It's Changed Today*. Διαθέσιμο στο: <https://www.techprevue.com/history-iot-changed-today/>

[Πρόσβαση 14 Μαρτίου 2018]