



Σχολή Επιστημών Διοίκησης Επιχειρήσεων
Τμήμα Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων

Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στη Διοίκηση Επιχειρήσεων
(Master in Business Administration)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων και ο αντίκτυπός του στην Διαχείριση
Αποθεμάτων»

Παπαδοπούλου Δανάη (mba23030)

Επιβλέπων Καθηγητής: Τσιότρας Γεώργιος

Περιεχόμενα	
Περίληψη	4
Abstract	5
Ευχαριστίες	6
Εισαγωγή	7
Κεφάλαιο 1 – Εισαγωγικές έννοιες	9
1.1 Ορισμός του Διαδικτύου των Πραγμάτων	9
1.2 Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων στις επιχειρήσεις	10
Κεφάλαιο 2 – Τα θεμέλια της Διαχείρισης Αποθεμάτων	15
2.1 Βασικές έννοιες (η σημασία, το background και η λειτουργία) του Inventory Management	15
2.1.1 Το background του Inventory Management	16
2.1.2 Η σημασία των αποθεμάτων για τις επιχειρήσεις	18
2.2 Επισκόπηση των παραδοσιακών συστημάτων διαχείρισης αποθεμάτων και οι προκλήσεις των συμβατικών μεθόδων	19
Κεφάλαιο 3 – Ενσωμάτωση IoT Τεχνολογιών	22
3.1 Κατανόηση των IoT τεχνολογιών	22
3.2 Προκλήσεις και προβληματισμοί σχετικά με την ενσωμάτωση IoT τεχνολογιών	23
Κεφάλαιο 4 – Τα οφέλη του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην Διαχείριση Αποθεμάτων	27
4.1 Πρόσθετη ακρίβεια και καλύτερη εικόνα αναφορικά με το διαθέσιμο απόθεμα	27
4.2 Αυτοματοποίηση, «έξυπνες» συσκευές και cloud computing στην διαχείριση αποθεμάτων	28
4.3 Παρουσίαση επιχείρησης με επιτυχή υιοθέτηση IoT τεχνολογιών στην λειτουργία της – Η περίπτωση της Amazon	29
Κεφάλαιο 5 – Ανάλυση δεδομένων και παράθεση αποτελεσμάτων της έρευνας που διεξήχθη	33
5.1 Γενικές πληροφορίες και δημογραφικά δεδομένα	33

5.2 Εξοικείωση του γενικού πληθυσμού με την τεχνολογία	35
5.3 Εξοικείωση του γενικού πληθυσμού με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων και εξέταση του βαθμού κατανόησης της εφαρμογής του στην Διαχείριση Αποθεμάτων.....	38
5.4 Αντίκτυπος, ανησυχίες και προσδοκίες για το μέλλον αναφορικά με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων	41
Κεφάλαιο 6 – Προκλήσεις και ανησυχίες αναφορικά με την χρήση του Διαδικτύου των Πραγμάτων	44
6.1 Ζητήματα ασφάλειας.....	44
6.2 Ζητήματα ιδιωτικότητας	47
6.3 Κόστος υλοποίησης IoT τεχνολογιών και Return of Investment (ROI)	48
Κεφάλαιο 7 – Παρουσίαση επιχείρησης με επιτυχή υιοθέτηση IoT τεχνολογιών στην λειτουργία της – Η περίπτωση της Siemens.	52
7.1 Οι λόγοι που η Siemens προχώρησε στην υιοθέτηση IoT τεχνολογιών	52
7.2 Τεχνολογίες που έχει αναπτύξει ή/και υιοθετήσει η Siemens.....	54
7.3 Αποτελέσματα και προτάσεις.....	56
Κεφάλαιο 8 – Περιβαλλοντικός αντίκτυπος.....	58
8.1 Διερεύνηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην Διαχείριση Αποθεμάτων.....	58
Κεφάλαιο 9 – Συμπεράσματα	60
Βιβλιογραφία.....	62

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων και οι λειτουργίες του αποκτούν ολοένα και πιο περίοπτη θέση στον επενδυτικό χάρτη πολλών επιχειρήσεων. Το ξεκίνημα μπορεί να έχει γίνει από μεγάλες εταιρείες, οι λύσεις όμως που προσφέρει γίνονται ευρέως γνωστές και υιοθετούνται και από άλλες μικρότερες. Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι να προσδιορίσει βασικές έννοιες γύρω από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αλλά και το Inventory Management καθώς και το πώς το πρώτο μπορεί να βελτιώσει την αποδοτικότητα και την παραγωγικότητα μιας επιχείρησης βοηθώντας στην καλύτερη και πιο ολοκληρωμένη διαχείριση του αποθέματος.

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης μελέτης, εκτός από τις βασικές έννοιες, γίνεται και μία προσπάθεια ανάλυσης του τρόπου λειτουργίας του Internet of Things, των συσκευών και του λογισμικού. Προκειμένου η IoT τεχνολογία να γίνει κατανοητή αλλά και για να μπορέσουμε να αντιληφθούμε τα οφέλη που μπορεί να έχει για μία επιχείρηση, πραγματοποιείται εκτενής αναφορά σε 2 μεγάλες εταιρείες, την Amazon και την Siemens, οι οποίες υιοθέτησαν με πολύ μεγάλη επιτυχία εργαλεία και συστήματα IoT για την διεκπεραίωση εργασιών που σχετίζονται με την διαχείριση αποθεμάτων.

Καθώς οι περισσότερες πληροφορίες που διατίθενται αφορούν δεδομένα ξένων χωρών, διεξήχθη μία έρευνα ώστε να γίνει καλύτερα αντιληπτό το αν και κατά πόσο οι Έλληνες γνωρίζουν και είναι εξοικειωμένοι με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων και τις λειτουργίες του. Η έρευνα διεξήχθη με την χρήση ερωτηματολογίου και περιλάμβανε ερωτήσεις ανοιχτού και κλειστού τύπου. Τα αποτελέσματα εμφανίζουν μεγάλο ενδιαφέρον και αποδεικνύουν ότι οι Έλληνες ασχολούνται με την τεχνολογία ενεργά και θέλουν να επωφελούνται από αυτή.

Τέλος, όπως με κάθε τι καινοτόμο και πολλά υποσχόμενο, αναλύονται οι ανησυχίες και προκλήσεις που υπάρχουν και τις οποίες θα πρέπει κανείς να λάβει υπόψη του ώστε να μπορέσει να αξιοποιήσει τις IoT δυνατότητες στο μέγιστο και με ασφάλεια. Στο τελευταίο κεφάλαιο, αναλύεται ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος της IoT τεχνολογίας, όπου παρατίθενται θετικά και αρνητικά χαρακτηριστικά του.

Abstract

In recent years, the Internet of Things and its functions have become increasingly prominent on the investment map of many companies. The start may have been made by large companies, but the solutions it offers are becoming widely known and are being adopted by other smaller companies. The purpose of this master thesis is to identify key concepts around both the Internet of Things and Inventory Management and how the former can improve the efficiency and productivity of a business by helping to manage inventory in a better and more integrated way.

Within this study, in addition to the basic concepts, an attempt is made to analyze how the Internet of Things, devices and software work. In order to understand IoT technology and to be able to understand the benefits it can have for a business, an extensive reference is made to 2 large companies, Amazon and Siemens, which have very successfully adopted IoT tools and systems to perform tasks related to inventory management.

As most of the information available concerns data from foreign countries, a survey was conducted in order to better understand whether and to what extent Greeks are aware of and familiar with the Internet of Things and its functions. The survey was conducted using a questionnaire and included open and closed questions. The results show great interest and prove that Greeks are actively engaged with technology and want to benefit from it.

Finally, as with anything innovative and promising, the concerns and challenges that exist and which one should take into account in order to be able to exploit IoT capabilities to the maximum and safely are analyzed. In the last chapter, the environmental impact of IoT technology is analyzed, where its positive and negative characteristics are listed.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κύριο Τσιότρα Γεώργιο για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του σ' αυτό το ταξίδι, καθώς και την οικογένεια μου που πάντα είναι δίπλα μου και με στηρίζει.

Εισαγωγή

Πώς θα σας φαινόταν να μπορείτε να ζεστάνετε το φαγητό στον φούρνο του σπιτιού σας, ενώ εσείς απολαμβάνεται τον καφέ σας σε μία γειτονική καφετέρια; Ή ακόμα να μπορείτε να ενεργοποιήσετε το πλυντήριο ρούχων ενώ δεν βρίσκεστε στο σπίτι, μέσω του κινητού σας; Η επαναστατική ανάπτυξη της τεχνολογίας στον 21^ο αιώνα έχει επιφέρει σημαντικές αλλαγές σε διάφορους τομείς της κοινωνίας. Ένα από τα σπουδαιότερα επιτεύγματα, το οποίο έχει αρχίσει να γίνεται ιδιαίτερα διαδεδομένο στις μέρες μας εξαιτίας και της ευκολίας σύνδεσης και πρόσβασης στο internet, είναι το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things)¹, το οποίο δημιουργεί νέες προοπτικές για την εποικοδομητική αλληλεπίδραση μεταξύ ψηφιακών συσκευών και ανθρώπων.

Η συνεχής ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην καθημερινή μας ζωή και ειδικά στις επιχειρηματικές δραστηριότητες έχει προκαλέσει μια καθοριστική αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε την Διαχείριση Αποθεμάτων. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνήσει τον μετασχηματιστικό αντίκτυπο του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην Διαχείριση Αποθεμάτων, μελετώντας ταυτόχρονα τον τρόπο με τον οποίο η άμεση συμβολή των ψηφιακών συσκευών -που συνδέονται μεταξύ τους μέσω internet-, των τεχνολογιών που βασίζονται σε αισθητήρες αλλά και της ανάλυσης δεδομένων οδηγούν σε αναδιαμόρφωση των παραδοσιακών συστημάτων και πρακτικών Διαχείρισης Αποθεμάτων.

Στα πλαίσια αυτής της διερεύνησης οφείλουμε να διευκρινίσουμε ορισμένες θεμελιώδης αρχές του Internet of Things και να αναλύσουμε το Constrained Application Protocol (CoAP) το οποίο επιτρέπει την σύνδεση και επικοινωνία μεταξύ πολλαπλών «έξυπνων» συσκευών αλλά και τους τρόπους με τους οποίους το IoT εφαρμόζεται και επηρεάζει τον κλάδο της Διαχείρισης Αποθεμάτων. Καθώς τα δίκτυα αναμεταξύ τους διασυνδεδεμένων συσκευών γίνονται όλο και πιο διαδεδομένα, η δυνατότητα συλλογής δεδομένων σε πραγματικό χρόνο παρουσιάζει πρωτοφανείς ευκαιρίες για βελτιωμένη προσβασιμότητα, έλεγχο και λήψη αποφάσεων σε ζητήματα απογραφής αποθέματος.

Τέλος, καθότι προκύπτουν ζητήματα ασφαλείας, παραβίασης της ιδιωτικότητας και γενικότερα των πληροφοριών που αναμεταδίδονται μέσω του διαδικτύου, κρίνεται απαραίτητο να αναλυθούν οι ανησυχίες αυτές καθώς και οι στάσεις που οι επιχειρήσεις, οι οργανισμοί και η κοινωνία ως σύνολο κρατούν απέναντι σε αυτές τις τεχνολογικές

¹ Χάριν συντομίας, σε ορισμένα σημεία του κειμένου που ακολουθεί, θα αναφέρεται ως IoT.

εξελίξεις. Αναμφισβήτητα, κάθε τι νέο συνοδεύεται και από διαφορούμενες μεν, ενδιαφέρουσες δε προκλήσεις και αλλαγές.

Κεφάλαιο 1 – Εισαγωγικές έννοιες

1.1 Ορισμός του Διαδικτύου των Πραγμάτων

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων σαν όρος χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Kevin Ashton κατά την διάρκεια μίας παρουσίασης το 1998.² Πρόκειται για ένα δίκτυο ηλεκτρικών οικιακών, ηλεκτρονικών και ψηφιακών συσκευών, λαμπτήρων φωτός, κινητών τηλεφώνων, smart watch καθώς και οχημάτων καθώς και άλλων αντικειμένων με ενσωματωμένους αισθητήρες («Πράγματα»), τα οποία αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους ενώ παράλληλα συνδέονται και ανταλλάσσουν δεδομένα με άλλες συσκευές Internet of Things αλλά και το Cloud³. Ουσιαστικά, η επικοινωνία ανάμεσα σ' αυτές τις συσκευές επιτυγχάνεται μέσω της σύνδεσης στο διαδίκτυο (Internet). Αυτό που το Internet of Things έχει καταφέρει είναι να επιτρέπει την μεταφορά και ανταλλαγή δεδομένων με ελάχιστη ή και καθόλου ανθρώπινη παρέμβαση κάτι που επιτρέπει την επίτευξη ορισμένων εργασιών ή οποίες τα προηγούμενα χρόνια απαιτούσαν ανθρώπινη ενέργεια.

Συνοψίζοντας λοιπόν, οι παράγοντες που απαρτίζουν το Internet of Things είναι:

- **Συσκευές/αντικείμενα («Πράγματα»):** Που μέσω αισθητήρων, κινητήρων και άλλων τεχνολογιών μπορούν να συλλέγουν και να μεταβιβάζουν πληροφορίες.
- **Αισθητήρες και Κινητήρες:** Οι αισθητήρες συλλέγουν διάφορα δεδομένα από το εξωτερικό περιβάλλον, όπως είναι η θερμοκρασία, η υγρασία ή κάποια μορφή κίνηση, ενώ οι κινητήρες επιτρέπουν στις συσκευές να δρουν βάση των πληροφοριών και των δεδομένων που έχουν λάβει. Τέτοιες ενέργειες μπορεί να είναι η αυτόματη ενεργοποίηση και απενεργοποίησή τους, η αυτόματη προσαρμογή ορισμένων ρυθμίσεων ή η ενεργοποίηση συναγερμών σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.
- **Συνδεσιμότητα:** Οι Internet of Things συσκευές συνδέονται στο διαδίκτυο, κάτι που τους επιτρέπει να επικοινωνούν μεταξύ τους καθώς και με ένα κεντρικό σύστημα. Η συνδεσιμότητα αυτή μπορεί να είναι ενσύρματη (μέσω καλωδίων) ή

² Shruti G. Hedge, «Study of IoT: Understanding IoT Architecture, Applications, Issues and Challenges», International Journal of Advanced Networking & Applications (IJANA)

³ Το cloud (Υπολογιστικό Νέφος) είναι μία μέθοδος αποθήκευσης δεδομένων σε έναν διαδικτυακό server και όχι τοπικά δηλαδή σε σκληρούς δίσκους ή μονάδες USB. Το ανταγωνιστικό του πλεονέκτημα είναι ότι επιτρέπει την πρόσβαση και την διαχείριση αυτών των δεδομένων απομακρυσμένα (remotely).

ασύρματη (με την χρήση τεχνολογιών όπως το WiFi, το Bluetooth και τα κυψελωτά δίκτυα «Cellular Networks»⁴).

- **Επεξεργασία δεδομένων:** Τα δεδομένα τα οποία συλλέγονται από συσκευές IoT, πολύ συχνά αποστέλλονται σε Cloud βάσεις δεδομένων για επεξεργασία και ανάλυση. Αυτού του είδους τα δεδομένα μπορούν να παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες που θα διευκολύνουν την αυτοματοποίηση πολλών διαδικασιών και θα βελτιώσουν τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων.
- **Σύνδεση με τον χρήστη:** Οι χρήστες μπορούν να αλληλοεπιδρούν με τις IoT συσκευές με διάφορους τρόπους, όπως εφαρμογές κινητών τηλεφώνων, ή και διαδικτυακούς πίνακες ελέγχου, οι οποίες τους επιτρέπουν να παρακολουθούν και να ελέγχουν τις συνδεδεμένες μεταξύ τους συσκευές και τις λειτουργίες τους εξ αποστάσεως.

Το Διαδίκτυο των πραγμάτων παρουσιάζει πολλές δυνατότητες εφαρμογής σε διάφορους κλάδους, μεταξύ των οποίων τα «έξυπνα» σπίτια, η υγειονομική περίθαλψη, ο κλάδος των μεταφορών και της βιομηχανίας. Οι δυνατότητες του είναι απεριόριστες και μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά την αποδοτικότητα, ενισχύοντας δυνατότητες αυτοματισμού και δημιουργώντας παράλληλα νέες ευκαιρίες καινοτομίας. Ωστόσο, στην συγκεκριμένη εργασία πρόκειται να δοθεί έμφαση στις εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων στον τομέα της Διαχείρισης Αποθεμάτων.

1.2 Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων στις επιχειρήσεις

Μία από τις σπουδαιότερες ανακαλύψεις του 21^{ου} αιώνα, η οποία έπαιξε καθοριστικό ρόλο στο κομμάτι της επικοινωνίας, ενώ παράλληλα γεφύρωσε και το χάσμα που οφειλόταν σε γεωγραφικούς φραγμούς ανάμεσα στους ανθρώπους, είναι αδιαμφισβήτητα το διαδίκτυο (internet). Ταυτόχρονα, η εμφάνιση του Διαδικτύου των Πραγμάτων άλλαξε ολοκληρωτικά τις συσκευές και την λειτουργικότητά τους δίνοντας

⁴ Ένα κυψελωτό δίκτυο είναι ένα δίκτυο τηλεπικοινωνιών το οποίο επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ συσκευών όπως τα κινητά τηλέφωνα, τα tablet και άλλες συσκευές, μέσω της χρήσης ενός συστήματος αναμεταξύ τους συνδεδεμένων σταθμών βάσης ή πύργων κυψέλης. Οι σταθμοί βάσης προσφέρουν κάλυψη για συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές. Τα κυψελωτά δίκτυα επιτρέπουν πολλές ταυτόχρονες ασύρματες συνδέσεις. Κατ' επέκταση διευκολύνουν την επικοινωνία φωνής και δεδομένων καθώς επιτρέπουν στους χρήστες να πραγματοποιούν κλήσεις, να ανταλλάσσουν μηνύματα κειμένου και να έχουν ασύρματη πρόσβαση στο διαδίκτυο ενώ βρίσκονται εν κινήσει.

την δυνατότητα στον χρήστη να αξιοποιήσει πρωτόγνωρες δυνατότητες και να ολοκληρώσει ενέργειες απομακρυσμένα (remotely) μέσω κάποιου κινητού ή tablet (π.χ. ενεργοποίηση συναγερμού με την χρήση της φωνής). Αναπόφευκτα, το IoT έχει εξελιχθεί σε μία από τις υψίστης σημασίας προτεραιότητες στον επιχειρηματικό τομέα και συγκεκριμένα ό,τι αφορά την τεχνολογική του εξέλιξη.

Όπως αναφέρει η Georgia Weston, υπολογίζεται ότι μέχρι σήμερα αριθμούνται περισσότερες από 14 δισεκατομμύρια συνδεδεμένες IoT συσκευές. Το εξαιρετικό της υπόθεσης είναι ότι ο αριθμός αυτός πρόκειται να φτάσει τα 26 δισεκατομμύρια μέχρι το 2030. Μέσα στο 2020, οι δαπάνες των επιχειρήσεων για επαγγελματικές λύσεις IoT άγγιξαν τα 750 δισεκατομμύρια ενώ οι ίδιες δαπάνες για το 2022 ήταν 1 τρισεκατομμύριο, γεγονός το οποίο αποδεικνύει την τεράστια σημασία του Διαδικτύου των Πραγμάτων για τον εκσυγχρονισμό και συνεχή βελτίωση της αποδοτικότητας των επιχειρήσεων⁵. Η μεγαλύτερη χρήση συσκευών IoT έχει παρατηρηθεί από επιχειρήσεις που εμπορεύονται κάποιου ίδιου καταναλωτικό αγαθό και οι οποίες χρησιμοποιούν οχήματα συνδεδεμένα μεταξύ τους καθώς και σε μία βάση δεδομένων αλλά και τερματικά πληρωμής (POS).

Την ίδια στιγμή εμφανίζεται διαρκώς στο προσκήνιο ο αντίκτυπος του Διαδικτύου των Πραγμάτων στο επιχειρηματικό κλάδο. Όλο και συχνότερα, οι επιχειρήσεις αναζητούν νέους τρόπους ψηφιακού μετασχηματισμού και εξέλιξης μέσω σύγχρονων και αξιόπιστων τεχνολογικών επιτευγμάτων τα οποία θα συμβάλλουν στην αύξηση της παραγωγικότητάς τους και κατά συνέπεια θα οδηγήσουν στην επίτευξη των στόχων τους. Ως επακόλουθο, προκύπτουν κάποια ερωτήματα τα οποία αφορούν τον τρόπο εφαρμογής του IoT μέσα σε μία επιχείρηση.⁶

Ορισμένοι από τους αξιοσημείωτους τρόπους με τους οποίους το Διαδίκτυο των Πραγμάτων έχει επηρεάσει τις επιχειρηματικές πρακτικές είναι:

- **Έξυπνες λύσεις:** Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων εισάγει νέα, «έξυπνα» προϊόντα που προσφέρουν προστιθέμενη αξία στους πελάτες σε σύγκριση με τις συνηθισμένες λύσεις. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της βελτιωμένης εμπειρίας του πελάτη, κάτι το οποίο γίνεται εφικτό μέσω προσωποποιημένων υπηρεσιών. Ειδικότερα, οι συσκευές IoT μπορούν να προσαρμοστούν στις προτιμήσεις και ανάγκες του πελάτη, προσφέροντας μία εξατομικευμένη εμπειρία. Για

⁵ Georgia Weston (March 2023) «The impact of IoT on the Business Sector», 101 Blockchains

⁶ Lihn Nguyen (May 2020) «Internet of Things Applications in our Daily Life», orient software.com

παράδειγμα, τα συστήματα που εγκαθίστανται προκειμένου να κάνουν ένα σπίτι «έξυπνο», μπορούν να μάθουν αλλά και να προβλέψουν τις ανάγκες του χρήστη για φωτισμό, θέρμανση ακόμα και συναγερμούς. Αυτές οι δυνατότητες προσφέρουν άνεση καθώς ο χρήστης μπορεί να ελέγχει πολλές από τις λειτουργίες του σπιτιού του μέσω ενός smartphone.

- **Απλούστερη διαδικασία αυτοματοποίησης:** Η δυνατότητα αμφίδρομης (two – way) επικοινωνίας μεταξύ χρηστών και συσκευών IoT βοηθάει τις επιχειρήσεις να προετοιμαστούν για την πλήρη αυτοματοποίηση καθώς οι IoT συσκευές συλλέγουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο από το περιβάλλον τους και μέσω πολλαπλών αισθητήρων. Αυτού του είδους η αμφίδρομη επικοινωνία επιτρέπει στους χρήστες να λαμβάνουν real time ενημερώσεις σχετικά με την κατάσταση και την απόδοση των συνδεδεμένων συσκευών. Μάλιστα, πληροφορίες μπορούν να δίνονται και από τον ίδιο τον χρήστη στις συσκευές, παρέχοντάς τες με νέα δεδομένα και εντολές. Επιπλέον, η δυνατότητα συνδυασμού του IoT και της αυτοματοποίησης ρομποτικών διαδικασιών θα μπορούσε να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να προετοιμαστούν για το επόμενο στάδιο αυτοματοποίησης. Τα διάφορα στάδια της διαχείρισης αποθεμάτων, συμπεριλαμβανομένων και των αποθηκών αλλά και των καταστημάτων λιανικής πώλησης θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν τα οφέλη της αυτοματοποίησης μέσω των drone και της IoT τεχνολογίας.
- **Μικρότερος χρόνος διακοπής λειτουργίας (lower downtime):** Εδώ αναφερόμαστε στην εφαρμογή του Διαδικτύου των Πραγμάτων όσον αφορά την προληπτική συντήρηση του εξοπλισμού και των μηχανών. Ουσιαστικά, μέσω της προληπτικής συντήρησης (predictive maintenance), συλλέγονται δεδομένα από IoT συσκευές και έτσι μπορεί να προβλεφθεί πότε υπάρχει πιθανότητα ο εξοπλισμός να μην δουλέψει σωστά εξαιτίας κάποιας βλάβης και άρα η εντολή που θα δοθεί να μην ολοκληρωθεί. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω αισθητήρων που οι συσκευές αυτές διαθέτουν και οι οποίοι παρακολουθούν διαρκώς την υγεία των διαφόρων εξαρτημάτων των μηχανημάτων. Έτσι, η συντήρηση και επισκευή του μηχανήματος είναι έγκαιρη και άρα ελαττώνεται ο χρόνος διακοπής λειτουργίας κάποιου τμήματος ή μονάδας παραγωγής της επιχείρησης και κατά συνέπεια μειώνεται και το σχετικό κόστος. Τα πλεονεκτήματα της προληπτικής

συντήρησης θα μπορούσαν να διευκολύνουν την δημιουργία εξοπλισμού υψηλής αξίας.

- **Περιβάλλον και βιωσιμότητα:** Εξαιρετικά σημαντικό κρίνεται να αναφέρουμε ότι οι συσκευές και οι δυνατότητες του Internet of Things πρόκειται να προσφέρουν δυνατότητες για καλύτερη βιωσιμότητα του περιβάλλοντος. Επιχειρήσεις οι οποίες χρησιμοποιούν συστήματα ανατροφοδότησης που βασίζονται την IoT τεχνολογία έχουν αναφέρει 5% έως και 15% μείωση των ετήσιων επιπέδων κατανάλωσης ενέργειας. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων θα μπορούσε να υποστηρίξει τον επιχειρηματικό τομέα μέσω «έξυπνων» συσκευών (smart devices) βοηθώντας στην αποφυγή διαρροής πόρων. Μελέτες έχουν αποδείξει ότι η επίδραση του Internet of Things στην κατανάλωση ενέργειας θα είναι τεράστια μέχρι το 2030 οπότε και θα εξοικονομούνται σχεδόν 1,8 PWh ηλεκτρικής ενέργειας. Η εγκατάσταση έξυπνων δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας θα μπορούσαν να αλλάξουν εξ' ολοκλήρου τον τρόπο που το ηλεκτρικό ρεύμα διανέμεται μέχρι σήμερα. Ακόμα, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων μπορεί να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να διαχειριστούν αποτελεσματικά το ζήτημα των βιομηχανικών αποβλήτων. Γενικά, η επιχειρήσεις στρέφονται ολοένα και περισσότερο στην βιωσιμότητα και προκειμένου να επέλθουν να μέγιστα αποτελέσματα κρίνεται απαραίτητη η δυναμική εφαρμογή των IoT τεχνολογιών.
- **Καλύτερη παρακολούθηση των οικονομικών δεδομένων και περιουσιακών στοιχείων:** Οι τεχνολογίες IoT θα μπορούσαν να βελτιώσουν σημαντικά την εμπειρία του χρήστη αναφορικά με την παρακολούθηση των περιουσιακών στοιχείων, παρέχοντας real time πληροφορίες. Συγκεκριμένα, οι επιχειρήσεις θα μπορούσαν να αξιοποιούν IoT δυνατότητες όπως ετικέτες αναγνώρισης μέσω ραδιοσυχνοτήτων (Radio Frequency Identification – RFID) για την παρακολούθηση των περιουσιακών τους στοιχείων. Η παρακολούθηση των περιουσιακών στοιχείων σε συνδυασμό και με τις δυνατότητες αυτοματισμού που προσφέρει το Διαδίκτυο των Πραγμάτων θα μπορούσαν να βελτιώσουν την παραγωγικότητα των επιχειρήσεων. Το σημαντικότερο όλων ωστόσο είναι ότι οι λύσεις IoT θα μπορούσαν να βοηθήσουν τις επιχειρήσεις στην παρακολούθηση, τον έλεγχο, τον εντοπισμό και την ανάλυση δεδομένων αναφορικά με τους πελάτες του σε σχεδόν μηδενικό χρόνο. Άρα, οι επιχειρηματίες θα μπορούν να

προσαρμόζουν τα προϊόντα και τις υπηρεσίες τους βάση των μεταβαλλόμενων απαιτήσεων των πελατών αλλά και τις τάσεις καταναλωτικής συμπεριφοράς.

Κεφάλαιο 2 – Τα θεμέλια της Διαχείρισης Αποθεμάτων

2.1 Βασικές έννοιες (η σημασία, το background και η λειτουργία) του Inventory Management.

Η Διαχείριση Αποθεμάτων αποτελεί μία από τις σημαντικότερες λειτουργίες οποιασδήποτε επιχείρησης. Είναι το σημείο όπου συγκλίνουν όλα τα επιμέρους στοιχεία της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ουσιαστικά παρακολουθεί την πορεία των αποθεμάτων από τους κατασκευαστές – παραγωγούς στις αποθήκες και από αυτές τις εγκαταστάσεις προς τα σημεία πώλησης. Ο αιώτερος σκοπός της διαχείρισης αποθεμάτων είναι να υπάρχει η σωστή ποσότητα αποθέματος την σωστή στιγμή.

Η διαχείριση αποθεμάτων απαιτεί να υπάρχει πολύ καλή εικόνα γύρω από το απόθεμα – να γνωρίζουμε δηλαδή σε ποιο χρονικό σημείο να τοποθετήσουμε την παραγγελία, πόση ποσότητα και πού θα αποθηκευτεί.⁷ Οι περισσότερες πολυκαναλικές επιχειρήσεις που εκπληρώνουν παραγγελίες, συνήθως έχουν το απόθεμα καταμεμημένο σε διάφορα σημεία μέσα στην εφοδιαστική αλυσίδα. Γενικότερα, η διαχείριση αποθεμάτων βοηθάει τις επιχειρήσεις να έχουν ακριβή εικόνα σχετικά με το απόθεμα που έχουν διαθέσιμο, προκειμένου να μπορούν να εγγυηθούν την εκπλήρωση των παραγγελιών των πελατών, να μειώσουν τον χρόνο αναμονής των αποστολών και να ελαχιστοποιήσουν τις υπερτιμήσεις και υποτιμήσεις.

Οι βασικότεροι τύποι διαχείρισης αποθεμάτων είναι:

1. **Περιοδική παρακολούθηση των αποθεμάτων:** Στα πλαίσια της περιοδικής απογραφής, η αποτίμηση του αποθέματος γίνεται προκειμένου να επιτευχθούν σκοποί χρηματοοικονομικής πληροφόρησης και κατά την οποία πραγματοποιείται φυσική καταμέτρηση των αποθεμάτων ανά συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα. Πρόκειται για μία λογιστική μέθοδο η οποία λαμβάνει τα αποθέματα στην αρχή μιας περιόδου, στην συνέχεια προστίθενται οι νέες αγορές αποθεμάτων κατά τη διάρκεια της περιόδου και έπειτα αφαιρεί τα αποθέματα τέλους έτσι ώστε να προκύψει το κόστος πωληθέντων (GOGS)⁸.

⁷ IBM.com, «What is Inventory Management? »

⁸ Μπερμπέρης, Α. (2010), «Συστήματα αποθήκης και ελέγχου αποθεμάτων», Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

2. **Διαχείριση αποθεμάτων γραμμωτού κώδικα (barcode):** Η χρήση συστημάτων διαχείρισης αποθεμάτων με γραμμωτό κώδικα επιλέγεται από τις επιχειρήσεις σε περίπτωση που επιθυμούν να αναθέσουν έναν αριθμό σε κάθε προϊόν το οποίο πουλάνε. Διαφορετικά δεδομένα μπορούν να συσχετιστούν με αυτό τον αριθμό, μεταξύ των οποίων ο προμηθευτής, η διαστάσεις και το βάρος του προϊόντος καθώς και μεταβλητά δεδομένα όπως για παράδειγμα πόσα κομμάτια υπάρχουν σε απόθεμα.
3. **Διαχείριση αποθεμάτων με ταυτοποίηση μέσω ραδιοσυγκοτήτων (RFID):** Πρόκειται για συστήματα τα οποία μεταδίδουν ασύρματα την ταυτότητα ενός προϊόντος αποδίδοντάς του μία μορφή σειριακού αριθμού ο οποίος βοηθάει στον εντοπισμό αντικειμένων αλλά και στην παροχή αναλυτικών πληροφοριών σχετικά με το προϊόν. Συστήματα διαχείρισης αποθεμάτων που βασίζονται στην μέθοδο RFID μπορούν να βελτιώσουν την αποδοτικότητα μιας επιχείρησης, αυξάνοντας την εικόνα αναφορικά με το διαθέσιμο απόθεμα αλλά και εξασφαλίζοντας την ταχεία αυτό-καταγραφή της νέας παραλαβής και ολοκλήρωσης της παράδοσης.

2.1.1 Το background του Inventory Management

Το ζήτημα της διαχείρισης αποθεμάτων σίγουρα δεν είναι καινούργιο αλλά αντιθέτως έχει μακρά ιστορία και απασχολεί τις επιχειρήσεις οι οποίες μαζί με τις οικονομίες και με την πάροδο του χρόνου αναπτύσσονται διαρκώς. Οι απαρχές της διαχείρισης αποθεμάτων εντοπίζονται ήδη με την εμφάνιση του εμπορίου και των συναλλαγών.

Οι πρώτες μορφές εμπορίου εντοπίζονται ήδη από την αρχαία Ελλάδα, την Αίγυπτο και την Μεσοποταμία. Στις πρώιμες εκείνες κοινωνίες, όπου η χρήση συναλλάγματος δεν ήταν πολύ διαδεδομένη, το εμπόριο είχε ανταλλακτική αξία και μορφή. Οι έμποροι παρακολουθούσαν και μετρούσαν το διαθέσιμο εμπόρευμα χειροκίνητα, προσπαθώντας να διασφαλίσουν ότι υπάρχει επάρκεια ικανή να ανταποκριθεί στη ζήτηση. Εν συνεχεία, και με την πάροδο των χρόνων εντοπίζονται πρώιμα στοιχεία διατήρησης αρχείων. Καθώς δηλαδή το εμπόριο εξελισσόταν όλο και περισσότερο και γινόταν ιδιαίτερα

πολύπλοκο, υπήρχε η ανάγκη για πιο εξελιγμένα συστήματα καταγραφής και διατήρησης αρχείων. Τότε παρατηρούνται και οι πρώτες κεραμικές πινακίδες αλλά και πρώιμα συστήματα γραφής για την παρακολούθηση του εμπορεύματος και του συναλλάγματος.

Την μεσαιωνική περίοδο εμφανίζεται η έννοια της συντεχνίας, έτσι οι αγορές βρέθηκαν σε εξέχουσα θέση και η πρόκληση της διαχείρισης αποθεμάτων αντιμετωπίστηκε από τους εμπόρους με πολύ πιο οργανωμένο τρόπο. Τα λογιστικά βιβλία και οι λογιστικές μέθοδοι είχαν αρχίσει να γίνονται ιδιαίτερα διαδεδομένα. Στην συνέχεια, η εμφάνιση του καπιταλισμού την περίοδο της Αναγέννησης οδήγησε στην εμφάνιση πιο εκτεταμένων και πολύπλοκων εμπορικών δικτύων. Ως εκ τούτου, οι έμποροι χρειάζονταν αποτελεσματικότερες μεθόδους για την διαχείριση των αποθεμάτων καθώς το εμπόριο επεκτεινόταν σε διεθνές επίπεδο.

Μεγάλες αλλαγές επήλθαν και με την Βιομηχανική Επανάσταση κατά τον 18^ο και 19^ο αιώνα οι οποίες αφορούσαν ως επί των πλείστων την παραγωγική διαδικασία και την διανομή. Έπειτα, στο δεύτερο μισό του 20^{ου} αιώνα υπήρξαν ραγδαίες εξελίξεις στο κομμάτι της τεχνολογίας με την ανακάλυψη των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Αυτό έφερε την επανάσταση σε ζητήματα διαχείρισης αποθεμάτων εισάγοντας αυτοματοποιημένα συστήματα γραμμωτή κωδικοποίηση (barcoding) και τελικά εξελιγμένες λύσεις σε θέματα λογισμικού. Την ίδια περίοδο, έννοιες όπως το Just – In – Time και η Λιτή Παραγωγή απέκτησαν δημοτικότητα, καθώς έδιναν έμφαση στον περιορισμό της σπατάλης και στη διατήρηση λιτών αποθεμάτων.

Τέλος, την δεκαετία του '90 εισάγονται τα συστήματα ERP (Enterprise Resource Planning) τα οποία ενσωμάτωσαν διάφορες επιχειρηματικές διαδικασίες συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης αποθεμάτων, σε μία κεντρική πλατφόρμα. Σήμερα, οι επιχειρήσεις αξιοποιούν προηγμένες τεχνολογίες όπως RFID, IoT και συστήματα διαχείρισης αποθεμάτων που στηρίζονται στο cloud στα πλαίσια της βελτίωσης της ακρίβειας, της αποδοτικότητας και της παρακολούθησης των επιπέδων αποθεμάτων σε πραγματικό χρόνο.

2.1.2 Η σημασία των αποθεμάτων για τις επιχειρήσεις

Αναμφισβήτητα, τα αποθέματα αποτελούν ένα από τα πιο πολύτιμα περιουσιακά στοιχεία οποιασδήποτε επιχείρησης. Στο λιανικό εμπόριο, στην υφαντουργία, σε εταιρείες παροχής φαγητού κ.λπ., τόσο οι εισροές όσο και τα τελικά προϊόντα αποτελούν τον πυρήνα της επιχείρησης. Η έλλειψη αποθέματος όταν και όπου χρειάζεται μπορεί να αποβεί εξαιρετικά ζημιογόνα.

Ταυτόχρονα, τα αποθέματα μπορεί από κάποιους να θεωρηθούν και ως το παθητικό (όχι με την λογιστική έννοια). Κίνδυνος ελλοχεύει όταν υπάρχει μεγάλο απόθεμα οπότε και υπάρχει κίνδυνος αλλοίωσης, φθοράς, κλοπής ή ακόμα και μεταβολής της ζήτησης. Το απόθεμα θα πρέπει οπωσδήποτε να είναι ασφαλισμένο και σε περίπτωση που δεν πωληθεί ή αξιοποιηθεί εγκαίρως, να μπορεί να διατεθεί σε τιμές εκκαθάρισης. Συχνά, επιχειρήσεις μικρού μεγέθους παρακολουθούν τα αποθέματά τους χειροκίνητα, καθορίζοντας το νεκρό σημείο και το σημείο παραγγελίας αλλά και την επιθυμητή κάθε φορά ποσότητα μέσω υπολογιστικών φύλλων του excel. Από την άλλη μεριά οι μεγαλύτερες επιχειρήσεις χρησιμοποιούν εξειδικευμένα συστήματα ενδοεπιχειρησιακού σχεδιασμού, γνωστά και ως ERP.⁹ Εταιρείες με πολύπλοκες αλυσίδες εφοδιασμού αλλά και διαδικασίες παραγωγής είναι πολύ σημαντικό να βρουν το σημείο ισορροπίας μεταξύ της ύπαρξης υπερβολικά μεγάλου αποθέματος και της έλλειψης αποθέματος.

Συνολικά, οι λόγοι που καθιστούν εξαιρετικά σημαντικά τα αποθέματα για οποιαδήποτε επιχείρηση είναι:

1. Εξυπηρέτηση των απαιτήσεων και αναγκών των πελατών: Η επάρκεια σε αποθέματα, εξασφαλίζει ότι μία επιχείρηση μπορεί να ανταποκριθεί άμεσα στην ζήτηση των πελατών. Αυτό εν μέρη διασφαλίζει ικανοποιημένους και άρα σταθερούς πελάτες.
2. Αποφυγή ύπαρξης εξόδων εξαιτίας περίσσιου αποθέματος: Η ύπαρξη αποθεμάτων σε επαρκή επίπεδα συμβάλλουν στην πρόληψη εξαντλήσεως των αποθεμάτων και κατ' επέκταση διασφαλίζουν ότι τα προϊόντα είναι διαθέσιμα όταν οι πελάτες θα θελήσουν να τα αγοράσουν. Η μη επαρκής διαθεσιμότητα αποθεμάτων μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια πωλήσεων επηρεάζοντας έτσι αρνητικά την φήμη μιας εταιρείας.

⁹ Adam Hayes, Somer Anderson, Jiwon Ma (March 2023), «Inventory Management Defined, Plus Methods and Techniques», Investopedia.com

3. Μείωση του κόστους διακράτησης (cost of carry): Τα πλεονάζοντα αποθέματα συνεπάγονται έξοδα διατήρησης όπως η αποθήκευση και η ασφάλιση. Η σωστή διαχείριση των αποθεμάτων συμβάλλει στην ελαχιστοποίηση αυτού του είδους των δαπανών, βελτιστοποιώντας την χρήση των οικονομικών πόρων.
4. Καλύτερος προγραμματισμός της παραγωγής: Για τις επιχειρήσεις που παράγουν κάποιου είδους προϊόν, η διαχείριση των αποθεμάτων είναι στενά συνδεδεμένη με τον προγραμματισμό της παραγωγής. Η διασφάλιση ότι πρώτες ύλες και εξαρτήματα είναι διαθέσιμα τη στιγμή που χρειάζονται είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση μια αποτελεσματικής παραγωγικής διαδικασίας.

Συνοψίζοντας μπορούμε να πούμε ότι το απόθεμα κάθε επιχείρησης είναι ίσως η πιο σημαντική περιουσία της. Ως εκ τούτου, η αποτελεσματική διαχείριση των αποθεμάτων είναι καταλυτικός παράγοντας που καθορίζει την ισορροπία μεταξύ προσφοράς και ζήτησης, βελτίωση των οικονομικών πόρων και διασφάλιση της ικανοποίησης των πελατών. Συνεπώς, είναι ζωτικής σημασίας για τις επιχειρήσεις να βρουν την σωστή ισορροπία ώστε να μεγιστοποιήσουν την κερδοφορία και την λειτουργική τους αποδοτικότητα.

2.2 Επισκόπηση των παραδοσιακών συστημάτων διαχείρισης αποθεμάτων και οι προκλήσεις των συμβατικών μεθόδων

Ακόμα και σήμερα, αν και σε όχι εκτεταμένο βαθμό, υπάρχουν επιχειρήσεις οι οποίες επιλέγουν να χρησιμοποιούν παραδοσιακά συστήματα για την διαχείριση του αποθέματός τους, είτε χειροκίνητα είτε με εργαλεία που χρησιμοποιούν απλό λογισμικό. Ως επί το πλείστο, τα συστήματα αυτά χαρακτηρίζονται από εξάρτηση τους από τη χειροκίνητη καταχώρηση δεδομένων και την περιορισμένη αυτοματοποίηση των διαδικασιών.

Μία τέτοια μέθοδος είναι το γνωστό χαρτί και μολύβι, η οποία βέβαια έχει σχεδόν εκλείψει. Είναι μία αποκλειστικά χειροκίνητη μέθοδος, όπου οι ενημερώσεις γίνονται καθώς πωλείται το προϊόν. Ακόμα, κάποιες επιχειρήσεις επιλέγουν να χρησιμοποιούν τα υπολογιστικά φύλλα του Excel ως βασικό λογισμικό τους, δημιουργώντας έτσι απλές

βάσεις δεδομένων. Υπερέχει ως ένα βαθμό της προηγούμενης μεθόδου καθώς επιτρέπει μια σαφώς πιο οργανωμένη τήρηση αρχείων αλλά και κάποιους βασικούς υπολογισμούς.¹⁰ Η περιοδική απογραφή εφαρμόζεται από κάποιες επιχειρήσεις «όταν η ίδια δεν έχει θέσει ως βασική της προτεραιότητα να λαμβάνει άμεσες ενημερώσεις σχετικά με τις μονάδες αλλά και το κόστος ανά μονάδα των εμπορευμάτων που έχει πουλήσει αλλά και όσων βρίσκονται ακόμα στην κυριότητά της».¹¹ Η συγκεκριμένη μέθοδος συνήθως εφαρμόζεται όταν το προϊόν έχει μικρή αξία ανά μονάδα. Εδώ οι επιχειρήσεις πραγματοποιούν φυσικές μετρήσεις των αποθεμάτων τους σε τακτά χρονικά διαστήματα. Η καταγεγραμμένη καταμέτρηση συμψηφίζεται στη συνέχεια με την αναμενόμενη καταμέτρηση για να προσδιοριστεί το επίπεδο της συρρίκνωσης ή του πλεονάσματος.

Από την άλλη μεριά, συναντάται και το σύστημα της διαρκούς απογραφής. Πρόκειται στην ουσία για ένα λογιστικό σύστημα το οποίο δίνει την δυνατότητα συνεχούς παρακολούθησης της κίνησης των αποθεμάτων και το οποίο παρέχει πληροφορίες σχετικά με την αποτελεσματική διαχείριση και τον συστηματικό έλεγχο κάθε είδους αποθέματος. Σύστημα διαρκούς απογραφής μπορεί να θεωρηθεί κάθε αναλυτικός λογαριασμός οποιουδήποτε εμπορεύματος ο οποίος απεικονίζεται μέσω τριών στηλών, την στήλη της εισαγωγής, της εξαγωγής και την στήλη του υπολοίπου.¹² Ουσιαστικά, η βάση δεδομένων ενημερώνεται σε πραγματικό χρόνο, καθώς δηλαδή πραγματοποιούνται οι πωλήσεις. Έπειτα, συναντάμε τη μέθοδο του σημείου επανα- παραγγελίας (reorder point) όπου οι επιχειρήσεις ορίζουν ένα συγκεκριμένο σημείο στο οποίο θα πρέπει να τοποθετηθεί παραγγελία έτσι ώστε να καθορίζουν πότε πρέπει να ανανεωθούν τα είδη. Μόλις το υπάρχον απόθεμα φτάσει σ' εκείνο το σημείο, τότε τοποθετείται νέα παραγγελία. Ακόμα, υπάρχουν επιχειρήσεις οι οποίες διατηρούν ένα επίπεδο αποθέματος ασφαλείας το οποίο τις προστατεύει από απρόσμενες αυξήσεις ζήτησης ή καθυστερήσεις στην εφοδιαστική αλυσίδα.

Όλα τα παραπάνω αποτελούν ορισμένα παραδείγματα παραδοσιακότερων μεθόδων διαχείρισης αποθεμάτων τα οποία παρουσιάζουν αρκετές προκλήσεις και περιορισμούς που μπορούν να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητα και την ακρίβεια του ελέγχου των αποθεμάτων. Ορισμένες από τις προκλήσεις που σχετίζονται με τις πιο συμβατικές μεθόδους αναλύονται παρακάτω:

¹⁰ Monique Bakker, Jan Riezebos, Ruud H. Teunter, (September 2012), Review of inventory systems with deterioration since 2001, ScienceDirect.com

¹¹ Euretirio.com, «Περιοδική Απογραφή (periodic inventory)

¹² Παπαδόπουλος Δ. (2009), «Επιχειρηματικότητα και Επιχειρηματικές Αποφάσεις», Εκδόσεις Πανεπιστημίου Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη.

- Ένα από τα βασικότερα μειονεκτήματα των παραδοσιακών μεθόδων είναι η εξάρτησή τους από την χειροκίνητη καταχώρηση δεδομένων. Το γεγονός αυτό αυξάνει την πιθανότητα ανθρώπινων σφαλμάτων κατά την καταγραφή του επιπέδου του αποθέματος, οδηγώντας αναπόφευκτα δε αποκλίσεις μεταξύ του πραγματικού και του καταγεγραμμένου αποθέματος. Κατά συνέπεια, η απογραφή των αποθεμάτων δεν θα μπορούσε να είναι η ίδια. Έτσι, οι ανακρίβειες στα δεδομένα που έχουν καταγραφεί θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε καταστάσεις εξάντλησης των αποθεμάτων, την ύπαρξη υπερ-αποθέματος και δυσκολίες στην ικανοποίηση της ζήτησης.¹³
- Η χειροκίνητη καταχώρηση κάνει αναπόφευκτα τις διαδικασίες πολύ πιο χρονοβόρες. Οι περιοδικές φυσικές καταμετρήσεις και η χειροκίνητη επεξεργασία παραγγελιών απαιτούν πολύ χρόνο. Συνεπώς, η χρονική υστέρηση μεταξύ της μεταβολής επιπέδων απογραφής και ενημέρωσης του συστήματος μπορεί αναπόφευκτα να οδηγήσει σε καθυστερήσεις στη λήψη αποφάσεων και ίσως σε χαμηλότερο από τον προσδοκώμενο, αριθμό των παραγγελιών.
- Τα παραδοσιακά συστήματα απογραφής αποθεμάτων συχνά στερούνται χαρακτηριστικών αυτοματοποίησης καθώς βασίζονται σε μεγάλο βαθμό σε χειροκίνητες διαδικασίες για εργασίες όπως είναι η τοποθέτηση και παρακολούθηση παραγγελιών. Η αυτοματοποίηση μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την αποδοτικότητα, να μειώσει τα σφάλματα και να ενισχύσει τη συνολική απόδοση της διαδικασίας διαχείρισης αποθεμάτων.
- Οι συμβατικές μέθοδοι ενδέχεται να παρουσιάζουν περιορισμένη συνδεσιμότητα, αλληλεπίδραση και επικοινωνία με άλλα επιχειρησιακά συστήματα, είτε λογιστικά είτε συστήματα διαχείρισης πελατειακών σχέσεων (CRM). Ως εκ τούτου, η αδυναμία αλληλεπίδρασης μπορεί να οδηγήσει σε δυσκολία απόκτησης μιας ολοκληρωμένης και ξεκάθαρης άποψης σχετικά με τις επιχειρησιακές διαδικασίες.

¹³ Μαλινδρέτος Γ. (2015), «Εφοδιαστική αλυσίδα, logistics, και εξυπηρέτηση πελατών, Κάλλιπος, Ανοιχτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις

Κεφάλαιο 3 – Ενσωμάτωση IoT Τεχνολογιών

3.1 Κατανόηση των IoT τεχνολογιών

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αποτελεί έναν αναδύομενο και γεμάτο προκλήσεις τομέα τόσο για τις επιχειρήσεις όσο και για τους ίδιους τους ερευνητές. Πρόκειται για ένα δίκτυο γενικών αντικειμένων στα οποία υπάρχουν ενσωματωμένες τεχνολογίες οι οποίες βοηθούν την επικοινωνία και αλληλεπίδρασή τόσο μεταξύ τους όσο και με το εξωτερικό περιβάλλον. Ένας ορισμός που θα μπορούσε να δοθεί εξηγεί ότι το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αφορά ένα ανοικτό και ολοκληρωμένο δίκτυο «έξυπνων» συσκευών, τα οποία έχουν την ικανότητα να αυτό – οργανώνονται, να μοιράζονται πληροφορίες, δεδομένα και πόρους μεταξύ τους, να αντιδρούν και να ενεργούν αναλόγως των καταστάσεων και των αλλαγών στο εξωτερικό τους περιβάλλον.¹⁴ Το Internet of Things παρέχει νοημοσύνη στα αντικείμενα και στοχεύει στο να βελτιώσει την ζωή των ανθρώπων και την παραγωγικότητα των επιχειρήσεων.

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων δημιουργεί έναν κόσμο στον οποίο όλα τα αντικείμενα (γνωστά και ως smart devices) γύρω μας συνδέονται στο Διαδίκτυο και επικοινωνούν μεταξύ τους με ελάχιστη ανθρώπινη παρέμβαση. Ο απώτερος στόχος είναι η διαμόρφωση ενός καλύτερου κόσμου όπου αυτές οι συσκευές θα γνωρίζουν τί χρειαζόμαστε, τί μας αρέσει και θα ενεργούν αναλόγως χωρίς να απαιτείται η παροχή περαιτέρω πληροφοριών. Συνεπώς, η IoT τεχνολογία θέτει τις βάσεις για έναν κόσμο όπου η παρακολούθηση και η λήψη αποφάσεων δεν θα απαιτούν πλέον ανθρώπινη παρέμβαση αλλά θα μεταφερθούν στις συσκευές.

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων είναι ένα παγκόσμιο δίκτυο που συνδέει διαφορετικών ειδών έξυπνες συσκευές μεταξύ τους καθώς επίσης και συστήματα αλλά και ανθρώπους. Παρουσιάζει εξαιρετικές δυνατότητες αυτοβελτίωσης και προσαρμογής αναλόγως των αναγκών του εξωτερικού περιβάλλοντος οι οποίες στηρίζονται σε πρότυπα και λειτουργικά πρωτόκολλα. Μέσω της τεχνολογίας έξυπνης ανίχνευσης (smart sensing identification technology), το Διαδίκτυο των Πραγμάτων θεωρείται από πολλούς ότι έχει φέρει το Τρίτο Κύμα στην βιομηχανία της πληροφορικής μετά τον ηλεκτρονικό

¹⁴ Shruti G. Hedge (2020), «Study of IoT: Understanding IoT Architecture, Applications, Issues and Challenges», International Journal of Advanced Networking & Applications (IJANA)

υπολογιστή και το διαδίκτυο.¹⁵ Υπάρχουν εκατοντάδες πρωτόκολλα τα οποία υποστηρίζονται από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, εκ των οποίων τα ασύρματα πρωτόκολλα συνεισφέρουν σε μεγάλο βαθμό στην ίδια την ανάπτυξη του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων πρέπει να ενσωματώνει διαφόρων ειδών αισθητήρες οι οποίοι λειτουργούν με διαφορετικά πρωτόκολλα επικοινωνίας. Τα ασύρματα πρωτόκολλα χρησιμοποιούνται κυρίως σε τρία επίπεδα, τα οποία είναι επίπεδο PHY/MAC, επίπεδο Δικτύου/Επικοινωνίας και το επίπεδο Εφαρμογής.

Ένα από τα πιο πρόσφατα πρωτόκολλα είναι το CoAP (Constrained Application Protocol). Αποτελεί ένα πρότυπο ανοιχτού τύπου, εντάσσεται στο επίπεδο Εφαρμογής και διευκολύνει την αλληλεπίδραση και την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ συσκευών και αντικειμένων που δεν βρίσκονται στο ίδιο εσωτερικό δίκτυο. Η συγκεκριμένη τεχνολογία δίνει την δυνατότητα στους κόμβους των αισθητήρων των συσκευών να δρουν ως παραγωγί πληροφοριών τις οποίες καταναλώνουν οι χρήστες του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Το CoAP αποτελεί ένα ελαφρύ πρωτόκολλο και από πολλούς πιστεύεται ότι πρόκειται να αντικαταστήσει το HTTP σε επίπεδο Εφαρμογής.¹⁶ Με την επιτυχημένη ολοκλήρωση του πρωτοκόλλου CoAP αναμένεται ότι θα αναπτυχθούν πολλές συσκευές των οποίων η λειτουργία θα βασίζεται σε αυτό. Οι συσκευές που θα αναπτυχθούν θα καλύπτουν τομείς όπως η έξυπνη / πράσινη ενέργεια, ο έλεγχος/ασφάλεια κτιρίων, έξυπνος φωτισμός, βιομηχανικά συστήματα ελέγχου και παρακολούθηση της κατάστασης του φυσικού περιβάλλοντος (επίπεδα μόλυνσης, διοξειδίου του άνθρακα κ.λπ.).¹⁷

3.2 Προκλήσεις και προβληματισμοί σχετικά με την ενσωμάτωση IoT τεχνολογιών

Όπως αναφέρθηκε και στις προηγούμενες ενότητες, η ιδέα πίσω από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων είναι ότι συνηθισμένες οικιακές συσκευές όπως λαμπτήρες, ψυγεία, πλυντήρια ή ακόμα και οχήματα μπορούν μέσω αισθητήρων αλλά και της σύνδεσής τους

¹⁵ St. Petersburg, "Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networking," Russia, August 27-29, 2012 <http://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-642-32686-8>

¹⁶ Z. Shelby, Sensinode, K. Hartke, "Constrained Application Protocol (CoAP), «draft-ietf-core-coap-18. [2013-06--28] <http://tools.ietf.org/html/draft-ietf-core-coap-18>

¹⁷ Schmitt, C., 2013. Secure Data Transmission in Wireless Sensor Networks, Ph.D. thesis, München: Technische Universität München, Department of Computer Science

στο Διαδίκτυο να επικοινωνούν μεταξύ τους. Οι IoT τεχνολογίες ειδοποιούν τον χρήστη όταν μία λάμπα πρόκειται να χαλάσει ή ότι το γάλα έχει σχεδόν τελειώσει.

Η ενσωμάτωση του IoT είναι η διαδικασία ουσιαστικά που κάνει όλες αυτές τις συσκευές να λειτουργούν και να αλληλοεπιδρούν αρμονικά μεταξύ τους. Η σωστή ενσωμάτωση των συσκευών IoT μπορεί να αποδώσει εξαιρετικά αποτελέσματα με πολλούς τρόπους. Μία εκ των σπουδαιότερων είναι ο **αυτοματισμός** καθώς η ενσωμάτωση IoT συσκευών καθιστά εφικτή την αλληλοεπίδραση πολυάριθμων συσκευών, αυτοματοποιώντας τις διαδικασίες. Για παράδειγμα ένας «έξυπνος» θερμοστάτης μπορεί να προσαρμόζει την θερμοκρασία σε σταθερά επίπεδα μειώνοντας έτσι την κατανάλωση ενέργειας.

Ταυτόχρονα, η εφαρμογή του Διαδικτύου των Πραγμάτων επιτρέπει τον ταυτόχρονο έλεγχο πολλών συσκευών μέσα από την άνεση του κινητού τηλεφώνου προσδίδοντας **άνεση**. Εξίσου σημαντική είναι και η **ασφάλεια** που προσφέρεται στον χρήστη καθώς βελτιώνεται η ιδιωτικότητα. Για παράδειγμα ένα κλειστό σύστημα παρακολούθησης μπορεί να διαθέτει κάμερες, ηλεκτρονικές κλειδαριές και αισθητήρες προσφέροντας έτσι εικόνα της οικίας ή της επιχείρησης ανά πάσα στιγμή μέσω του κινητού τηλεφώνου και άρα περισσότερη ασφάλεια. Τέλος, εξαιρετικά σημαντικό και αισιόδοξο είναι να αναφέρουμε ότι η εφαρμογή τεχνολογιών IoT μπορούν να συμβάλλουν στην **διατήρηση και προστασία του οικοσυστήματος**. Η «έξυπνη» γεωργία μπορεί να βελτιώσει την κατανάλωση των πόρων, ενώ τα «έξυπνα» σπίτια και κτίρια μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας. Μία σειρά από αισθητήρες τελευταίας τεχνολογίας σε ένα «έξυπνο» σύστημα διαχείρισης αποβλήτων μπορεί να παρέχει real time πληροφορίες αναφορικά με τους κάδους απορριμμάτων και να αποτρέψει προβλήματα που συνδέονται με την μόλυνση.

Ωστόσο, αν και το Διαδίκτυο των Πραγμάτων είναι πολλά υποσχόμενο με λύσεις που μπορούν να κάνουν την καθημερινή ζωή ανθρώπων και επιχειρήσεων απλούστερη, πολλοί είναι εκείνοι οι οποίοι υποστηρίζουν ότι η δημιουργία μιας αξιόπιστης πλατφόρμας που θα ενσωματώνει IoT τεχνολογίες τόσο σε οικιακό όσο και σε επιχειρησιακό επίπεδο, μοιάζει αποκύημα της φαντασίας. Αυτό συμβαίνει διότι η εφαρμογή IoT τεχνολογιών συνοδεύεται από προκλήσεις και κατ' επέκταση προβληματισμούς αναφορικά με την αξιοπιστία τέτοιων συστημάτων.

Η μεγαλύτερη πρόκληση που προκύπτει είναι η ασφάλεια γύρω από την οποία υπάρχουν διφορούμενες απόψεις. Σύμφωνα με έρευνα του Lanars, το 90% των

επαγγελματιών υποστηρίζουν ότι κάποιες αναξιόπιστες IoT πλατφόρμες μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντικές παραβιάσεις του κυβερνοχώρου μιας επιχείρησης. Τέτοιου είδους ενέργειες κρίνονται ιδιαίτερα επικίνδυνες κυρίως για επιχειρήσεις μικρότερου μεγέθους. Η ασφάλεια που αφορά την χρήση του διαδικτύου, η προστασία της ιδιωτικής ζωής και η ασφάλεια αναφορικά με εφαρμογές (apps) είναι οι τρεις βασικότερες προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι επιχειρήσεις όταν σχεδιάζουν την ενσωμάτωση IoT συσκευών στην λειτουργία τους.¹⁸

Προκειμένου να ολοκληρωθεί το Διαδίκτυο των Πραγμάτων απαιτείται ένα ευρύ φάσμα από συσκευές, εφαρμογές και αισθητήρες, γεγονός που αφήνει περιθώρια στο δίκτυο κάνοντάς το ευάλωτο σε επιθέσεις. Κατά συνέπεια, είναι πολύ πιθανό, το κακόβουλο λογισμικό να έχει πρόσβαση σε σημαντικό αριθμό πληροφοριών και δεδομένων. Ακόμα, πολλές φορές, τα συστήματα που στηρίζονται στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων δεν αναβαθμίζονται τακτικά για περαιτέρω ασφάλεια, γεγονός που τα καθιστά ακόμα πιο ευάλωτα σε επιθέσεις από hackers.

Μία ακόμα πρόκληση η οποία προκύπτει αφορά την διαλειτουργικότητα.¹⁹ Η κατασκευή των περισσότερων συσκευών ακολουθεί μια αρκετά τυποποιημένη διαδικασία λόγω της έλλειψης προτύπων σε βιομηχανικό επίπεδο. Συνεπώς γεννώνται ζητήματα διαλειτουργικότητας καθιστώντας την επικοινωνία συσκευών από διαφορετικούς κατασκευαστές απρόσκοπτη. Μία άλλη αιτία που ενισχύει προβλήματα διαλειτουργικότητας είναι και τα διαφορετικά πρωτόκολλα επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται από τις IoT συσκευές και περιορίζουν τις δυνατότητες τους ώστε να συνεργάζονται.

Οι επιχειρήσεις οι οποίες επιθυμούν να υιοθετήσουν IoT τεχνολογίες έρχονται ακόμα αντιμέτωπες και με μία επιπλέον πρόκληση που αφορά την συμβατότητα. Σπουδαίες εταιρείες όπως η Amazon και η Microsoft έχουν κάνει αλματώδη βήματα στο κομμάτι του Διαδικτύου των Πραγμάτων και στο οποίο έχουν επενδύσει υπέρογκα ποσά. Ωστόσο, κάθε μία από αυτές τις εταιρείες προωθεί το δικό της IoT software, ιδιότητα πρωτόκολλα και διεπαφές γεγονός που καθιστά την απρόσκοπτη συνεργασία εξαιρετικά δύσκολη. Μάλιστα, έρευνα που διεξήχθη από την McKinsey δείχνει ότι το 60% της αξίας που λαμβάνει κανείς από την ενσωμάτωση συσκευών IoT εξαρτάται από την

¹⁸ Alexey Podolian (July 2023), «From limitations to innovation: 4 IoT integration challenges», lanars.com.

¹⁹ Σύμφωνα με τον ορισμό της Ανεξάρτητης Αρχής Δημοσίων Εσόδων (ΑΑΔΕ), η διαλειτουργικότητα είναι «η δυνατότητα διαφορετικών πληροφοριακών συστημάτων να ανταλλάσσουν και να ενσωματώνουν δεδομένα με οργανωμένο και αυτόματο τρόπο»

συμβατότητα. Κρίνεται απαραίτητο επομένως το κενό της συμβατότητας να καλυφθεί έτσι ώστε να καταστεί ευκολότερη η ενσωμάτωση τέτοιων συστημάτων και να γίνει καλύτερη διαχείριση της πληροφορίας που διακινείται.

Ο μεγάλος αριθμός συσκευών IoT παράγει τεράστιο όγκο δεδομένων. Έτσι φτάνουμε στην μεγαλύτερη κατά πολλούς ειδικούς πρόκληση που είναι η διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων. Στις περισσότερες απόπειρες σχεδιασμό ολοκληρωμένων συστημάτων IoT υπήρχε ένα μεγάλο φάσμα συσκευών, η κάθε μία εκ τις οποίες με το δικό της API (application programming interfaces – διεπαφή προγραμματισμού εφαρμογών) για την ανταλλαγή δεδομένων.²⁰ Κάθε σύστημα που ενέχει το Διαδίκτυο των Πραγμάτων συνοδεύεται από αμέτρητους αισθητήρες. Ας πάρουμε για παράδειγμα μία επιχείρηση η οποία παράγει ένα προϊόν X. Είναι προφανές ότι μέσα στον χώρο παραγωγής θα υπάρχουν αμέτρητοι αισθητήρες οι οποίοι καταγράφουν κάθε βήμα της παραγωγικής διαδικασίας. Μπορεί λοιπόν, καθένας από τους αισθητήρες να παράγει σύνολα δεδομένων τα οποία να μην ταιριάζουν με τα υπόλοιπα. Αν δεν υπάρξει μια στρατηγική ενοποίησης των δεδομένων τότε όλες αυτές οι πληροφορίες μπορεί να παραμείνουν αναξιοποίητες.

Τέλος, μία μεγάλη πρόκληση που προκύπτει είναι η έλλειψη απαραίτητης τεχνογνωσίας γύρω από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων και κατ' επέκταση των συσκευών των οποίων η λειτουργία στηρίζεται σ' αυτό. Η ζήτηση για επαγγελματίες σωστά και επαρκώς εκπαιδευμένους πάνω σε τεχνολογίες IoT προκαλεί «πυρετό» στις επιχειρήσεις που ενδιαφέρονται για την ενσωμάτωσή τους στην επιχείρησή τους. Ο κατάλληλος επαγγελματίας οφείλει να μπορεί να αναπτύξει λογισμικό, να αναλύει δεδομένα και να είναι εξοικειωμένος με αυτοματοποιημένες λειτουργίες. Έρευνα της Beecham απέδειξε ότι το 40% των ανεπιτυχών έργων IoT δεν είχαν την απαραίτητη τεχνογνωσία από ειδικούς.²¹

²⁰ Donal Tobin (August 2023), «IoT Data Integration: Challenges and Solutions», integrate.io.

²¹ Beecham Research team (July 2022), «IoT Connectivity: Enabling Deployment Everywhere», beechamresearch.com

Κεφάλαιο 4 – Τα οφέλη του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην Διαχείριση Αποθεμάτων

Όπως αναφέραμε και στα προηγούμενα κεφάλαια, οι παραδοσιακές μέθοδοι διαχείρισης αποθεμάτων που χρησιμοποιούν χειροκίνητα μέσα, εκτός από χρονοβόρες, είναι πολύ πιθανό να οδηγήσουν και σε ανακριβή δεδομένα αλλά και σε λανθασμένες ποσότητες αποθέματος. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, η τεχνολογία πίσω από αυτό και οι συσκευές που το υποστηρίζουν μπορούν να συνεισφέρουν στους οργανισμούς και τις επιχειρήσεις αυτοματοποιώντας τις διαδικασίες και βελτιώνοντας στο σύνολο τους τις διαδικασίες διαχείρισης αποθεμάτων. Οι IoT τεχνολογίες δίνουν την δυνατότητα στις επιχειρήσεις για πρόσβαση σε real time πληροφορίες και δεδομένα γεγονός που μπορεί να αυξήσει την κερδοφορία τους.

4.1 Πρόσθετη ακρίβεια και καλύτερη εικόνα αναφορικά με το διαθέσιμο απόθεμα.

Χάριν στους πολυάριθμους αισθητήρες αλλά και τις RFID ετικέτες, μία επιχείρηση μπορεί να έχει ακριβή εικόνα για την ποσότητα αλλά και για την κατάσταση του αποθέματος, καθώς δίνεται η δυνατότητα παρακολούθησής του σε πραγματικό χρόνο. Τα δεδομένα που προέρχονται από αυτές τις συσκευές μειώνουν τα περιθώρια λάθους κατά την διαδικασία της απογραφής και οι επιχειρήσεις μπορούν να αντιλαμβάνονται καλύτερα τα πραγματικά επίπεδα αποθεμάτων. Το γεγονός αυτό επιτρέπει την λήψη ορθότερων αποφάσεων, τη μείωση της σπατάλης αποθέματος ενώ ταυτόχρονα αποτρέπει την υπερ-αποθεματοποίηση, βελτιώνοντας έτσι την συνολική προσπάθεια διαχείρισης του αποθέματος.²²

Ο εκάστοτε επαγγελματίας έχει την δυνατότητα να παρακολουθεί όλες τις παραπάνω πληροφορίες μέσα από το smartphone ή tablet του. Η ευκολία αυτή βελτιώνει την λειτουργική αποτελεσματικότητα ενώ επιτρέπει στους αρμόδιους να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις από οποιαδήποτε απόσταση. Ακόμα, κρίνεται απαραίτητο να σημειωθεί ότι η μεγάλη ακρίβεια που προσφέρουν οι IoT τεχνολογίες δρουν καταλυτικά στην ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων, την αποφυγή εξάντλησης του αποθέματος και

²² Zhenhub team (September 2023), «IoT in Inventory Management: Advantages and Challenges», zhenhub.com

βελτιώνει γενικά τις διαδικασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας παρέχοντας ακριβέστερες προβλέψεις αναφορικά με τη ζήτηση.

4.2 Αυτοματοποίηση, «έξυπνες» συσκευές και cloud computing στην διαχείριση αποθεμάτων.

Οι συσκευές IoT διευκολύνουν την αυτοματοποίηση των διαδικασιών τοποθέτησης παραγγελίας και αναπλήρωσης του αποθέματος με βάση δεδομένα που παρέχονται σε πραγματικό χρόνο. Η χρήση έξυπνων συσκευών (π.χ. οχήματα, tablets, smartphones, κ.λπ.) που συνδέονται μεταξύ τους αλλά και με τους εγκατεστημένους αισθητήρες, μπορούν να ενεργοποιούν αυτόματες παραγγελίες αγοράς ή παραγωγής όταν τα επίπεδα των αποθεμάτων φτάσουν σε συγκεκριμένα επίπεδα, γεγονός που βοηθάει στον εξορθολογισμό της εφοδιαστικής αλυσίδας και στην μείωση του κινδύνου εξάντλησης των αποθεμάτων.

Οι έξυπνες συσκευές στις αποθήκες βελτιώνουν την συνολική αποδοτικότητα των επιχειρήσεων συνεισφέροντας στην αυτοματοποίηση εργασιών όπως είναι η διαλογή, η συσκευασία και η αποστολή προϊόντων. Τα αυτοματοποιημένα συστήματα στις αποθήκες καθοδηγούμενα από δεδομένα IoT, μπορούν να βελτιστοποιήσουν τη διακίνηση των εμπορευμάτων, μειώνοντας το χρόνο χειρισμού και βελτιώνοντας τη συνολική επιχειρησιακή αποδοτικότητα.²³

Η διαχείριση αποθεμάτων μέσω cloud είναι η παρακολούθηση και η συντήρηση των επιπέδων αποθεμάτων μιας επιχείρησης σε συγκεκριμένα επίπεδα που η ίδια η επιχείρηση έχει καθορίσει, μέσω της χρήσης διαδικτυακού λογισμικού. Η διαχείριση αποθεμάτων που βασίζεται στο υπολογιστικό νέφος παρακολουθεί απρόσκοπτα τα αποθέματα που εισέρχονται και εξέρχονται από την εκάστοτε επιχείρηση.²⁴ Το cloud αποτελεί μία ακόμη σύγχρονη μέθοδο η οποία βοηθάει τις επιχειρήσεις να ελαχιστοποιήσουν προβλήματα που προκύπταν από την εφαρμογή παραδοσιακών μεθόδων.²⁵

²³ Vrinda Mathur (June 2022), «IoT in Inventory Management: Impact and Benefits», analyticsteps.com

²⁴ QuickBooks (June 2021), «How cloud – based inventory management could benefit your business», quickbooks.intuit.com

²⁵ SAP team (2021), «Βελτιστοποίηση αποθέματος: Ελαχιστοποίηση κινδύνου και απορριμμάτων», sap.com

4.3 Παρουσίαση επιχείρησης με επιτυχή υιοθέτηση IoT τεχνολογιών στην λειτουργία της – Η περίπτωση της Amazon.

Μία από τις εταιρείες «κολοσσούς» που αναμφισβήτητα έχει συστήσει στο παγκόσμιο καταναλωτικό και επιχειρηματικό κοινό εξαιρετικά καινοτόμες τεχνολογίες, είναι η Amazon του Jeff Bezos. Πρόκειται για την μεγαλύτερη – από άποψη κύκλου εργασιών – εταιρεία, που εξειδικεύεται στην πώληση αγαθών. Το εύρος των υπηρεσιών της τα τελευταία χρόνια έχει σημειώσει τεράστια διεύρυνση, καθώς πλέον εκτός από την πώληση ειδών όλων των κατηγοριών μέσω της ιστοσελίδας της, προσφέρει στους καταναλωτές ακόμα συνδρομητικά προγράμματα (amazon prime, amazon music, amazon Appstore, amazon Alexa κλπ.), υπηρεσίες πληρωμής (amazon one), καθώς και φυσικά καταστήματα τύπου υπεραγοράς όπως το Amazon Fresh και Amazon Go, αλλά και βιβλιοπωλεία (Amazon Books).

Οι τεχνολογίες που η Amazon έχει υιοθετήσει, τόσο στα φυσικά της καταστήματα όσο και στις αποθήκες της, είναι αξιομνημόνευτες και παρουσιάζουν χαρακτηριστικά που το καταναλωτικό κοινό έχει την δυνατότητα να αξιοποιήσει για πρώτη φορά. Πιο συγκεκριμένα, τεχνολογίες IoT εφαρμόζονται στα καταστήματα Amazon Go. Συγκεκριμένα, σε αυτά τα καταστήματα έχουν τοποθετεί σε κάθε γωνία εκατοντάδες αισθητήρες, κάμερες και αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης που λειτουργώντας αρμονικά μεταξύ τους παρακολουθούν τα προϊόντα καθώς οι πελάτες τα αφαιρούν από τα ράφια και τα τοποθετούν στα καρότσια τους. Ακόμα, αντίστοιχοι αισθητήρες είναι εγκατεστημένοι και στα ίδια τα καρότσια. Έτσι, τα φρούτα και τα λαχανικά ζυγίζονται αυτόματα χωρίς να απαιτείται ανθρώπινος παράγοντας. Μάλιστα, ο καταναλωτής βλέπει σε οθόνη εγκατεστημένη στη λαβή του καροτσιού ακριβώς τί έχει τοποθετήσει μέσα με το αναλυτικό κόστος, ενώ κάθε φορά που αφαιρεί κάτι, η οθόνη ανανεώνεται αυτόματα. Τέλος, στα καταστήματα αυτά δεν υπάρχουν ταμεία και οι καταναλωτές χρεώνονται αυτόματα μέσω της εφαρμογής της Amazon κατά την έξοδό τους από το κατάστημα.²⁶

Αξίζει να αναφέρουμε και κάτι αξιοσημείωτο που για πολλούς από εμάς μέχρι πρότινος έμοιαζε να είναι βγαλμένο από ταινία επιστημονικής φαντασίας. Η Amazon σε πολλά από τα φυσικά καταστήματά της, προσφέρει την μέθοδο βιομετρικής πληρωμής με την παλάμη του χεριού, γνωστή και ως Amazon One. Ο εκάστοτε χρήστης «εγγράφει» την παλάμη του χεριού του η οποία είναι απολύτως μοναδική για τον καθένα μας. Η

²⁶ Όλες οι πληροφορίες ανακτήθηκαν από την επίσημη ιστοσελίδα της amazon.

παλάμη συνδέεται με έναν λογαριασμό και έτσι κατά την διαδικασία πληρωμής, ειδικές συσκευές με διάφορους αισθητήρες ταυτοποιούν τον χρήστη και αφαιρούν το ακριβές ποσό από τον λογαριασμό του.²⁷ Κάποιοι ειδικοί ωστόσο, μεταξύ των οποίων και ο Hafiz Malik, καθηγητής του τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών στο Πανεπιστήμιο του Michigan, επισημαίνει ότι τέτοιου είδους τεχνολογίες που υιοθετούν την τεχνητή νοημοσύνη, μπορούν από κάποιους να χρησιμοποιηθούν για την δημιουργία ψεύτικων εκδοχών φωνής, προσώπου ή αποτυπωμάτων του χεριού, που θα πιθανώς να χρησιμοποιηθούν για την εξαπάτηση συστημάτων πληρωμών. Γι' αυτό προτείνει και αντίμετρα, όπως η ανίχνευση της «ζωντανίας» για την αποτροπή πλαστογραφημένων ταυτοτήτων. Η Amazon ωστόσο καθυστερεί τους πελάτες λέγοντας ότι οι αισθητήρες της είναι σε θέση να διακρίνουν μία «ζωντανή – ανθρώπινη» παλάμη από μία ψεύτικη.

Οι τεχνολογίες IoT της Amazon όμως, δεν σταματάνε εκεί. Η εταιρεία στα πλαίσια της βελτιστοποίησης των εργασιών που αφορούν την τεράστια εφοδιαστική αλυσίδα της έχει ενσωματώσει τεχνολογίες όπως αισθητήρες στα οχήματα παράδοσης και στις αποθήκες καθώς και κάμερες που αυτοματοποιούν τις διαδικασίες καθώς παρακολουθούν την διακίνηση του εμπορεύματος σε κάθε στάδιο, ενώ ταυτόχρονα φροντίζουν το απόθεμα να διατηρείται σε εξαιρετικά επίπεδα έτσι ώστε να καλύπτεται η μεγάλη ζήτηση. Αυτό επιτυγχάνεται με την αυτόματη τοποθέτηση παραγγελιών στο κατάλληλο χρονικό σημείο. Τεράστια βήματα προόδου σημείωσε η εταιρεία όσον αφορά το δίκτυο διανομής καθώς από το 1994 μέχρι σήμερα έχουν σημειωθεί μεγάλες αλλαγές. Ειδικότερα, στα πρώτα κέντρα εκπλήρωσης παραγγελιών στο Seattle και στο Delaware, το προσωπικό ήταν εξ ολοκλήρου αρμόδιο για την παραλαβή, αποθήκευση, συλλογή, συσκευασία και αποστολή των ειδών με αποκλειστικά χειροκίνητες μεθόδους. Έκτοτε, έχουν γίνει πολλές αναβαθμίσεις, φτάνοντας στο σήμερα, με την εταιρεία να χρησιμοποιεί την τεχνολογία RFID προκειμένου να βελτιώσει την παρακολούθηση των αποθεμάτων στα κέντρα διαχείρισης. Οι ετικέτες RFID οι οποίες είναι προσαρτημένες στα προϊόντα επιτρέπουν την ακριβή και αποτελεσματική παρακολούθηση των επιπέδων των αποθεμάτων καθώς τα διάφορα είδη κινούνται μέσα στην εφοδιαστική αλυσίδα.²⁸

Η Amazon πλέον έχει ενσωματώσει πλήρως αλλά και αποτελεσματικά στην λειτουργία της ρομπότ τα οποία βοηθάνε στην ολοκλήρωση πολλών εργασιών, μεταξύ

²⁷ Cheyenne DeVon (August 2023), «Amazon will soon let you pay for groceries with your palm at any Whole Foods – but tech experts urge caution», Make it, CNBC.com.

²⁸ Sakk Andi (October 2022), «Supply Chain Automation using IoT and Location – based Services», aws.amazon.com

των οποίων και η διαχείριση των αποθεμάτων. Αυτά τα ρομπότ έχουν ενσωματωμένους αισθητήρες και τεχνολογίες IoT που τα βοηθάνε να πλοηγούνται μέσα στο εκάστοτε warehouse, να εντοπίζουν προϊόντα και να τα μεταφέρουν όπου είναι απαραίτητο. Ταυτόχρονα, η εταιρεία έχει τοποθετήσει πληθώρα αισθητήρων που βοηθάνε στην παρακολούθηση των επιπέδων του αποθέματος σε πραγματικό χρόνο. Οι αισθητήρες αυτοί είναι τοποθετημένοι σε όλες τις αποθήκες, ανιχνεύοντας τις ανάγκες σε απόθεμα και ενεργοποιώντας αυτόματα διαδικασίες παραγγελίας όποτε αυτό κρίνεται αναγκαίο. Μάλιστα, ακόμα και οι ιμάντες εντός των αποθηκών της εταιρείας καθώς και άλλα συστήματα που χειρίζονται υλικά και εξοπλισμό στην Amazon είναι εξοπλισμένα με τεχνολογίες IoT. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούν αισθητήρες για την αποτελεσματική διαχείριση της ροής των προϊόντων, μειώνοντας τον χρόνο που απαιτείται για την εκτέλεση των παραγγελιών.²⁹

Στο κομμάτι της εκτέλεσης και αποστολής παραγγελιών η Amazon πρωτοτυπεί ξανά. Ειδικότερα, η εφαρμογή τεχνολογιών IoT επεκτείνεται και στις συσκευές που χρησιμοποιούνται από τους υπαλλήλους για την συλλογή των προϊόντων της εκάστοτε παραγγελίας. Συσκευές όπως tablet και κινητά τηλέφωνα δρουν καταλυτικά στον εξορθολογισμό της διαδικασίας συλλογής και παρέχουν real time πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση των αποθεμάτων. Τέλος, αν και δεν πρόκειται για τεχνολογία αυτή καθαυτή, η ενσωμάτωση δεδομένων που παράγονται από το IoT συσκευές με προηγμένες αναλύσεις και αλγορίθμους μηχανικής μάθησης επιτρέπει στην Amazon να πραγματοποιεί προβλέψεις ζήτησης. Αυτό συμβάλλει στη βελτιστοποίηση των επιπέδων αποθεμάτων και στη μείωση του κινδύνου εξαντλήσεως ή καταστάσεων υπεραποθέματος.

Γενικά η Amazon αποτελεί μία εταιρεία υπόδειγμα και πρωτοπόρο ειδικά σε ότι αφορά ζητήματα νέων τεχνολογιών και αξιοποίησης τους στα πλαίσια της αύξησης της αποδοτικότητας. Η εταιρεία έχει επενδύσει στη δημιουργία μιας ισχυρής υποδομής IoT, που περιλαμβάνει αισθητήρες, συσκευές που λειτουργούν με βάση την τεχνολογία του Διαδικτύου των Πραγμάτων και συνδέονται μεταξύ τους καθώς και πλατφόρμες που στηρίζονται στο υπολογιστικό νέφος cloud έτσι ώστε να γίνεται γρήγορη και αποτελεσματική διαχείριση του τεράστιου όγκου δεδομένων που παράγονται. Μάλιστα, το σύστημα cloud που χρησιμοποιεί αποτελεί πατέντα ευρεσιτεχνίας της εταιρείας και λέγεται AWS IoT Core.³⁰ Το συγκεκριμένο σύστημα επιτρέπει στις διάφορες

²⁹ Brent Heslop (August 2019), «How Six Companies are handling the IoT Revolution», contentstack.com

³⁰ Brian Buntz (September 2017), «The Top 20 industrial IoT Applications», iotworldtoday.com

συνδεδεμένες συσκευές να αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους καθώς και με άλλες εφαρμογές γρήγορα και με ασφάλεια. Ο συνδυασμός του IoT με την τεχνητή νοημοσύνη (AI) και τη μηχανική μάθηση (ML) επιτρέπει στην Amazon να αντλεί αξιοποιήσιμες πληροφορίες από τις τεράστιες ποσότητες δεδομένων που συλλέγονται μέσω των συσκευών IoT. Γενικά η Amazon συνεχίζει να επεκτείνει τον στόλο των συσκευών και υπηρεσιών που υποστηρίζουν το IoT, ενισχύοντας τη δέσμευσή της για την αξιοποίηση του IoT για διάφορες εφαρμογές.

Όλες αυτές οι αναβαθμίσεις και καινοτομίες που με επιτυχία υιοθέτησε η Amazon είχαν σημαντικό αντίκτυπο και στο κομμάτι των πωλήσεων. Όπως φαίνεται και στον πίνακα που παρατίθεται παρακάτω οι συνολικές πωλήσεις της εταιρείας παρουσίαζαν μόνιμη αύξηση από το 2014 μέχρι και το 2017.

Πίνακας 1. Βασικές χρηματοοικονομικές πληροφορίες για την Amazon (σε εκατομμύρια δολάρια \$)

Amazon (Fiscal year end Dec 31)	2014	2015	2016	2017
Net sales	88,988	107,006	135,987	177,866
Product sales	70,080	79,268	94,665	118,573
Service sales	18,908	27,738	41,322	59,293
Cost of sales	62,752	71,651	88,265	111,934
Operating income				
Product sales	(280)	726	1,078	(225)
AWS	478	1,507	3,108	4,331
Fulfilment expenses	10,766	13,410	17,619	25,249
Net income (loss)	(241)	596	2,371	3,033
Total shareholders' equity	10,741	13,384	19,285	27,709
Accounts receivable, net	5,612	6,423	8,339	13,164
Accounts payable	16,459	20,397	25,309	34,616
Inventories	8,299	10,243	11,461	16,047
Total assets	54,505	65,444	83,402	131,310

Πηγή: Amazon.com «Key Financial Information, 2014-2018»

Κεφάλαιο 5 – Ανάλυση δεδομένων και παράθεση αποτελεσμάτων της έρευνας που διεξήχθη.

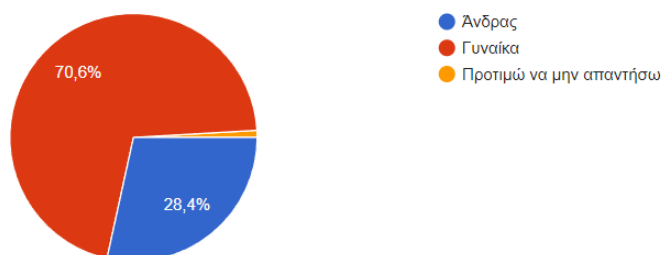
5.1 Γενικές πληροφορίες και δημογραφικά δεδομένα

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας και με απώτερο στόχο την καλύτερη και εγκυρότερη παράθεση δεδομένων διεξήχθη έρευνα με τίτλο «Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things) και ο αντίκτυπός του στην Διαχείριση των Αποθεμάτων (Inventory Management)». Για την συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο Google Forms μέσω του οποίου διαμορφώθηκε το ερωτηματολόγιο.

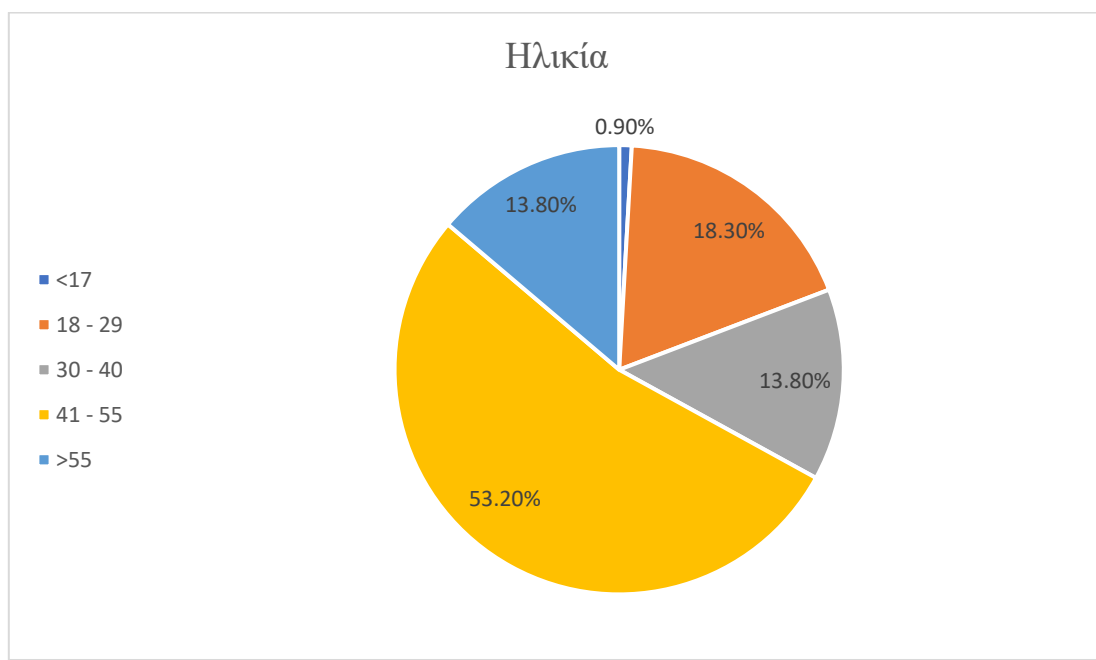
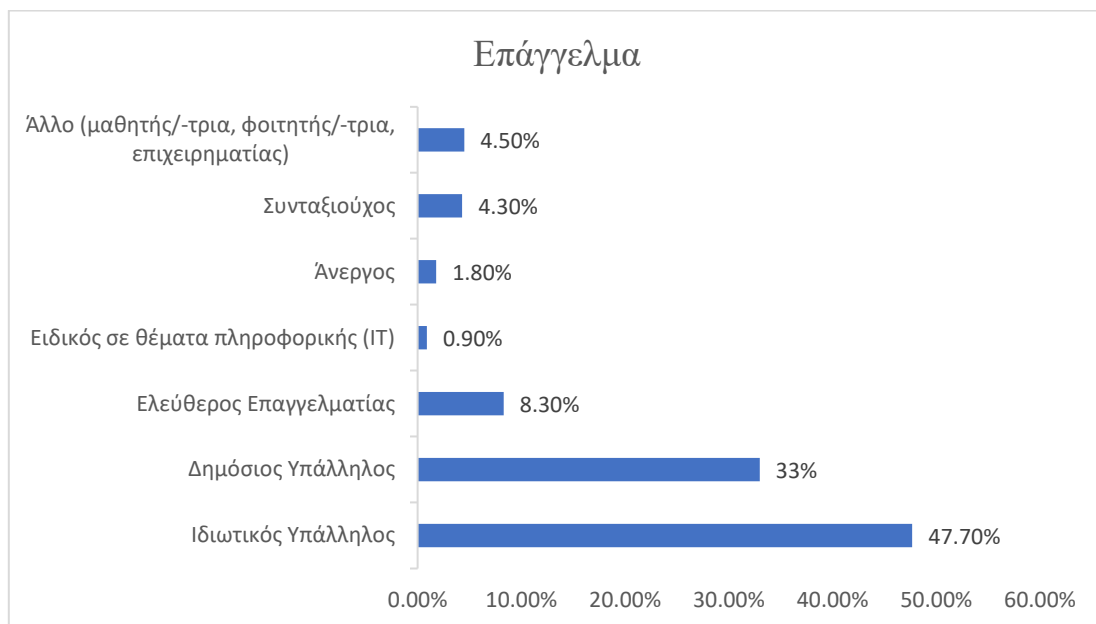
Στόχος ήταν να κατανοηθεί το αν και σε ποιο βαθμό το κοινό γνωρίζει και είναι εξοικειωμένο με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων και ειδικότερα, τί είναι, σε ποιους τομείς εφαρμόζεται και πως μπορεί να βελτιώσει την Διαχείριση Αποθεμάτων σε μία επιχείρηση ή έναν οργανισμό. Συνολικά συγκεντρώθηκαν 110 απαντήσεις τα οποία μοιράστηκαν ηλεκτρονικά, μέσω κοινοποίηση σε πλατφόρμες κοινωνικής δικτύωσης και αναδημοσίευσής τους από μερίδα των συμμετεχόντων. Το ερωτηματολόγιο αποτελούνταν από ερωτήσεις ανοιχτού και κλειστού τύπου προκειμένου να μπορέσει να γίνει όσο το δυνατό καλύτερη κατανόηση της εξοικείωσης του γενικού πληθυσμού με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων.

Αναφορικά με τα δημογραφικά δεδομένα που συλλέχτηκαν από τους συμμετέχοντες στην έρευνα, αξίζει να σημειωθεί ότι το 70,6% ήταν γυναίκες ενώ το 28,4% άντρες. Τα στοιχεία αυτά απεικονίζονται και στο παρακάτω γράφημα.

Φύλο



Στα πλαίσια συλλογής δημογραφικών δεδομένων και διαμόρφωσης μιας καλύτερης εικόνας για το υπόβαθρο των συμμετεχόντων, τέθηκε το ερώτημα του επαγγελματικού προσανατολισμού τους. Συγκεντρώθηκαν ποικίλες απαντήσεις, ωστόσο το 47,7% δήλωσε ότι εργάζεται στον ιδιωτικό τομέα, ενώ το 33% απασχολείται ως δημόσιος υπάλληλος. Ακόμα, αναφορικά με την ηλικία, εντυπωσιακό ήταν ότι απάντησαν άτομα όλων των ηλικιακών ομάδων, γεγονός που αποδεικνύει ότι όχι μόνο οι άνθρωποι πολύ νεαρής ηλικίας αλλά και μεγαλύτεροι, είναι εξοικειωμένοι με το διαδίκτυο και τα social media. Ακολουθούν τα σχετικά διαγράμματα.



5.2 Εξοικείωση του γενικού πληθυσμού με την τεχνολογία

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων όπως έχουμε παρουσιάσει μέχρι τώρα έχει εξαιρετικές δυνατότητες οι οποίες στοχεύουν στο να βελτιώσουν την παραγωγικότητα των επιχειρήσεων κάνοντάς τις πιο αποδοτικές. Ωστόσο, η IoT τεχνολογία και οι συναφείς συσκευές δεν προορίζονται μόνο για επαγγελματική χρήση αλλά και για οικιακή. Σκοπός είναι να γίνει η ζωή των ανθρώπων πιο εύκολη, ασφαλής και γρήγορη. Αν και πολλές από τις IoT τεχνολογίες εφαρμόζονται ήδη στην καθημερινότητά μας με ποικίλους τρόπους, πολλοί αγνοούμε ότι πρόκειται για τέτοια περίπτωση καθώς δεν υπάρχει αρκετή ενημέρωση.

Γενικά, έρευνες δείχνουν ότι στις πιο ανεπτυγμένες τεχνολογικά χώρες υπάρχει υψηλότερο επίπεδο γνώσης και καλύτερη ενημέρωση. Σε τέτοιες χώρες, όπως η ΗΠΑ και οι χώρες της Σκανδιναβίας υπάρχει και ικανοποιητικό μερίδιο του πληθυσμού το οποίο ασχολείται επαγγελματικά με θέματα τεχνολογίας και κατά συνέπεια κατανοεί καλύτερα τις έννοιες γύρω από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων. Ωστόσο, το επίπεδο αυτό δεν είναι διατηρεί την ίδια ομοιομορφία σε όλο το εύρος της χώρας. Ως εκ τούτου, μπορούμε να πούμε ότι στις εξελιγμένες χώρες με σύγχρονη τεχνολογική υποδομή, τείνει να παρατηρείται μεγαλύτερη ευαισθητοποίηση γύρω από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων κάτι το οποίο διαφαίνεται και από την πιο ευρεία χρήση έξυπνων συσκευών και γενικότερα τεχνολογιών IoT.

Ένας ακόμα παράγοντας που διαμορφώνει στάσεις και καλύτερη κατανόηση ως προς τις IoT τεχνολογίες και συσκευές είναι το εκπαιδευτικό, οικονομικό και κοινωνικό υπόβαθρο. Σαφώς και είναι αναμενόμενο, άτομα υψηλότερου μορφωτικού επιπέδου να αντιλαμβάνονται και άρα να αξιοποιούν ορθότερα και αποτελεσματικότερα τις συσκευές IoT διευκολύνοντας την καθημερινότητά τους. Ακόμα μεγαλύτερη αντίληψη υπάρχει από την μερίδα εκείνη του πληθυσμού που λόγω σπουδών και επαγγελματικής ενασχόλησης με την πληροφορική ή συναφείς τομείς, έχουν μεγαλύτερη έκθεση σε συσκευές και συστήματα IoT.

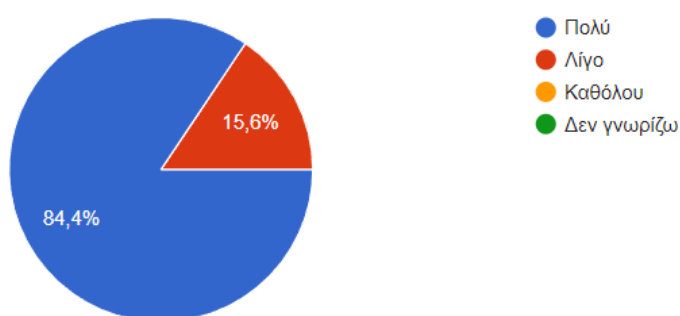
Στο σημείο αυτό, κρίνεται απαραίτητο να σημειώσουμε την εξαιρετική σημασία που έχει για την ενημέρωση του κοινού γύρω από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων η δημοσιογραφία και κατ' επέκταση τα μέσα ενημέρωσης αλλά και τα τμήματα marketing. Η κάλυψη από τα ΜΜΕ και οι διαφημίσεις διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην αύξηση της ευαισθητοποίησης του κοινού. Πολύ συχνά η προβολή και άρα η ενημέρωση

δεν είναι επαρκής. Κρίνεται επομένως απαραίτητο, πέραν των διαφημίσεων από την κάθε εταιρεία που θέλει να προωθήσει το προϊόν της, να υπάρχει και σωστή καθοδήγηση από τα ειδησεογραφικά μέσα.

Αδιαμφισβήτητα, οι νεότερες γενιές (Generation Z), καθώς μεγάλωσαν σε περιόδους μεγάλων επιστημονικών και τεχνολογικών εξελίξεων, παρουσιάζουν μεγαλύτερη εξοικείωση με τις συσκευές τεχνολογίας και γενικότερα έχουν καλύτερη αντίληψη αναφορικά με τις λειτουργίες που εξυπηρετούν και τις ανάγκες τις καθημερινότητας που μπορούν να καλύψουν. Ως εκ τούτου, παρουσιάζουν και εντονότερο ενδιαφέρον γύρω από την ενημέρωση σχετικά με νέες τεχνολογίες συμπεριλαμβανομένου και του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Θα πρέπει παρόλα αυτά να σημειώσουμε και να επιβραβεύσουμε την συνεχή προσπάθεια που καταβάλλεται από μεγάλη μερίδα του πληθυσμού που ανήκει στην ηλικιακή ομάδα 45+ ώστε να κατανοήσει τις τεχνολογίες και να τις αφομοιώσει στην καθημερινότητάς του προκειμένου να μπορέσει να ανταπεξέλθει σε επαγγελματικές ή κοινωνικές υποχρεώσεις.

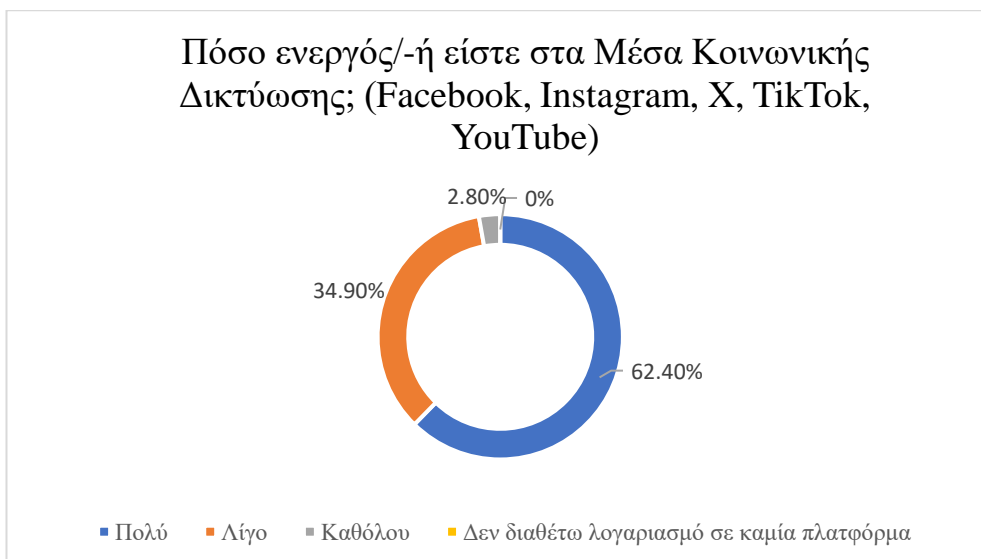
Στα πλαίσια του ερωτηματολογίου τέθηκε ένα εισαγωγικό ερώτημα αναφορικά με τη σημασία της τεχνολογίας στη ζωή των συμμετεχόντων. Η συντριπτική πλειοψηφία (84,4%) απάντησε ότι η τεχνολογία είναι πολύ σημαντική για τη ζωή τους ενώ μόλις το 15,6% απάντησε ότι είναι λίγο σημαντική. Οι εναλλακτικές απαντήσεις «Καθόλου» και «Δεν γνωρίζω» δεν συγκέντρωσαν καμία απάντηση. Παρακάτω παρατίθεται και το σχετικό διάγραμμα.

Πόσο σημαντική είναι την δεδομένη χρονική στιγμή η τεχνολογία στη ζωή σας;



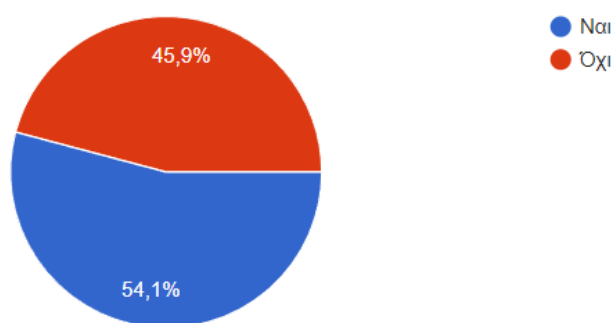
Εξειδικεύοντας την παραπάνω ερώτηση στους ερωτηθέντες ζητήθηκε να απαντήσουν αναφορικά με το πόσο ενεργοί είναι στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης (Social Media). Και εδώ η πλειοψηφία, σε ποσοστό 62,4% δήλωσε ως πολύ ενεργός, ενώ το 34,9% ως λίγο.

Πόσο ενεργός/-ή είστε στα Μέσα Κοινωνικής Δικτύωσης; (Facebook, Instagram, X, TikTok, YouTube)



Ένα εξαιρετικά καίριο ερώτημα που τέθηκε αφορούσε το κατά πόσο το κοινό θεωρεί ότι ζει σε μία τεχνολογικά ανεπτυγμένη χώρα. Έχει υπάρξει μεγάλη συζήτηση γύρω από το γεγονός της «αργοπορίας» ή και για πολλούς «αποτυχίας» της χώρας να υιοθετήσει σύγχρονα συστήματα ελέγχου της οδικής κυκλοφορίας, διεργασίες οικολογικής επεξεργασίας απορριμμάτων, συστήματα αυτοματοποίησης στα πλαίσια ασφαλείας του σιδηροδρόμου, αναβάθμιση γραφειοκρατικών λειτουργιών κ.ά. Μεγάλα βήματα προόδου, αξίζει να σημειώσουμε, ότι παρουσίασε η χώρα την περίοδο της πανδημίας του Covid – 19 όπου και λόγω του εγκλεισμού, υπήρξε μεγάλη ανάγκη αναβάθμιση των υπολογιστικών συστημάτων και κατ’ επέκταση των γραφειοκρατικών διαδικασιών. Στην ερώτηση αυτή λοιπόν φάνηκε ότι το κοινό διχάζεται καθώς αν και το μεγαλύτερο ποσοστό (54,1%) απάντησε «Ναι», το υπόλοιπο 45,9% δήλωσε ότι δεν θεωρεί ότι ζει σε μία ανεπτυγμένη τεχνολογικά χώρα.

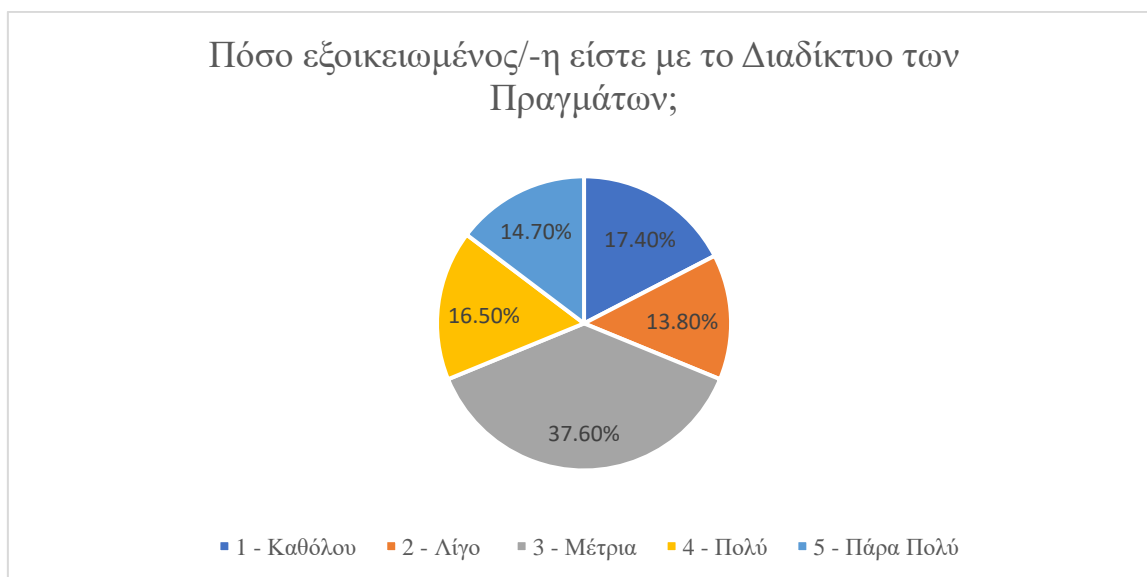
Πιστεύετε ότι ζείτε σε μία ανεπτυγμένη τεχνολογικά χώρα;



Δυστυχώς, όπως αποδεικνύει και έρευνα των Cristian Bodevig και Wolfgang Fengler – στελεχών της Παγκόσμιας Τράπεζας, στην εφημερίδα «Καθημερινή», η Ελλάδα αν και εντάσσεται στην κατηγορία των ανεπτυγμένων χωρών, το επίπεδο της τεχνολογικής της προόδου δεν θεωρείται εφάμιλλο άλλων κορυφαίων στον τομέα αυτό χωρών όπως είναι η ΗΠΑ, η Ιαπωνία, η Κίνα, η Κορέα αλλά και οι χώρες της Σκανδιναβίας. Η Ελλάδα δέχτηκε μεγάλο πλήγμα στην οικονομία της τα προηγούμενα χρόνια γεγονός που αναπόφευκτα επηρέασε και την συνολική τεχνολογική υποδομή της και ανάπτυξη.³¹

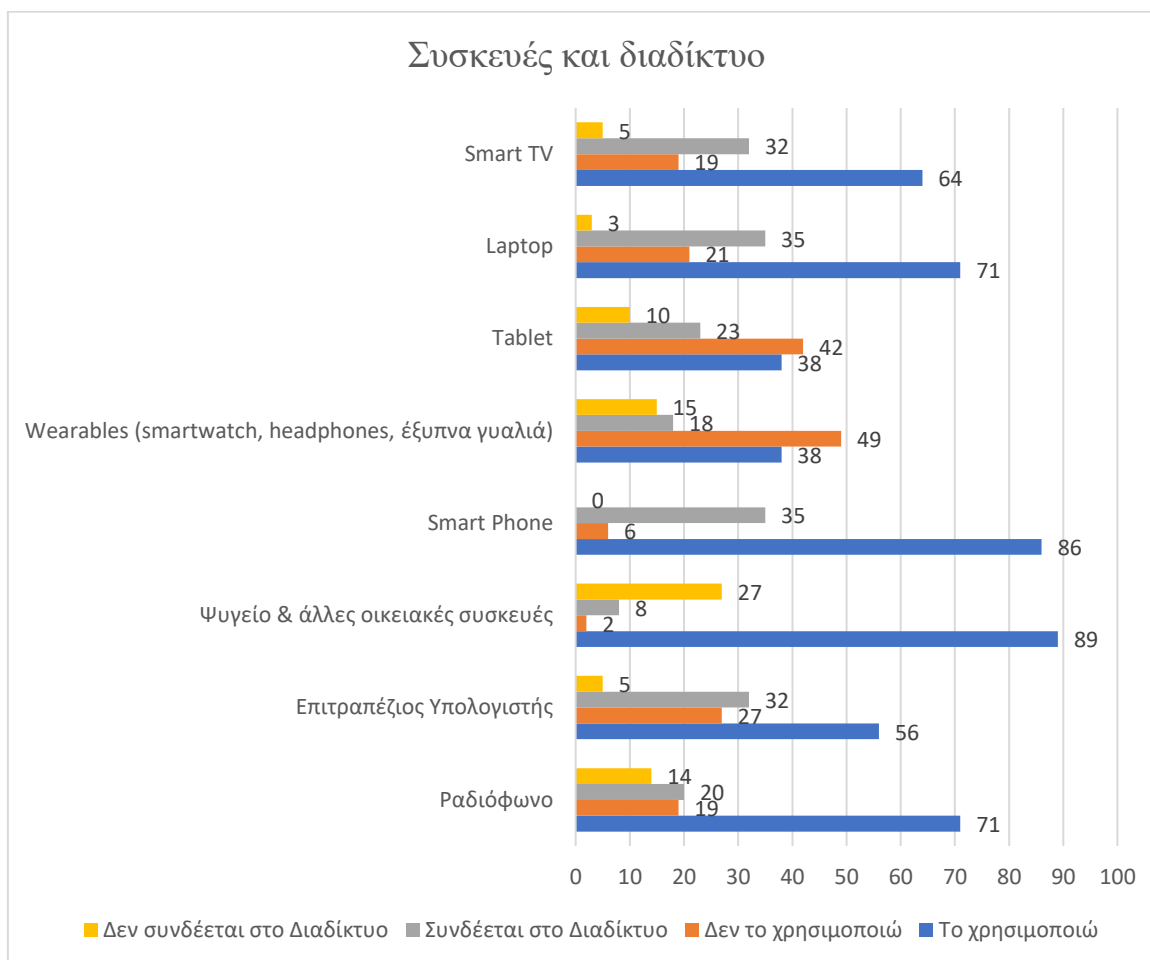
5.3 Εξοικείωση του γενικού πληθυσμού με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων και εξέταση του βαθμού κατανόησης της εφαρμογής του στην Διαχείριση Αποθεμάτων

Στην συνέχεια του ερωτηματολογίου οι συμμετέχοντες ερωτήθηκαν αναφορικά με τον βαθμό εξοικείωσής τους με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων πριν την συγκεκριμένη έρευνα. Εντυπωσιακό κρίνεται το γεγονός ότι τα μεγαλύτερα ποσοστά του κοινού δήλωσε ότι είναι εξοικειωμένο με το Internet of Things. Ειδικότερα, οι επιλογές για απάντηση που δόθηκαν στο κοινό ήταν της κλίμακας 1 – Καθόλου έως 5 – Πάρα Πολύ. Τα αποτελέσματα διαφαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα.



³¹ Cristian Bodevig, Wolfgang Fengler (Μάιος 2019), «Μπορεί η Ελλάδα να πρωταγωνιστήσει στην τεχνολογία», εφημερίδα «Η Καθημερινή»

Παράλληλα, διεξήχθη ένα μικρό «τεστ» προκειμένου να κατανοηθεί καλύτερα αν οι Έλληνες αντιλαμβάνονται ότι κάποιες εφαρμογές/συσκευές της καθημερινότητας αξιοποιούν IoT τεχνολογίες. Πιο συγκεκριμένα για διάφορα αντικείμενα, κλήθηκαν να απαντήσουν αναφορικά με το αν τα χρησιμοποιούν ή όχι και αν συνδέονται στο διαδίκτυο ή όχι. Οι απαντήσεις φαίνονται παρακάτω:



Όπως διαφαίνεται, η πλειοψηφία μπορούσε να εντοπίσει ότι ακόμα και συσκευές όπως το ψυγείο έχουν δυνατότητα σύνδεσης στο διαδίκτυο και κατ' επέκταση ελέγχου των λειτουργιών του εξ' αποστάσεως.

Εξειδικεύοντας το ευρύτερο θέμα του ερωτηματολογίου, ζητήθηκε από τους ερωτηθέντες να απαντήσει με ναι ή όχι στο αν έχουν ξανά ακούσει για την εφαρμογή του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην Διαχείριση Αποθεμάτων. Εν συνεχεία, και στην περίπτωση εκείνων που έδωσαν θετική απάντηση, ζητήθηκε να περιγράψουν/εξηγήσουν συνοπτικά το πως αντιλαμβάνονται το θέμα αυτό. Η συντριπτική πλειοψηφία (81,7%) δήλωσε ότι δεν έχει ξανά ακούσει για την εφαρμογή του Internet of Things στην Διαχείριση Αποθεμάτων, ενώ μόλις το 18,3% απάντησε θετικά. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι διευκρινιστικές απαντήσεις που δόθηκαν από την μερίδα των

συμμετεχόντων που απάντησαν θετικά, οι οποίες δείχνουν πολύ καλό επίπεδο κατανόησης τόσο του Internet of Things όσο και των δυνατοτήτων εφαρμογής του στο Inventory Management. Συγκεκριμένα, οι περισσότεροι δήλωσαν ότι βοηθάει στην καλύτερη ενημέρωση γύρω από το απόθεμα σε πραγματικό χρόνο «καθώς πρόκειται για πολυεργαλείο που ρυθμίζει τις εισαγωγές αλλά και τις εξαγωγές αποθεμάτων» -όπως χαρακτηριστικά απάντησε ένας συμμετέχων-, ενώ ταυτόχρονα συμβάλει στην διατήρησή του σε ιδανικά επίπεδα και την αποφυγή δημιουργίας κατάστασης υπερ-αποθέματος. Ακόμα, αρκετοί αναφέρθηκαν στην σημασία των IoT τεχνολογιών στην χωροταξική οργάνωση της αποθήκης αλλά και στην μείωση του λειτουργικού κόστους για τον επιχειρηματία. Τέλος, εντυπωσιακό είναι το γεγονός ότι μεταξύ των απαντήσεων, υπήρξε αναφορά και στις ετικέτες RFID, στα συστήματα ERP αλλά και στην χρήση του cloud για αποθήκευση δεδομένων που παράγονται από συσκευές IoT.

Όσον αφορά το εργασιακό περιβάλλον των ατόμων που συμμετείχαν στην έρευνα, μεγάλο σχετικά ήταν το ποσοστό εκείνων που δήλωσαν ότι δεν γνωρίζουν αν υπάρχουν περιπτώσεις εφαρμογής του Διαδικτύου των Πραγμάτων στον χώρο που εργάζονται (36,7%). Από την άλλη το 49,5% δήλωσε ότι IoT τεχνολογίες δεν χρησιμοποιούνται στην δουλειά τους, ενώ τέλος, μόλις το 13,8% απάντησε θετικά. Για εκείνους που απάντησαν θετικά υπήρχε ένα δεύτερο, διευκρινιστικό ερώτημα όπου χρειαζόταν να παραθέσουν ένα παράδειγμα περίπτωσης όπου το Διαδίκτυο των Πραγμάτων εφαρμόζεται στο επαγγελματικό τους περιβάλλον. Στις περισσότερες περιπτώσεις, αναφέρθηκαν παραδείγματα αποθηκών και διαχείρισης των αποθεμάτων τους, εφαρμογή στα πλαίσια ενός e-shop, σε φαρμακευτικές αποθήκες και κλινικές νοσοκομείων καθώς και χρήση συστημάτων ERP για τοποθέτηση παραγγελιών σε ξενοδοχειακές μονάδες αλλά και χρήση τέτοιων συστημάτων για την διαχείριση των κρατήσεων. Τα παραδείγματα που δόθηκαν είναι ακριβή και σχετικά και φανερώνουν ότι υπάρχει κατανόηση από σημαντική μερίδα του πληθυσμού που κατανοεί το Διαδίκτυο των Πραγμάτων και αντιλαμβάνεται την εφαρμογή συστημάτων και συσκευών στο εργασιακό του περιβάλλον.

5.4 Αντίκτυπος, ανησυχίες και προσδοκίες για το μέλλον αναφορικά με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αξιοποιεί συσκευές και λογισμικά τελευταίας τεχνολογίας. Ως εκ τούτου κρίθηκε απαραίτητο να ερευνηθεί μέσω του ερωτηματολογίου το αν οι συμμετέχοντες πιστεύουν ότι το Διαδίκτυο των Πραγμάτων μπορεί να κάνει την κοινωνία λιγότερο ή περισσότερο ευφυή. Η πλειοψηφία (40,4%) απάντησε θετικά. Από την άλλη ένα εξίσου μεγάλο ποσοστό (36,7%) δήλωσε ότι δεν είναι σίγουρο. Ακόμα, το 11% απάντησε ότι το Διαδίκτυο των Πραγμάτων δεν θα έχει καμία επίδραση στην κοινωνία και τέλος το 10,1% απάντησε ότι η κοινωνία θα γίνει λιγότερο ευφυής με την χρήση της IoT τεχνολογίας. Αναμφίβολα βέβαια, μπορεί να υποστηρίξει κανείς ότι η επίδραση του Διαδίκτυο των Πραγμάτων «ευφυΐα» μιας κοινωνίας μπορεί να ερμηνευθεί με ποικίλους τρόπους αναλόγως της χρήσης που γίνεται από τον εκάστοτε χρήστη.

Σε επόμενο ερώτημα, επιδιώχθηκε να αξιολογηθεί η αντίληψη των συμμετεχόντων αναφορικά με το πως το Διαδίκτυο των Πραγμάτων μπορεί να επηρεάσει τις διαδικασίες διαχείρισης αποθεμάτων σε μία επιχείρηση. Οι απαντήσεις που δόθηκαν ήταν περιεκτικές και ακριβείς, γεγονός που αποδεικνύει ότι υπάρχει σταδιακή εξοικείωση με τις IoT τεχνολογίες. Ειδικότερα, μεγάλη μερίδα δήλωσε ότι το Διαδίκτυο των Πραγμάτων μπορεί να βελτιώσει τους μηχανισμούς διαχείρισης αποθεμάτων μέσω της real time καταγραφής του αλλά και της αυτόματης τοποθέτησης παραγγελιών όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο. Η αυτοματοποίηση θα βελτιώσει και την παραγωγικότητα της επιχείρησης σε μικρότερο χρόνο. Ακόμα, κάποιιοι δήλωσαν ότι η θετική επίδραση του Διαδικτύου των Πραγμάτων αποτυπώνεται και στην μεγαλύτερη ταχύτητα και ακρίβεια με την οποία μπορούν να ολοκληρώνονται οι διαδικασίες χάριν της αυτοματοποίησης πολλών εργασιών. Επιπλέον, η λεπτομερέστερη καταγραφή αποθέματος μπορεί να ωφελήσει μακροπρόθεσμα μία επιχείρηση μειώνοντας τα περίσσια είδη στις αποθήκες και άρα να μειώσει τα λειτουργικά της έξοδα.

Οι συμμετέχοντες μετά από προτροπή στα πλαίσια της έρευνας απάντησαν αναφορικά με το αν υπάρχουν ανησυχίες ή προκλήσεις από την εφαρμογή του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην διαχείριση αποθεμάτων. Αρκετοί δήλωσαν ότι δεν είναι σίγουροι (πιθανώς μερίδα του κοινού που να μην έχει αντιληφθεί τον τρόπο λειτουργίας και εφαρμογής της IoT τεχνολογίας). Ωστόσο, αρκετοί δήλωσαν ότι τίθενται ζητήματα ασφάλειας και απειλής της ιδιωτικότητας (είτε προσωπικών δεδομένων, είτε στα πλαίσια επιχειρησιακών δεδομένων). Ακόμα, ένας πολύ σημαντικός προβληματισμός που

αναφέρθηκε είναι αυτός της αντικατάστασης των ανθρώπινων χεριών από μηχανήματα, οδηγώντας αναπόφευκτα σε αύξηση των ποσοστών ανεργίας και βραχυπρόθεσμα εξάλειψη του ανθρώπινου παράγοντα από τις επιχειρήσεις. Κάποιοι άλλοι αναφέρθηκαν σε περιπτώσεις ακατάλληλου software που μπορεί να οδηγήσει σε λάθος υπολογισμούς και αποτελέσματα και άρα λανθασμένες αποφάσεις. Τελευταίο ζήτημα που προέκυψε ήταν αυτό της ελλιπούς ενημέρωσης και χαμηλής εξειδίκευσης του προσωπικού στο κομμάτι της IoT τεχνολογίας που μπορεί να αποβεί μοιραία για την εκάστοτε επιχείρηση, καθώς σε περίπτωση λάθους, το κόστος μπορεί να είναι δυσβάσταχτο.

Τέλος, αισιόδοξο φαίνεται το μέλλον με την συντριπτική πλειοψηφία των συμμετεχόντων (80,7%) να απαντά θετικά ότι η χρήση του Διαδικτύου των Πραγμάτων ως εργαλείο διαχείρισης αποθεμάτων θα γίνει πιο διαδεδομένη τα επόμενα χρόνια. Από την άλλη, μόλις το 0,9% αποκρίθηκε αρνητικά και το υπόλοιπο 18,3% δήλωσε ότι δεν γνωρίζει. Συνοπτικά, στα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που αποβλέπει το κοινό από την διευρυμένη εφαρμογή της IoT τεχνολογίας στο Inventory Management είναι:

Πλεονεκτήματα:

- Αμεσότερες και αποτελεσματικότερες διαδικασίες αγοράς και πώλησης αγαθών
- Μεγιστοποίηση κέρδους
- Ταχύτητα εκτέλεση εργασιών
- Αυτοματοποίηση διαδικασιών, αξιοπιστία και περιορισμός λαθών που μπορεί να προέλθουν από τον ανθρώπινο παράγοντα
- Αύξηση της παραγωγής
- Real time απεικόνιση του διαθέσιμου αποθέματος
- Μείωση του κόστους παραγωγής
- Καλύτερη οργάνωση της επιχείρησης
- Καλύτερη διαχείριση των αποβλήτων της παραγωγικής διαδικασίας και άρα προσπάθεια σεβασμού και προστασίας του περιβάλλοντος

Μειονεκτήματα:

- Αντικατάσταση του ανθρώπινου δυναμικού από συσκευές και μηχανήματα
- Πιθανότητα σφάλματος σε περίπτωση ανειδίκευτου προσωπικού ή μη λειτουργικού λογισμικού IoT
- Τίθενται ζητήματα ασφάλειας και καταπάτησης της ιδιωτικότητας
- Ενίσχυση του ανταγωνισμού

- Μείωση της ανθρώπινης ευφυΐας και αποκλεισμός του ανθρώπινου παράγοντα

Συμπερασματικά, παρατηρούμε ότι υπάρχει αρκετά υψηλό ποσοστό του γενικού πληθυσμού που έχει κατανοήσει σε ικανοποιητικό βαθμό το Internet of Things και τις λειτουργίες του. Μάλιστα ενδιαφέρον είναι ότι υπήρξε μεγάλη απόκριση γύρω από το ζήτημα της αξιοποίησης του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην διαχείριση των αποθεμάτων καθώς και ότι αρκετοί συμμετέχοντες έχουν αντιληφθεί την ύπαρξη συστημάτων και εξοπλισμού IoT στα πλαίσια λειτουργίας της επιχείρησης που είτε διοικούν είτε εργάζονται. Τελικά, αισιόδοξο είναι το γεγονός ότι το κοινό αναγνωρίζει την πρόοδο και λειτουργική βελτίωση και αποδοτικότητα που οι IoT τεχνολογίες μπορούν να επιφέρουν σε μία επιχείρηση. Όπως είναι λογικό και κατανοητό βέβαια, αναγνωρίζεται από μεγάλη μερίδα των ερωτηθέντων ότι υπάρχουν σημεία που χρήζουν εκτενούς επεξήγησης και διασαφήνισης ειδικά σε θέματα ασφάλειας, διαφάνειας και προστασίας των προσωπικών δεδομένων όσο και της πιθανής αντικατάστασης των ανθρώπινων χεριών από μηχανήματα, κάτι που εγείρει ανησυχίες καθώς θα προκαλέσει αύξηση των ποσοστών ανεργίας.

Κεφάλαιο 6 – Προκλήσεις και ανησυχίες αναφορικά με την χρήση του Διαδικτύου των Πραγμάτων

Όπως έγινε φανερό και μέσα από την έρευνα που διεξήχθη, η χρήση του Διαδικτύου των Πραγμάτων και η εφαρμογή του στη Διαχείριση Αποθεμάτων εγείρει πολλά ερωτήματα καθώς τίθενται στο προσκήνιο ζητήματα καταπάτησης της ιδιωτικότητας και αμφισβήτησης της ασφάλειας του κυβερνοχώρου. Ως εκ τούτου, στο συγκεκριμένο κεφάλαιο πρόκειται να αναλυθούν οι ανησυχίες αυτές καθώς και να ερευνηθεί αν υπάρχουν άλλου είδους προκλήσεις και πως μπορούν να επηρεάσουν επιχειρήσεις και ανθρώπους.

6.1 Ζητήματα ασφάλειας

Πολλές συζητήσεις έχουν γίνει γύρω από το θέμα της ασφάλειας και της προστασίας των προσωπικών δεδομένων. Η Ευρωπαϊκή Ένωση προέβη στην ψήφιση και υιοθέτηση του Γενικού Κανονισμού Προστασίας Δεδομένων (GDPR), ο οποίος και τέθηκε σε εφαρμογή στις 25 Μαΐου του 2018. Ο συγκεκριμένος κανονισμός αφορά την προστασία φυσικών προσώπων όσον αφορά την ελεύθερη κυκλοφορία και επεξεργασία προσωπικών δεδομένων.

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενα κεφάλαια το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αφορά την σύνδεση συσκευών, οχημάτων, αισθητήρων και αντικειμένων μεταξύ τους ασύρματα και μέσω διαδικτύου, επιτρέποντας την ανταλλαγή πληροφοριών και δεδομένων. Παρά τα τεράστια οφέλη όμως που μπορεί να έχει για τις επιχειρήσεις και τους ανθρώπους, τίθενται και αρκετά ζητήματα ασφάλειας και ιδιωτικότητας. Έντονη συζήτηση υπάρχει γύρω από το πόσο ευάλωτο είναι το λογισμικό και κατ' επέκταση οι συσκευές IoT σε επιθέσεις στην κυβερνοασφάλεια. Αυτό πολύ συχνά προκύπτει εξαιτίας αδυναμιών στο λογισμικό, σε μη ενημερωμένη ή ανεπαρκή ασφάλεια που πολύ συχνά μπορεί να οδηγήσει σε διαρροές δεδομένων, απομακρυσμένη εγκατάσταση κακόβουλου λογισμικού ή ακόμα και σε έλεγχο των συσκευών και συστημάτων από εξωτερικούς εισβολείς. Γενικά, κενά ασφαλείας εντοπίζονται σχεδόν σε όλα τα οχήματα, τις συσκευές και τα αντικείμενα IoT, ακόμα και στις ηλεκτρικές οικιακές συσκευές. Καθώς οι

συσκευές IoT εξ αρχής δεν δημιουργήθηκαν με γνώμονα την ασφάλεια, κατά συνέπεια προκύπτουν αμέτρητες προκλήσεις οι οποίες σε περίπτωση κακής διαχείρισης μπορούν να οδηγήσουν σε καταστροφικές καταστάσεις. Σε αντίθεση με άλλες λύσεις τεχνολογίας, δεν υπάρχουν ακόμα επαρκείς πρότυπα και κανόνες αναφορικά με την ασφάλεια του Διαδικτύου των Πραγμάτων.

Αντισταθμίζοντας τα πιθανά «κενά» που μπορεί να υπάρξουν στην ασφάλεια του Διαδικτύου των Πραγμάτων, γίνεται από πολλούς ειδικούς εκτενής αναφορά στην IoT ασφάλεια. Πρόκειται για έναν γενικό όρο ο οποίος καλύπτει τις στρατηγικές, τα εργαλεία, τις διαδικασίες, τα συστήματα και τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την προστασία όλων των πτυχών του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Στην IoT ασφάλεια περιλαμβάνεται η προστασία όλων των φυσικών παραγόντων, των εφαρμογών, των συνδέσεων δικτύου και των δεδομένων προκειμένου να εξασφαλίζεται η διαθεσιμότητα, η ακεραιότητα και η εμπιστευτικότητα των IoT «οικοσυστημάτων».³² Οι προκλήσεις ασφαλείας είναι πολλές, λόγω του μεγάλου όγκου ελαττωμάτων που εντοπίζονται τακτικά στα συστήματα IoT. Η ισχυρή ασφάλεια IoT περιλαμβάνει όλες τις πτυχές της προστασίας, συμπεριλαμβανομένης της ανθεκτικότητας των εξαρτημάτων, της παρακολούθησης, της ενημέρωσης του υλικολογισμικού, της ελεγχόμενης πρόσβασης σε πληροφορίες συστήματος, της αντιμετώπισης απειλών και της αποκατάστασης των γκρίζων ζωνών. Η ασφάλεια του IoT είναι κρίσιμη, καθώς αυτά τα συστήματα είναι ευάλωτα, γεγονός που τα καθιστά έναν εξαιρετικά ελκυστικό στόχο επιθέσεων.³³ Η διασφάλιση των συσκευών IoT από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση εξασφαλίζει ότι δεν θα μετατραπούν σε πύλη εισόδου άλλα τμήματα του δικτύου και άρα δεν θα διαρρεύσουν ευαίσθητες πληροφορίες.

Μία άλλη παράμετρος που μπορεί να θέσει την ασφάλεια μιας επιχείρησης σε κίνδυνο είναι η ελλιπής ή ανεπαρκής γνώση του προσωπικού σε θέματα πληροφορικής και εν συνεχεία η απουσία περαιτέρω εκπαίδευσης γύρω από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων. Οι χρήστες, συχνά αναπτύσσουν συσκευές και λογισμικό IoT χωρίς την απαραίτητη γνώση, γεγονός που καθιστά αδύνατη την ακριβή καταγραφή των συσκευών που πρέπει να προστατευθούν και να παρακολουθηθούν. Ακόμα, καθώς πολλοί προγραμματιστές δεν θέτουν ως προτεραιότητά τους την ασφάλεια, αποτυγχάνουν ή ίσως αμελούν να πραγματοποιήσουν δοκιμές για να εντοπίσουν το πόσο ευάλωτο είναι το εκάστοτε σύστημα αλλά και άλλες πιθανές αδυναμίες. Μεταξύ των πιο συχνών ευάλωτων

³² Balbix Team (2021), «IoT Security Challenges and Problems», balbix.com

³³ Vit Sembera, Jakub Urbanec (July 2021), «IoT Security Issues, Threats and Defenses», trendmicro.com

σημείων που συχνά είναι αρκετά δύσκολο έως αδύνατο να επιδιορθωθούν είναι τα APIs (Application Programming Interface). Τα APIs αποτελούν στην ουσία ένα σύνολο κανόνων και εργαλείων που επιτρέπουν σε εφαρμογές με διαφορετικό λογισμικό να επικοινωνούν μεταξύ τους. Καθορίζουν τις μεθόδους και τις μορφές δεδομένων που μπορούν να χρησιμοποιούν οι εφαρμογές για να ζητούν και να ανταλλάσσουν πληροφορίες. Τα APIs διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη σύγχρονη ανάπτυξη λογισμικού, επιτρέποντας την ενσωμάτωση διαφορετικών υπηρεσιών και συστημάτων.³⁴

Εξειδικεύοντας το θέμα της ασφάλειας που τίθεται από την εφαρμογή του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην Διαχείριση Αποθεμάτων θα πρέπει και πάλι να αναφερθούμε στο ζήτημα της μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε παραβίαση ευαίσθητων ενδοεπιχειρησιακών δεδομένων που αναπόφευκτα μπορούν να εκθέσουν την εκάστοτε επιχείρηση σε σημαντικούς κινδύνους. Ακόμα, η αδύναμοι κωδικοί πρόσβασης αποτελούν ένα εξαιρετικά φλέγον ζήτημα. Πρόκειται για ένα φαινόμενο που αποκαλείται «χειραγώγηση συσκευών». Ειδικότερα, η αδύναμοι κωδικοί πρόσβασης μπορούν να οδηγήσουν είτε σε ευκολότερη πρόσβαση από μη εξουσιοδοτημένα πρόσωπα ή ακόμα χειρότερα σε φαινόμενα hacking από εξωτερικούς χρήστες. Η κατάσταση αυτή μπορεί να οδηγήσει σε παραποίηση ή χειραγώγηση, επηρεάζοντας την ακρίβεια των δεδομένων που έχουν καταγραφεί και αναπόφευκτα θα υπάρξουν σφάλματα στη λήψη των αποφάσεων.³⁵

Απαραίτητη παράμετρος ασφαλείας για κάθε επιχείρηση είναι η συμμόρφωσή της με τους κανονισμούς προστασίας δεδομένων. Ειδικότερα, οι εταιρείες/οργανισμοί που χρησιμοποιούν IoT τεχνολογία για την διαχείριση των αποθεμάτων τους οφείλουν να συμμορφώνονται με τέτοιες δικλίδες ασφαλείας ειδικά, σε περίπτωση παραβιάσεων, ενέχουν νομικοί κίνδυνοι, πρόστιμα και ζημιά στην φήμη. Επίσης, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι καθώς η IoT τεχνολογία χρησιμοποιεί λογισμικό που επιτρέπει στις συσκευές να συνδέονται και να αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους, στην περίπτωση των αλυσίδων εφοδιασμού, αυξάνονται οι πιθανότητες ηλεκτρονικής επίθεσης, καθιστώντας ευκολότερο για τους hackers να θέσουν σε κίνδυνο ένα μέρος του συστήματος και άρα να αποκτήσουν πρόσβαση σε ολόκληρο το δίκτυο της επιχείρησης.

³⁴ Big Blue Data Academy Team (July 2022), «Τί είναι ένα API και πως λειτουργεί (Οδηγός 2023) », bigblue.academy.gr

³⁵ Kaspersky Lab Team (2022), «Internet of Things Security challenges and best practices», kaspersky.com

6.2 Ζητήματα ιδιωτικότητας

Ο βομβαρδισμός του καταναλωτικού κοινού με νέες και τεχνολογικά βελτιωμένες συσκευές οδηγεί σε ασύστολη χρήση τους και σε μία αναπόφευκτη μορφή εξάρτησης από αυτές. Κατά συνέπεια, ο πολλαπλασιασμός των συσκευών IoT έχει εγείρει στην επιστημονική κοινότητα σημαντικές συζητήσεις και ανησυχίες αναφορικά με την προστασία της ιδιωτικής ζωής. Οι συσκευές όπως smartphones, smart watches, tablet, αυτοκίνητα με ενσωματωμένη τεχνολογία τεχνητής νοημοσύνης κ.λπ. μπορούν να συλλέγουν και να επεξεργάζονται αμέτρητες ποσότητες ευαίσθητων δεδομένων των χρηστών, συμπεριλαμβανομένων προσωπικών πληροφοριών συμπεριφορικών μοτίβων αλλά και βιομετρικών δεδομένων.

Ένα από τα συχνότερα προβλήματα που προκύπτουν είναι η ανεπαρκής προστασία που οι συσκευές τέτοιου τύπου προσφέρουν, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε παραβιάσεις των προσωπικών δεδομένων. Οι χρήστες, τις περισσότερες φορές, ενδέχεται να μην έχουν πλήρη επίγνωση του εύρους και της φύσης των δεδομένων που συλλέγονται, κάτι που τους καθιστά ακόμα πιο επιρρεπείς σε παραβιάσεις. Πέρα από βιομετρικά και προσωπικά δεδομένα, πολύ ειδικοί επιστούν μεγάλη προσοχή σε περιπτώσεις hacking όπου άγνωστοι μπορούν να αποκτούν πρόσβαση σε τραπεζικούς λογαριασμούς αποσπώντας μεγάλα ποσά. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι συσκευές IoT ενδέχεται να συλλέγουν δεδομένα αδιακρίτως χωρίς να εξετάζουν την ανάγκη ή τη συνάφεια των πληροφοριών που συλλέγονται. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε υπερβολική και περιττή συσσώρευση προσωπικών δεδομένων, αυξάνοντας τον κίνδυνο μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης και κατάχρησης.

Επιπλέον, η έλλειψη ρητής συγκατάθεσης και διαφανών πρακτικών επεξεργασίας δεδομένων επιτείνει αυτές τις ανησυχίες. Οι χρήστες θα πρέπει να έχουν το δικαίωμα να κατανοούν και να ελέγχουν τον τρόπο με τον οποίο συλλέγονται, επεξεργάζονται και χρησιμοποιούνται τα δεδομένα τους. Χωρίς σαφή και διαφανή πολιτική απορρήτου, οι χρήστες ενδέχεται να μην κατανοούν πλήρως ποια δεδομένα συλλέγονται, γιατί συλλέγονται ή πώς προστατεύονται τα δεδομένα. Αυτή η έλλειψη διαφάνειας υπονομεύει την εμπιστοσύνη και μειώνει την ικανότητα των χρηστών να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με τα δεδομένα τους. Οι ανεπαρκείς πρακτικές προστασίας δεδομένων και συναίνεσης μπορεί να έχουν εκτεταμένες επιπτώσεις. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση σε προσωπικές πληροφορίες, οδηγώντας σε κλοπή ταυτότητας, οικονομική απάτη και άλλες παραβιάσεις δεδομένων.

Κλείνοντας, θα πρέπει να πούμε ότι οι ανησυχίες για την προστασία της ιδιωτικής ζωής στο IoT δεν αφορούν μόνο το ατομικό επίπεδο, αλλά έχουν ευρύτερες επιπτώσεις, επηρεάζοντας την εμπιστοσύνη του κοινού στην τεχνολογία και εμποδίζοντας την υιοθέτηση των λύσεων του IoT σε διάφορους κλάδους. Κρίνεται επομένως απολύτως απαραίτητο, τόσο οι άνθρωποι μεμονωμένα όσο και οι επιχειρήσεις να αντιλαμβάνονται τους κινδύνους που υπάρχουν από την υιοθέτηση και αξιοποίηση των IoT τεχνολογιών και συσκευών. Αυτό δεν σε καμία περίπτωση δεν σημαίνει κατάργηση της χρήσης τους αλλά αντιθέτως καλύτερη ενημέρωση, έλεγχος και λήψη μέτρων προστασίας για μέγιστη ασφάλεια.

6.3 Κόστος υλοποίησης IoT τεχνολογιών και Return of Investment (ROI)

Οι IoT τεχνολογίες αν και εξαιρετικά χρήσιμες και αποτελεσματικές, συνοδεύονται από ένα σχετικό κόστος υιοθέτησης, υλοποίησης και εφαρμογής τους στην εκάστοτε επιχείρηση. Το κόστος αυτό μπορεί να ποικίλλει αναλόγως διαφόρων παραγόντων, μεταξύ των οποίων είναι ο τύπος της επιχείρησης, οι στόχοι που καλείται να καλύψει, ο απαιτούμενος αριθμός IoT συσκευών που απαιτούνται καθώς και η πολυπλοκότητα του συστήματος.

Μία πρώτη κατηγορία η οποία διαμορφώνει το κόστος υλοποίησης είναι το υλικό (hardware). Αυτό περιλαμβάνει τις φυσικές συσκευές IoT, όπως οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, τα μηχανήματα, τα οχήματα, οι εγκατεστημένοι αισθητήρες λήψης πληροφοριών, οι επεξεργαστές και την πολυπλοκότητα αυτών κ.ά. Το κόστος επομένως αυξάνεται ή μειώνεται με βάση την ποιότητα του hardware, την ποσότητα καθώς και τις λειτουργίες του υλικού. Στην περίπτωση μιας κατά παραγγελία συσκευής και αναλόγως των λειτουργιών και της πολυπλοκότητας της λύσης που θα προσφέρει, τότε το συνολικό κόστος για ένα IoT έργο μπορεί να αυξηθεί κατά 70% - 80%.³⁶

Βασική προϋπόθεση για την αποτελεσματική λειτουργία ενός συστήματος IoT είναι το λογισμικό (software). Αυτό περιλαμβάνει το λογισμικό ελέγχου, το λογισμικό διαχείρισης (αφορά την εφαρμογή λύσεων για την παρακολούθηση και διαχείριση συσκευών IoT από απόσταση) και ανάλυσης δεδομένων καθώς και άλλες

³⁶ Andrei Klubnikin (September 2022), «How much does IoT cost? », itrexgroup.com

προσαρμοσμένες στις ανάγκες της εκάστοτε επιχείρησης, εφαρμογές. Αναπόφευκτα προκύπτει ότι όσο πιο περίπλοκο είναι το λογισμικό και οι λειτουργίες του, τόσο πιο υψηλό πρόκειται να είναι και το κόστος υιοθέτησης ενός συστήματος IoT.³⁷

Η IoT τεχνολογία στηρίζεται στην ασύρματη σύνδεση μεταξύ συσκευών. Ως εκ τούτου και προκειμένου να μπορέσει το σύστημα να λειτουργήσει αποτελεσματικά απαιτείται μια πολύ καλή εγκατάσταση internet, ενισχυτών ασύρματου σήματος, καρτών SIM για τη μεταφορά και αποθήκευση δεδομένων, δρομολογητών και λοιπό εξοπλισμό που απαιτείται για την ασύρματη σύνδεση των συσκευών. Εδώ, οφείλουμε να αναφέρουμε και τα πρωτόκολλα επικοινωνίας (πχ. HTTP, CoAP, MQTT) τα οποία επίσης μπορούν να επηρεάσουν το κόστος, ειδικά αν πρόκειται για δορυφορική ή κινητή συνδεσιμότητα. Το κόστος ανεβαίνει επίσης και αναλόγως των συσκευών που σχετίζονται με την λήψη και αποστολή δεδομένων μέσω cloud, καθώς η διαδικασία αυτή μπορεί να συμπεριλαμβάνει χρεώσεις δεδομένων κινητής τηλεφωνίας.

Τέλος, θα πρέπει να αναφέρουμε το κόστος που προκύπτει από την εκπαίδευση του προσωπικού. Ειδικότερα, έστω ότι πρόκειται για άτομα που κατέχουν τίτλο σπουδών ή/και προηγούμενη επαγγελματική εμπειρία στη πληροφορική και σε IoT συστήματα, τότε αν και η επιχείρηση οφείλει να εκπαιδεύσει τα άτομα αυτά κατάλληλα σύμφωνα με τα δικά της πρωτόκολλα, σίγουρα το κόστος είναι σχετικά χαμηλό. Το αντίθετο συμβαίνει στην περίπτωση που το προσωπικό δεν διαθέτει επαρκή γνώση γύρω από συστήματα IT και πιο συγκεκριμένα γύρω από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων.

Σε κάθε περίπτωση πριν την υιοθέτηση συστημάτων IoT, κάθε επιχείρηση οφείλει να ακολουθήσει κάποια συγκεκριμένα βήματα. Το πρώτο και σημαντικότερο είναι η ανάλυση. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης μια ομάδα ειδικών υλικού συνεργάζεται με μηχανικούς συστημάτων λογισμικού, αναλυτές επιχειρήσεων και ενδιαφερόμενους φορείς της επιχείρησης προκειμένου να μπορέσουν να εκμαιεύσουν τις απαραίτητες τεχνικές απαιτήσεις για την δημιουργία ενός προσαρμοσμένου λογισμικού και συνακόλουθων συσκευών, να βελτιώσουν την ιδέα και να βελτιστοποιήσουν την ανάπτυξη του προϋπολογισμού. Το δεύτερο στάδιο είναι ο σχεδιασμός. Με βάση τις απαιτήσεις που ορίζονται στη φάση της ανάλυσης, οι μηχανικοί και οι βιομηχανικοί σχεδιαστές δημιουργούν σχήματα διάταξης και απεικονίζουν το περίβλημα του εκάστοτε gadget σε 3D μορφή. Ο σχεδιασμός του υλικού θα πρέπει επίσης να ικανοποιεί όλες τις απαιτήσεις λογισμικού που συγκεντρώθηκαν στο προηγούμενο στάδιο. Στη συνέχεια

³⁷ Roman Lapa (July 2022), Calculating the Cost of IoT Solutions: Estimates from Expanice Soft, expanice.com

περνάμε στο στάδιο της δημιουργίας πρωτοτύπων. Ένας κατασκευαστής υλικού δημιουργεί έως και δέκα σχήματα διάταξης, ελαχιστοποιεί ή εξαφανίζει εντελώς το οποιοδήποτε σφάλμα και πραγματοποιεί τις αντίστοιχες αλλαγές στο έγγραφο απαιτήσεων. Ταυτόχρονα, η ομάδα υλικολογισμικού τρέχει το λογισμικό προκειμένου να παρατηρήσει πως ανταπεξέρχεται σε συνδυασμό με τις συσκευές. Έτσι, περνάμε στο στάδιο των δοκιμών. Τα επιτυχημένα πρωτότυπα μετατρέπονται σε μοντέλα παραγωγής που χρησιμοποιούν διαφορετικά υλικά για το περίβλημα της συσκευής. Στη συνέχεια διεξάγονται διάφοροι τύποι δοκιμών, συμπεριλαμβανομένων των αναλύσεων θερμικής, ακεραιότητας σήματος και ακεραιότητας ισχύος, καθώς και δοκιμών χρήστη. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, ενδέχεται να εντοπιστούν κρίσιμα σφάλματα και η διαδικασία δημιουργίας πρωτοτύπων ξεκινά από την αρχή. Συνήθως, μια νέα συσκευή IoT περνάει από τρεις έως πέντε επαναλήψεις μέχρι να υιοθετηθεί τελικά στην λειτουργία μιας επιχείρησης.

Μία επιχείρηση η οποία θα αποφασίσει να ακολουθήσει την παραπάνω διαδικασία και να επωμιστεί το συνακόλουθο κόστος προκειμένου να υιοθετήσει συστήματα και συσκευές IoT στο πλαίσιο της λειτουργίας της, αδιαμφισβήτητα αναμένει με την πάροδο του χρόνου να δει και κάποιο οικονομικό όφελος. Το όφελος αυτό ονομάζεται απόδοση της επένδυσης (Return Of Investment – ROI) και στο πλαίσιο του Διαδικτύου των Πραγμάτων αναφέρεται στα οικονομικά κέρδη ή οφέλη που αναμένει ένας οργανισμός να επιτύχει από την επένδυσή του σε τεχνολογίες IoT. Η απόδοση επένδυσης ενός έργου IoT αξιολογείται συνήθως με τη σύγκριση των οικονομικών αποδόσεων με το αρχικό κόστος που συνδέεται με την υλοποίηση.

Στα πλαίσια της υιοθέτησης λύσεων IoT οι επιχειρήσεις προβαίνουν σε αρκετά ακριβές δαπάνες. Οι δαπάνες αυτές οφείλουν να προσφέρουν μετρήσιμη και άμεση απόδοση της επένδυσης. Πολλές φορές, το ROI μεταφράζεται σε "μείωση του κόστους", αν και η μείωση του κόστους είναι μόνο ένα κομμάτι της εξίσωσης ROI. Η επένδυση θα αποδώσει άμεσα και έμμεσα αποτελέσματα. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων θα πρέπει να βοηθήσει τις εταιρείες να κάνουν άμεση εξοικονόμηση κόστους και να αυξήσουν τα έσοδα, αλλά θα πρέπει επίσης να βελτιώσει τα περιθώρια κέρδους μέσω πιο αφηρημένων οφελών: βελτίωση της ικανοποίησης των πελατών, αύξηση της αποδοτικότητας και της ανταγωνιστικότητας και βελτίωση του μακροπρόθεσμου στρατηγικού σχεδιασμού.³⁸

³⁸ World Sensing Team (2022), «The ROI of IoT: The 7 benefits it can bring to your business», worldsensing.com

Ουσιαστικά το ROI, μας βοηθάει να υπολογίσουμε αν αποκομίζουμε πίσω περισσότερα χρήματα από αυτά που βάλουμε για την υλοποίηση της επένδυσης. Μετράει το ποσοστό απόδοσης μιας συγκεκριμένης επένδυσης σε σχέση με το κόστος της Πώς υπολογίζεται η απόδοση επένδυσης (ROI);

$$\text{ROI (\%)} = \frac{\text{Καθαρό Κέρδος Επένδυσης}}{\text{Κόστος Επένδυσης}} \times 100$$

Εάν η επένδυση έχει αρνητικό πρόσημο ή στην πορεία ανακαλύψουμε ότι κάποιες άλλες επενδύσεις αποφέρουν υψηλότερες αποδόσεις, τότε η αρχική επένδυση δεν θα πρέπει να επιλεγθεί.

Κεφάλαιο 7 – Παρουσίαση επιχείρησης με επιτυχή υιοθέτηση IoT τεχνολογιών στην λειτουργία της – Η περίπτωση της Siemens.

Μία από τις εταιρείες κολοσσούς, η οποία έγινε ευρέως γνωστή κυρίως για τις οικιακές ηλεκτρικές συσκευές της είναι η Siemens AG. Πρόκειται για έναν παγκόσμιο όμιλο ο οποίος ιδρύθηκε την 1^η Οκτωβρίου του 1847 στο Βερολίνο από τους Werner von Siemens και Johann Georg Halske. Είναι μία από τις μεγαλύτερες και πιο διαφοροποιημένες - λόγω των καινοτόμων τεχνολογιών που χρησιμοποιεί – βιομηχανικές κατασκευαστικές εταιρείες στον πλανήτη. Πέραν όμως των οικιακών συσκευών η Siemens έχει συνεισφέρει σε τεράστιο βαθμό σε πολλούς τομείς της ανθρωπότητας με προϊόντα που υποστηρίζουν υπηρεσίες σχετικές με την ενέργεια (Siemens Energy), την υγειονομική περίθαλψη (Siemens Healthcare), τη βιομηχανία, της υποδομές (Siemens Mobility) κ.ά. Μεταξύ των προϊόντων που κατασκευάζει η εταιρεία περιλαμβάνονται τρένα, κινητήρες, αισθητήρες, εξοπλισμός ελέγχου τάσης, συσκευές ιατρικής απεικόνισης και άλλα.

Η Siemens αποτελεί παράδειγμα εταιρείας η οποία όχι απλά υιοθετεί IoT τεχνολογίες αλλά δημιουργεί και ολοκληρωμένες λύσεις και συστήματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και από άλλες εταιρείες. Από περίπου 750 στελέχη που ερωτήθηκαν από τη Siemens και το Harvard Business Review, το 74% των ερωτηθέντων δήλωσε ότι πιστεύει ότι το Διαδίκτυο των Πραγμάτων θα αποτελέσει ανταγωνιστικό παράγοντα διαφοροποίησης, ωστόσο μόνο το 36% δήλωσε ότι το χρησιμοποιεί στις βασικές του λειτουργίες.

7.1 Οι λόγοι που η Siemens προχώρησε στην υιοθέτηση IoT τεχνολογιών

Από την μέρα της ίδρυσης της εταιρείας μέχρι και σήμερα, η Siemens έχει εισάγει στην αγορά μία πληθώρα προϊόντων που αποβλέπουν στην βελτίωση της ποιότητας πολλών πτυχών της καθημερινής ζωής, από τον καθαρισμό του σπιτιού μέχρι την μετακίνηση ανθρώπων και εμπορευμάτων μέσω του σιδηροδρόμου. Καθώς λοιπόν η γκάμα των προϊόντων μεγάλωνε και η τεχνολογία των προϊόντων εξελισσόταν διαρκώς, η εταιρεία θέλησε να αφομοιώσει το Διαδίκτυο των Πραγμάτων στην λειτουργία της για ποικίλους λόγους.

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός ήταν ένας από αυτούς. Μάλιστα η εταιρεία συμμετέχει ενεργά σε οποιαδήποτε πρωτοβουλία αφορά αυτό το θέμα. Η υιοθέτηση του IoT αποτελεί θεμελιώδη πτυχή αυτού του μετασχηματισμού, επιτρέποντας στην εταιρεία να ψηφιοποιήσει διαδικασίες, προϊόντα και υπηρεσίες. Αξιοποιώντας τις τεχνολογίες IoT, η Siemens στοχεύει στη δημιουργία ενός πιο συνδεδεμένου και ευφυούς βιομηχανικού οικοσυστήματος. Επίσης, η Siemens είναι θερμός υποστηρικτής της ιδέας «Industry 4.0» η οποία περιστρέφεται γύρω από την τέταρτη βιομηχανική επανάσταση που χαρακτηρίζεται από την ενσωμάτωση των ψηφιακών τεχνολογιών - συμπεριλαμβανομένου και του Διαδικτύου των Πραγμάτων – στην παραγωγή προϊόντων αλλά και γενικότερα σε όλες τις βιομηχανικές διαδικασίες. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στο concept Industry 4.0, καθώς επιτρέπει τη συνδεσιμότητα των συσκευών, των αισθητήρων και των συστημάτων κάνοντας της λειτουργίες μιας επιχείρησης πιο έξυπνες και αποδοτικές.

Όπως έχει δηλώσει και ο Alexandre Piedade, Manager Στρατηγικής καθοδήγησης της Siemens, οι τεχνολογίες IoT παρέχουν στη Siemens τα μέσα για την παρακολούθηση και τη βελτιστοποίηση των δικών της παραγωγικών διαδικασιών και βιομηχανικών λειτουργιών. Με τη σύνδεση μηχανών, αισθητήρων και εξοπλισμού, η Siemens μπορεί να συλλέγει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για τη βελτίωση της αποδοτικότητας της παραγωγής, τη μείωση του χρόνου διακοπής λειτουργίας (lower downtime) και τη βελτίωση της συνολικής επιχειρησιακής απόδοσης.³⁹ Επιπρόσθετα, η Siemens χρησιμοποιεί το Διαδίκτυο των Πραγμάτων για την εφαρμογή στρατηγικών προληπτικής συντήρησης. Εξοπλίζοντας τα μηχανήματα και τον εξοπλισμό με αισθητήρες, η εταιρεία μπορεί να παρακολουθεί την απόδοσή τους σε πραγματικό χρόνο. Τα δεδομένα αυτά επιτρέπουν την πρόβλεψη πιθανών προβλημάτων πριν οδηγήσουν σε βλάβες του εξοπλισμού, επιτρέποντας την προληπτική συντήρηση και την ελαχιστοποίηση του χρόνου διακοπής λειτουργίας.

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων επιτρέπει στην εταιρεία να συλλέγει τεράστιες ποσότητες δεδομένων από διάφορες πηγές. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να αναλυθούν για την εξαγωγή πολύτιμων πληροφοριών, υποστηρίζοντας τη λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων. Είτε πρόκειται για τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών παραγωγής, τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης ή την ενίσχυση της ανάπτυξης προϊόντων, οι διορατικές γνώσεις βάσει δεδομένων είναι ζωτικής σημασίας. Ακόμα, η Siemens

³⁹ Matterport Team (2022), «Siemens Accelerates Digitizing Manufacturing Operations with Matterport», matterport.com

συμμετέχει στην παροχή λύσεων για έξυπνες πόλεις και υποδομές. Οι τεχνολογίες IoT διαδραματίζουν ζωτικής σημασίας ρόλο στη δημιουργία συνδεδεμένων αστικών περιβαλλόντων, όπου λειτουργίες που αφορούν τις μεταφορές, την ενέργεια και τα κτίρια ενσωματώνονται και βελτιστοποιούνται με γνώμονα την βιωσιμότητα και την αποδοτικότητα. Τέλος, η εταιρεία ενσωματώνει τεχνολογίες IoT στα προϊόντα και τις λύσεις της για να παρέχει βελτιωμένες προσφορές στους πελάτες. Για παράδειγμα, στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, η Siemens Healthineers μπορεί να αξιοποιήσει το Διαδίκτυο των Πραγμάτων για προηγμένο εξοπλισμό ιατρικής απεικόνισης με χαρακτηριστικά όπως η απομακρυσμένη παρακολούθηση και διάγνωση. Όσον αφορά την ενεργειακή απόδοση και βιωσιμότητα η Siemens χρησιμοποιεί το Διαδίκτυο των Πραγμάτων για να βελτιώσει την αποδοτικότητα της παραγωγής, της διανομής και της κατανάλωσης ενέργειας. Αυτό υποστηρίζει τη δέσμευση της εταιρείας για βιωσιμότητα και περιβαλλοντική υπευθυνότητα.

7.2 Τεχνολογίες που έχει αναπτύξει ή/και υιοθετήσει η Siemens

Μία εξαιρετικά καινοτόμος τεχνολογία την οποία εισήγαγε για πρώτη φορά η Siemens και έκτοτε την βελτιώνει διαρκώς είναι αυτή των ψηφιακών διδύμων (digital twins technology). Η συγκεκριμένη τεχνολογία περιλαμβάνει την δημιουργία μιας εικονικής αναπαράστασης (visual representation) ενός φυσικού αντικειμένου, συστήματος ή διαδικασίας. Αυτή η ψηφιακή αναπαράσταση επιτρέπει την προσομοίωση, την παρακολούθηση και την ανάλυση, παρέχοντας πληροφορίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της αποδοτικότητας, τη βελτιστοποίηση της απόδοσης και την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων. Η Siemens συμμετέχει ενεργά στην ανάπτυξη και εφαρμογή ψηφιακών διδύμων σε διάφορους κλάδους. Η εταιρεία έχει υιοθετήσει την digital twin τεχνολογία με τους εξής τρόπους:

- Λογισμικό PLM: Η Siemens έχει υιοθετήσει το συγκεκριμένο λογισμικό ώστε να μπορεί να παρακολουθεί το και να διαχειρίζεται τον κύκλο ζωής του κάθε προϊόντος. Το συγκεκριμένο λογισμικό επιτρέπει τόσο την δημιουργία όσο και την διαχείριση ψηφιακών διδύμων καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του προϊόντος. Αυτό περιλαμβάνει τις φάσεις σχεδιασμού, κατασκευής και υπηρεσιών. Το Teamcenter, η πλατφόρμα PLM της Siemens, διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη διαχείριση των δεδομένων των ψηφιακών διδύμων.

- MindSphere Platform: Η Siemens προσφέρει την πλατφόρμα MindSphere, η οποία είναι ένα λειτουργικό σύστημα IoT που βασίζεται στο cloud. Το MindSphere χρησιμεύει ως θεμέλιο για τη δημιουργία και τη διαχείριση ψηφιακών διδύμων. Επιτρέπει τη σύνδεση των φυσικών αντικειμένων με τα ψηφιακά τους αντίστοιχα, διευκολύνοντας τη συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο για ανάλυση και οπτικοποίηση.
- Βιομηχανικός αυτοματισμός: Η Siemens ενσωματώνει ψηφιακά δίδυμα στις λύσεις βιομηχανικού αυτοματισμού της, επιτρέποντας στους κατασκευαστές να δημιουργούν εικονικά μοντέλα των διαδικασιών παραγωγής και του εξοπλισμού. Αυτό υποστηρίζει τη βελτιστοποίηση των παραγωγικών διαδικασιών, την προληπτική συντήρηση και τη συνολική βελτίωση της αποδοτικότητας.
- Έξυπνες υποδομές (smart infrastructures): Η Siemens χρησιμοποιεί ψηφιακά δίδυμα στον τομέα των έξυπνων υποδομών, συμπεριλαμβανομένων των κτιρίων και των πόλεων. Τα ψηφιακά δίδυμα των κτιρίων, για παράδειγμα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση της κατανάλωσης ενέργειας, τη βελτιστοποίηση της χρήσης του χώρου και τη βελτίωση της συνολικής απόδοσης του κτιρίου.
- Υγειονομική περίθαλψη: Στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, η Siemens Healthineers χρησιμοποιεί ψηφιακά δίδυμα για εξοπλισμό ιατρικής απεικόνισης και εγκαταστάσεις υγειονομικής περίθαλψης. Τα ψηφιακά δίδυμα μπορούν να βοηθήσουν στη βελτιστοποίηση της απόδοσης των ιατρικών συσκευών και στη βελτίωση της αποδοτικότητας των λειτουργιών της υγειονομικής περίθαλψης.
- Αυτοκίνηση και αεροδιαστημική τεχνολογία: Οι λύσεις ψηφιακών διδύμων της Siemens εφαρμόζονται επίσης στην αυτοκινητοβιομηχανία και την αεροδιαστημική βιομηχανία. Η τεχνολογία χρησιμοποιείται για την εικονική προτυποποίηση, προσομοίωση και δοκιμή οχημάτων και αεροσκαφών.

Τα τελευταία χρόνια, η ομάδα της Siemens έχει δημιουργήσει το Proof of Concepts (POCs) και έχει επεκτείνει τη χρήση της τεχνολογίας ψηφιακού διδύμου Matterport από τη Siemens σε επιχειρηματικές εγκαταστάσεις σε όλο τον κόσμο. Ο όρος "proof of concept" (POC) αναφέρεται συνήθως σε ένα έργο επίδειξης ή πιλοτικό έργο που αναλαμβάνεται για την επικύρωση της σκοπιμότητας και της πρακτικότητας μιας συγκεκριμένης έννοιας ή τεχνολογίας. Η Siemens έχει συμμετάσχει σε πολυάριθμες πρωτοβουλίες για την απόδειξη της έννοιας σε διάφορους τομείς μεταξύ των οποίων το concept «Industry 4.0» και η ψηφιοποίηση, η εφαρμογή του Διαδικτύου των Πραγμάτων

στην διαχείριση της ενέργειας, τα ψηφιακά δίδυμα, υγειονομικές προτάσεις και λύσεις, ανανεώσιμη ενέργεια κ.λπ.

Η Siemens έχει υιοθετήσει το Διαδίκτυο των Πραγμάτων και τις λειτουργίες του σε εργασίες Logistics και εφοδιαστικής αλυσίδας. Η διευκολύνσεις που προσφέρει σε αυτό τον τομέα περιλαμβάνουν την παρακολούθηση των αποθεμάτων σε πραγματικό χρόνο, τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών αποθήκης και τη βελτίωση της συνολικής ορατότητας της αλυσίδας εφοδιασμού. Στο ίδιο πλαίσιο κινείται και η υιοθέτηση του Διαδικτύου των Πραγμάτων στον βιομηχανικό αυτοματισμό. Η εταιρεία έχει επιτυχώς υιοθετήσει στο πλαίσιο λειτουργίας της η χρήση αισθητήρων, συνδεσιμότητας και ανάλυσης δεδομένων για τη βελτιστοποίηση της αποδοτικότητας της παραγωγής και τη μείωση του χρόνου διακοπής λειτουργίας.

7.3 Αποτελέσματα και προτάσεις

Η υιοθέτηση IoT τεχνολογιών σε διάφορους τομείς της λειτουργίας της, αναμφίβολα ωφέλησε σε μεγάλο βαθμό την εταιρεία. Τα οφέλη αυτά περιλαμβάνουν λειτουργικές βελτιώσεις, αυξημένη αποδοτικότητα και δημιουργία καινοτόμων λύσεων. Όσον αφορά το κομμάτι της λειτουργικής αποδοτικότητας το Διαδίκτυο των Πραγμάτων και οι λειτουργίες του επέτρεψαν στη Siemens να βελτιστοποιήσει τις κατασκευαστικές διαδικασίες και τις βιομηχανικές λειτουργίες της. Η παρακολούθηση των μηχανημάτων και του εξοπλισμού σε πραγματικό χρόνο, σε συνδυασμό με την ανάλυση δεδομένων, οδήγησε σε αυξημένη λειτουργική αποδοτικότητα και μειωμένο χρόνο διακοπής λειτουργίας.

Με την εφαρμογή της συγκεκριμένης IoT τεχνολογίας για την προληπτική συντήρηση η Siemens απέκτησε πολύ σημαντικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Εξοπλίζοντας τον εξοπλισμό με αισθητήρες, η εταιρεία μπορεί να παρακολουθεί την υγεία των μηχανημάτων σε πραγματικό χρόνο. Η προληπτική συντήρηση βοηθά στον εντοπισμό πιθανών προβλημάτων πριν οδηγήσουν σε βλάβες, μειώνοντας τον μη προγραμματισμένο χρόνο διακοπής λειτουργίας και παρατείνοντας τη διάρκεια ζωής των περιουσιακών στοιχείων. Ακόμα, Στον τομέα της ενέργειας, η Siemens έχει χρησιμοποιήσει τεχνολογίες IoT για να βελτιώσει τις λύσεις διαχείρισης ενέργειας. Αυτό περιλαμβάνει την παρακολούθηση και τον έλεγχο της παραγωγής, της διανομής και της

κατανάλωσης ενέργειας πιο αποτελεσματικά, συμβάλλοντας στην εξοικονόμηση ενέργειας και στους στόχους βιωσιμότητας. Ακόμα, Η Siemens έχει αξιοποιήσει τις τεχνολογίες IoT για να βελτιώσει τα προϊόντα και τις λύσεις της για τους πελάτες της. Στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, για παράδειγμα, η Siemens Healthineers μπορεί να προσφέρει ιατρικές συσκευές με δυνατότητες IoT, επιτρέποντας χαρακτηριστικά όπως η απομακρυσμένη παρακολούθηση και διάγνωση, βελτιώνοντας τελικά τη φροντίδα των ασθενών.

Τα τελευταία χρόνια, η εταιρεία έχει επεκταθεί και στο κομμάτι των έξυπνων πόλεων ενώ και οι λύσεις σε θέματα υποδομών (πχ. σιδηρόδρομος) έχουν βελτιωθεί χάριν στην εφαρμογή εργαλείων IoT. Οι δυνατότητες συνδεσιμότητας και ανάλυσης δεδομένων του IoT συμβάλλουν στην ανάπτυξη έξυπνων αστικών περιβαλλόντων, βελτιώνοντας τις μεταφορές, την ενεργειακή απόδοση και τη συνολική διαχείριση των πόλεων. Επίσης, η υιοθέτηση του Διαδικτύου των Πραγμάτων έχει τοποθετήσει τη Siemens ως καινοτόμο εταιρεία στον κλάδο των ηλεκτρικών συσκευών. Η δέσμευση της εταιρείας στην ψηφιοποίηση και το Industry 4.0 έχει συμβάλει στην ανταγωνιστικότητά της, επιτρέποντας στη Siemens να παραμείνει μπροστά σε ένα ταχέως εξελισσόμενο τεχνολογικό τοπίο. Τέλος, μέσω της εφαρμογής τεχνολογιών IoT, η Siemens πέτυχε εξοικονόμηση κόστους με τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών, τη μείωση του χρόνου διακοπής λειτουργίας και την εφαρμογή πιο αποτελεσματικών στρατηγικών συντήρησης. Αυτές οι εξοικονομήσεις κόστους συμβάλλουν στη συνολική οικονομική απόδοση της εταιρείας.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα συγκεκριμένα οφέλη μπορεί να διαφέρουν στους διάφορους επιχειρηματικούς τομείς της Siemens, όπως η ενέργεια, η υγειονομική περίθαλψη, ο βιομηχανικός αυτοματισμός και οι υποδομές. Συνολικά ωστόσο, η υιοθέτηση του Διαδικτύου των Πραγμάτων έπαιξε καθοριστικό ρόλο στις προσπάθειες της Siemens να δημιουργήσει ένα πιο συνδεδεμένο, έξυπνο και αποτελεσματικό βιομηχανικό οικοσύστημα. Φυσικά, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι και το οικονομικό όφελος της επιχείρησης είναι τεράστιο καθώς από αυτές τις τεχνολογίες δεν επωφελείται μόνο την παραγωγικότητα της Siemens αλλά, καθώς πολλές από αυτές τις λύσεις αποτελούν είδος προς πώληση σε άλλες επιχειρήσεις, κέρδος προκύπτει και για τα δύο συνεργαζόμενα μέρη.

Κεφάλαιο 8 – Περιβαλλοντικός αντίκτυπος

8.1 Διερεύνηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην Διαχείριση Αποθεμάτων

Στα πλαίσια υιοθέτησης των IoT τεχνολογιών, οι επιχειρήσεις σίγουρα αποβλέπουν σε βελτίωση της παραγωγικότητας και αποδοτικότητας τους και κατ' επέκταση σε αύξηση των κερδών τους. Ωστόσο, αναζητώντας κανείς τα οφέλη από την υιοθέτηση IoT τεχνολογιών στην διαχείριση αποθεμάτων, σίγουρα το πρώτο πράγμα που εμφανίζεται δεν είναι η επιπτώσεις στο περιβάλλον. Όμως, οι επιπτώσεις και ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος υπάρχει και μπορεί να έχει τόσο θετικά όσο και αρνητικά αποτελέσματα.

Στην κορυφή της λίστας των θετικών συνεπειών είναι η βελτιστοποίηση των πόρων. Ειδικότερα, τα συστήματα διαχείρισης αποθεμάτων με δυνατότητες IoT μπορούν να βελτιστοποιήσουν τη χρήση των πόρων, μειώνοντας τα πλεονάζοντα αποθέματα και αποτρέποντας την εξάντλησή τους. Αυτό βοηθά στην ελαχιστοποίηση της περιττής παραγωγής και μεταφοράς, οδηγώντας σε χαμηλότερη κατανάλωση πόρων και σπατάλη. Ακόμα, καθώς στις μέρες μας το ζήτημα της ενεργειακής κρίση έχει απασχολήσει κυβερνήσεις αλλά και επιχειρήσεις, οφείλουμε να αναφέρουμε ότι το Διαδίκτυο των Πραγμάτων έχει σημαντικό αντίκτυπο όσον αφορά την ενεργειακή αποδοτικότητα. Συγκεκριμένα, οι έξυπνοι αισθητήρες και οι συσκευές που έχουν δυνατότητες IoT μπορούν να βελτιώσουν την ενεργειακή απόδοση, επιτρέποντας την παρακολούθηση και τον έλεγχο των αποθεμάτων σε πραγματικό χρόνο. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη κατανάλωση ενέργειας στις αποθήκες και τις μεταφορές, συμβάλλοντας στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα.

Όσον αφορά την εφοδιαστική αλυσίδα το Διαδίκτυο των Πραγμάτων μπορεί να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα της οδηγώντας σε καλύτερες διαδρομές για τις μεταφορές, μειωμένη κατανάλωση καυσίμων και χαμηλότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Τέλος, καθώς η λογική του Διαδικτύου των Πραγμάτων είναι να παρέχει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τα επίπεδα αποθεμάτων και τις ημερομηνίες λήξης, το IoT μπορεί να συμβάλει στην πρόληψη της σπατάλης ευπαθών προϊόντων, μειώνοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με τη διάθεση προϊόντων των οποίων η ημερομηνία λήξης έχει παρέλθει.

Φυσικά, από την υιοθέτηση IoT τεχνολογιών προκύπτουν και αρνητικές συνέπειες για το περιβάλλον. Πολλές φορές έχουμε ακούσει για εταιρείες οι οποίες χρησιμοποιούν βαρέα μέταλλα για την κατασκευή ηλεκτρονικών συσκευών (πχ. smartphones). Ακόμα για την συναρμολόγησή τους πέραν των πρώτων υλών απαιτείται και ενέργεια. Εάν δεν γίνεται υπεύθυνα διαχείριση, η διαδικασία κατασκευής μπορεί να συμβάλει στην εξάντληση των πόρων και στη ρύπανση του περιβάλλοντος. Ακόμα, όπως αναφέραμε και σε προηγούμενα κεφάλαια τα αυξημένα δεδομένα που προκύπτουν από τις συσκευές IoT αποθηκεύονται σε cloud, τα οποία μπορεί να έχουν σημαντική κατανάλωση ενέργειας. Ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος εξαρτάται από τις πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται από αυτά τα κέντρα δεδομένων. Γι' αυτό συχνά παρατηρείται η τάση από τις επιχειρήσεις να στρέφονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (πχ. φωτοβολταϊκά, αιολικά πάρκα, υδραυλική ενέργεια κ.λπ.).

Κεφάλαιο 9 – Συμπεράσματα

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) έχει φέρει επανάσταση στη διαχείριση αποθεμάτων, εγκαινιάζοντας μια νέα εποχή αποτελεσματικότητας, ακρίβειας και προσαρμοστικότητας. Όπως διερευνήσαμε, η ενσωμάτωση συσκευών και τεχνολογιών IoT έδωσε τη δυνατότητα στις επιχειρήσεις να παρακολουθούν τα αποθέματά τους σε πραγματικό χρόνο, παρέχοντας ανεκτίμητες πληροφορίες που προηγουμένως ήταν ανέφικτο να έχει κανείς πρόσβαση. Η απρόσκοπτη συνδεσιμότητα των έξυπνων συσκευών έχει εξορθολογήσει τις αλυσίδες εφοδιασμού, έχει μειώσει το λειτουργικό κόστος και έχει μετριάσει τους κινδύνους που σχετίζονται με τα χειροκίνητα λάθη.

Επιπλέον, η ικανότητα των συσκευών με δυνατότητα IoT να επικοινωνούν μεταξύ τους και να μοιράζονται δεδομένα έχει διευκολύνει την προγνωστική ανάλυση, επιτρέποντας στις επιχειρήσεις να προβλέπουν τις διακυμάνσεις της ζήτησης και να βελτιστοποιούν ανάλογα τα επίπεδα των αποθεμάτων τους. Αυτή η ικανότητα πρόβλεψης όχι μόνο βελτιώνει τα ποσοστά κύκλου εργασιών των αποθεμάτων, αλλά και ελαχιστοποιεί τις περιπτώσεις εξαντλήσεων αποθεμάτων και καταστάσεων υπεραποθεματοποίησης. Τελικά, αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της ικανοποίησης των πελατών, καθώς οι επιχειρήσεις μπορούν να ανταποκρίνονται με συνέπεια και ακρίβεια στις απαιτήσεις των πελατών.

Ενώ το IoT έχει αναμφίβολα επιφέρει σημαντικές εξελίξεις στη διαχείριση αποθεμάτων, είναι σημαντικό για τις επιχειρήσεις να παραμείνουν σε εγρήγορση σχετικά με τις ανησυχίες για την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο και τα ζητήματα προστασίας της ιδιωτικής ζωής των δεδομένων. Καθώς η εξάρτηση από τις διασυνδεδεμένες συσκευές συνεχίζει να αυξάνεται, η διασφάλιση της ασφάλειας των ευαίσθητων πληροφοριών καθίσταται υψίστης σημασίας.

Συνοψίζοντας, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων έχει αναδιαμορφώσει το τοπίο της διαχείρισης αποθεμάτων εισάγοντας ένα επίπεδο συνδεσιμότητας και ευφυΐας που έχει ανεβάσει την επιχειρησιακή αποδοτικότητα σε νέα επίπεδα. Καθώς οι επιχειρήσεις συνεχίζουν να αξιοποιούν τις τεχνολογίες που σχετίζονται με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, είναι έτοιμες να απολαύσουν διαρκείς βελτιώσεις στην ακρίβεια των αποθεμάτων, στην πρόβλεψη της ζήτησης και στη συνολική απόδοση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η υιοθέτηση του πλήρους δυναμικής του Διαδικτύου των Πραγμάτων θα είναι

το κλειδί για τους οργανισμούς που αναζητούν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στο δυναμικό και διαρκώς εξελισσόμενο πεδίο του σύγχρονου εμπορίου.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση

1. Shruti G. Hedge, «Study of IoT: Understanding IoT Architecture, Applications, Issues and Challenges», International Journal of Advanced Networking & Applications (IJANA)
2. Georgia Weston (March 2023) «The impact of IoT on the Business Sector», 101Blockchains.com
3. Lihn Nguyen (May 2020) «Internet of Things Applications in our Daily Life», orient software.com
4. IBM.com, «What is Inventory Management? » Official website of IBM
5. Adam Hayes, Somer Anderson, Jiwon Ma (March 2023), «Inventory Management Defined, Plus Methods and Techniques», Investopedia.com
6. Monique Bakker, Jan Riezebos, Ruud H. Teunter, (September 2012), Review of inventory systems with deterioration since 2001, ScienceDirect.com
7. St. Petersburg (August 2012), “Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networking,”
8. Z. Shelby, Sensinode, K. Hartke (June 2013) "Constrained Application Protocol (CoAP), draft-ietf-core-coap-18.
9. Schmitt, C., (2013), «Secure Data Transmission in Wireless Sensor Networks», Ph.D. thesis, München: Technische Universität München, Department of Computer Science
10. Alexey Podolian (July 2023), «From limitations to innovation: 4 IoT integration challenges», lanars.com.
11. Donal Tobin (August 2023), «IoT Data Integration: Challenges and Solutions», integrate.io.
12. Beecham Research Team (July 2022), «IoT Connectivity: Enabling Deployment Everywhere», beechamresearch.com
13. Zhenhub team (September 2023), «IoT in Inventory Management: Advantages and Challenges», zhenhub.com
14. Vrinda Mathur (June 2022), «IoT in Inventory Management: Impact and Benefits», analyticsteps.com

15. QuickBooks (June 2021), «How cloud – based inventory management could benefit your business», quickbooks.intuit.com
16. Cheyenne DeVon (August 2023), «Amazon will soon let you pay for groceries with your palm at any Whole Foods – but tech experts urge caution», [Make it, CNBC.com](https://www.cnbc.com).
17. Sakk Andi (October 2022), «Supply Chain Automation using IoT and Location – based Services», aws.amazon.com
18. Brent Heslop (August 2019), «How Six Companies are handling the IoT Revolution», contentstack.com
19. Brian Buntz (September 2017), «The Top 20 industrial IoT Applications», iotworldtoday.com
20. Balbix Team (2021), «IoT Security Challenges and Problems», balbix.com
21. Vit Sembera, Jakub Urbanec (July 2021), «IoT Security Issues, Threats and Defenses», trendmicro.com
22. Kaspersky Lab Team (2022), «Internet of Things Security challenges and best practices», kaspersky.com
23. Andrei Klubnikin (September 2022), «How much does IoT cost? », itrexgroup.com
24. Roman Lapa (July 2022), Calculating the Cost of IoT Solutions: Estimates from Expanice Soft, expanice.com
25. World Sensing Team (2022), «The ROI of IoT: The 7 benefits it can bring to your business», worldsensing.com
26. Matterport Team (2022), «Siemens Accelerates Digitizing Manufacturing Operations with Matterport», matterport.com
27. [Siemens.com](https://siemens.com)
28. [Amazon.com](https://amazon.com)
29. [IBM.com](https://ibm.com)

Ελληνική

1. Μπερμπέρης, Α. (2010), «Συστήματα αποθήκης και ελέγχου αποθεμάτων», Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
2. Παπαδόπουλος Δ. (2009), «Επιχειρηματικότητα και Επιχειρηματικές Αποφάσεις», Εκδόσεις Πανεπιστημίου Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη.

3. Μαλινδρέτος Γ. (2015), «Εφοδιαστική αλυσίδα, logistics, και εξυπηρέτηση πελατών, Κάλλιπος, Ανοιχτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις
4. SAP Team (2021), «Βελτιστοποίηση αποθέματος: Ελαχιστοποίηση κινδύνου και απορριμμάτων», sap.com
5. Cristian Bodevig, Wolfgang Fengler (Μάιος 2019), «Μπορεί η Ελλάδα να πρωταγωνιστήσει στην τεχνολογία», εφημερίδα «Η Καθημερινή»
6. Big Blue Data Academy Team (July 2022), «Τί είναι ένα API και πως λειτουργεί (Οδηγός 2023) », bigblue.academy.gr