ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟ ΤΟΜΕΑ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Εισηγήτρια: Γεωργία Χατζηνικόλα, ΑΜ: 489
Επιβλέπων: Γεώργιος Βασιλειάδης, Επίκουρος Καθηγητής

©
2024

HELLENIC MEDITERRANEAN UNIVERSITY
SCHOOL OF MANAGEMENT AND ECONOMICS SCIENCE
DEPT OF MANAGEMENENT SCIENCE AND TECHNOLOGY

THE IMPACT OF INTERNET OF THINGS ON BUSINESS OPERATIONS

DIPLOMA THESIS

Student: Georgia Chatzinikola, ID: 489
Supervisor: GiorgosVasiliadis, Assistant Professor

©
2024

<u>Υπεύθυνη Δήλωση</u> *: Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην πτυχιακή εργασία. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι αυτή η πτυχιακή εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Διοικητικής Επιστήμης και Τεχνολογίας του ΕΛ.ΜΕ.ΠΑ.*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things, IoT) αποτελεί ένα δίκτυο συσκευών που ενσωματώνεται στο ψηφιακό οικοσύστημα ενός οργανισμού και βασίζεται τόσο σε τεχνολογίες συνδεσιμότητας, όσο και σε εφαρμογές για τη συλλογή, μετάδοση και επεξεργασία δεδομένων. Τα οφέλη του είναι πολύ σημαντικά για τις επιχειρήσεις, μεταξύ των οποίων η βελτιστοποίηση της χρήσης πόρων και εξοπλισμού, η αυτοματοποίηση των διαδικασιών, η μείωση του λειτουργικού κόστους, η πρόβλεψη και τη λήψη επιχειρηματικών αποφάσεων.

Παρότι μπορεί να φαίνονται περίπλοκες, οι εφαρμογές του IoT έχουν ήδη καθιερωθεί από μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις, και χρησιμοποιούνται κυρίως για εφαρμογές ασφάλειας, διαχείρισης ενέργειας και διαχείρισης εμπορευμάτων. Μέσω των έξυπνων αισθητήρων που διαθέτουν, οι συσκευές IoT εξυπηρετούν την απομακρυσμένη παρακολούθηση των συστημάτων και τη διάγνωση προβλημάτων, ακόμα και σε πραγματικό χρόνο. Επιπλέον, η συλλογή δεδομένων για κατανάλωση ενέργειας, θερμοκρασίας, και ποιότητας αέρα ευνοεί την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και τη βελτίωση του εργασιακού περιβάλλοντος. Ο ίδιος εξοπλισμός μπορεί να υποστηρίξει την αλυσίδα εφοδιασμού, την τήρηση προδιαγραφών ποιότητας, τη διαχείριση των εμπορευμάτων και την εξυπηρέτηση των πελατών.

Σύμφωνα με τη Eurostat, στην Ευρωπαϊκή Ένωση σχεδόν μία στις τρεις επιχειρήσεις χρησιμοποιούν κάποια λύση IoT, ενώ στην Ελλάδα μόνο μία στις τέσσερις. Προκειμένου να επωφεληθούν ακόμα περισσότερο, οι ελληνικές επιχειρήσεις θα πρέπει να αυξήσουν την ενσωμάτωση εφαρμογών IoT τόσο στις διαδικασίες όσο και τις λειτουργίες τους, όπως συμβαίνει ήδη σε χώρες όπως η Αυστρία και η Σλοβενία, όπου η χρήση IoT συστημάτων στις επιχειρήσεις αγγίζει το 50%. Σημαντική προϋπόθεση για να επιτευχθεί αυτό είναι η καλύτερη ενημέρωση σχετικά με τα οφέλη των εφαρμογών IoT, καθώς και η αναβάθμιση των τηλεπικοινωνιακών υποδομών και δικτύων.

Λέξεις Κλειδιά: Διαδίκτυο των πραγμάτων, ανάπτυξη, καινοτόμες επιχειρήσεις, έξυπνες συσκευές.

ABSTRACT

The Internet of Things (IoT) is a network of devices that is part of the digital ecosystem of an organization. It relies on both connectivity technologies and applications that collect, transmit, and process data. The benefits for businesses are significant, including optimized resource and equipment use, process automation, reduction of operating costs, predictions and business decisions making.

Even though IoT applications may seem complex, small and medium-sized enterprises (SMEs) have already started to adopt them, primarily for security, energy and products management. Through their smart sensors, IoT devices facilitate remote monitoring and real-time system diagnostics. Additionally, collecting data about energy consumption, temperature, and air quality enhances energy efficiency and improves the working environment. The same equipment can support supply chain management, quality assurance, product management, and customer service.

According to Eurostat, nearly one-third of companies in the European Union use IoT solutions, while only one-quarter do so in Greece. To reap additional benefits, Greek businesses should increase the integration of IoT applications into their processes and operations, similar to countries like Austria and Slovenia, where business use of IoT systems reaches 50%. Improved information about the benefits of IoT applications and upgraded telecommunication infrastructure and networks are crucial for achieving this.

Keywords: Internet of things, development, innovation, control, smart devices.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ **7**

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ **8**

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ **9**

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ **10**

2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ **12**

2.1. Βασικά στοιχεία 12
2.1.1. Αισθητήρες και ενεργοποιητές 12
2.1.2. Αποθήκευση και ανάλυση δεδομένων 14
2.2. Αρχιτεκτονική IoT συστημάτων 17
2.3. Πλεονεκτήματα της χρήσης IoT συσκευών 19

3. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΥΣ ΤΟΜΕΙΣ **21**

3.1. Ενέργεια 21
3.2. Υγεία 22
3.3. Μεταφορές 22
3.4. Εφοδιαστική αλυσίδα 23
3.5. Λιανικό εμπόριο 24
3.6. Έξυπνες πόλεις 25

4. ΚΙΝΔΥΝΟΙ, ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ, ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ **26**

4.1. Ευκαιρίες 26
4.2. Δυσκολίες και προκλήσεις 26
4.3. Πιθανοί κίνδυνοι και απειλές 28

5. ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ **30**

5.1. Χρήση συστημάτων IoT 30
5.2. Επενδύσεις 33
5.3. Η συμβολή των Μεγάλων Δεδομένων και της Τεχνητής Νοημοσύνης 34
5.4. Παραγωγική Τεχνητή Νοημοσύνη 36

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ **38**

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ **40**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπον καθηγητή μου για την πολύτιμη βοήθεια του για την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την Δημοτική-δανειστική βιβλιοθήκη του Δήμου Ρόδου για την άψογη συνεργασία και την άμεση εξυπηρέτηση.

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Αρχιτεκτονική αναφοράς IoT σύμφωνα με το ITU – T Y.2060 16
Εικόνα 2: Ποσοστό των επιχειρήσεων στην Ευρωπαϊκή Ένωση που χρησιμοποιούν IoT ανά χώρα, 2021. Πηγή: Eurostat. 30
Εικόνα 3: Ποσοστό τν επιχειρήσεων στην Ευρωπαϊκή Ένωση που χρησιμοποιούν IoT ανά μέγεθος, 2021. Πηγή: Eurostat 31
Εικόνα 4: Κατηγορίες επιχειρήσεων που χρησιμοποιούν IoT ανά δραστηριότητα, ΕΕ, 2021 (% των επιχειρήσεων). Πηγή: Eurostat.....32

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Ο σκοπός της χρήσης του IoT στις επιχειρήσεις. Πηγή: Eurostat. 33

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το IoT (Internet of Things, Διαδίκτυο των Πραγμάτων) ορίζεται ως ένα δίκτυο που αποτελείται από μικρές «έξυπνες» συσκευές που διαθέτουν υπολογιστικές δυνατότητες και χρησιμοποιούν ενσωματωμένους αισθητήρες για την συλλογή δεδομένων. Οι συσκευές αυτές είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο, επομένως μπορούν να επικοινωνούν είτε μεταξύ τους είτε με άλλες μεγαλύτερες συσκευές (π.χ., cloud) και να ανταλλάσσουν δεδομένα.

Με την πάροδο των χρόνων, η ανάπτυξη στον τομέα του IoT έχει επιτρέψει τη σύνδεση πολλών έξυπνων συσκευών είτε μέσω του Διαδικτύου είτε μέσω ενός τοπικού δικτύου (π.χ., οικιακού, επαγγελματικού, κλπ.), καθώς και τη βελτίωση αρκετών υφιστάμενων τεχνολογιών και τη διαμόρφωση νέων καινοτομιών. Επιπλέον, ο συνδυασμός με τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης προσφέρει απεριόριστες δυνατότητες προγραμματισμού και ανάλυσης δεδομένων, και ενισχύει την αποτελεσματικότητα, την ευκολία και τη διορατικότητα σε ένα μεγάλο πλήθος εφαρμογών. Οι εφαρμογές στοχεύουν διάφορους τομείς, από τα σπίτια και τις πόλεις, μέχρι τις βιομηχανίες, την ενέργεια, και την υγειονομική περίθαλψη, μεταξύ άλλων τομέων, αλλάζοντας τον τρόπο που ζούμε και εργαζόμαστε. Για παράδειγμα, τα έξυπνα οικιακά συστήματα μπορούν να προσαρμόσουν τον φωτισμό και τη θερμοκρασία του σπιτιού, καθώς και να μετράνε την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Σε αστικά περιβάλλοντα, οι διασυνδεδεμένοι αισθητήρες είναι ικανοί να παρακολουθούν την κυκλοφορία, να βελτιστοποιούν τη χρήση ενέργειας, και να ενισχύουν τη δημόσια ασφάλεια. Στα εργοστάσια, οι συσκευές IoT βοηθούν στην αυτοματοποίηση των διαδικασιών και την προγνωστική συντήρηση, ενισχύοντας τη συνολική παραγωγικότητα. Ο τομέας της υγειονομικής περίθαλψης επωφελείται από φορητές συσκευές που παρακολουθούν ζωτικά σημεία και παρέχουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο σε φροντιστές και νοσηλευτικό προσωπικό, επιτρέποντας πιο ακριβή και προληπτική φροντίδα.

Συνολικά, το IoT είναι μία ταχέως αναπτυσσόμενη τεχνολογία, με εκτιμώμενη αξία αγοράς 650 δισεκατομμυρίων δολαρίων έως το 2026, με περισσότερες από 30 δισεκατομμύρια συσκευές που προβλέπεται να έχουν ενεργή σύνδεση με το Διαδίκτυο είτε άμεσα είτε έμμεσα. Επομένως, οι επιχειρήσεις που θέλουν να παραμείνουν ανταγωνιστικές και καινοτόμες πρέπει να εναρμονιστούν με αυτή την

τάση είτε πρόκειται για την ενσωμάτωση της επεξεργασίας δεδομένων όσο το δυνατόν πιο κοντά στην πηγή τους (edge computing) με σκοπό την γρηγορότερη και αποτελεσματικότερη επεξεργασία, είτε για την εξέλιξη των εφαρμογών IoT που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη (AIoT). Σε κάθε περίπτωση, το IoTδίνει απεριόριστες δυνατότητες στις επιχειρήσεις ώστε να αξιοποιήσουν πλήρως τις δυνατότητες τους.

2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Ο βασικό σκοπός του IoTείναι η σύνδεση συσκευών στο διαδίκτυο, επιτρέποντάς τους να επικοινωνούν, να συλλέγουν δεδομένα και να εκτελούν ενέργειες αυτόνομα ή ως απόκριση σε συμβάντα. Για να επιτευχθούν αυτές οι λειτουργίες χρειάζονται τρία βασικά στοιχεία: (i) αισθητήρες και ενεργοποιητές, οι οποίοι συλλέγουν δεδομένα και αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον, (ii) μια δικτυακή υποδομή για την μετάδοση και ανταλλαγή δεδομένων, και (iii) νεφοϋπολογιστικές εφαρμογές και υπηρεσίες για την αποθήκευση, επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων. Η διασύνδεση των συσκευών IoT μας δίνει τη δυνατότητα να βελτιώσουμε την αποτελεσματικότητα, και να δημιουργήσουμε «έξυπνα» συστήματα που ανταποκρίνονται σε πραγματικό χρόνο, από έξυπνα σπίτια και πόλεις, έως βιομηχανίες και τομείς της υγειονομικής περίθαλψης.

Η εξέλιξη του IoT ξεκίνησε με την έννοια των έξυπνων συσκευών. Από τότε, το IoT έχει υποστεί αρκετούς μετασχηματισμούς, χάρη στην ευκολία και στην ευελιξία του. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει είναι πάρα πολλά, καθώς αγγίζει σχεδόν κάθε πτυχή της καθημερινής ζωής, απλοποιώντας και βελτιώνοντας πολλές διαδικασίες και λειτουργίες. Αυτή η ενότητα περιγράφει τις θεμελιώδεις έννοιες και τα χαρακτηριστικά του IoT.

2.1. Βασικά στοιχεία

Αυτή η ενότητα παρέχει μια εις βάθος εξερεύνηση των κύριων στοιχείων του IoT, τα οποία μπορούν να διαχωριστούν σε: (1) αισθητήρες και ενεργοποιητές, και (2) αποθήκευση και ανάλυση δεδομένων.

2.1.1. Αισθητήρες και ενεργοποιητές

Αισθητήρες: Οι αισθητήρες διαδραματίζουν κρίσιμο και ουσιαστικό ρόλο σε ένα σύστημα IoT. Δεδομένου ότι το IoT λειτουργεί με τη συλλογή δεδομένων από το περιβάλλον, είναι απαραίτητο όλες οι συσκευές IoT να ενσωματώνουν έναν ή περισσότερους αισθητήρες για να καλύψουν αυτή την ανάγκη. Οι αισθητήρες είναι συνήθως μικροί σε μέγεθος και ενεργειακά αποδοτικοί. Ωστόσο, υπόκεινται σε

σημαντικούς περιορισμούς, όπως το μέγεθος της μπαταρίας και η ευκολία προγραμματισμού[1].Παρακάτω αναλύονται οι βασικότεροι τύποι αισθητήρων:

- *Αισθητήρες που βασίζονται σε κινητά τηλέφωνα:* Τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα (smartphones) είναι εξοπλισμένα με διάφορους αισθητήρες. Δεδομένης της εκτεταμένης και ευρείας χρήσης τους, οι ερευνητές διερευνούν τη δυνατότητα χρήσης κινητών τηλεφώνων ως αναπόσπαστο στοιχείο για την κατασκευή έξυπνων λύσεων IoT. Αυτές οι εφαρμογές μπορούν να αξιοποιήσουν τα δεδομένα των αισθητήρων που διαθέτουν τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα για να δημιουργήσουν πολύτιμες πληροφορίες και λειτουργίες. Μερικοί από τους γενικούς αισθητήρες που βρίσκονται στα κινητά τηλέφωνα περιλαμβάνουν επιταχυνσιόμετρο, γυροσκόπιο, GPS, μαγνητόμετρο, αισθητήρα φωτός, ενώ πιο εξειδικευμένοι αισθητήρες περιλαμβάνουν θερμόμετρο, βαρόμετρο και αισθητήρα υγρασίας.
- *Βιοϊατρικοί αισθητήρες:* Ο κλάδος της υγειονομικής περίθαλψης είναι ένας από τους τομείς όπου έχει επηρεαστεί πάρα πολύ από τις εξελίξεις τουIoT και τις τεχνολογικές καινοτομίες του. Οι φορητές συσκευές και οι αισθητήρες έχουν διευκολύνει την απομακρυσμένη παρακολούθηση και έχουν δώσει τη δυνατότητα συνεχούς συλλογής δεδομένων, σε πραγματικό χρόνο. Αυτές οι συσκευές διατίθενται σε διάφορες μορφές, όπως βραχιόλια, έξυπνα ρολόγια και ετικέτες παρακολούθησης. Τα έξυπνα ρολόγια και οι μετρητές άσκησης (fitnesstrackers) είναι από τα πιο δημοφιλή προϊόντα και ευρέως γνωστά για την ευελιξία τους,. Ομοίως, οι ετικέτες παρακολούθησης έχουν αναδειχθεί ως πολύτιμο πλεονέκτημα για τον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, επιτρέποντας την εξ αποστάσεως θεραπεία για τους ασθενείς.
- *Χημικοί/περιβαλλοντικοί αισθητήρες:* Ενώ τα συμβατικά εργαλεία διαχειρίζονται παραμέτρους όπως η θερμοκρασία και η πίεση, οι εξειδικευμένοι περιβαλλοντικοί αισθητήρες παίζουν κρίσιμο ρόλο στην αξιολόγηση της ποιότητας του αέρα. Αυτοί οι αισθητήρες ανιχνεύουν αέρια και σωματίδια [2], ενώ μετρούν επίσης παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η πίεση και η ρύπανση. Επιπλέον, οι χημικοί αισθητήρες παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ανίχνευση τόσο χημικών όσο και βιοχημικών ουσιών και βρίσκουν πολύτιμες εφαρμογές σε έξυπνες πόλεις για την παρακολούθηση των επιπέδων ρύπανσης [3].

- *Αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων (RFID):*Η τεχνολογία RFID χρησιμοποιεί ετικέτες (tags) και αναγνώστες (readers) ώστε να ταυτοποιηθούν τα φυσικά πάγια ενός οργανισμού και να τρέξουν οι απαιτούμενες ενέργειες όπως: αναγνώριση ενός παγίου, μεταφορά ενός παγίου σε άλλο χώρο, αλλαγή της κατάστασής του, απογραφή των παγίων κοκ.

Ενεργοποιητές: Οι ενεργοποιητές λειτουργούν σε άμεση εξάρτηση με τους αισθητήρες. Συνήθως τοποθετούνται στην εξωτερική περιφέρεια ενός συστήματος και ο σκοπός τους είναι να διαχειρίζονται συμβάντα και να τα μετατρέπουν σε φυσική κίνηση. Για παράδειγμα, σε ένα έξυπνο σπίτι οι ενεργοποιητές λαμβάνουν σήματα από τους αισθητήρες και, ανάλογα με τις συνθήκες, εκτελούν ενέργειες όπως κλείδωμα ή ξεκλείδωμα θυρών, ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση φωτισμού ή ηλεκτρικών συσκευών, ρύθμιση της θερμοκρασίας του σπιτιού ή ρύθμιση συναγερμών για έκτακτες ανάγκες. Ουσιαστικά, οι ενεργοποιητές ανταποκρίνονται και εκτελούν εντολές με βάση τα σήματα που λαμβάνουν από αισθητήρες ή άλλες συσκευές.

2.1.2. Αποθήκευση και ανάλυση δεδομένων

Μια άλλη κρίσιμη πτυχή ενός συστήματος IoT είναι η διαχείριση του των δεδομένων που παράγονται και ανταλλάσσονται από συσκευές IoT. Η αποθήκευση αυτών των δεδομένων αποτελεί συνήθως σημαντική πρόκληση λόγω του μεγάλου μεγέθους και της ταχύτητας που δημιουργούνται. Επιπλέον, τα δεδομένα που συλλέγονται από αυτές τις συσκευές πρέπει να υποβληθούν σε φιλτράρισμα, επεξεργασία και ανάλυση για να καταστεί δυνατή η αποτελεσματική λειτουργία του συστήματος IoT. Σε αυτήν τη διαδικασία, τα gateways/hubs, οι νεφοϋπολογιστικές υπηρεσίες και η ανάλυση δεδομένων συνεργάζονται για να χειριστούν λειτουργίες αποθήκευσης και επεξεργασίας δεδομένων.

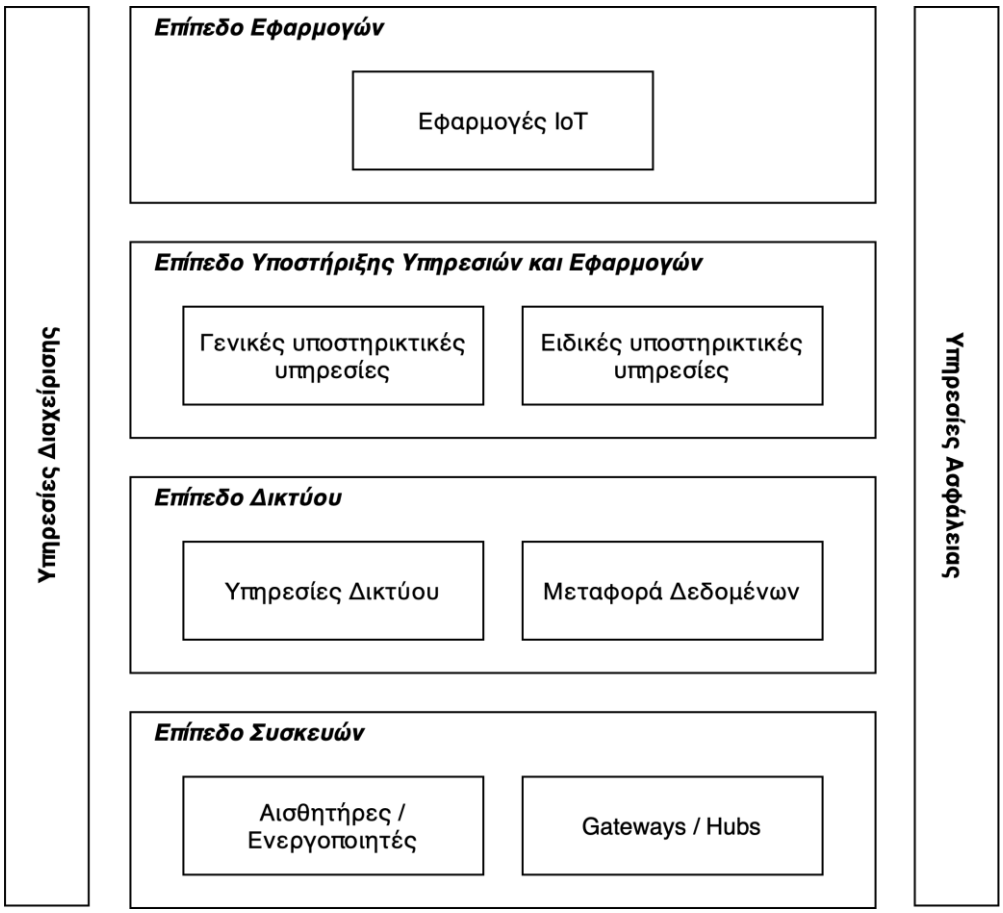
Gateway/Hub: Τα gateways είναι σχεδιασμένα για να απλοποιούν το σύστημα IoT, λειτουργώντας ως το ενδιάμεσο μέσο επικοινωνίας μεταξύ των συσκευών και του κεντρικού νεφοϋπολογιστικού συστήματος. Οι κύριες λειτουργίες των gateways παρατίθενται παρακάτω:

- *Συλλογή Δεδομένων:* Τα δεδομένα συλλέγονται από πολλές πηγές, μετατρέπονται στην επιθυμητή μορφή και στη συνέχεια μεταφέρονται στα επίπεδα επεξεργασίας. Ο ρόλος του gateway σε αυτό το στάδιο είναι να παρέχει ασφαλή συνδεσιμότητα μεταξύ των συσκευών IoT και των μονάδων επεξεργασίας.
- *Προεπεξεργασία δεδομένων:* Τα gatewaysχρησιμεύουν ως ενδιάμεσες μονάδες μεταξύ των συσκευών και του κεντρικού νέφους, πραγματοποιώντας βασικές αναλύσεις δεδομένων πριν προωθηθούν για περαιτέρω ανάλυση στο νέφος. Αυτό το επίπεδο εκτελεί λειτουργίες φιλτραρίσματος και καθαρισμού των δεδομένων. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, μπορούν επίσης να αφαιρούνται διπλότυπα ή να συνοψίζονται μέσω της χρήσης στατιστικών μεθόδων, με σκοπό τη βελτίωση των χρόνων απόκρισης και τη μείωση του κόστους μετάδοσης.
- *Προσωρινή αποθήκευση και προώθηση δεδομένων:* Ο πρωταρχικός ρόλος τουgateway είναι να διασφαλίζει την ασφαλή μεταφορά των δεδομένων μεταξύ των συσκευών και των νεφοϋπολογιστικών υπηρεσιών. Επιπλέον, αυτό το επίπεδο χρησιμεύει ως προσωρινή αποθήκη αποθήκευσης για τα δεδομένα που συλλέγονται.
- *Διαχείριση συσκευών:* Αυτό το επίπεδο διευκολύνει τη ρύθμιση των συσκευών σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας προσαρμογές στην κατάσταση των συσκευών, στον τρόπο λειτουργίας, και στον χειρισμό σφαλμάτων.
- *Διαγνωστικός έλεγχος:* Το gateway μπορεί να εντοπίζει λάθη και σφάλματα σε συσκευές IoT, καθώς και να διεκπεραιώνει περιοδικούς διαγνωστικούς ελέγχους.

Νεφοϋπολογιστικές εφαρμογές και υπηρεσίες: Οι νεφοϋπολογιστικές υπηρεσίες (cloud) χρησιμεύουν ως κεντρική οντότητα ενός συστήματος IoT, αναλαμβάνοντας κεντρικό ρόλο στην επεξεργασία, την αποθήκευση και τη διαχείριση των δεδομένων. Τα βασικά χαρακτηριστικά των νεφοϋπολογιστικών υπηρεσιών περιλαμβάνουν τόσο την ικανότητα αποθήκευσης και επεξεργασίας των δεδομένων που παράγονται από τις συσκευές IoT, όσο και τον χειρισμό τους, επιτρέποντας την απρόσκοπτη προσθήκη ή την αφαίρεση συσκευών IoT, όπως απαιτείται[4]. Επιπλέον, προσφέρουν

λειτουργίες ασφάλειας, όπως κρυπτογράφηση και έλεγχο πρόσβασης, ενώ παράλληλα επιτρέπουν την απομακρυσμένη πρόσβαση και τον έλεγχο των συσκευών IoT.

Ανάλυση δεδομένων: Περιλαμβάνει την ανάλυση των δεδομένων και τη δημιουργία γνώσης μέσω της εφαρμογής διαφορετικών αλγορίθμων μηχανικής μάθησης και τεχνικών στατιστικής ανάλυσης. Αυτό επιτρέπει τη λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων.



Εικόνα 1: Αρχιτεκτονική αναφοράς IoT σύμφωνα με το ITU – T Y.2060

2.2. Αρχιτεκτονική IoT συστημάτων

Η γενική αρχιτεκτονική του IoT αποτελείται από πολλαπλά επίπεδα, το καθένα με το δικό του συγκεκριμένο ρόλο και λειτουργίες, επιτρέποντας την αποτελεσματική διαχείριση, την επικοινωνία μεταξύ των συσκευών, και την επεξεργασία των δεδομένων. Η αρχιτεκτονική περιλαμβάνει μια συλλογή συσκευών, αισθητήρων, ενεργοποιητών, υπηρεσιών cloud και διαφόρων επιπέδων επικοινωνίας και πρωτοκόλλων IoT. Όλα τα συστήματα IoT ακολουθούν εγγενώς τη γενική αρχιτεκτονική τεσσάρων επιπέδων. Ωστόσο, με βάση τις διαφορετικές ανάγκες ή τις συγκεκριμένες απαιτήσεις εφαρμογής, το γενικό μοντέλο μπορεί να τροποποιηθεί είτε προσθέτοντας επιπλέον επίπεδα είτε διαμορφώνοντας αρχιτεκτονικές τεσσάρων ή πέντε επιπέδων [5].

Μια αναπαράσταση της γενικής αρχιτεκτονικής τεσσάρων επιπέδων παρουσιάζεται στην Εικόνα 1. Όπως βλέπουμε, το σύστημα IoT χωρίζεται σε τέσσερα επίπεδα[6], δηλαδή (i) το επίπεδο εφαρμογής, (ii) το επίπεδο υποστήριξης υπηρεσιών και εφαρμογών, (iii) το επίπεδο δικτύου, και (iv) το επίπεδο συσκευών. Κάθε ένα από αυτά τα επίπεδα έχει εγγενείς προκλήσεις ασφαλείας[7]. Οι λεπτομέρειες περιγράφονται παρακάτω.

1) *Επίπεδο αισθητήρα:* Το επίπεδο αισθητήρα είναι το θεμελιώδες επίπεδο της αρχιτεκτονικής[8]. Αυτό το επίπεδο αποτελείται από τις έξυπνες συσκευές, που είναι εφοδιασμένες με κατάλληλους αισθητήρες και ενεργοποιητές. Ο κύριος στόχος αυτού του επιπέδου σχετίζεται με τη συλλογή δεδομένων από τις έξυπνες συσκευές μέσω των αισθητήρων, μεταδίδοντας τα στο επίπεδο δικτύου.
2) *Επίπεδο δικτύου:* Το επίπεδο δικτύου (ή επίπεδο μετάδοσης) είναι το μεσαίο επίπεδο της αρχιτεκτονικής του IoT [9]. Αυτό το επίπεδο είναι υπεύθυνο για τη λήψη των πληροφοριών που διαβιβάζονται από το επίπεδο αισθητήρα και τη μετάδοση τους σε διάφορες συνδεδεμένες συσκευές ή εφαρμογές χρησιμοποιώντας ενσύρματες ή ασύρματες συνδέσεις. Το επίπεδο δικτύου είναι το βασικό επίπεδο της αρχιτεκτονικής, και χρησιμοποιεί διάφορες τεχνολογίες επικοινωνίας όπως WiFi, Bluetooth, 4G/5G, LTE, Zigbee, κ.λπ. Συνοπτικά, το επίπεδο δικτύου είναι υπεύθυνο για τη μετάδοση των δεδομένων από και προς διάφορες εφαρμογές χρησιμοποιώντας διαφορετικές τεχνολογίες επικοινωνίας και πρωτόκολλα.

3) *Επίπεδο υποστήριξης υπηρεσιών και εφαρμογών:* Το επίπεδο περιλαμβάνει δυνατότητες γενικής υποστήριξης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από διαφορετικές εφαρμογές IoT, όπως η επεξεργασία δεδομένων ή η αποθήκευση δεδομένων. Αυτές οι δυνατότητες μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν από συγκεκριμένες δυνατότητες υποστήριξης, π.χ., για τη δημιουργία άλλων ειδικών δυνατοτήτων υποστήριξης. Επιπλέον, το επίπεδο περιλαμβάνει δυνατότητες ειδικές υποστήριξης που παρέχουν διαφορετικές λειτουργίες υποστήριξης σε διαφορετικές εφαρμογές IoT.
4) *Επίπεδο εφαρμογής:* Αποτελεί το ανώτερο επίπεδο εντός της αρχιτεκτονικής του IoT [10] και έχει ως αποστολή τη συγκέντρωση δεδομένων από το επίπεδο δικτύου, προσπαθώντας έτσι να επιτύχει τη δημιουργία ενός έξυπνου περιβάλλοντος. Αυτό το επίπεδο φιλοξενεί μια ποικιλία εφαρμογών, η καθεμία από τις οποίες χαρακτηρίζεται από τις δικές της απαιτήσεις. Παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών είναι τα έξυπνα δίκτυα, οι έξυπνες πόλεις και οι έξυπνες μεταφορές, όπως αναλύεται στο [11]. Επιπλέον, αυτό το επίπεδο αναλαμβάνει την ευθύνη διατήρησης της αυθεντικότητας, της ακεραιότητας και της εμπιστευτικότητας των δεδομένων, όπως αναλύεται στο [12].

Η αρχιτεκτονική τεσσάρων επιπέδων είναι η γενικευμένη και πιο κοινή αρχιτεκτονική την οποία ενσωματώνουν τα περισσότερα συστήματα [13]. Αν και μπορεί να φαίνεται απλή, οι επιμέρους λειτουργίες του δικτύου ενδέχεται να γίνουν περίπλοκες κατά περίπτωση. Για παράδειγμα, το επίπεδο δικτύου δεν είναι υπεύθυνο μόνο για την μετάδοση δεδομένων, αλλά μπορεί επίσης να παρέχει λειτουργίες διαχείρισης δεδομένων, όπως προσωρινή αποθήκευση και επεξεργασία. Παρόμοια, το επίπεδο εφαρμογής δεν είναι υπεύθυνο μόνο για την παροχή υπηρεσιών σε πελάτες και χρήστες, αλλά επίσης για την εξόρυξη δεδομένων, την ανάλυση, κοκ.

Τέλος, για την κάλυψη συγκεκριμένων απαιτήσεων (όπως μικρούς χρόνους απόκρισης και χαμηλή κατανάλωση ενέργειας [14] [15]), μπορούν να ενσωματωθούν επιπλέον επίπεδα, τα οποία ενισχύουν την ευελιξία του συστήματος. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η αρχιτεκτονική τεσσάρων επιπέδων χρησιμεύει ως βάση για όλες αυτές τις παραλλαγές.

2.3. Πλεονεκτήματα της χρήσης IoT συσκευών

- **Νέες Επιχειρηματικές Ευκαιρίες:** Το IoT μπορεί να προσφέρει καινοτόμες λειτουργίες και ευκαιρίες για μια επιχείρηση και να επιτρέψει τη μείωση του λειτουργικού κόστους. Για παράδειγμα, οι λύσεις IoT επιτρέπουν στις επιχειρήσεις να παρέχουν μια ευρύτερη επιλογή προϊόντων και υπηρεσιών ή να βελτιώνουν την ποιότητα αυτών των προϊόντων, σε ανταγωνιστικές τιμές σε σύγκριση με τον ανταγωνισμό. Οι επιχειρήσεις μπορούν, εναλλακτικά, να επιλέξουν να εκτελέσουν εργασίες που είναι πιο δύσκολες ή απαιτούν περισσότερο χρόνο ή μεγαλύτερες ποσότητες. Επιπλέον, η εφαρμογή έξυπνων λύσεων βελτιώνει την ανταγωνιστικότητα και κάνει μια επιχείρηση πιο ελκυστική ως πιθανό συνεργάτη. Επιπλέον, τα δεδομένα που συλλέγονται, μπορούν να χρησιμοποιηθούν από προηγμένα συστήματα ανάλυσης για την εξαγωγή γνώσης και επιχειρηματικών μοντέλων.
- **Παρακολούθηση και εποπτεία λειτουργιών:** Το IoT επιτρέπει την παρακολούθηση των υποδομών της επιχείρησης και των πελατών σε πραγματικό χρόνο. Επομένως, η παρακολούθηση προϊόντων και αποθεμάτων είναι ευκολότερη και αποδοτικότερη μέσω κατάλληλων IoT συσκευών. Επιπλέον, οι επιχειρήσεις χρησιμοποιούν το IoT για να βελτιώσουν την εμπειρία των πελατών και να βελτιώσουν τα μελλοντικά επιχειρηματικά τους σχέδια. Η αποτελεσματική παρακολούθηση, αναφορά και παρακολούθηση μπορεί επομένως να οδηγήσει σε μείωση των κεφαλαιακών απαιτήσεων, μείωση του αποθέματος και βελτιστοποίηση του κόστους.
- **Βελτίωση εμπειρία χρήσης:** Η σύνδεση και η αλληλεπίδραση με συσκευέςIoT μπορεί να βελτιώσει την εμπειρία των πελατών και να ενισχύσει την επικοινωνία μαζί τους. Επιπλέον, οι συσκευές IoT βοηθούν στη συλλογή δεδομένων από τους πελάτες, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση των υπηρεσιών.
- **Νέες ροές εσόδων:** Ένα σημαντικό πλεονέκτημα του Διαδικτύου των Πραγμάτων είναι η ικανότητά του να δημιουργεί και να αναπτύσσει γρήγορα νέα προϊόντα και υπηρεσίες. Τα δεδομένα που συλλέγονται από συσκευές IoT μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη πρόβλεψη αναγκών (π.χ., τι χρειάζονται οι πελάτες), αλλά και για νέες προσφορές που δημιουργούν έσοδα πιο γρήγορα.
- **Αυτοματοποίηση διαδικασιών και λειτουργιών:** Το IoT προσφέρει οφέλη όσον αφορά τη βελτίωση και την ενίσχυση του ελέγχου των διαδικασιών. Η

ανάλυση των δεδομένων που συλλέγονται από τις συσκευές IoT με εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αυτοματοποίηση ελέγχων και λαθών. Επιπλέον, η διασύνδεση των έξυπνων συσκευών επιτρέπει την αυτοματοποιημένη διαχείριση του αποθέματος, της εφοδιαστικής αλυσίδας, των καυσίμων, των ανταλλακτικών, κλπ.

3. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΥΣ ΤΟΜΕΙΣ

Το Internet of Things (IoT), εκτός από την εξοικονόμηση λειτουργικού κόστους, έχει τη δυνατότητα να προσφέρει επιπλέον επιχειρηματική αξία. Οι πάροχοι IoT εφαρμογών έχουν την ευκαιρία να αναπτύξουν καινοτόμες λύσεις οι οποίες προσφέρουν την ικανότητα συλλογής και ανάλυσης δεδομένων, τόσο σε πραγματικό χρόνο όσο και σε βάθος χρόνου. Αυτές οι εφαρμογές μπορούν να πραγματοποιηθούν εντός των επιχειρήσεων, αλλά και μεταξύ τους, προσφέροντας ευκαιρίες για διαρκή δημιουργία αξίας. Επιπλέον, μία σημαντική διαφορά του IoT σε σχέση με άλλες τεχνολογίες είναι ότι εστιάζει σε τομείς που δεν επικεντρώνονται αναγκαστικά στην τεχνολογία, επομένως μπορεί να υποστηρίξει κέρδη σε πολλούς διαφορετικούς κλάδους. Σε αυτήν την ενότητα της έκθεσης εστιάζουμε ιδιαίτερα σε πέντε από αυτούς τους τομείς: την ενέργεια, την υγειονομική περίθαλψη, την εφοδιαστική αλυσίδα, το λιανικό εμπόριο και τις μεταφορές.

3.1. Ενέργεια

Στον τομέα της ενέργειας, το IoT μπορεί να υποστηρίξει αλλαγές στο δίκτυα ηλεκτροδότησης, αλλά και να βοηθήσει τους καταναλωτές στην εξοικονόμηση ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, το IoT αλλάζει τον τρόπο με τον οποίο οι καταναλωτές χρησιμοποιούν την ενέργεια. Για παράδειγμα, οι έξυπνοι μετρητές, συλλέγουν σχεδόν σε πραγματικό χρόνο πληροφορίες σχετικά με τη χρήση ενέργειας και τις καθιστούν διαθέσιμες στους καταναλωτές, βοηθώντας τους να κατανοούν πόση ενέργεια χρησιμοποιούν ακριβώς, αλλά και πως μπορούν να κάνουν πιο αποδοτική χρήση (π.χ., οι έξυπνοι θερμοστάτες και τα συστήματα διαχείρισης ενέργειας είναι ικανά να μαθαίνουν τις συνήθειες και τις προτιμήσεις των χρηστών, προσαρμόζοντας τη χρήση ενέργειας σε πραγματικό χρόνο για εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση του κόστους). Η λειτουργικότητα βελτιώνεται επίσης, καθώς οι συσκευές δεν περιορίζονται μόνο στην ειδοποίηση των χρηστών για σπατάλη ενέργειας, αλλά και στη δυνατότητα αυτόματης βελτιστοποίησης της χρήσης ενέργειας. Επίσης, δύναται να αναγνωρίσει μοτίβα που μπορεί να προηγηθούν μίας βλάβης, βοηθώντας τις ομάδες συντήρησης να αντιμετωπίσουν προληπτικά τυχόν προβλήματα.

Το IoT μπορεί επίσης να συλλέξει αναλυτικά δεδομένα μέσω συνδεδεμένων αισθητήρων και έξυπνων μετρητών τα οποία επιτρέπουν στους χειριστές δικτύων να βελτιστοποιούν την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων σχετικά με το πόση χωρητικότητα πράσινης ενέργειας μπορεί να διατεθεί στο διαδίκτυο χωρίς να θέτει κινδύνους όπως υπερτάσεις τάσης.

3.2. Υγεία

Το IoT παίρνει σταδιακά όλο και μεγαλύτερο ρόλο στη σχέση του με την περίθαλψη μέσω έξυπνων και πρακτικών εφαρμογών, και μπορεί να προσφέρει καινοτομίες για να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα και την ποιότητα της υγειονομικής φροντίδας. Ιατρικές συσκευές όπως βηματοδότες και αντλίες ινσουλίνης κατασκευάζονται με αυξημένα επίπεδα συνδεσιμότητας, ώστε να επιτρέπουν την εύκολη συλλογή δεδομένων από γιατρούς και φροντιστές για την παρακολούθηση ασθενών και τον εντοπισμό προβλημάτων ή ανωμαλιών. Με τη συνεχή συλλογή δεδομένων για δείκτες όπως τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα, η αρτηριακή πίεση και ο καρδιακός ρυθμός, αυτές οι συσκευές μπορούν να βελτιστοποιήσουν τις μετρήσεις παρέχοντας πιο ακριβή δεδομένα από τις εφάπαξ μετρήσεις που λαμβάνονται στις κλινικές, καθώς και μειώνοντας τη ζήτηση για ιατρεία όπου συνήθως γίνονται ιατρικές εξετάσεις διεξαχθεί. Επιπλέον, μπορούν να παρέχουν στο ιατρικό προσωπικό όλες τις πληροφορίες που χρειάζονται ώστε να ρυθμίζουν την φαρμακευτική αγωγή από απόσταση. Άλλες εφαρμογές επιτρέπουν σε ένα φροντιστή να παρακολουθεί τις κινήσεις ενός ασθενή με σκοπό να επέμβει αν παρατηρηθεί κάτι ασυνήθιστο. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί, για παράδειγμα, σε ηλικιωμένους ή ασθενείς με παθήσεις όπως η άνοια. Τέλος, το Internet of Medical Things (IoMT) αναδύεται ως λύση για αποτελεσματική τηλεϊατρική, ειδικά σε περιοχές που δεν διαθέτουν συμβατική σύνδεση στο Διαδίκτυο.

3.3. Μεταφορές

Το IoT αλλάζει τον τρόπο των μεταφορών, μετατοπίζοντας τη χρήση οχημάτων κάθε είδους από ένα μοντέλο ιδιοκτησίας σε μια οικονομία κοινής χρήσης. Για παράδειγμα, τα ενοικιαζόμενα ηλεκτρικά ποδήλατα και τα πατίνια είναι εξοπλισμένα με αισθητήρες που σημαίνει ότι κάποιος που φεύγει από έναν σταθμό μπορεί εύκολα

να εντοπίσει ένα ποδήλατο χρησιμοποιώντας την εφαρμογή στο τηλέφωνό του. Ο χρήστης ξεκλειδώνει το όχημα μέσω της εφαρμογής και το χρησιμοποιεί κατευθείαν. Κατά την άφιξη, ο χρήστης απλά αφήνει το ποδήλατο ή το πατίνι και το κλειδώνει χρησιμοποιώντας την εφαρμογή, το οποίο πλέον είναι διαθέσιμο για τον επόμενο χρήστη. Αυτές οι λειτουργίες έχουν σαν αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνου ταξιδιού και τη μείωση της χρήσης και ιδιοκτησίας ιδιωτικών μέσων μεταφοράς, με έμμεσο αποτέλεσμα την αποδοτικότερη δημόσια συγκοινωνία. Επιπλέον, τα δεδομένα που εξάγονται από αυτές τις υπηρεσίες αποτελούν πολύτιμους πόρους και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την βελτιστοποίηση των μετακινήσεων σε επίπεδο πόλης λαμβάνοντας υπόψη και βραχυπρόθεσμα προβλήματα, όπως τεχνικά έργα ή κυκλοφοριακές συμφορήσεις.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα IoT που χρησιμοποιούνται στις μετακινήσεις, αποτελούν τα λεωφορεία, τα ταξί, καθώς και τα μεγάλα φορτηγά όπου πλέον μπορεί να γίνει ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την κίνηση στους δρόμους ή για το που είναι σε πραγματικό χρόνο το αντίστοιχο μεταφορικό μέσω που εκτελεί ένα άλλο δρομολόγιο. Ομοίως, οι καταναλωτές μπορούν να δουν που βρίσκεται ένα μέσο μαζικής μεταφοράς ή κάποια συγκεκριμένη παραγγελία, κάνοντας ευκολότερη την καθημερινότητα τους.

3.4. Εφοδιαστική αλυσίδα

Το IoTμπορεί να χρησιμοποιηθεί για την βελτίωση της αλυσίδας εφοδιασμού, όπως για παράδειγμα στην βελτιστοποίηση των μεταφορών, στην παρακολούθηση των εμπορευμάτων κατά τη μεταφορά, και στη βελτίωση της οδικής ασφάλειας. Οι πιο πρόσφατες καινοτομίες σε αυτόν τον τομέα περιλαμβάνουν συστήματα τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης που μπορούν να επισημάνουν προβλήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας με βάση τις διακυμάνσεις των προγραμματισμένων μεταφορών.

Κατά τη διάρκεια της μεταφοράς προϊόντων, οι αισθητήρες και τα αντίστοιχα δεδομένα μπορούν να ειδοποιήσουν έγκαιρα για πιθανές παραβιάσεις στις συνθήκες θερμοκρασίας ή ψύξης, οι οποίες θα μπορούσαν να βλάψουν ευαίσθητα προϊόντα, όπως ηλεκτρονικά είδη, τρόφιμα και φάρμακα. Εκτός αυτού, η σύνδεση αισθητήρων γεω-εντοπισμού στα κοντέινερ ή στα προϊόντα, μπορεί να παρουσιάζει σε πραγματικό

χρόνο πού βρίσκονται τα περιουσιακά στοιχεία, πόσο γρήγορα κινούνται και πότε θα φτάσουν με βάση τα τρέχοντα δρομολόγια και τις καιρικές συνθήκες.

Εκτός από τη βελτιστοποίηση της μεταφοράς αγαθών, το IoT μπορεί επίσης να συμβάλει στη παρακολούθηση συγκεκριμένων μονάδων της εφοδιαστικής αλυσίδας. Για παράδειγμα, το IoTμπορεί να χρησιμοποιηθεί για την διασφάλιση συγκεκριμένων ορίων, όπως τα επίπεδα αποθεμάτων στις αποθήκες, την θερμοκρασία στα ψυγεία, ή το πόσο γεμάτη είναι μια δεξαμενή.

3.5. Λιανικό εμπόριο

Ο τομέας του λιανικού εμπορίου σήμερα μπορεί να χωριστεί σε δύο βασικές κατηγορίες: στον τομέα του φυσικού λιανικού εμπορίου, και στον τομέα του διαδικτυακού λιανικού εμπορίου. Το IoT έχει τη δυνατότητα να υποστηρίξει και τις δύο πλευρές, βοηθώντας τα καταστήματα να αξιοποιήσουν τα ίδια προνόμια που χρησιμοποιήσαν οι μεγαλύτερες εταιρίες του χώρου, όπως η Amazon, προκειμένου να διαχειριστούν τις ολοένα διευρυνόμενες, πολύπλοκες αλυσίδες εφοδιασμού. Οι έμποροι λιανικής γίνονται πιο αποτελεσματικοί, μειώνοντας τις περιπτώσεις μη διαθέσιμων προϊόντων. Ένας μεγάλος αριθμός επιχειρήσεων χρησιμοποιεί IoT για τη συλλογή δεδομένων των πελατών και την παροχή εξατομικευμένων προτάσεων καθώς μετακινούνται στο κατάστημα, μέσω εφαρμογών που τρέχουν στα κινητά τηλέφωνα και παρέχουν προτάσεις προϊόντων με βάση την τρέχουσα τοποθεσία τους στο φυσικό κατάστημα.

Το πολύ-καναλικό λιανικό εμπόριο είναι ένας βασικός τομέας στον οποίο συμβάλλει το IoT. Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει στους καταναλωτές να ενημερώνονται, να δοκιμάζουν και να αγοράζουν προϊόντα μεταξύ φυσικού και ψηφιακού χώρου. Για παράδειγμα, οι έμποροι λιανικής και οι κατασκευαστές χρησιμοποιούν την επαυξημένη πραγματικότητα για να επιτρέπουν στους πελάτες να δουν πώς θα φαίνεται ένα προϊόν στο σπίτι ή στο σώμα τους. Τέτοιες βιωματικές καινοτομίες μπορούν να αυξήσουν τη ροή των πελατών και να αυξήσουν τα έσοδα.

Επιπλέον, το IoT βοηθάει στην διαδιακασία μεταφοράς προϊόντων με μεγαλύτερη ακρίβεια. Για παράδειγμα, η Amazon χρησιμοποιεί χιλιάδες ρομπότ για τη μετακίνηση προϊόντων στις αποθήκες της. Επιπλέον, αναπτύσσει διάφορες φορητές συσκευές, όπως βραχιόλια, τα οποία κατευθύνουν τους υπαλλήλους στις σωστές

θέσεις μέσα στην αποθήκη, χωρίς να χρειάζεται να κοιτάζουν σαρωτές και οθόνες για να περιηγούνται.

Τέλος, ένας τομέας όπου τόσο οι διαδικτυακοί όσο και οι έμποροι λιανικής πώλησης μπορούν να επωφεληθούν από την υιοθέτηση του IoT είναι η διαχείριση αποθεμάτων. Η τοποθέτηση ετικετών σε προϊόντα (RFID) επιτρέπει στους διαχειριστές καταστημάτων να παρακολουθούν εξ αποστάσεως τη διαθεσιμότητα αποθεμάτων στο κατάστημα, στο χώρο αποθήκευσης όσο και στην αλυσίδα εφοδιασμού. Ένα από τα πιο σημαντικά οφέλη αυτών των συστημάτων είναι η βελτίωση της ακρίβειας σε σύγκριση με συστήματα που δεν διαθέτουν IoT.

3.6. Έξυπνες πόλεις

Το IoT στις έξυπνες πόλεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες λειτουργίες, όπως στη διαχείριση ηλεκτροφωτισμού, στη διαχείριση οδικής κυκλοφορίας, στην στάθμευση, στην μέτρηση περιβαλλοντικών παραμέτρων, στην διαχείριση απορριμμάτων, στην ενεργειακή διαχείριση κτηρίων, και στην διαχείριση νερού.

Οι έξυπνες πόλεις, πέρα από τα προφανή πλεονεκτήματα που προσφέρουν στους κατοίκους τους, έχουν τεράστια συνεισφορά στην εθνική οικονομία. Σύμφωνα με εκτιμήσεις της Juniper Research, η εξοικονόμηση κόστους από την ανάπτυξη έξυπνων πόλεων προβλέπεται να φτάσει παγκοσμίως τα 250 δισ. δολάρια έως το 2028. Η αντίστοιχη επίδοση το 2023 εκτιμάται ότι είναι $96 δισεκατομμύρια, που μεταφράζεται σε σωρευτική αύξηση κατά 158% μεταξύ 2023 και 2028. Η εξοικονόμηση κόστους προκύπτει κυρίως από τη μειωμένη χρήση ενέργειας και των ρύπων, ως αποτέλεσμα της ανάπτυξης έξυπνων δικτύων μεταφορών και υποδομών, και της αποτελεσματικότερης διαχείριση της κυκλοφορίας και του φωτισμού των δρόμων.

4. ΚΙΝΔΥΝΟΙ, ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ, ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ

4.1. Ευκαιρίες

Το ΙοΤέχει αναδειχθεί ως μια σημαντική τεχνολογία ψηφιακού μετασχηματισμού για πολλούς διαφορετικούς επιχειρηματικούς κλάδους. Επιπλέον, η εγκατάσταση ΙοΤσυστημάτων έχει γίνει πολύ πιο προσιτή από τις επιχειρήσεις, κυρίως λόγω του μειωμένου κόστους που απαιτείται για τη συλλογή δεδομένων, τη μεταφορά, την αποθήκευση και την επεξεργασία τους. Οι εφαρμογές του ΙοΤ συνεχίζουν να εξελίσσονται, προσφέροντας ευκαιρίες και λειτουργικότητες σε πολλούς διαφορετικούς κλάδους, τόσο σε ατομικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο κοινωνίας, επιχειρήσεων, κοινοπραξιών και κυβερνήσεων. Όσον αφορά τον τομέα των επιχειρήσεων, τα συστήματαΙοΤ αναμένεται να υποστηρίξουν μια σειρά από νέες τεχνολογίες, όπως η επαυξημένη/εικονική πραγματικότητα, ο αυτοματισμός και η ρομποτική.

Ωστόσο, η «συνδεσιμότητα» από μόνη της δεν είναι μια στρατηγική που παρέχει απαραίτητα πραγματική επιχειρηματική αξία. Η πραγματική δύναμη των ΙοΤ συστημάτων έγκειται στην αξιοποίηση των δυνατοτήτων τους για την επίλυση πραγματικών προβλημάτων. Από την παρακολούθηση των διαθέσιμων προϊόντων και την προγνωστική συντήρηση του εξοπλισμού, έως τη διαχείριση και εποπτεία των οχημάτων και τις έξυπνες αλυσίδες εφοδιασμού, το ΙοΤμπορεί να βοηθήσει στην επίλυση αρκετών προκλήσεων που αντιμετωπίζουν οι οργανισμοί κάθε είδους. Καθώς οι εφαρμογές ΙοΤ εξελίσσονται συνεχώς, οι επιχειρήσεις πρέπει να σκεφτούν στρατηγικά και να δημιουργήσουν κατάλληλες υποδομές και υπηρεσίες.

4.2. Δυσκολίες και προκλήσεις

Υπάρχουν αρκετές δυσκολίες και προκλήσεις που πρέπει να ξεπεραστούν για την επιτυχή χρήση ενός συστήματος ΙοΤ, αλλά και για τον συνδυασμό του με τεχνολογίες μεγάλων δεδομένων και μηχανικής μάθησης [16].

Μία από τις πιο σημαντικές προκλήσεις είναι η συλλογή, η αποθήκευση, η διαχείριση και η επεξεργασία των τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων που παράγονται από τις συσκευές ΙοΤ. Επιπλέον, τα δεδομένα που παράγονται μπορεί να είναι σε

διαφορετικές μορφές, καθιστώντας τη συνένωση ή τη συσχέτιση τους δύσκολη. Για να ξεπεραστούν τέτοιου τύπου εμπόδια, χρειάζονται συστήματα διαχείρισης δεδομένων τα οποία να μπορούν να ανταπεξέλθουν με τον αυξανόμενο όγκο των δεδομένων που παράγονται τα συστήματα IoT και να διευκολύνουν την πρόσβαση και την ανάλυση τους.

Η ποιότητα των δεδομένων αποτελεί επίσης ένα ακόμη σημαντικό εμπόδιο. Οι συσκευές IoT είναι πιθανό να παράγουν δεδομένα που είναι ελλιπή, αναξιόπιστα ή ανακριβή. Για παράδειγμα, οι μετρήσεις ενός αισθητήρα μπορεί να επηρεαστούν από τις περιβαλλοντικές συνθήκες (π.χ., υψηλή θερμοκρασία ή υγρασία), και να οδηγήσει σε ανακριβή δεδομένα. Η ποιότητα των δεδομένων μπορεί επίσης να επηρεαστεί όταν οι συσκευές IoT δυσλειτουργούν. Σε κάθε περίπτωση, είναι σημαντικό να υπάρχει ένα σύστημα που να είναι ικανό να ανιχνεύει και να διορθώνει λάθη στα δεδομένα.

Η επεξεργασία σε πραγματικό χρόνο και η καθυστέρηση παρουσιάζουν πρόσθετα σημαντικά εμπόδια. Αρκετές φορές, οι συσκευές IoT χρειάζεται να λαμβάνουν αποφάσεις σε πραγματικό χρόνο, κάτι που μπορεί να είναι δύσκολο για μοντέλα μηχανικής εκμάθησης που χρησιμοποιούν μεγάλη υπολογιστική ισχύ. Αυτό μπορεί να είναι ιδιαίτερα δύσκολο για συσκευές που βρίσκονται σε απομακρυσμένες ή δυσπρόσιτες τοποθεσίες όπου η συνδεσιμότητα δικτύου μπορεί να είναι περιορισμένη. Για να ξεπεραστούν αυτά τα εμπόδια, απαιτούνται συστήματα που μπορούν να επεξεργάζονται και να αναλύουν τα δεδομένα που παράγονται από τις συσκευές IoT σε πραγματικό χρόνο και να λαμβάνουν γρήγορα αποφάσεις.

Η περιορισμένη υπολογιστική ισχύς παρουσιάζει ένα άλλο σημαντικό εμπόδιο. Συνήθως, οι συσκευές IoTείναι δύσκολο να εκτελούν πολύπλοκα μοντέλα μηχανικής μάθησης λόγω της περιορισμένης μνήμης, υπολογιστικής ισχύος, και ενέργειας. Αυτό μπορεί να απαιτήσει την υλοποίηση ενεργειακά αποδοτικών αλγορίθμων ή την ανάθεση τους σε μεγαλύτερες συσκευές.

Η συμβατότητα μεταξύ συσκευών είναι ένα άλλο σημαντικό εμπόδιο. Είναι πιθανό διαφορετικές συσκευές IoT να μην μπορούν να λειτουργούν μαζί λόγω ασυμβατότητας. Αντίστοιχα, μερικά μοντέλα μηχανικής μάθησης δεν θα μπορούν να εκτελεστούν λόγω διαφορετικών υπολογιστικών δυνατοτήτων. Αυτό μπορεί να περιορίσει τα είδη των αναλύσεων που μπορούν να πραγματοποιηθούν και να καταστήσει δύσκολη την ενσωμάτωση νέων συσκευών σε υπάρχοντα συστήματα. Για να ξεπεραστεί αυτό το εμπόδιο, είναι σημαντικό να διασφαλιστεί ότι το σύστημα

μπορεί εύκολα να ενσωματώσει νέες συσκευές IoT και μοντέλα μηχανικής μάθησης και ότι οι συσκευές και τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται είναι συμβατά.

Η επεκτασιμότητα παρουσιάζει ένα ακόμη σημαντικό εμπόδιο. Το σύστημα πρέπει να είναι σε θέση να διαχειρίζεται τις αυξημένες ροές δεδομένων και τους υπολογισμούς που απαιτούνται καθώς προστίθενται περισσότερες συσκευές IoT σε ένα σύστημα. Αυτό περιλαμβάνει όχι μόνο τις υπολογιστικές δυνατότητες αλλά και το λογισμικό που χρησιμοποιείται για τη διαχείριση και την ανάλυση των δεδομένων. Επιπλέον, το κόστος ενημέρωσης και συντήρησης ενός συστήματος IoT μπορεί επίσης να είναι σημαντικό. Είναι σημαντικό να υπάρχει ένα σύστημα που να μπορεί να κλιμακώνεται για τη διαχείριση του αυξημένου αριθμού συσκευών IoT και των δεδομένων που δημιουργούν, καθώς και να διασφαλίζει ότι το σύστημα μπορεί να συνεχίσει να λειτουργεί αποτελεσματικά σε περίπτωση λαθών ή αστοχιών. Επίσης, είναι απαραίτητο να προγραμματιστεί προσεκτικά η εφαρμογή του συστήματος και να διασφαλιστεί ότι υπάρχουν οι απαραίτητοι πόροι και ο προϋπολογισμός για την υποστήριξη του συστήματος συνολικά.

Η ενσωμάτωση τεχνολογιών IoT και μηχανικής μάθησης παρουσιάζει πρόσθετες σημαντικές δυσκολίες όσον αφορά την προστασία των δεδομένων και την ασφάλεια. Οι συσκευές IoT μπορεί να συλλέγουν και μεταδίδουν ευαίσθητα δεδομένα. Επομένως, είναι σημαντικό να διασφαλιστεί η ασφάλεια των συσκευών IoT και των δεδομένων που δημιουργούν. Αυτό περιλαμβάνει προστασία από κακόβουλες επιθέσεις, παραβιάσεις δεδομένων και μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση. Είναι απαραίτητο να εφαρμόζονται ισχυρά μέτρα ασφαλείας, όπως ισχυρή κρυπτογράφηση και πιστοποίηση, ώστε μόνο εξουσιοδοτημένοι χρήστες ή συσκευές να μπορούν να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα.

4.3. Πιθανοί κίνδυνοι και απειλές

Σύμφωνα με την έκθεση Allianz Risk Barometer, τα περιστατικά κυβερνοασφάλειας, όπως οι επιθέσεις με ransomware, οι παραβιάσεις δεδομένων και οι διαταραχές στον τομέα της πληροφορικής, αποτελούν τον μεγαλύτερο προβληματισμό για τις εταιρίες παγκοσμίως[17]. Ειδικότερα, αποτελούν τον κύριο κίνδυνο σε 17 χώρες, μεταξύ των οποίων η Αυστραλία, η Γαλλία, η Γερμανία, η Ιδία, η Ιαπωνία, το Ηνωμένο Βασίλειο και οι ΗΠΑ. Η παραβίαση δεδομένων θεωρείται ο πιο ανησυχητικός κίνδυνος στο πεδίο της κυβερνοασφάλειας σύμφωνα με τους ανταποκριτές του Allianz Risk

Barometer (59%) και ακολουθούν οι επιθέσεις σε κρίσιμες υποδομές και τα φυσικά αγαθά (53%). Η πρόσφατη αύξηση στις επιθέσεις με ransomware κατατάσσεται τρίτος κίνδυνος (53%), καθώς το 2023 παρατηρήθηκε μια ανησυχητική επανεμφάνιση της δραστηριότητας, με αύξηση της δραστηριότητας αποζημιώσεων ασφαλίστρων πάνω από 50% σε σύγκριση με το 2022. Επιπλέον, οι συσκευές IoT συλλέγουν μεγάλες ποσότητες δεδομένων σχετικά με τους χρήστες και το περιβάλλον τους. Εάν αυτά τα δεδομένα δεν διαχειρίζονται σωστά και δεν προστατεύονται, μπορεί να διαρρεύσουν, να κλαπούν ή να χρησιμοποιηθούν καταχρηστικά ή κακοπροαίρετα, οδηγώντας σε παραβιάσεις προσωπικών, ευαίσθητων ή απόρρητων δεδομένων.

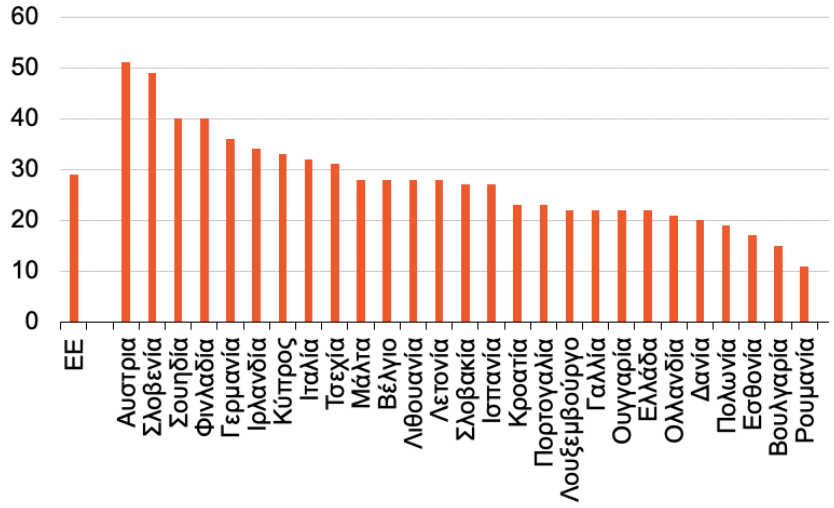
Δεδομένου ότι σε αρκετές περιπτώσεις οι συσκευές IoT χρησιμοποιούνται σε πολύπλοκες αλυσίδες εφοδιασμού που περιλαμβάνουν πολλούς προμηθευτές και συνεργάτες, οποιεσδήποτε ευπάθειες ή παραβιάσεις εντός αυτών των αλυσίδων μπορούν να αποτελέσουν κίνδυνο για την ακεραιότητα και την ασφάλεια των συσκευών IoT και των δεδομένων που χειρίζονται. Η εξάρτηση από συσκευές IoT για κρίσιμες λειτουργίες σημαίνει ότι οποιαδήποτε διακοπή λειτουργίας ή προβλήματα επίδοσης μπορεί να έχουν σημαντικές συνέπειες για τις επιχειρηματικές λειτουργίες. Παράγοντες όπως βλάβες των συσκευών ή προβλήματα συνδεσιμότητας μπορούν να επηρεάσουν την αξιοπιστία και την απόδοση.

5. ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ

5.1. Χρήση συστημάτων IoT

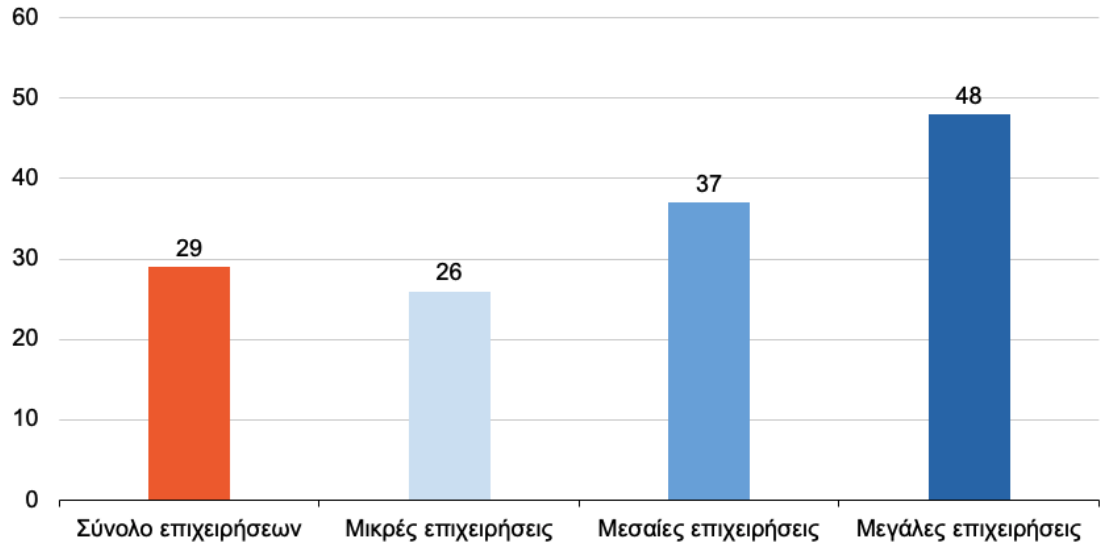
Στην συγκεκριμένη ενότητα αναλύουμε τη χρήση IoTσυστημάτων σε επιχειρήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τα δεδομένα βασίζονται σε αποτελέσματα έρευνας που έγινε το 2021 για τη χρήση των ΤΠΕ και το ηλεκτρονικό εμπόριο σε επιχειρήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης [18].

Η **Σφάλμα! Άγνωστη παράμετρος αλλαγής.** δείχνει το ποσοστό των επιχειρήσεων που χρησιμοποιούν IoT στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Συνολικά, σχεδόν μία στις τρεις επιχειρήσεις χρησιμοποιούν IoT (29%). Το μεγαλύτερο ποσοστό κατέχει η Αυστρία, όπου περισσότερες από τις μισές επιχειρήσεις (51%) χρησιμοποιούν συσκευές ή συστήματα IoT. Ακολουθούν η Σλοβενία (με 49%), η Φινλανδία και η Σουηδία (με 40%). Η Ελλάδα βρίσκεται στην 18η θέση μαζί με το Λουξεμβούργο, τη Γαλλία και την Ουγγαρία (με 22%). Στις τελευταίες θέσεις, με λιγότερο από 20%, βρίσκεται η Πολωνία με 19%, η Εσθονία με 17%, η Βουλγαρία με 15% και η Ρουμανία με 11%.



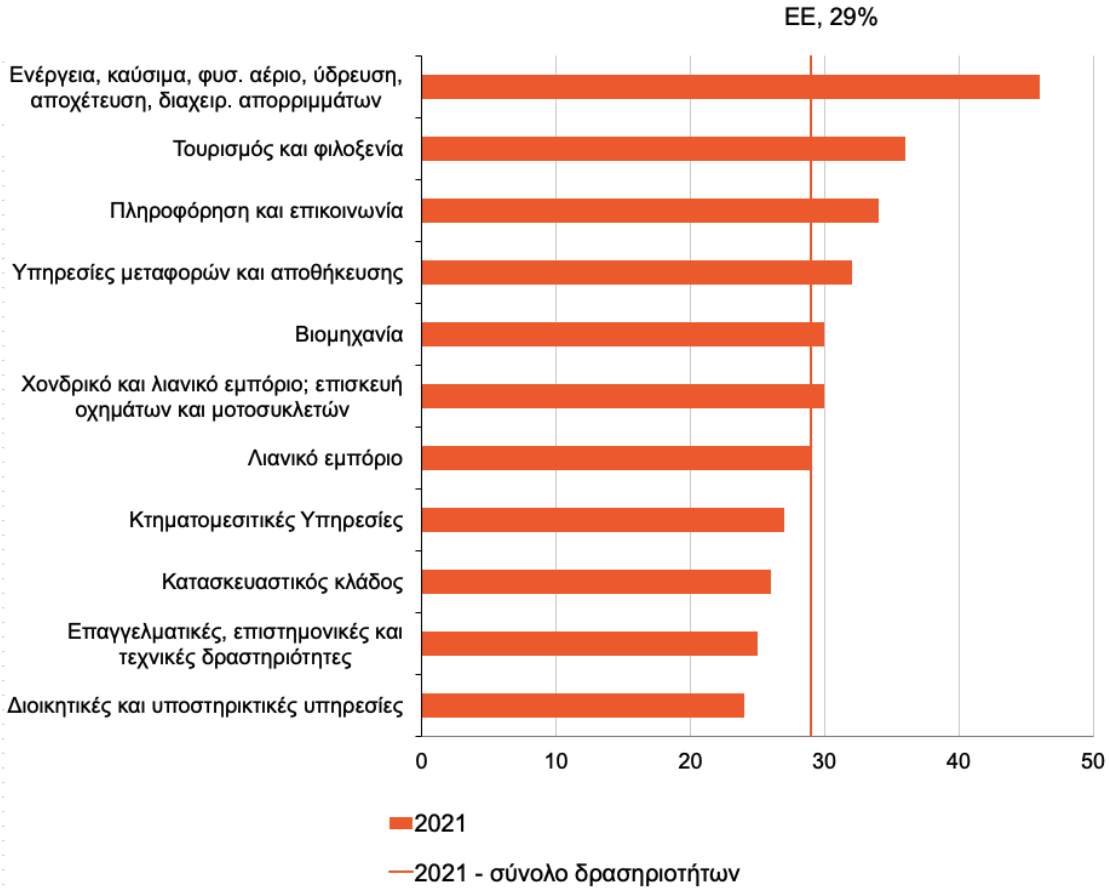
Εικόνα 2: Ποσοστό των επιχειρήσεων στην Ευρωπαϊκή Ένωση που χρησιμοποιούν IoT ανά χώρα, 2021. Πηγή: Eurostat.

Στην Εικόνα 3 φαίνεται το ποσοστό των επιχειρήσεων που χρησιμοποιούν IoT ανάλογα με το μέγεθος τους. Λίγο περισσότερο από το ένα τέταρτο των μικρών επιχειρήσεων χρησιμοποιούν IoT, ενώ στις μεγάλες επιχειρήσεις το ποσοστό είναι σχεδόν διπλάσιο (48%). Στις μεσαίες επιχειρήσεις, σχεδόν 2 στις 5 (με ποσοστό 37%) χρησιμοποιούν IoT.



Εικόνα 3: Ποσοστό των επιχειρήσεων στην Ευρωπαϊκή Ένωση που χρησιμοποιούν IoT ανά μέγεθος, 2021. Πηγή: Eurostat

Στην Εικόνα 4 φαίνεται το ποσοστό των επιχειρήσεων που χρησιμοποιούν IoT ανά δραστηριότητα στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 2021. Σχεδόν οι μισές (περίπου 46%) από το σύνολο των επιχειρήσεων που χρησιμοποιούν IoT, δραστηριοποιούνται σε τομείς σχετικούς με την ηλεκτρική ενέργεια, τα καύσιμα, το φυσικό αέριο, την ύδρευση, την αποχέτευση και την διαχείριση των απορριμμάτων. Ακολουθούν οι επιχειρήσεις του τουρισμού και της φιλοξενίας, με ποσοστό 36%. Στην τρίτη θέση, με 34%, είναι οι επιχειρήσεις με αντικείμενο την πληροφόρηση και την επικοινωνία και ακολουθούν με μικρή διαφορά οι υπηρεσίες μεταφορών και αποθήκευσης. Με ποσοστό 30% είναι οι βιομηχανίες και οι επιχειρήσεις χονδρικού και λιανικού εμπορίου, επισκευής μηχανοκίνητων οχημάτων και μοτοσυκλετών. Στην τελευταία θέση βρίσκονται οι διοικητικές και υποστηρικτικές υπηρεσίες, με ποσοστό 24%.



Εικόνα 4: Κατηγορίες επιχειρήσεων που χρησιμοποιούν IoT ανά δραστηριότητα, ΕΕ, 2021 (% των επιχειρήσεων). Πηγή: Eurostat

Οι συσκευές IoT μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διαφορετικούς σκοπούς, όπως τη βελτίωση επιχειρησιακών διαδικασιών ή τη μείωση του λειτουργικού κόστους. Όπως φαίνεται στον Πίνακας 1, σχεδόν τα τρία τέταρτα των επιχειρήσεων που χρησιμοποιούν συσκευές IoT το 2021 το έκαναν κυρίως για λόγους ασφάλειας των εγκαταστάσεων τους. Η χρήση συσκευών ασφαλείας IoT ήταν η ίδια (σε ποσοστό 72%) τόσο για τις μικρές όσο και για τις μεγάλες επιχειρήσεις. Για σχεδόν το ένα τρίτο των επιχειρήσεων που χρησιμοποιούν συσκευές IoT, ο σκοπός ήταν η διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας στις εγκαταστάσεις τους (π.χ., έξυπνοι μετρητές, έξυπνοι θερμοστάτες ή έξυπνα φώτα). Αυτό ήταν πιο σύνηθες στις μεγάλες επιχειρήσεις (σε ποσοστό 56%) παρά στις μικρές επιχειρήσεις (με ποσοστό 26%). Ομοίως, σε σύγκριση με τις μικρές επιχειρήσεις, το ποσοστό των μεγάλων επιχειρήσεων ήταν διπλάσιο για εκείνες που χρησιμοποιούν IoT για προληπτική

συντήρηση (44% για μεγάλες και 22% για μικρές επιχειρήσεις) ή διαδικασίες παραγωγής (36% για μεγάλες και 15% για μικρές επιχειρήσεις).

Πίνακας 1: Ο σκοπός της χρήσης του IoT στις επιχειρήσεις. Πηγή: Eurostat.

	Μικρές επιχειρήσεις	**Μεσαίες επιχειρήσεις**	**Μεγάλες επιχειρήσεις**	**Σύνολο**
Ασφάλεια εγκαταστάσεων *(π.χ., έξυπνοι-συναγερμοί , -ανιχνευτές καπνού, -κλειδαριές, -κάμερες)*	72%	73%	72%	72%
Διαχείριση κατανάλωσης ενέργειας *(π.χ., έξυπνοι-μετρητές, -θερμοστάτες, -φωτισμός)*	26%	38%	56%	30%
Προληπτική συντήρηση *(π.χ., αισθητήρες για την παρακολούθηση των αναγκών συντήρησης μηχανών ή οχημάτων)*	22%	31%	44%	24%
Διαχείριση εμπορευμάτων (logistics) *(π.χ., αισθητήρες για την παρακολούθηση των προϊόντων ή των οχημάτων στη διαχείριση αποθήκης)*	21%	26%	34%	22%
Διαδικασίες παραγωγής *(π.χ., αισθητήρες ή ετικέτες RFID για την παρακολούθηση ή την αυτοματοποίηση διαδικασιών)*	15%	24%	36%	17%
Εξυπηρέτηση πελατών *(π.χ., έξυπνες κάμερες ή αισθητήρες για να προσφέρουν στους πελάτες μια εξατομικευμένη εμπειρία αγορών)*	13%	13%	19%	13%
Χρήση IoT για άλλους σκοπούς	24%	24%	31%	24%

5.2. Επενδύσεις

Η αγορά του IoT έχει παρουσιάσει μικρή επιβράδυνση τα τελευταία δύο χρόνια λόγω των γεωπολιτικών και μακροοικονομικών επιπτώσεων στην ευρωπαϊκή οικονομία. Ωστόσο, σύμφωνα με μία έρευνα της IDC, οι ευρωπαϊκές επιχειρήσεις εκτιμάται ότι θα επενδύσουν περίπου $260 δισεκατομμύρια σε συστήματα που σχετίζονται με το IoT το 2024[19]. Η έρευνα προβλέπει επίσης ότι οι επενδύσεις θα αυξηθούν περαιτέρω από το 2024 και μετά, με την ανάκαμψη της ευρωπαϊκής οικονομίας, καταγράφοντας

πενταετή σύνθετο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης (CAGR) 11,8%. Η πρόβλεψη αυτή τοποθετεί την αγορά του IoT στην Ευρώπη στα επίπεδα των $370 δισεκατομμυρίων έως το 2027. Η έρευνα υπογραμμίζει επιπλέον ότι το IoT θα πρέπει να θεωρείται ως ένας στρατηγικός παράγοντας, ο οποίος επιτρέπει στις επιχειρήσεις να βελτιώσουν την ανθεκτικότητά τους εν μέσω γεωπολιτικών και μακροοικονομικών προκλήσεων που σχετίζονται με υγειονομικές κρίσεις. Πρακτικά, το IoT μπορεί να βοηθήσει τους οργανισμούς να προχωρήσουν σε ψηφιακό μετασχηματισμό των δραστηριοτήτων τους, να εντοπίσουν καινούργιες επιχειρηματικές ευκαιρίες και να δημιουργήσουν νέα αξία.

Οι ευρωπαϊκές επενδύσεις σε IoT συστήματα θα υπερισχύσουν σε συγκεκριμένους κλάδους, μεταξύ των οποίων η βιομηχανία, οι υπηρεσίες κοινής ωφελείας και οι υπηρεσίες που έχουν να κάνουν με επαγγελματικές, επιστημονικές και τεχνικές υπηρεσίες. Οι δαπάνες για λογισμικό αναμένεται να αυξηθούν σημαντικά κατά την πενταετή περίοδο πρόβλεψης, με την εποπτεία/παρακολούθηση των διαδικασιών παραγωγής και τη διαχείριση περιουσιακών στοιχείων να αποτελούν τις κορυφαίες περιπτώσεις χρήσης. Επιπλέον, οι επιχειρήσεις αναμένεται να επικεντρωθούν περαιτέρω στην προμήθεια IoTσυσκευών και αισθητήρων, καθώς και στην χρήση αντίστοιχων νεφοϋπολογιστικών υπηρεσιών, όπως για παράδειγμα την εκτέλεση επιχειρηματικών διαδικασιών και την επεξεργασία δεδομένων. Τέλος, οι επενδύσεις σε δίκτυα ευρείας-περιοχής χαμηλής-ισχύος (Low-power wide-area network, LPWAN) αναμένεται να σημειώσουν σημαντική αύξηση. Αυτά τα δίκτυα παρέχουν οικονομική συνδεσιμότητα μεγάλης εμβέλειας, εκμεταλλευόμενα το γεγονός ότι τις περισσότερες φορές οι IoT συσκευές μεταδίδουν μικρές ποσότητες δεδομένων σε αραιά χρονικά διαστήματα. Παραδείγματα τέτοιων συσκευών περιλαμβάνουν τους έξυπνους μετρητές, τους αισθητήρες παρακολούθησης περιβαλλοντικών συνθηκών, τις συσκευές παρακολούθησης και εποπτείας περιουσιακών στοιχείων και προϊόντων.

5.3. Η συμβολή των Μεγάλων Δεδομένων και της Τεχνητής Νοημοσύνης

Η τεχνητή νοημοσύνη και ιδιαίτερα η μηχανική μάθηση, είναι τεχνολογίες που βασίζονται στα δεδομένα, επομένως μπορούν να αξιοποιήσουν την μεγάλη ποσότητα δεδομένων που παράγονται από αισθητήρες IoT. Για παράδειγμα, οι συνεχείς ροές δεδομένων από συσκευές IoT γίνονται πολύτιμες εισροές στους αλγόριθμους

μηχανικής μάθησης, ενισχύοντας τις δυνατότητες μάθησης. Η συνέργεια μεταξύ τεχνητής νοημοσύνης και IoT, που τροφοδοτείται από τις αυξήσεις των ταχυτήτων δικτύου, δημιουργεί ένα ιδανικό περιβάλλον για προηγμένες εφαρμογές μηχανικής μάθησης που τους επιτρέπει να μαθαίνουν και να προσαρμόζονται αποτελεσματικά.

Ο αντίκτυπος της ενσωμάτωσης της τεχνητής νοημοσύνης στο IoT είναι μεγάλος. Το 2023 έγιναν σημαντικές τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης, οι οποίες έχουν βελτιώσει την ανάλυση δεδομένων που προέρχονται από συστήματα IoT. Οι εταιρείες εστιάζουν σε μεγαλύτερο βαθμό στη βελτίωση της επεξεργασίας των δεδομένων που προέρχονται από IoT συσκευές, η αύξηση των οποίων δημιουργεί ένα πολύτιμο θησαυροφυλάκιο από δεδομένα που μπορούν να αναλυθούν και να χρησιμοποιηθούν για την εκπαίδευση μοντέλων μηχανικής μάθησης. Η απευθείας εφαρμογή μοντέλων μηχανικής μάθησης σε συσκευές IoT επιτρέπει την ανάλυση και επεξεργασία σε πραγματικό χρόνο, σηματοδοτώντας μια αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο τα IoT συστήματα αξιοποιούνται σε διάφορους τομείς.

Σύμφωνα με έρευνα που απευθύνθηκε σε στελέχη κορυφαίων επιχειρήσεων αποκαλύπτει ότι ο σημαντικότερος παράγοντας για τη δημιουργία αξίας από IoT πρωτοβουλίες σε μία επιχείρηση είναι η εκτεταμένη χρήση τεχνητής νοημοσύνης [20].

Μεταξύ άλλων, προέκυψαν τα παρακάτω βασικά ευρήματα:

- Το 92% των υψηλόβαθμων στελεχών αναφέρει ότι η αξία του AIoT υπερβαίνει τις προσδοκίες τους. Ο λόγος έχει να κάνει με την πρόκληση της χρήσης παραδοσιακών μεθόδων κατά την εργασία με τον τεράστιο όγκο δεδομένων που παράγονται από συστήματα IoT.
- Το 68% των εταιρειών βασίζεται σε IoT δεδομένα για την ενημέρωση των καθημερινών επιχειρησιακών αποφάσεων μέσω υπολογιστικών φύλλων και άλλων τεχνολογιών που δεν αφορούν την τεχνητή νοημοσύνη. Μόνο το 12% των ερωτηθέντων χρησιμοποιεί το IoT για να ενημερώνει τις αποφάσεις σχεδιασμού, ενώ το ποσοστό των ερωτηθέντων που χρησιμοποιούν εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης για τον καθημερινό σχεδιασμό ανέρχεται σε 31%.
- Το 34% των ερωτηθέντων ανέφερε ότι με τη χρήση του AIoT πρωταρχικός σκοπός είναι η αύξηση των εσόδων. Ακολουθεί η βελτίωση της καινοτομίας (17,5%), η προσφορά νέων ψηφιακών υπηρεσιών στους πελάτες (14,3%) και η μείωση του λειτουργικού κόστους (11,1%).

- Εταιρείες που έχουν αναπτύξει δυνατότητες AIoT, παρουσιάζουν καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά κρίσιμους οργανωτικούς στόχους, συμπεριλαμβανομένης της ικανότητας επιτάχυνσης των εργασιών, της εισαγωγής νέων ψηφιακών υπηρεσιών, της βελτίωσης της παραγωγικότητας των εργαζομένων και της μείωσης του κόστους. Για παράδειγμα, εταιρείες που χρησιμοποιούν δεδομένα IoT χωρίς τεχνητή νοημοσύνη σημείωσαν αύξηση της ταχύτητας των λειτουργιών τους κατά 32%, ενώ εταιρείες που χρησιμοποιούν και τεχνητή νοημοσύνη, παρατήρησαν αύξηση που έφτασε το 53%.
- Κορυφαίες θέσεις στη λίστα των τεχνικών ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκαν για συστήματα IoT κατέλαβαν η επιχειρηματική ευφυία (33%), τα συστήματα εποπτείας σε πραγματικό χρόνο (31%) και τα συστήματα εποπτείας υπό συνθήκες (30%).

Σύμφωνα με τον Melvin Greer, Chief Data Scientist της Intel: «Η τεχνητή νοημοσύνη και το IoT δεν αποτελούν πλέον αποκομμένες και ανεξάρτητες τεχνολογίες. Η τεχνητή νοημοσύνη κλείνει το βρόχο σε ένα περιβάλλον IoT, όπου οι συσκευές IoT συγκεντρώνουν ή δημιουργούν δεδομένα και η τεχνητή νοημοσύνη συμβάλει στην αυτοματοποίηση των επιλογών και των ενεργειών που βασίζονται σε αυτά τα δεδομένα».

5.4. Παραγωγική Τεχνητή Νοημοσύνη

Τα παραγωγικά μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης (Generative AI) μπορούν να συνθέσουν νέο περιεχόμενο, ιδέες και προβλέψεις χρησιμοποιώντας δυνατότητες βαθιάς εκμάθησης [21]. Επιπλέον, μπορούν να ερμηνεύσουν μοτίβα και περιβάλλοντα για να παράγουν εντελώς νέες εφαρμογές και δυνατότητες σε συστήματα IoT. Αυτή η τεχνολογία μπορεί να φέρει δραστικές αλλαγές σε περιβάλλοντα IoT με πολλούς τρόπους: *Πρώτον*, κάνει τα δίκτυα IoT πιο «έξυπνα», αυτοματοποιώντας διαδικασίες όπως η ενσωμάτωση συσκευών, η βελτιστοποίηση της δικτυακής κίνησης, η προγνωστική συντήρηση και η βελτίωση της ασφάλειας. Η παραγωγική τεχνητή νοημοσύνη μπορεί ακόμη και να παράγει ενημερώσεις λογισμικού και κώδικα ασφαλείας προσαρμοσμένες στις συγκεκριμένες ανάγκες. *Δεύτερον*, δίνει τη

δυνατότητα στις συσκευές IoT να επιτελούν περισσότερες αναλύσεις δεδομένων τοπικά, προβλέποντας τιμές αισθητήρων ή αστοχιών, προσαρμόζοντας τις διεπαφές, μαθαίνοντας και λαμβάνοντας αποκεντρωμένες αποφάσεις. Αυτό επιτρέπει στις συσκευές να αντιδρούν σε πραγματικό χρόνο με βάση τοπικά δεδομένα, μειώνοντας την ανάγκη για συνεχή συνδεσιμότητα με το cloud. *Τρίτον*, η παραγωγική τεχνητή νοημοσύνη μεταμορφώνει τη διαχείριση δεδομένων σημειώνοντας αυτόματα νέες ροές δεδομένων, αναλύοντας και συνοψίζοντας δεδομένα, δημιουργώντας συνθετικά δεδομένα, προβλέποντας την προσωρινή αποθήκευση δεδομένων και ανιχνεύοντας ανωμαλίες. *Τέλος*, η παραγωγική τεχνητή νοημοσύνη αλλάζει τον τρόπο με τον οποίο αναπτύσσονται οι εφαρμογές IoT με την αυτοματοποίηση της δημιουργίας εφαρμογών και της δημιουργίας κώδικα. Αυτό επιταχύνει τη διαδικασία ανάπτυξης και επιτρέπει στους προγραμματιστές να επικεντρωθούν σε εργασίες υψηλότερου επιπέδου. Συνολικά, η παραγωγική τεχνητή νοημοσύνη ξεκλειδώνει νέες δυνατότητες για το IoT καθιστώντας το πιο έξυπνο, αποτελεσματικό και αυτόνομο.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι έξυπνες συσκευές βρίσκονται στην καρδιά του IoT, και θα οδηγήσουν τον μελλοντικό ψηφιακό μετασχηματισμό των εταιρειών, αλλάζοντας ριζικά το επιχειρηματικό τους μοντέλο. Ωστόσο, η εφαρμογή έξυπνων συσκευών και των αντίστοιχων υπηρεσιών που βασίζονται σε δεδομένα πρέπει να αντιμετωπίζεται με προσοχή.

Το IoT έχει μεγάλες δυνατότητες. Το μεγάλο εύρος του IoT έχει αμέτρητες επιπτώσεις για τις επιχειρήσεις, τόσο άμεσες όσο και έμμεσες. Οι επιχειρήσεις πρέπει να εστιάσουν στην επίλυση πραγματικών επιχειρηματικών προβλημάτων δημιουργώντας συγκεκριμένα επιχειρηματικά πλάνα με μετρήσιμη αξία. Για παράδειγμα, το IoT μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την καλύτερη εμπειρία των πελατών, την αύξηση της αποτελεσματικότητας των παραγωγικών δραστηριοτήτων ή στην αλυσίδα εφοδιασμού.

Ωστόσο, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) παρουσιάζει διάφορα ζητήματα που θέτουν σημαντικές προκλήσεις όσον αφορά την ευρεία υιοθέτηση και αποτελεσματικότητά του. Η *ασφάλεια* παραμένει πρωταρχική ανησυχία, καθώς οι συσκευές IoT είναι συχνά ευάλωτες σε κυβερνοεπιθέσεις, συνήθως λόγω ανεπαρκών πρωτοκόλλων ασφαλείας και αδύναμων αλγορίθμων κρυπτογράφησης. Αυτές οι ευπάθειες μπορεί να οδηγήσουν σε μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση, κλοπή δεδομένων και παραβιάσεις της ιδιωτικότητας, θέτοντας σοβαρούς κινδύνους τόσο σε ατομικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο οργανισμού. Η *διαλειτουργικότητα* είναι ένα άλλο κρίσιμο ζήτημα, καθώς η τεράστια ποικιλία συσκευών και πλατφορμών δυσκολεύει την απρόσκοπτη επικοινωνία μεταξύ τους. Επιπλέον, η έλλειψη τυποποίησης μεταξύ διαφορετικών κατασκευαστών και συστημάτων εμποδίζει την ανάπτυξη ενός συνεκτικού οικοσυστήματος, δημιουργώντας εμπόδια στην ενσωμάτωση και την επεκτασιμότητα. Η *απουσία ολοκληρωμένων και τυποποιημένων κανονισμών και πολιτικών* περιπλέκει τη συμμόρφωση και τη διακυβέρνηση των IoT συσκευών, το οποίο μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα ασυνεπείς πρακτικές, καθιστώντας δύσκολη την συνέτιση των εταιρειών στις νομικές απαιτήσεις; επιπλέον, καθίσταται δύσκολο και για τους καταναλωτές να εμπιστευτούν την ασφάλεια και την αξιοπιστία των IoT συσκευών. Η *τεράστια ποσότητα δεδομένων που παράγονται* από τις IoT συσκευές εγείρει σημαντικές ανησυχίες σχετικά με τη διαχείριση δεδομένων, την αποθήκευση

και την ανάλυση. Οι οργανισμοί πρέπει να βρουν αποτελεσματικούς τρόπους για να χειρίζονται, να επεξεργάζονται και να ασφαλίζουν αυτά τα δεδομένα, διασφαλίζοντας παράλληλα την ιδιωτικότητα και τη συμμόρφωση με τους νόμους περί προστασίας δεδομένων. Επιπλέον, η *ενεργειακή αποδοτικότητα* των συσκευών IoT είναι μια συνεχιζόμενη πρόκληση. Πολλές εφαρμογές IoT απαιτούν από τις συσκευές να λειτουργούν σε απομακρυσμένες ή δυσπρόσιτες τοποθεσίες, όπου η αντικατάσταση μπαταριών είναι πρακτικά ανέφικτη. Επομένως, η ανάπτυξη μακροχρόνιων, βιώσιμων πηγών ενέργειας είναι κρίσιμη για την αξιόπιστη λειτουργία αυτών των τεχνολογιών. Επιπλέον, υπάρχει αυξανόμενη ανάγκη για προόδους στην τεχνολογία μπαταριών και στις μεθόδους συλλογής ενέργειας για την υποστήριξη των IoT συσκευών χωρίς να διακυβεύεται η απόδοσή τους και η μακροζωία τους.

Συνολικά, η αντιμετώπιση αυτών των ζητημάτων απαιτεί συντονισμένες προσπάθειες από τους ενδιαφερόμενους του κλάδου, τους φορείς χάραξης πολιτικής και τους ερευνητές για την ανάπτυξη ισχυρών μέτρων ασφαλείας, την καθιέρωση προτύπων διαλειτουργικότητας, τη δημιουργία ολοκληρωμένων κανονισμών, τη βελτίωση των πρακτικών διαχείρισης δεδομένων και την ενίσχυση της ενεργειακής αποδοτικότητας των IoT συσκευών. Μόνο μέσω τέτοιων συνεργατικών προσπαθειών μπορεί να αξιοποιηθεί πλήρως το δυναμικό του IoT, μεταμορφώνοντας τις βιομηχανίες και βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής παγκοσμίως.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] P. Sethi, S. R. Sarangi, et al., “Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications”, Journal of electrical and computer engineering, vol. 2017, 2017.

[2] P. K. Sekhar, E. L. Brosha, R. Mukundan, and F. Garzon, “Chemical Sensors for Environmental Monitoring and Homeland Security”, The Electrochemical Society Interface, vol. 19, no. 4, p. 35, 2010.

[3] S. Manna, S. S. Bhunia, and N. Mukherjee, “Vehicular Pollution Monitoring using IoT”, in International Conference on Recent Advances and Innovations in Engineering (ICRAIE-2014), pp. 1–5, IEEE, 2014.

[4] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, and M. Palaniswami, “Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions”, Future generation computer systems, vol. 29, no. 7, pp. 1645–1660, 2013.

[5] P. Sethi, S. R. Sarangi, et al., “Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications,” Journal of electrical and computer engineering, vol. 2017, 2017.

[6] L. Atzori, A. Iera, G. Morabito, and M. Nitti, “The Social Internet of Things (SIoT)–When Social Networks meet the Internet of Things: Concept, Architecture and Network Characterization”, Computer networks, vol. 56, no. 16, pp. 3594–3608, 2012.

[7] R. Mahmoud, T. Yousuf, F. Aloul, and I. Zualkernan, “Internet of Things (IoT) Security: Current status, challenges and prospective measures,” in 2015 10th international conference for internet technology and secured transactions (ICITST), pp. 336–341, IEEE, 2015.

[8] L. Atzori, A. Iera, G. Morabito, and M. Nitti, “The Social Internet of Things (SIoT)–When Social Networks meet the Internet of Things: Concept, Architecture and

Network Characterization", Computer networks, vol. 56, no. 16, pp. 3594–3608, 2012.

[9] M. Leo, F. Battisti, M. Carli, and A. Neri, "A federated architecture approach for internet of things security", in 2014 Euro Med Telco Conference (EMTC), pp. 1–5, IEEE, 2014.

[10] A. Al-Fuqaha, M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari, and M. Ayyash, "Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications", IEEE communications surveys & tutorials, vol. 17, no. 4, pp. 2347–2376, 2015.

[11] R. Mahmoud, T. Yousuf, F. Aloul, and I. Zualkernan, "Internet of Things (IoT) Security: Current status, challenges and prospective measures", in 2015 10th international conference for internet technology and secured transactions (ICITST), pp. 336–341, IEEE, 2015.

[12] M. Wu, T.-J. Lu, F.-Y. Ling, J. Sun, and H.-Y. Du, "Research on the architecture of Internet of Things", in 2010 3rd international conference on advanced computer theory and engineering (ICACTE), vol. 5, pp. V5–484, IEEE, 2010.

[13] M. Wu, T.-J. Lu, F.-Y. Ling, J. Sun, and H.-Y. Du, "Research on the architecture of Internet of Things", in 2010 3rd international conference on advanced computer theory and engineering (ICACTE), vol. 5, pp. V5–484, IEEE, 2010.

[14] W. Shi, J. Cao, Q. Zhang, Y. Li, and L. Xu, "Edge computing: Vision and challenges", IEEE internet of things journal, vol. 3, no. 5, pp. 637–646, 2016.

[15] B. Nour, S. Mastorakis, and A. Mtibaa, "Compute-less networking: Perspectives, chal- lenges, and opportunities", IEEE network, vol. 34, no. 6, pp. 259–265, 2020.

[16] Viraj Patel, David Tilak, Pranay Malik. The Crucial Relationship between IoT and ML. DELL Technologies, 2023

[17] Allianz Commercial. Allianz Risk Barometer Identifying the major business risks for 2024. 2024

[18]Eurostat. Use of Internet of Things in enterprises. link: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Use_of_Internet_of_Things_in_enterprises

[19] IDC. European IoT Spending Is Estimated to Exceed $260 Billion in 2024, Showing Resilience Amid Global Uncertainty, Says IDC. Link: https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prEUR251780724

[20]SAS. AIoT - How IoT Leaders are Breaking Away. Link: https://www.sas.com/sas/offers/19/aiot-how-iot-leaders-are-breaking-away.html

[21] Chen, B., Wu, Z. and Zhao, R., 2023. From fiction to fact: the growing role of generative AI in business and finance. Journal of Chinese Economic and Business Studies, 21(4), pp.471-496.