

Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας

Συστήματα Κινητού και Διάχυτου Υπολογισμού

Διπλωματική Εργασία

Ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού στη θεματική περιοχή "Εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων σε τομείς και πεδία της κοινωνίας"

Παναγιώτης Καμπουρόπουλος

Επιβλέπων καθηγητής: Αχιλλέας Καμέας

Πάτρα, Σεπτέμβριος 2026

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή («συγγραφέας/δημιουργός») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.



Ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού στη θεματική περιοχή "Εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων σε τομείς και πεδία της κοινωνίας"

Παναγιώτης Καμπουρόπουλος

Επιτροπή Επίβλεψης Πτυχιακής / Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής:

Αχιλλέας Καμέας

Διευθυντής ΜΠΣ ΣΔΥ

Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

Συν-Επιβλέπων Καθηγητής:

Θεόδωρος Παναγιωτακόπουλος

Επιστημονικός Συνεργάτης

Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

Πάτρα, Σεπτέμβριος 2026

Ευχαριστώ

για όλη την υπομονή

και υποστήριξη.

Δήλωση Χρήσης Εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης:

Πριν από τη χρήση οποιουδήποτε αλγορίθμου, μελετήθηκε προσεκτικά το έγγραφο κατευθυντήριων γραμμών «Living guidelines on the responsible use of generative AI in research» (έκδοση 2026) του Ευρωπαϊκού Χώρου Έρευνας της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Με γνώμονα το συγκεκριμένο πλαίσιο δεοντολογίας, η αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην παρούσα εργασία σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε με τέτοιον τρόπο ώστε να μην συνιστά σε καμία περίπτωση «ουσιώδη χρήση» (substantial use) ως προς την παραγωγή του ερευνητικού έργου.

Συγκεκριμένα, αξιοποιήθηκαν εργαλεία παραγωγικής Τεχνητής Νοημοσύνης - τα μοντέλα Gemini, καθώς και το τοπικό περιβάλλον LM Studio με τη χρήση των μοντέλων Gemma - αποκλειστικά ως υποστηρικτικά μέσα, τόσο για το κυρίως σώμα της εργασίας όσο και για το παραγόμενο εκπαιδευτικό υλικό (σενάρια). Για το κυρίως κείμενο της διπλωματικής, η υποστήριξη αφορούσε τη γλωσσική επιμέλεια, τη συντακτική αναθεώρηση, τη βελτίωση της ροής του ακαδημαϊκού λόγου, καθώς και την επικουρική συμβολή στη δόμηση των ενοτήτων. Αναφορικά με το εκπαιδευτικό υλικό, η συμβολή των αλγορίθμων περιορίστηκε αυστηρά στη γλωσσική επιμέλεια, τη συντακτική αναθεώρηση και τη βελτίωση της ροής του ακαδημαϊκού λόγου. Δηλώνεται ρητά ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη δεν είχε καμία απολύτως συμμετοχή στον σχεδιασμό και τη δομή του εκπαιδευτικού υλικού, τα οποία προέκυψαν αποκλειστικά από την προσωπική, πρωτογενή σύνθεση των εξαχθέντων δεδομένων.

Τα εν λόγω εργαλεία δεν χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή πρωτογενούς έρευνας, την επιλογή της βιβλιογραφίας, την εξαγωγή των δεδομένων ή τη διαμόρφωση των τελικών επιστημονικών συμπερασμάτων. Η μεθοδολογική προσέγγιση, η ταξινόμηση των άρθρων και η συνολική αρχιτεκτονική του Εκπαιδευτικού Πακέτου αποτελούν αποκλειστικά προϊόν προσωπικής επιστημονικής εργασίας.

Όλο το περιεχόμενο που αναδιατυπώθηκε ή μορφοποιήθηκε με την υποστήριξη των παραπάνω μοντέλων υποβλήθηκε σε αυστηρό, κριτικό έλεγχο και τελική συγγραφική επεξεργασία, προκειμένου να διασφαλιστεί η απόλυτη νοηματική ταύτιση με το αρχικό υλικό. Η τελική ευθύνη για την ακαδημαϊκή ακεραιότητα και την επιστημονική ορθότητα του συνόλου της μελέτης βαρύνει αποκλειστικά τον συγγραφέα.

Περίληψη

Παρά την ταχύτατη και ευρεία ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων στις σύγχρονες δραστηριότητες, υλοποιώντας και επεκτείνοντας στην πράξη το θεωρητικό όραμα του Mark Weiser για τη Διάχυτη Υπολογιστική, η ουσιαστική κατανόηση της τεχνολογίας αυτής από την κοινωνία παραμένει περιορισμένη. Η σταδιακή «εξαφάνιση» των έξυπνων συσκευών στην περιφέρεια της όρασής μας έχει δημιουργήσει την τάση στο κοινό να αντιμετωπίζει την εν λόγω τεχνολογία ως «μαγική». Αυτή η αλλοιωμένη οπτική οδηγεί συχνά στην υποεκμετάλλευση των πραγματικών δυνατοτήτων των συστημάτων, αλλά και σε επικίνδυνη άγνοια των υποκείμενων κινδύνων που συνεπάγεται. Ταυτόχρονα, η ραγδαία παραγωγή νέας επιστημονικής γνώσης γύρω από τις εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων παραμένει έντονα κατακερματισμένη, δυσχεραίνοντας τη συστηματοποίησή της. Σε αυτό το πλαίσιο, η παρούσα διπλωματική εργασία αποσκοπεί στην απομυθοποίηση του Διαδικτύου των Πραγμάτων και στη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ της ακαδημαϊκής θεωρίας και της αντίληψης του κοινού. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού, πραγματοποιήθηκε εκτενής μελέτη της σύγχρονης βιβλιογραφίας, μέσα από την οποία εντοπίστηκαν, κατηγοριοποιήθηκαν και αξιολογήθηκαν τα σημαντικότερα πεδία κοινωνικής και οικονομικής εφαρμογής της τεχνολογίας. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην ανάδειξη της άμεσης ευθυγράμμισης αυτών των εφαρμογών με τους 17 Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών. Με βάση τα ευρήματα, η εργασία προχώρησε στον σχεδιασμό και την ανάπτυξη ενός πρακτικού παραδοτέου, και συγκεκριμένα ενός ολοκληρωμένου Εκπαιδευτικού Πακέτου, αποτελούμενου από δέκα θεματικές ενότητες πολυμεσικού υλικού. Συμπερασματικά, η εργασία οργανώνει την υφιστάμενη γνώση και την προσφέρει ως ένα σύγχρονο εκπαιδευτικό βοήθημα, προάγοντας ενεργά τον ψηφιακό εγγραμματισμό και καθιστώντας τις τεχνολογικές εξελίξεις προσιτές στο ευρύ κοινό.

Λέξεις – Κλειδιά

Διαδίκτυο των Πραγμάτων, Εκπαιδευτικό Υλικό, Εφαρμογές, Περιπτώσεις Χρήσης

Abstract

In spite of the rapid and widespread integration of the Internet of Things into modern activities, practically implementing and expanding Mark Weiser's theoretical vision of Ubiquitous Computing, the meaningful understanding of this technology by society remains limited. The gradual "disappearance" of smart devices into the periphery of our vision has created a tendency among the public to treat this technology as "magic". This distorted perspective frequently leads to the underutilization of the systems' actual capabilities, as well as to a dangerous ignorance of the underlying risks involved. Simultaneously, the rapid production of new scientific knowledge regarding Internet of Things applications remains highly fragmented, hindering its systematization. In this context, the present master's thesis aims to demystify the Internet of Things and bridge the gap between academic theory and public perception. To achieve this objective, an extensive study of contemporary literature was conducted, through which the most significant fields of social and economic application of the technology were identified, categorized, and evaluated. Considerable emphasis was placed on highlighting the direct alignment of these applications with the 17 Sustainable Development Goals of the United Nations. Based on the findings, the thesis proceeded to the design and development of a practical deliverable, specifically a comprehensive Educational Package, consisting of ten thematic units of multimedia material. In conclusion, the thesis organizes the existing knowledge and offers it as a modern educational tool, actively promoting digital literacy and making technological advancements accessible to the general public.

Keywords

Internet of Things, Learning, Educational Material, Applications, Use Cases

Περιεχόμενα

Περίληψη v
Abstract vi
Περιεχόμενα vii
Κατάλογος Σχημάτων xi
Κατάλογος Εικόνων xii
Κατάλογος Πινάκων xiv
Συντομογραφίες και Ακρωνύμια xv
1. Εισαγωγή 1
1.1. Εισαγωγή στο Πεδίο Έρευνας 1
1.2. Αναγκαιότητα και Συνεισφορά της Εργασίας 2
1.3. Σκοπός και Ερευνητικά Ερωτήματα 3
1.4. Μεθοδολογική Προσέγγιση (Σχέδιο Δράσης) 4
1.5. Δομή της Εργασίας 5
2. Μεθοδολογία Βιβλιογραφικής Έρευνας 6
2.1. Στρατηγική Αναζήτησης 8
2.2. Διαδικασία Αναζήτησης 9
2.2.1. Βιβλιογραφικές Βάσεις Δεδομένων 10
2.2.2. Ερωτήματα Αναζήτησης και Λέξεις-Κλειδιά 11
2.2.2.1. Πρώτη Αναζήτηση: Οριζόντια Διερεύνηση 12
2.2.2.2. Δεύτερη Αναζήτηση: Κάθετη Διερεύνηση και Ανάδειξη Τομέων Εφαρμογής 13
2.2.3. Φίλτρα και Παράμετροι Εξαγωγής 14
2.2.4. Αποτελέσματα Αναζήτησης 15
2.2.5. Καθαρισμός Αποτελεσμάτων και Πρωτοβάθμια Διαλογή 16
2.3. Διαδικασία Στοχευμένης Σάρωσης και Αρχικής Εξαγωγής Δεδομένων (Τομείς και Εφαρμογές) 18
3. Αποτελέσματα - Ιεραρχική Ταξινόμηση και Προτεραιοποίηση Τομέων 21

3.1. Δημιουργία Ιεραρχικού Πλαισίου Ταξινόμησης 23
3.1.1. Διαμόρφωση του Αρχικού Δέντρου 23
3.1.2. Ενσωμάτωση Εφαρμογών και Οριστικοποίηση του Ιεραρχικού Πλαισίου 26
3.2. Σύνθετο Μοντέλο Αξιολόγησης και Προτεραιοποίησης Τομέων 27
3.2.1. Κριτήριο Α: Βιβλιογραφική Βαρύτητα (Συχνότητα Εμφανίσεων) 28
3.2.2. Κριτήριο Β: Συνεισφορά στους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης 30
3.2.3. Τελική Βαθμολογία και Κατάταξη Τομέων 32
4. Παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού 34
4.1. Εισαγωγή 36
4.2. Επιλογή Τομέων και Σχεδιασμός Ενοτήτων 37
4.3. Εργαλεία Εξαγωγής Δεδομένων 38
4.3.1. Γενική Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων Εφαρμογών 38
4.3.2. Ειδική Φόρμα Περιπτώσεων Χρήσης 40
4.3.3. Ενδεικτική Εξαγωγή Δεδομένων με Συμπλήρωση των Φορμών 42
4.4. Αρχιτεκτονική Εκπαιδευτικού Υλικού 47
4.5. Αναλυτική Παρουσίαση Εκπαιδευτικών Ενοτήτων 50
4.5.1. Τομέας: Εκπαίδευση 51
4.5.1.1. Ενότητα 1 51
4.5.1.2. Ενότητα 2 54
4.5.2. Τομέας: Εφοδιαστική Αλυσίδα 56
4.5.2.1. Ενότητα 3 57
4.5.2.2. Ενότητα 4 59
4.5.2.3. Ενότητα 5 62
4.5.2.4. Ενότητα 6 65
4.5.3. Τομέας: Αστικό Περιβάλλον 68
4.5.3.1. Ενότητα 7 68
4.5.3.2. Ενότητα 8 71
4.5.3.3. Ενότητα 9 73
4.5.3.4. Ενότητα 10 76

4.6. Κατάλογος Παραδοτέων 79

5. Συμπεράσματα, Περιορισμοί και Προοπτικές 81

5.1. Τελικά Συμπεράσματα 81

5.2. Περιορισμοί της Έρευνας 84

5.3. Μελλοντικές Κατευθύνσεις 85

Βιβλιογραφία 87

Παράρτημα Α: Κατάλογος εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων που προέκυψαν από την Αναζήτηση 1 (πιν-α) 127

Παράρτημα Β: Κατάλογος τομέων εφαρμογής του Διαδικτύου των Πραγμάτων που προέκυψαν από την Αναζήτηση 2 (πιν-β) 141

Παράρτημα Γ: Ιεραρχικό Δένδρο Ταξινόμησης των Εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων 142

Παράρτημα Δ: Αναλυτική Χαρτογράφηση Εφαρμογών σε Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης 150

Παράρτημα Ε.1: Εξαγωγή Δεδομένων - Ενότητα 1 162

Παράρτημα Ε.2: Εξαγωγή Δεδομένων - Ενότητα 2 174

Παράρτημα Ε.3: Εξαγωγή Δεδομένων - Ενότητα 3 179

Παράρτημα Ε.4: Εξαγωγή Δεδομένων - Ενότητα 4 187

Παράρτημα Ε.5: Εξαγωγή Δεδομένων - Ενότητα 5 197

Παράρτημα Ε.6: Εξαγωγή Δεδομένων - Ενότητα 6 205

Παράρτημα Ε.7: Εξαγωγή Δεδομένων - Ενότητα 7 213

Παράρτημα Ε.8: Εξαγωγή Δεδομένων - Ενότητα 8 221

Παράρτημα Ε.9: Εξαγωγή Δεδομένων - Ενότητα 9 231

Παράρτημα Ε.10: Εξαγωγή Δεδομένων - Ενότητα 10 239

Παράρτημα ΣΤ.1: Σενάριο Βιντεοδιάλεξης - Ενότητα 1 246

Παράρτημα ΣΤ.2: Σενάριο Βιντεοδιάλεξης - Ενότητα 2 254

Παράρτημα ΣΤ.3: Σενάριο Βιντεοδιάλεξης - Ενότητα 3 261

Παράρτημα ΣΤ.4: Σενάριο Βιντεοδιάλεξης - Ενότητα 4 268

Παράρτημα ΣΤ.5: Σενάριο Βιντεοδιάλεξης - Ενότητα 5 279

Παράρτημα ΣΤ.6: Σενάριο Βιντεοδιάλεξης - Ενότητα 6 286

Παράρτημα ΣΤ.7: Σενάριο Βιντεοδιάλεξης - Ενότητα 7 293

Παράρτημα ΣΤ.8: Σενάριο Βιντεοδιάλεξης - Ενότητα 8 298

Παράρτημα ΣΤ.9: Σενάριο Βιντεοδιάλεξης - Ενότητα 9 306

Παράρτημα ΣΤ.10: Σενάριο Βιντεοδιάλεξης - Ενότητα 10 313

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1 Συνοπτική απεικόνιση της συνολικής μεθοδολογικής ροής 4

Σχήμα 2 Απεικόνιση Μεθοδολογίας Βιβλιογραφικής Έρευνας 7

Σχήμα 3 Απεικόνιση Ιεραρχικής Ταξινόμησης Εφαρμογών και Προτεραιοποίησης Τομέων 22

Σχήμα 4 Τομείς Εφαρμογής του Διαδικτύου των Πραγμάτων 24

Σχήμα 5 Αρχικό Ιεραρχικό Μοντέλο 25

Σχήμα 6 Ενδεικτικό Απόσπασμα του Ιεραρχικού Δένδρου Ταξινόμησης 27

Σχήμα 7 Απεικόνιση της Διαδικασίας Δημιουργίας Εκπαιδευτικού Υλικού 35

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1 Στιγμιότυπο Συνοδευτικού Υλικού: Βιβλιογραφικές αναφορές 49

Εικόνα 2 Στιγμιότυπο Συνοδευτικού Υλικού: Λεξικό Αγγλικών Όρων 50

Εικόνα 3 Στιγμιότυπο Συνοδευτικού Υλικού: Μεταγραφή της παρουσίασης..... 50

Εικόνα 4 Στιγμιότυπο Συνοδευτικού Υλικού: Περιπτώσεις χρήσεις 50

Εικόνα 5 Στιγμιότυπο Συνοδευτικού Υλικού: Συμπληρωματικό υλικό για μελέτη 50

Εικόνα 6 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 1 52

Εικόνα 7 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 1 53

Εικόνα 8 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 2 54

Εικόνα 9 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 2 55

Εικόνα 10 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 3 57

Εικόνα 11 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 3 58

Εικόνα 12 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 4 60

Εικόνα 13 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 4 61

Εικόνα 14 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 5 63

Εικόνα 15 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 5 64

Εικόνα 16 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 6 66

Εικόνα 17 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 6 67

Εικόνα 18 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 7 69

Εικόνα 19 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 7 70

Εικόνα 20 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 8 71

Εικόνα 21 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 8 72

Εικόνα 22 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 9 74

Εικόνα 23 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 9 75

Εικόνα 24 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 10 77

Εικόνα 25 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 10 78

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 Αποτελέσματα Αναζήτησης 1 16

Πίνακας 2 Αποτελέσματα Αναζήτησης 2 16

Πίνακας 3 Ενοποίηση και Καθαρισμός του συν-α 17

Πίνακας 4 Ενοποίηση και Καθαρισμός του συν-β..... 18

Πίνακας 5 Κριτήρια Αξιολόγησης 19

Πίνακας 6 Αποτελέσματα Εφαρμογής Κριτηρίων 19

Πίνακας 7 Συγκρότηση Βιβλιογραφικής Βάσης (συν-γ)..... 21

Πίνακας 8 Συνολικές Βιβλιογραφικές Εμφανίσεις ανά Τομέα Εφαρμογής..... 29

Πίνακας 9 Βαθμολογική Κατάταξη Τομέων (εφαρμογή του Κριτηρίου Α) 30

Πίνακας 10 Αξιολόγηση της Επίδρασης των Τομέων Εφαρμογής στους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης 31

Πίνακας 11 Βαθμολογική Κατάταξη Τομέων (εφαρμογή του Κριτηρίου Β) 32

Πίνακας 12 Τελική Κατάταξη των Τομέων Εφαρμογής 33

Πίνακας 13 Υπόδειγμα Γενικής Φόρμας Εξαγωγής Δεδομένων 40

Πίνακας 14 Υπόδειγμα Ειδικής Φόρμας Περίπτωσης Χρήσης 41

Πίνακας 15 Παράδειγμα εξαγωγής δεδομένων με συμπλήρωση της Γενικής Φόρμας Δεδομένων..... 46

Πίνακας 16 Παράδειγμα εξαγωγής δεδομένων με συμπλήρωση της Ειδικής Φόρμας Δεδομένων..... 47

Συντομογραφίες και Ακρωνύμια

ΕΑΠ	Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
STEM	Science, Technology, Engineering, and Mathematics
ΔτΠ	Διαδίκτυο των Πραγμάτων
SDG	Sustainable Development Goal
ΜΠΣ	Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών
ΣΔΥ	Συστήματα Διάχυτου Υπολογισμού

1. Εισαγωγή

Το πρώτο κεφάλαιο αποτελεί την εισαγωγή της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Αρχικά, παρουσιάζεται το βασικό θεωρητικό πλαίσιο του θέματος και εξηγούνται οι λόγοι που οδήγησαν στην επιλογή του. Στη συνέχεια, διατυπώνονται ο σκοπός και τα βασικά ερευνητικά ερωτήματα της μελέτης. Τέλος, περιγράφεται συνοπτικά το σχέδιο δράσης που ακολουθήθηκε, καθώς και η δομή των επόμενων κεφαλαίων της εργασίας.

1.1. Εισαγωγή στο Πεδίο Έρευνας

Η τεχνολογία του Διαδικτύου των Πραγμάτων έχει πλέον ξεπεράσει τη φάση της πρώιμης θεωρητικής έρευνας, εισερχόμενη σε στάδιο ευρείας πρακτικής εφαρμογής (Ziegler κ.ά., 2024). Δεν αποτελεί πλέον ένα απλό τεχνολογικό πείραμα, αλλά ένα ώριμο και δυναμικό εργαλείο που ενσωματώνεται ενεργά σε πολλαπλές εκφάνσεις της οικονομικής και κοινωνικής ζωής, αποτελώντας κεντρικό παράγοντα του σύγχρονου ψηφιακού μετασχηματισμού.

Χάρη στο εύρος των δυνατοτήτων και την εγγενή ευελιξία της, η συγκεκριμένη τεχνολογία βρίσκει εφαρμογή σε ένα εξαιρετικά ευρύ φάσμα κλάδων. Διασυνδέοντας από απλούς διακόπτες και θερμοστάτες έως πολύπλοκα βιομηχανικά εξαρτήματα και αεροσκάφη, οι πρακτικές εφαρμογές της εκτείνονται από την καθημερινότητα στο σπίτι, την εργασία και το σχολείο, μέχρι τη διαμόρφωση σύγχρονων αστικών κέντρων, τον εκσυγχρονισμό των βιομηχανιών και την αναμόρφωση των εφοδιαστικών αλυσίδων, δημιουργώντας συνολικά ένα πολυδιάστατο τοπίο καινοτομίας (Choudhary, 2024).

Η αξία αυτών των εφαρμογών αναδεικνύεται έντονα από τη συμβολή τους στη βιώσιμη ανάπτυξη (Alhashmi κ.ά., 2025) και την αντιμετώπιση παγκόσμιων προκλήσεων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί πρόσφατη βιβλιογραφική χαρτογράφηση, η οποία κατηγοριοποιώντας τα σενάρια χρήσης σε επτά βασικούς

τομείς, κατέδειξε την άμεση ευθυγράμμισή τους με τους 17 Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης του ΟΗΕ (Abubakar, Gillam και Sastry, 2026). Μέσω αυτής της διασύνδεσης, καθίσταται σαφές ότι η τεχνολογία αυτή παρέχει εργαλεία ικανά να επιφέρουν ευρύτερο κοινωνικό, οικονομικό και περιβαλλοντικό αντίκτυπο, εναρμονιζόμενα πλήρως με τις αρχές του «Triple Bottom Line».

Ωστόσο, η ραγδαία εξάπλωση των εφαρμογών αυτών (Ahmad κ.ά., 2021) έχει ως αποτέλεσμα τον έντονο κατακερματισμό της επιστημονικής γνώσης. Η διάσπαρτη παρουσία των επιμέρους περιπτώσεων εφαρμογής σε πλήθος ακαδημαϊκών άρθρων δυσχεραίνει σημαντικά την απόκτηση μιας συνολικής και καθαρής εικόνας για τις πραγματικές δυνατότητες της τεχνολογίας (Lohiya και Thakkar, 2021).

Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, καθίσταται επιτακτική η ανάγκη για συστηματική συγκέντρωση και οργάνωση της υπάρχουσας γνώσης. Η δημιουργία ενός δομημένου πλαισίου ταξινόμησης των εφαρμογών αποτελεί προαπαιτούμενο, όχι μόνο για την ορθή κατανόησή τους, αλλά και για τη διαμόρφωση σύγχρονου εκπαιδευτικού υλικού που θα διευκολύνει την ουσιαστική εξοικείωση με το συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο.

1.2. Αναγκαιότητα και Συνεισφορά της Εργασίας

Παρά την ευρεία διάδοση του Διαδικτύου των Πραγμάτων και την ενσωμάτωσή του στο σύνολο σχεδόν των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, παρατηρείται ένα σημαντικό κενό στην ουσιαστική κατανόηση της λειτουργίας του. Όπως είχε οραματιστεί ο Mark Weiser μέσα από την έννοια της Διάχυτης Υπολογιστικής (Weiser, 1993), η τεχνολογία έχει σταδιακά «εξαφανιστεί» στο παρασκήνιο της καθημερινότητας, με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων να αναγνωρίζεται ευρέως ως η σύγχρονη πρακτική υλοποίηση αυτού του οράματος (Etzrodt και Engesser, 2019). Ωστόσο, η εξέλιξη αυτή οδηγεί συχνά το κοινό στο να το αντιμετωπίζει ως μια «μαγική τεχνολογία», αγνοώντας τους πραγματικούς μηχανισμούς του. Η άγνοια αυτή έχει δύο αρνητικές συνέπειες: αφενός οδηγεί στην υποεκμετάλλευση των δυνατοτήτων των συστημάτων αυτών

και αφετέρου δημιουργεί σημαντικά κενά ως προς την αντίληψη των κινδύνων που συνοδεύουν τη χρήση τους.

Υπό αυτό το πρίσμα, η παρούσα διπλωματική εργασία έρχεται να καλύψει την επιτακτική ανάγκη για απομυθοποίηση της συγκεκριμένης τεχνολογίας, προσφέροντας ένα άμεσα αξιοποιήσιμο, πρακτικό παραδοτέο. Η κύρια συνεισφορά της έγκειται στην ανάλυση της εφαρμογής του Διαδικτύου των Πραγμάτων σε νευραλγικούς τομείς της κοινωνίας και στη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου Εκπαιδευτικού Πακέτου, αποτελούμενου από βίντεο μικρής διάρκειας, πλαισιωμένων από αντίστοιχα ακουστικά αρχεία (podcasts) και συνοδευτικό υλικό. Στόχος αυτού του πολυμεσικού υλικού είναι να εξηγήσει με απλό, κατανοητό και άμεσο τρόπο τις τεχνολογικές εφαρμογές, γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ της ακαδημαϊκής θεωρίας και της πρακτικής.

Για την επίτευξη αυτού του στόχου, η μελέτη επικεντρώνεται στην επιλογή και αξιολόγηση των σημαντικότερων πεδίων εφαρμογής, προχωρώντας στη συνέχεια στον προσεκτικό σχεδιασμό των σεναρίων και την τελική παραγωγή του υλικού.

1.3. Σκοπός και Ερευνητικά Ερωτήματα

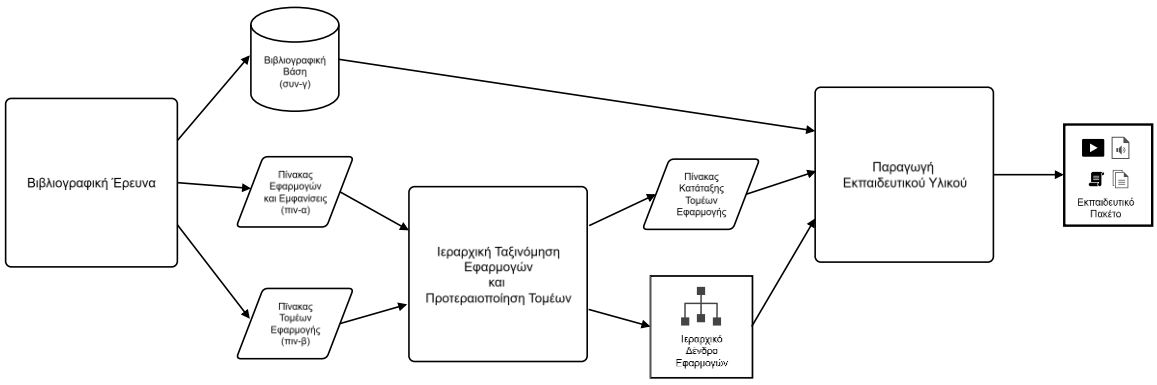
Με βάση τα κενά που περιγράφηκαν στην προηγούμενη ενότητα, ο κύριος σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να χαρτογραφήσει, να αξιολογήσει και, τελικά, να αναδείξει πρακτικά τις εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Η έρευνα δεν περιορίζεται απλώς σε μια θεωρητική καταγραφή της υφιστάμενης βιβλιογραφίας, αλλά στοχεύει να δώσει λύση στην απουσία οργάνωσης, καταλήγοντας στην παραγωγή ενός χρήσιμου και στοχευμένου εκπαιδευτικού εργαλείου.

Για να επιτευχθεί αυτός ο κεντρικός σκοπός μεθοδικά και οργανωμένα, η εργασία καλείται να απαντήσει σε τρία βασικά ερευνητικά ερωτήματα, τα οποία καθορίζουν και την πορεία της μελέτης:

- **1ο Ερευνητικό Ερώτημα** (Χαρτογράφηση και Ποιοτική Ανάλυση): Ποιες είναι οι βασικές εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων που καταγράφονται στη βιβλιογραφία και σε ποιους τομείς εντοπίζονται; Επιπλέον, πώς αποτιμάται ποιοτικά ο **βαθμός υποστήριξης** που παρέχουν (αναδεικνύοντας τον κρίσιμο ρόλο και τις λειτουργίες που αναλαμβάνει το Διαδίκτυο των Πραγμάτων) και ποια είναι η πρακτική τους **σημασία** (αντίκτυπος) στη διεκπεραίωση των σχετικών δραστηριοτήτων;
- **2ο Ερευνητικό Ερώτημα** (Ταξινόμηση και Ιεράρχηση): Με ποιον τρόπο μπορούν αυτές οι εφαρμογές να οργανωθούν ιεραρχικά σε τομείς και πεδία της κοινωνίας και αυτοί να αξιολογηθούν με αντικειμενικά κριτήρια, ώστε να παραχθεί μια σειρά κατάταξης που θα επιτρέπει τη μεθοδική επιλογή τομέων βάσει προτεραιότητας;
- **3ο Ερευνητικό Ερώτημα** (Εκπαιδευτική Αξιοποίηση): Πώς μπορούν τα παραπάνω ευρήματα να μετασχηματιστούν σε ένα δομημένο εκπαιδευτικό υλικό, το οποίο θα εξηγεί με σαφήνεια τον ρόλο και τον πραγματικό αντίκτυπο του Διαδικτύου των Πραγμάτων στους τομείς που βρίσκονται υψηλότερα στην κατάταξη;

1.4. Μεθοδολογική Προσέγγιση (Σχέδιο Δράσης)

Η παρούσα διπλωματική εργασία ακολουθεί μια δομημένη μεθοδολογική προσέγγιση, η οποία αναπτύσσεται σε τρεις διακριτούς, αλλά αλληλένδετους πυλώνες. Ο συνολικός οδικός χάρτης της έρευνας, από τη συλλογή των πρωτογενών δεδομένων έως την παραγωγή του τελικού παραδοτέου, αποτυπώνεται οπτικά στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1 Συνοπτική απεικόνιση της συνολικής μεθοδολογικής ροής

Όπως παρατηρείται στο παραπάνω μακρο-διάγραμμα, το σχέδιο δράσης υλοποιείται μέσω τριών διαδοχικών διεργασιών. Κάθε διεργασία εξάγει συγκεκριμένα σύνολα δεδομένων, τα οποία τροφοδοτούν ως είσοδοι σε επόμενα στάδια:

1. **Βιβλιογραφική Έρευνα** (Κεφάλαιο 2): Η πρώτη διεργασία επικεντρώνεται στη συστηματική αναζήτηση και διαλογή της υφιστάμενης βιβλιογραφίας. Ως αποτέλεσμα, παράγονται τρία θεμελιώδη σύνολα: η καθαρή βιβλιογραφική βάση (συν-γ), ο πίνακας εφαρμογών και εμφανίσεων (πιν-α), και ο πίνακας τομέων εφαρμογής (πιν-β). Η αναλυτική ροή αυτής της διεργασίας αναπτύσσεται σχηματικά στο Σχήμα 2.
2. **Ιεραρχική Ταξινόμηση Εφαρμογών και Προτεραιοποίηση Τομέων** (Κεφάλαιο 3): Στη δεύτερη φάση, τα ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα που παρήχθησαν (πιν-α, πιν-β) αξιοποιούνται αρχικά για τη δόμηση του Ιεραρχικού Δένδρου Εφαρμογών. Η οριστικοποίηση του δένδρου αποτελεί προϋπόθεση, καθώς καθορίζει τους κεντρικούς τομείς εφαρμογής. Στη συνέχεια, οι τομείς αυτοί αξιολογούνται βάσει συγκεκριμένων κριτηρίων, οδηγώντας στην παραγωγή του τελικού Πίνακα Κατάταξης των Τομέων Εφαρμογής. Η λεπτομερής αρχιτεκτονική του συγκεκριμένου σταδίου απεικονίζεται στο Σχήμα 3.
3. **Παραγωγή Εκπαιδευτικού Υλικού** (Κεφάλαιο 4): Η τελική διεργασία συνθέτει τα αποτελέσματα των προηγούμενων σταδίων. Αντλώντας το θεωρητικό περιεχόμενο κατευθείαν από τη βιβλιογραφική βάση (συν-γ) και αξιοποιώντας τη δομή του Ιεραρχικού Δένδρου μαζί με τη στόχευση του Πίνακα Κατάταξης, οδηγεί στην ανάπτυξη του τελικού Εκπαιδευτικού Πακέτου όπως αποτυπώνεται αναλυτικά στο Σχήμα 7.

1.5. Δομή της Εργασίας

Το κείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας οργανώνεται σε πέντε κύρια κεφάλαια, η δομή των οποίων έχει ως εξής:

Το **Κεφάλαιο 1** εισάγει το πεδίο της έρευνας, αναδεικνύει την αναγκαιότητα και τη συνεισφορά της μελέτης, καθορίζει τον σκοπό και τα ερευνητικά ερωτήματα, και παρουσιάζει τη συνολική μεθοδολογική αρχιτεκτονική.

Το **Κεφάλαιο 2** περιγράφει αναλυτικά τη διαδικασία της συστηματικής βιβλιογραφικής έρευνας και τη διαλογή των πρωτογενών δεδομένων.

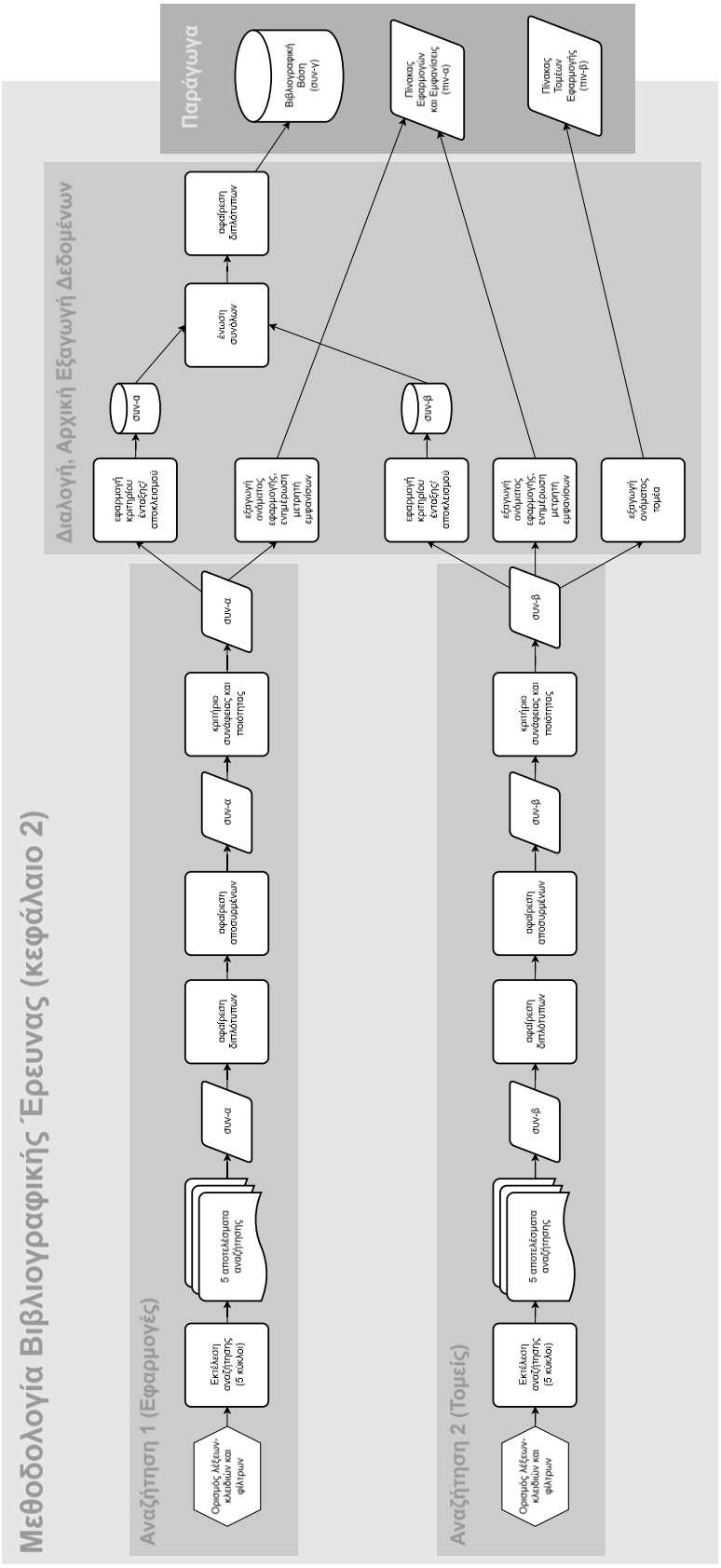
Το **Κεφάλαιο 3** αναλύει το σύστημα ιεραρχικής ταξινόμησης και προτεραιοποίησης των τομέων εφαρμογής, βάσει των ποσοτικών ευρημάτων.

Το **Κεφάλαιο 4** επικεντρώνεται στον σχεδιασμό και την παραγωγή του τελικού παραδοτέου εκπαιδευτικού υλικού.

Τέλος, το **Κεφάλαιο 5** συνοψίζει τα τελικά συμπεράσματα της μελέτης, καταγράφει τους περιορισμούς της έρευνας και προτείνει κατευθύνσεις για μελλοντική επιστημονική επέκταση.

2. Μεθοδολογία Βιβλιογραφικής Έρευνας

Στο παρόν κεφάλαιο αναπτύσσεται η συστηματική προσέγγιση που ακολουθήθηκε για τη συγκέντρωση, την αξιολόγηση και την εξαγωγή δεδομένων από τη διεθνή βιβλιογραφία σχετικά με τις εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Ειδικότερα, περιγράφεται η συνεκτική πορεία της έρευνας, ξεκινώντας από τον αρχικό σχεδιασμό της στρατηγικής αναζήτησης, περνώντας στον καθορισμό των κριτηρίων διαλογής των δημοσιεύσεων, και καταλήγοντας στη διαδικασία στοχευμένης σάρωσης για την παραγωγή των απαιτούμενων πρωτογενών δεδομένων. Η συνολική μεθοδολογική ροή των σταδίων που ακολουθούν αποτυπώνεται οπτικά στο Σχήμα 2.



Σχήμα 2 Απεικόνιση Μεθοδολογίας Βιβλιογραφικής Έρευνας

2.1. Στρατηγική Αναζήτησης

Η στρατηγική αναζήτησης σχεδιάστηκε προκειμένου να εξυπηρετήσει τρεις αλληλένδετους στόχους: (α) τον εντοπισμό των εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων, (β) τη δημιουργία ενός ιεραρχικού πλαισίου χαρτογράφησης (ταξινόμησης) αυτών των εφαρμογών στους διάφορους τομείς και πεδία της κοινωνίας, και (γ) την αξιολόγηση των τομέων εφαρμογής βάσει κριτηρίων, προκειμένου να επιλεγούν εκείνοι για τους οποίους θα αναπτυχθεί εκπαιδευτικό υλικό.

Λειτουργικός Ορισμός της «Εφαρμογής»

Για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας, ο όρος «εφαρμογή» υιοθετείται υπό την ευρεία του έννοια και ορίζεται λειτουργικά ώστε να περιλαμβάνει:

- **Συγκεκριμένες λύσεις** (π.χ. «έξυπνη στάθμευση», «ρύθμιση φωτισμού»)
- **Ρόλους σε ευρύτερα οικοσυστήματα** (η συμβολή του Διαδικτύου των Πραγμάτων σε ευρύτερα ή εξειδικευμένα πεδία π.χ. ο ρόλος του σε «εργασίες φόρτωσης και εκφόρτωσης στην εφοδιαστική αλυσίδα» ή στην «έξυπνη πόλη»)
- **Σύνολα λειτουργιών/διαδικασιών** (π.χ. «συλλογή παραμέτρων υγείας ασθενή», «διασύνδεση και επικοινωνία εξοπλισμού στα logistics»).
- **Περιπτώσεις χρήσης** (συγκεκριμένες υλοποιήσεις).

Για την εξασφάλιση της μέγιστης δυνατής κάλυψης, η διαδικασία αναζήτησης υλοποιήθηκε σε δύο διακριτές φάσεις:

Πρώτη Φάση: Αναζήτηση δημοσιεύσεων με άμεση αναφορά σε εφαρμογές

Στόχος της πρώτης φάσης ήταν ο εντοπισμός εφαρμογών αναζητώντας δημοσιεύσεις που αναφέρονται ευθέως σε αυτές, με χρήση συνδυασμού στοχευμένων λέξεων-κλειδιών (όπως "application", "implementation" και συναφών όρων). Το αποτέλεσμα αυτής της αναζήτησης συγκρότησε το σύνολο δημοσιεύσεων **συν-α**, το οποίο υποβλήθηκε σε απαλοιφή διπλοεγγραφών, αφαίρεση αποσυρμένων άρθρων και πρωτοβάθμια διαλογή.

Δεύτερη Φάση: Αναζήτηση δημοσιεύσεων ανά κοινωνικό τομέα/πεδίο

Η δεύτερη φάση αποσκοπούσε στον εντοπισμό εφαρμογών αναζητώντας δημοσιεύσεις που μελετούν τον ρόλο του Διαδικτύου των Πραγμάτων κάθετα σε συγκεκριμένους τομείς. Χρησιμοποιήθηκαν λέξεις-κλειδιά που δίνουν έμφαση στην έννοια του κλάδου (όπως "sector", "field", "vertical"). Η φάση αυτή είχε διττό στόχο: αφενός να συμπληρώσει τα αποτελέσματα της πρώτης φάσης, αφετέρου να καταγράψει τους τομείς στους οποίους ενσωματώνεται η τεχνολογία, σύμφωνα πάντα με τη βιβλιογραφία. Το αποτέλεσμα συγκρότησε το σύνολο δημοσιεύσεων **συν-β**, το οποίο υποβλήθηκε αντίστοιχα σε διαδικασίες απαλοιφής διπλοεγγραφών, αφαίρεσης αποσυρμένων άρθρων και πρωτοβάθμιας διαλογής.

Τελικός στόχος της διαδικασίας αναζήτησης ήταν η παραγωγή δύο βασικών πινάκων:

- **πιν-α**: Περιέχει το όνομα κάθε καταγεγραμμένης εφαρμογής και το πλήθος των εμφανίσεών της στα αποτελέσματα αναζήτησης.
- **πιν-β**: Περιέχει τα ονόματα των ευρύτερων τομέων εφαρμογής.

Οι δύο αυτοί πίνακες αποτέλεσαν την πρώτη ύλη για τη δημιουργία της τελικής ταξινομίας των εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων στους κλάδους και τους τομείς της κοινωνίας.

Τέλος, από την ένωση των συν-α και συν-β προέκυψε ένα νέο ενιαίο σύνολο, στο οποίο εφαρμόστηκε εκ νέου απαλοιφή διπλοεγγραφών. Έτσι, δημιουργήθηκε το τελικό σύνολο **συν-γ**, το οποίο αποτέλεσε τη συνολική βιβλιογραφική βάση για την δημιουργία του εκπαιδευτικού υλικού.

2.2. Διαδικασία Αναζήτησης

Η διαδικασία συλλογής της αρχικής βιβλιογραφίας πραγματοποιήθηκε το χρονικό διάστημα από 1η Φεβρουαρίου 2026 έως 20 Μαρτίου 2026. Στην παρούσα ενότητα αναλύονται τα εργαλεία και οι παράμετροι που ορίστηκαν για την εκτέλεση τόσο της πρώτης όσο και της δεύτερης αναζήτησης.

2.2.1. Βιβλιογραφικές Βάσεις Δεδομένων

Λαμβάνοντας υπόψη ότι τελικός στόχος της εργασίας είναι η παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού, για την εύρεση του απαραίτητου πρωτογενούς υλικού και την εξασφάλιση της μέγιστης δυνατής εγκυρότητας, η συλλογή των δεδομένων (τόσο για την πρώτη όσο και για τη δεύτερη αναζήτηση) διεξήχθη αποκλειστικά σε διεθνώς αναγνωρισμένες βιβλιογραφικές βάσεις δεδομένων. Συγκεκριμένα, αξιοποιήθηκαν οι ακόλουθες πέντε ψηφιακές υπηρεσίες ευρετηρίασης:

Scopus (Elsevier)

Χαρακτηριστικά: μία από τις μεγαλύτερες και εγκυρότερες διεπιστημονικές βάσεις, ευρεία κάλυψη της σύγχρονης διεθνούς βιβλιογραφίας, ιδιαίτερη εστίαση στην κάλυψη θεματολογίας που άπτεται του κοινωνικού αντίκτυπου των εφαρμογών

Web of Science (Clarivate)

Χαρακτηριστικά: αυστηρό πλαίσιο αξιολόγησης των περιοδικών που ευρετηριάζει, ανάκτηση δημοσιεύσεων υψηλού ακαδημαϊκού αντίκτυπου

IEEE Xplore

Χαρακτηριστικά: ευρετηρίαση εξειδικευμένων ερευνών αιχμής, ειδικά σε θέματα που συνδυάζουν την τεχνολογία και την πληροφορική με την εκπαιδευτική διαδικασία

ACM Digital Library

Χαρακτηριστικά: κορυφαία πηγή για τη βιβλιογραφία που άπτεται της επιστήμης των υπολογιστών και της ανάπτυξης ψηφιακών συστημάτων

Science Direct (Elsevier)

Χαρακτηριστικά: πρόσβαση σε επιστημονικά άρθρα πλήρους κειμένου από κορυφαία ακαδημαϊκά περιοδικά, έμφαση στις θετικές επιστήμες και τεχνολογία, εκτενής κάλυψη σε θέματα Διαδικτύου των Πραγμάτων

Πρωτίστως, οι εν λόγω πλατφόρμες εγγυώνται ότι το ευρετηριασμένο υλικό τους έχει υποβληθεί σε αυστηρή διαδικασία ομότιμης κρίσης. Τέλος, οι συγκεκριμένες βάσεις παρείχαν πρόσβαση σε έναν σημαντικό όγκο άρθρων βιβλιογραφικής ανασκόπησης, τα οποία αποτέλεσαν βασικό πυλώνα της παρούσας μεθοδολογίας για την ασφαλή χαρτογράφηση του πεδίου και τον μετέπειτα σχεδιασμό του εκπαιδευτικού υλικού.

2.2.2. Ερωτήματα Αναζήτησης και Λέξεις-Κλειδιά

Πριν από την οριστικοποίηση της στρατηγικής, πραγματοποιήθηκε μια σειρά διερευνητικών/πιλοτικών αναζητήσεων. Σκοπός αυτής της επαναληπτικής διαδικασίας ήταν η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας διαφόρων συνδυασμών λέξεων-κλειδιών, ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο βιβλιογραφικός «θόρυβος» και να διασφαλιστεί η υψηλή σχετικότητα των επιστρεφόμενων αποτελεσμάτων.

Βάσει αυτών των δοκιμών, επιλέχθηκαν οι τελικές λέξεις-κλειδιά οι οποίες αντιπροσωπεύουν με τη μεγαλύτερη ακρίβεια τους βασικούς άξονες της έρευνας. Κατά την εκτέλεση των τελικών ερωτημάτων, οι όροι αυτοί συνδυάστηκαν μέσω των λογικών τελεστών AND (για τη σύζευξη διαφορετικών όρων) και OR (για τη συμπερίληψη συνώνυμων, συγγενών ή συναφών όρων).

Επιπλέον, για την ευρύτερη δυνατή κάλυψη της διαθέσιμης βιβλιογραφίας, ελήφθησαν τα απαραίτητα μέτρα ώστε να συμπεριληφθούν οι μορφολογικές και γραμματικές παραλλαγές των λέξεων-κλειδιών (π.χ. ενικός/πληθυντικός αριθμός ή παράγωγα επίθετα, όπως "industry", "industries", "industrial"). Ανάλογα με τις προδιαγραφές της εκάστοτε μηχανής αναζήτησης, αυτό επιτεύχθηκε είτε αυτόματα (μέσω των ενσωματωμένων μηχανισμών της βάσης), είτε χειροκίνητα, με τη χρήση χαρακτήρων αποκοπής (όπως με τη χρήση του συμβόλου *) ή με τη χρήση περισσότερων τελεστών OR. Ωστόσο, η έκταση και ο τρόπος εφαρμογής αυτών των τεχνικών περιορίστηκε αναγκαστικά από τους εγγενείς τεχνικούς περιορισμούς και τους κανόνες σύνταξης της κάθε πλατφόρμας (π.χ. αδυναμία χρήσης χαρακτήρων αποκοπής εντός εισαγωγικών ή όρια στο μήκος της συμβολοσειράς αναζήτησης).

Λόγω αυτών ακριβώς των τεχνικών ιδιαιτεροτήτων, τα ερωτήματα προσαρμόστηκαν κατάλληλα στο πλαίσιο της εκάστοτε βάσης δεδομένων, διατηρώντας όμως τον εννοιολογικό πυρήνα της αναζήτησης σταθερό. Κατά κύριο λόγο, η αναζήτηση εστίασε στα πεδία του Τίτλου, της Περίληψης και των Λέξεων-Κλειδιών.

2.2.2.1. Πρώτη Αναζήτηση: Οριζόντια Διερεύνηση

Η πρώτη αναζήτηση (Αναζήτηση 1) σχεδιάστηκε με καθαρά διερευνητικό χαρακτήρα. Κύριος στόχος ήταν η ευρεία, «οριζόντια» χαρτογράφηση της διαθέσιμης βιβλιογραφίας, προκειμένου να εντοπιστούν και να αποτυπωθούν όλες οι τάσεις και οι προσεγγίσεις γύρω από τις εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων ανεξαρτήτως πεδίου ή τομέα.

Για τον σκοπό αυτό, η τελική συμβολοσειρά αναζήτησης που χρησιμοποιήθηκε διαμορφώθηκε ως εξής:

```
("internet of things" OR "IoT" OR "internet of everything" OR "IoE" OR "web of things" OR "WoT" OR "machine-to-machine" OR "M2M" OR "IIoT" OR "cyber-physical systems" OR "CPS" OR "artificial intelligence of things" OR "AIoT")
AND
("application" OR "implementation" OR "case" OR "solution" OR "adoption" OR "integration")
```

Η δομή του ερωτήματος σχεδιάστηκε στρατηγικά ώστε να εξυπηρετεί αυτόν τον διευρυμένο σκοπό. Στο πρώτο σκέλος (αριστερά του λογικού τελεστή AND) τοποθετήθηκε η κεντρική έννοια του Διαδικτύου των Πραγμάτων, η οποία πλαισιώθηκε από συνώνυμα και συναφείς όρους με τη χρήση του διαζευκτικού τελεστή (OR). Αντίστοιχα, στο δεύτερο σκέλος (δεξιά του τελεστή AND), εισήχθη η έννοια της εφαρμογής, επεκτεινόμενη ομοίως με εναλλακτικές παραλλαγές μέσω διάζευξης (OR). Η τελική επιλογή των παραπάνω όρων βασίστηκε στα ευρήματα των αρχικών πιλοτικών δοκιμών, οι οποίες επιβεβαίωσαν ότι ο συγκεκριμένος

συνδυασμός επιτυγχάνει τη βέλτιστη αναλογία, ανακαλώντας τον μέγιστο δυνατό αριθμό σχετικών μελετών από διαφορετικά πεδία, διατηρώντας παράλληλα τη συνάφεια των αποτελεσμάτων.

2.2.2.2. Δεύτερη Αναζήτηση: Κάθετη Διερεύνηση και Ανάδειξη Τομέων Εφαρμογής

Σε συνέχεια της πρώτης αναζήτησης, η δεύτερη (Αναζήτηση 2) σχεδιάστηκε με έναν εξίσου ευρύ αλλά διαφορετικά στοχευμένο χαρακτήρα. Ο σκοπός της ήταν διττός: αφενός να πραγματοποιήσει μια νέα ευρεία σάρωση προκειμένου να χαρτογραφήσει και να αναδείξει τους ποικίλους τομείς ενδιαφέροντος ή τα πεδία εφαρμογής και αφετέρου, να επιτρέψει την ταυτόχρονη, «κάθετη» (σε βάθος) διερεύνηση εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων εντός του εκάστοτε τομέα που θα προέκυπτε.

Για την επίτευξη αυτού του στόχου, η τελική συμβολοσειρά αναζήτησης που χρησιμοποιήθηκε διαμορφώθηκε ως εξής:

```
("internet of things" OR "IoT" OR "internet of everything" OR "IoE" OR "web of things" OR "WoT" OR "machine-to-machine" OR "M2M" OR "IIoT" OR "cyber-physical systems" OR "CPS" OR "artificial intelligence of things" OR "AIoT")
AND
("sector" OR "field" OR "scope" OR "domain" OR "industry" OR "vertical")
```

Η αρχιτεκτονική του ερωτήματος σχεδιάστηκε ώστε να εξυπηρετεί αυτόν τον διπλό σκοπό. Πιο συγκεκριμένα, αριστερά του λογικού τελεστή AND, όπως προηγουμένως, τοποθετήθηκε η έννοια του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Η ειδοποιός διαφορά εστιάζεται στο δεύτερο σκέλος: δεξιά από τον τελεστή AND δεν εισήχθησαν συγκεκριμένοι τομείς, αλλά χρησιμοποιήθηκε η ίδια η έννοια του «τομέα / πεδίου» ως όρος-ομπρέλα, συνοδευόμενη από τις κατάλληλες συνώνυμες λέξεις μέσω διάζευξης.

Με αυτόν τον τρόπο διασφαλίστηκε ότι η έρευνα δεν θα περιοριστεί σε προκαθορισμένα πεδία. Αντιθέτως, η αναζήτηση λειτούργησε ως εργαλείο «αποκάλυψης», επιτρέποντας στη βιβλιογραφία να αναδείξει από μόνη της τους τομείς στους οποίους εφαρμόζεται το Διαδίκτυο των Πραγμάτων. Όπως και στην πρώτη φάση, η τελική επιλογή των όρων προέκυψε ύστερα από επαναληπτικές πιλοτικές αναζητήσεις, οι οποίες επιβεβαίωσαν ότι η συγκεκριμένη σύνταξη παράγει τα επιθυμητά αποτελέσματα.

2.2.3. Φίλτρα και Παράμετροι Εξαγωγής

Προκειμένου να διασφαλιστεί η ποιότητα και η επικαιρότητα των αποτελεσμάτων, καθώς και η διαχειρισιμότητα του βιβλιογραφικού όγκου που προέκυψε από την ευρεία σάρωση των δύο αναζητήσεων, εφαρμόστηκαν συγκεκριμένα φίλτρα και κανόνες ταξινόμησης στο περιβάλλον της εκάστοτε βάσης δεδομένων. Αναλυτικότερα:

Γλώσσα: Η αναζήτηση περιορίστηκε αποκλειστικά σε δημοσιεύσεις στην αγγλική γλώσσα. Ο περιορισμός αυτός υπαγορεύτηκε πρωτίστως από τη γλωσσική επάρκεια του ερευνητή, καθώς δεν υπήρχε η δυνατότητα κατανόησης και αξιολόγησης επιστημονικών κειμένων σε άλλες ξένες γλώσσες. Ωστόσο, η επιλογή αυτή είναι πλήρως συμβατή με τις ερευνητικές πρακτικές, καθώς η αγγλική αποτελεί τον διεθνή κανόνα της επιστημονικής επικοινωνίας, εξασφαλίζοντας σε κάθε περίπτωση πρόσβαση στη συντριπτική πλειονότητα της έγκυρης διεθνούς βιβλιογραφίας.

Χρονικό Πλαίσιο: Εφαρμόστηκε χρονικός περιορισμός δημοσιεύσεων στα έτη 2021-2026, έως και τη στιγμή διεξαγωγής της έρευνας. Η επιλογή αυτή έγινε προκειμένου να αποτυπωθούν οι πλέον σύγχρονες τάσεις και τεχνολογικές εξελίξεις, οι οποίες ανανεώνονται ταχύτατα στο συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο.

Τύπος Εγγράφου: Για την εξασφάλιση της επιστημονικής εγκυρότητας και ποιότητας των δεδομένων, επιλέχθηκαν εξ αρχής κορυφαίες βιβλιογραφικές βάσεις που ευρετηριάζουν υλικό το οποίο υπόκειται σε ομότιμη κρίση. Επιπρόσθετα,

εφαρμόστηκε φίλτρο ως προς τον τύπο εγγράφου, περιορίζοντας τα αποτελέσματα αποκλειστικά σε επιστημονικά άρθρα περιοδικών (πρωτογενή και ανασκοπήσεις), πρακτικά συνεδρίων, καθώς και σε επιστημονικά βιβλία και κεφάλαια συλλογικών τόμων. Με αυτόν τον τρόπο αποκλείστηκε δευτερεύον ή μη ελεγμένο υλικό, όπως σημειώματα εκδοτών, κριτικές βιβλίων ή απλές περιλήψεις.

Ταξινόμηση και Όριο Αποκοπής: Λόγω του εσκεμμένα διευρυμένου (οριζόντιου) χαρακτήρα των ερωτημάτων αναζήτησης, ο αρχικός αριθμός των επιστρεφόμενων αποτελεσμάτων ήταν τεράστιος. Για τη διαχείριση αυτού του όγκου και την απομόνωση της πιο σχετικής πληροφορίας, τα αποτελέσματα ταξινομήθηκαν βάσει φθίνουσας σειράς σχετικότητας, όπως αυτή υπολογίζεται από τον αλγόριθμο της κάθε βάσης. Στη συνέχεια, τέθηκε ένα όριο αποκοπής, εξάγοντας για επεξεργασία τα κορυφαία 500 για την Αναζήτηση 1, και τα κορυφαία 200, για την Αναζήτηση 2 αποτελέσματα από κάθε μηχανή.

Διασφάλιση Ανασκοπήσεων: Σε άμεση συνάρτηση με τον τελικό στόχο της εργασίας, την ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού, και την ανάγκη για συνολική χαρτογράφηση του πεδίου, εφαρμόστηκε μια επιπρόσθετη, στοχευμένη στρατηγική κατά την εξαγωγή: Διασφαλίστηκε ότι μέσα, στα 500 και 200 αντίστοιχα, κορυφαία σε σχετικότητα άρθρα που εξήχθησαν, περιλαμβάνονταν κατ' ελάχιστον τα 100 κορυφαία άρθρα βιβλιογραφικής ανασκόπησης. Με αυτή τη στρατηγική εμπλουτισμού του δείγματος, εξασφαλίστηκε η ισορροπία μεταξύ της μελέτης σύγχρονων πρωτογενών ερευνών και της κριτικής επισκόπησης που προσφέρουν οι ανασκοπήσεις.

2.2.4. Αποτελέσματα Αναζήτησης

Μετά την εκτέλεση των ερωτημάτων και την εφαρμογή των προκαθορισμένων φίλτρων στις πέντε επιλεγμένες βιβλιογραφικές βάσεις, προέκυψε ένας εκτενής όγκος πρωτογενών αποτελεσμάτων. Όπως αναλύθηκε στην προηγούμενη ενότητα, για τη διαχείριση αυτού του όγκου και την απομόνωση της πλέον σχετικής

πληροφορίας, εφαρμόστηκε ταξινόμηση βάσει φθίνουσας σχετικότητας και αποκοπή των 500 και 200 αντίστοιχα κορυφαίων αποτελεσμάτων.

Αποτελέσματα Αναζήτησης 1 (συν-α)					
Βάση	Scopus	Web of Science	IEEE Xplore	ACM Digital Library	Science Direct
Αποτελέσματα Αναζήτησης	500	500	500	500	500

Πίνακας 1 Αποτελέσματα Αναζήτησης 1

Αποτελέσματα Αναζήτησης 2 (συν-β)					
Βάση	Scopus	Web of Science	IEEE Xplore	ACM Digital Library	Science Direct
Αποτελέσματα Αναζήτησης	200	200	200	200	200

Πίνακας 2 Αποτελέσματα Αναζήτησης 2

2.2.5. Καθαρισμός Αποτελεσμάτων και Πρωτοβάθμια Διαλογή

Το συνολικό μεικτό δείγμα των 3500 εγγραφών, 2500 από την Αναζήτηση 1 και 1000 από την Αναζήτηση 2, εισήχθη και ενοποιήθηκε στο λογισμικό διαχείρισης βιβλιογραφικών αναφορών Zotero. Συγκροτήθηκαν δύο σύνολα δημοσιεύσεων, τα **συν-α** και **συν-β** αντίστοιχα. Προκειμένου να διαμορφωθεί το σώμα των κειμένων προς αξιολόγηση, ακολουθήθηκε κλιμακωτή διαδικασία τριών διακριτών φάσεων για τον καθαρισμό του υλικού:

Φάση 1η: **Αφαίρεση Διπλοεγγραφών**

Η ενοποίηση των αποτελεσμάτων από πέντε διαφορετικές και ευρείες βιβλιογραφικές βάσεις οδήγησε, όπως αναμενόταν, σε ποσοστό αλληλοεπικάλυψης. Η διαδικασία αφαίρεσης των διπλοεγγραφών πραγματοποιήθηκε μέσω της αυτοματοποιημένης λειτουργίας εντοπισμού διπλότυπων του Zotero. Προκειμένου

να αποφευχθεί η εσφαλμένη διαγραφή προηγήθηκε χειροκίνητος έλεγχος, εξασφαλίζοντας ότι οι εντοπισμένες εγγραφές είναι διπλότυπες.

Φάση 2η: **Εντοπισμός και Αφαίρεση Αποσυρμένων Άρθρων**

Στη συνέχεια, το σύνολο των μοναδικών εγγραφών υποβλήθηκε σε έλεγχο εγκυρότητας. Μέσω της ενσωματωμένης δυνατότητας του Zotero, εντοπίστηκαν και διεγράφησαν τα άρθρα που είχαν επισημανθεί ως αποσυρμένα από την ίδια την επιστημονική κοινότητα. Αν και ο αριθμός αυτών των άρθρων ήταν μικρός, η άμεση αφαίρεσή τους από το δείγμα κρίθηκε ως απολύτως αναγκαίο μεθοδολογικό βήμα για τη διασφάλιση της ερευνητικής ακεραιότητας.

Φάση 3η: **Πρωτοβάθμια Διαλογή**

Στο στάδιο αυτό, ο έλεγχος επικεντρώθηκε αποκλειστικά στην αξιολόγηση των τίτλων και των περιλήψεων των δημοσιεύσεων. Βασικός στόχος της πρωτοβάθμιας διαλογής ήταν να εντοπιστούν και να απορριφθούν γρήγορα εκείνες οι εγγραφές που, αν και ανακλήθηκαν από τις μηχανές αναζήτησης λόγω των λέξεων-κλειδιών, ήταν άσχετες με το εννοιολογικό ή εφαρμοσμένο πλαίσιο της εργασίας.

Η προοδευτική απομείωση του δείγματος μέσα από τα παραπάνω στάδια καθαρισμού αποτυπώνεται αναλυτικά στον ακόλουθο πίνακα:

Ενοποίηση και Καθαρισμός του συν-α					
Βάση	Scopus	Web of Science	IEEE Xplore	ACM Digital Library	Science Direct
Αποτελέσματα Αναζήτησης	500	500	500	500	500
Ενοποίηση			2500		
Αφαίρεση Διπλότυπων			-507		
Αφαίρεση Αποσυρμένων			-17		
Σύνολο			1976		

Πίνακας 3 Ενοποίηση και Καθαρισμός του συν-α

Ενοποίηση και Καθαρισμός του συν-β					
Βάση	Scopus	Web of Science	IEEE Xplore	ACM Digital Library	Science Direct
Αποτελέσματα Αναζήτησης	200	200	200	200	200
Ενοποίηση			1000		
Αφαίρεση Διπλότυπων			-112		
Αφαίρεση Αποσυρμένων			-3		
Σύνολο			885		

Πίνακας 4 Ενοποίηση και Καθαρισμός του συν-β

2.3. Διαδικασία Στοχευμένης Σάρωσης και Αρχικής Εξαγωγής Δεδομένων (Τομείς και Εφαρμογές)

Το ενδιάμεσο δείγμα άρθρων που προέκυψε από την πρωτοβάθμια διαλογή υποβλήθηκε στο τελικό στάδιο αξιολόγησης και ταυτόχρονης εξαγωγής δεδομένων, μέσω της μεθόδου της στοχευμένης σάρωσης. Η μεθοδολογία της έρευνας σχεδιάστηκε κλιμακωτά, προβλέποντας ότι η εις βάθος ανάλυση και η εξαντλητική μελέτη των πλήρων κειμένων θα πραγματοποιηθεί μεταγενέστερα, κατά την φάση παραγωγής του διδακτικού υλικού.

Στο παρόν στάδιο, η στοχευμένη σάρωση λειτούργησε αρχικά ως τελικό φίλτρο επιλογής των άρθρων και, εν συνεχεία, ως εργαλείο άντλησης δεδομένων. Για τη διαμόρφωση του τελικού δείγματος, τέθηκε το ακόλουθο κριτήριο αξιολόγησης:

Κριτήριο Ένταξης	Κριτήριο Αποκλεισμού
Υψηλή Εκπαιδευτική Αξιοποιησιμότητα Το άρθρο παρέχει σαφείς περιγραφές, κατανοητά παραδείγματα, εφαρμοσμένη γνώση και βοηθητικό υλικό (όπως διαγράμματα, πίνακες) που μπορούν να υποστηρίξουν τον σχεδιασμό διδακτικού υλικού.	**Απουσία Εκπαιδευτικής Αξίας** Το άρθρο έχει αυστηρά θεωρητικό προσανατολισμό, υπερβολικά εξειδικευμένη ανάλυση (χωρίς αναφορές σε πρακτικές) ή στερείται αξιοποιήσιμων παραδειγμάτων και βοηθητικού υλικού για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

Πίνακας 5 Κριτήρια Αξιολόγησης

Η τελική διαμόρφωση του δείγματος, βάσει της πρωτοβάθμιας διαλογής και του κριτηρίου ένταξης/αποκλεισμού, αποτυπώνεται συνοπτικά στον ακόλουθο πίνακα:

Εφαρμογή Κριτηρίων		
	συν-α	συν-β
Καθαρισμός	1976	885
Εφαρμογή Κριτηρίων	-1778	-732
Σύνολα	198	184

Πίνακας 6 Αποτελέσματα Εφαρμογής Κριτηρίων

Κατά τη φάση της αξιολόγησης, από το σύνολο των άρθρων που κρίθηκαν ως εντός θέματος και ικανοποιούσαν τα βασικά ποιοτικά κριτήρια, πραγματοποιήθηκε η πρώτη φάση της στοχευμένης εξαγωγής δεδομένων. Η διαδικασία αυτή εστίασε στη χαρτογράφηση του πεδίου και υλοποιήθηκε ανεξάρτητα από το αν το εκάστοτε άρθρο προκρίθηκε τελικά στο οριστικό δείγμα εκπαιδευτικού υλικού. Συγκεκριμένα, ένα άρθρο μπορούσε να παρέχει έγκυρη πληροφορία για την ύπαρξη μιας συγκεκριμένης εφαρμογής ή ενός τομέα, εμπλουτίζοντας έτσι το ιεραρχικό δέντρο, αλλά να απορριφθεί ταυτόχρονα βάσει του κριτηρίου της εκπαιδευτικής αξιοποιησιμότητας. Η πρώτη αυτή εξαγωγή επικεντρώθηκε σε δύο διακριτούς άξονες:

Εντοπισμός Εφαρμογών: Ανάδειξη και καταγραφή των πρακτικών εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων, αξιοποιώντας συνδυαστικά τα ευρήματα τόσο από την Αναζήτηση 1 (οριζόντια σάρωση) όσο και από την Αναζήτηση 2 (κάθετη διερεύνηση).

Μέσα από αυτή τη διαδικασία εντοπίστηκαν συνολικά 375 διακριτές εφαρμογές. Για καθεμία από αυτές καταμετρήθηκε η συχνότητα εμφάνισής της στο σύνολο των εξεταζόμενων δημοσιεύσεων. Ο αναλυτικός κατάλογος και των 375 εφαρμογών, μαζί με το αντίστοιχο πλήθος εμφανίσεών τους, παρατίθεται στο Παράρτημα Α: Κατάλογος εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων που προέκυψαν από την Αναζήτηση 1 (πιν-α).

Εντοπισμός Τομέων Εφαρμογής: Καταγραφή των τομέων όπου ενσωματώνεται το Διαδίκτυο των Πραγμάτων. Στο σημείο αυτό, η έμφαση δόθηκε συνειδητά στην ανάδειξη ευρύτερων τομέων και όχι εξειδικευμένων υποπεδίων. Μέσα από αυτή τη διαδικασία εντοπίστηκαν συνολικά 44 ευρύτεροι τομείς, ο κατάλογος των οποίων παρουσιάζεται στο Παράρτημα Β: Κατάλογος τομέων εφαρμογής του Διαδικτύου των Πραγμάτων που προέκυψαν από την Αναζήτηση 2 (πιν-β). Η πληροφορία αυτή αντλήθηκε στοχευμένα από τα αποτελέσματα της Αναζήτησης 2, με σκοπό τόσο την ανάδειξη άγνωστων πεδίων που είχε τεθεί στον αρχικό σχεδιασμό, όσο και την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων ταξινομούνται στην επιστημονική βιβλιογραφία.

Τα δεδομένα που εξήχθησαν από την παραπάνω διαδικασία (τομείς και εφαρμογές) αποτελούν τη βάση για τη δημιουργία του ιεραρχικού πλαισίου ταξινόμησης και χαρτογράφησης των εφαρμογών στους κλάδους και τους τομείς της κοινωνίας. Το πλαίσιο αυτό αναλύεται στο επόμενο κεφάλαιο και αποτελεί τον δομικό άξονα για τον μετέπειτα σχεδιασμό του εκπαιδευτικού υλικού.

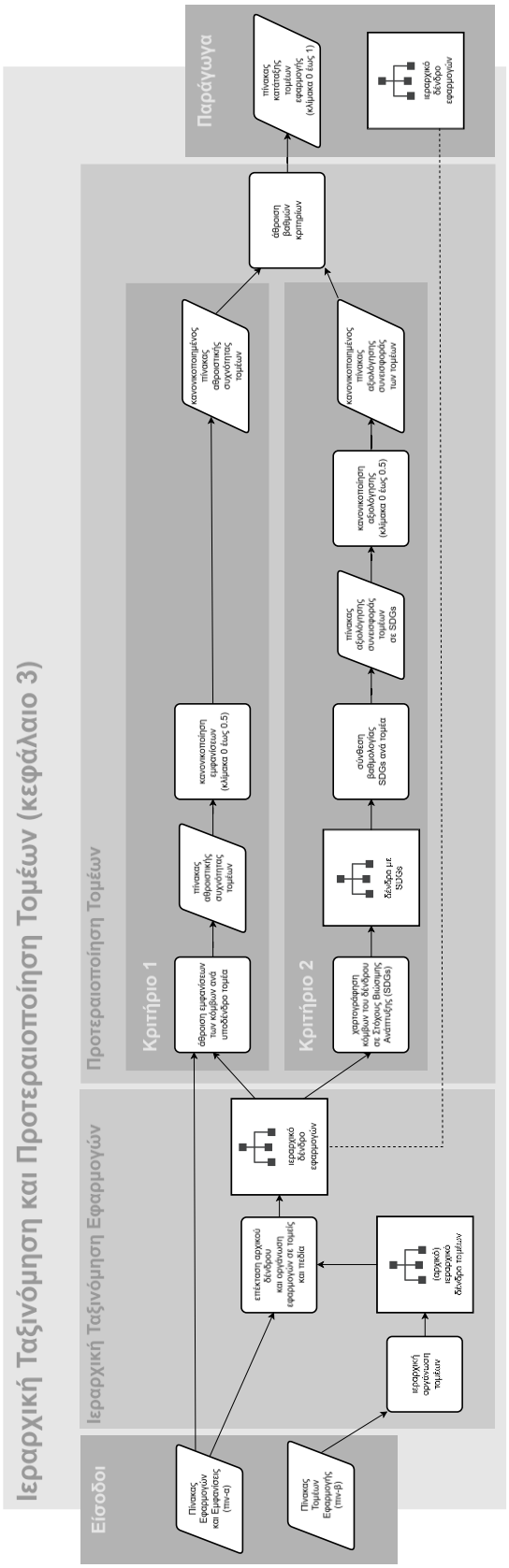
Τέλος, επισημαίνεται ότι τα συν-α και συν-β, των επιμέρους αναζητήσεων, ενοποιήθηκαν και, κατόπιν της αφαίρεσης των διπλότυπων εγγραφών, συγκρότησαν το σύνολο **συν-γ,** που αποτελεί την κύρια βιβλιογραφική βάση της εργασίας. Κατά τη φάση της παραγωγής του διδακτικού υλικού, η βάση αυτή δύναται να εμπλουτιστεί μέσω συμπληρωματικής, στοχευμένης επιλογής πηγών. Αυτό προβλέπεται προκειμένου να φωτιστούν συγκεκριμένα σημεία και πτυχές που δεν έχουν καλυφθεί επαρκώς στους επιμέρους τομείς από την αρχική βιβλιογραφία.

Βιβλιογραφική Βάση (συν-γ)		
	συν-α	συν-β
	198	184
Ενοποίηση	382	
Αφαίρεση Διπλότυπων	-21	
Σύνολο	362	

Πίνακας 7 Συγκρότηση Βιβλιογραφικής Βάσης (συν-γ)

3. Αποτελέσματα - Ιεραρχική Ταξινόμηση και Προτεραιοποίηση Τομέων

Τα δεδομένα που προέκυψαν από τη διαδικασία της στοχευμένης σάρωσης αποτέλεσαν τη βάση για τη δόμηση του εκπαιδευτικού πλαισίου της παρούσας εργασίας. Το παρόν κεφάλαιο δομείται σε δύο αλληλένδετους άξονες: αρχικά, περιγράφεται η διαδικασία μέσω της οποίας αναπτύχθηκε η ιεραρχική χαρτογράφηση των ευρημάτων (τομείς και εφαρμογές). Στη συνέχεια, αναλύεται το σύνθετο μοντέλο το οποίο σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε στα δεδομένα, με σκοπό την αντικειμενική προτεραιοποίηση των τομέων για την τελική επιλογή της ύλης του διδακτικού υλικού. Η συνολική μεθοδολογική ροή των σταδίων που ακολουθούν αποτυπώνεται οπτικά στο Σχήμα 3.



Σχήμα 3 Απεικόνιση Ιεραρχικής Ταξινόμησης Εφαρμογών και Προτεραιοποίησης Τομέων

3.1. Δημιουργία Ιεραρχικού Πλαισίου Ταξινόμησης

Η παρούσα ενότητα περιγράφει τη διαδικασία οργάνωσης των ακατέργαστων δεδομένων που εξήχθησαν από τη βιβλιογραφία, με στόχο να οργανωθεί η πληροφορία και να αναδειχθούν οι οργανικές σχέσεις μεταξύ των διαφορετικών περιοχών εφαρμογής του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Η οργάνωση υλοποιήθηκε σε δύο διακριτά στάδια, τα οποία αναλύονται στις υποενότητες που ακολουθούν.

3.1.1. Διαμόρφωση του Αρχικού Δέντρου

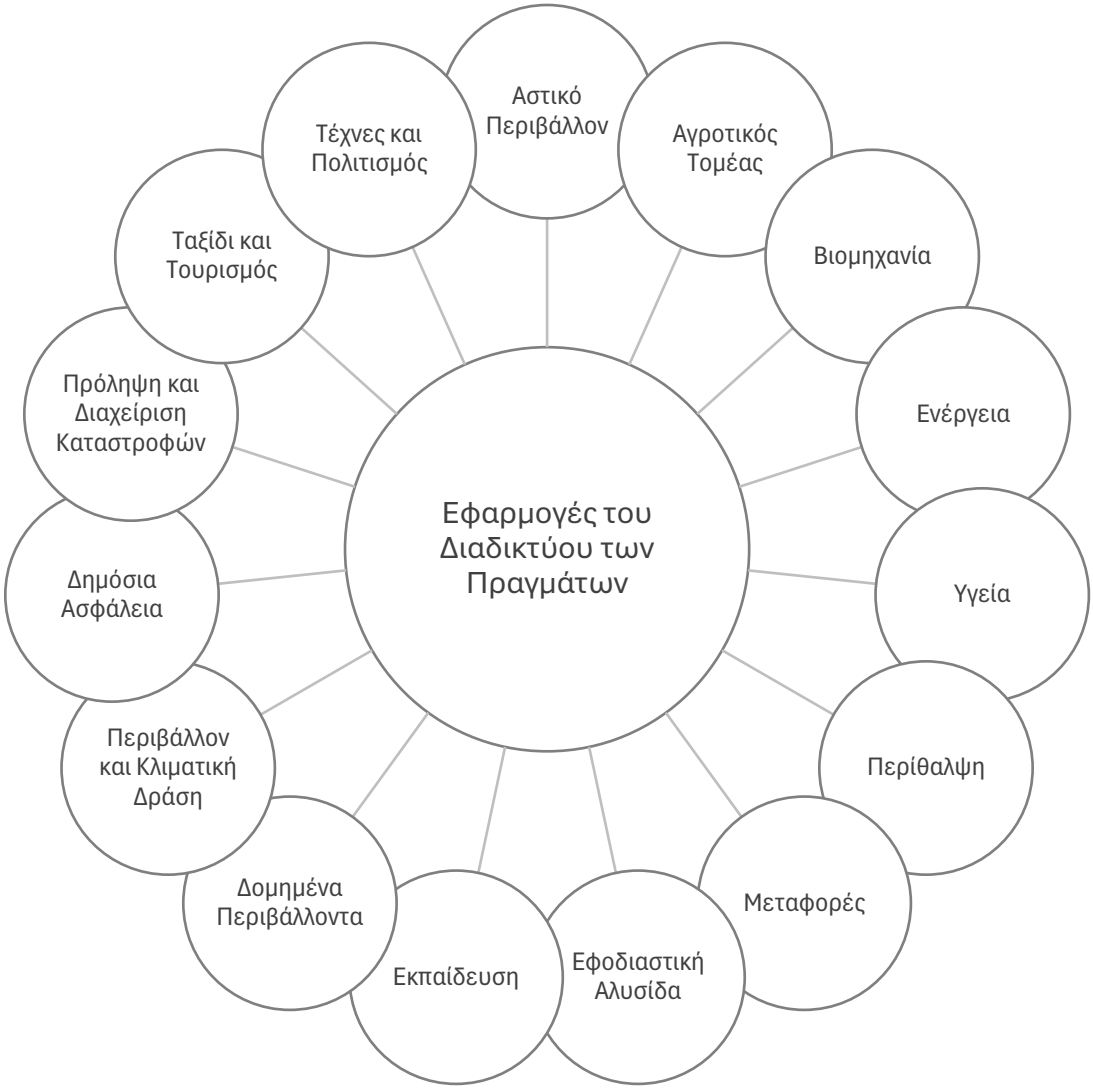
Όπως προέκυψε από την αρχική εξαγωγή δεδομένων, η βιβλιογραφία ανέδειξε συνολικά 44 διακριτούς τομείς εφαρμογής του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Ωστόσο, η διατήρηση μιας επίπεδης λίστας δεν παρείχε την απαραίτητη συνοχή για τη δόμηση ενός εκπαιδευτικού πλαισίου.

Προκειμένου να δημιουργηθεί μια λογική ιεραρχία, τα δεδομένα υπέστησαν περαιτέρω επεξεργασία. Μέσα από τη μελέτη των πηγών και των δύο αναζητήσεων, η ίδια η βιβλιογραφία «καθοδήγησε» την ομαδοποίηση, καθώς ορισμένοι τομείς διαπιστώθηκε ότι αποτελούν ευρύτερες «ομπρέλες», ενώ άλλοι συνιστούν εξειδικεύσεις τους. Για λόγους σαφήνειας, η παρουσίαση αυτής της ιεραρχικής αρχιτεκτονικής αποτυπώνεται σε δύο διακριτές φάσεις.

Φάση 1η: **Οι 15 Κεντρικοί Τομείς**

Σε πρώτο στάδιο, από τους αρχικούς 44 τομείς, και λαμβάνοντας υπόψη τις εφαρμογές που προέκυψαν από την Αναζήτηση 1, απομονώθηκαν εκείνοι που έχουν τα χαρακτηριστικά ευρύτερων μακροκατηγοριών. Έτσι, ορίστηκαν 15 κεντρικοί τομείς, οι οποίοι αποτελούν τους βασικούς πυλώνες του οικοσυστήματος του Διαδικτύου των Πραγμάτων.

Η αρχική αυτή δομή των κεντρικών αξόνων αποτυπώνεται στο Σχήμα 4.



Σχήμα 4 Τομείς Εφαρμογής του Διαδικτύου των Πραγμάτων

Σε δεύτερο στάδιο, οι υπόλοιποι 29 τομείς, όπως προέκυψαν από τα ευρήματα της Αναζήτησης 2, δεν απορρίφθηκαν. Αντιθέτως, υποβιβάστηκαν ιεραρχικά και τοποθετήθηκαν προσωρινά ως υποτομείς – οι οποίοι στο εξής ορίζονται ως «πεδία» – κάτω από τους αντίστοιχους 15 κεντρικούς άξονες.

Η προκαταρκτική αυτή χαρτογράφηση διαμόρφωσε τα πρώτα «φύλλα» και τους ενδιάμεσους κόμβους του μοντέλου. Μέσω αυτής της διαδικασίας ιεραρχικής δόμησης και σταδιακής εξειδίκευσης, ολοκληρώθηκε ο σχεδιασμός του ενδιάμεσου, πολυεπίπεδου μοντέλου. Το αρχικό αυτό μοντέλο, το οποίο παρουσιάζεται στο

Σχήμα 5, λειτούργησε ως ο βασικός καμβάς, εν αναμονή της τελικής ενσωμάτωσης των εφαρμογών (οι τομείς αναφέρονται αλφαβητικά):

- Εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων
  - Αγροτικός Τομέας
    - Αλιεία
    - Γεωργία
    - Ιχθυοκαλλιέργειες
    - Κτηνοτροφία
  - Αστικό Περιβάλλον
    - Διαχείριση Απορριμμάτων
    - Διαχείριση Νερού
    - Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας
    - Υποδομές
  - Βιομηχανία
    - Εξόρυξη
    - Κατασκευαστικός Κλάδος
    - Κλάδος Τροφίμων
    - Μεταποίηση
      - Έξυπνο Εργοστάσιο
  - Δημόσια Ασφάλεια
  - Δομημένα Περιβάλλοντα
    - Έξυπνες Εγκαταστάσεις
    - Έξυπνο Κτίριο
    - Έξυπνο Σπίτι
  - Εκπαίδευση
    - Εκπαιδευτικό Περιβάλλον
    - Έξυπνη Τάξη
  - Ενέργεια (γενικεύει τον τομέα Ηλεκτρική Ενέργεια)
    - Έξυπνα Δίκτυο Ηλεκτροδότησης
  - Εφοδιαστική Αλυσίδα
    - Logistics
    - Εμπόριο
    - Ψυχρή Εφοδιαστική Αλυσίδα
  - Μεταφορές
    - Αυτόνομα Οχήματα
    - Διαχείριση Οδικής Κυκλοφορίας
    - Δίκτυα
  - Περιβάλλον και Κλιματική Δράση (γενικεύει τον τομέα Περιβάλλον)
    - Θαλάσσιο Περιβάλλον
    - Κλιματική Αλλαγή
  - Περίθαλψη (γενικεύει τον τομέα Υγειονομική Περίθαλψη)
  - Πρόληψη και Διαχείριση Καταστροφών (γενικεύει τον τομέα Φυσικές Καταστροφές)
  - Ταξίδι και Τουρισμός (γενικότερο για τον τομέα Φιλοξενία)
    - Φιλοξενία
  - Τέχνες και Πολιτισμός (γενικεύει τον τομέα Πολιτισμός)
  - Υγεία
    - Ευεξία

Σχήμα 5 Αρχικό Ιεραρχικό Μοντέλο

3.1.2. Ενσωμάτωση Εφαρμογών και Οριστικοποίηση του Ιεραρχικού Πλαισίου

Μετά την προκαταρκτική δόμηση των κεντρικών τομέων και των πεδίων, το τελικό στάδιο της χαρτογράφησης αφορούσε την ενσωμάτωση του συνόλου των εφαρμογών.

Οι 375 εφαρμογές, οι οποίες εξήχθησαν από τη βιβλιογραφική βάση δεδομένων και παρατίθενται αναλυτικά στο Παράρτημα Α, αξιολογήθηκαν ως προς το θεματικό τους περιεχόμενο και αντιστοιχίστηκαν στον κατάλληλο κόμβο του δέντρου, επεκτείνοντας και επαυξάνοντας την αρχική του δομή. Κάθε εφαρμογή τοποθετήθηκε κάτω από το αντίστοιχο πεδίο (ή απευθείας στον κεντρικό τομέα, όπου αυτό κρίθηκε αναγκαίο) που αντιστοιχεί με τη μεγαλύτερη ακρίβεια τη λειτουργία της.

Η διαδικασία αυτή οριστικοποίησε τη δομή του ιεραρχικού μοντέλου, μετατρέποντας τον προσωρινό καμβά σε μια ολοκληρωμένη, πολυεπίπεδη δομή. Το τελικό Ιεραρχικό Πλαίσιο Ταξινόμησης που προέκυψε, διαθέτει πλέον απόλυτη συνοχή και αποτυπώνει την πλήρη αρχιτεκτονική της έρευνας.

Λόγω του εκτενούς όγκου των δεδομένων, η πλήρης και εξαντλητική μορφή του οριστικού ιεραρχικού δέντρου ταξινόμησης (8 σελίδες) –η οποία αποτελεί και το πρωτογενές αποτέλεσμα της παρούσας έρευνας– παρατίθεται αυτούσια στο Παράρτημα Γ: Ιεραρχικό Δένδρο Ταξινόμησης των Εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Ωστόσο, προκειμένου να αναδειχθεί η αρχιτεκτονική, ο βαθμός ανάλυσης και το τελικό βάθος της παραγόμενης ιεραρχίας, στο Σχήμα 6 παρατίθεται ένα ενδεικτικό απόσπασμα του μοντέλου, στο οποίο απεικονίζεται η ανάλυση στον τομέα των Μεταφορών.

- Μεταφορές
  - Οδικές Μεταφορές
    - Διαχείριση Κυκλοφορίας
      - Ευφυή Συστήματα Μεταφορών
      - Προτεραιότητα σε Οχήματα Έκτακτης Ανάγκης
      - Συστήματα Ανίχνευσης Πεζών
      - Περίπτωση: Έξυπνοι Αυτοκινητόδρομοι στο Ηνωμένο Βασίλειο
    - Οδικοί Ενεργειακοί Πόροι
    - Διαμοιραζόμενη Κινητικότητα
      - Περίπτωση: Βελτιστοποίηση Κατανάλωσης Ενέργειας και Παρακολούθηση Θέσης σε Διαμοιραζόμενα Ποδήλατα
    - Έξυπνη Κινητικότητα και Συνδεδεμένα Οχήματα
    - Αυτόνομα Οχήματα
    - Είσπραξη Αντιτίμου Διοδίων
    - Φωτισμός Δρόμων
    - Αντιμετώπιση Έκτακτης Ανάγκης στις Μεταφορές
    - Δυναμικές Πινακίδες Μεταβλητών Μηνυμάτων
  - Σιδηροδρομικές Μεταφορές
  - Εναέριες Μεταφορές
    - Έξυπνο Αεροδρόμιο
    - Εμπορευματικές Εναέριες Μεταφορές
    - Ανίχνευση και Απώθηση Πτηνών
    - Χειρισμός Αποσκευών
  - Πλωτές Μεταφορές
    - Έξυπνο Λιμάνι
      - Περίπτωση: Αποδοτική Λειτουργία στο Λιμάνι του Ρότερνταμ
    - Περίπτωση: Maersk - Προγνωστική Συντήρηση
    - Περίπτωση: Rolls-Royce - Ναυσιπλοΐα και Ασφάλεια
    - Περίπτωση: Carnival - Περιβαλλοντική Συμμόρφωση

Σχήμα 6 Ενδεικτικό Απόσπασμα του Ιεραρχικού Δένδρου Ταξινόμησης

3.2. Σύνθετο Μοντέλο Αξιολόγησης και Προτεραιοποίησης Τομέων

Παρά την οργανική συνοχή που προσέφερε το ιεραρχικό πλαίσιο ταξινόμησης, ο εκτενής όγκος των δεδομένων (συνολικά 375 περιοχές εφαρμογής) καθιστούσε πρακτικά αδύνατη την καθολική ενσωμάτωσή τους στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα. Προέκυψε, συνεπώς, η μεθοδολογική ανάγκη για έναν αντικειμενικό μηχανισμό φιλτραρίσματος και επιλογής της ύλης.

Για την αντιμετώπιση αυτής της πρόκλησης, σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε ένα εξειδικευμένο σύνθετο μοντέλο αξιολόγησης και προτεραιοποίησης. Στόχος του

μοντέλου είναι η εξαγωγή μιας τελικής, ιεραρχημένης κατάταξης των 15 κεντρικών τομέων.

Για την εξασφάλιση της αντικειμενικότητας, η αρχιτεκτονική του μοντέλου που αναπτύχθηκε βασίζεται σε δύο ομότιμα κριτήρια αξιολόγησης, στα οποία αποδόθηκε ακριβώς ίσος συντελεστής βαρύτητας (0.5 στο καθένα). Η μέγιστη συνολική βαθμολογία που μπορεί να συγκεντρώσει ένας τομέας ορίστηκε στη μονάδα (1.0).

Τα δύο κριτήρια που συνθέτουν το μοντέλο, καθώς και ο ακριβής μηχανισμός υπολογισμού τους, αναλύονται στις υποενότητες που ακολουθούν.

3.2.1. Κριτήριο Α: Βιβλιογραφική Βαρύτητα (Συχνότητα Εμφανίσεων)

Το πρώτο κριτήριο αξιολόγησης αφορά τον συνολικό όγκο της ερευνητικής δραστηριότητας που εντοπίστηκε για κάθε τομέα. Η ενσωμάτωση του συγκεκριμένου κριτηρίου στο μοντέλο εξυπηρετεί έναν διττό σκοπό. Αφενός, αναδεικνύει το πόσο «ενεργός» είναι ο εκάστοτε τομέας, αποτυπώνοντας την τρέχουσα δυναμική και την ωριμότητα της εφαρμογής του Διαδικτύου των Πραγμάτων σε αυτόν. Αφετέρου, διασφαλίζει ότι οι τομείς που θα προκριθούν διαθέτουν τη μέγιστη αξιοποιήσιμη πληροφορία, ώστε να υποστηρίξουν ουσιαστικά την ανάπτυξη του αντίστοιχου εκπαιδευτικού υλικού.

Για την εξαγωγή της βαθμολογίας, η διαδικασία υλοποιήθηκε σε δύο στάδια. Αρχικά, υπολογίστηκε ο απόλυτος αριθμός εμφανίσεων για τον κάθε κεντρικό τομέα. Προκειμένου να αποτυπωθεί το πραγματικό ερευνητικό αποτύπωμα χωρίς να χαθούν δεδομένα, εφαρμόστηκε η μέθοδος της ιεραρχικής άθροισης. Ο τελικός αριθμός εμφανίσεων ενός τομέα δεν περιορίστηκε μόνο στις γενικές αναφορές σε αυτόν, αλλά προέκυψε από το άθροισμα όλων των καταγεγραμμένων αναφορών στο σύνολο του ιεραρχικού του κλαδιού (δηλαδή τις αναφορές σε πεδία του, συγκεκριμένες υλοποιήσεις, ακόμα και σε αναφορές σε περιπτώσεις χρήσης, όπως αυτές καταγράφονται αναλυτικά ανά περιοχή εφαρμογής, στο Παράρτημα Α: Κατάλογος εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων που προέκυψαν από την

Αναζήτηση 1 (πιν-α)). Τα τελικά αθροίσματα των εμφανίσεων, όπως διαμορφώθηκαν για καθέναν από τους 15 κεντρικούς τομείς, παρουσιάζονται αναλυτικά στον ακόλουθο πίνακα.

Συνολικές Βιβλιογραφικές Εμφανίσεις ανά Τομέα	
Αγροτικός Τομέας	170
Αστικό Περιβάλλον	223
Βιομηχανία	113
Δημόσια Ασφάλεια	25
Δομημένα Περιβάλλοντα	77
Εκπαίδευση	161
Ενέργεια	107
Εφοδιαστική Αλυσίδα	272
Μεταφορές	87
Περιβάλλον και Κλιματική Δράση	60
Περίθαλψη	87
Πρόληψη και Διαχείριση Καταστροφών	26
Ταξίδι και Τουρισμός	10
Τέχνες και Πολιτισμός	4
Υγεία	117

Πίνακας 8 Συνολικές Βιβλιογραφικές Εμφανίσεις ανά Τομέα Εφαρμογής

Στο δεύτερο στάδιο, οι απόλυτοι αριθμοί μετατράπηκαν σε βαθμολογία με άριστα το 0.5, μέσω της μεθόδου της σχετικής αναλογικής κλιμάκωσης. Συγκεκριμένα, ο τομέας που συγκέντρωσε τον μέγιστο αριθμό αθροιστικών εμφανίσεων (έστω μ) έλαβε αυτόματα τη μέγιστη δυνατή βαθμολογία (0.5). Για καθέναν από τους υπόλοιπους τομείς, η βαθμολογία υπολογίστηκε αναλογικά, με βάση τον τύπο:

$$\beta_\tau = 0.5 \cdot \frac{\varepsilon_\tau}{\mu}$$

όπου ε_τ είναι ο αριθμός των εμφανίσεων του εκάστοτε τομέα και β_τ η βαθμολογία του. Με αυτόν τον τρόπο, η ερευνητική βαρύτητα του κάθε τομέα αποτυπώθηκε με απόλυτη αναλογική δικαιοσύνη σε μια κλίμακα από το 0 έως το 0.5. Η τελική

βαθμολογική κατάταξη των τομέων, όπως προκύπτει αποκλειστικά από το Κριτήριο Α, παρατίθεται στον ακόλουθο πίνακα.

Βαθμολογική Κατάταξη Τομέων (Κριτήριο Α)	
Εφοδιαστική Αλυσίδα	0,500
Αστικό Περιβάλλον	0,410
Αγροτικός Τομέας	0,313
Εκπαίδευση	0,296
Υγεία	0,215
Βιομηχανία	0,208
Ενέργεια	0,197
Μεταφορές	0,160
Περίθαλψη	0,160
Δομημένα Περιβάλλοντα	0,142
Περιβάλλον και Κλιματική Δράση	0,110
Πρόληψη και Διαχείριση Καταστροφών	0,048
Δημόσια Ασφάλεια	0,046
Ταξίδι και Τουρισμός	0,018
Τέχνες και Πολιτισμός	0,007

Πίνακας 9 Βαθμολογική Κατάταξη Τομέων (εφαρμογή του Κριτηρίου Α)

3.2.2. Κριτήριο Β: Συνεισφορά στους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης

Το δεύτερο κριτήριο αξιολόγησης εξετάζει το εύρος της συνεισφοράς κάθε τομέα εφαρμογής του Διαδικτύου των Πραγμάτων στους 17 Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης του ΟΗΕ. Προκειμένου να αποφευχθούν γενικευμένες συσχετίσεις, η τεκμηρίωση της συνεισφοράς υλοποιήθηκε μέσω μιας επαγωγικής χαρτογράφησης, η οποία βασίστηκε στα δεδομένα του ιεραρχικού δέντρου.

Συγκεκριμένα, εξετάστηκε το σύνολο των περιοχών εφαρμογής του κάθε τομέα (εκτός των περιπτώσεων χρήσης) και αναλύθηκε ο αντίκτυπός τους στους 17 βασικούς στόχους (η αναλυτική χαρτογράφηση ανά εφαρμογή παρατίθεται στο Παράρτημα Δ: Αναλυτική Χαρτογράφηση Εφαρμογών σε Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης). Για την ακριβέστερη ποσοτικοποίηση αυτού του αντικτύπου, εισήχθη

ένας μηχανισμός σταθμισμένης αξιολόγησης, ο οποίος διακρίνει την επίδραση σε δύο επίπεδα έντασης:

- Άμεση Επίδραση (Βαρύτητα 1.0): Αποδόθηκε σε περιπτώσεις όπου η εφαρμογή εξυπηρετεί ευθέως και πρωτευόντως τον εκάστοτε στόχο.
- Έμμεση Επίδραση (Βαρύτητα 0.5): Αποδόθηκε σε περιπτώσεις όπου η εφαρμογή συμβάλλει δευτερευόντως ή υποστηρικτικά στην επίτευξη του στόχου.

Μέσα από αυτή τη διαδικασία, εξήχθη μια συνολική αξιολόγηση για κάθε τομέα, η οποία προκύπτει από το άθροισμα των επιμέρους σταθμισμένων επιδράσεων των εφαρμογών του. Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα αυτής της αξιολόγησης παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Αξιολόγηση Επίδρασης Τομέων Εφαρμογής στους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης																	
Τομέας	Στόχος Βιώσιμης Ανάπτυξης																Αξιολόγηση
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Αγροτικός Τομέας																		10,0
Αστικό Περιβάλλον																		11,5
Βιομηχανία																		8,5
Δημόσια Ασφάλεια																		3,5
Δομημένα Περιβάλλοντα																		5,0
Εκπαίδευση																		14,5
Ενέργεια																		6,0
Εφοδιαστική Αλυσίδα																		9,0
Μεταφορές																		8,0
Περιβάλλον και Κλιματική Δράση																		9,5
Περίθαλψη																		5,5
Πρόληψη/Διαχείριση Καταστροφών																		5,5
Ταξίδι και Τουρισμός																		3,0
Τέχνες και Πολιτισμός																		2,5
Υγεία																		4,5

Πίνακας 10 Αξιολόγηση της Επίδρασης των Τομέων Εφαρμογής στους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης

Στο τελικό στάδιο, και προκειμένου η παραπάνω αξιολόγηση να μετατραπεί στην τελική βαθμολογία του Κριτηρίου Β εναρμονισμένη με την αρχιτεκτονική του σύνθετου μοντέλου (άριστα το 0.5), εφαρμόστηκε η μέθοδος της σχετικής αναλογικής κλιμάκωσης, όπως και στο Κριτήριο Α. Ο τομέας που συγκέντρωσε την υψηλότερη τιμή αξιολόγησης (μ) έλαβε αυτόματα τη μέγιστη δυνατή βαθμολογία

(0.5). Για τους υπόλοιπους τομείς, η τελική βαθμολογία υπολογίστηκε αναλογικά, βάσει του τύπου:

$$\beta_\tau = 0.5 \cdot \frac{\alpha_\tau}{\mu}$$

όπου α_τ είναι η συνολική τιμή αξιολόγησης του εκάστοτε τομέα και β_τ η τελική βαθμολογία του. Με αυτόν τον τρόπο, η συνεισφορά του κάθε τομέα στη βιώσιμη ανάπτυξη αποτυπώθηκε με αντικειμενικότητα, μετατρέποντας τα ποιοτικά δεδομένα της χαρτογράφησης σε συγκρίσιμα, σταθμισμένα ποσοτικά μεγέθη. Η τελική βαθμολογική κατάταξη των τομέων, όπως προκύπτει αποκλειστικά από το Κριτήριο Β, παρατίθεται στον ακόλουθο πίνακα.

Βαθμολογική Κατάταξη Τομέων (Κριτήριο Β)	
Εκπαίδευση	0,500
Αστικό Περιβάλλον	0,397
Αγροτικός Τομέας	0,345
Περιβάλλον και Κλιματική Δράση	0,328
Εφοδιαστική Αλυσίδα	0,310
Βιομηχανία	0,293
Μεταφορές	0,276
Ενέργεια	0,207
Περίθαλψη	0,190
Πρόληψη και Διαχείριση Καταστροφών	0,190
Δομημένα Περιβάλλοντα	0,172
Υγεία	0,155
Δημόσια Ασφάλεια	0,121
Ταξίδι και Τουρισμός	0,103
Τέχνες και Πολιτισμός	0,086

Πίνακας 11 Βαθμολογική Κατάταξη Τομέων (εφαρμογή του Κριτηρίου Β)

3.2.3. Τελική Βαθμολογία και Κατάταξη Τομέων

Η ολοκλήρωση της αξιολόγησης βάσει των δύο επιμέρους κριτηρίων οδηγεί στην τελική σύνθεση των αποτελεσμάτων. Η συνολική βαθμολογία για καθέναν από τους

15 τομείς προκύπτει από το άθροισμα της βαθμολογίας του Κριτηρίου Α (Βιβλιογραφική Βαρύτητα) και της βαθμολογίας του Κριτηρίου Β (Συνεισφορά στους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης). Δεδομένου ότι αμφότερα τα κριτήρια έχουν κανονικοποιηθεί με μέγιστη τιμή το 0.5, η συνολική βαθμολογία $\beta_{\sigma,\tau}$ κάθε τομέα διαμορφώνεται σε μια κλίμακα από 0 έως 1.0, βάσει του τύπου:

$$\beta_{\sigma,\tau} = \beta_{A,\tau} + \beta_{B,\tau}$$

όπου $\beta_{A,\tau}$ η βαθμολογία του Κριτηρίου Α και $\beta_{B,\tau}$ η βαθμολογία του Κριτηρίου Β. Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα και η προκύπτουσα κατάταξη παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα.

Κατάταξη των Τομέων Εφαρμογής του Διαδικτύου των Πραγμάτων			
	Κριτήριο Α	Κριτήριο Β	Σύνολο
Εφοδιαστική Αλυσίδα	0,500	0,310	0,810
Αστικό Περιβάλλον	0,410	0,397	0,807
Εκπαίδευση	0,296	0,500	0,796
Αγροτικός Τομέας	0,313	0,345	0,658
Βιομηχανία	0,208	0,293	0,501
Περιβάλλον και Κλιματική Δράση	0,110	0,328	0,438
Μεταφορές	0,160	0,276	0,436
Ενέργεια	0,197	0,207	0,404
Υγεία	0,215	0,155	0,370
Περίθαλψη	0,160	0,190	0,350
Δομημένα Περιβάλλοντα	0,142	0,172	0,314
Πρόληψη και Διαχείριση Καταστροφών	0,048	0,190	0,238
Δημόσια Ασφάλεια	0,046	0,121	0,167
Ταξίδι και Τουρισμός	0,018	0,103	0,121
Τέχνες και Πολιτισμός	0,007	0,086	0,093

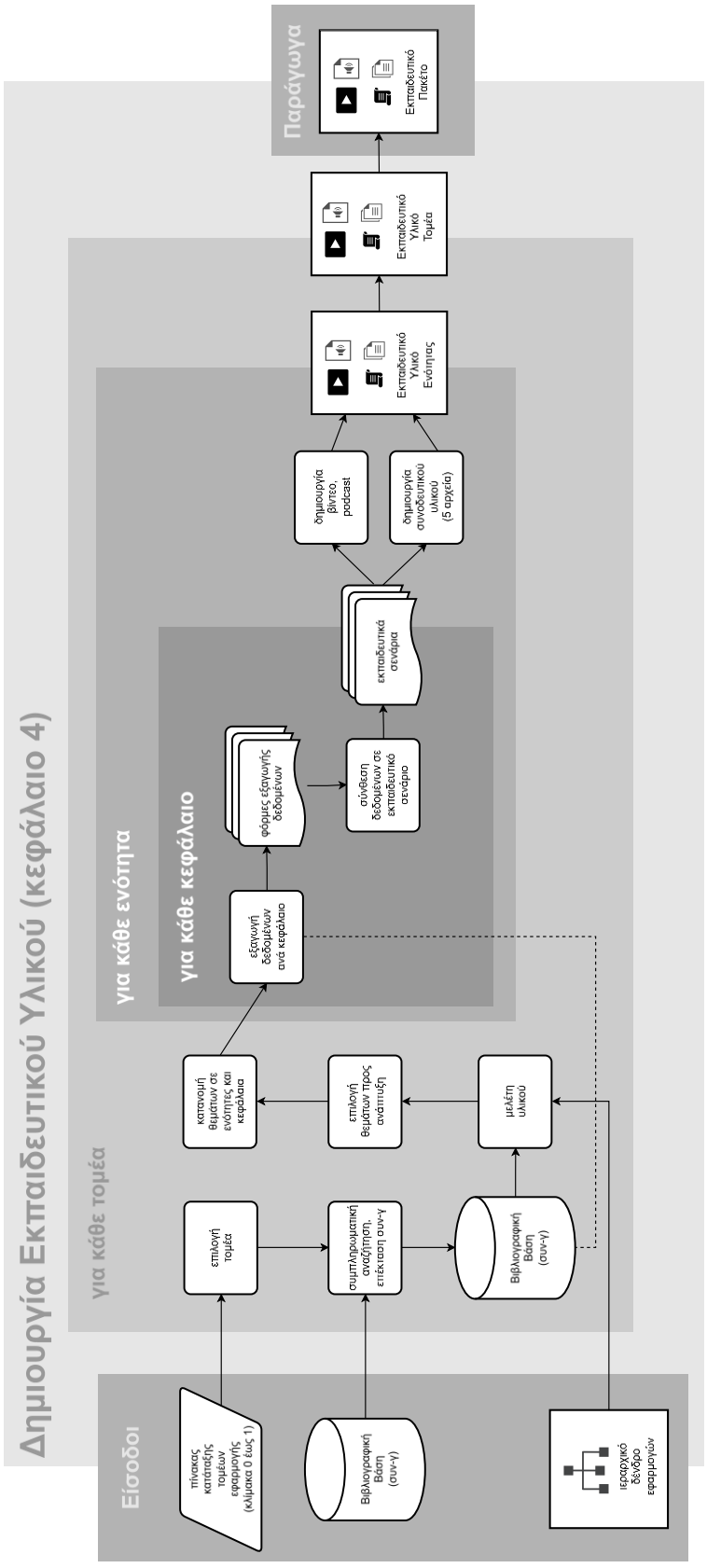
Πίνακας 12 Τελική Κατάταξη των Τομέων Εφαρμογής

Η εξαγωγή της συγκεκριμένης κατάταξης συνδέει άμεσα την ερευνητική διαδικασία με την πρακτική εφαρμογή του πλαισίου. Ουσιαστικά, αποτελεί τον οδηγό που

προσδιορίζει, με συστηματικό και τεκμηριωμένο τρόπο, τη σειρά προτεραιότητας για την επιλογή των τομέων και τη μετέπειτα ανάπτυξη του εκπαιδευτικού υλικού.

4. Παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού

Το παρόν κεφάλαιο συνιστά τον πρακτικό πυρήνα της διπλωματικής εργασίας, γεφυρώνοντας το θεωρητικό υπόβαθρο των προηγούμενων ενοτήτων με τη δημιουργία εκπαιδευτικών παραδοτέων. Κύριος στόχος είναι η αναλυτική παρουσίαση της διαδικασίας μετασχηματισμού της συγκεντρωμένης βιβλιογραφικής γνώσης σε ένα δομημένο και ολοκληρωμένο εκπαιδευτικό πακέτο. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού, ακολουθήθηκε μια συστηματική προσέγγιση, η οποία εκκινεί με δεδομένα εισόδου τη βιβλιογραφική βάση που διαμορφώθηκε από την αναζήτηση, το ιεραρχικό δέντρο που προέκυψε από την ταξινόμηση των εφαρμογών, και τον πίνακα κατάταξης βάσει της προτεραιοποίησης των τομέων. Μέσα από τα επόμενα στάδια, η διαδικασία οδηγεί στη στοχευμένη εξαγωγή πληροφοριών, τη σύνθεση εκπαιδευτικών σεναρίων και την τελική παραγωγή του οπτικοακουστικού και συνοδευτικού υλικού. Η συνολική μεθοδολογική ροή των σταδίων που ακολουθούν αποτυπώνεται οπτικά στο Σχήμα 7.



Σχήμα 7 Απεικόνιση της Διαδικασίας Δημιουργίας Εκπαιδευτικού Υλικού

4.1. Εισαγωγή

Η μετάβαση από τη θεωρητική έρευνα στην πρακτική εφαρμογή αποτελεί ένα κομβικό στάδιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Στο κεφάλαιο αυτό, επιχειρείται η συστηματική αξιοποίηση του όγκου δεδομένων που συγκεντρώθηκε και οργανώθηκε στη βιβλιογραφική βάση, με σκοπό τον μετασχηματισμό του σε δομημένο εκπαιδευτικό υλικό. Πρόθεση της εργασίας δεν είναι η απλή παράθεση ακαδημαϊκών πληροφοριών, αλλά η προσπάθεια οργάνωσης και παρουσίασης της γνώσης σε εύληπτες, διακριτές αλλά και αλληλένδετες ενότητες.

Για την υλοποίηση αυτής της προσπάθειας, ακολουθήθηκε μια προσέγγιση που επιδιώκει να συνδυάσει το θεωρητικό υπόβαθρο με την πρακτική εφαρμογή των τεχνολογιών που μελετήθηκαν. Ως βέλτιστη μορφή παραδοτέων επιλέχθηκε η παραγωγή σύντομων, περιεκτικών βιντεοδιαλέξεων, οι οποίες πλαισιώνονται από το αντίστοιχο συνοδευτικό υλικό (όπως αναλύσεις περιπτώσεων χρήσης και φόρμες δεδομένων). Η συγκεκριμένη επιλογή έγινε με γνώμονα τη διευκόλυνση της κατανόησης των εννοιών και την ανάδειξη των πραγματικών προκλήσεων και λύσεων ανά θεματικό τομέα.

Για την πλήρη και διαφανή τεκμηρίωση αυτής της διαδικασίας, το κεφάλαιο διαρθρώνεται στις εξής επιμέρους ενότητες:

Στην **Ενότητα 4.2** αναλύεται η μεθοδολογία ροής και τα διαδοχικά στάδια παραγωγής του υλικού.

Στην **Ενότητα 4.3** παρουσιάζονται τα εργαλεία και οι φόρμες εξαγωγής των δεδομένων.

Στην **Ενότητα 4.4** περιγράφεται η αρχιτεκτονική του τελικού εκπαιδευτικού πακέτου (βίντεο και συνοδευτικά αρχεία).

Στην **Ενότητα 4.5** παρατίθεται η αναλυτική παρουσίαση των εξαχθέντων δεδομένων και του υλικού που αναπτύχθηκε ανά επιλεγμένο τομέα εφαρμογής.

Τέλος, η **Ενότητα 4.6** παρουσιάζει τη δομή στην οποία έχει οργανωθεί το παραδοτέο εκπαιδευτικό πακέτο.

4.2. Επιλογή Τομέων και Σχεδιασμός Ενοτήτων

Η διαδικασία παραγωγής του εκπαιδευτικού υλικού ακολουθεί μια σταδιακή, ιεραρχική προσέγγιση, προκειμένου να διασφαλιστεί η οργανωμένη μετάβαση από τον ευρύτερο τομέα εφαρμογής στο τελικό εκπαιδευτικό πακέτο. Όπως αποτυπώθηκε στο Σχήμα 4, η μεθοδολογική ροή διακρίνεται σε τρία βασικά στάδια υλοποίησης:

1ο στάδιο: **Δεδομένα Εισόδου**

Η διαδικασία εκκινεί αξιοποιώντας τα αποτελέσματα των προηγούμενων κεφαλαίων. Συγκεκριμένα, αντλείται ο Πίνακας Κατάταξης των τομέων εφαρμογής (βάσει της κλίμακας προτεραιοποίησης 0 έως 1), το Ιεραρχικό Δέντρο που κατηγοριοποιεί τις τεχνολογικές εφαρμογές και η υφιστάμενη Βιβλιογραφική Βάση (συν-γ), η οποία αποτελεί τον πυρήνα της συγκεντρωμένης γνώσης.

2ο στάδιο: **Σχεδιασμός ανά Τομέα**

Για κάθε επιλεγμένο τομέα που προκύπτει από τον πίνακα κατάταξης, ακολουθείται μια διαδικασία επικαιροποίησης και χαρτογράφησης της γνώσης:

Συμπληρωματική Αναζήτηση: Η αρχική βιβλιογραφική βάση (συν-γ) επεκτείνεται και εμπλουτίζεται με πιο εξειδικευμένα άρθρα για τον εκάστοτε τομέα.

Μελέτη και Επιλογή Θεμάτων: Ακολουθεί η μελέτη του υλικού, μέσα από την οποία εντοπίζονται και επιλέγονται τα κομβικά θέματα που κρίνονται κατάλληλα προς ανάπτυξη.

Διάρθρωση Ύλης: Τα επιλεγμένα θέματα οργανώνονται και κατανέμονται συστηματικά σε εκπαιδευτικές ενότητες και, στη συνέχεια, σε μικρότερα, διαχειρίσιμα κεφάλαια.

3ο στάδιο: **Υλοποίηση ανά Ενότητα και Κεφάλαιο**

Αφού οριστεί η δομή της ύλης, η διαδικασία περνά στο στάδιο της παραγωγής, το οποίο επαναλαμβάνεται για κάθε επιμέρους κεφάλαιο:

Εξαγωγή Δεδομένων: Επιστρέφοντας στη βιβλιογραφική βάση (συν-γ) και με τη βοήθεια του ιεραρχικού δέντρου ως χάρτη πλοήγησης, εξάγονται στοχευμένα τα απαραίτητα στοιχεία για κάθε κεφάλαιο, με τη χρήση ειδικών φορμών (μητρών) εξαγωγής.

Σύνθεση σε Εκπαιδευτικό Σενάριο: Τα εξαχθέντα δεδομένα των φορμών συνθέτονται δημιουργώντας το τελικό εκπαιδευτικό σενάριο του κεφαλαίου.

4ο στάδιο: **Τελικά Παράγωγα**

Με την ολοκλήρωση των σεναρίων, η διαδικασία οδηγείται στη δημιουργία των τελικών παραδοτέων για κάθε ενότητα. Αυτά περιλαμβάνουν την παραγωγή του οπτικοακουστικού υλικού (βίντεο) και τη σύνταξη του αντίστοιχου συνοδευτικού υλικού (αποτελούμενο από 6 διακριτά αρχεία). Το σύνολο αυτών των στοιχείων συνθέτει το ολοκληρωμένο «Εκπαιδευτικό Πακέτο» του τομέα.

4.3. Εργαλεία Εξαγωγής Δεδομένων

Για τη συστηματική και ομοιόμορφη άντληση των πληροφοριών από τη βιβλιογραφική βάση, κρίθηκε απαραίτητη η χρήση τυποποιημένων εργαλείων καταγραφής. Στόχος ήταν η αποφυγή της αποσπασματικής συλλογής δεδομένων και η εξασφάλιση ότι κάθε εκπαιδευτικό κεφάλαιο θα τροφοδοτείται με πληροφορίες συγκεκριμένης δομής. Ανάλογα με τη φύση του εκάστοτε κεφαλαίου, σχεδιάστηκαν και αξιοποιήθηκαν δύο διακριτές φόρμες εξαγωγής δεδομένων.

4.3.1. Γενική Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων Εφαρμογών

Η συγκεκριμένη φόρμα αξιοποιείται για όλες τις περιπτώσεις πεδίων εφαρμογής του Διαδικτύου των Πραγμάτων, με εξαίρεση τις αναλύσεις συγκεκριμένων

περιπτώσεων χρήσης. Αποτελεί τον βασικό κορμό άντλησης δεδομένων και διακρίνεται σε δύο κατηγορίες πεδίων: τα βασικά (που αφορούν τη φύση της εφαρμογής) και τα επιπλέον πεδία.

Τα βασικά πεδία καταγράφουν τα στοιχειώδη χαρακτηριστικά της εφαρμογής και περιλαμβάνουν:

- **Τίτλος**: Περιγραφική ονομασία της εφαρμογής ή του θεματικού πλαισίου.
- **Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει**: Ο τρόπος με τον οποίο η συγκεκριμένη τεχνολογία παρεμβαίνει και οι βασικές λειτουργίες που προσφέρει.
- **Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ**: Τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά ή υποσυστήματα της τεχνολογίας που αξιοποιούνται στην εφαρμογή.
- **Τεχνολογίες που Συνεργάζεται**: Άλλα τεχνολογικά εργαλεία ή συστήματα με τα οποία αλληλεπιδρά.
- **Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ**: Η προστιθέμενη αξία και τα οφέλη από την ενσωμάτωσή του στο συγκεκριμένο πλαίσιο.

Τα επιπλέον πεδία συμπληρώνονται στα κεφάλαια τα οποία αναφέρονται σε ευρύτερες περιοχές εφαρμογής (όταν, για παράδειγμα, εξετάζεται ένας τομέας εποπτικά και συνολικά). Τα πεδία αυτά αξιοποιούνται για να εμπλουτίσουν το εκπαιδευτικό σενάριο, παρέχοντας επιπλέον χρήσιμες πληροφορίες που βοηθούν τον εκπαιδευόμενο να κατανοήσει βαθύτερα το πλαίσιο της θεματικής περιοχής:

- **Προβλήματα και Προκλήσεις του Τομέα**: Οι υφιστάμενες δυσκολίες του κλάδου.
- **(Ειδικές) Απαιτήσεις του Τομέα**: Οι απαιτήσεις του κλάδου από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων και γενικότερα από τις τεχνολογικές εφαρμογές.
- **Προκλήσεις στην ενσωμάτωση του ΔτΠ**: Τα εμπόδια εφαρμογής στον συγκεκριμένο τομέα.
- **Μελλοντικές Εξελίξεις / Κατευθύνσεις**: Οι τάσεις και οι προοπτικές ανάπτυξης.

Για την καλύτερη οπτικοποίηση του εργαλείου παρατίθεται η κενή μορφή της Γενικής Φόρμας Εξαγωγής Δεδομένων (Πίνακας 13), ακριβώς όπως σχεδιάστηκε για να καθοδηγήσει τη συλλογή των πληροφοριών.

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων ***Όνομα Κεφάλαιου***	
Τομέας	*όνομα τομέα*
Ενότητα	*αρ. ενότητας*
Κεφάλαιο	*αρ. κεφάλαιου*
Δεδομένα Εφαρμογής *(να επαναληφθεί όσες φορές απαιτείται)*	
Αρίθμηση Εφαρμογής	*αρ. εφαρμογής*
Όνομα Εφαρμογής	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
δεδομένο	*[αναφορά]*
(να επαναληφθεί όσες φορές απαιτείται)	
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
Επιπλέον Δεδομένα (προαιρετικά, μόνο για ευρύτερους τομείς/πεδία)	
Προβλήματα και Προκλήσεις του Τομέα	
Απαιτήσεις του Τομέα από το ΔτΠ και Γενικότερα από Τεχνολογικές Εφαρμογές	
Προκλήσεις στην Ενσωμάτωση του ΔτΠ	
Μελλοντικές Εξελίξεις/Κατευθύνσεις	

Πίνακας 13 Υπόδειγμα Γενικής Φόρμας Εξαγωγής Δεδομένων

4.3.2. Ειδική Φόρμα Περιπτώσεων Χρήσης

Η δεύτερη φόρμα χρησιμοποιείται αποκλειστικά όταν ένα εκπαιδευτικό κεφάλαιο μέσα στο βίντεο είναι αφιερωμένο στην παρουσίαση μιας συγκεκριμένης

περίπτωσης χρήσης. Η δομή της ακολουθεί μια λογική αλληλουχία από την αναγνώριση του προβλήματος έως την αξιολόγηση της πραγματικής λύσης, περιλαμβάνοντας έξι πεδία:

- **Τίτλος Περίπτωσης**: Ο προσδιορισμός της συγκεκριμένης μελέτης περίπτωσης.
- **Πλαίσιο**: Το περιβάλλον (όπως τομέας, οργανισμός ή κλίμακα) στο οποίο εντάσσεται η υλοποίηση.
- **Προβλήματα**: Οι δυσκολίες ή οι περιορισμοί που υπήρχαν πριν την εφαρμογή της λύσης.
- **Ανάγκες**: Οι απαιτήσεις που προέκυψαν για την αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων.
- **Εφαρμογή και Ρόλος του ΔτΠ**: Περιγραφή της εφαρμογής και του τρόπου με τον οποίο αξιοποιήθηκε το Διαδίκτυο των Πραγμάτων.
- **Αποτελέσματα και Συμπεράσματα**: Πληροφορίες όπως ο αντίκτυπος της εφαρμογής, τα οφέλη που προέκυψαν και η τελική αξιολόγηση της λύσης.

Αντίστοιχα με τη Γενική Φόρμα, παρατίθεται η κενή μορφή της Ειδικής Φόρμας Περιπτώσεων Χρήσης (Πίνακας 14) για την καλύτερη οπτικοποίηση του εργαλείου.

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων Περίπτωση Χρήσης: ***Τίτλος Περίπτωσης*** *[αναφορά]*	
Τομέας	*όνομα τομέα*
Ενότητα	*αρ. ενότητας*
Κεφάλαιο	*αρ. κεφάλαιου*
Δεδομένα Εφαρμογής (Περίπτωσης Χρήσης)	
Πλαίσιο	
Προβλήματα	
Ανάγκες	
Εφαρμογή και Ρόλος του ΔτΠ	
Αποτελέσματα και Συμπεράσματα	

Πίνακας 14 Υπόδειγμα Ειδικής Φόρμας Περίπτωσης Χρήσης

4.3.3. Ενδεικτική Εξαγωγή Δεδομένων με Συμπλήρωση των Φορμών

Προκειμένου να καταστεί απόλυτα σαφής ο τρόπος με τον οποίο τα παραπάνω εργαλεία αξιοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της έρευνας, παρατίθενται στη συνέχεια δύο αντιπροσωπευτικά παραδείγματα πλήρως συμπληρωμένων φορμών.

Συγκεκριμένα, ο Πίνακας 15 παρουσιάζει τη Γενική Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων όπως ακριβώς συμπληρώθηκε για τις ανάγκες του Κεφαλαίου 1.1. Το συγκεκριμένο παράδειγμα αποτυπώνει την έκταση και το βάθος της πληροφορίας που συλλέγεται (βασικά και επιπλέον πεδία) προτού αυτή μετασχηματιστεί σε εκπαιδευτικό σενάριο.

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων στην Εκπαίδευση**	
Τομέας	Εκπαίδευση
Ενότητα	1
Κεφάλαιο	1.1
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής	
ενίσχυση της εκπαιδευτικής διαδικασίας μέσω της αναλυτικής επεξεργασίας των μαθησιακών δεδομένων	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
συνεχής συλλογή δεδομένων σχετικά με τους εμπλεκόμενους στην εκπαιδευτική διαδικασία με χρήση εκτεταμένου δικτύου ψηφιακών μέσων και φυσικών συσκευών	(Bakla, 2021) (Kurni και K. G., 2025)
δημιουργία ενός έξυπνου εκπαιδευτικού περιβάλλοντος, μετατρέποντας απλά αντικείμενα σε προηγμένες συσκευές, εξοπλισμένες με δυνατότητες υπολογισμού και επικοινωνίας	(Bakla, 2021)
αξιοποίηση δεδομένων από πολλαπλές πηγές, συμπεριλαμβανομένων Συστημάτων Διαχείρισης Μάθησης και εφαρμογών κοινωνικής δικτύωσης	(Bakla, 2021)
ανάλυση της δραστηριότητας και της συμπεριφοράς των μαθητών (επίπεδο προσοχής, συναισθηματική κατάσταση, συμμετοχή σε συζητήσεις, φυσικές αλληλεπιδράσεις, εμπλοκή σε εκπαιδευτικές δραστηριότητες και συμμετοχή σε συνεργατικές δραστηριότητες)	(Bakla, 2021) (Subhedar, Mahalle και Pawar, 2025) (Kostadimas, Kasapakis και Kotis, 2025) (Abubakar, Gillam και Sastry, 2026) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
αξιολόγηση μαθησιακών αποτελεσμάτων (βαθμοί, δείκτης εγκατάλειψης)	(Bakla, 2021) (Kostadimas, Kasapakis και Kotis, 2025) (Machkour και Abriane, 2024)
ανίχνευση δυνατών και αδύναμων σημείων, καθώς και των αντίστοιχων κενών και δυσκολιών των εκπαιδευομένων	(Bakla, 2021) (Subhedar, Mahalle και Pawar, 2025)
εντοπισμός δυσλειτουργιών στην εκπαιδευτική διαδικασία που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας και τη μάθηση	(Bakla, 2021)

διερεύνηση του αντίκτυπου περιβαλλοντικών παραγόντων στις επιδόσεις των φοιτητών	(Machkour και Abriane, 2024)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
φορετές συσκευές (έξυπνα ρολόγια, καταγραφείς φυσικής κατάστασης)	(Bakla, 2021) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
φορητές συσκευές (έξυπνα τηλέφωνα, ταμπλέτες)	(Bakla, 2021) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
περιβαλλοντικοί αισθητήρες (θερμοκρασία, επίπεδα CO2)	(Bakla, 2021)
βιομετρικοί αισθητήρες (πληθυσμός, θερμοκρασία σώματος)	(Bakla, 2021)
τεχνολογίες ταυτοποίησης (RFID, αναγνώριση προσώπου)	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
κοινωνικά δίκτυα	(Bakla, 2021)
συστήματα διαχείρισης μάθησης	(Bakla, 2021)
μεγάλα δεδομένα	(Bakla, 2021)
υπολογιστική νέφους	(Bakla, 2021)
μηχανική μάθηση	(Bakla, 2021)
ανάλυση συναισθημάτων	(Bakla, 2021)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
ενδυνάμωση της διαμόρφωσης εκπαιδευτικής στρατηγικής βάσει δεδομένων	(Bakla, 2021)
υποστήριξη του διοικητικού έργου των εκπαιδευτικών φορέων	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025) (Kurni και K. G., 2025)
εξατομίκευση εκπαίδευσης με προσαρμογή του περιεχομένου, των εκπαιδευτικών διαδικασιών, του ρυθμού, της ανατροφοδότησης και των στόχων	(Bakla, 2021) (Rathi κ.ά., 2025) (Subhedar, Mahalle και Pawar, 2025) (Kostadimas, Kasapakis και Kotis, 2025) (Paliktzoglou και Vlachopoulou, 2024) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
αντικατάσταση της παραδοσιακής προσέγγισης ενιαίας διδασκαλίας με μία προσαρμοστική διαδικασία μάθησης	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
έγκαιρη παροχή πρακτικά αξιοποιήσιμων πληροφοριών στο εκπαιδευτικό προσωπικό που επιτρέπει την άμεση παρέμβαση	(Bakla, 2021)
δημιουργία συμπεριληπτικού εκπαιδευτικού περιβάλλοντος που ανταποκρίνεται δυναμικά στη συναισθηματική και γνωστική κατάσταση των εκπαιδευόμενων	(Machkour και Abriane, 2024)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	2
Όνομα Εφαρμογής	
βελτίωση της προσβασιμότητας και της συμπερίληψης	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
παροχή καινοτόμων εκπαιδευτικών λύσεων που βοηθούν μαθητές με αισθητηριακές, γνωστικές ή κινητικές αναπηρίες να έχουν ισότιμη πρόσβαση στη μάθηση	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
προσαρμογή εκπαιδευτικού υλικού στις ανάγκες και ικανότητες του εκπαιδευόμενου	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
παρακολούθηση της υγείας των εκπαιδευόμενων	(Terzieva, Ilchev και Todorova, 2022)
διάθεση ενός πακέτου βοηθητικών τεχνολογικών μέσων που υποστηρίζουν την αυτονομία και την καθημερινή λειτουργική	(Wambua, 2023)

ικανότητα των μαθητών με κινητικές και αισθητηριακές αναπηρίες	
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες παραμέτρων υγείας	(Terzieva, Ilchev και Todorova, 2022)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
συσκευές μετατροπής ομιλίας σε κείμενο και αντίστροφα	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025) (Zeeshan, Hämäläinen και Neittaanmäki, 2022)
συστήματα υποτιτλισμού και μεταγραφής	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
απτικές συσκευές	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
τεχνητή νοημοσύνη	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
βελτίωση της ικανότητας και των ευκαιριών μάθησης ατόμων με αναπηρίες	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
παροχή βοήθειας σε μαθητές με δυσλεξία ώστε να διαβάζουν και να γράφουν πιο αποτελεσματικά (συσκευές μετατροπής ομιλίας σε κείμενο και αντίστροφα)	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
παροχή βοήθειας σε μαθητές με προβλήματα ακοής ώστε να καταλαβαίνουν καλύτερα τα μαθήματα (συστήματα υποτιτλισμού και μεταγραφής)	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025) (Wambua, 2023)
παροχή βοήθειας σε μαθητές με προβλήματα όρασης ώστε να αντιλαμβάνονται σωστότερα αφηρημένες έννοιες (συστήματα απτικής ανάδρασης)	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
ειδοποίηση του εκπαιδευτικού προσωπικού κατά την εμφάνιση περιστατικών που χρήζουν εξατομικευμένης προσοχής και παρέμβασης	(Terzieva, Ilchev και Todorova, 2022)
δυνατότητα επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης σε εκπαιδευόμενους με δυσκολίες στην ακοή και ομιλία	(Zeeshan, Hämäläinen και Neittaanmäki, 2022)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	3
Όνομα Εφαρμογής	
διάθεση ανοιχτών δεδομένων στην εκπαιδευτική διαδικασία	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
συλλογή δεδομένων από αισθητήρες	(Moreira, Vairinhos και Ramos, 2024)
διαμοιρασμός των δεδομένων με την εκπαιδευτική διαδικασία	(Moreira, Vairinhos και Ramos, 2024)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες	(Moreira, Vairinhos και Ramos, 2024)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
πρόσβαση σε δεδομένα του ΔτΠ χωρίς το οικονομικό κόστος και τις τεχνικές δυσκολίες ανάπτυξης της αντίστοιχης τεχνολογικής υποδομής	(Moreira, Vairinhos και Ramos, 2024)

πρόσβαση σε αξιόπιστα δεδομένα	(Moreira, Vairinhos και Ramos, 2024)
Επιπλέον Δεδομένα (προαιρετικά, μόνο για ευρύτερους τομείς/πεδία)	
Προβλήματα και Προκλήσεις του Τομέα	
Υπάρχει μια αυξανόμενη ανισότητα μεταξύ αναπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών σε επίπεδο πόρων, γεγονός που εμποδίζει την ισότιμη παροχή ποιοτικής εκπαίδευσης σε όλες τις κοινωνικές ομάδες.	(Zeeshan, Hämäläinen και Neittaanmäki, 2022)
Η παραδοσιακή εκπαίδευση δυσκολεύεται να ανταπεξέλθει στο σύγχρονο περιβάλλον επειδή οι παραδοσιακές δομές θεωρούνται ανεπαρκείς για την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης, ενώ το αυξανόμενο ψηφιακό χάσμα εμποδίζει την ισόποση παροχή ποιοτικών γνώσεων σε μια εποχή ταχείας τεχνολογικής εξέλιξης.	(Zeeshan, Hämäläinen και Neittaanmäki, 2022)
Το παραδοσιακό εκπαιδευτικό σύστημα λειτουργούσε βάσει ενός καθολικού μοντέλου διδασκαλίας. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων φέρνει επανάσταση, επιτρέποντας την προσαρμοστική μάθηση. Μέσω της παρακολούθησης της προόδου των μαθητών, οι εκπαιδευτικοί μπορούν πλέον να προσαρμόζουν τη διδασκαλία τους εξατομικευμένα.	(Kurni και K. G., 2025)
Απαιτήσεις του Τομέα από το ΔτΠ και Γενικότερα από Τεχνολογικές Εφαρμογές	
Η εκπαίδευση πρέπει να εξελίσσεται με τον ρυθμό των τεχνολογικών εξελίξεων για να παραμείνει σύγχρονη και αποτελεσματική.	(Zeeshan, Hämäläinen και Neittaanmäki, 2022)
Η εκπαίδευση χρειάζεται να μετασχηματιστεί μέσω καινοτόμων τεχνολογιών όπως το ΔτΠ για να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της 4ης Βιομηχανικής Επανάστασης, εξασφαλίζοντας μια βιώσιμη και δίκαιη κατάρτιση εξειδικευμένου εργατικού δυναμικού υψηλού επιπέδου.	(Zeeshan, Hämäläinen και Neittaanmäki, 2022)
Προκλήσεις στην Ενσωμάτωση του ΔτΠ	
Οι φοιτητές δεν έχουν ομοιόμορφη πρόσβαση στη τεχνολογία. Για να επιτευχθεί η μέγιστη αξιοποίηση του ΔτΠ στην εκπαίδευση απαιτείται η χρήση ποικιλίας τεχνολογικών μέσων εντός και εκτός του εκπαιδευτικού ιδρύματος. Για να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα πρέπει ο εκπαιδευτικός φορέας ή αρμόδια αρχή να αναλάβει τη προμήθεια των συσκευών, εγχείρημα το οποίο κρίνεται εξαιρετικά δαπανηρό, ιδιαιτέρως αν στα κόστη ληφθούν υπόψη η εγκατάσταση και η συντήρησή τους.	(Rakić, 2023)
Για να αποδώσουν τα εκπαιδευτικά εργαλεία που βασίζονται στο IoT είναι απολύτως απαραίτητη η καθολική πρόσβαση σε ψηφιακή υποδομή.	(Abubakar, Gillam και Sastry, 2026) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
Η συστηματική εισαγωγή του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην εκπαίδευση επιφέρει σημαντικό μετασχηματισμό στη λειτουργία του εκπαιδευτικού συστήματος, γεγονός που αυξάνει τη πολυπλοκότητα για τα εμπλεκόμενα μέρη, εφόσον αυτά είναι συνηθισμένα σε παραδοσιακές μεθόδους.	(Rakić, 2023)
Η διακίνηση προσωπικών δεδομένων των μαθητών εντός του οικοσυστήματος του ΔτΠ εγκυμονεί κινδύνους για την ασφάλειά τους, όπως μη εξουσιοδοτημένη χρήση τους από κυβερνοεγκληματίες ή απώλεια δεδομένων ζωτικής σημασίας.	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025) (Alhazmi κ.ά., 2023)

Το αρχικό κόστος επένδυσης αποτελεί σημαντικό ανασταλτικό παράγοντα. Σε αυτό περιλαμβάνονται στιβαρές διαδικτυακές υποδομές, υλικό και λογισμικό, απασχόληση εξειδικευμένων επιστημόνων και τεχνικών, καθώς και εκπαίδευση του προσωπικού.	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025) (Alhazmi κ.ά., 2023)
Η πολυπλοκότητα των συστημάτων, οι ψηφιακές ανισότητες λόγω οικονομικής κατάστασης, οι αρνητικές αντιδράσεις στη παρακολούθηση από μαθητές και η διστακτικότητα των εμπλεκομένων μερών οδηγεί σε χαμηλό βαθμό αποδοχής του ΔτΠ.	(Alhazmi κ.ά., 2023)
Η έλλειψη διαδικτυακών υποδομών και ενεργειακών πόρων αποτελεί σημαντική πρόκληση για την ενσωμάτωση του ΔτΠ στην εκπαίδευση σε αναπτυσσόμενες χώρες.	(Alhazmi κ.ά., 2023)
Μελλοντικές Εξελίξεις/Κατευθύνσεις	
Η εξάπλωση των δικτύων 5G υπόσχεται σημαντική αναβάθμιση της συνδεσιμότητας, εξασφαλίζοντας υψηλές ταχύτητες απόκριση και διευρύνοντας τις δυνατότητες αξιοποίησης προηγμένων τεχνολογιών. Συγκεκριμένα, θα ενισχύσει εφαρμογές όπως τα εικονικά εργαστήρια, την επαυξημένη πραγματικότητα και τη διαδικτυακή συνεργασία σε πραγματικό χρόνο. Επιπλέον, θα διευκολύνει σημαντικά τη διασύνδεση εκπαιδευτικών ιδρυμάτων σε περιοχές που εξυπηρετούνται κυρίως από ξεπερασμένες υποδομές καλωδίων χαλκού.	(Kurni και K. G., 2025)
Η διαρκώς κλιμακούμενη τάση μεταφοράς υπολογιστικών λειτουργιών στα άκρα του δικτύου αναμένεται να απελευθερώσει την υποδομή από την αποκλειστική εξάρτηση από τα κεντρικά συστήματα υπολογιστικής νέφους, βελτιώνοντας σημαντικά την απόκριση σε εφαρμογές πραγματικού χρόνου. Επιπλέον, η τοπική επεξεργασία των δεδομένων θα ενισχύσει την ασφάλεια και την ιδιωτικότητα, μειώνοντας δραστικά τους κινδύνους διαρροής ή μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης που συνδέονται με τη μετάδοση ευαίσθητων πληροφοριών στο διαδίκτυο.	(Kurni και K. G., 2025)
Η υπερβολική εξάρτηση από τα ψηφιακά συστήματα είναι δυνατόν να αποξενώσει φοιτητές και εκπαιδευτικούς. Η εκπαίδευση δεν αφορά απλώς τη μετάδοση πληροφοριών αλλά και την κοινωνικοποίηση και την διαπροσωπική ανταλλαγή δεξιοτήτων. Για αυτό τον λόγο, τα εκπαιδευτικά ιδρύματα πρέπει να επιτύχουν μια ισορροπία ώστε τα ψηφιακά εργαλεία να εμπλουτίσουν και να υποστηρίξουν την εκπαίδευση χωρίς να υποκαταστήσουν την ανθρώπινη αλληλεπίδραση.	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
Για την αποτελεσματική ενσωμάτωση του ΔτΠ στην εκπαιδευτική διαδικασία, είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη τεχνολογικοί και κανονιστικοί παράγοντες που σχετίζονται με την προστασία των προσωπικών δεδομένων και της ιδιωτικότητας των μαθητών.	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)

Πίνακας 15 Παράδειγμα εξαγωγής δεδομένων με συμπλήρωση της Γενικής Φόρμας Δεδομένων

Αντίστοιχα, ο Πίνακας 16 παρουσιάζει μια συμπληρωμένη Ειδική Μήτρα Περίπτωσης Χρήσης για το Κεφάλαιο 2.3, αναδεικνύοντας τον στοχευμένο τρόπο με τον οποίο εξάγονται δεδομένα για τις περιπτώσεις χρήσης.

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων Περίπτωση Χρήσης: **Εκπαίδευση στη Πρόβλεψη της Ποιότητας Αέρα Αστικού Περιβάλλοντος από Ανοικτά Δεδομένα** (Cáceres-Tello κ.ά., 2025)	
Τομέας	Εκπαίδευση
Ενότητα	2
Κεφάλαιο	2.3
Δεδομένα Εφαρμογής (Περίπτωσης Χρήσης)	
Πλαίσιο	
Οργανισμός: Πόλη της Μαδρίτης, συνεργασία με Πανεπιστήμια Κλάδος: Επιστήμη Περιβάλλοντος, Ποιότητα Αέρα σε Αστικό Περιβάλλον Κλίμακα: Η μητροπολιτική περιοχή της Μαδρίτης Χρονική Περίοδος: 2020-2024	
Προβλήματα	
Η αξιοποίηση πραγματικών περιβαλλοντικών συνόλων δεδομένων στη πανεπιστημιακή εκπαίδευση είναι σπάνια, κυρίως λόγω της έλλειψης τυποποιημένων ροών εργασιών και εργαλείων που επιτρέπουν την ανάλυση, οπτικοποίηση και ερμηνεία των δεδομένων.	
Ανάγκες	
○ διαρκής παρακολούθηση και πρόβλεψη ρύπων (NO2 και O3) για την εκτίμηση των κινδύνων στην υγεία και την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής πολιτικής ○ προώθηση του εγγραμματισμού στα δεδομένα και της ενεργής μάθησης μέσω της εφαρμογής επιστημονικών μεθοδολογιών	
Εφαρμογή και Ρόλος του ΔτΠ	
○ Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων διεκπεραιώνει τη συλλογή δεδομένων τύπων (NO2, O3, PM10, PM2.5, SO2, CO) καθώς και περιβαλλοντικών παραμέτρων (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα και διεύθυνση αέρα, ηλιακή ακτινοβολία, υετός) σε ωριαία βάση και τη διάθεση των δεδομένων μέσω της πύλης ανοικτών δεδομένων της πόλης. ○ Οι εκπαιδευόμενοι/-νες αποκτούν πρόσβαση στα ανοικτά δεδομένα, εφαρμόζουν προβλεπτικά μοντέλα σε R σε περιβάλλον Quarto, παρέχοντας προβλέψεις 90 ημερών. Τα αποτελέσματά τους ενσωματώνονται σε αναφορές, μαζί με το κώδικα και τις ροές εργασίας, ώστε να είναι αναπαράξιμα.	
Αποτελέσματα και Συμπεράσματα	
○ Η ροή εργασίας μετατρέπει τα πρωτογενή περιβαλλοντικά δεδομένα σε εύκολα προσβάσιμες πηγές, κατάλληλες για επιστημονική ερμηνεία και εκπαίδευση STEM. ○ Οι μεθοδολογίες που αναπτύχθηκαν προάγουν την εμπλοκή των πολιτών, δημιουργώντας μια πλατφόρμα όπου εκπαιδευόμενοι/-νες και επιστήμονες μπορούν να ερευνήσουν τη δυναμική της αστικής ατμόσφαιρας, με ροές εργασίας βασισμένες σε R και Quarto. ○ Η προσέγγιση αυτή συνθέτει έναν οδικό χάρτη για την εφαρμογή περιβαλλοντικής εκπαιδευτικής μεθοδολογίας, ο οποίος μπορεί να ακολουθηθεί σε οποιαδήποτε πόλη διαθέτει ανοικτά δεδομένα ποιότητας του αέρα.	

Πίνακας 16 Παράδειγμα εξαγωγής δεδομένων με συμπλήρωση της Ειδικής Φόρμας Δεδομένων

4.4. Αρχιτεκτονική Εκπαιδευτικού Υλικού

Το τελικό αποτέλεσμα της μεθοδολογίας που περιγράφηκε στα προηγούμενα στάδια είναι η παραγωγή ενός ολοκληρωμένου εκπαιδευτικού πακέτου για κάθε επιλεγμένο τομέα. Η αρχιτεκτονική αυτού του πακέτου σχεδιάστηκε με γνώμονα την πολυμεσική

μάθηση, συνδυάζοντας την οπτικοακουστική παρακολούθηση με τη δυνατότητα περαιτέρω μελέτης μέσω γραπτών κειμένων. Το εκπαιδευτικό πακέτο κάθε ενότητας δομείται σε δύο κύριες μορφές: το βασικό οπτικοακουστικό υλικό (αρχεία μορφής .mp4) και τα συνοδευτικά αρχεία (αρχεία μορφής .pdf).

1. Οπτικοακουστικό και Ηχητικό Υλικό (Βιντεοδιαλέξεις και Podcasts)

Ο πυρήνας του εκπαιδευτικού πακέτου διαρθρώνεται γύρω από διαλέξεις σε μορφή βίντεο, οι οποίες παρέχονται εναλλακτικά και σε αμιγώς ηχητική μορφή ως ψηφιακές ακουστικές εκπομπές (podcasts), με στόχο την ενίσχυση της προσβασιμότητας και την εξυπηρέτηση διαφορετικών μαθησιακών προφίλ.

Η σύνθεση και η οπτικοποίηση των εκπαιδευτικών σεναρίων πραγματοποιήθηκε στο περιβάλλον του Microsoft PowerPoint, από όπου έγινε και η τελική εξαγωγή των αρχείων βίντεο (.mp4). Για τον οπτικό εμπλουτισμό των διαλέξεων και τη διατήρηση του ενδιαφέροντος του εκπαιδευόμενου, αξιοποιήθηκε οπτικοακουστικό υλικό ελεύθερο πνευματικών δικαιωμάτων (royalty-free), το οποίο αντλήθηκε από εξειδικευμένες πλατφόρμες (Pexels, Pixabay, Magnific για βίντεο και Unsplash για φωτογραφίες).

Επιπλέον, για την αφήγηση των σεναρίων δεν χρησιμοποιήθηκε φυσική ηχογράφηση, αλλά υπηρεσίες σύνθεσης φωνής (text-to-speech) μέσω της διαδικτυακής πλατφόρμας Voicemaker.in, εξασφαλίζοντας σταθερό, επαγγελματικό και καθαρό εκφωνητικό αποτέλεσμα. Η παραγόμενη αφήγηση αποτέλεσε ταυτόχρονα και τη βάση για τη δημιουργία των podcasts. Η εξαγωγή, η τελική επεξεργασία και η βελτιστοποίηση των αρχείων ήχου (.mp3) για την εναλλακτική ηχητική μορφή του υλικού πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του λογισμικού επεξεργασίας ήχου ανοιχτού κώδικα Audacity.

2. Συνοδευτικό Υλικό

Για την υποστήριξη της ασύγχρονης μάθησης και την παροχή επιπλέον πηγών εμβάθυνσης, κάθε βιντεοδιάλεξη πλαισιώνεται από ένα σταθερό σετ πέντε

συνοδευτικών αρχείων. Τα αρχεία αυτά συντάχθηκαν στο Microsoft Word και διατίθενται στον εκπαιδευόμενο σε μορφή pdf, περιλαμβάνοντας τα εξής:

- **Βιβλιογραφικές αναφορές**: Ο αναλυτικός κατάλογος των ακαδημαϊκών πηγών και άρθρων που χρησιμοποιήθηκαν για τη δομή και το περιεχόμενο της συγκεκριμένης ενότητας.
- **Λεξικό αγγλικών όρων**: Ένα γλωσσάρι που επεξηγεί την εξειδικευμένη αγγλόφωνη ορολογία της τεχνολογίας που συναντάται στο βίντεο, διευκολύνοντας την κατανόηση.
- **Μεταγραφή της παρουσίασης**: Το πλήρες κείμενο της αφήγησης, συνοδευόμενο από τα αντίστοιχα οπτικά σχήματα του βίντεο, για εκπαιδευομένους/-νες που προτιμούν τη γραπτή μελέτη.
- **Περιπτώσεις χρήσης**: Ένα έγγραφο όπου συνοψίζονται πραγματικές εφαρμογές στον τομέα με τους αντίστοιχους συνδέσμους για περαιτέρω διερεύνηση.
- **Συμπληρωματικό υλικό για μελέτη**: Επιπρόσθετες πηγές και υλικό, προσεκτικά διαβαθμισμένο σε επίπεδα τεχνικής δυσκολίας, ώστε να καλύπτει διαφορετικές εκπαιδευτικές ανάγκες των χρηστών/-στριών.

Ενδεικτικά στιγμιότυπα από την τελική μορφοποίηση και τη δομή του συνοδευτικού υλικού (έγγραφα .pdf) παρατίθενται στις εικόνες που ακολουθούν.


Εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων

1 Εκπαίδευση (Μέρος 1)

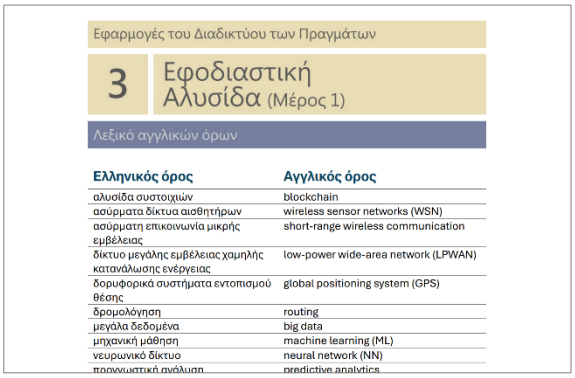
Βιβλιογραφικές Αναφορές

[1] Abubakar, A. K., Gillam, L., & Sastry, N. (2026). The Role of the Internet of Things (IoT) in Achieving the United Nations (UN) Sustainable Development Goals (SDGs)—A Systematic Review. ACM Computing Surveys, 58(3), 1–46. https://doi.org/10.1145/3765516

[2] Alhazmi, A. K., Kaed, E., Al-Hammadi, F., Alsakkaf, N., & Al-Hammadi, Y. (2023). The Internet of Things as a Tool Towards Smart Education: A Systematic Review. Στο K. Arai (Επιμ.), Proceedings of the Future Technologies Conference (FTC) 2022, Volume 3 (σελ. 633–648). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-18344-7_45

[3] Bakla, A. (2021). Learning Analytics Through Internet of Things for Better

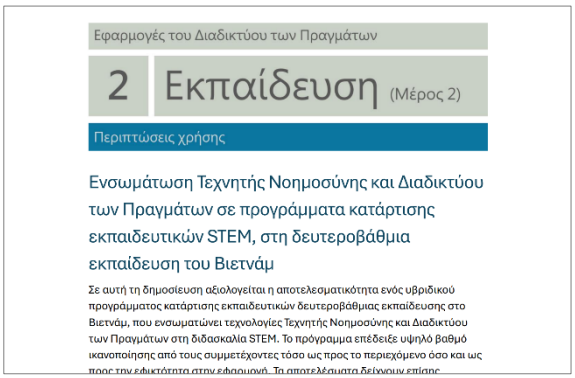
Εικόνα 1 Στιγμιότυπο Συνοδευτικού Υλικού: Βιβλιογραφικές αναφορές



Εικόνα 2 Στιγμιότυπο Συνοδευτικού Υλικού: Λεξικό Αγγλικών Όρων



Εικόνα 3 Στιγμιότυπο Συνοδευτικού Υλικού: Μεταγραφή της παρουσίασης



Εικόνα 4 Στιγμιότυπο Συνοδευτικού Υλικού: Περιπτώσεις χρήσεις



Εικόνα 5 Στιγμιότυπο Συνοδευτικού Υλικού: Συμπληρωματικό υλικό για μελέτη

Η συνδυαστική χρήση του βίντεο και των πέντε αυτών εγγράφων εξασφαλίζει ότι ο/η εκπαιδευόμενος/-η λαμβάνει μια σφαιρική και άμεσα εφαρμόσιμη εικόνα του αντικειμένου.

4.5. Αναλυτική Παρουσίαση Εκπαιδευτικών Ενοτήτων

Εφαρμόζοντας τη μεθοδολογία και τα εργαλεία που περιγράφηκαν στα προηγούμενα στάδια, η διαδικασία ολοκληρώθηκε με τη σύνθεση των δεδομένων ανά τομέα, τη μετατροπή τους σε σενάρια βιντεοδιαλέξεων και την ανάπτυξη του εκπαιδευτικού υλικού για 3 επιλεγμένους τομείς σε 10 θεματικές ενότητες. Για την αποφυγή υπερφόρτωσης του κυρίως κειμένου με πρωτογενή δεδομένα και τα κείμενα των σεναρίων, στην παρούσα ενότητα παρουσιάζεται εποπτικά κάθε τομέας, ενώ

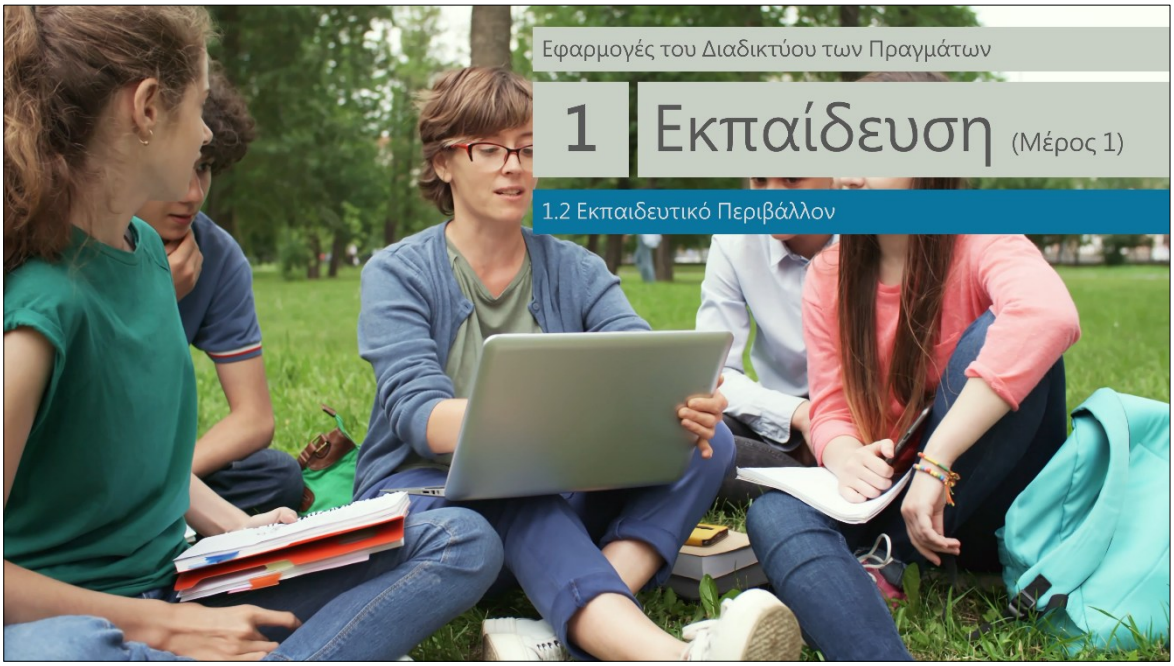
παρατίθενται οι ακριβείς παραπομπές στα αντίστοιχα Παραρτήματα για την πλήρη μελέτη των δεδομένων και των σεναρίων.

4.5.1. Τομέας: Εκπαίδευση

Για την κάλυψη της ανάγκης παρουσίασης της ενσωμάτωσης του Διαδικτύου των Πραγμάτων στον τομέα της Εκπαίδευσης, η αρχική βιβλιογραφική βάση εμπλουτίστηκε μέσω στοχευμένης συμπληρωματικής αναζήτησης στη βάση δεδομένων Scopus. Χρησιμοποιώντας λέξεις-κλειδιά σχετικές με αυτό το πλαίσιο, όπως "education", "stem", "campus", "school", "university", και "classroom". Εντοπίστηκαν και προστέθηκαν στη βάση επτά επιπλέον εξειδικευμένα επιστημονικά άρθρα.

4.5.1.1. Ενότητα 1

Στην πρώτη ενότητα, που αφορά τις εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην Εκπαίδευση, αναλύεται ο πολυδιάστατος ρόλος του στον τομέα, εστιάζοντας σε τρεις βασικούς άξονες: τη γενική ενσωμάτωσή του στην εκπαιδευτική διαδικασία, τη μεταμόρφωση του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος και την καινοτομία εντός της αίθουσας διδασκαλίας. Το βίντεο αποσκοπεί στην παρουσίαση των τεχνολογικών ευρημάτων που επιτρέπουν τη μετάβαση από παραδοσιακές μεθόδους σε έξυπνα, προσαρμοστικά και βιώσιμα εκπαιδευτικά οικοσυστήματα, υπογραμμίζοντας τη δυνατότητα του Διαδικτύου των Πραγμάτων να αναλύει δεδομένα, να προστατεύει την κοινότητα και να βελτιστοποιεί τη διδακτική εμπειρία.

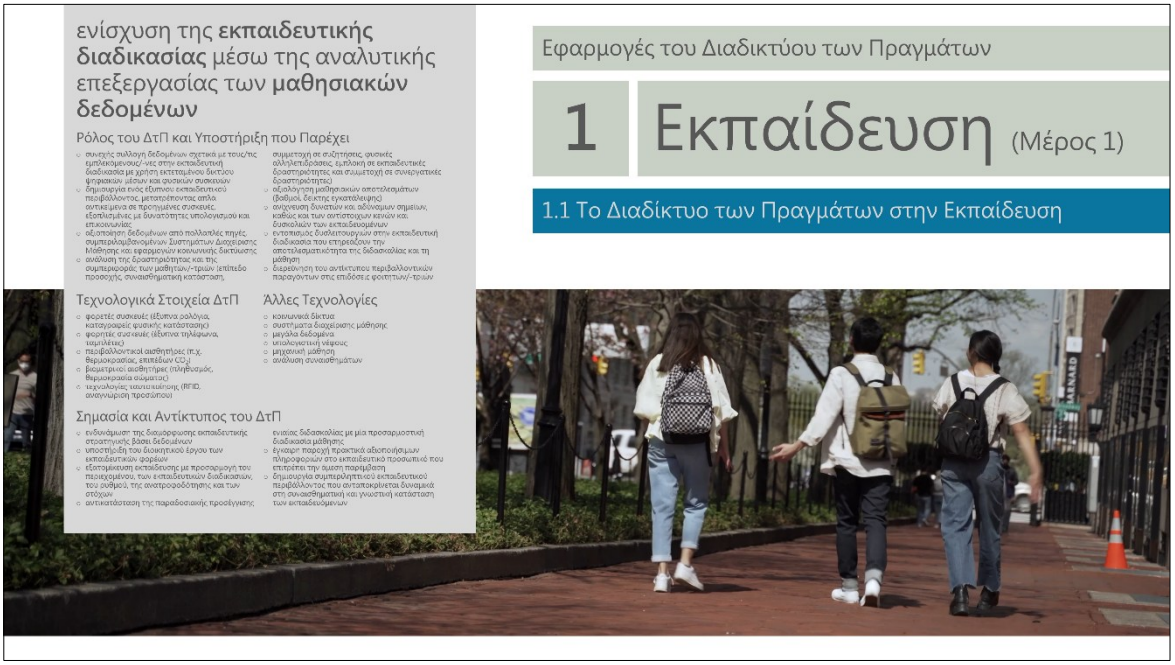


Εικόνα 6 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 1

Στο γενικό πλαίσιο της εκπαίδευσης, η βιντεοδιάλεξη επιδεικνύει τον ρόλο του Διαδικτύου των Πραγμάτων ως εργαλείου αναλυτικής επεξεργασίας των μαθησιακών δεδομένων, επιτρέποντας την εξατομίκευση της μάθησης μέσω της συνεχούς παρακολούθησης της δραστηριότητας και της συναισθηματικής κατάστασης των εκπαιδευόμενων. Παράλληλα, τονίζει την κρίσιμη σημασία της βελτίωσης της προσβασιμότητας και της συμπερίληψης για άτομα με αναπηρίες, καθώς και τη διάθεση ανοιχτών δεδομένων ως πολύτιμου εκπαιδευτικού πόρου, ο οποίος ενισχύει την καλλιέργεια του επιχειρηματολογικού λόγου και την ανάπτυξη δεξιοτήτων επεξεργασίας πληροφοριών.

Στη συνέχεια, το βίντεο αναλύει τη μεταμόρφωση του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος μέσα από την ισχυροποίηση της ασφάλειας, μέσω συστημάτων εντοπισμού και αυτόματης διαχείρισης κινδύνων. Επικεντρώνεται επίσης στην έξυπνη διαχείριση των πόρων, όπου το Διαδίκτυο των Πραγμάτων επιτρέπει την αυτοματοποιημένη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας και υδροδότησης, οδηγώντας σε ένα βιώσιμο μοντέλο λειτουργίας. Επιπλέον, εξετάζει την αποτελεσματική διαχείριση των υποδομών, όπως η οργάνωση των χώρων στάθμευσης και η ασφαλής επίβλεψη της

κίνησης των μαθητών και μαθητριών προς και από το σχολείο μέσω συστημάτων εντοπισμού θέσης σε πραγματικό χρόνο.



Εικόνα 7 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 1

Κλείνοντας, η ενότητα εστιάζει στην αίθουσα διδασκαλίας, αναδεικνύοντας τον ρόλο του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην ενεργή υποστήριξη της διδακτικής διαδικασίας. Μέσω της ενσωμάτωσης εργαλείων εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων μετατρέπει την παθητική κατανάλωση πληροφορίας σε βιωματική εμπειρία και ενεργή επίλυση προβλημάτων. Τέλος, παρουσιάζεται η αυτοματοποίηση της τήρησης παρουσιολογίου μέσω τεχνολογιών αναγνώρισης, η οποία αποφέρει σημαντική εξοικονόμηση χρόνου για το εκπαιδευτικό προσωπικό, επιτρέποντάς του να εστιάσει στην ουσιαστική διδακτική δραστηριότητα.

Σημειώνεται ότι **το σύνολο των εξαχθέντων δεδομένων** για την Ενότητα 1 **παρουσιάζεται στο** Παράρτημα Ε.1, και **το αντίστοιχο σενάριο της βιντεοδιάλεξης παρατίθεται** αναλυτικά **στο** Παράρτημα ΣΤ.1.

4.5.1.2. Ενότητα 2

Στη δεύτερη ενότητα, η έρευνα εστιάζει σε εξειδικευμένους τομείς εφαρμογής του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην Εκπαίδευση, αναλύοντας τον ρόλο του στην εκπαίδευση STEM, την ενίσχυση των εργαστηριακών περιβαλλόντων και την προώθηση της βιωσιμότητας. Το σενάριο της βιντεοδιάλεξης αναδεικνύει πώς η τεχνολογία του Διαδικτύου των Πραγμάτων λειτουργεί ως καταλύτης για τη μετάβαση από την απομονωμένη θεωρητική γνώση στην εμπειρική, τεκμηριωμένη και προσαρμοστική μάθηση, προσφέροντας εργαλεία που ανταποκρίνονται στις σύγχρονες ανάγκες της εκπαιδευτικής κοινότητας.



Εικόνα 8 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 2

Στο πλαίσιο της εκπαίδευσης STEM, η βιντεοδιάλεξη τονίζει την αναβάθμιση της τεχνολογικής στάθμης του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος μέσω της ενσωμάτωσης αισθητήρων, ενεργοποιητών και δικτύων επικοινωνίας σε φυσικά αντικείμενα. Αυτή η τεχνολογική ενίσχυση επιτρέπει τη συλλογή, την ανάλυση και την παρακολούθηση πειραματικών δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, προωθώντας μεθοδολογίες μάθησης όπως η διερευνητική και η ομαδική μάθηση. Η ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων επιτρέπει τη σύνδεση της θεωρίας με την πράξη σε

πραγματικές καταστάσεις, ενισχύοντας τις ψηφιακές δεξιότητες των μαθητών και την ανάπτυξη κριτικής σκέψης μέσω της αλληλεπίδρασης με φυσικά φαινόμενα.

Η ανάλυση συνεχίζεται με την εξέταση των εικονικών και των εξ αποστάσεως εργαστηρίων, όπου το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αναδεικνύεται ως κρίσιμος συνδετικός κρίκος. Στα εικονικά εργαστήρια, η τεχνολογία επιτρέπει την ακριβή προσομοίωση φυσικών φαινομένων στον ψηφιακό χώρο, εισάγοντας πραγματικά δεδομένα του φυσικού κόσμου και προσφέροντας τη δυνατότητα κλιμακωσιμότητας και ασφάλειας χωρίς γεωγραφικούς περιορισμούς ή αποκλεισμούς λόγω έλλειψης εξοπλισμού. Παράλληλα, στα εξ αποστάσεως εργαστήρια, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων παρέχει το απαραίτητο τεχνολογικό υπόβαθρο που επιτρέπει στους εκπαιδευόμενους να αλληλεπιδρούν με πραγματικό φυσικό εξοπλισμό από απομακρυσμένα σημεία, εξασφαλίζοντας μια ευέλικτη και προσβάσιμη μαθησιακή εμπειρία που ενισχύει την ενεργή συμμετοχή.



Εικόνα 9 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 2

Επιπρόσθετα, η βιντεοδιάλεξη αναδεικνύει τον ρόλο του Διαδικτύου των Πραγμάτων ως παιδαγωγικού εργαλείου υποστήριξης στην Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη. Εδώ, η τεχνολογία λειτουργεί ως καταλύτης για μοντέλα μάθησης

βασισμένα σε έργα και έρευνα, επιτρέποντας στους εκπαιδευόμενους να αντιμετωπίζουν σύνθετα παγκόσμια προβλήματα. Μέσω της συλλογής δεδομένων του πραγματικού κόσμου και της άμεσης επεξεργασίας τους, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων μετατρέπει τα θεωρητικά θέματα βιωσιμότητας σε αντικειμενικά, τεκμηριωμένα και μετρήσιμα ζητήματα, προάγοντας την ανάπτυξη κριτικής σκέψης και την εκπόνηση καινοτόμων λύσεων για την περιβαλλοντική και κοινωνική πρόοδο.

Για την τελική ενίσχυση της θεωρητικής ανάλυσης, στην ενότητα παρουσιάζεται μια συγκεκριμένη περίπτωση χρήσης, αναδεικνύοντας την πρακτική εφαρμογή του Διαδικτύου των Πραγμάτων: η Εκπαίδευση στην Πρόβλεψη της Ποιότητας του Αέρα στο Αστικό Περιβάλλον από Ανοικτά Δεδομένα. Σε αυτή την περίπτωση, η συνεργασία του Δήμου Μαδρίτης με πανεπιστημιακούς φορείς επιτρέπει στους εκπαιδευόμενους να προσεγγίσουν πραγματικά περιβαλλοντικά δεδομένα μέσω ενός εκτεταμένου δικτύου αισθητήρων. Χρησιμοποιώντας γλώσσες προγραμματισμού και εργαλεία ανάλυσης, οι φοιτητές μετατρέπουν τα πρωτογενή δεδομένα σε δομημένες μορφές, εφαρμόζοντας προγνωστικά μοντέλα και δημιουργώντας αναφορές. Η περίπτωση αυτή αποτελεί έναν οδικό χάρτη για τον εγγραμματισμό στα δεδομένα και την ενεργή μάθηση, δείχνοντας πώς η σύνδεση της επιστημονικής έρευνας με την εκπαιδευτική πρακτική μπορεί να δημιουργήσει ουσιαστικές λύσεις για την ασφάλεια της κοινότητας και την περιβαλλοντική πολιτική.

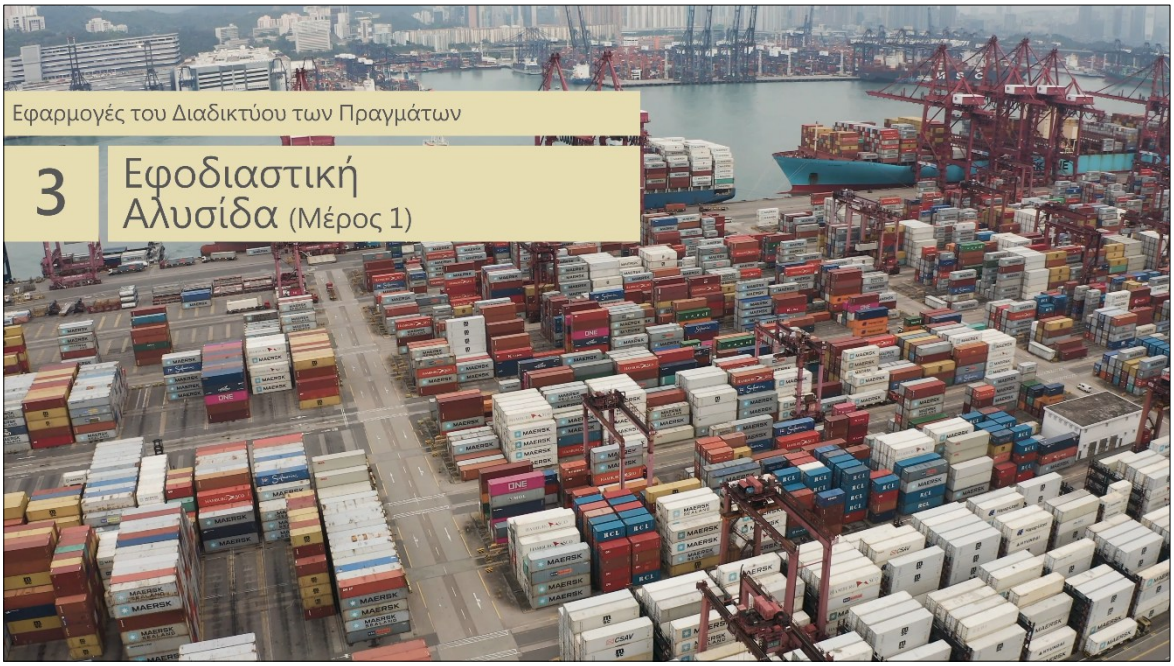
Για την αναλυτική μελέτη του υλικού, **η πλήρης εξαγωγή δεδομένων** για την Ενότητα 2 **παρατίθεται στο** Παράρτημα Ε.2, ενώ **το αυτούσιο σενάριο** της αντίστοιχης βιντεοδιάλεξης **διατίθεται στο** Παράρτημα ΣΤ.2.

4.5.2. Τομέας: Εφοδιαστική Αλυσίδα

Προκειμένου να αποκτηθεί περισσότερη πληροφόρηση, εξειδικευμένη για το αντικείμενο των εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην Εφοδιαστική Αλυσίδα, διεξήχθη περαιτέρω βιβλιογραφική έρευνα στο Scopus. Με άξονα όρους αναζήτησης όπως "supply chain", "logistics" και "inventory", η υφιστάμενη βάση διευρύνθηκε με την ενσωμάτωση δέκα επιπλέον άρθρων.

4.5.2.1. Ενότητα 3

Στην τρίτη ενότητα, εξετάζεται η στρατηγική ενσωμάτωση των τεχνολογιών του Διαδικτύου των Πραγμάτων στον τομέα της Εφοδιαστικής Αλυσίδας, με έμφαση στην ευρεία εφαρμογή του σε δύο κρίσιμα επίπεδα: τη συνολική διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας και το εξειδικευμένο υποσύνολο των logistics. Στόχος της αντίστοιχης βιντεοδιάλεξης είναι να αναδείξει πώς η χρήση αισθητήρων, συστημάτων εντοπισμού και τεχνικών ανάλυσης δεδομένων μετασχηματίζει τα παραδοσιακά μοντέλα διαχείρισης σε προδραστικά και ευέλικτα συστήματα, επιτρέποντας την αποφυγή των κλασικών προβλημάτων της έλλειψης ορατότητας και της αναποτελεσματικής διαχείρισης των ροών εργασιών.



Εικόνα 10 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 3

Στο επίπεδο της συνολικής εφοδιαστικής αλυσίδας, τα ευρήματα αναδεικνύουν τον καθοριστικό ρόλο του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην παρακολούθηση και την εποπτεία σε πραγματικό χρόνο, η οποία αποτελεί βάση για την αυξημένη αποδοτικότητα των επιχειρηματικών λειτουργιών. Η τεχνολογία επιτρέπει τον ακριβή εντοπισμό και την ιχνηλάτηση των εμπορευμάτων, μειώνοντας τα σφάλματα και τις καθυστερήσεις, ενώ παράλληλα βελτιστοποιεί τη διαχείριση αποθεμάτων και

προμηθειών μέσω της αυτοματοποιημένης ενημέρωσης των επιπέδων πρώτων υλών. Επιπλέον, η ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων συμβάλλει στην υιοθέτηση βιώσιμων στρατηγικών διαχείρισης ενέργειας, αξιοποιώντας τη μηχανική μάθηση και την υπολογιστική νέφους για τον περιορισμό του περιβαλλοντικού αποτυπώματος και την τήρηση των παγκόσμιων προτύπων.



Εικόνα 11 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 3

Στο πιο εξειδικευμένο επίπεδο των logistics, η βιντεοδιάλεξη αναλύει τη μετάβαση προς τα «έξυπνα logistics» μέσω της διερεύνησης των σύνθετων σχέσεων μεταξύ των συναλλαγών, όπου η συλλογή τεράστιων όγκων δεδομένων οδηγεί σε υψηλά επίπεδα αυτορρύθμισης των διαδικασιών. Μέσω της συνεχούς διασύνδεσης των σημείων παραγωγής δεδομένων με τα κέντρα λήψης αποφάσεων, δημιουργείται ένα ενιαίο και διασυνδεδεμένο οικοσύστημα που εξασφαλίζει την ταυτόχρονη παρακολούθηση της κατάστασης των φορτίων και των μεταφορικών μέσων. Παράλληλα, η ανάπτυξη έξυπνων συστημάτων ιχνηλάτησης και η αναγνώριση μοτίβων ζήτησης μέσω προηγμένων αλγορίθμων επιτρέπουν την αποτελεσματική διαχείριση των διακυμάνσεων προσφοράς και ζήτησης. Το γεγονός αυτό αποτελεί κρίσιμο εργαλείο για την προληπτική αντιμετώπιση των διαταραχών στις ροές

μεταφοράς και την αποτελεσματική μείωση των λειτουργικών εξόδων. Η αξιοποίηση αυτών των τεχνολογικών δυνατοτήτων δεν περιορίζεται στην απλή παρακολούθηση, αλλά επεκτείνεται στην πλήρη βελτιστοποίηση της επιχειρησιακής ροής, επιτρέποντας στις επιχειρήσεις να προσαρμόζονται με υψηλή ακρίβεια στις διακυμάνσεις της αγοράς και στις απρόβλεπτες μεταβολές της παγκόσμιας οικονομίας.

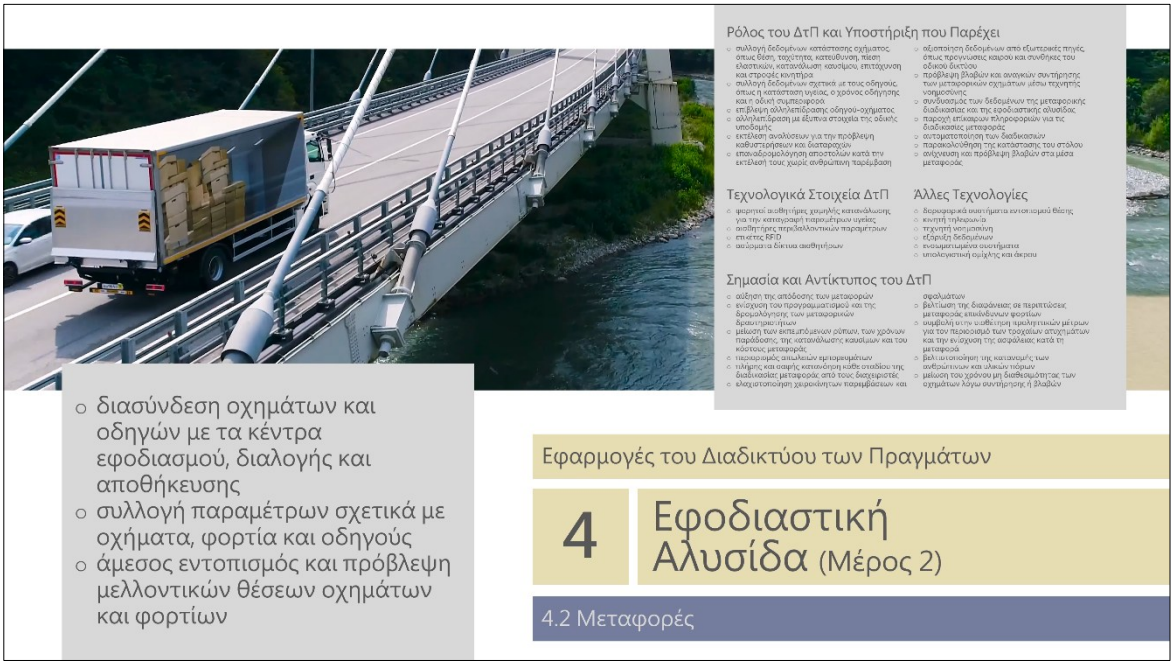
Τα αναλυτικά στοιχεία που προέκυψαν από την **εξαγωγή δεδομένων της Ενότητας 3** βρίσκονται συγκεντρωμένα στο **Παράρτημα Ε.3**, ενώ το πλήρες κείμενο που αποτέλεσε **το σενάριο της βιντεοδιάλεξης** παρατίθεται αυτούσιο στο **Παράρτημα ΣΤ.3**.

4.5.2.2. Ενότητα 4

Στην τέταρτη ενότητα, παραμένουμε στον τομέα της Εφοδιαστικής Αλυσίδας και επικεντρωνόμαστε στην εφαρμογή του Διαδικτύου των Πραγμάτων σε συγκεκριμένα και κρίσιμα στάδια των logistics, εξετάζοντας πώς η τεχνολογία αυτή μεταμορφώνει τις παραδοσιακές διαδικασίες σε έξυπνες και αυτοματοποιημένες ροές. Η ανάλυση ξεκινά από την έννοια της έξυπνης συσκευασίας, η σημασία της οποίας έγκειται στην προετοιμασία και την ταυτοποίηση των προϊόντων, και επεκτείνεται στις επιχειρησιακές ροές μεταφοράς, αποθήκευσης και παράδοσης. Στόχος είναι να επιδειχθεί πώς η ενσωμάτωση αισθητήρων, αυτόνομων συστημάτων και τεχνικών ανάλυσης δεδομένων προσφέρει νέα εργαλεία για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης, την ενίσχυση της ασφάλειας και την ελαχιστοποίηση των λειτουργικών εξόδων.

Στο στάδιο της **συσκευασίας**, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αναβαθμίζει την παραδοσιακή προσέγγιση σε ένα διαδραστικό και ευφυές συστατικό της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η τεχνολογία επιτρέπει τη μετατροπή των συσκευασιών σε έξυπνα αντικείμενα, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να αλληλεπιδρούν άμεσα με το ευρύτερο σύστημα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Επιπλέον, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων παίζει καθοριστικό ρόλο στην επαλήθευση της γνησιότητας των

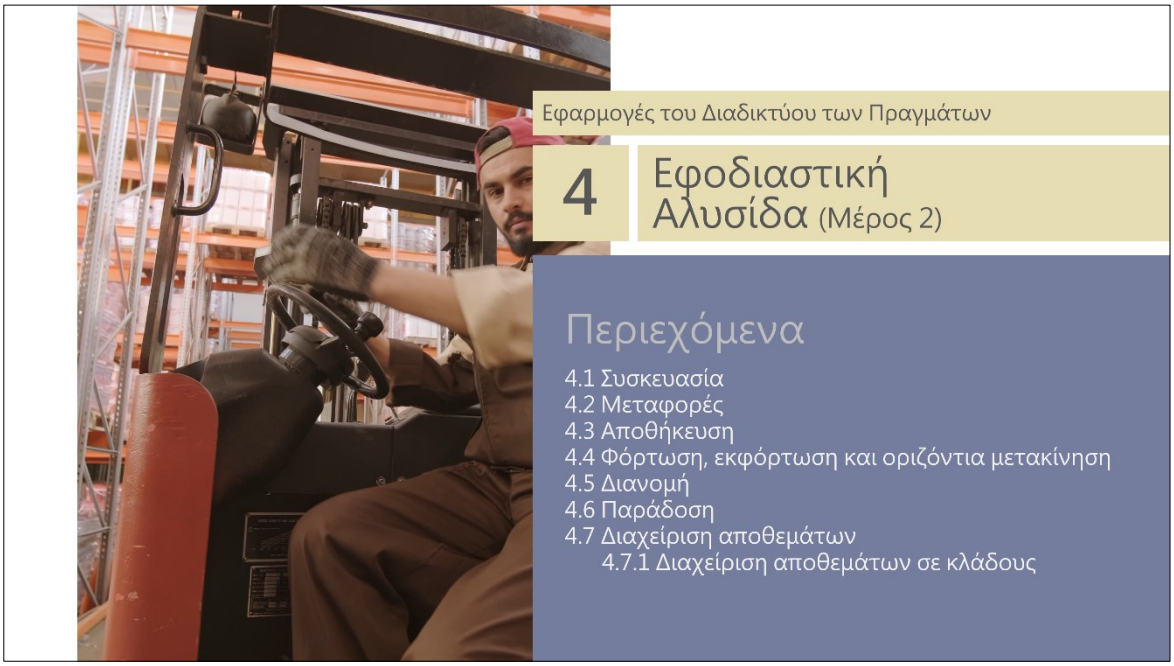
προϊόντων και των συσκευασιών, διασφαλίζοντας την αυθεντικότητα των εμπορευμάτων και την προστασία των καταναλωτών.



Εικόνα 12 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 4

Στις **μεταφορές**, η εφαρμογή του Διαδικτύου των Πραγμάτων επικεντρώνεται στη διασύνδεση των οχημάτων και των οδηγών με τα κέντρα εφοδιασμού, διαλογής και αποθήκευσης, δημιουργώντας ένα ενιαίο δίκτυο επικοινωνίας. Το σύστημα επιτρέπει τη συνεχή συλλογή παραμέτρων σχετικά με τα οχήματα, τα φορτία και τους οδηγούς, παρέχοντας πλήρη εικόνα της λειτουργίας. Αυτό οδηγεί στον άμεσο εντοπισμό των εμπορευμάτων και στην πρόβλεψη μελλοντικών θέσεων οχημάτων και φορτίων, επιτρέποντας την προληπτική διαχείριση των διαταραχών.

Στην **αποθήκευση**, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την παρακολούθηση των συνθηκών περιβάλλοντος (όπως θερμοκρασία και υγρασία), διασφαλίζοντας τη διατήρηση των ιδιοτήτων των αποθηκευμένων αγαθών. Παράλληλα, υποστηρίζει τον στρατηγικό σχεδιασμό για τη βέλτιστη τοποθέτηση των προϊόντων με βάση τους περιορισμούς συμβατότητας, καθώς και την ενεργή επίβλεψη της ασφάλειας των εγκαταστάσεων, προλαμβάνοντας διενέξεις και διασφαλίζοντας τη βέλτιστη ροή των αποθεμάτων.



Εικόνα 13 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 4

Στις εργασίες **φόρτωσης, εκφόρτωσης και οριζόντιας μετακίνησης**, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων παρέχει τις τεχνολογικές βάσεις για τον σχεδιασμό και τον αυτοματισμό των διαδικασιών στοίβαξης, τοποθέτησης και μεταφοράς εντός των εγκαταστάσεων. Η τεχνολογία επιτρέπει την αυτοοργάνωση και τον συντονισμό της λειτουργίας του εξοπλισμού (όπως των ανυψωτικών μηχανημάτων), προσφέροντας ταχύτατη μετακίνηση των εμπορευμάτων με ελαχιστοποίηση της ανθρώπινης παρέμβασης και των λειτουργικών σφαλμάτων.

Στο στάδιο της **διανομής**, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων συμβάλλει στην έξυπνη διαχείριση των κέντρων διανομής, προάγοντας την αυτοματοποίηση των εργασιών ταξινόμησης και επισήμανσης. Μέσω της ενσωμάτωσης έξυπνων συσκευών, επιτυγχάνεται η αποτελεσματική οργάνωση των διαδικασιών συλλογής και επανατοποθέτησης των προϊόντων, αναβαθμίζοντας την ταχύτητα εκπλήρωσης των παραγγελιών πριν από την τελική αποστολή.

Στην **παράδοση**, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αποτελεί το κρίσιμο εργαλείο για την παρακολούθηση και τον έλεγχο της διαδικασίας σε πραγματικό χρόνο, εξασφαλίζοντας την εγγυημένη άφιξη εντός των χρονοδιαγραμμάτων. Επιπλέον,

επιβλέπει τη φυσική ασφάλεια των αγαθών κατά τη μεταφορά και παρακολουθεί την κατάσταση των ευπαθών προϊόντων και των συνθηκών του περιβάλλοντός τους, αυξάνοντας τελικά την εμπιστοσύνη του τελικού καταναλωτή.

Τέλος, στη **διαχείριση αποθεμάτων**, η συμβολή του Διαδικτύου των Πραγμάτων εντοπίζεται στην παροχή ακριβούς παρακολούθησης των αποθεμάτων σε πραγματικό χρόνο. Αυτή η δυνατότητα επιτρέπει την άμεση αναπροσαρμογή των εμπορικών στρατηγικών, την αποφυγή ελλείψεων ή πλεονασματικού αποθέματος και την εξασφάλιση της οικονομικής αποδοτικότητας στο ευρύτερο σύστημα των logistics.

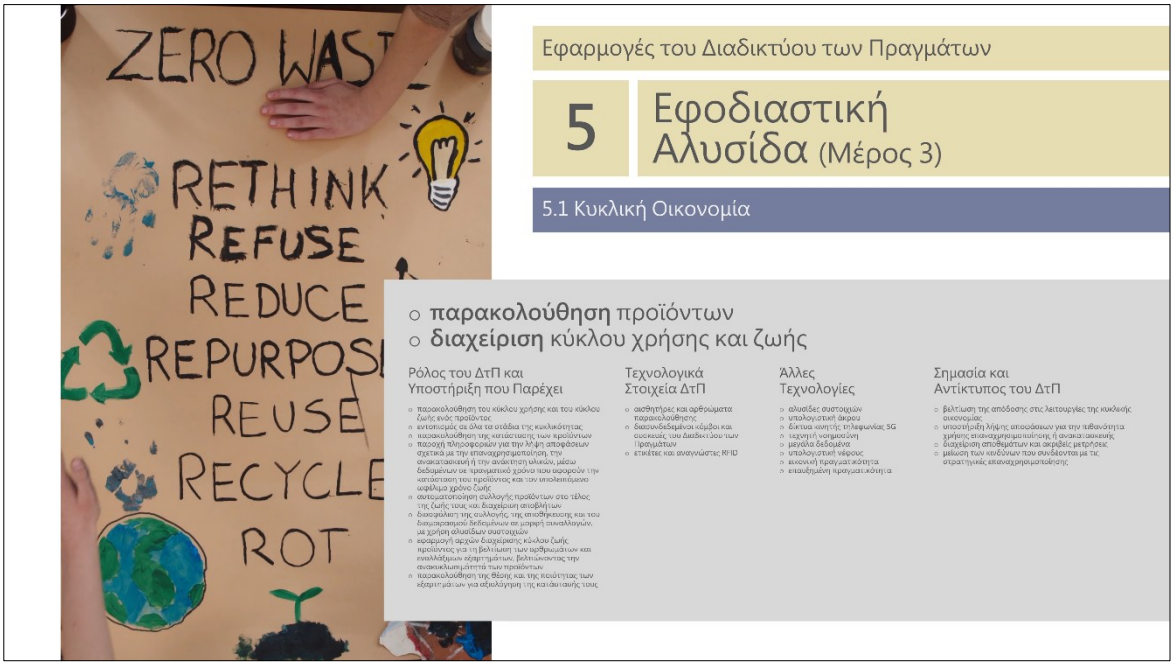
Επιπρόσθετα, η βιντεοδιάλεξη καταδεικνύει πώς το Διαδίκτυο των Πραγμάτων ενσωματώνεται και προσφέρει λύσεις σε **πέντε συγκεκριμένους κλάδους**: τον κλάδο ανταλλακτικών και αναλώσιμων, τον κατασκευαστικό κλάδο, το λιανεμπόριο, τη βιομηχανία τροφίμων και τον φαρμακευτικό κλάδο, φανερώνοντας την ευρεία εφαρμοστικότητα της τεχνολογίας στη βελτιστοποίηση των επιχειρησιακών διαδικασιών.

Οι συμπληρωμένες **φόρμες εξαγωγής δεδομένων** που υποστηρίζουν θεωρητικά την Ενότητα 4 επισυνάπτονται στο **Παράρτημα Ε.4**, ενώ το **πλήρες σενάριο** της συγκεκριμένης βιντεοδιάλεξης παρουσιάζεται στο **Παράρτημα ΣΤ.4**.

4.5.2.3. Ενότητα 5

Στην πέμπτη ενότητα εξετάζεται η συμβολή του Διαδικτύου των Πραγμάτων σε ευρύτερα και κοινωνικά ευαίσθητα ζητήματα της εφοδιαστικής αλυσίδας, εστιάζοντας στην Κυκλική Οικονομία και στις κρίσιμες πρακτικές της ανακύκλωσης και του περιορισμού της σπατάλης τροφίμων. Στην εποχή των κλιματικών προκλήσεων και της ανεπάρκειας των πόρων, η μετάβαση από ένα γραμμικό μοντέλο «παραγωγή-κατανάλωση-απόρριψη» σε ένα βιώσιμο σύστημα κλειστού βρόχου αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις της σύγχρονης κοινωνίας. Η ανάλυση αποδεικνύει ότι η ενσωμάτωση των τεχνολογιών του Διαδικτύου των Πραγμάτων

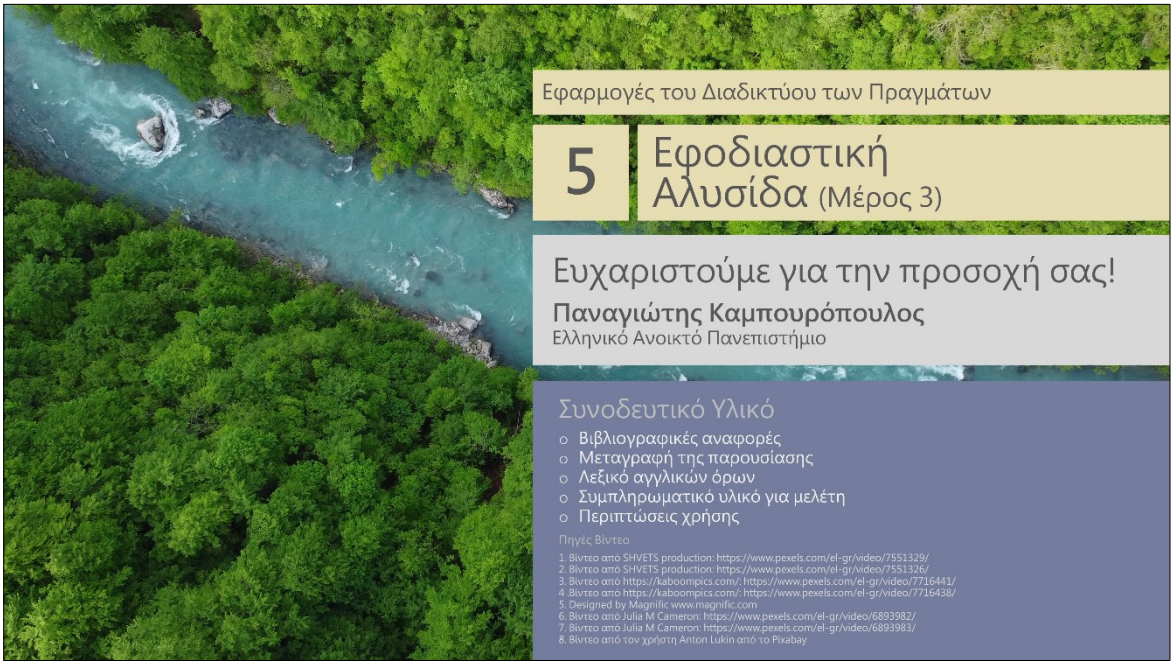
δεν αποτελεί απλώς μια τεχνολογική αναβάθμιση, αλλά μια απαραίτητη στρατηγική για την επίτευξη της βιωσιμότητας, την προστασία του περιβάλλοντος και την εκπλήρωση της κοινωνικής ευθύνης των επιχειρήσεων απέναντι στις απαιτήσεις της σύγχρονης αγοράς.



Εικόνα 14 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 5

Στο πλαίσιο της **Κυκλικής Οικονομίας**, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων λειτουργεί ως ο βασικός επιταχυντής της μετάβασης από τη θεωρητική βιωσιμότητα στην επιχειρησιακή πρακτική. Η τεχνολογία παρέχει την απαραίτητη ορατότητα μέσω του «Βιογραφικού του Προϊόντος», επιτρέποντας την παρακολούθηση του κύκλου χρήσης και της κατάστασης των προϊόντων σε πραγματικό χρόνο, με τη χρήση έξυπνων ετικετών και αισθητήρων. Αυτό επιτρέπει την ενεργή διαχείριση του κύκλου ζωής των αγαθών, προάγοντας την προληπτική συντήρηση και τη βελτιστοποίηση της αποδοτικότητας των πόρων, ώστε να παρατείνεται η αξία των υλικών. Επιπλέον, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων δημιουργεί συνεργατικά οικοσυστήματα δεδομένων, όπου η κοινή χρήση πληροφοριών μεταξύ διαφορετικών οργανισμών διευκολύνει την υπηρεσιοποίηση των προϊόντων και την ενίσχυση της

διαφάνειας, μετατρέποντας τα παραπροϊόντα μιας εταιρείας σε πρώτες ύλες για μια άλλη και κλείνοντας, έτσι, τον κύκλο της αλυσίδας.



Εικόνα 15 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 5

Σε πιο συγκεκριμένο επίπεδο, η εφαρμογή του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην **Ανακύκλωση** αναβαθμίζει την παραδοσιακή διαχείριση απορριμμάτων σε ένα δυναμικό οικοσύστημα λήψης αποφάσεων βασισμένο σε δεδομένα. Η αυτοματοποίηση των διαδικασιών συλλογής και του διαχωρισμού των απορριμμάτων, μέσω της χρήσης έξυπνων κάδων και αισθητήρων, επιτρέπει τον ταχύτατο διαχωρισμό των υλικών και την ομαλοποίηση των ροών στα αντίστροφα logistics. Αυτό οδηγεί σε σημαντική μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και σε ενίσχυση της ακρίβειας κατά την ανάκτηση των υλικών.

Ταυτόχρονα, ο **Περιορισμός της Σπατάλης Τροφίμων** αποτελεί ένα από τα πιο κρίσιμα κοινωνικά και οικονομικά ζητήματα, για το οποίο το Διαδίκτυο των Πραγμάτων παρέχει μια ολοκληρωμένη λύση «από άκρο σε άκρο». Μέσω της δυναμικής συντήρησης των προϊόντων, της συνεχούς παρακολούθησης της ποιότητάς τους και της βελτιστοποίησης της ροής στην αλυσίδα τροφίμων, η τεχνολογία επιτρέπει τον εντοπισμό των σημείων σπατάλης σε πραγματικό χρόνο. Η

χρήση βιοαισθητήρων και συστημάτων πρόβλεψης ζήτησης συμβάλλει στην αποφυγή της μαζικής απόρριψης ασφαλών τροφίμων καθώς και στην ανάκτηση πόρων από τα αλλοιωμένα είδη. Έτσι, μέσω και της συνεργατικής δράσης του Διαδίκτυο των Πραγμάτων με της Τεχνητής Νοημοσύνης, ένα γραμμικό πρόβλημα σπατάλης μεταμορφώνεται σε μια βιώσιμη ευκαιρία κυκλικής οικονομίας, εξασφαλίζοντας την ακεραιότητα των αγαθών και ενισχύοντας την οικονομική αποδοτικότητα.

Όλα **τα δεδομένα** που υποστηρίξαν την ανάπτυξη της Ενότητας 5 **συγκεντρώνονται στο** **Παράρτημα Ε.5**, ενώ το ολοκληρωμένο **σενάριο** της σχετικής βιντεοδιάλεξης **καταγράφεται στο** **Παράρτημα ΣΤ.5**.

4.5.2.4. Ενότητα 6

Στην έκτη ενότητα, η οποία αποτελεί το τέταρτο και τελευταίο μέρος της ανάλυσης του ρόλου του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην Εφοδιαστική Αλυσίδα, το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στην εφαρμογή των τεχνολογιών του στον κλάδο του λιανικού εμπορίου, εξετάζοντάς τον ως ένα κεντρικό και σύνθετο τμήμα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Παράλληλα, η θεωρητική προσέγγιση ενισχύεται με την παρουσίαση μιας εξειδικευμένης μελέτης περίπτωσης, η οποία εστιάζει στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της αποθήκης σε μια πολυεθνική εταιρεία αυτοκινήτων μέσω της ενσωμάτωσης του Διαδικτύου των Πραγμάτων στις διαδικασίες. Με αυτή την προσέγγιση, ο αναγνώστης καλείται να αντιληφθεί πώς η ψηφιακή μετάβαση μετατρέπει τόσο την καταναλωτική εμπειρία όσο και τις βιομηχανικές διαδικασίες σε πιο αποδοτικές, αξιόπιστες και δυναμικές λειτουργίες.



Εικόνα 16 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 6

Σε πρώτο επίπεδο, η βιντεοδιάλεξη αναλύει πώς το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αναβαθμίζει την **εμπειρία του καταναλωτή** μέσα στο λιανικό περιβάλλον, μέσω της παροχής εξατομικευμένης αλληλεπίδρασης. Χρησιμοποιώντας αισθητήρες, φάρους εντοπισμού και κινητές συσκευές, το σύστημα επιτρέπει την ανίχνευση της θέσης των πελατών και την παροχή στοχευμένων προωθητικών ενεργειών βάσει του προφίλ τους. Επιπλέον, η τεχνολογία ενισχύει την εμπειρία αγοράς μέσω εργαλείων ανακάλυψης, όπως η τρισδιάστατη απεικόνιση προϊόντων, οι εικονικές δοκιμές και η καθοδηγούμενη πλοήγηση εντός του καταστήματος, μετατρέποντας τη φυσική πώληση σε μια εμπλουτισμένη και διαδραστική εμπειρία που προσαρμόζεται σε πραγματικό χρόνο στις ανάγκες του χρήστη.

Σε δεύτερο επίπεδο, η ανάλυση εστιάζει στην **επιχειρηματική αυτοματοποίηση** και τη **βελτιστοποίηση των λειτουργικών διαδικασιών**. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων επιτρέπει την πλήρη εξάλειψη των καθυστερήσεων στα ταμεία μέσω έξυπνων καροτσιών και τεχνικών πολλαπλής σάρωσης, ενώ εισάγει τη δυναμική τιμολόγηση και την άμεση ενημέρωση των πελατών με πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, μέσω ηλεκτρονικών ετικετών ραφιού. Παράλληλα, αναδεικνύεται η σημασία του

Διαδικτύου των Πραγμάτων στη βελτιστοποίηση των υποδομών, όπου η συγκεκριμένη τεχνολογία λειτουργεί ως το «νευρικό σύστημα» του καταστήματος: παρακολουθεί τις περιβαλλοντικές συνθήκες, διαχειρίζεται τις εγκαταστάσεις και ενισχύει την ασφάλεια μέσω της αναγνώρισης απάτης και της ανάλυσης συμπεριφοράς.



Εικόνα 17 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 6

Τέλος, ως κορύφωση της ανάλυσης, η βιντεοδιάλεξη παρουσιάζει μια ενδεικτική **περίπτωση εφαρμογής** του Διαδικτύου των Πραγμάτων στη διαχείριση της αποθήκης μιας αυτοκινητοβιομηχανίας. Σε αυτή την ενότητα, εξετάζεται η μετάβαση από τις χειροκίνητες και συχνά αναποτελεσματικές διαδικασίες logistics σε ένα πλήρως και συστημικά ελεγχόμενο περιβάλλον αποθήκευσης. Μέσω της χρήσης ετικετών RFID και οπτικών αισθητήρων, η εταιρεία κατάφερε να επιτύχει ακριβή ιχνηλασιμότητα και αυτοματοποιημένη αποδέσμευση αποθεμάτων, γεγονός που οδήγησε σε σημαντική μείωση των διακοπών στην παραγωγή και ελαχιστοποίηση του χρόνου του κύκλου παράδοσης.

Το αποτέλεσμα της εξαγωγής δεδομένων για την Ενότητα 6 **παρατίθεται στο** **Παράρτημα Ε.6**, ενώ **το ολοκληρωμένο κείμενο** της βιντεοδιάλεξης **εντοπίζεται στο** **Παράρτημα ΣΤ.6**.

4.5.3. Τομέας: Αστικό Περιβάλλον

Όσον αφορά την υιοθέτηση του Διαδικτύου των Πραγμάτων στο Αστικό Περιβάλλον, η στοχευμένη αναζήτηση στο Scopus επικεντρώθηκε σε εξειδικευμένους όρους του συγκεκριμένου πεδίου. Η έρευνα δομήθηκε γύρω από λέξεις-κλειδιά όπως "smart city", "urban environment", "governance", "utilities" και "infrastructure", αποδίδοντας ένδεκα επιπλέον επιστημονικά άρθρα τα οποία προστέθηκαν στο συνολικό υλικό.

4.5.3.1. Ενότητα 7

Στην έβδομη ενότητα, η οποία εγκαινιάζει την ανάλυση για τον τομέα του Αστικού Περιβάλλοντος, εξετάζεται πώς το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο της έξυπνης πόλης, μετασχηματίζοντας ριζικά τη διαχείριση δεδομένων και τη λήψη αποφάσεων. Το σενάριο της βιντεοδιάλεξης αναλύει πώς η υποδομή του Διαδικτύου των Πραγμάτων αναπτύσσεται μεθοδικά για να παρέχει μια ολοκληρωμένη εικόνα της αστικής λειτουργίας, ενσωματώνοντας ένα σύνθετο δίκτυο αισθητήρων, ενεργοποιητών και διασυνδεδεμένων συσκευών. Αυτή η τεχνολογική προσέγγιση δεν περιορίζεται απλώς στη συλλογή δεδομένων, αλλά επεκτείνεται στην εγκαθίδρυση ασφαλών και διαλειτουργικών συστημάτων επικοινωνίας, διασφαλίζοντας παράλληλα την προστασία της ιδιωτικότητας των πολιτών.



Εικόνα 18 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 7

Όσον αφορά την **ενίσχυση της αστικής διακυβέρνησης**, η ενότητα εξερευνά εις βάθος τον τρόπο με τον οποίο η τεχνολογία λειτουργεί ως καταλύτης για τις διοικητικές αρχές. Μέσω της ψηφιακής μοντελοποίησης του αστικού περιβάλλοντος και της ανάλυσης μεγάλου όγκου δεδομένων από πολλαπλές πηγές, οι διαχειριστές αποκτούν πρόσβαση σε πολύτιμες πληροφορίες για την πραγματική κατάσταση της πόλης. Αυτή η ικανότητα επιτρέπει την τεκμηριωμένη λήψη αποφάσεων, βελτιώνοντας καθοριστικά τις στρατηγικές διαχείρισης της κυκλοφορίας, της δημόσιας ασφάλειας και των περιβαλλοντικών ζητημάτων. Επιπλέον, ενισχύεται η διαφάνεια, καθώς οι πολίτες αποκτούν άμεση πρόσβαση στα δεδομένα και μπορούν να συμμετέχουν ενεργά στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Έτσι, η αποτελεσματική διαχείριση των αστικών πόρων και η διαρκής παρακολούθηση των υποδομών οδηγούν σε πιο βιώσιμες πρακτικές και αναβαθμισμένες δημόσιες υπηρεσίες.



Εικόνα 19 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 7

Στο επίκεντρο της **διαχείρισης αστικών δεδομένων**, κυρίαρχο ρόλο διαδραματίζει η συνεχής συλλογή και επεξεργασία πληροφοριών που διαμορφώνουν την εικόνα της πόλης σε πραγματικό χρόνο. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων υποστηρίζει τη λειτουργία των έξυπνων υποδομών, εξασφαλίζοντας αξιόπιστη συνδεσιμότητα και απρόσκοπτη επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών συστημάτων. Σε αυτή τη διαδικασία, η ασφάλεια των δεδομένων αποτελεί θεμελιώδη πυλώνα, με την εφαρμογή μέτρων, όπως η κρυπτογράφηση και η ανωνυμοποίηση, για την προστασία των προσωπικών δεδομένων των κατοίκων. Παράλληλα, η σύντηξη και ανάλυση αυτών των ετερογενών και πολύπλοκων συνόλων δεδομένων επιτρέπει την προβλεπτική βελτιστοποίηση των αστικών λειτουργιών, οδηγώντας στην αποδοτικότερη διαχείριση της ενέργειας, των υδάτινων πόρων, των λυμάτων και των απορριμμάτων. Αυτή η ολιστική προσέγγιση αφενός ενισχύει τη βιωσιμότητα και αφετέρου μετασχηματίζει τον τρόπο με τον οποίο οι σύγχρονες πόλεις ανταποκρίνονται στις αναδυόμενες προκλήσεις του αστικού περιβάλλοντος.

Η πλήρης **αναφορά εξαγωγής δεδομένων** σχετικά με την Ενότητα 7 **παρατίθεται στο Παράρτημα Ε.7**, ενώ το ολοκληρωμένο **σενάριο της βιντεοδιάλεξης επισυνάπτεται στο Παράρτημα ΣΤ.7**.

4.5.3.2. Ενότητα 8

Η όγδοη ενότητα, που συνιστά το δεύτερο μέρος της ανάλυσης για το αστικό περιβάλλον και τις πόλεις, εστιάζει στις εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων σε δύο από τα πιο κρίσιμα και σύνθετα πεδία για τη βιωσιμότητα του αστικού περιβάλλοντος: τη διαχείριση των υδάτινων πόρων και τη διαχείριση των αστικών απορριμμάτων και αποβλήτων. Η ενσωμάτωση των τεχνολογιών του Διαδικτύου των Πραγμάτων σε αυτά τα πεδία δεν αποτελεί απλώς μια τεχνολογική αναβάθμιση, αλλά συνιστά μια βασική αναγκαιότητα για τον επανασχεδιασμό των πόλεων. Μέσω της ψηφιοποίησης των διαδικασιών, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων παρέχει τα απαραίτητα εργαλεία για την επίλυση προβλημάτων διαθεσιμότητας, την προστασία του περιβάλλοντος και την προώθηση της κυκλικής οικονομίας, μετατρέποντας τις παρωχημένες, συχνά στατικές, διαδικασίες σε δυναμικά και έξυπνα συστήματα διαχείρισης.



Εικόνα 20 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 8

Στο πεδίο της **διαχείρισης του νερού**, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων δρα ως ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο που καλύπτει ολόκληρο τον κύκλο ζωής αυτού του πολύτιμου πόρου. Αρχικά, με τη χρήση αισθητήρων και προηγμένων μοντέλων διαχείρισης, επιτυγχάνεται η αποτελεσματική παρακολούθηση της προέλευσης και της συλλογής του νερού, διασφαλίζοντας την ποιότητά του μέσω της ανίχνευσης ρύπων σε πραγματικό χρόνο. Στο επίπεδο της διαχείρισης υποδομής, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων παρακολουθεί το δίκτυο διανομής και τις κρίσιμες υποδομές, επιτρέποντας τον άμεσο εντοπισμό διαρροών και την απομακρυσμένη παρακολούθηση των πηγών ρύπανσης. Παράλληλα, η τεχνολογία αυτή ενισχύει την εμπλοκή των χρηστών μέσω της ανάλυσης των μοτίβων κατανάλωσης και ζήτησης, προωθώντας πρακτικές εξοικονόμησης. Τέλος, το σύστημα ολοκληρώνει τον κύκλο με τη διαχείριση των λυμάτων και των όμβριων υδάτων, όπου η αυτόνομη παρακολούθηση και οι έξυπνοι ενεργοποιητές διευκολύνουν την επεξεργασία, την ανάκτηση και την αποκατάσταση των υδάτινων πόρων, προστατεύοντας ταυτόχρονα τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον.



Εικόνα 21 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 8

Στον τομέα της **διαχείρισης απορριμμάτων και αποβλήτων**, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων προσδίδει χαρακτηριστικά ευελιξίας και προβλεπτικότητας στην αποκομιδή. Μέσω των έξυπνων κάδων απορριμμάτων και ανακύκλωσης, οι υπεύθυνες υπηρεσίες μπορούν να παρακολουθούν τα επίπεδα πλήρωσης σε πραγματικό χρόνο, γεγονός που επιτρέπει τον ακριβή προγραμματισμό και τη βελτιστοποίηση των διαδρομών αποκομιδής. Οι τεχνολογίες του Διαδικτύου των Πραγμάτων διαδραματίζουν επίσης καθοριστικό ρόλο στον διαχωρισμό των υλικών κατά τη συλλογή, χρησιμοποιώντας υπολογιστική όραση για την αναγνώριση ανακυκλώσιμων υλικών και προωθώντας την κυκλική οικονομία. Επιπλέον, η ανάλυση δεδομένων και η προγνωστική μοντελοποίηση επιτρέπουν στους διαχειριστές να εντοπίζουν μακροχρόνιες τάσεις και να βελτιστοποιούν τη διαδικασία της αστικής κομποστοποίησης. Τέλος, η εφαρμογή της ιχνηλασιμότητας –μέσω τεχνολογίας RFID, αλυσίδων συστοιχιών και διασυνδεδεμένων συσκευών – διασφαλίζει τη διαφάνεια στην απομάκρυνση αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων, περιορίζοντας τα ανθρώπινα λάθη, επιβλέποντας τη δομική ασφάλεια των κατασκευών και ενισχύοντας την ανάκτηση πόρων για ένα βιώσιμο αστικό μέλλον.

Η πλήρης εικόνα της **εξαγωγής δεδομένων** για την Ενότητα 8 **παρατίθεται στο Παράρτημα Ε.8**, ενώ τ**ο σενάριο** της βιντεοδιάλεξης **βρίσκεται στο Παράρτημα ΣΤ.8**.

4.5.3.3. Ενότητα 9

Η ένατη ενότητα εστιάζει σε τρεις κρίσιμους τομείς που διαμορφώνουν την αστική εμπειρία: την αστική κινητικότητα και τις μεταφορές, την έξυπνη στάθμευση, καθώς και την ασφάλεια και πολιτική προστασία. Αυτοί οι τομείς αποτελούν βασικά συστατικά της λειτουργικότητας μιας έξυπνης πόλης, στην οποία το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αναδεικνύεται ως η κινητήρια δύναμη για τη συνεχή βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων.

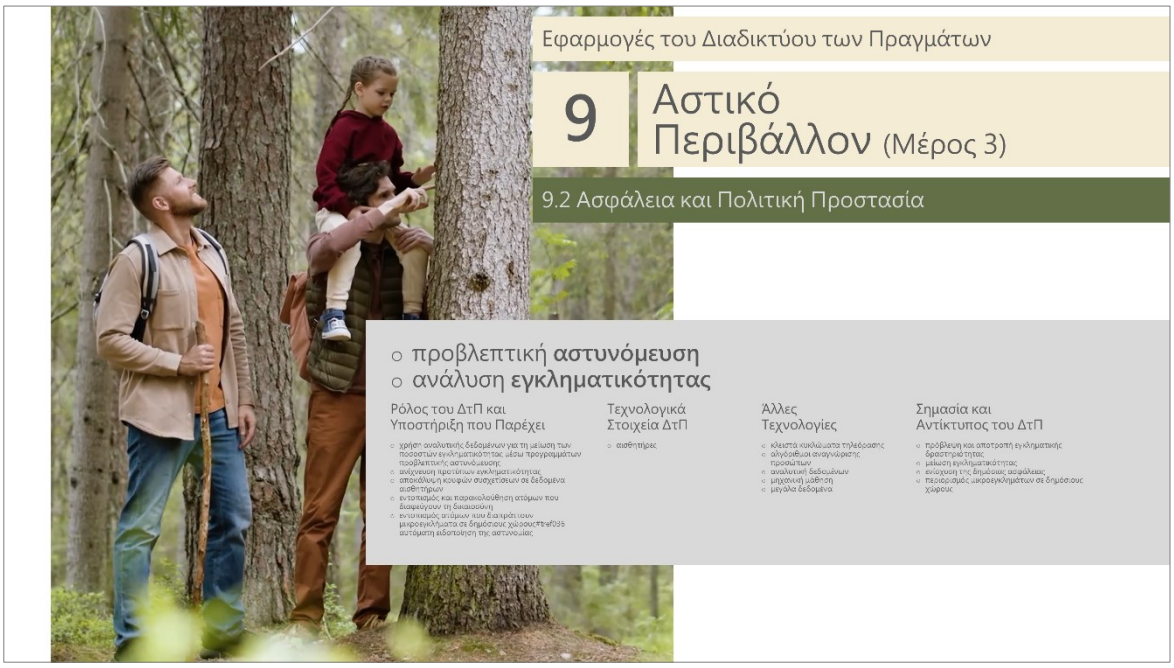
Στον τομέα της **αστικής κινητικότητας και των μεταφορών**, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων λειτουργεί ως ο εγκέφαλος του αστικού δικτύου. Μέσω εκτεταμένων δικτύων αισθητήρων και υποδομών συνδεσιμότητας, παρακολουθεί σε πραγματικό χρόνο τις ροές κυκλοφορίας και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Η συγκεκριμένη δυνατότητα επιτρέπει την αποτελεσματικότερη διαχείριση της κίνησης, μειώνοντας τους χρόνους μετακίνησης και βελτιώνοντας σημαντικά την κυκλοφοριακή ροή. Επιπρόσθετα, η προβλεπτική ανάλυση, σε συνδυασμό με τη χρήση υπολογιστικής όρασης και τεχνητής νοημοσύνης, προσφέρει τον έγκαιρο εντοπισμό προβλημάτων και τη δυναμική προσαρμογή των φωτεινών σηματοδοτών για μέγιστη αποδοτικότητα. Στο ίδιο πλαίσιο, η προτεραιοποίηση των οχημάτων έκτακτης ανάγκης εξασφαλίζεται μέσω προηγμένων συστημάτων εντοπισμού και επικοινωνίας, ενώ, ταυτόχρονα, η ασφάλεια των πεζών αναβαθμίζεται με τη συνεχή παρακολούθηση του οδικού δικτύου και την άμεση ενημέρωση των οδηγών.



Εικόνα 22 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 9

Όσον αφορά την **έξυπνη στάθμευση**, η διαχείριση της οποίας αποτελεί πάγια πρόκληση για κάθε σύγχρονη πόλη, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων προσφέρει μια ολοκληρωμένη και αυτοματοποιημένη λύση. Αξιοποιώντας δίκτυα αισθητήρων

κίνησης, μαγνητικά πεδία και κάμερες, σε συνδυασμό με τεχνολογίες επικοινωνίας μεταξύ συσκευών, το σύστημα επιτυγχάνει την ακριβή παρακολούθηση της διαθεσιμότητας των θέσεων και τη δυναμική προσαρμογή τους στην προσφορά και τη ζήτηση. Με αυτόν τον τρόπο, οι οδηγοί ενημερώνονται άμεσα για τις κενές θέσεις, ενώ παράλληλα το σύστημα βελτιστοποιεί τις διαδρομές προσέγγισης, ελαχιστοποιώντας τον χρόνο αναζήτησης. Η αποτελεσματικότητα αυτής της υποδομής μεγιστοποιείται περαιτέρω μέσω της διασύνδεσής της με συστήματα φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων και δίκτυα δημόσιας μεταφοράς.



Εικόνα 23 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 9

Τέλος, στον κρίσιμο τομέα της **ασφάλειας και της πολιτικής προστασίας**, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων παρέχει προηγμένα εργαλεία για τη διατήρηση της τάξης και της ευημερίας στο αστικό περιβάλλον. Μέσω της συνδυαστικής ανάλυσης δεδομένων από κάμερες ασφαλείας, αισθητήρες και κοινωνικά δίκτυα, επιτυγχάνεται η αδιάλειπτη παρακολούθηση της πόλης. Το γεγονός αυτό ενισχύει σημαντικά την προβλεπτική αστυνόμευση και την ανάλυση της εγκληματικότητας, επιτρέποντας την έγκαιρη και στοχευμένη παρέμβαση σε πιθανά περιστατικά. Επιπλέον, το σύστημα έχει τη δυνατότητα να εντοπίζει και να παρακολουθεί ύποπτες

δραστηριότητες ή αντικείμενα, υποστηρίζοντας το έργο των αρχών και την προστασία των πολύτιμων περιουσιακών στοιχείων. Συνολικά, η διαχείριση κρίσεων βελτιστοποιείται μέσω της ταχύτερης ανταπόκρισης των υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης, διασφαλίζοντας έτσι την ομαλή λειτουργία της πόλης και την προστασία των πολιτών.

Η πλήρης **αναφορά εξαγωγής δεδομένων** σχετικά με την Ενότητα 9 **παρατίθεται στο Παράρτημα Ε.9**, ενώ το ολοκληρωμένο **σενάριο** της βιντεοδιάλεξης **επισυνάπτεται στο Παράρτημα ΣΤ.9**.

4.5.3.4. Ενότητα 10

Στη δέκατη και τελευταία ενότητα, με την οποία ολοκληρώνεται η μελέτη της ενσωμάτωσης του Διαδικτύου των Πραγμάτων στο αστικό τοπίο, το ενδιαφέρον επικεντρώνεται σε δύο βασικούς τομείς όπου η συγκεκριμένη τεχνολογία διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο για τη σύγχρονη αστική ανάπτυξη. Συγκεκριμένα, διερευνάται η εφαρμογή του Διαδικτύου των Πραγμάτων στο πεδίο της παρακολούθησης και διατήρησης του φυσικού περιβάλλοντος, με έμφαση στη βιωσιμότητα, καθώς και η συμβολή του στη διαχείριση των αστικών δικτύων και υποδομών. Παράλληλα, η θεωρητική προσέγγιση πλαισιώνεται από μια πρακτική μελέτη περίπτωσης στην πόλη της Αμβέρσας, προσφέροντας ένα πραγματικό παράδειγμα επιτυχούς υλοποίησης.

Στο πλαίσιο της **παρακολούθησης του φυσικού περιβάλλοντος** και της **βιωσιμότητας**, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αποτελεί ένα κεντρικό εργαλείο για τη βελτίωση των οικολογικών συνθηκών μέσα στις πόλεις. Μέσω δικτύων αισθητήρων υψηλής ανάλυσης, συλλέγονται σε πραγματικό χρόνο κρίσιμα δεδομένα που αφορούν τη ρύπανση του αέρα, τις κλιματικές μεταβολές και τα επίπεδα υγρασίας. Η τεχνολογία αυτή επιτρέπει την προληπτική διαχείριση της ρύπανσης, παρέχοντας δυνατότητες προγνωστικής ανάλυσης και έγκαιρης αντίδρασης σε περιβαλλοντικά ζητήματα. Επιπρόσθετα, η ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων στο αστικό περιβάλλον προωθεί την αποκεντρωμένη παρακολούθηση από τους ίδιους τους

πολίτες –μέσω συμμετοχικών δικτύων αισθητήρων– βελτιώνοντας τη συνολική επίγνωση της τοπικής κοινωνίας σχετικά με την ποιότητα του αέρα στις αστικές περιοχές.

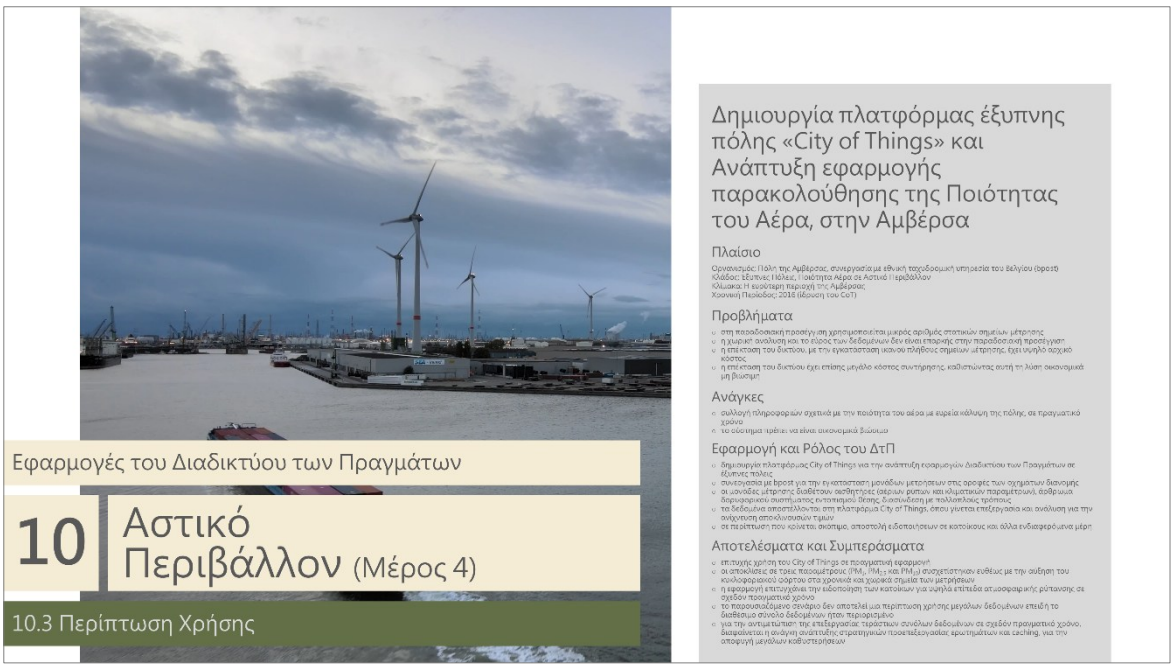


Εικόνα 24 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 10

Στον τομέα των **δικτύων,** των **υποδομών** και των **υπηρεσιών κοινής ωφέλειας**, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων διαδραματίζει εξίσου θεμελιώδη ρόλο. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η έξυπνη διαχείριση του δημόσιου φωτισμού, όπου φωτιστικά σώματα εξοπλισμένα με πολλαπλούς αισθητήρες προσαρμόζουν αυτόματα την ένταση του φωτός ανάλογα με την ανθρώπινη παρουσία, τον φυσικό φωτισμό και τη ροή της κυκλοφορίας. Αυτή η δυναμική προσαρμογή όχι μόνο μειώνει δραστικά την κατανάλωση ενέργειας, αλλά αναβαθμίζει και τα επίπεδα ασφάλειας στους δημόσιους χώρους. Πέρα από τον φωτισμό, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων καθιστά εφικτή τη διαρκή παρακολούθηση της δομικής ακεραιότητας κρίσιμων υποδομών –όπως γέφυρες, δρόμοι και κτίρια– μέσω αισθητήρων που καταγράφουν σεισμικές δονήσεις, τάσεις υλικών και περιβαλλοντικές συνθήκες. Η συλλογή αυτών των δεδομένων συμπληρώνεται από τη χρήση καμερών υψηλής ευκρίνειας και μη

επανδρωμένων αεροσκαφών για συνεχή επιτήρηση, εξασφαλίζοντας την έγκαιρη ανίχνευση πιθανών φθορών.

Στην ίδια κατεύθυνση, επιτυγχάνεται η βελτιστοποίηση των δικτύων ύδρευσης, φυσικού αερίου και διαχείρισης απορριμμάτων. Προηγμένα συστήματα του Διαδικτύου των Πραγμάτων, τα οποία ενσωματώνουν αισθητήρες, ενεργοποιητές και μονάδες επικοινωνίας σε όλη την έκταση των υποδομών, επιτρέπουν τον απομακρυσμένο έλεγχο των εγκαταστάσεων παραγωγής και μεταφοράς ενέργειας, καθώς και τη διαχείριση των αποχετευτικών δικτύων για την πρόληψη πλημμυρών. Η συνδυαστική χρήση τεχνολογίας ελέγχου σε πραγματικό χρόνο με τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης επιτρέπει την άμεση αντίδραση σε έκτακτες καταστάσεις, όπως διαρροές ή δυσλειτουργίες, μειώνοντας την πιθανότητα εκτεταμένων βλαβών. Συνολικά, η ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων στις υπηρεσίες κοινής ωφέλειας οδηγεί σε μια πιο ανθεκτική διαχείριση πόρων, συμβάλλοντας στη δημιουργία ενός βιώσιμου αστικού περιβάλλοντος.



Εικόνα 25 Στιγμιότυπο από το βίντεο της Ενότητας 10

Τέλος, ως πρακτική επιβεβαίωση της παραπάνω θεωρητικής ανάλυσης, η ενότητα παρουσιάζει μια στοχευμένη **μελέτη περίπτωσης** με τίτλο: «Δημιουργία πλατφόρμας

έξυπνης πόλης "City of Things" και ανάπτυξη εφαρμογής παρακολούθησης της ποιότητας του αέρα στην Αμβέρσα». Στο πλαίσιο αυτό, εξετάζεται πώς η βελγική πόλη ανέπτυξε τη συγκεκριμένη πλατφόρμα ως το βασικό τεχνολογικό υπόβαθρο για τη στήριξη έξυπνων εφαρμογών. Η αρχιτεκτονική αυτή υποστήριξε πολλαπλές λειτουργίες του Διαδικτύου των Πραγμάτων και αποτέλεσε τον πυρήνα για την υλοποίηση εξειδικευμένων λύσεων. Πιο συγκεκριμένα, αξιοποιώντας την πλατφόρμα, δημιουργήθηκε μια εφαρμογή η οποία στηρίχθηκε σε κινητούς αισθητήρες τοποθετημένους σε οχήματα διανομής. Αυτή η καινοτόμος προσέγγιση εξασφάλισε την εκτεταμένη κάλυψη της πόλης με δεδομένα ρύπανσης σε πραγματικό χρόνο, υπερβαίνοντας τους αυστηρούς περιορισμούς κόστους και γεωγραφικής εμβέλειας των παραδοσιακών, σταθερών συστημάτων. Η περίπτωση της Αμβέρσας αποτελεί ένα εξαιρετικό παράδειγμα για το πώς η υποδομή του Διαδικτύου των Πραγμάτων μπορεί να επεκταθεί ευέλικτα, δίνοντας απτές λύσεις σε σύγχρονες αστικές προκλήσεις.

Οι συμπληρωμένες **φόρμες εξαγωγής δεδομένων** για την Ενότητα 10 **παρατίθεται στο** **Παράρτημα Ε.10**, ενώ το ολοκληρωμένο **σενάριο** της ενότητας **παρουσιάζεται στο** **Παράρτημα ΣΤ.10**.

4.6. Κατάλογος Παραδοτέων

Για κάθε ενότητα έχει δημιουργηθεί ένας φάκελος.

Για τις δύο ενότητες του τομέα Εκπαίδευση:

- Ενότητα 1 - Εκπαίδευση (Μέρος 1)
- Ενότητα 2 - Εκπαίδευση (Μέρος 2)

Για τις τέσσερις ενότητες του τομέα Εφοδιαστική Αλυσίδα:

- Ενότητα 3 - Εφοδιαστική Αλυσίδα (Μέρος 1)
- Ενότητα 4 - Εφοδιαστική Αλυσίδα (Μέρος 2)
- Ενότητα 5 - Εφοδιαστική Αλυσίδα (Μέρος 3)
- Ενότητα 6 - Εφοδιαστική Αλυσίδα (Μέρος 4)

Για τις τέσσερις ενότητες του τομέα Αστικό Περιβάλλον:

- Ενότητα 7 - Αστικό Περιβάλλον (Μέρος 1)
- Ενότητα 8 - Αστικό Περιβάλλον (Μέρος 2)
- Ενότητα 9 - Αστικό Περιβάλλον (Μέρος 3)
- Ενότητα 10 - Αστικό Περιβάλλον (Μέρος 4)

Σε κάθε έναν από τους 10 φακέλους περιέχονται 13 αρχεία (συνολικά 130 αρχεία):

- *Όνομα Ενότητας*
  - *Όνομα Ενότητας*.mp4
    (βιντεοδιάλεξη)
  - *Όνομα Ενότητας* - Podcast.mp4
    (βιντεοδιάλεξη σε μορφή podcast)
  - *Όνομα Ενότητας* - Βιβλιογραφικές αναφορές.pdf
    (βιβλιογραφικές αναφορές της ενότητας)
  - *Όνομα Ενότητας* - Λεξικό αγγλικών όρων.pdf
    (μετάφραση όρων που χρησιμοποιούνται στην ενότητα στα αγγλικά)
  - *Όνομα Ενότητας* - Μεταγραφή της παρουσίασης.pdf
    (το πλήρες σενάριο της βιντεοδιάλεξης)
  - *Όνομα Ενότητας* - Περιπτώσεις χρήσης.pdf
    (κατάλογος επιλεγμένων περιπτώσεων χρήσης)
  - *Όνομα Ενότητας* - Συμπληρωματικό υλικό για μελέτη.pdf
    (κατάλογος επιλεγμένου υλικού για περαιτέρω μελέτη)
    - Πηγαία Αρχεία
      - *Όνομα Ενότητας*.pptx
        (πηγαίο αρχείο της βιντεοδιάλεξης)
      - *Όνομα Ενότητας* - Βιβλιογραφικές αναφορές.docx
        (βιβλιογραφικές αναφορές της ενότητας - πηγαίο αρχείο)
      - *Όνομα Ενότητας* - Λεξικό αγγλικών όρων.docx
        (μετάφραση όρων που χρησιμοποιούνται στην ενότητα στα αγγλικά - πηγαίο αρχείο)
      - *Όνομα Ενότητας* - Μεταγραφή της παρουσίασης.docx
        (το πλήρες σενάριο της βιντεοδιάλεξης - πηγαίο αρχείο)
      - *Όνομα Ενότητας* - Περιπτώσεις χρήσης.docx
        (κατάλογος επιλεγμένων περιπτώσεων χρήσης - πηγαίο αρχείο)
      - *Όνομα Ενότητας* - Συμπληρωματικό υλικό για μελέτη.docx
        (κατάλογος επιλεγμένου υλικού για περαιτέρω μελέτη - πηγαίο αρχείο)

5. Συμπεράσματα, Περιορισμοί και Προοπτικές

Στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζεται η τελική αποτίμηση της μελέτης. Αρχικά, παρατίθενται τα συμπεράσματα για την εφαρμογή του [XXX] και τη δημιουργία του Εκπαιδευτικού Πακέτου. Στη συνέχεια, αναλύονται οι περιορισμοί της έρευνας και, τέλος, διατυπώνονται προτάσεις για μελλοντική επιστημονική διερεύνηση.

5.1. Τελικά Συμπεράσματα

Η εκπόνηση της παρούσας μελέτης κατέδειξε αρχικά ότι το Διαδίκτυο των Πραγμάτων διεισδύει σε ένα τεράστιο εύρος πεδίων της σύγχρονης κοινωνίας. Μολονότι η ενσωμάτωσή του παραμένει σε πρώιμα στάδια συγκριτικά με τις ραγδαίες προοπτικές που διανοίγονται, διαπιστώνεται ότι η ωρίμανση του πεδίου εντείνεται σημαντικά μέσα από την ανάπτυξη και τη σύγκλιση με άλλες τεχνολογίες αιχμής, με κυριότερες την τεχνητή νοημοσύνη και τις αλυσίδες συστοιχιών. Ένα βασικό εύρημα της έρευνας είναι ότι οι υφιστάμενες εφαρμογές του δεν είναι συστηματικά ταξινομημένες, καθώς πολλές από αυτές εκτείνονται σε πολλαπλούς τομείς και έχουν πολυδιάστατες επιπτώσεις. Το γεγονός αυτό δημιουργεί αλληλεπικαλύψεις που καθιστούν την αυστηρή κατηγοριοποίησή τους ιδιαίτερα δυσχερή. Στο πλαίσιο της εργασίας αναπτύχθηκε μια εκτενής μεθοδολογική προσπάθεια ταξινόμησης με ικανοποιητικά αποτελέσματα, αν και αναγνωρίζεται ερευνητικά ότι θα μπορούσε να εφαρμοστεί μια εντελώς διαφορετική, αλλά εξίσου ορθή και τεκμηριωμένη, εναλλακτική κατάταξη. Ως προς τον ευρύτερο αντίκτυπο της τεχνολογίας, η επίδραση του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην επίτευξη των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης κρίνεται εντυπωσιακή, με τις εφαρμογές στην εκπαίδευση, το αστικό περιβάλλον και τον αγροτικό τομέα να διακρίνονται έντονα. Αξιολογώντας, παράλληλα, τα πεδία αυστηρά από τη σκοπιά του πρακτικά αξιοποιήσιμου υλικού, ξεχώρισαν οι εφαρμογές στην εφοδιαστική αλυσίδα, το αστικό περιβάλλον και τον αγροτικό τομέα. Συνθέτοντας τις παραπάνω παραμέτρους μέσω της τελικής διαδικασίας κατάταξης, προκρίθηκαν οριστικά ως βασικοί άξονες της μελέτης και του

παραγόμενου εκπαιδευτικού πακέτου η εφοδιαστική αλυσίδα, το αστικό περιβάλλον και η εκπαίδευση.

Στο πεδίο της εφοδιαστικής αλυσίδας και των logistics, ο ρόλος του Διαδικτύου των Πραγμάτων κρίνεται βαθιά αναμορφωτικός, διαπερνώντας οριζόντια όλα τα επιμέρους στάδια λειτουργίας. Η συγκεκριμένη τεχνολογία παρέχει πρωτοφανή ορατότητα στις διαδικασίες, γεγονός που επιτρέπει τη χάραξη στρατηγικών διαχείρισης βασισμένων σε πλήρως τεκμηριωμένα δεδομένα, ενώ παράλληλα εξασφαλίζει υψηλά επίπεδα διαφάνειας, ενισχύοντας καθοριστικά την εμπιστοσύνη του καταναλωτικού κοινού. Επιπλέον, η ενσωμάτωσή του συμβάλλει δραστικά στη μείωση των λειτουργικών εξόδων και στον περιορισμό της περιβαλλοντικής ρύπανσης που απορρέει από τις δραστηριότητες του κλάδου. Πέραν της βελτιστοποίησης των υποδομών, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων προσδίδει σημαντική προστιθέμενη αξία στα ίδια τα προϊόντα, ανοίγοντας τον δρόμο για την ανάπτυξη νέων, σύγχρονων υπηρεσιών που τα συνοδεύουν. Τέλος, λειτουργεί ως βασικός πυλώνας για τη βιωσιμότητα, ισχυροποιώντας το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας, μια στρατηγική που επιχειρεί να μεταβάλει ριζικά το παραδοσιακό τοπίο της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η δυναμική αυτή αποτυπώνεται εμπράκτως μέσα από την εφαρμογή καινοτόμων λύσεων, ειδικότερα στους κρίσιμους τομείς της ανακύκλωσης και του περιορισμού της σπατάλης τροφίμων.

Αντίστοιχα, στον τομέα του αστικού περιβάλλοντος, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων επιδεικνύει τη δυναμική να μετασχηματίσει ριζικά τον τρόπο ζωής στις πόλεις του μέλλοντος. Μέσω της προηγμένης ανάλυσης αστικών δεδομένων, παρέχει την ικανότητα πρόβλεψης κινδύνων και χάραξης στρατηγικών αντιμετώπισης πριν από την εκδήλωσή τους. Από την πρόβλεψη της εγκληματικότητας και της κυκλοφοριακής συμφόρησης έως τον εντοπισμό βλαβών στα δίκτυα και την παρακολούθηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, η τεχνολογία επιτρέπει στην αστική διακυβέρνηση να αναλαμβάνει προδραστική δράση. Με αυτόν τον τρόπο διασφαλίζεται η αδιάλειπτη συνέχεια των αστικών λειτουργιών, η προστασία των κατοίκων και η διατήρηση ενός υψηλού βιοτικού επιπέδου. Παράλληλα, εξοπλίζει τους πολίτες με τα κατάλληλα

ψηφιακά εργαλεία ώστε να αντιλαμβάνονται εγκαίρως τα αναδυόμενα προβλήματα και να προσαρμόζουν τη συμπεριφορά τους, επιτυγχάνοντας κρίσιμη εξοικονόμηση πόρων, ιδίως σε ό,τι αφορά την ενέργεια και την κατανάλωση νερού. Η πολυδιάστατη αυτή εφαρμογή του Διαδικτύου των Πραγμάτων αποτυπώνεται εμπράκτως σε κρίσιμα πεδία δράσης της έξυπνης πόλης: στην ολοκληρωμένη διαχείριση υδάτινων πόρων (ποιότητα, επάρκεια, λύματα και όμβρια ύδατα), στην ορθολογική διαχείριση αστικών απορριμμάτων μέσω βιώσιμων πρακτικών (ανακύκλωση, κομποστοποίηση), καθώς και στη βελτιστοποίηση της κυκλοφορίας, της στάθμευσης, του δημόσιου φωτισμού και της άμεσης αντιμετώπισης περιστατικών έκτακτης ανάγκης.

Στον τομέα της εκπαίδευσης, η σημαντικότερη ίσως επίδραση του Διαδικτύου των Πραγμάτων εντοπίζεται στην ενίσχυση της συμπερίληψης και στον δραστικό περιορισμό των εκπαιδευτικών αποκλεισμών και ανισοτήτων. Ειδικότερα, η συγκεκριμένη τεχνολογία παρέχει εξειδικευμένα εργαλεία και ψηφιακές διευκολύνσεις σε άτομα με αισθητηριακές, νοητικές και κινητικές αναπηρίες, διασφαλίζοντας την ισότιμη παραμονή τους στο εκπαιδευτικό πλαίσιο. Παράλληλα, καταργεί τους γεωγραφικούς περιορισμούς, ενώνοντας άτομα σε απομακρυσμένες περιοχές και εξασφαλίζοντάς τους απρόσκοπτη πρόσβαση σε εκπαιδευτικό υλικό, συσκευές, όργανα, πειραματικό εξοπλισμό και αισθητήρες, μέσω εικονικών ή απομακρυσμένων φυσικών εργαστηρίων. Ταυτόχρονα, διαμορφώνει ένα ποιοτικό, ασφαλές και πλήρως διαδραστικό εκπαιδευτικό περιβάλλον, το οποίο αναβαθμίζει συνολικά τη μαθησιακή και φοιτητική εμπειρία, εμπλουτίζοντάς τη με εκπαιδευτικά μέσα αιχμής. Τέλος, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων ενδυναμώνει καθοριστικά την εκπαίδευση για τη βιώσιμη ανάπτυξη, προκαλώντας πολυδιάστατο θετικό αντίκτυπο στο σύνολο σχεδόν των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης.

Όλα τα παραπάνω αναδεικνύουν την ανάγκη να οργανωθεί η γνώση γύρω από την ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων στους τομείς και τα πεδία της κοινωνίας με έναν πρακτικό και ξεκάθαρο τρόπο. Αυτός ήταν και ο βασικός στόχος της εργασίας, ο οποίος ολοκληρώθηκε με τη δημιουργία του Εκπαιδευτικού

Πακέτου. Συγκεκριμένα, μέσα από την εξαγωγή δεδομένων και τη σύνθεση αυτών των πληροφοριών, προέκυψαν τα δέκα τελικά σενάρια των βιντεοδιαλέξεων. Με αυτή τη διαδικασία, ο μεγάλος όγκος της θεωρίας οργανώθηκε σε ένα δομημένο και άμεσα αξιοποιήσιμο μαθησιακό υλικό.

5.2. Περιορισμοί της Έρευνας

Ένας βασικός περιορισμός της παρούσας μελέτης αφορά τη φύση των διαθέσιμων βιβλιογραφικών δεδομένων ως προς τις πρακτικές εφαρμογές της τεχνολογίας του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Κατά την έρευνα, διαπιστώθηκε έλλειψη εκτενών, πραγματικών υλοποιήσεων μεγάλης κλίμακας, καθώς η πλειονότητα των πηγών εστίαζε σε πειραματικές προσεγγίσεις ή σε εφαρμογές περιορισμένης και πιλοτικής εμβέλειας. Το γεγονός αυτό οφείλεται, σε μεγάλο βαθμό, στη μεθοδολογική επιλογή να αντληθούν δεδομένα αποκλειστικά από αξιολογημένη ακαδημαϊκή βιβλιογραφία. Αν και η επιλογή αυτή ήταν επιβεβλημένη για να διασφαλιστεί η επιστημονική εγκυρότητα της έρευνας, αναπόφευκτα απέκλεισε την αποκαλούμενη «γκρίζα βιβλιογραφία» (όπως εκθέσεις της βιομηχανίας και εταιρικές μελέτες περίπτωσης), η οποία συχνά καταγράφει με μεγαλύτερη ταχύτητα τις σύγχρονες, εφαρμοσμένες εμπορικές λύσεις της αγοράς.

Ένας επιπρόσθετος, εξίσου σημαντικός περιορισμός υπήρξε ο αυστηρός χρονικός ορίζοντας εκπόνησης, σε άμεση συνάρτηση με το εκτεταμένο ερευνητικό εύρος της εργασίας. Η μελέτη απαίτησε πολλαπλά και απαιτητικά στάδια υλοποίησης, από την αρχική βιβλιογραφική ανασκόπηση και την ταξινόμηση, έως την εξαγωγή δεδομένων και την τελική σύνθεση του εκπαιδευτικού υλικού. Προκειμένου να εξασφαλιστεί ο απαραίτητος χρόνος για την ολοκλήρωση όλων των φάσεων, κατέστη αναγκαίος ο περιορισμός του δείγματος κατά τους κύκλους αναζήτησης. Συγκεκριμένα, η αξιολόγηση περιορίστηκε στα πρώτα 500 αποτελέσματα ανά βιβλιογραφική βάση στη πρώτη αναζήτηση και στα πρώτα 200 αποτελέσματα ανά βιβλιογραφική βάση στη δεύτερη αναζήτηση (ταξινομημένα βάσει σχετικότητας και στις δύο περιπτώσεις), συγκεντρώνοντας αρχικά έναν όγκο 3.500 δημοσιεύσεων. Αν και η

ενδελεχής μελέτη του συνόλου της διαθέσιμης βιβλιογραφίας θα προσέφερε τη μέγιστη δυνατή βεβαιότητα, εκτιμάται επιστημονικά ότι στο εξεταζόμενο δείγμα επήλθε «κορεσμός δεδομένων». Συνεπώς, η περαιτέρω ανάλυση επιπλέον άρθρων πιθανότατα δεν θα αποκάλυπτε ριζικά νέες εφαρμογές, αλλά παραλλαγές όσων ήδη είχαν καταγραφεί.

Τέλος, ο ίδιος χρονικός περιορισμός επηρέασε το εύρος και την αξιολόγηση του τελικού παραδοτέου. Η δημιουργία των σεναρίων βιντεοδιαλέξεων εστίασε αναγκαστικά στους τρεις πρώτους τομείς εφαρμογών που προέκυψαν από την αξιολόγηση (Εφοδιαστική Αλυσίδα, Αστικό Περιβάλλον, Εκπαίδευση), αφήνοντας εκτός άλλους, εξίσου σημαντικούς τομείς εφαρμογής του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Παράλληλα, δεν κατέστη εφικτή η εμπειρική αξιολόγηση του παραγόμενου Εκπαιδευτικού Πακέτου σε πραγματικές εκπαιδευτικές συνθήκες, ένα βήμα που κρίνεται απαραίτητο για τη μέτρηση της διδακτικής του αποτελεσματικότητας.

5.3. Μελλοντικές Κατευθύνσεις

Η αναγνώριση των περιορισμών της παρούσας μελέτης διαμορφώνει ένα σαφές πλαίσιο προτάσεων για μελλοντικές επιστημονικές και πρακτικές κατευθύνσεις.

Πρωταρχικό βήμα αποτελεί η εμπειρική αξιολόγηση του Εκπαιδευτικού Πακέτου που αναπτύχθηκε. Προτείνεται η πιλοτική εφαρμογή των δέκα ενοτήτων σε πραγματικές συνθήκες διδασκαλίας (π.χ. σε ακαδημαϊκά προγράμματα σπουδών ή σεμινάρια επαγγελματικής κατάρτισης). Μια τέτοια διαδικασία θα επιτρέψει τη συλλογή ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων για τη μέτρηση της διδακτικής αποτελεσματικότητας του υλικού.

Παράλληλα, εξαιτίας των ραγδαίων εξελίξεων που χαρακτηρίζουν την τεχνολογία του Διαδικτύου των Πραγμάτων, συνιστάται η τακτική ενημέρωση και επικαιροποίηση του εκπαιδευτικού υλικού. Η συνεχής ανατροφοδότηση του παραγόμενου έργου με νέα τεχνολογικά δεδομένα καθίσταται επιβεβλημένη, προκειμένου το διδακτικό

περιεχόμενο να παραμένει διαρκώς σύγχρονο, ακριβές και απόλυτα ευθυγραμμισμένο με τις αναδυόμενες τάσεις.

Επιπλέον, η ερευνητική και μεθοδολογική αρχιτεκτονική της εργασίας (ταξινόμηση, εξαγωγή δεδομένων μέσω φορμών, σύνθεση σεναρίων) μπορεί να εφαρμοστεί για την επέκταση του εκπαιδευτικού περιεχομένου σε περισσότερους τομείς. Κλάδοι όπως ο αγροτικός τομέας —ο οποίος αναδείχθηκε ως πολλά υποσχόμενος κατά την αρχική αξιολόγηση της παρούσας μελέτης— η υγεία ή η βιομηχανία, προσφέρουν γόνιμο έδαφος για τη δημιουργία επιπρόσθετων ενοτήτων.

Τέλος, από αμιγώς βιβλιογραφική σκοπιά, προτείνεται η μελλοντική διεύρυνση της έρευνας με την ενσωμάτωση της «γκρίζας βιβλιογραφίας». Η συστηματική μελέτη αυτών των πηγών θα γεφυρώσει το χάσμα μεταξύ της πειραματικής ακαδημαϊκής έρευνας και της αγοράς, προσφέροντας μια ρεαλιστική, επικαιροποιημένη χαρτογράφηση των εμπορικών εφαρμογών μεγάλης κλίμακας και του πραγματικού αντίκτυπου του Διαδικτύου των Πραγμάτων στη σύγχρονη κοινωνία.

Βιβλιογραφία

Ab Rashid, S. R., Mohd Kasim, N. S., & Nurakmal Zaidi, M. (2025). A Review of Technological Advancements and Operational Improvements in IoT for Retail Inventory Management. International Journal of Research and Innovation in Social Science, IX(VIII), 69–82. https://doi.org/10.47772/IJRISS.2025.90800008

Abdelghany, E. S., Farghaly, M. B., Almalki, M. M., Sarhan, H. H., & Essa, M. E.-S. M. (2023). Machine Learning and IoT Trends for Intelligent Prediction of Aircraft Wing Anti-Icing System Temperature. Aerospace, 10(8), 676. https://doi.org/10.3390/aerospace10080676

Abdelmaboud, A., Ahmed, A. I. A., Abaker, M., Eisa, T. A. E., Albasheer, H., Ghorashi, S. A., & Karim, F. K. (2022). Blockchain for IoT Applications: Taxonomy, Platforms, Recent Advances, Challenges and Future Research Directions. Electronics, 11(4), 630. https://doi.org/10.3390/electronics11040630

Abdelmawla, N., El-fishawy, N. A., & El-Rashidy, M. A. (2026). Green Internet of Things (G-IoT) for Sustainable Development: Cancer Care and Management as a Case Study. Menoufia Journal of Electronic Engineering Research, 35(1), 197–217. https://doi.org/10.21608/mjeer.2025.422451.1198

Abdullah, A. F., Man, H. C., Mohammed, A., Karim, M. M. A., Yunusa, S. U., & Jais, N. A. B. M. (2024). Charting the aquaculture internet of things impact: Key applications, challenges, and future trend. Aquaculture Reports, 39, 102358. https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2024.102358

Abed, N., Murugan, R., Deldari, A., Sankarannair, S., & Ramesh, M. V. (2025). IoT and AI-driven solutions for human-wildlife conflict: Advancing sustainable agriculture and biodiversity conservation. Smart Agricultural Technology, 10, 100829. https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.100829

Abichandani, P., Sivakumar, V., Lobo, D., Iaboni, C., & Shekhar, P. (2022). Internet-of-Things Curriculum, Pedagogy, and Assessment for STEM Education: A Review of Literature. IEEE Access, 10, 38351–38369. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3164709

Aborot, J., Neverida, M. P., Abonita, J. K. C., & Osiana, V. O. (2022). Gul.ai: AI- and IoT-enabled Plant-growing System for Boosting STEM Education in the Philippines. 2022 20th International Conference on ICT and Knowledge Engineering (ICT&KE), 1–7. https://doi.org/10.1109/ICTKE55848.2022.9983122

Abubakar, A. K., Gillam, L., & Sastry, N. (2026). The Role of the Internet of Things (IoT) in Achieving the United Nations (UN) Sustainable Development Goals (SDGs)—A Systematic Review. ACM Computing Surveys, 58(3), 1–46. https://doi.org/10.1145/3765516

Afrin, S., Rafa, S. J., Kabir, M., Farah, T., Alam, Md. S. B., Lameesa, A., Ahmed, S. F., & Gandomi, A. H. (2025). Industrial Internet of Things: Implementations,

challenges, and potential solutions across various industries. Computers in Industry, 170, 104317. https://doi.org/10.1016/j.compind.2025.104317

Ahmad, I., Niazy, M. S., Ziar, R. A., & Khan, S. (2021). Survey on IoT: Security Threats and Applications. Journal of Robotics and Control (JRC), 2(1). https://doi.org/10.18196/jrc.2150

Ahmadzadeh, S., Ajmal, T., Ramanathan, R., & Duan, Y. (2023). A Comprehensive Review on Food Waste Reduction Based on IoT and Big Data Technologies. Sustainability, 15(4), 3482. https://doi.org/10.3390/su15043482

Ahmid, M., Kazar, O., & Barka, E. (2024). Internet of Things Overview: Architecture, Technologies, Application, and Challenges. Στο W. Boulila, J. Ahmad, A. Koubaa, M. Driss, & I. R. Farah (Επιμ.), Decision Making and Security Risk Management for IoT Environments (τ. 106, σελ. 1–19). Springer International Publishing. https://link.springer.com/10.1007/978-3-031-47590-0_1

Al Yarubi, K. S., Khairy, S. O. F., Hossain, S. M. E., & Hayder, G. (2025). Internet of Things-Driven Waste Management: Paving the Way for Sustainable Smart Cities. Processes, 13(4), 1140. https://doi.org/10.3390/pr13041140

Alabadi, M., Habbal, A., & Wei, X. (2022). Industrial Internet of Things: Requirements, Architecture, Challenges, and Future Research Directions. IEEE Access, 10, 66374–66400. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3185049

Alakwaa, L., Alhothli, S., & Alhashemi, R. (2025). Survey of the Role of IoT and AI in Smart City Infrastructure. 2025 International Conference on Innovation in Artificial Intelligence and Internet of Things (AIIT), 1–7. https://doi.org/10.1109/AIIT63112.2025.11082832

Alam, T. (2021). Cloud-Based IoT Applications and Their Roles in Smart Cities. Smart Cities, 4(3), 1196–1219. https://doi.org/10.3390/smartcities4030064

Alashbi, A., Mohamed, A. H., Shayea, I., El-Saleh, A. A., & Ahad, A. (2024). A Review of IoT Applications in Smart Environments: From Smart Cities to Military Integration. Στο F. Saeed, F. Mohammed, & Y. Fazea (Επιμ.), Advances in Intelligent Computing Techniques and Applications (τ. 211, σελ. 176–190). Springer Nature Switzerland. https://link.springer.com/10.1007/978-3-031-59707-7_16

Alhashmi, S. M., Al-Qudah, I., Hashem, I. A., Alsinglawi, B., Borreo, R., S. Migdadi, H., & Chen, W. (2025). Connecting the Dots: IoT, sustainability, and SDGs. Sustainable Futures, 10, 101170. https://doi.org/10.1016/j.sftr.2025.101170

Alhazmi, A. K., Kaed, E., Al-Hammadi, F., Alsakkaf, N., & Al-Hammadi, Y. (2023). The Internet of Things as a Tool Towards Smart Education: A Systematic Review. Στο K. Arai (Επιμ.), Proceedings of the Future Technologies Conference (FTC) 2022, Volume 3 (σελ. 633–648). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-18344-7_45

Alherimi, N., Saihi, A., & Ben-Daya, M. (2024). A Systematic Review of Optimization Approaches Employed in Digital Warehousing Transformation. IEEE Access, 12, 145809–145831. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3463531

AlHousrya, O., Bennagi, A., Cotfas, P. A., & Cotfas, D. T. (2025). The Role of the Industrial IoT in Advancing Electric Vehicle Technology: A Review. Applied Sciences, 15(17), 9290. https://doi.org/10.3390/app15179290

Alimadani, R., Adedeji, A. A., & Narimani, M. (2025). A Review of IoT Applications in Food Processing and Related Fields. Journal of Food Processing and Preservation, 2025(1), 3064441. https://doi.org/10.1155/jfpp/3064441

Aljubairy, A., Zhang, W. E., Shemshadi, A., Mahmood, A., & Sheng, Q. Z. (2020). A system for effectively predicting flight delays based on IoT data. Computing, 102(9), 2025–2048. https://doi.org/10.1007/s00607-020-00794-w

Al-kahtani, M. S., Khan, F., & Taekeun, W. (2022). Application of Internet of Things and Sensors in Healthcare. Sensors, 22(15), 5738. https://doi.org/10.3390/s22155738

Allemki, S. K., Walia, V., V, V., Vijayaregunathan, N., & Kiranmaye, G. (2025). Implementation of IOT for Airplane Black Boxes with Automated Information Transmission to Base Stations. 2025 5th Asian Conference on Innovation in Technology (ASIANCON), 1–5. https://doi.org/10.1109/ASIANCON66527.2025.11280990

Almulhim, A. I. (2025). A Conceptual Framework for Integrating IoT and Blockchain for Smart and Sustainable Urban Development. Smart Cities, 8(6), 209. https://doi.org/10.3390/smartcities8060209

Al-Najadi, R., Al-Mulla, Y., & Goher, K. (2026). Advances in intelligent and autonomous greenhouse systems: A comprehensive review of internet of things, artificial intelligence, and robotics integration. Smart Agricultural Technology, 13, 101670. https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.101670

Al-Nbhany, W. A. N. A., Zahary, A. T., & Al-Shargabi, A. A. (2024). Blockchain-IoT Healthcare Applications and Trends: A Review. IEEE Access, 12, 4178–4212. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3349187

AlQahtani, A. A. S., Darrat, A. A., Turpin, L., & Alshayeb, T. (2025). Smart shelves: Transforming retail stocking with internet of things and machine learning. Journal of Umm Al-Qura University for Engineering and Architecture, 16(4), 1864–1880. https://doi.org/10.1007/s43995-025-00213-1

Alsafery, W., Rana, O., & Perera, C. (2023). Sensing within Smart Buildings: A Survey. ACM Computing Surveys, 55(13s), 1–35. https://doi.org/10.1145/3596600

Alsaffar, H. G., Sami, S., Alhayali, S., & Aziz, I. T. (2025). IoT-Based Luggage Monitoring and Real-Time Tracking System Using Microcontroller. 2025 IEEE 15th Symposium on Computer Applications & Industrial Electronics (ISCAIE), 297–301. https://doi.org/10.1109/ISCAIE64985.2025.11080981

Alshboul, Z., Hamadneh, B. M., Alqarni, T. M., Aljunaeidia, B. Z., & Khadum, M. (2025). Empowering Accessibility: IoT-Driven Smart Buildings for Elderly and Disabled Individuals. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 16(7). https://doi.org/10.14569/IJACSA.2025.0160797

Altaie, S., Al-Sanjary, O. I., & Thillaiyanathan, K. K. A.-L. (2025). LPG Gas Leakage Detection, Alert with Data Analysis Capability Using IOT Technology. 2025 IEEE International Conference on Automatic Control and Intelligent Systems (I2CACIS), 267–271. https://doi.org/10.1109/I2CACIS65476.2025.11100741

Alzahrani, A., & Asghar, M. Z. (2023). Intelligent Risk Prediction System in IoT-Based Supply Chain Management in Logistics Sector. Electronics, 12(13), 2760. https://doi.org/10.3390/electronics12132760

Amador Nelke, S., Kohen-Vacs, D., Khomyakov, M., Rosienkiewicz, M., Helman, J., Cholewa, M., Molasy, M., Górecka, A., Gómez-González, J.-F., Bourgain, M., Sagar, A., Berselli, G., Blank, D., Winokur, M., & Benis, A. (2024). Enhancing Lessons on the Internet of Things in Science, Technology, Engineering, and Medical Education with a Remote Lab. Sensors, 24(19), 6424. https://doi.org/10.3390/s24196424

Amador-Castro, F., González-López, M. E., Lopez-Gonzalez, G., Garcia-Gonzalez, A., Díaz-Torres, O., Carbajal-Espinosa, O., & Gradilla-Hernández, M. S. (2024). Internet of Things and citizen science as alternative water quality monitoring approaches and the importance of effective water quality communication. Journal of Environmental Management, 352, 119959. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119959

Amir, A., Fauzi, R., & Arifin, Y. (2022). Smart water meter for automatic meter reading. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1212(1), 012042. https://doi.org/10.1088/1757-899X/1212/1/012042

Ang, K. L. M., Seng, J. K. P., & Ngharamike, E. (2022). Towards Crowdsourcing Internet of Things (Crowd-IoT): Architectures, Security and Applications. Future Internet, 14(2), 49. https://doi.org/10.3390/fi14020049

Ansari, S., Aslam, T., Ansari, A., Otero, P., Ahmed, I., & Maqbool, F. (2021). Internet of Things: Technologies and Applications. Στο F. P. García Márquez & B. Lev (Επιμ.), Introduction to Internet of Things in Management Science and Operations Research (τ. 311, σελ. 1–30). Springer International Publishing. https://link.springer.com/10.1007/978-3-030-74644-5_1

Aouedi, O., Vu, T.-H., Sacco, A., Nguyen, D. C., Piamrat, K., Marchetto, G., & Pham, Q.-V. (2025). A Survey on Intelligent Internet of Things: Applications, Security, Privacy, and Future Directions. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 27(2), 1238–1292. https://doi.org/10.1109/COMST.2024.3430368

Ariff, M. I. M., Nazam, N. M., Arshad, N. I., & Chowanda, A. (2026). Smart Shopping Trolley Using RFID Technology: An Iot-Based Approach for Enhancing Retail

Checkout Efficiency. 2026 7th International Conference on Mobile Computing and Sustainable Informatics (ICMCSI), 29–34. https://doi.org/10.1109/ICMCSI67283.2026.11412849

Arion, I. D., Morar, I. M., Truta, A. M., Chereches, I. A., Isarie, V. I., & Arion, F. H. (2025). Internet of Things (IoT)-Based Applications in Smart Forestry: A Conceptual and Technological Analysis. Forests, 17(1), 44. https://doi.org/10.3390/f17010044

Arshad, J., Irtisam, A., Arif, T., Rasheed, M. S., Chauhdary, S. T., Rahmani, M. K. I., & Almajalid, R. (2024). A federated learning model for intelligent cattle health monitoring system using body area sensors and IoT. Egyptian Informatics Journal, 27, 100488. https://doi.org/10.1016/j.eij.2024.100488

Arshad, J., Rehman, A. U., Othman, M. T. B., Ahmad, M., Tariq, H. B., Khalid, M. A., Moosa, M. A. R., Shafiq, M., & Hamam, H. (2022). Deployment of Wireless Sensor Network and IoT Platform to Implement an Intelligent Animal Monitoring System. Sustainability, 14(10), 6249. https://doi.org/10.3390/su14106249

Arshi, O., Rai, A., Gupta, G., Pandey, J. K., & Mondal, S. (2024). IoT in energy: A comprehensive review of technologies, applications, and future directions. Peer-to-Peer Networking and Applications, 17(5), 2830–2869. https://doi.org/10.1007/s12083-024-01725-8

Arvind, V. R., Shrinidhi, R. M., Deepa, T., & Maheedhar, M. (2025). Intelligent Warehousing: A Machine Learning and IoT Framework for Precision Inventory Optimization. IEEE Access, 13, 169381–169414. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3614679

Arya, A. A., Parthasarathy, V., Babu, A. S., & Sankarganesh, P. (2025). Application of industrial internet of things (IIoT) in food processing industries. Trends in Food Science & Technology, 165, 105324. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2025.105324

Asit Kumar Majhi, A., & Mohanty, S. (2024). A Comprehensive Review on Internet of Things Applications in Power Systems. IEEE Internet of Things Journal, 11(21), 34896–34923. https://doi.org/10.1109/JIOT.2024.3447241

Ayele, E. D., Gavriel, S., Gonzalez, J. F., Teeuw, W. B., Philimis, P., & Gillani, G. (2024). Emerging Industrial Internet of Things Open-Source Platforms and Applications in Diverse Sectors. Telecom, 5(2), 369–399. https://doi.org/10.3390/telecom5020019

Bajaj, L., Sharma, N., & Shambharkar, P. G. (2024). IoT Securities: Applications, Security Issues and Solutions Using Diverse Technologies. Στο S. Dalal, N. Dahiya, V. Jaglan, D. Koundal, & D. Le (Επιμ.), Reshaping Intelligent Business and Industry (1η έκδ., σελ. 157–178). Wiley. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119905202.ch10

Bajpai, A., Girish Kumar, T. P., Sreenivasan, G., & Srivastav, S. K. (2024). System Design, Automatic Data Collection Framework and Embedded Software

Development of Internet of Things (IoT) for Air Pollution Monitoring of Nagpur Metropolis. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 52(10), 2347–2359. https://doi.org/10.1007/s12524-024-01943-w

Bakhtiari, V., Kerchi, H. D., Piadeh, F., Behzadian, K., & Nasirzadeh, F. (2025). Role of the internet of things in flood risk management: A critical review on current practices and future directions. Natural Hazards, 121(17), 19473–19505. https://doi.org/10.1007/s11069-025-07589-2

Bakla, A. (2021). Learning Analytics Through Internet of Things for Better Learning. Στο L. Daniela (Επιμ.), The Internet of Things for Education: A New Actor on the Stage (σελ. 123–143). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85720-2_8

Bandara, R. M. P. N. S., Jayasignhe, A. B., & Retscher, G. (2025). The Integration of IoT (Internet of Things) Sensors and Location-Based Services for Water Quality Monitoring: A Systematic Literature Review. Sensors, 25(6), 1918. https://doi.org/10.3390/s25061918

Banerjee, B., Bose, P., & Basu, R. (2026). Spatio-Temporal Prediction of Groundwater Level and Quality using IoT Sensing and Hybrid Machine Learning Approaches. Water Conservation Science and Engineering, 11(1), 20. https://doi.org/10.1007/s41101-025-00477-7

Bedi, K., Singh, P., Kohli, N., Kaur, H., Angra, P. K., & Singh Cheema, G. (2024). Effectiveness of IoT (Internet of Things) in Real-Time Supply Chain Monitoring and Management. 2024 Second International Conference Computational and Characterization Techniques in Engineering & Sciences (IC3TES), 1–5. https://doi.org/10.1109/IC3TES62412.2024.10877555

Beery, A. J., Eastman, D. W., Enos, J., Richards, W., & Donnelly, P. J. (2024). Smart Compost Bin for Measurement of Consumer Food Waste. Companion Proceedings of the 26th International Conference on Multimodal Interaction, 100–107. https://doi.org/10.1145/3686215.3686216

Beier, G., Niehoff, S., & Xue, B. (2018). More Sustainability in Industry through Industrial Internet of Things? Applied Sciences, 8(2), 219. https://doi.org/10.3390/app8020219

Benita, F., Virupaksha, D., Wilhelm, E., & Tunçer, B. (2021). A smart learning ecosystem design for delivering Data-driven Thinking in STEM education. Smart Learning Environments, 8(1), 11. https://doi.org/10.1186/s40561-021-00153-y

Bhuiyan, M. N., Rahman, M. M., Billah, M. M., & Saha, D. (2021). Internet of Things (IoT): A Review of Its Enabling Technologies in Healthcare Applications, Standards Protocols, Security, and Market Opportunities. IEEE Internet of Things Journal, 8(13), 10474–10498. https://doi.org/10.1109/JIOT.2021.3062630

Bhuyan, G. P., Mishra, B. K., & Palai, G. (2025). Leveraging Cloud and IoT -Based NLP in Virtual Reality for Sustainable Industry Innovation: A Pathway to Achieving

SDG 9 (Industry, Innovation, and Infrastructure). Internet Technology Letters, 8(2), e659. https://doi.org/10.1002/itl2.659

Bisaga, I., Puźniak-Holford, N., Grealish, A., Baker-Brian, C., & Parikh, P. (2017). Scalable off-grid energy services enabled by IoT: A case study of BBOXX SMART Solar. Energy Policy, 109, 199–207. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.07.004

Botea-Muntean, D.-R., & Constantinescu, R. (2023). Internet of Things – one of the Digital Steps that Companies Should Consider towards Circular Economy and Sustainability An Exploratory Case Study Defined by the Sustainable Retrospective of one of the Top Global Retail Groups. Paradigm, 17(1), 89–101. https://doi.org/10.2478/picbe-2023-0011

Boursianis, A. D., Papadopoulou, M. S., Diamantoulakis, P., Liopa-Tsakalidi, A., Barouchas, P., Salahas, G., Karagiannidis, G., Wan, S., & Goudos, S. K. (2022). Internet of Things (IoT) and Agricultural Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in smart farming: A comprehensive review. Internet of Things, 18, 100187. https://doi.org/10.1016/j.iot.2020.100187

Bressanelli, G., Adrodegari, F., Perona, M., & Saccani, N. (2018). The role of digital technologies to overcome Circular Economy challenges in PSS Business Models: An exploratory case study. Procedia CIRP, 73, 216–221. https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.322

Bzai, J., Alam, F., Dhafer, A., Bojović, M., Altowaijri, S. M., Niazi, I. K., & Mehmood, R. (2022). Machine Learning-Enabled Internet of Things (IoT): Data, Applications, and Industry Perspective. Electronics, 11(17), 2676. https://doi.org/10.3390/electronics11172676

Cáceres-Tello, J., Galán-Hernández, J. J., Morales Cevallo, M. B., & López-Meneses, E. (2025). Citizen Science and STEM Education with R: AI–IoT Forecasting and Reproducible Learning from Open Urban Air Quality Data. Applied Sciences, 15(22), 12183. https://doi.org/10.3390/app152212183

Cadeado, A., Machado, C., Oliveira, G., E Silva, D., Muñoz, R., & Silva, S. (2022). Internet of Things as a Tool for Sustainable Analytical Chemistry: A Review. Journal of the Brazilian Chemical Society. https://doi.org/10.21577/0103-5053.20220048

Calvo, I., Espin, A., Gil-García, J. M., Fernández Bustamante, P., Barambones, O., & Apiñaniz, E. (2022). Scalable IoT Architecture for Monitoring IEQ Conditions in Public and Private Buildings. Energies, 15(6), 2270. https://doi.org/10.3390/en15062270

Caradot, N., Alfonso, L., Montenegro, J. M. F., Brékine, A., Amorsi, N., Le Gall, F., López Aguilar, F., Schwarzmueller, H., & Kim, E. E. (2024). Smart Water Management. Στο S. Ziegler, R. Radócz, A. Quesada Rodriguez, & S. N. Matheu Garcia (Επιμ.), Springer Handbook of Internet of Things (σελ. 805–824). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-39650-2_33

Carotenuto, P., Durante, A., Giordani, S., & Salvatore, A. (2026). Innovative Logistics of Spent Coffee Grounds Reuse: An IoT-Based Rolling Horizon Approach. Transportation Research Procedia, 95, 425–432. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2026.02.054

Case study—Building Automated Greenhouse. (χ.χ.). Ανακτήθηκε 5 Ιούνιος 2026, από https://cloud.arduino.cc/building-automated-greenhouse/

Castro-Martin, A. P., Morales Guanga, C., Barrionuevo, J. R. C., Paucar Samaniego, M., Monar Naranjo, M., Santamaría Aguirre, J., & López Vaca, A. (2026). IoT Technology and Augmented Reality Integrated into Urban Furniture for Tourism 4.0. Applied Sciences, 16(5), 2603. https://doi.org/10.3390/app16052603

Chang, W.-H., Chang, M.-C., Chang, M.-H., Chan, Y.-K., & Hsieh, M. Y. (2025). Digital health transformation: An empirical analysis of sustainable healthcare through the various applications of artificial intelligence internet of things technology. DIGITAL HEALTH, 11, 20552076251396987. https://doi.org/10.1177/20552076251396987

Chatterjee, S., Bhunia, P. K., Mondal, P., Sadhu, A., & Biswas, A. (2022). A Comprehensive Composite of Smart Ambulance Booking and Tracking Systems Using IoT for Digital Services. Στο R. Anandan, S. Gopalakrishnan, S. Pal, & N. Zaman (Επιμ.), The Industrial Internet of Things (IIoT) (1η έκδ., σελ. 349–367). Wiley. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119769026.ch14

Chaudhary, D., & Sharma, P. C. (2022). An Overview of Internet of Things Related Protocols, Technologies, Challenges and Application. Στο M. R. Mahmood, R. Raja, H. Kaur, S. Kumar, & K. K. Nagwanshi (Επιμ.), Ambient Intelligence and Internet of Things (1η έκδ., σελ. 33–52). Wiley. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119821847.ch2

Cheirchanteri, G., Tzortzi, S., Miska, M., & Koutlas, K. (2025). URBAN INNOVATIONS IN IOANNINA: IOT for Smart and Green Energy in public buildings. Sustainable Mediterranean Construction, 21, 032. https://doi.org/10.69148/smc-2025-21-032

Chen, J., & Zhang, H. (2022). Study on the Internet of Things Discipline in Civil Aviation. Στο X. Sun, X. Zhang, Z. Xia, & E. Bertino (Επιμ.), Advances in Artificial Intelligence and Security (τ. 1588, σελ. 586–594). Springer International Publishing. https://link.springer.com/10.1007/978-3-031-06764-8_45

Chen, M., Jiang, Z., Xu, Z., Shi, A., Gu, M., & Li, Y. (2022). Overviews of Internet of Things Applications in China's Hospitality Industry. Processes, 10(7), 1256. https://doi.org/10.3390/pr10071256

Chen, T., Wang, M., Su, J., Ikram, R. M. A., & Li, J. (2023). Application of Internet of Things (IoT) Technologies in Green Stormwater Infrastructure (GSI): A Bibliometric Review. Sustainability, 15(18), 13317. https://doi.org/10.3390/su151813317

Chen, W.-E., Feng, W.-S., Lin, Y.-B., & Yen, T.-H. (2025). AI-Enhanced IoT Systems in Operations Centers: Advancing Sustainable Development and Social Responsibility. IEEE Transactions on Computational Social Systems, 12(6), 5389–5400. https://doi.org/10.1109/TCSS.2025.3563549

Cheng, Y.-M., Horng, M.-F., & Chung, C.-C. (2024). ICT Innovation to Promote Sustainable Development Goals: Implementation of Smart Water Pipeline Monitoring System Based on Narrowband Internet of Things. Sustainability, 16(22), 9683. https://doi.org/10.3390/su16229683

Choudhary, A. (2024). Internet of Things: A comprehensive overview, architectures, applications, simulation tools, challenges and future directions. Discover Internet of Things, 4(1), 31. https://doi.org/10.1007/s43926-024-00084-3

Choudhary, V., Guha, P., Pau, G., & Mishra, S. (2025). An overview of smart agriculture using internet of things (IoT) and web services. Environmental and Sustainability Indicators, 26, 100607. https://doi.org/10.1016/j.indic.2025.100607

Chun, C., Tanveer, M. H., & Chakravarty, S. (2023). The CanSat Compendium: A Review of Scientific CanSats. Machines, 11(7), 675. https://doi.org/10.3390/machines11070675

Circular economy introduction. (χ.χ.). The Ellen MacArthur Foundation. Ανακτήθηκε 10 Ιούλιος 2026, από https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview

Colmenares-Quintero, R. F., Baquero-Almazo, M., Kasperczyk, D., Stansfield, K. E., & Colmenares-Quintero, J. C. (2024). Analysis of IoT technologies suitable for remote areas in Colombia: Conceptual design of an IoT system for monitoring and managing distributed energy systems. Cleaner Engineering and Technology, 21, 100783. https://doi.org/10.1016/j.clet.2024.100783

CSCMP Supply Chain Management Definitions and Glossary. (χ.χ.). Council Of Supply Chain Management Professionals (CSCMP). Ανακτήθηκε 14 Μάιος 2026, από https://cscmp.org/CSCMP/cscmp/educate/scm_definitions_and_glossary_of_terms.aspx

Damaševičius, R., Misra, S., Maskeliūnas, R., & Nayyar, A. (2024). Convergence of blockchain and Internet of Things: Integration, security, and use cases. Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering, 25(10), 1295–1321. https://doi.org/10.1631/FITEE.2300215

Dang, V. A., Vu Khanh, Q., Nguyen, V.-H., Nguyen, T., & Nguyen, D. C. (2023). Intelligent Healthcare: Integration of Emerging Technologies and Internet of Things for Humanity. Sensors, 23(9), 4200. https://doi.org/10.3390/s23094200

Daniela, L. (Επιμ.). (2021). The Internet of Things for Education: A New Actor on the Stage. Springer International Publishing. https://link.springer.com/10.1007/978-3-030-85720-2

Das, S., & Namasudra, S. (2025). Introducing the Internet of Things: Fundamentals, challenges, and applications. Στο Advances in Computers (τ. 137, σελ. 1–36). Elsevier. https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0065245824000688

Desmal, A. J., & Madan, Z. M. (2025). Leveraging IoT and Smart City Governance Frameworks to Enable Sustainable Urban Development. Στο Smart IoT for Sustainable Development. Chapman and Hall/CRC. https://doi.org/10.1201/9781003539629-4

Devmane, S. P., Omer, R., & Perera, C. (2026). Utilizing Internet of Things in Human-Building Interaction to Support Sustainable Built Environments. ACM Computing Surveys, 3796536. https://doi.org/10.1145/3796536

Dhakal, M., Banerjee, M., Pandey, K. K., & Seniya, C. (2026). Ai and IoT are no longer limited to high-tech labs but are improving nutrition-focused agricultural farming. Discover Food, 6(1), 69. https://doi.org/10.1007/s44187-025-00777-w

Dhanasekar, S. (2025). A comprehensive review on current issues and advancements of Internet of Things in precision agriculture. Computer Science Review, 55, 100694. https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2024.100694

Dharmarathne, G., Abekoon, A. M. S. R., Bogahawaththa, M., Alawatugoda, J., & Meddage, D. P. P. (2025). A review of machine learning and internet-of-things on the water quality assessment: Methods, applications and future trends. Results in Engineering, 26, 105182. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.105182

Dhiwar, K., Khatwani, R., Bedarkar, M., Shah, P., & Sekhar, R. (2023). Is the Internet of Things (IoT) helping people and planet achieve Sustainable Development Goals? 2023 14th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT), 1–6. https://doi.org/10.1109/ICCCNT56998.2023.10306781

Dholvan, M., Samalla, K., & Narsimhulu, G. (2024). Improving Safety and Air Quality in the Mining Industry with IoT-Enabled Monitoring and Air Purification Solutions. Στο B. Annappa, W.-C. Hong, D. Haritha, & G. L. Devi (Επιμ.), High Performance Computing, Smart Devices and Networks (τ. 1262, σελ. 233–243). Springer Nature Singapore. https://link.springer.com/10.1007/978-981-97-7794-5_19

Díaz-Martínez, M. A., Román-Salinas, R. V., Fuentes-Rubio, Y. A., Morales-Rodríguez, M. A., Cervantes-Zubirias, G., & Rivera-García, G. E. (2026). IoT-Driven Pathways Toward Corporate Sustainability in Industry 4.0 Ecosystems: A Systematic Review. Sustainability, 18(2), 1052. https://doi.org/10.3390/su18021052

Ding, Y., Jin, M., Li, S., & Feng, D. (2021). Smart logistics based on the internet of things technology: An overview. International Journal of Logistics Research and Applications, 24(4), 323–345. https://doi.org/10.1080/13675567.2020.1757053

Durlik, I., Miller, T., Cembrowska-Lech, D., Krzemińska, A., Złoczowska, E., & Nowak, A. (2023). Navigating the Sea of Data: A Comprehensive Review on Data Analysis in Maritime IoT Applications. Applied Sciences, 13(17), 9742. https://doi.org/10.3390/app13179742

Edoh, T. O. C., Atchome, A., Alahassa, B. R. U., & Pawar, P. (2016). Evaluation of a Multi-Tier Heterogeneous Sensor Network for Patient Monitoring: The Case of Benin. Proceedings of the 2016 ACM Workshop on Multimedia for Personal Health and Health Care, 23–29. https://doi.org/10.1145/2985766.2985772

El-Kanj, H. G., Alomari, M. M., & Alshdaifat, N. I. (2025). A renewable smart IoT-based water desalination system: A validated Kuwaiti case study. Results in Engineering, 28, 107693. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.107693

Elsisi, M., Amer, M., Su, C.-L., Aljohani, T., Ali, M. N., & Sharawy, M. (2025). A comprehensive review of machine learning and Internet of Things integrations for emission monitoring and resilient sustainable energy management of ships in port areas. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 218, 115843. https://doi.org/10.1016/j.rser.2025.115843

Emodi, N. V., Akuru, U. B., Dioha, M. O., Adoba, P., Kuhudzai, R. J., & Bamisile, O. (2023). The Role of Internet of Things on Electric Vehicle Charging Infrastructure and Consumer Experience. Energies, 16(10), 4248. https://doi.org/10.3390/en16104248

Enescu, F. M., Drăguşin, S.-A., Boştinaru, R.-N., Marica, M.-C., Nicolăescu, C.-G., Frîncu, N.-C., & Bizon, N. (2025). Energy market: A review of current solutions, trends, issues, and future directions based on the blockchain, internet of things and artificial intelligence. Results in Engineering, 28, 107736. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.107736

Espanto, R. V., Doctor, A. C., Casaul, A. L. B., Tating, J. A. J., Garcia, K. R. P., & Granado, T. (2025). An IoT-Based, Solar-Powered, Gamified Plastic Bottle Detection and Segregation System Using YOLOv11n. 2025 IEEE International Conference on Industrial Technology & Computer Engineering (ICITCE), 117–123. https://doi.org/10.1109/ICITCE65255.2025.11210767

Esquer-Rochin, M., Rodríguez, L.-F., & Gutierrez-Garcia, J. O. (2023). The Internet of Things in dementia: A systematic review. Internet of Things, 22, 100824. https://doi.org/10.1016/j.iot.2023.100824

Etzrodt, K., & Engesser, S. (2019). Ubiquitous tools, connected things and intelligent agents: Disentangling the terminology and revealing underlying theoretical dimensions. First Monday. https://doi.org/10.5210/fm.v24i9.9700

Eva, A. J., Amin, A., Uddin, M. N., Ahmed, T., Nasim, A. A., Sani, M. S. H., & Arefin, M. S. (2026). Design and Performance Analysis of a Hybrid Solar-Wind Tree System with IoT based Real-Time Monitoring in Bangladesh. Energy Conversion and Management: X, 30, 101566. https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2026.101566

Farooq, M. S., Abdullah, M., Riaz, S., Alvi, A., Rustam, F., Flores, M. A. L., Galán, J. C., Samad, M. A., & Ashraf, I. (2023). A Survey on the Role of Industrial IoT in Manufacturing for Implementation of Smart Industry. Sensors, 23(21), 8958. https://doi.org/10.3390/s23218958

Farquharson, N., Mageto, J., & Makan, H. (2021). Effect of internet of things on road freight industry. Journal of Transport and Supply Chain Management, 15(0), 11. https://doi.org/10.4102/jtscm.v15i0.581

Fernandes, S., & Carvalho, F. (2025). Shaping smart tourism: A bibliometric and benchmarking analysis of IoT trends. Discover Internet of Things, 5(1), 125. https://doi.org/10.1007/s43926-025-00235-0

Fiedler, M., & Meissner, S. (2013). IoT in Practice: Examples: IoT in Logistics and Health. Στο A. Bassi, M. Bauer, M. Fiedler, T. Kramp, R. van Kranenburg, S. Lange, & S. Meissner (Επιμ.), Enabling Things to Talk: Designing IoT solutions with the IoT Architectural Reference Model (σελ. 27–36). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-40403-0_4

Folifack Signing, V. R., Mbarndouka Taamté, J., Kountchou Noube, M., Hamadou Yerima, A., Azzopardi, J., Tchuente Siaka, Y. F., & Saïdou. (2024). IoT-based monitoring system and air quality prediction using machine learning for a healthy environment in Cameroon. Environmental Monitoring and Assessment, 196(7), 621. https://doi.org/10.1007/s10661-024-12789-7

Ganesh, C. V., Raslan, N. M., Lafta, M. K., Lokeshwari, C., Sricharan, M., & Manikanta, S. (2024). Automated Railway Track Crack Detection System Utilizing Internet of Things (IoT) Technology for Enhanced Railway Safety. 2024 International Conference on Augmented Reality, Intelligent Systems, and Industrial Automation (ARIIA), 1–4. https://doi.org/10.1109/ARIIA63345.2024.11051642

Gangwar, A., Singh, S., Mishra, R., & Prakash, S. (2023). The State-of-the-Art in Air Pollution Monitoring and Forecasting Systems Using IoT, Big Data, and Machine Learning. Wireless Personal Communications, 130(3), 1699–1729. https://doi.org/10.1007/s11277-023-10351-1

Garg, A., & Singh, A. K. (2021). Applications of Internet of Things (IoT) in Green Computing. Στο F. Al-Turjman, A. Nayyar, A. Devi, & P. K. Shukla (Επιμ.), Intelligence of Things: AI-IoT Based Critical-Applications and Innovations (σελ. 1–34). Springer International Publishing. https://link.springer.com/10.1007/978-3-030-82800-4_1

Geddam, S. M., Gowda, A. B., & Hussain, A. (2024). IoT Enabled Smart Homes in Tropical Regions as a Means of Sustainable Development. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1306(1), 012035. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1306/1/012035

Gemein, O.-G., Niemi-Hugaerts, H., Sanchez, L., Ziegler, S., & Miteva, S.-M. (2024). Smart Cities. Στο S. Ziegler, R. Radócz, A. Quesada Rodriguez, & S. N. Matheu Garcia (Επιμ.), Springer Handbook of Internet of Things (σελ. 523–554). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-39650-2_23

Getahun, S., Kefale, H., & Gelaye, Y. (2024). Application of Precision Agriculture Technologies for Sustainable Crop Production and Environmental Sustainability: A Systematic Review. The Scientific World Journal, 2024(1), 2126734. https://doi.org/10.1155/2024/2126734

Ghallab, E. N., Rana, M. E., Tripathy, H. K., & Zainal Abidin, Z. M. (2025). IoT-Driven Smart Bedrooms: A Pathway to Enhanced Sleep Quality. 2025 International Conference on Advancements in Smart, Secure and Intelligent Computing (ASSIC), 1–12. https://doi.org/10.1109/ASSIC64892.2025.11158264

Ghozali, M. T. (2023). Implementation of the IoT-Based Technology on Patient Medication Adherence: A Comprehensive Bibliometric and Systematic Review. Journal of Information and Communication Technology, 22. https://doi.org/10.32890/jict2023.22.4.1

Goap, A., Sarkar, S., Roy, A., Krishna, C. R., & Kumar, S. (2025). An IoT-Based Architectural Framework for Earthquake Warning System Using Low-cost Heterogeneous Seismic Sensors. Arabian Journal for Science and Engineering, 50(23), 19691–19706. https://doi.org/10.1007/s13369-025-10221-x

Guerrero-Ulloa, G., Andrango-Catota, A., Abad-Alay, M., Hornos, M. J., & Rodríguez-Domínguez, C. (2023). Development and Assessment of an Indoor Air Quality Control IoT-Based System. Electronics, 12(3), 608. https://doi.org/10.3390/electronics12030608

Guerrero-Ulloa, G., Méndez-García, A., Torres-Lindao, V., Zamora-Mecías, V., Rodríguez-Domínguez, C., & Hornos, M. J. (2023). Internet of Things (IoT)-based indoor plant care system. Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments, 15(1), 47–62. https://doi.org/10.3233/AIS-220483

Guixia Xiao, Normalia Samian, Muhammad Faiz Mohd Faizal, Muhammad Alif Zakwan Mohd As'ad, Muhammad Firdaus Mohamad Fadzil, Azizol Abdullah, Winston Khoon Guah Seah, Mastura Ishak, & Irman Hermadi. (2023). A Framework for Blockchain and Internet of Things Integration in Improving Food Security in the Food Supply Chain. Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology, 34(1), 24–37. https://doi.org/10.37934/araset.34.1.2437

Guo, X., Wang, Y., Mao, J., Deng, Y., Chan, F. T. S., & Ruan, J. (2022). Towards an IoT enabled Tourism and Visualization Review on the Relevant Literature in Recent 10 Years. Mobile Networks and Applications, 27(3), 886–899. https://doi.org/10.1007/s11036-021-01813-6

Gupta, C. P., & Kumar, V. V. R. (2023). Internet of Things: A Key Enabler for the Sustainable Supply Chain Management. 2023 International Conference on Information Technology and Computing (ICITCOM), 23–28. https://doi.org/10.1109/ICITCOM60176.2023.10442967

Gupta, O., & Joshi, P. (2023). Applications of IoT in Retail: A Systematic Review. 2023 International Conference on Device Intelligence, Computing and Communication Technologies, (DICCT), 86–89. https://doi.org/10.1109/DICCT56244.2023.10110252

Gupta, S., Tripathi, A. K., Menon, V. G., Arya, V., & Gupta, B. B. (2026). Advancing sustainable and green agriculture with AI and IoT: Trends, challenges, and future directions. Green Technologies and Sustainability, 4(2), 100351. https://doi.org/10.1016/j.grets.2026.100351

Hamdan, A., Alareeni, B., Hamdan, R., & Dahlan, M. A. (2024). Incorporation of artificial intelligence, Big Data, and Internet of Things (IoT): An insight into the technological implementations in business success. Journal of Decision Systems, 33(2), 195–198. https://doi.org/10.1080/12460125.2022.2143618

Hasan, R., & Hasan, R. (2022). Pedestrian safety using the Internet of Things and sensors: Issues, challenges, and open problems. Future Generation Computer Systems, 134, 187–203. https://doi.org/10.1016/j.future.2022.03.036

Hashem, I. A., Siddiqa, A., Alaba, F. A., Bilal, M., & Alhashmi, S. M. (2024). Distributed intelligence for IoT-based smart cities: A survey. Neural Computing and Applications, 36(27), 16621–16656. https://doi.org/10.1007/s00521-024-10136-y

Hashim Mohammed, B., Sallehuddin, H., Safie, N., Husairi, A., Abu Bakar, N. A., Yahya, F., Ali, I., & AbdelGhany Mohamed, S. (2022). Building Information Modeling and Internet of Things Integration in the Construction Industry: A Scoping Study. Advances in Civil Engineering, 2022(1), 7886497. https://doi.org/10.1155/2022/7886497

Hassan, Q. F. (Επιμ.). (2025). Internet of Things A to Z: Technologies and Applications (1η έκδ.). Wiley. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781394280490

Hassebo, A., & Tealab, M. (2023). Global Models of Smart Cities and Potential IoT Applications: A Review. IoT, 4(3), 366–411. https://doi.org/10.3390/iot4030017

Hatara, E., & Saari, L. (2024). How do IoT solutions enable circular economy business models? Proceedings of the 14th International Conference on the Internet of Things, 81–89. https://doi.org/10.1145/3703790.3703800

Hosny, K. M., El-Hady, W. M., & Samy, F. M. (2025). Technologies, Protocols, and applications of Internet of Things in greenhouse Farming: A survey of recent advances. Information Processing in Agriculture, 12(1), 91–111. https://doi.org/10.1016/j.inpa.2024.04.002

Hsieh, M. Y. (2024). An empirical investigation into the enhancement of decision-making capabilities in corporate sustainability leadership through Internet of Things (IoT) integration. Internet of Things, 28, 101382. https://doi.org/10.1016/j.iot.2024.101382

Huang, G. (2025). An Intelligent Pest Diagnosis System for Cotton Based on the Internet of Things. Proceedings of the 2025 3rd International Conference on Internet of Things and Cloud Computing Technology, 220–228. https://doi.org/10.1145/3776865.3776903

Husein, L. A., Mushtaha, E. S., Alsyouf, I., & Obaideen, K. (2025). Advancing SDGs with IoT: Enhancing thermal comfort and energy efficiency- A bibliometric study. Sustainable Futures, 10, 100873. https://doi.org/10.1016/j.sftr.2025.100873

International Organization for Standardization. (2024). Circular economy—Vocabulary, principles and guidance for implementation (ISO Standard No. 59004:2024). https://www.iso.org/standard/80648.html

Internet of Things to enhanced living and care environments for elderly: Applications and challenges. (2024). Στο Advances in Computers (τ. 133, σελ. 153–180). Elsevier. https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0065245823000803

Internet of Things-Based Child Stunting Detection System for Supporting Sustainable Development Goals. (χ.χ.).

Iqbal, M. W., & Kang, Y. (2024). Circular economy of food: A secondary supply chain model on food waste management incorporating IoT based technology. Journal of Cleaner Production, 435, 140566. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.140566

Islam, Md. M., Nooruddin, S., Karray, F., & Muhammad, G. (2023). Internet of Things: Device Capabilities, Architectures, Protocols, and Smart Applications in Healthcare Domain. IEEE Internet of Things Journal, 10(4), 3611–3641. https://doi.org/10.1109/JIOT.2022.3228795

Islam, N., Rashid, M. M., Pasandideh, F., Ray, B., Moore, S., & Kadel, R. (2021). A Review of Applications and Communication Technologies for Internet of Things (IoT) and Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Based Sustainable Smart Farming. Sustainability, 13(4), 1821. https://doi.org/10.3390/su13041821

Issa, A., Mekanna, A. N., Doumit, J., & Bou-Mitri, C. (2024). Redefining food safety: The confluence of Web 3.0 and AI technologies in the meat supply chain—a systematic review. International Journal of Food Science and Technology, 59(9), e1–e14. https://doi.org/10.1111/ijfs.17168

J, S., & M, K. (2024). Efficient Water Supply Scheduling in IoT Sector With Modified Exploration-Based Artificial Gorilla Troops Optimizer. Cybernetics and Systems, 55(7), 1511–1536. https://doi.org/10.1080/01969722.2024.2343990

Jabbar, W. A., Tiew, L. Y., & Ali Shah, N. Y. (2024). Internet of things enabled parking management system using long range wide area network for smart city. Internet

of Things and Cyber-Physical Systems, 4, 82–98. https://doi.org/10.1016/j.iotcps.2023.09.001

Jaber, M. (2023). IoT and machine learning for enabling sustainable development goals. Frontiers in Communications and Networks, 4, 1219047. https://doi.org/10.3389/frcmn.2023.1219047

Jantapoon, K. (2026). Integrating IoT and blockchain technologies for smart cold-chain management: A quasi-experimental evaluation of Thai fruit exports to China. Applied Food Research, 6(2), 102292. https://doi.org/10.1016/j.afres.2026.102292

Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Suman, R., Khan, S., & Rab, S. (2025). Adoption of Internet of Things for smart city-enabled smart hospitals. Intelligent Hospital, 1(2), 100011. https://doi.org/10.1016/j.inhs.2025.100011

Jayanthi, N., Kamali Rosalin, A., & Harshni, A. J. (2025). IoT-Enabled Sustainable Food Waste Reduction Strategies in Dining Establishments. 2025 6th International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems (ICESC), 1052–1062. https://doi.org/10.1109/ICESC65114.2025.11212620

Jayousi, S., Lucattini, P., Petti, L., Bruni, F., & Mucchi, L. (2025). Smart Learning by Design: A Framework for IoT-Driven Adaptive Classrooms and Inclusive Education. Education Sciences, 15(10), 1338. https://doi.org/10.3390/educsci15101338

Jia, H. (2023). Enhancing E-Commerce Supply Chain Management through IoT-Based Optimization Research. 2023 International Conference on Industrial IoT, Big Data and Supply Chain (IIoTBDSC), 101–105. https://doi.org/10.1109/IIoTBDSC60298.2023.00026

Jia, L., Li, Z., & Hu, Z. (2024). Applications of the Internet of Things in Renewable Power Systems: A Survey. Energies, 17(16), 4160. https://doi.org/10.3390/en17164160

Jia, M., Komeily, A., Wang, Y., & Srinivasan, R. S. (2019). Adopting Internet of Things for the development of smart buildings: A review of enabling technologies and applications. Automation in Construction, 101, 111–126. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.01.023

Judijanto, L., Nasaruddin, N., & Syam, A. W. (2025). IoT and Retail Management: A Bibliometric Review of Research Contributions and Opportunities. West Science Interdisciplinary Studies, 3(02), 371–383. https://doi.org/10.58812/wsis.v3i02.1708

K, B., S, C., S, H., & D, P. K. (2025). AI-IoT Solution for Railway Train Collision Prevention on Identical Tracks and Animal Detection. 2025 5th International Conference on Trends in Material Science and Inventive Materials (ICTMIM), 1041–1046. https://doi.org/10.1109/ICTMIM65579.2025.10988060

Kabashkin, I., & Perekrestov, V. (2024). Ecosystem of Aviation Maintenance: Transition from Aircraft Health Monitoring to Health Management Based on IoT and AI Synergy. Applied Sciences, 14(11), 4394. https://doi.org/10.3390/app14114394

Kalaichelvi, P., Akila, V., Ranjani, J., Sowmiya, S., & Divya, C. (2022). Fuel Cost Optimization Using IoT in Air Travel. Στο R. Anandan, S. Gopalakrishnan, S. Pal, & N. Zaman (Επιμ.), The Industrial Internet of Things (IIoT) (1η έκδ., σελ. 249–279). Wiley. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119769026.ch10

Kalaivani, N., Raman, R., Basavaraddi, C. C. S., Kumar Pandey, V., & Sangeetha, S. (2023). Enhancing Air Travel with IoT: Smart Airports and Passenger Experience. 2023 7th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA), 1300–1305. https://doi.org/10.1109/ICECA58529.2023.10394746

Kan, Y. (2026). Tourism Resource Management and Optimization Based on Internet of Things Edge Computing. Engineering Reports, 8(3), e70677. https://doi.org/10.1002/eng2.70677

Kashem, M. A., Shamsuddoha, M., & Nasir, T. (2025). Digitalization in Sustainable Transportation Operations: A Systematic Review of AI, IoT, and Blockchain Applications for Future Mobility. Future Transportation, 5(4), 157. https://doi.org/10.3390/futuretransp5040157

Kaur, J., Santhoshkumar, N., Nomani, M. Z. M., Kumar Sharma, D., Pai Maroor, J., & Dhiman, V. (2022). Impact of Internets of Things (IOT) in retail sector. Materials Today: Proceedings, 51, 26–30. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.04.246

Kaur, M., Sugadev, M., Kaur, H., Mahmood, M. R., & Maheshwari, V. (2022). Healthcare Internet of Things: A New Revolution. Στο M. R. Mahmood, R. Raja, H. Kaur, S. Kumar, & K. K. Nagwanshi (Επιμ.), Ambient Intelligence and Internet of Things (1η έκδ., σελ. 301–337). Wiley. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119821847.ch10

Kaushik, K. (2022). Exposing Applications of IoT in Green Computing. Στο S. El Himer, M. Ouaissa, A. A. A. Emhemed, M. Ouaissa, & Z. Boulouard (Επιμ.), Artificial Intelligence of Things for Smart Green Energy Management (τ. 446, σελ. 163–172). Springer International Publishing. https://link.springer.com/10.1007/978-3-031-04851-7_10

Kaushik, K. (2023). Smart Agriculture Applications Using Cloud and IoT. Στο D. B. Rawat, L. K. Awasthi, V. E. Balas, M. Kumar, & J. K. Samriya (Επιμ.), Convergence of Cloud with AI for Big Data Analytics (1η έκδ., σελ. 89–105). Wiley. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119905233.ch5

Kayama, M., Nagai, T., Tachi, N., Asuke, T., Taguchi, N., & Futagami, T. (2021). IoT-based Learning Material and Its Management System for STEAM in Primary and Secondary Education. Στο L. Daniela (Επιμ.), The Internet of Things for

Education: A New Actor on the Stage (σελ. 145–163). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85720-2_9

Keivanpour, S. (2021). Internet of things in Optimizing Emergency logistics of Wildfire: A Review and Application Perspective in Canada. 2021 International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET), 1–6. https://doi.org/10.1109/ICECET52533.2021.9698250

Ketu, S., & Mishra, P. K. (2022). A Contemporary Survey on IoT Based Smart Cities: Architecture, Applications, and Open Issues. Wireless Personal Communications, 125(3), 2319–2367. https://doi.org/10.1007/s11277-022-09658-2

Khadam, U., Davidsson, P., & Spalazzese, R. (2025). A systematic literature review on AI in IoT systems: Tasks, applications, and deployment. Internet of Things, 34, 101779. https://doi.org/10.1016/j.iot.2025.101779

Khaerudin, Marini, A., Saputro, R. H., & Marfu, A. (2025). Smart education for a sustainable future: Integrating IoT and big data in sustainability-based learning. Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, 11(4), 100638. https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2025.100638

Khan, A. A., & Minai, A. F. (2025). The Role of IoT in Irrigation System to Achieve the Sustainable Development Goals: Monitoring Strategies, Controlling, Future Prospective, and Challenges. Journal of The Institution of Engineers (India): Series A, 106(3), 991–1010. https://doi.org/10.1007/s40030-025-00911-y

Khan, A. M., Alrasheed, K. A., Waqar, A., Almujibah, H., & Benjeddou, O. (2024). Internet of things (IoT) for safety and efficiency in construction building site operations. Scientific Reports, 14(1), 28914. https://doi.org/10.1038/s41598-024-78931-0

Khan, Y., Su'ud, M. B. M., Alam, M. M., Ahmad, S. F., Ahmad (Ayassrah), A. Y. A. B., & Khan, N. (2022). Application of Internet of Things (IoT) in Sustainable Supply Chain Management. Sustainability, 15(1), 694. https://doi.org/10.3390/su15010694

Khoruzhy, V. I., Lebedev, V. V., Farkova, N., & Pozharskaya, E. L. (2022). Global Monitoring of the Development of Digital Energetics Based on the Technologies of Industry 4.0: IoT, Blockchain, Robots, and Artificial Intelligence. Frontiers in Energy Research, 10, 932229. https://doi.org/10.3389/fenrg.2022.932229

Khurshid, K., Danish, A., Salim, M. U., Bayram, M., Ozbakkaloglu, T., & Mosaberpanah, M. A. (2023). An In-Depth Survey Demystifying the Internet of Things (IoT) in the Construction Industry: Unfolding New Dimensions. Sustainability, 15(2), 1275. https://doi.org/10.3390/su15021275

Kimothi, S., Thapliyal, A., Singh, R., Rashid, M., Gehlot, A., Akram, S. V., & Javed, A. R. (2023). Comprehensive Database Creation for Potential Fish Zones Using IoT

and ML with Assimilation of Geospatial Techniques. Sustainability, 15(2), 1062. https://doi.org/10.3390/su15021062

Kimutai, G., Ngenzi, A., Rutabayiro Ngoga, S., Ramkat, R. C., & Förster, A. (2021). An internet of things (IoT)-based optimum tea fermentation detection model using convolutional neural networks (CNNs) and majority voting techniques. Journal of Sensors and Sensor Systems, 10(2), 153–162. https://doi.org/10.5194/jsss-10-153-2021

Kitt, E., Ghosh, A., Grydin, D., Shpunt, O., Stenner, G., Vilac, G., Brown, J. A., & Kyllo, C. (2025). An Affordable IoT Heat Stress Solution for the Canadian Construction, Forestry, and Mining Industries. 2025 IEEE International Humanitarian Technology Conference (IHTC), 20–24. https://doi.org/10.1109/IHTC65087.2025.11216312

Kizi, S. N. N., Khalikovitch, D. I., Xalimova, F. N., Rakhimova, D. M., & Kizi, R. S. S. (2026). IoT and AI-driven approaches to sustainable eco-tourism and cultural heritage management in Uzbekistan: Multidisciplinary frameworks and local implementation. E3S Web of Conferences, 687, 02004. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202668702004

Kostadimas, D., Kasapakis, V., & Kotis, K. (2025). A Systematic Review on the Combination of VR, IoT and AI Technologies, and Their Integration in Applications. Future Internet, 17(4), 163. https://doi.org/10.3390/fi17040163

Kour, K., Deep Singh, S. K., Singh Bali, M., Pradeep Ghantasala, G. S., Sharma R, R., & Ananthanagu, U. (2024). Supply Chain Management Using Internet of Things and Blockchain for Smart Meat Packaging. 2024 5th International Conference on Data Intelligence and Cognitive Informatics (ICDICI), 284–288. https://doi.org/10.1109/ICDICI62993.2024.10810931

Kuglics, L., Géczy, A., Dusek, K., Busek, D., & Illés, B. (2024). Personal Air-Quality Monitoring with Sensor-Based Wireless Internet-of-Things Electronics Embedded in Protective Face Masks. Sensors, 24(8), 2601. https://doi.org/10.3390/s24082601

Kumar, A. K., Ali, Y., Kumar, R. R., Assaf, M. H., & Ilyas, S. (2025). Artificial Intelligent and Internet of Things framework for sustainable hazardous waste management in hospitals. Waste Management, 203, 114816. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2025.114816

Kumar, B. P., & Ramprashath, R. (2026). Real-Time Flight Delay Prediction with Live Data from IoT and Airline Operations Optimization Using the KNN Algorithm. Στο K. Kalita, S. V. Kumar, & M. Niranjanamurthy (Επιμ.), Industrial Internet of Things and Advanced Techniques for Sensor Data Aggregation and Fusion (1η έκδ., σελ. 259–276). Wiley. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781394275519.ch15

Kumar, G., & Kumar, A. (2022). An internet of things-enabled decision support system for freight transportation: A case study of Indian special freight transport operator. Computers & Industrial Engineering, 172, 108549. https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108549

Kumar, K., Kumar, A., Kumar, N., Mohammed, M. A., Al-Waisy, A. S., Jaber, M. M., Shah, R., & Al-Andoli, M. N. (2022). Dimensions of Internet of Things: Technological Taxonomy Architecture Applications and Open Challenges—A Systematic Review. Wireless Communications and Mobile Computing, 2022(1), 9148373. https://doi.org/10.1155/2022/9148373

Kumar, R. J., & Vijayakumar, P. (2025). IoT Based Fuel Track System. 2025 International Conference on Next Generation Computing Systems (ICNGCS), 1–8. https://doi.org/10.1109/ICNGCS64900.2025.11183159

Kumar, R., & Sharma, B. (2023). Comparative Analysis of Smart Cities based Architecture, Applications, Technologies, & Challenges in Internet of Things. 2023 6th International Conference on Information Systems and Computer Networks (ISCON), 1–5. https://doi.org/10.1109/ISCON57294.2023.10112172

Kurni, M., & K. G., S. (2025a). IoT for Education. Στο M. Kurni & K. G. Srinivasa (Επιμ.), The Internet of Educational Things: Enhancing Students' Engagement and Learning Performance (σελ. 1–22). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/DOI:%252010.1007/978-3-031-67387-0_1

Kurni, M., & K. G., S. (2025b). Online Laboratories Using IoT. Στο M. Kurni & K. G. Srinivasa (Επιμ.), The Internet of Educational Things: Enhancing Students' Engagement and Learning Performance (σελ. 97–111). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/DOI:%252010.1007/978-3-031-67387-0_7

Kusmin, M., & Laanpere, M. (2022). Design of the Smart Schoolhouse Self-assessment Model. 2022 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 523–531. https://doi.org/10.1109/EDUCON52537.2022.9766535

Kusmin, M., & Laanpere, M. (2023). The Implementation of the Smart Schoolhouse Concept. 2023 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 1–8. https://doi.org/10.1109/EDUCON54358.2023.10125197

Kutcher, N. (2025, Ιανουάριος). The Future of Aviation: Integrating IoT in the Aerospace Industry. 2025 Regional Student Conferences. 2025 Regional Student Conferences. https://doi.org/10.2514/6.2025-99601

Laha, S. R., Pattanayak, B. K., Pattnaik, S., Laha, S. R., Pattanayak, B. K., & Pattnaik, S. (2022). Advancement of Environmental Monitoring System Using IoT and Sensor: A Comprehensive Analysis. AIMS Environmental Science, 9(6), 771–800. https://doi.org/10.3934/environsci.2022044

Laohaviraphap, N., & Waroonkun, T. (2024). Integrating Artificial Intelligence and the Internet of Things in Cultural Heritage Preservation: A Systematic Review of Risk

Management and Environmental Monitoring Strategies. Buildings, 14(12), 3979. https://doi.org/10.3390/buildings14123979

Latino, M. E., Menegoli, M., Corallo, A., & Gnoni, M. G. (2025). Surfing twin transition in agri-food supply chains: The role of iot and data analytics in sustainable decision-making. Journal of Industrial Information Integration, 48, 100983. https://doi.org/10.1016/j.jii.2025.100983

Lederman, R., Ben-Assuli, O., & Vo, T. H. (2021). The role of the Internet of Things in Healthcare in supporting clinicians and patients: A narrative review. Health Policy and Technology, 10(3), 100552. https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2021.100552

Lefever, S., Michiels, P., & Van den Berg, R. (2019). City of Things: An Open Smart City Vision and Architecture. https://imec-publications.be/handle/20.500.12860/58630

Li, C. H., Mak, S. L., Tang, W. F., Wu, M. Y., & Lam, S. K. (2020). Development of IoT-based Smart Recycling Machine to collect the wasted Non-woven Fabric Face Mask (NFM). 2020 IEEE International Symposium on Product Compliance Engineering-Asia (ISPCE-CN), 1–5. https://doi.org/10.1109/ISPCE-CN51288.2020.9321851

Li, C.-Y., Joshi, A., Tam, N. T. L., Lau, S. S. F., Huang, J., Shinde, T., & Van Der Aalst, W. M. P. (2024). Rectify Sensor Data in IoT: A Case Study on Enabling Process Mining for Logistic Process in an Air Cargo Terminal. Στο M. Sellami, M.-E. Vidal, B. Van Dongen, W. Gaaloul, & H. Panetto (Επιμ.), Cooperative Information Systems (τ. 14353, σελ. 293–310). Springer Nature Switzerland. https://link.springer.com/10.1007/978-3-031-46846-9_16

Li, X., Kun, X., Shen, P., Lin, Z., Du, M., & Wei, D. (2026). Application of Laboratory Equipment Sharing System Based on Internet of Things. Proceedings of the 2026 3rd International Conference on Informatics Education and Computer Technology Applications, 586–591. https://doi.org/10.1145/3802133.3802229

Lim, H. R., Khoo, K. S., Chia, W. Y., Chew, K. W., Ho, S.-H., & Show, P. L. (2022). Smart microalgae farming with internet-of-things for sustainable agriculture. Biotechnology Advances, 57, 107931. https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2022.107931

Lin, Q., & Zhao, Q. (2021). IoT Applications in Healthcare. Στο F. P. García Márquez & B. Lev (Επιμ.), Internet of Things (τ. 305, σελ. 115–133). Springer International Publishing. https://link.springer.com/10.1007/978-3-030-70478-0_7

Lisboa, Y., Santos, L., Lobato, E., Fonseca, W., Silva, K., Rodrigues, I., & Silva, M. (2025). Design and Implementation of a Sustainable IoT Embedded System for Monitoring Temperature and Humidity in Photovoltaic Power Plants in the Amazon. Sustainability, 17(6), 2347. https://doi.org/10.3390/su17062347

Liu, J., Sun, S., Tang, K., Fan, X., Lv, J., Fu, Y., Feng, X., & Zeng, L. (2025). IoT-Based Airport Noise Perception and Monitoring: Multi-Source Data Fusion, Spatial Distribution Modeling, and Analysis. Sensors, 25(8), 2347. https://doi.org/10.3390/s25082347

Liu, S., Zhu, L., Huang, F., Hassan, A., Wang, D., & He, Y. (2023). A Survey on Air-to-Sea Integrated Maritime Internet of Things: Enabling Technologies, Applications, and Future Challenges. Journal of Marine Science and Engineering, 12(1), 11. https://doi.org/10.3390/jmse12010011

Liu, X., Antwi-Afari, M. F., Li, J., Zhang, Y., & Manu, P. (2025). BIM, IoT, and GIS integration in construction resource monitoring. Automation in Construction, 174, 106149. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2025.106149

Lo Moriello, R. S., Caputo, E., Gargiulo, F., De Alteriis, G., Donvito, A., Bitonto, P., & Alfano, A. (2024). An Internet of Things-based Solution for Monitoring Freight Train Carriages. 2024 IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 & IoT (MetroInd4.0 & IoT), 94–99. https://doi.org/10.1109/MetroInd4.0IoT61288.2024.10584190

Lohiya, R., & Thakkar, A. (2021). Application Domains, Evaluation Data Sets, and Research Challenges of IoT: A Systematic Review. IEEE Internet of Things Journal, 8(11), 8774–8798. https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.3048439

Lopez-Vargas, A., Fuentes, M., & Vivar, M. (2020). Challenges and Opportunities of the Internet of Things for Global Development to Achieve the United Nations Sustainable Development Goals. IEEE Access, 8, 37202–37213. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2975472

Lopez-Vargas, A., Ledezma, A., Bott, J., & Sanchis, A. (2021). IoT for Global Development to Achieve the United Nations Sustainable Development Goals: The New Scenario After the COVID-19 Pandemic. IEEE Access, 9, 124711–124726. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3109338

Lutz, É., & Coradi, P. C. (2022). Applications of new technologies for monitoring and predicting grains quality stored: Sensors, Internet of Things, and Artificial Intelligence. Measurement, 188, 110609. https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.110609

M, J. P., T, B. P., C, D., P, A. K., S, H. S., & K P, S. (2024). Smart Rail Track Diagnostics and Surveillance System for Enhanced RailwayInfrastructure Maintenance and Safety Using IOT. 2024 10th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS), 225–230. https://doi.org/10.1109/ICACCS60874.2024.10717112

Machkour, B., & Abriane, A. (2024). Internet of Things in Education: Transforming Learning Environments, Enhancing Pedagogy, and Optimizing Resource Management. Data and Metadata, 3, .602-.602. https://doi.org/10.56294/dm2024.602

Magesh, T., U, H., D, S., Thiyagesan, M., & N, D. (2025). Automated Load Management and Safety Enhancement System for Railway Wagons Using IoT and RFID Technology. 2025 2nd International Conference on Research Methodologies in Knowledge Management, Artificial Intelligence and Telecommunication Engineering (RMKMATE), 1–6. https://doi.org/10.1109/RMKMATE64874.2025.11042752

Magyari, J., Hegedüs, K., & Sinóros-Szabó, B. (2022). Integration Opportunities of Power-to-Gas and Internet-of-Things Technical Advancements: A Systematic Literature Review. Energies, 15(19), 6999. https://doi.org/10.3390/en15196999

Maidatsi, K., Christopoulou, E., & Oikonomou, K. (2022). Using STEM Learning Concepts with IoT Technology on the Road of Education for Sustainability: A Short Literature Review. 2022 7th South-East Europe Design Automation, Computer Engineering, Computer Networks and Social Media Conference (SEEDA-CECNSM), 1–8. https://doi.org/10.1109/SEEDA-CECNSM57760.2022.9932896

Malekshahi Rad, M., Abbasi, S., & Rahmani, A. M. (2026). Exploring the world of social iot applications: A systematic review. Cluster Computing, 29(1), 71. https://doi.org/10.1007/s10586-025-05837-5

Malik, P. K., Singh, R., Gehlot, A., Akram, S. V., & Kumar Das, P. (2022). Village 4.0: Digitalization of village with smart internet of things technologies. Computers & Industrial Engineering, 165, 107938. https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.107938

Mamatnabiyev, Z., & Zhaparov, M. (2024). AIoT in the Education Sector. Στο S. Dalal, N. Dahiya, V. Jaglan, D. Koundal, & D. Le (Επιμ.), Reshaping Intelligent Business and Industry (1η έκδ., σελ. 305–314). Wiley. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119905202.ch20

Mandal, S., Yadav, A., Panwar, R., Kumar, S. S., Karthick, A., Priya, A., Vijayakumar, R., & Ganesh, S. S. (2025). Smart Water Management for SDG 6: A Review of AI and IoT-Enabled Solutions. Water Conservation Science and Engineering, 10(2), 83. https://doi.org/10.1007/s41101-025-00407-7

Manickam, S., & Yang, Y. (2022). Using IoT Technology to Predict Tsunami. SSRN Electronic Journal. https://doi.org/10.2139/ssrn.4038625

Mansour, D. A., Numair, M., Zalhaf, A. S., Ramadan, R., Darwish, M. M. F., Huang, Q., Hussien, M. G., & Abdel-Rahim, O. (2023). Applications of IoT and digital twin in electrical power systems: A comprehensive survey. IET Generation, Transmission & Distribution, 17(20), 4457–4479. https://doi.org/10.1049/gtd2.12940

Manugu, N., & Gupta, K. (2025). Leveraging IoT for Performance Enhancement of Logistics: Case of a Multinational Company. AdvaMAP 2025, 10. https://doi.org/10.3390/engproc2025114010

Martínez, I., Zalba, B., Trillo-Lado, R., Blanco, T., Cambra, D., & Casas, R. (2021). Internet of Things (IoT) as Sustainable Development Goals (SDG) Enabling Technology towards Smart Readiness Indicators (SRI) for University Buildings. Sustainability, 13(14), 7647. https://doi.org/10.3390/su13147647

Martínez, M. A. D., Salinas, R. V. R., Castilleja, R. D. C. V., Rodriguez, M. A. M., Zubirias, G. C., Rubio, Y. A. F., Ramirez, J. R. G., & Rubín, V. I. G. (2026). The impact of the internet of things on corporate sustainability in the Industry 4.0 era: A systematic literature review. Results in Engineering, 29, 109304. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2026.109304

Martuti, N. K. T., Melati, I. S., Sumardjo, S., Firmansyah, A., Dharmawan, L., Darmawan, C., & Zaenudin, H. N. (2025). Understanding visitor perceptions to guide IoT-based innovations in university ecofarms: Insights from Indonesia. Frontiers in Sustainability, 6, 1684196. https://doi.org/10.3389/frsus.2025.1684196

Mashayekhy, Y., Babaei, A., Yuan, X.-M., & Xue, A. (2022). Impact of Internet of Things (IoT) on Inventory Management: A Literature Survey. Logistics, 6(2), 33. https://doi.org/10.3390/logistics6020033

Matayong, S., Jetwanna, K. W., Choksuchat, C., Choosawang, S., Trakulmaykee, N., Limsuwan, S., & Inthanuchit, K. S. (2025). IoT-based systems and applications for elderly healthcare: A systematic review. Universal Access in the Information Society, 24(1), 99–125. https://doi.org/10.1007/s10209-023-01055-1

Maza-Rodriguez, S., Quispe-Chuquispuma, E., & Salas-Castro, R. (2025). Application of the Internet of Things (IoT) to Increase the Perfect Order Fulfillment Index in an Air Cargo Company Through the Integration of SCOR, TPM, and SLP Approaches. 2025 IEEE XXXII International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing (INTERCON), 1–8. https://doi.org/10.1109/INTERCON67304.2025.11244669

Meenakshi, N., Pandimurugan, V., & Rajasoundaran, S. (2022). IoT-Based Water Management System for a Healthy Life. Στο R. Anandan, S. Gopalakrishnan, S. Pal, & N. Zaman (Επιμ.), The Industrial Internet of Things (IIoT) (1η έκδ., σελ. 229–248). Wiley. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119769026.ch9

Mehra, C., Sharma, S., Arora, J., Sharma, A., Mahajan, P., & Manhotra, A. (2024). Enhancing Supply Chain Efficiency through IoT Integration: A Detailed Examination of the Chances and Difficulties. 2024 2nd International Conference on Advances in Computation, Communication and Information Technology (ICAICCIT), 612–617. https://doi.org/10.1109/ICAICCIT64383.2024.10912269

Mei, G., Xu, N., Qin, J., Wang, B., & Qi, P. (2020). A Survey of Internet of Things (IoT) for Geohazard Prevention: Applications, Technologies, and Challenges. IEEE Internet of Things Journal, 7(5), 4371–4386. https://doi.org/10.1109/JIOT.2019.2952593

Meidutė-Kavaliauskienė, I., & Činčikaitė, R. (2026). LOGISTICS COMPANIES IN THE CONTEXT OF INDUSTRY 4.0: THE CASE OF LITHUANIA. Pesquisa Operacional, 46, e297694. https://doi.org/10.1590/0101-7438.2026.046.00297694

Memić, B., Džubur, A. H., & Avdagić-Golub, E. (2025). Green IoT as an Enabler of Smart Electric Mobility Systems for Achieving Sustainable Development Goals. Transportation Research Procedia, 91, 265–272. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2025.10.035

Méndez-Guzmán, H. A., Padilla-Medina, J. A., Martínez-Nolasco, C., Martinez-Nolasco, J. J., Barranco-Gutiérrez, A. I., Contreras-Medina, L. M., & Leon-Rodriguez, M. (2022). IoT-Based Monitoring System Applied to Aeroponics Greenhouse. Sensors, 22(15), 5646. https://doi.org/10.3390/s22155646

Mhapsekar, R., Kilbane, D., Davy, S., Abraham, L., Fenelon, M., & O'Shea, N. (2025). A systematic review of the internet of things and artificial intelligence applications in milk quality monitoring and analysis. International Journal of Dairy Technology, 78(3), e70049. https://doi.org/10.1111/1471-0307.70049

Miller, T., Durlik, I., Kostecka, E., Kozlovska, P., Łobodzińska, A., Sokołowska, S., & Nowy, A. (2025). Integrating Artificial Intelligence Agents with the Internet of Things for Enhanced Environmental Monitoring: Applications in Water Quality and Climate Data. Electronics, 14(4), 696. https://doi.org/10.3390/electronics14040696

Minoli, D., & Occhiogrosso, B. (2023). AI Applications to Communications and Information Technologies: The Role of Ultra Deep Neural Networks (1η έκδ.). Wiley. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781394190034

Mircea, M., Stoica, M., & Ghilic-Micu, B. (2021). Investigating the Impact of the Internet of Things in Higher Education Environment. IEEE Access, 9, 33396–33409. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3060964

Mishra, S., Gupta, N., & Goktas, P. (Επιμ.). (2025). AI and ML Techniques in IoT - based Communication: A Path to Sustainable Development Goals (1η έκδ.). Wiley. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781394337262

Misra, S., Siakas, K., & Lampropoulos, G. (Επιμ.). (2024). Artificial Intelligence of Things for Achieving Sustainable Development Goals (τ. 192). Springer Nature Switzerland. https://link.springer.com/10.1007/978-3-031-53433-1

Mohamed, M., Toha, S. F., Rahman, M. A., & Khairudin, Moh. (2025). Smart IoT Energy Optimisation and Localisation Monitoring for E-Bike Sharing. IIUM Engineering Journal, 26(2), 305–325. https://doi.org/10.31436/iiumej.v26i2.3448

Mohapatra, A., Tripathi, A. N., Khan, U., Kumar, R., & Singh, I. (2026). An IoT–Machine Learning Proof-of-Concept Framework for Real-Time Urban Particulate Matter Prediction Using Low-Cost Sensors. IEEE Access, 14, 6683–6697. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2026.3651996

Mohsen, B. M., & Mohsen, M. (2025). Reducing Emissions Through AI-Driven Multimodal Transport Optimization in IoT-Connected Environments. International Journal of Energy Research, 2025(1), 2399288. https://doi.org/10.1155/er/2399288

Moleme, L. O., Omoruyi, O., & Quayson, M. (2024). Supply chain visibility and integration in the age of the Internet of Things: A retail perspective. Modern Supply Chain Research and Applications, 6(3), 330–350. https://doi.org/10.1108/MSCRA-08-2023-0035

Morchid, A., Alblushi, I. G. M., Khalid, H. M., Qjidaa, H., & El Alami, R. (2025). Integrating IoT and fuzzy logic for intelligent irrigation in sustainable agriculture for improving water scarcity: Benefits and challenges. Sustainable Computing: Informatics and Systems, 48, 101191. https://doi.org/10.1016/j.suscom.2025.101191

Morchid, A., Qjidaa, H., Alami, R. E., Mobayen, S., Skruch, P., & Bossoufi, B. (2026). Smart irrigation-based internet of things and cloud computing technologies for sustainable farming. Scientific Reports, 16(1), 5293. https://doi.org/10.1038/s41598-026-35810-0

Morchid, A., Said, Z., & Tairi, H. (2026). Innovative applications of internet of things and machine learning in sustainable agricultural irrigation management: Benefits and challenges. Smart Agricultural Technology, 13, 101661. https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.101661

Moreira, F. T., Vairinhos, M., & Ramos, F. (2024). IoT in Education: Using Open Data. Στο Ł. Tomczyk (Επιμ.), New Media Pedagogy: Research Trends, Methodological Challenges, and Successful Implementations (σελ. 351–363). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-63235-8_23

Mu, X., & Antwi-Afari, M. F. (2024). The applications of Internet of Things (IoT) in industrial management: A science mapping review. International Journal of Production Research, 62(5), 1928–1952. https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2290229

Muhammad Ali, N., Muhammad Ali, M., & Brohi, P. (2021). Existing Trends in Mental Health Based on IoT Applications: A Systematic Review. Στο P. Kumar, V. Jain, & V. Ponnusamy (Επιμ.), The Smart Cyber Ecosystem for Sustainable Development (1η έκδ., σελ. 235–250). Wiley. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119761655.ch12

Musa, A. A., Malami, S. I., Alanazi, F., Ounaies, W., Alshammari, M., & Haruna, S. I. (2023). Sustainable Traffic Management for Smart Cities Using Internet-of-Things-Oriented Intelligent Transportation Systems (ITS): Challenges and Recommendations. Sustainability, 15(13), 9859. https://doi.org/10.3390/su15139859

Mustafa, M. A. S. (2025). Predictive Reliability-Driven Optimization of Spare Parts Management in Aircraft Fleets Using AI, IoT, and Digital Twin Technologies. Journal of Engineering Management and Systems Engineering, 4(3), 218–236. https://doi.org/10.56578/jemse040305

Mutambik, I. (2025). Sustainable IoT-Enabled Parking Management: A Multiagent Simulation Framework for Smart Urban Mobility. Sustainability, 17(14), 6382. https://doi.org/10.3390/su17146382

Mylonas, G., Amaxilatis, D., Paganelli, F., Chatzigiannakis, I., Koulouris, P., Falkouskaya, Y., & Markopoulos, P. (2025). Results From a Large-Scale IoT-Based Intervention for Energy Saving and Sustainability Awareness via Behavior Change in 25 K-12 Schools in Europe. IEEE Internet of Things Journal, 12(12), 19308–19325. https://doi.org/10.1109/JIOT.2025.3544652

Nagaty, K. A. (2023). IoT Commercial and Industrial Applications and AI-Powered IoT. Στο A. Iranmanesh (Επιμ.), Frontiers of Quality Electronic Design (QED) (σελ. 465–500). Springer International Publishing. https://link.springer.com/10.1007/978-3-031-16344-9_12

Najoua, F., Zakia, E., & Meriem, A. (2025). The Internet of Things: A Strategic Asset for Proactive Supply Chain Risk Management and Resilience – Case of Moroccan Automotive Industry. 2025 16th International Conference on Logistics and Supply Chain Management (LOGISTIQUA), 1–9. https://doi.org/10.1109/LOGISTIQUA66323.2025.11122821

Nazir, H., & Fan, J. (2024). Revolutionizing Retail: Examining the Influence of Blockchain-Enabled IoT Capabilities on Sustainable Firm Performance. Sustainability, 16(9), 3534. https://doi.org/10.3390/su16093534

Ngwenya, B., Paepae, T., & Bokoro, P. N. (2025). Monitoring ambient water quality using machine learning and IoT: A review and recommendations for advancing SDG indicator 6.3.2. Journal of Water Process Engineering, 73, 107664. https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2025.107664

Nobre, G. C., & Tavares, E. (2020). Assessing the Role of Big Data and the Internet of Things on the Transition to Circular Economy: Part II: An extension of the ReSOLVE framework proposal through a literature review. Johnson Matthey Technology Review, 64(1), 32–41. https://doi.org/10.1595/205651319X15650189172931

Nozari, H., Szmelter-Jarosz, A., & Ghahremani-Nahr, J. (2022). Analysis of the Challenges of Artificial Intelligence of Things (AIoT) for the Smart Supply Chain (Case Study: FMCG Industries). Sensors, 22(8), 2931. https://doi.org/10.3390/s22082931

Obaidat, M. A., Rawashdeh, M., Alja'afreh, M., Abouali, M., Thakur, K., & Karime, A. (2024). Exploring IoT and Blockchain: A Comprehensive Survey on Security,

Integration Strategies, Applications and Future Research Directions. Big Data and Cognitive Computing, 8(12), 174. https://doi.org/10.3390/bdcc8120174

Obaideen, K., Yousef, B. A. A., AlMallahi, M. N., Tan, Y. C., Mahmoud, M., Jaber, H., & Ramadan, M. (2022). An overview of smart irrigation systems using IoT. Energy Nexus, 7, 100124. https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100124

Obunga, P. O., Rwanga, S. S., Dinka, M. O., & Otieno, B. O. (2025). Review of the emerging technologies in the water sector with a focus on the deployment of Internet of Things solutions. Npj Clean Water, 8(1), 53. https://doi.org/10.1038/s41545-025-00487-x

Ojo, R. O., Ajayi, A. O., Owolabi, H. A., Oyedele, L. O., & Akanbi, L. A. (2022). Internet of Things and Machine Learning techniques in poultry health and welfare management: A systematic literature review. Computers and Electronics in Agriculture, 200, 107266. https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107266

Okoli, N. J. (2023). Smart Water Metering System (SWMS) Adoption: A Systematic Literature Review. International Conference on Artificial Intelligence and Its Applications, 172–180.

Okoli, N. J., & Kabaso, B. (2024). Building a Smart Water City: IoT Smart Water Technologies, Applications, and Future Directions. Water, 16(4), 557. https://doi.org/10.3390/w16040557

Ooko, S. O., Ndashimye, E., Twahirwa, E., & Busogi, M. (2025). IoT and Machine Learning for Smart Bird Monitoring and Repellence: Techniques, Challenges, and Opportunities. IoT, 6(3), 46. https://doi.org/10.3390/iot6030046

Pal, A., Sharma, A., R, B., P.Renukadevi, Lakkshmanan, A., & R.Brindha. (2025). IoT based Smart Railway Track Crack Detection and Monitoring System. 2025 Third International Conference on Augmented Intelligence and Sustainable Systems (ICAISS), 1082–1087. https://doi.org/10.1109/ICAISS61471.2025.11041831

Paliktzoglou, V., & Vlachopoulou, O. (2024). Exploring the Educational Transformations: A Systematic Literature Review on the Influence of the Internet of Things in Higher Education. EAI Endorsed Transactions on Internet of Things, 11. https://doi.org/10.4108/eetiot.4999

Pant, R., Singh, R., Gehlot, A., Akram, S. V., Gupta, L. R., & Thakur, A. K. (2024). A Systematic Review of Additive Manufacturing Solutions Using Machine Learning, Internet of Things, Big Data, Digital Twins and Blockchain Technologies: A Technological Perspective Towards Sustainability. Archives of Computational Methods in Engineering, 31(8), 4601–4616. https://doi.org/10.1007/s11831-024-10116-4

Paraskevas, I., Alan, D., Sitmalidis, A., Henshaw, G., Farmer, D., Fitton, R., Swan, W., & Barbarosou, M. (2025). The Critical Role of IoT for Enabling the UK's Built Environment Transition to Net Zero. Energies, 18(21), 5779. https://doi.org/10.3390/en18215779

Phiri, H., Maphosa, V., Moyo, S., & Sebata, A. (2025). A Review of AI and IoT Integration Frameworks for Sustainable Soil Health Management. Proceedings of the 2025 International Conference on Artificial Intelligence, Big Data, Computing and Data Communication Systems, 1–9. https://doi.org/10.1145/3759023.3759114

Piccolo, L. S. G., De Oliveira Neris, L., Da Silva Menezes, L. M., & Neris, V. (2022). Internet of Things in Education for Sustainable Development. Στο C. Ardito, R. Lanzilotti, A. Malizia, M. Larusdottir, L. D. Spano, J. Campos, M. Hertzum, T. Mentler, J. Abdelnour Nocera, L. Piccolo, S. Sauer, & G. Van Der Veer (Επιμ.), Sense, Feel, Design (τ. 13198, σελ. 58–70). Springer International Publishing. https://link.springer.com/10.1007/978-3-030-98388-8_6

Pierleoni, P., Concetti, R., Marzorati, S., Belli, A., & Palma, L. (2023). Internet of Things for Earthquake Early Warning Systems: A Performance Comparison Between Communication Protocols. IEEE Access, 11, 43183–43194. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3271773

Pourrahmani, H., Yavarinasab, A., Zahedi, R., Gharehghani, A., Mohammadi, M. H., Bastani, P., & Van Herle, J. (2022). The applications of Internet of Things in the automotive industry: A review of the batteries, fuel cells, and engines. Internet of Things, 19, 100579. https://doi.org/10.1016/j.iot.2022.100579

Prasetya, L. A., Rofiudin, A., & Herwanto, H. W. (2025). Implementation of Internet of Things (IoT) in Education: A Systematic Literature Review. Journal of Education and Computer Applications, 2(1), 1–45. https://doi.org/10.69693/jeca.v2i1.19

Priyadarshini, M. S., Raju, K., Manohara, M., Abdullah, O. I., & Bajaj, M. (2026). Energy-Efficient IoT-Enabled Smart Street Lighting System with Master-Slave Node Architecture. E3S Web of Conferences, 692, 05002. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202669205002

Proto, S., Di Corso, E., Apiletti, D., Cagliero, L., Cerquitelli, T., Malnati, G., & Mazzucchi, D. (2020). REDTag: A Predictive Maintenance Framework for Parcel Delivery Services. IEEE Access, 8, 14953–14964. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2966568

Puspasari, S., Siradjuddin, I. A., & -, R. (2025). A Review of AI and IoT Implementation in a Museum's Ecosystem: Benefits, Challenges, and a Novel Conceptual Model. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 16(2). https://doi.org/10.14569/IJACSA.2025.0160271

Quy, V. K., Hau, N. V., Anh, D. V., Quy, N. M., Ban, N. T., Lanza, S., Randazzo, G., & Muzirafuti, A. (2022). IoT-Enabled Smart Agriculture: Architecture, Applications, and Challenges. Applied Sciences, 12(7), 3396. https://doi.org/10.3390/app12073396

Ragupathi, T., Arul Prakash, A., Vignesh, S., Rahin Batcha, R., Saravanan, D., Ramalingam, V., & Yuvaraj, K. P. (2024). A Review of Various Applications of

Internet of Things with Related Security Issues and Challenges. Στο S. K. Rathi, B. Keswani, R. K. Saxena, S. K. Kapoor, S. Gupta, & R. Rawat (Επιμ.), Online Social Networks in Business Frameworks (1η έκδ., σελ. 355–370). Wiley. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781394231126.ch15

Rahaman, S. U. (2026). Internet of Things for Sustainable Carbon Footprint Reduction and Energy Management in Supply Chain. IEEE Internet of Things Journal, 13(1), 1634–1642. https://doi.org/10.1109/JIOT.2025.3630155

Rahim, Md. A., Rahman, Md. A., Rahman, M. M., Asyhari, A. T., Bhuiyan, Md. Z. A., & Ramasamy, D. (2021). Evolution of IoT-enabled connectivity and applications in automotive industry: A review. Vehicular Communications, 27, 100285. https://doi.org/10.1016/j.vehcom.2020.100285

Rahman, M. S., Manickam, S., & Ul Rehman, S. (2022). Role of Internet of Things in Aviation Industry: Applications, Challenges, and Possible Solutions. 2022 International Conference on Informatics Electrical and Electronics (ICIEE), 1–6. https://doi.org/10.1109/ICIEE55596.2022.10010233

Rai, A., Singh, R. P., & Jain, N. (2022). Role of IoT in Sustainable Healthcare Systems. Στο M. R. Mahmood, R. Raja, H. Kaur, S. Kumar, & K. K. Nagwanshi (Επιμ.), Ambient Intelligence and Internet of Things (1η έκδ., σελ. 215–241). Wiley. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119821847.ch7

Raj, S. K., & Teja, Y. S. (2024). Design of CANSAT for Air Quality Monitoring for an altitude of 900 meters. arXiv. https://doi.org/10.48550/ARXIV.2409.03727

Rajan, T. K., Karthick, S., Nirmal, S., Kumar, S. N., & Senthilmurugan, S. (2023). IoT Based Remote Surveillance For Animal Tracking Near Railway Tracks. 2023 International Conference on Networking and Communications (ICNWC), 1–7. https://doi.org/10.1109/ICNWC57852.2023.10127346

Rakić, K. (2023). Internet of Things in Education: Opportunities and Challenges. Στο D. Vasić & M. Kundid Vasić (Επιμ.), Digital Transformation in Education and Artificial Intelligence Application (σελ. 104–117). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-36833-2_8

Ramzey, H., Badawy, M., & Elbaset, A. A. (2024). Crude oil industry remote monitoring and management based on Industrial Internet of things and edge computing integration: A comprehensive survey. Results in Engineering, 24, 103034. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.103034

Rao, C. K., Sahoo, S. K., & Yanine, F. F. (2025). A comprehensive review of smart energy management systems for photovoltaic power generation utilizing the internet of things. Unconventional Resources, 7, 100197. https://doi.org/10.1016/j.uncres.2025.100197

Rathi, B., Thapaswi, S., Kambhampati, M., Jain, V., Akshay, P., Pandey, T. N., & Pradhan, S. K. (2025). Realizing the potential of Internet of Things (IoT) in

Industrial applications. Discover Internet of Things, 5(1), 45. https://doi.org/10.1007/s43926-025-00141-5

Reis, M. J. C. S., Branco, F., Gupta, N., & Serôdio, C. (2025). An IoT Architecture for Sustainable Urban Mobility: Towards Energy-Aware and Low-Emission Smart Cities. Future Internet, 17(10), 457. https://doi.org/10.3390/fi17100457

Rejeb, A., Suhaiza, Z., Rejeb, K., Seuring, S., & Treiblmaier, H. (2022). The Internet of Things and the circular economy: A systematic literature review and research agenda. Journal of Cleaner Production, 350, 131439. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131439

Rezaee, N., Zanjirchi, S. M., Jalilian, N., & Bamakan, S. M. H. (2023). Internet of things empowering operations management; A systematic review based on bibliometric and content analysis. Telematics and Informatics Reports, 11, 100096. https://doi.org/10.1016/j.teler.2023.100096

Rita, J., Salvado, J., Rocha, H. D., & Espírito-Santo, A. (2025). A Comprehensive Review of IoT Standards: The Role of IEEE 1451 in Smart Cities and Smart Buildings. Smart Cities, 8(4), 108. https://doi.org/10.3390/smartcities8040108

Rochintaniawati, D., Susilawati, A., Kustiawan, I., & Hasanah, L. (2025). Design of lesson plans for Internet of Things products in science learning by teachers to improve the quality of education. SciEnggJ, 18(Supplement), 120–127. https://doi.org/10.54645/202518SupXPL-69

Roy, S. (2025). Integration of green IoT and artificial intelligence for advancing environmental sustainability and SDG indicators. GeoJournal, 90(5), 263. https://doi.org/10.1007/s10708-025-11517-z

Rumani, D. D., Nasution, D., & Sulistianingsih, I. (2025). Machine Learning-Driven Anomaly Detection in Aviation IoT Systems. 2025 Tenth International Conference on Informatics and Computing (ICIC), 1–6. https://doi.org/10.1109/ICIC68054.2025.11309426

Ruqnuzzaman, Md., Opu, M. M. R., Ahmed, Md. R., Shamim, M. M. R., & Nuruzzaman, Md. (2026). A systematic review of recent advances in IoT-based sensor networks for warehouse management. Results in Engineering, 29, 109195. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2026.109195

Sadek, N., Kamal, N., & Shehata, D. (2024). Internet of Things based smart automated indoor hydroponics and aeroponics greenhouse in Egypt. Ain Shams Engineering Journal, 15(2), 102341. https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102341

Saini, K., & Sharma, S. (2025). Smart Road Traffic Monitoring: Unveiling the Synergy of IoT and AI for Enhanced Urban Mobility. ACM Computing Surveys, 57(11), 1–45. https://doi.org/10.1145/3729217

Samanta, S., Sarkar, A., Yadav, J. S., Srivastava, A., Sharma, V. S., Kallimani, J. S., & Singh, S. K. (2026). Managing sustainable agricultural supply chains in smart

cities with IoT and blockchain. Environment, Development and Sustainability. https://doi.org/10.1007/s10668-025-07294-x

Santos, J. M., Garcia, J. M., Dias, J., Martins, J. C., Alvarenga, N., Gonçalves, E. M., Freitas, D., Silvério, K., Fernandes, J., Gomes, S., Lageiro, M., Potes, M., & Caeiro, J. J. (2025). Energy Sustainability in the Ripening of Traditional Cheese: Renewable Energy Sources and Internet of Things Based Energy Monitoring. Dairy, 6(6), 63. https://doi.org/10.3390/dairy6060063

Santos, J., Vanhove, T., Sebrechts, M., Dupont, T., Kerckhove, W., Braem, B., Seghbroeck, G. V., Wauters, T., Leroux, P., Latre, S., Volckaert, B., & Turck, F. D. (2018). City of Things: Enabling Resource Provisioning in Smart Cities. IEEE Communications Magazine, 56(7), 177–183. https://doi.org/10.1109/MCOM.2018.1701322

Saraswat, E., Maurya, N., Mishra, S., & Sharma, R. (2024). The Role of IoT in Transforming Education: Opportunities, Challenges, and Future Directions for Smart Education Systems. 2024 7th International Conference on Contemporary Computing and Informatics (IC3I), 578–583. https://doi.org/10.1109/IC3I61595.2024.10828984

Saris, N. N. H., Sukarnoor, N. I. M., Halim, N. A., Wei, B. B. W., Zhi, L., Nazim, M. H. M., Muhammad, N. A. M., Daud, N. A., & Muhammad, N. A. (2025). IoT and Mobile App Integration in a Smart Pill Box for Enhanced Health Management. 2025 IEEE International Conference on Automatic Control and Intelligent Systems (I2CACIS), 61–65. https://doi.org/10.1109/I2CACIS65476.2025.11100940

Saxena, S., & Dhote, T. (2023). Leveraging IoT Technologies in Retail Industry to improve Customer Experience: Current Applications and Future Potential. 2023 Somaiya International Conference on Technology and Information Management (SICTIM), 50–54. https://doi.org/10.1109/SICTIM56495.2023.10104882

Seçgin, S. (2023). Evolution of Wireless Communication Ecosystems (1η έκδ.). Wiley. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781394182343

Senadheera, U. E., Jayasanka, J., Udayanga, D., Hewawasam, C., Amila, B., Takimoto, Y., Hatamoto, M., & Tadachika, N. (2024). Beyond Composting Basics: A Sustainable Development Goals—Oriented Strategic Guidance to IoT Integration for Composting in Modern Urban Ecosystems. Sustainability, 16(23), 10332. https://doi.org/10.3390/su162310332

Sergi, I., Montanaro, T., Benvenuto, F. L., & Patrono, L. (2021). A Smart and Secure Logistics System Based on IoT and Cloud Technologies. Sensors, 21(6), 2231. https://doi.org/10.3390/s21062231

Sguanci, M., Mancin, S., Gazzelloni, A., Diamanti, O., Ferrara, G., Morales Palomares, S., Parozzi, M., Petrelli, F., & Cangelosi, G. (2024). The Internet of Things in the Nutritional Management of Patients with Chronic Neurological

Cognitive Impairment: A Scoping Review. Healthcare, 13(1), 23. https://doi.org/10.3390/healthcare13010023

Shah, S., Iqbal, M., Aziz, Z., Rana, T., Khalid, A., Cheah, Y.-N., & Arif, M. (2022). The Role of Machine Learning and the Internet of Things in Smart Buildings for Energy Efficiency. Applied Sciences, 12(15), 7882. https://doi.org/10.3390/app12157882

Shahab, H., Iqbal, M., Sohaib, A., Ullah Khan, F., & Waqas, M. (2024). IoT-based agriculture management techniques for sustainable farming: A comprehensive review. Computers and Electronics in Agriculture, 220, 108851. https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.108851

Sharifpour Arabi, H., Fallah Lajimi, H., Amiri, M., Hashemi-Tabatabaei, M., & Hosseini, S. K. (2025). Enhancing food supply chain sustainability: Exploring the role of IoT enablers and sustainable development goals. Sustainable Futures, 10, 100979. https://doi.org/10.1016/j.sftr.2025.100979

Sharma, K., & Shivandu, S. K. (2024). Integrating artificial intelligence and Internet of Things (IoT) for enhanced crop monitoring and management in precision agriculture. Sensors International, 5, 100292. https://doi.org/10.1016/j.sintl.2024.100292

Sharma, P., & Thakur, N. (2026). Advancing urban food sustainability: Biotechnology and IoT synergies in vertical greenhouses. Bioresource Technology Reports, 33, 102548. https://doi.org/10.1016/j.biteb.2026.102548

Sharma, R., & Villányi, B. (2024). Safe and Secure Oil and Gas Pipeline Transportation System Based on Industrial Internet of Things. IEEE Sensors Journal, 24(5), 6834–6845. https://doi.org/10.1109/JSEN.2024.3353595

Sharmila, A., Dhivya Priya, E. L., & Gokul Anand, K. R. (2022). A Survey of Societal Applications of IOT. Στο J. K. Verma, D. Saxena, & V. González-Prida (Επιμ.), IoT and Cloud Computing for Societal Good (σελ. 73–99). Springer International Publishing. https://link.springer.com/10.1007/978-3-030-73885-3_6

Shehu Yalli, J., Hilmi Hasan, M., & Abubakar Badawi, A. (2024). Internet of Things (IoT): Origins, Embedded Technologies, Smart Applications, and Its Growth in the Last Decade. IEEE Access, 12, 91357–91382. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3418995

Shekhawat, S. (2022). Use of AI and IoT to make Retail Smarter. 2022 3rd International Informatics and Software Engineering Conference (IISEC), 1–5. https://doi.org/10.1109/IISEC56263.2022.9998202

Sherovska, G. (2023). Internet of Things (IOT) Applications in The Retail Sector: A Focus On The FMCG Industry. International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, 13(12), Pages 1472-1479. https://doi.org/10.6007/IJARBSS/v13-i12/20048

Shobayo, O., Olajube, A., Okoyeigbo, O., & Ogbonna, J. (2021). Design and Implementation of an IoT Based Baggage Tracking System. Στο S. Misra & B. Muhammad-Bello (Επιμ.), Information and Communication Technology and Applications (τ. 1350, σελ. 618–631). Springer International Publishing. https://link.springer.com/10.1007/978-3-030-69143-1_47

Shunta Yamaguchi. (χ.χ.). Securing reverse supply chains for a resource efficient and circular economy. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Ανακτήθηκε 13 Ιούλιος 2026, από https://one.oecd.org/document/COM/TAD/ENV/JWPTE(2021)1/FINAL/en/pdf

Singh, J., Singh, G., Muskan, & Aggarwal, G. (2022). Inclusion of Aerial Computing in Internet of Things: Prospects and Applications. 2022 Third International Conference on Intelligent Computing Instrumentation and Control Technologies (ICICICT), 1664–1669. https://doi.org/10.1109/ICICICT54557.2022.9917985

Singh, K. P., Verma, R., Lochab, A., & Kumar, A. (2026). Examining the global application of internet of things (IoT) in agriculture: A bibliometric analysis of research trends. Discover Agriculture, 4(1), 38. https://doi.org/10.1007/s44279-026-00500-y

Singh, P., Elmi, Z., Krishna Meriga, V., Pasha, J., & Dulebenets, M. A. (2022). Internet of Things for sustainable railway transportation: Past, present, and future. Cleaner Logistics and Supply Chain, 4, 100065. https://doi.org/10.1016/j.clscn.2022.100065

Singh, R., Gehlot, A., Akram, S. V., Gupta, L. R., Jena, M. K., Prakash, C., Singh, S., & Kumar, R. (2021). Cloud Manufacturing, Internet of Things-Assisted Manufacturing and 3D Printing Technology: Reliable Tools for Sustainable Construction. Sustainability, 13(13), 7327. https://doi.org/10.3390/su13137327

Singh, R., Sharma, R., Vaseem Akram, S., Gehlot, A., Buddhi, D., Malik, P. K., & Arya, R. (2021). Highway 4.0: Digitalization of highways for vulnerable road safety development with intelligent IoT sensors and machine learning. Safety Science, 143, 105407. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105407

Slany, V., Krcalova, E., Balej, J., Zach, M., Kucova, T., Prauzek, M., & Martinek, R. (2025). Smart Water-IoT: Harnessing IoT and AI for Efficient Water Management. ACM Computing Surveys, 57(12), 1–36. https://doi.org/10.1145/3744338

Sokienah, Y. (2023). Exploring the integration of IoT systems in interior design and the built environment: A systematic review. Heliyon, 9(12), e22869. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22869

Song, J., Yao, S., Xu, K., & Wang, K. (2025). Blockchain and IoT-Driven Sustainable Battery Recycling: Integration and Challenges. CHAIN, 2(2), 81–103. https://doi.org/10.23919/CHAIN.2025.000011

Song, Y., Yu, F. R., Zhou, L., Yang, X., & He, Z. (2021). Applications of the Internet of Things (IoT) in Smart Logistics: A Comprehensive Survey. IEEE Internet of Things Journal, 8(6), 4250–4274. https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.3034385

Soori, M., & Arezoo, B. (2026). Internet of Things and machine learning for energy saving in advanced manufacturing processes: A review. Cyber-Physical Energy Systems, 2(1), 25–41. https://doi.org/10.1016/j.cpes.2025.07.005

Soori, M., Arezoo, B., & Dastres, R. (2023). Internet of things for smart factories in industry 4.0, a review. Internet of Things and Cyber-Physical Systems, 3, 192–204. https://doi.org/10.1016/j.iotcps.2023.04.006

Spandonidis, C., Sedikos, E., Giannopoulos, F., Petsa, A., Theodoropoulos, P., Chatzis, K., & Galiatsatos, N. (2022). A Novel Intelligent IoT System for Improving the Safety and Planning of Air Cargo Operations. Signals, 3(1), 95–112. https://doi.org/10.3390/signals3010008

Srivastava, M., Sisaudia, V., & Meena, J. (2025). A review on internet of things and artificial intelligence based plant disease detection: Taxonomy, issues and challenges. Journal of Plant Diseases and Protection, 132(6), 181. https://doi.org/10.1007/s41348-025-01184-0

Steffi, Kumawat, S., Gupta, S., & Flammini, F. (2025). Conflict detection and resolution in IoT-Enabled railway systems using Petri nets. Journal of Rail Transport Planning & Management, 36, 100553. https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2025.100553

Stewart, C., Ayaz, B., Fough, N., & Prabhu, R. (2025). Towards the underwater internet of things for subsea oil and gas monitoring. Internet of Things, 30, 101510. https://doi.org/10.1016/j.iot.2025.101510

Suanpang, P., & Pothipassa, P. (2024). Integrating Generative AI and IoT for Sustainable Smart Tourism Destinations. Sustainability, 16(17), 7435. https://doi.org/10.3390/su16177435

Suban, I. B., Da Costa, J. E., & Suyoto. (2021). Mobile application design of smart water supply chain based on IoT: A case study in Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 729(1), 012010. https://doi.org/10.1088/1755-1315/729/1/012010

Subhedar, M., Mahalle, P., & Pawar, P. (2025). Smart IoT for Sustainable Development (1η έκδ.). Chapman and Hall/CRC. https://www.taylorfrancis.com/books/9781003539629

Sudha, M., P, S. S., Ali, G., Ganesh, C., Umamaheswari, S., & Saranya, R. (2025). AI Driven railway crack detection system using Convolutional Neural Network and IoT. 2025 3rd International Conference on Advancements in Electrical, Electronics, Communication, Computing and Automation (ICAECA), 1–8. https://doi.org/10.1109/ICAECA63854.2025.11012401

Šulyová, D., & Koman, G. (2020). The Significance of IoT Technology in Improving Logistical Processes and Enhancing Competitiveness: A Case Study on the World's and Slovakia's Wood-Processing Enterprises. Sustainability, 12(18), 7804. https://doi.org/10.3390/su12187804

Sunhare, P., Chowdhary, R. R., & Chattopadhyay, M. K. (2022). Internet of things and data mining: An application oriented survey. Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences, 34(6), 3569–3590. https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2020.07.002

Sunyaev, A. (2024). The Internet of Things. Στο A. Sunyaev, Internet Computing (σελ. 317–352). Springer Nature Switzerland. https://link.springer.com/10.1007/978-3-031-61014-1_10

Surendiran, J. (2025). IoT-based Intelligent Railway Track Health Monitoring System. 2025 6th International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems (ICESC), 746–751. https://doi.org/10.1109/ICESC65114.2025.11212614

Suvish, Ghamari, M., & Sundaram, S. (2025). Digital Dementia: Smart Technologies, mHealth Applications and IoT Devices, for Dementia-Friendly Environments. Journal of Sensor and Actuator Networks, 14(6), 112. https://doi.org/10.3390/jsan14060112

Swapna, N. S., Rao, B. K., Netra, K., & Abhinav, P. (2025). IoT-Driven Intelligent Waste Management System with Disinfectant Spray. 2025 5th International Conference on Trends in Material Science and Inventive Materials (ICTMIM), 979–984. https://doi.org/10.1109/ICTMIM65579.2025.10987934

Syed, M. S. B., Kelly, P., Stacey, P., & Berry, D. (2024). Towards an IoT-Enabled Digital Earth for SDGs: The Data Quality Challenge. IEEE Access, 12, 153421–153438. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3478813

Tabuenca, B., Moreno-Sancho, J.-L., Arquero-Gallego, J., Greller, W., & Hernández-Leo, D. (2023). Generating an environmental awareness system for learning using IoT technology. Internet of Things, 22, 100756. https://doi.org/10.1016/j.iot.2023.100756

Talbot, D., & Paz-Canales, M. (2017). Smart Grid Paybacks: The Chattanooga Example. http://nrs.harvard.edu/urn-3:HUL.InstRepos:30201056

Terzieva, V., Ilchev, S., & Todorova, K. (2022). The Role of Internet of Things in Smart Education. IFAC-PapersOnLine, 55(11), 108–113. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.08.057

Terzieva, V., Ivanova, M., Djambazova, E., & Ilchev, S. (2025). The Role of Internet of Things and Security Aspects in STEM Education. Information, 16(7), 533. https://doi.org/10.3390/info16070533

Thamik, H., Cabrera, J. D. F., & Wu, J. (2024). The Digital Paradigm: Unraveling the Impact of Artificial Intelligence and Internet of Things on Achieving Sustainable

Development Goals. Στο S. Misra, K. Siakas, & G. Lampropoulos (Επιμ.), Artificial Intelligence of Things for Achieving Sustainable Development Goals (τ. 192, σελ. 21–40). Springer Nature Switzerland. https://link.springer.com/10.1007/978-3-031-53433-1_2

Thanh, H. L., Van, H. T., Viet, H. P., Tran, Q., Thanh, H. N., Duy, B. D., & Duc, M. T. (2025). Integrating AI and IoT into STEM teacher training: A case study of secondary education in Vietnam. Edelweiss Applied Science and Technology, 9(4), 2439–2458. https://doi.org/10.55214/25768484.v9i4.6583

Thirugnanam, H., Uhlemann, S., Reghunadh, R., Ramesh, M. V., & Rangan, V. P. (2022). Review of Landslide Monitoring Techniques With IoT Integration Opportunities. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 15, 5317–5338. https://doi.org/10.1109/JSTARS.2022.3183684

Thongnim, P., Inthasuth, T., & Leelaphaiboon, M. (2025). Integrating LSTM-based VPD forecasting into IoT-driven smart irrigation systems in tropical orchards. Discover Sustainability, 7(1), 173. https://doi.org/10.1007/s43621-025-02538-2

Todorova, A., Kostadinova, I., & Stefanova, S. (2025). Developing Sustainability Problem-Solving Skills Through Internet of Things Projects. Sustainability, 17(22), 10367. https://doi.org/10.3390/su172210367

V, Nivi., A, S. G., Geerthik, S., G, G., & N, R. (2025). A Smart Rail Guard IoT Based Railway Track Obstacle Detection and Alert System Using Deep Learning Techniques and Computer Vision. 2025 International Conference on Computing Technologies & Data Communication (ICCTDC), 1–6. https://doi.org/10.1109/ICCTDC64446.2025.11158742

Vasudevan, S. K., Pulari, S. R., & Subashri, V. (2025). Future Trends and Innovations in IoT -based Communication Through AI / ML for SDG. Στο S. Mishra, N. Gupta, & P. Goktas (Επιμ.), AI and ML Techniques in IoT-based Communication (1η έκδ., σελ. 375–384). Wiley. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781394337262.ch14

Verdejo Espinosa, Á., Lopez Ruiz, J. L., Mata Mata, F., & Estevez, M. E. (2021). Application of IoT in Healthcare: Keys to Implementation of the Sustainable Development Goals. Sensors, 21(7), 2330. https://doi.org/10.3390/s21072330

Voulgaridis, K., Lagkas, T., Angelopoulos, C. M., & Nikoletseas, S. E. (2022). IoT and digital circular economy: Principles, applications, and challenges. Computer Networks, 219, 109456. https://doi.org/10.1016/j.comnet.2022.109456

Wahyudi, M. N. A., Budiyanto, C. W., & Widiastuti, I. (2025). Internet of things applications for advancing sustainable development goals in Indonesia. Discover Internet of Things, 5(1), 113. https://doi.org/10.1007/s43926-025-00229-y

Wakchaure, K., Vibhute, P., Dhatrak, M., Fuse, K., & Kulkarni, S. (2025). Wearable IoT-Based Animal Distraction Device for Mitigating Human-Wildlife Conflicts. 2025 IEEE 6th India Council International Subsections Conference (INDISCON), 1–6. https://doi.org/10.1109/INDISCON66021.2025.11252381

Wambua, R. N. (2023). Systematic Review of the Influence of Internet of Things (IoT) on the Education of Students with Disabilities. 2023 IST-Africa Conference (IST-Africa), 1–8. https://doi.org/10.23919/IST-Africa60249.2023.10187846

Wanasinghe, T. R., Gosine, R. G., James, L. A., Mann, G. K. I., De Silva, O., & Warrian, P. J. (2020). The Internet of Things in the Oil and Gas Industry: A Systematic Review. IEEE Internet of Things Journal, 7(9), 8654–8673. https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.2995617

Wang, J. (2025). Enhancing the e-commerce shopping experience with IoT-enabled smart carts in smart stores. Discover Internet of Things, 5(1), 35. https://doi.org/10.1007/s43926-025-00128-2

Wang, K., Khoo, K. S., Leong, H. Y., Nagarajan, D., Chew, K. W., Ting, H. Y., Selvarajoo, A., Chang, J.-S., & Show, P. L. (2022). How does the Internet of Things (IoT) help in microalgae biorefinery? Biotechnology Advances, 54, 107819. https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2021.107819

Weiser, M. (1993). Some computer science issues in ubiquitous computing. Communications of the ACM, 36(7), 75–84. https://doi.org/10.1145/159544.159617

Wójcicki, K., Biegańska, M., Paliwoda, B., & Górna, J. (2022). Internet of Things in Industry: Research Profiling, Application, Challenges and Opportunities—A Review. Energies, 15(5), 1806. https://doi.org/10.3390/en15051806

Wolfert, S., & Isakhanyan, G. (2022). Sustainable agriculture by the Internet of Things – A practitioner's approach to monitor sustainability progress. Computers and Electronics in Agriculture, 200, 107226. https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107226

Wu, D.-C., Movahed, P., Razban, A., & Chen, J. (2024). Enhancing energy management system using Internet-of-Things sensors and energy simulation – A case study of industrial ventilation. Στο S. Al-Naemi, R. Benlamri, R. Sadiq, A. Farooque, & M. Phillips, Innovation and Technological Advances for Sustainability (1η έκδ., σελ. 300–308). CRC Press. https://www.taylorfrancis.com/books/9781003496724/chapters/10.1201/9781003496724-29

Wu, J., Tang, Y., He, F., He, Z., Tsai, Y., & Weng, W. (2025). IoT-Based Approaches to Personnel Health Monitoring in Emergency Response. Sustainability, 18(1), 365. https://doi.org/10.3390/su18010365

Xu, J., Hu, Z., Zou, Z., Zou, J., Hu, X., Liu, L., & Zheng, L. (2020). Design of Smart Unstaffed Retail Shop Based on IoT and Artificial Intelligence. IEEE Access, 8, 147728–147737. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3014047

Xu, X., Fu, C., Camacho, D., Park, J. H., & Chen, J. (2024). Internet of Things for Emotion Care: Advances, Applications, and Challenges. Cognitive Computation, 16(6), 2812–2832. https://doi.org/10.1007/s12559-024-10327-8

Yadav, K., Sircar, A., & Bist, N. (2025). A comprehensive review on role of information technology in city gas distribution industry. Unconventional Resources, 7, 100202. https://doi.org/10.1016/j.uncres.2025.100202

Yang, L., Wang, X., & Jiao, Y. (2025). Sustainable and Trustworthy Digital Health: Privacy-Preserving, Verifiable IoT Monitoring Aligned with SDGs. Sustainability, 17(20), 9020. https://doi.org/10.3390/su17209020

Yang, Q., Al Mamun, A., Masukujjaman, M., Makhbul, Z. K. M., & Zhong, X. (2024). Adoption of internet of things-enabled agricultural systems among Chinese agro-entreprises. Precision Agriculture, 25(5), 2477–2504. https://doi.org/10.1007/s11119-024-10182-5

Yang, Y. (2022). Application of Internet of Things Technology in Aviation Warehousing and Logistics. Στο J. C. Hung, N. Y. Yen, & J.-W. Chang (Επιμ.), Frontier Computing (τ. 827, σελ. 1443–1449). Springer Nature Singapore. https://link.springer.com/10.1007/978-981-16-8052-6_208

Yu, D., Tao, Q., Liu, Q., Jin, Y., Sun, Y., & Fu, P. (2025). Lifecycle management of urban renewal enabled by Internet of Things: Development, application, and challenges. Results in Engineering, 27, 105706. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.105706

Zeeshan, K., Hämäläinen, T., & Neittaanmäki, P. (2022). Internet of Things for Sustainable Smart Education: An Overview. Sustainability, 14(7), 4293. https://doi.org/10.3390/su14074293

Zhang, G., Liu, X., Zheng, F., Sun, Y., & Liu, G. (2024). Geological disaster information sharing based on Internet of Things standardization. Environmental Earth Sciences, 83(5), 148. https://doi.org/10.1007/s12665-023-11353-9

Zhang, J., Wang, G., Chen, H., Huang, H., Shi, Y., & Wang, Q. (2025). Internet of Things and Extended Reality in Cultural Heritage: A Review on Reconstruction and Restoration, Intelligent Guided Tour, and Immersive Experiences. IEEE Internet of Things Journal, 12(12), 19018–19042. https://doi.org/10.1109/JIOT.2025.3553237

Zhang, X. (2025). Internet of Things and Cloud Computing-Powered Virtual Laboratories for Enhanced STEM Education. Journal of The Institution of Engineers (India): Series B, 106(6), 1767–1776. https://doi.org/10.1007/s40031-024-01192-y

Zhang, Y., Gupta, V. K., Karimi, K., Wang, Y., Yusoff, M. A., Vatanparast, H., Pan, J., Aghbashlo, M., Tabatabaei, M., & Rajaei, A. (2025). Synergizing blockchain and internet of things for enhancing efficiency and waste reduction in sustainable food management. Trends in Food Science & Technology, 156, 104873. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2025.104873

Zhou, H. (2022). Applications of Computer Internet of Things Technologies in Logistics. 2022 Second International Conference on Advanced Technologies in Intelligent Control, Environment, Computing & Communication Engineering (ICATIECE), 1–5. https://doi.org/10.1109/ICATIECE56365.2022.10047270

Zhou, S. E., & Mughees, N. (2025). IoT-Enabled Modular Bird Repellent System: A Pattern-Based Approach for Enhanced Detection and Control. IEEE Internet of Things Journal, 12(15), 30941–30954. https://doi.org/10.1109/JIOT.2025.3571532

Zhu, Y. (2025). Application of IoT and Big Data in Coastal Ecosystem Governance: Evidence from Hainan MPAs. Proceedings of the 2025 3rd International Conference on Internet of Things and Cloud Computing Technology, 28–32. https://doi.org/10.1145/3776865.3776870

Ziegler, S., Radócz, R., Quesada Rodriguez, A., & Matheu Garcia, S. N. (Επιμ.). (2024). Springer Handbook of Internet of Things. Springer International Publishing. https://link.springer.com/10.1007/978-3-031-39650-2

Zulu, Musawenkosi. L. T., Pillay Carpanen, R., & Tiako, R. (2024). Optimization of Internet of Things (IoT) for Smart Grid Energy Management Using Artificial Intelligence (AI) Techniques to Reach SDG7. 2024 32nd Southern African Universities Power Engineering Conference (SAUPEC), 1–6. https://doi.org/10.1109/SAUPEC60914.2024.10445033

Zvarivadza, T., Onifade, M., Dayo-Olupona, O., Said, K. O., Githiria, J. M., Genc, B., & Celik, T. (2024). On the impact of Industrial Internet of Things (IIoT)—Mining sector perspectives. International Journal of Mining, Reclamation and Environment, 38(10), 771–809. https://doi.org/10.1080/17480930.2024.2347131

Zyoud, S., & Zyoud, A. H. (2025a). Advancing sustainable cities and communities with internet of things: Global insights, trends, and research priorities for SDG 11. Results in Engineering, 26, 104917. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.104917

Zyoud, S., & Zyoud, A. H. (2025b). Internet of things supporting sustainable solid waste management: Global insights, hotspots, and research trends. International Journal of Environmental Science and Technology, 22(9), 7641–7670. https://doi.org/10.1007/s13762-024-06146-x

Παράρτημα Α: Κατάλογος εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων που προέκυψαν από την Αναζήτηση 1 (πιν-α)

Εφαρμογή	Πλήθος Εμφανίσεων
Logistics	52
Logistics - Περίπτωση: Βελτίωση Αποτελεσματικότητας της Αποθήκης σε Πολυεθνική Εταιρία Αυτοκινήτων με αξιοποίηση του Διαδικτύου των Πραγμάτων	1
Αγροτικός Τομέας	21
Αερισμός Ορυχείου	1
Αεροπονία	3
Αίθουσα Διδασκαλίας	29
Αλιεία και Ιχθυοκαλλιέργειες	3
Αλιεία και Ιχθυοκαλλιέργειες - Περίπτωση: Βάση Δεδομένων Αλιευτικών Ζωνών	1
Αλιεία και Ιχθυοκαλλιέργειες - Περίπτωση: Έξυπνη Αλιεία στην Ινδονησία	1
Αναγνώριση Ανθρώπινης Δραστηριότητας (υγεία)	2
Ανακύκλωση	7
Ανάλυση Γεωχωρικών Δεδομένων (εξόρυξη, λατομεία)	1
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	6
Ανίχνευση Ανωμαλιών (ηλεκτρική ενέργεια)	1
Ανίχνευση Ασθενειών, Παρασίτων και Ζιζανίων	1
Ανίχνευση Διαρροής Υγραερίου	1
Ανίχνευση και Απώθηση Πτηνών	2
Ανίχνευση και Επισκευή Διαρροών σε Αγωγούς Ύδρευσης	1
Ανίχνευση Πτώσης (υγεία)	2
Ανίχνευση της Υπολειπόμενης Ανάπτυξης (υγεία)	1
Αντιμετώπιση Έκτακτης Ανάγκης στην Εξόρυξη	1
Αντιμετώπιση Έκτακτης Ανάγκης στις Μεταφορές	1
Αντιμετώπιση Θερμικής Καταπόνησης (υγεία)	1

Αντιμετώπιση της Λειψυδρίας (φυσικό περιβάλλον)	1
Αποθήκευση (logistics)	3
Αποθήκευση Ενέργειας	5
Απόκριση σε Έκτακτες Ανάγκες (ασφάλεια)	11
Απομακρυσμένη Παρακολούθηση Ασθενούς	2
Αστικά Δίκτυα, Υποδομές, Κοινή Ωφέλεια	11
Αστική Κινητικότητα και Μεταφορές	9
Αστική Κομποστοποίηση	3
Αστική Κομποστοποίηση - Περίπτωση: Έξυπνος Κάδος Κομποστοποίησης	1
Αστικό Περιβάλλον	83
Αστικό Περιβάλλον - Περίπτωση: Έξυπνη Πόλη Άμστερνταμ	1
Αστικό Περιβάλλον - Περίπτωση: Έξυπνη Πόλη Βαρκελώνη	1
Αστικό Περιβάλλον - Περίπτωση: Έξυπνη Πόλη Κοπεγχάγη	1
Αστικό Περιβάλλον - Περίπτωση: Έξυπνη Πόλη Ντουμπάι	1
Αστικό Περιβάλλον - Περίπτωση: Έξυπνη Πόλη Σιγκαπούρη	1
Αστικό Περιβάλλον - Περίπτωση: Έξυπνη Πόλη Τόκιο	1
Αστικό Περιβάλλον - Περίπτωση: Η Νέα Πρωτεύουσα της Αιγύπτου	1
Αστικό Περιβάλλον - Περίπτωση: Ινδονησία - Η Πλατφόρμα Γνωστικής Πόλης	1
Ασφάλεια Εργαζομένων (μεταποίηση)	2
Ασφάλεια και Επιτήρηση (ασφάλεια)	4
Ασφάλεια και Πολιτική Προστασία (πόλη)	6
Ασφάλεια Προσωπικού Ορυχείου	1
Ασφάλεια Προσωπικού στη Μεταποίηση	1
Ασφάλεια στα Ορυχεία	1
Ασφάλεια στις Κατασκευές	1
Ασφάλεια Τροφίμων	7
Αυτοματοποιημένη Συντήρηση Ορυχείου	1
Αυτόνομα Οχήματα	1
Αφαλάτωση Νερού (πόλη)	1
Αφαλάτωση Νερού (πόλη) - Περίπτωση: Σύστημα Αφαλάτωσης Νερού στο Κουβέιτ	1

Βελτιστοποίηση Δρομολόγησης Απορριμματοφόρων	2
Βελτιστοποίηση Ενέργειας στη Μεταποίηση	3
Βελτιστοποίηση Ενέργειας στη Μεταποίηση - Περίπτωση: Διαχείριση Ενέργειας στον Βιομηχανικό Αερισμό	1
Βελτιστοποίηση Ενέργειας στη Μεταποίηση - Περίπτωση: Διαχείριση Στεγνώματος Υφασμάτων	1
Βελτιστοποίηση Ενέργειας στη Μεταποίηση - Περίπτωση: Παρακολούθηση Ενέργειας στην Ωρίμανση Τυριού	1
Βελτιστοποίηση Στόλου Ορυχείων	1
Βελτίωση Θερμικής Άνεσης	2
Βιομηχανία	15
Βιώσιμη Διαχείριση Γεωργίας	5
Βραχομηχανική και Γεωτεχνική Μηχανική (εξόρυξη, λατομεία)	1
Γεωργία	19
Γεωργία - Περίπτωση: Η Έξυπνη Γεωργία στην Ινδονησία	1
Γεωργία - Περίπτωση: Η Έξυπνη Γεωργία στην Ινδονησία	1
Γεωργία Ακριβείας	6
Γεωργία Ακριβείας - Περίπτωση: SynField	2
Γεωργία Ακριβείας - Περίπτωση: Καλλιέργεια Μικροφυκών	2
Γεωτεχνική Παρακολούθηση (εξόρυξη, λατομεία)	1
Δασοκομία	2
Δασοπονία	1
Δειγματοληψία και Παρακολούθηση Εδάφους (γεωργία)	3
Δημόσια Ασφάλεια	9
Διαμοιραζόμενη Κινητικότητα	1
Διαμοιραζόμενη Κινητικότητα - Περίπτωση: Βελτιστοποίηση Κατανάλωσης Ενέργειας και Παρακολούθηση Θέσης σε Διαμοιραζόμενα Ποδήλατα	1
Διανομή (logistics)	4
Διανομή Τροφίμων	1
Διατήρηση της Βιοποικιλότητας	2
Διατροφή στις Υδατοκαλλιέργειες	1
Διαφύλαξη της Πολιτιστικής Κληρονομιάς	1

Διαχείριση Αναπηρικών Αμαξιδίων	4
Διαχείριση Αποθεμάτων	19
Διαχείριση Αποθεμάτων (μεταποίηση)	1
Διαχείριση Αποθεμάτων στο Λιανικό Εμπόριο	2
Διαχείριση Απορριμμάτων (πόλη)	5
Διαχείριση Απορριμμάτων (πόλη) - Περίπτωση: Διαχείριση Αστικών Αποβλήτων στην Ινδονησία	1
Διαχείριση Απορριμμάτων (πόλη) - Περίπτωση: Ευφυές Σύστημα Διαχείρισης Αποβλήτων	1
Διαχείριση Απορριμμάτων (πόλη) - Περίπτωση: Παρακολούθηση Κάδων Απορριμμάτων με Αισθητήρες στο Σαν Φρανσίσκο	1
Διαχείριση Ασθενειών Καλλιεργειών, Ζιζανίων και Παρασίτων	5
Διαχείριση Αστικών Λυμάτων (πόλη)	2
Διαχείριση Δασικών Πυρκαγιών	2
Διαχείριση Διακοπών Ηλεκτροδότησης	1
Διαχείριση Επικίνδυνων Αποβλήτων σε Νοσοκομεία	1
Διαχείριση Καλλιεργειών Θερμοκηπίων	6
Διαχείριση Καλλιεργειών Θερμοκηπίων - Περίπτωση: Υδροπονικές και Αεροπονικές Καλλιέργειες Θερμοκηπίου στην Αίγυπτο	1
Διαχείριση Καταστροφών	5
Διαχείριση Κτηνοτροφίας	1
Διαχείριση Κυκλοφορίας	6
Διαχείριση Κυκλοφορίας - Περίπτωση: Έξυπνοι Αυτοκινητόδρομοι στο Ηνωμένο Βασίλειο	1
Διαχείριση Νερού (πόλη)	7
Διαχείριση Νερού (πόλη) - Περίπτωση: Έξυπνη Αλυσίδα Ύδρευσης μέσω Εφαρμογής Κινητών Συσκευών	1
Διαχείριση Νερού (πόλη) - Περίπτωση: Έξυπνη Διαχείριση Νερού στην Αυστραλία	1
Διαχείριση Νερού (πόλη) - Περίπτωση: Χρήση και Διαχείριση Νερού στη Πόλη του Σάρεϊ, Καναδάς	1
Διαχείριση Νερού και Άρδευση (γεωργία)	23
Διαχείριση Νερού και Άρδευση (γεωργία) - Περίπτωση: Αντιμετώπιση της Λειψυδρίας στη Γεωργία	1

Διαχείριση Νερού και Άρδευση (γεωργία) - Περίπτωση: Έξυπνα Συστήματα Άρδευσης στην Υποσαχάρια Αφρική	1
Διαχείριση Ουράς Επειγόντων Περιστατικών	2
Διαχείριση Πλημμυρών	2
Διαχείριση Πόρων σε Έξυπνα Νοσοκομεία	1
Διαχείριση Πόρων στη Βιομηχανική Παραγωγή	1
Διαχείριση Προσφοράς-Ζήτησης (ηλεκτρική ενέργεια)	1
Διαχείριση Προσωπικού Ορυχείων	1
Διαχείριση Στόλου Ορυχείων	1
Διαχείριση Φαρμακευτικής Αγωγής	6
Δίκτυα Μεταφοράς και Διανομής	29
Δομημένα Περιβάλλοντα	21
Δυναμικές Πινακίδες Μεταβλητών Μηνυμάτων	2
Έγκαιρη Προειδοποίηση για Σεισμό	3
Εικονικά Εργαστήρια	4
Είσπραξη Αντιτίμου Διοδίων (οδικές μεταφορές)	1
Εκπαίδευση	48
Εκπαίδευση - Περίπτωση: Εκπαίδευση στη Πρόβλεψη της Ποιότητας Αέρα Αστικού Περιβάλλοντος από Ανοικτά Δεδομένα	1
Εκπαίδευση - Περίπτωση: Καινοτομίες βασισμένες σε IoT σε Πανεπιστημιακές Οικολογικές Φάρμες	1
Εκπαίδευση STEM	21
Εκπαίδευση STEM - Περίπτωση: Gul.AI - Σύστημα Καλλιέργειας Φυτών στις Φιλιππίνες	1
Εκπαίδευση STEM - Περίπτωση: Εκπαίδευση STEM στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση του Βιετνάμ	1
Εκπαίδευση STEM - Περίπτωση: Εκπαιδευτικό Υλικό για μελέτη σημείου τήξης και βρασμού	1
Εκπαίδευση STEM - Περίπτωση: Ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην εκπαίδευση STEAM στον κλάδο της Πληροφορικής	1
Εκπαίδευση στη Βιώσιμη Ανάπτυξη	12
Εκπαίδευση στη Βιώσιμη Ανάπτυξη - Περίπτωση: Έξυπνος Σχολικός Κήπος - Ενσωμάτωση IoT και Μεθοδολογίας Επίλυσης Προβλημάτων στην Εκπαίδευση	1

Εκπαίδευση στη Βιώσιμη Ανάπτυξη - Περίπτωση: Παρέμβαση σε 25 σχολεία της Ευρώπης	1
Εκπαίδευση στη Βιώσιμη Ανάπτυξη - Περίπτωση: Σύστημα περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης μέσω μάθησης με χρήση τεχνολογιών ΔτΠ	1
Εκπαιδευτικό Περιβάλλον	31
Εκτίμηση Ορυκτών Πόρων	3
Έλεγχος και Διαχείριση Κυκλοφορίας (πόλη)	6
Έλεγχος και Διαχείριση Κυκλοφορίας (πόλη) - Περίπτωση: Σύστημα Διαχείρισης Κυκλοφορίας στο Ντάλας, Τέξας	1
Έλεγχος Ποιότητας Εσωτερικού Αέρα	2
Έλεγχος Ποιότητας στη Μεταποίηση	1
Εμπλοκή Ασθενών	1
Εμπορευματικές Εναέριες Μεταφορές	3
Εμπόριο	37
Εμπόριο - Περίπτωση: Ταχυκίνητα καταναλωτικά αγαθά	1
Εμφυτεύσιμες Καρδιακές Συσκευές	3
Εναέρια Γεωργία	8
Εναέρια Γεωργία - Περίπτωση: Επιτήρηση σε Έξυπνα Αγροκτήματα	1
Εναέρια Σπορά	1
Εναέρια Χαρτογράφηση (γεωργία)	1
Εναέριες Μεταφορές	9
Εναέριος Ψεκασμός	1
Ενέργεια	23
Ενεργειακά Αποδοτικός Αερισμός Ορυχείου	1
Εντοπισμός Ασθενών και Προσωπικού	4
Ενυδρειοπονία	1
Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση	4
Εξ αποστάσεως Εργαστήρια	3
Εξοικονόμηση Νερού (πόλη)	1
Εξόρυξη και Λατομεία	6
Εξόρυξη και Λατομεία - Περίπτωση: BHP	1
Εξόρυξη και Λατομεία - Περίπτωση: Rio Tinto	1

Εξόρυξη και Λατομεία - Περίπτωση: Vale	1
Έξυπνα Νοσοκομειακά Κρεβάτια	1
Έξυπνες Εγκαταστάσεις-Συγκρότημα	3
Έξυπνες Μάσκες	5
Έξυπνη Διαχείριση Ενέργειας σε Κτίρια	11
Έξυπνη Ηλεκτρική Κινητικότητα	2
Έξυπνη Ηλεκτρική Κινητικότητα - Περίπτωση: Δίκτυο Φόρτισης Ηλεκτρικών Οχημάτων στην Ολλανδία	1
Έξυπνη Ηλεκτρική Κινητικότητα - Περίπτωση: Στόλος Ηλεκτρικών Λεωφορείων στη Σενζέν, Κίνα	1
Έξυπνη Κινητικότητα και Συνδεδεμένα Οχήματα	2
Έξυπνη Κουζίνα	1
Έξυπνη Μεταποίηση Τροφίμων	1
Έξυπνη Μέτρηση Ηλεκτρικής Ενέργειας	3
Έξυπνη Μέτρηση και Χρέωση Νερού	3
Έξυπνη Μέτρηση και Χρέωση Νερού - Περίπτωση: Έξυπνη Μέτρηση Νερού στη Βαρκελώνη	1
Έξυπνη Μέτρηση και Χρέωση Νερού - Περίπτωση: Έξυπνη Μέτρηση Νερού στη Πόλη του Κλίβελαντ	1
Έξυπνη Στάθμευση (πόλη)	4
Έξυπνη Στάθμευση (πόλη) - Περίπτωση: Έξυπνο Σύστημα Στάθμευσης στο Μπέρλινγκτον, Καναδάς	1
Έξυπνο Αεροδρόμιο	3
Έξυπνο Ασθενοφόρο	3
Έξυπνο Γραφείο και Χώρος Εργασίας	1
Έξυπνο Δίκτυο Ηλεκτροδότησης	17
Έξυπνο Δίκτυο Ηλεκτροδότησης - Περίπτωση: Ηλεκτρική Ενέργεια στη Τσατανούγκα, Τενεσί	1
Έξυπνο Εργοστάσιο	4
Έξυπνο Κουτί Χαπιών	1
Έξυπνο Κτίριο	12
Έξυπνο Λιμάνι	1
Έξυπνο Λιμάνι- Περίπτωση: Αποδοτική Λειτουργία στο Λιμάνι του Ρότερνταμ	1

Έξυπνο Μπάνιο	1
Έξυπνο Νοσοκομείο	11
Έξυπνο Σπίτι	19
Έξυπνο Υπνοδωμάτιο	1
Έξυπνοι Προορισμοί	1
Έξυπνος Φωτισμός (πόλη)	7
Επεξεργασία Αστικών Λυμάτων (πόλη)	2
Επεξεργασία Αστικών Λυμάτων (πόλη) - Περίπτωση: Επεξεργασία Λυμάτων στο Ηνωμένο Βασίλειο	1
Επιτήρηση Οδικής Συμπεριφοράς (ασφάλεια)	1
Έρευνα και Διάσωση	2
Ευεξία και Φυσική Κατάσταση	4
Ευφυή Συστήματα Μεταφορών	3
Εφοδιαστική Αλυσίδα	71
Εφοδιαστική Αλυσίδα Κρεάτων	19
Εφοδιαστική Αλυσίδα Τροφίμων	7
Ιχνηλασιμότητα και Ανάκληση Τροφίμων	2
Ιχνηλάτηση Εξοπλισμού Ορυχείου	1
Κανονιστική Συμμόρφωση (τρόφιμα)	1
Κατανάλωση και Εξοικονόμηση Ενέργειας	6
Κατανάλωση και Εξοικονόμηση Ενέργειας - Περίπτωση: Βελτιστοποίηση Ενέργειας στην Ινδονησία	1
Κατασκευές	9
Κατασκευές με Τρισδιάστατη Εκτύπωση	1
Κλάδος Γαλακτοκομικών	1
Κλάδος Θαλασσινών	2
Κλάδος Κρέατος και Πουλερικών	1
Κλάδος Ποτών	1
Κλάδος Τροφίμων	2
Κλάδος Τροφίμων - Περίπτωση: Ζύμωση Τσαγιού	1
Κλάδος Φρούτων και Λαχανικών	2
Κλιματική Αλλαγή	3

Κτηνοτροφία	7
Κτηνοτροφία - Περίπτωση: Έξυπνη Φάρμα Αγελάδων	1
Κτηνοτροφία - Περίπτωση: Έξυπνη Φάρμα Κοτόπουλου	1
Κτηνοτροφία - Περίπτωση: Ποιότητα Γάλακτος και Βελτιστοποίηση Απόδοσης	1
Κτηνοτροφία - Περίπτωση: Συστήματα Παρακολούθησης της Υγείας των Βοοειδών	2
Κτηνοτροφία Ακριβείας	1
Κυκλική Οικονομία	11
Λίπανση	3
Μείωση Εκπομπών Ρύπων (πόλη/κυκλοφορία)	2
Μεταποίηση - Βιομηχανική Παραγωγή	6
Μεταφορές	17
Μεταφορές (logistics)	6
Μικροδίκτυο Ηλεκτροδότησης	1
Μουσεία	1
Οδικές Μεταφορές	7
Οδικοί Ενεργειακοί Πόροι	2
Παραγωγή Αργού Πετρελαίου	1
Παραγωγή Ενέργειας	4
Παράδοση (logistics)	9
Παρακαλούθηση Δημόσιας Υγείας	3
Παρακολούθηση pH (γεωργία)	1
Παρακολούθηση Αγκυρίων και Μέσων Υποστήριξης (εξόρυξη, λατομεία)	1
Παρακολούθηση Αγροτεμαχίου	2
Παρακολούθηση Αγωγών Ύδρευσης	1
Παρακολούθηση Αρτηριακής Πίεσης	4
Παρακολούθηση Άσθματος	1
Παρακολούθηση Βάρους και Βάδισης των Ζώων	1
Παρακολούθηση Γεωλογικών Δεδομένων (εξόρυξη, λατομεία)	1
Παρακολούθηση Γεωφυσικών Δεδομένων (εξόρυξη, λατομεία)	1
Παρακολούθηση Γλυκόζης Αίματος	6

Παρακολούθηση Διατροφής	3
Παρακολούθηση Διέγερσης (υγεία)	1
Παρακολούθηση Δομικής Ακεραιότητας	1
Παρακολούθηση Εξατμοδιαπνοής	1
Παρακολούθηση Εξοπλισμού (νοσοκομεία)	2
Παρακολούθηση Εξοπλισμού στη Μεταποίηση	1
Παρακολούθηση Επιπέδων Θρεπτικών Συστατικών (γεωργία)	1
Παρακολούθηση Ηλεκτροκαρδιογραφήματος	5
Παρακολούθηση Ηλεκτρομυογραφήματος	1
Παρακολούθηση Ηφαιστειακής Δραστηριότητας	1
Παρακολούθηση Ηχορύπανσης (πόλη)	2
Χαρτογράφηση Θορύβου (πόλη)	1
Παρακολούθηση Θερμοκρασίας Σώματος	3
Παρακολούθηση Θολότητας (γεωργία)	1
Παρακολούθηση και Βελτιστοποίηση Διαδικασιών στη Μεταποίηση	4
Παρακολούθηση και Πρόβλεψη Καλλιέργειας, Σοδειάς και Συγκομιδής	6
Παρακολούθηση και Πρόβλεψη Καλλιέργειας, Σοδειάς και Συγκομιδής - Περίπτωση: Διαχείριση Καλλιέργειας Ζαχαροκάλαμου	1
Παρακολούθηση και Πρόγνωση Καιρού (γεωργία)	2
Παρακολούθηση και Προειδοποίηση για Κατολισθήσεις	5
Παρακολούθηση και Προειδοποίηση για Κατολισθήσεις - Περίπτωση: Παρακολούθηση Κατολισθήσεων στα Ιμαλάια	1
Παρακολούθηση και Προειδοποίηση για Κατολισθήσεις - Περίπτωση: Πρωτοβουλίες Παρακολούθησης Κατολισθήσεων στην Ινδία	1
Παρακολούθηση Κορεσμού Οξυγόνου στο Αίμα	4
Παρακολούθηση Κραδασμών (εξόρυξη,λατομεία)	1
Παρακολούθηση Μετακίνησης Ορύγματος (εξόρυξη,λατομεία)	1
Παρακολούθηση Νερού - Ποσότητα και Ποιότητα (πόλη)	3
Παρακολούθηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων των Ορυχείων	1
Παρακολούθηση Περιβάλλοντος (γεωργία)	5
Παρακολούθηση Ποιότητας (γεωργία)	1

Παρακολούθηση Ποιότητας Αέρα Ορυχείου και Κανονιστική Συμμόρφωση (εξόρυξη, λατομεία)	1
Παρακολούθηση Ποιότητας Νερού (φυσικό περιβάλλον)	3
Παρακολούθηση Ποιότητας του Αέρα (πόλη)	12
Παρακολούθηση Ποιότητας του Αέρα (πόλη) - Περίπτωση: CanSat - Παρακολούθηση Ποιότητας Αέρα	3
Παρακολούθηση Ποιότητας του Αέρα (πόλη) - Περίπτωση: Παρακολούθηση της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης στο Μπενίν	1
Παρακολούθηση Ποιότητας του Αέρα (πόλη) - Περίπτωση: Ποιότητα Αέρα στην Αμβέρσα	1
Παρακολούθηση Ρυθμών Τήξης των Πάγων	1
Παρακολούθηση Στάθμης Θάλασσας	1
Παρακολούθηση Στάθμης Χιονιού	1
Παρακολούθηση Συνθηκών Ποιότητας Εσωτερικού Περιβάλλοντος	1
Παρακολούθηση της Άγριας Ζωής και των Ειδών	3
Παρακολούθηση της Άγριας Ζωής και των Ειδών - Περίπτωση: Φορητή Συσκευή για τον Μετριασμό των Συγκρούσεων μεταξύ Ανθρώπου και Άγριας Ζωής	1
Παρακολούθηση της Θάλασσας	3
Παρακολούθηση της Ποιότητας του Αέρα (φυσικό περιβάλλον)	1
Παρακολούθηση της Υγείας του Προσωπικού Έκτακτης Ανάγκης	1
Παρακολούθηση της Υγείας των Ψαριών	1
Παρακολούθηση του Νερού και Αντιμετώπιση της Λειψυδρίας	4
Παρακολούθηση του Περιβάλλοντος	6
Παρακολούθηση του Περιβάλλοντος - Περίπτωση: Παρακολούθηση Περιβάλλοντος στην Ινδονησία	1
Παρακολούθηση Υγείας	7
Παρακολούθηση Υγρασίας Εδάφους (γεωργία)	1
Παρακολούθηση Υδροφορέων	1
Παρακολούθηση Υπόγειων Υδάτων (φυσικό περιβάλλον)	5
Παρακολούθηση Φυσικής Κατάστασης	1
Παρακολούθηση Χρόνιων Παθήσεων	3
Παράκτια Οικοσυστήματα	2
Παρέμβαση στην Υγεία	1

Περίθαλψη	22
Περίθαλψη στο Σπίτι	3
Περιορισμός της Θαλάσσιας Ρύπανσης	1
Περιορισμός της Σπατάλης Τροφίμων	4
Πλωτές Μεταφορές	4
Πλωτές Μεταφορές - Περίπτωση: Carnival - Περιβαλλοντική Συμμόρφωση	1
Πλωτές Μεταφορές - Περίπτωση: Maersk - Προγνωστική Συντήρηση	1
Πλωτές Μεταφορές - Περίπτωση: Rolls-Royce - Ναυσιπλοΐα και Ασφάλεια	1
Ποιότητα Νερού στις Υδατοκαλλιέργειες	1
Ποιοτικός Έλεγχος Τροφίμων	1
Ποιοτικός Έλεγχος Τροφίμων - Περίπτωση: Ποιότητα γάλακτος	1
Πολεοδομία	1
Πράσινη Μπλε Υποδομή	1
Πράσινη Μπλε Υποδομή - Περίπτωση: Σύστημα Διαχείρισης Ομβρίων Υδάτων με Αισθητήρες στο Σικάγο	1
Προβλεπτική Συντήρηση στη Μεταποίηση	5
Πρόβλεψη Βλαβών	1
Πρόβλεψη Ποιότητας Αέρα (πόλη)	3
Πρόβλεψη Ποιότητας Αέρα (πόλη) - Περίπτωση: Πρόβλεψη Ποιότητας Αέρα στο Καμερούν	1
Πρόβλεψη Φορτίου και Κατανάλωσης	2
Πρόγνωση Τσουνάμι	2
Προγνωστική Ανάλυση Ορυχείων (εξόρυξη, λατομεία)	1
Προγνωστική Υγειονομική Περίθαλψη και Έγκαιρη Διάγνωση	4
Προγραμματισμός και Βελτιστοποίηση Ορυχείων	1
Πρόληψη Ασθενειών (γεωργία)	1
Πρόληψη και Διαχείριση Καταστροφών	3
Πρόληψη και Διαχείριση Καταστροφών - Περίπτωση: Διαχείριση Καταστροφών στην Ινδονησία	1
Προσθετική Μεταποίηση	1

Προστασία Οικοσυστημάτων	2
Προσωποποιημένη Υγειονομική Περίθαλψη	6
Προτεραιότητα σε Οχήματα Έκτακτης Ανάγκης (οδικές μεταφορές)	1
Σεισμική Παρακολούθηση (εξόρυξη, λατομεία)	2
Σιδηροδρομικές Μεταφορές	11
Συγκομιδή Βροχής (γεωργία)	1
Συνεχής Παρακολούθηση Γλυκόζης	1
Συνθήκες Αποθήκευσης Τροφίμων	1
Συντήρηση Κτιρίων	1
Συσκευασία (logistics)	4
Συσκευασία Τροφίμων	1
Συστήματα Ανίχνευσης Πεζών (οδικές μεταφορές)	1
Συστήματα Αποκατάστασης	4
Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας	3
Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας - Περίπτωση: Ενεργειακός Διαχωρισμός με Χρήση Μοντέλου Ζήτησης	1
Συστήματα Κάθετης Θερμοκηπιακής Καλλιέργειας	2
Συστήματα Παρακολούθησης Τροφίμων	1
Ταξίδι και Τουρισμός	4
Ταξίδι και Τουρισμός - Περίπτωση: Οικοτουρισμός στο Ουζμπεκιστάν	1
Ταξινόμηση Ασθενειών (γεωργία)	1
Τέχνες και Πολιτισμός	2
Τηλεϊατρική	6
Τηλεχειρουργική	1
Τοπογραφία Ορυχείων	1
Υγεία	30
Ύδρευση	4
Ύδρευση - Περίπτωση: Έξυπνο Δίκτυο Ύδρευσης της Σιγκαπούρης	1
Υδροπονία	2
Υποβοηθούμενη Διαβίωση	3
Υποβοηθούμενη Διαβίωση για Άτομα με Αναπηρία	3

Υποβοηθούμενη Διαβίωση για Ηλικιωμένα Άτομα	5
Υποβοηθούμενη Διαβίωση Περιβάλλοντος	4
Υποβοηθούμενη Διαβίωση στην Άνοια	2
Φαινοτυποποίηση Καλλιεργειών	1
Φιλοξενία	3
Φιλοξενία - Περίπτωση: Το ΔτΠ στη Βιομηχανία Φιλοξενίας της Κίνας	1
Φόρτωση, Εκφόρτωση και Οριζόντια Μετακίνηση	2
Φροντίδα για τον Καρκίνο	1
Φυσική Άσκηση και Αθλητισμός	1
Φυσικό Περιβάλλον	11
Φυσικό Περιβάλλον της Πόλης	9
Φωτισμός Δρόμων (οδικές μεταφορές)	1
Χειρισμός Αποσκευών	2
Χορήγηση Ινσουλίνης	3
Ψυχική Υγεία και Συναισθηματική Φροντίδα	4
Ψυχρή Εφοδιαστική Αλυσίδα	2

Παράρτημα Β: Κατάλογος τομέων εφαρμογής του Διαδικτύου των Πραγμάτων που προέκυψαν από την Αναζήτηση 2 (πιν-β)

Logistics
Αγροτικός Τομέας
Αλιεία
Αστικό Περιβάλλον
Αυτόνομα Οχήματα
Βιομηχανία
Γεωργία
Διαχείριση Απορριμμάτων
Διαχείριση Νερού
Διαχείριση Οδικής Κυκλοφορίας
Δίκτυα
Εκπαίδευση
Εκπαιδευτικό Περιβάλλον
Εμπόριο
Εξόρυξη
Έξυπνα Δίκτυο Ηλεκτροδότησης
Έξυπνες Εγκαταστάσεις
Έξυπνη Τάξη
Έξυπνο Εργοστάσιο
Έξυπνο Κτίριο
Έξυπνο Σπίτι
Ευεξία
Εφοδιαστική Αλυσίδα
Ηλεκτρική Ενέργεια
Θαλάσσιο Περιβάλλον
Ιχθυοκαλλιέργειες
Κατασκευαστικός Κλάδος
Κλάδος Τροφίμων
Κλιματική Αλλαγή
Κτηνοτροφία
Μεταποίηση
Μεταφορές
Περιβάλλον
Πολιτισμός
Ρύπανση και Ποιότητα του Αέρα
Τηλεϊατρική
Τουρισμός
Υγεία
Υγειονομική Περίθαλψη
Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας
Υποδομές
Φιλοξενία
Φυσικές Καταστροφές
Ψυχρή Εφοδιαστική Αλυσίδα

Παράρτημα Γ: Ιεραρχικό Δένδρο Ταξινόμησης των Εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων

- Αγροτικός Τομέας
  - Γεωργία
    - Παρακολούθηση Περιβάλλοντος
      - Δειγματοληψία και Παρακολούθηση Εδάφους
        - Παρακολούθηση Υγρασίας Εδάφους
    - Γεωργία Ακριβείας
      - Περίπτωση: SynField
      - Περίπτωση: Καλλιέργεια Μικροφυκών
    - Εναέρια Γεωργία
      - Εναέρια Χαρτογράφηση
      - Εναέρια Σπορά
      - Εναέριος Ψεκασμός
      - Περίπτωση: Επιτήρηση σε Έξυπνα Αγροκτήματα
    - Περίπτωση: Η Έξυπνη Γεωργία στην Ινδονησία
    - Συστήματα Κάθετης Θερμοκηπιακής Καλλιέργειας
    - Διαχείριση Νερού και Άρδευση
      - Συγκομιδή Βροχής
      - Παρακολούθηση pH
      - Παρακολούθηση Θολότητας
      - Παρακολούθηση Επιπέδων Θρεπτικών Συστατικών
      - Περίπτωση: Έξυπνα Συστήματα Άρδευσης στην Υποσαχάρια Αφρική
      - Περίπτωση: Αντιμετώπιση της Λειψυδρίας στη Γεωργία
    - Λίπανση
    - Διαχείριση Ασθενειών Καλλιεργειών, Ζιζανίων και Παρασίτων
      - Ανίχνευση Ασθενειών, Παρασίτων και Ζιζανίων
      - Πρόληψη Ασθενειών
      - Ταξινόμηση Ασθενειών (γεωργία)
    - Παρακολούθηση και Πρόβλεψη Καλλιέργειας, Σοδειάς και Συγκομιδής
      - Περίπτωση: Διαχείριση Καλλιέργειας Ζαχαροκάλαμου
    - Παρακολούθηση Αγροτεμαχίου
    - Παρακολούθηση Ποιότητας
    - Παρακολούθηση και Πρόγνωση Καιρού
    - Βιώσιμη Διαχείριση Γεωργίας
    - Διαχείριση Καλλιεργειών Θερμοκηπίων
      - Υδροπονία
      - Αεροπονία
      - Ενυδρειοπονία
      - Περίπτωση: Υδροπονικές και Αεροπονικές Καλλιέργειες Θερμοκηπίου στην Αίγυπτο
    - Φαινοτυποποίηση Καλλιεργειών
    - Περίπτωση: Η Έξυπνη Γεωργία στην Ινδονησία
  - Κτηνοτροφία
    - Διαχείριση Κτηνοτροφίας
    - Κτηνοτροφία Ακριβείας
    - Παρακολούθηση Βάρους και Βάδισης των Ζώων
    - Περίπτωση: Συστήματα Παρακολούθησης της Υγείας των Βοοειδών

        - Περίπτωση: Ποιότητα Γάλακτος και Βελτιστοποίηση Απόδοσης
        - Περίπτωση: Έξυπνη Φάρμα Κοτόπουλου
        - Περίπτωση: Έξυπνη Φάρμα Αγελάδων
    - Αλιεία και Ιχθυοκαλλιέργειες
        - Ποιότητα Νερού στις Υδατοκαλλιέργειες
        - Διατροφή στις Υδατοκαλλιέργειες
        - Παρακολούθηση της Υγείας των Ψαριών
        - Περίπτωση: Βάση Δεδομένων Αλιευτικών Ζωνών
        - Περίπτωση: Έξυπνη Αλιεία στην Ινδονησία
    - Δασοπονία
- Αστικό Περιβάλλον
    - Διαχείριση Νερού
        - Παρακολούθηση Νερού - Ποσότητα και Ποιότητα
        - Διαχείριση Αστικών Λυμάτων
            - Επεξεργασία Αστικών Λυμάτων
                - Περίπτωση: Επεξεργασία Λυμάτων στο Ηνωμένο Βασίλειο
        - Ύδρευση
            - Παρακολούθηση Αγωγών Ύδρευσης
                - Ανίχνευση και Επισκευή Διαρροών σε Αγωγούς Ύδρευσης
            - Εξοικονόμηση Νερού
            - Έξυπνη Μέτρηση και Χρέωση Νερού
                - Περίπτωση: Έξυπνη Μέτρηση Νερού στη Βαρκελώνη
                - Περίπτωση: Έξυπνη Μέτρηση Νερού στη Πόλη του Κλίβελαντ
            - Περίπτωση: Έξυπνο Δίκτυο Ύδρευσης της Σιγκαπούρης
        - Αφαλάτωση Νερού
            - Περίπτωση: Σύστημα Αφαλάτωσης Νερού στο Κουβέιτ
        - Περίπτωση: Χρήση και Διαχείριση Νερού στη Πόλη του Σάρεϊ, Καναδάς
        - Περίπτωση: Έξυπνη Διαχείριση Νερού στην Αυστραλία
        - Περίπτωση: Έξυπνη Αλυσίδα Ύδρευσης μέσω Εφαρμογής Κινητών Συσκευών
    - Διαχείριση Απορριμμάτων
        - Βελτιστοποίηση Δρομολόγησης Απορριμματοφόρων
        - Αστική Κομποστοποίηση
            - Περίπτωση: Έξυπνος Κάδος Κομποστοποίησης
        - Περίπτωση: Παρακολούθηση Κάδων Απορριμμάτων με Αισθητήρες στο Σαν Φρανσίσκο
        - Περίπτωση: Διαχείριση Αστικών Αποβλήτων στην Ινδονησία
        - Περίπτωση: Ευφυές Σύστημα Διαχείρισης Αποβλήτων
    - Αστική Κινητικότητα και Μεταφορές
        - Έξυπνη Στάθμευση
            - Περίπτωση: Έξυπνο Σύστημα Στάθμευσης στο Μπέρλινγκτον, Καναδάς
        - Έλεγχος και Διαχείριση Κυκλοφορίας
            - Μείωση Εκπομπών Ρύπων
            - Περίπτωση: Σύστημα Διαχείρισης Κυκλοφορίας στο Ντάλας, Τέξας
        - Έξυπνη Ηλεκτρική Κινητικότητα
            - Περίπτωση: Στόλος Ηλεκτρικών Λεωφορείων στη Σενζέν, Κίνα
            - Περίπτωση: Δίκτυο Φόρτισης Ηλεκτρικών Οχημάτων στην Ολλανδία
    - Ασφάλεια και Πολιτική Προστασία
    - Φυσικό Περιβάλλον της Πόλης
        - Παρακολούθηση Ποιότητας του Αέρα
            - Περίπτωση: Ποιότητα Αέρα στην Αμβέρσα
            - Περίπτωση: Παρακολούθηση της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης στο Μπενίν

        - Περίπτωση: CanSat - Παρακολούθηση Ποιότητας Αέρα
    - Πρόβλεψη Ποιότητας Αέρα
        - Περίπτωση: Πρόβλεψη Ποιότητας Αέρα στο Καμερούν
    - Παρακολούθηση Ηχορύπανσης
        - Χαρτογράφηση Θορύβου
  - Αστικά Δίκτυα, Υποδομές, Κοινή Ωφέλεια
    - Έξυπνος Φωτισμός
  - Πολεοδομία
  - Περίπτωση: Ινδονησία - Η Πλατφόρμα Γνωστικής Πόλης
  - Περίπτωση: Έξυπνη Πόλη Σιγκαπούρη
  - Περίπτωση: Έξυπνη Πόλη Βαρκελώνη
  - Περίπτωση: Έξυπνη Πόλη Άμστερνταμ
  - Περίπτωση: Έξυπνη Πόλη Κοπεγχάγη
  - Περίπτωση: Έξυπνη Πόλη Τόκιο
  - Περίπτωση: Έξυπνη Πόλη Ντουμπάι
  - Περίπτωση: Η Νέα Πρωτεύουσα της Αιγύπτου
- Βιομηχανία
  - Μεταποίηση - Βιομηχανική Παραγωγή
    - Έξυπνο Εργοστάσιο
      - Διαχείριση Πόρων στη Βιομηχανική Παραγωγή
      - Προβλεπτική Συντήρηση στη Μεταποίηση
      - Βελτιστοποίηση Ενέργειας στη Μεταποίηση
        - Περίπτωση: Διαχείριση Στεγνώματος Υφασμάτων
        - Περίπτωση: Παρακολούθηση Ενέργειας στην Ωρίμανση Τυριού
        - Περίπτωση: Διαχείριση Ενέργειας στον Βιομηχανικό Αερισμό
      - Παρακολούθηση Εξοπλισμού στη Μεταποίηση
      - Έλεγχος Ποιότητας στη Μεταποίηση
      - Παρακολούθηση και Βελτιστοποίηση Διαδικασιών στη Μεταποίηση
      - Ασφάλεια Προσωπικού στη Μεταποίηση
    - Διαχείριση Αποθεμάτων
    - Προσθετική Μεταποίηση
    - Ασφάλεια Εργαζομένων
  - Κλάδος Τροφίμων
    - Κλάδος Κρέατος και Πουλερικών
    - Κλάδος Θαλασσινών
    - Κλάδος Φρούτων και Λαχανικών
    - Κλάδος Ποτών
    - Κλάδος Γαλακτοκομικών
    - Έξυπνη Μεταποίηση Τροφίμων
    - Ποιοτικός Έλεγχος Τροφίμων
      - Περίπτωση: Ποιότητα γάλακτος
    - Κανονιστική Συμμόρφωση
    - Συστήματα Παρακολούθησης Τροφίμων
    - Συσκευασία Τροφίμων
    - Κλάδος Τροφίμων - Περίπτωση: Ζύμωση Τσαγιού
  - Κατασκευές
    - Κατασκευές με Τρισδιάστατη Εκτύπωση
    - Παρακολούθηση Δομικής Ακεραιότητας
    - Ασφάλεια στις Κατασκευές
  - Εξόρυξη και Λατομεία
    - Τοπογραφία Ορυχείων
    - Εκτίμηση Ορυκτών Πόρων

        - Προγραμματισμός και Βελτιστοποίηση Ορυχείων
            - Παρακολούθηση Γεωλογικών Δεδομένων
            - Ανάλυση Γεωχωρικών Δεδομένων
            - Παρακολούθηση Μετακίνησης Ορύγματος
        - Βραχομηχανική και Γεωτεχνική Μηχανική
            - Παρακολούθηση Αγκυρίων και Μέσων Υποστήριξης
            - Γεωτεχνική Παρακολούθηση
            - Σεισμική Παρακολούθηση
            - Παρακολούθηση Κραδασμών
            - Παρακολούθηση Γεωφυσικών Δεδομένων
            - Προγνωστική Ανάλυση Ορυχείων
        - Αερισμός Ορυχείου
            - Παρακολούθηση Ποιότητας Αέρα Ορυχείου και Κανονιστική Συμμόρφωση
            - Ενεργειακά Αποδοτικός Αερισμός Ορυχείου
        - Διαχείριση Στόλου Ορυχείων
            - Ιχνηλάτηση Εξοπλισμού Ορυχείου
            - Αυτοματοποιημένη Συντήρηση Ορυχείου
            - Βελτιστοποίηση Στόλου Ορυχείων
        - Διαχείριση Προσωπικού Ορυχείων
            - Ασφάλεια Προσωπικού Ορυχείου
        - Παρακολούθηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων των Ορυχείων
        - Ασφάλεια στα Ορυχεία
            - Αντιμετώπιση Έκτακτης Ανάγκης στην Εξόρυξη
        - Εξόρυξη και Λατομεία - Περίπτωση: BHP
        - Εξόρυξη και Λατομεία - Περίπτωση: Rio Tinto
        - Περίπτωση: Vale
- Δημόσια Ασφάλεια
    - Ασφάλεια και Επιτήρηση
    - Απόκριση σε Έκτακτες Ανάγκες
    - Επιτήρηση Οδικής Συμπεριφοράς
- Δομημένα Περιβάλλοντα
    - Έξυπνο Κτίριο
        - Έλεγχος Ποιότητας Εσωτερικού Αέρα
        - Παρακολούθηση Συνθηκών Ποιότητας Εσωτερικού Περιβάλλοντος
        - Έξυπνη Διαχείριση Ενέργειας σε Κτίρια
        - Βελτίωση Θερμικής Άνεσης
        - Συντήρηση Κτιρίων
        - Ανίχνευση Διαρροής Υγραερίου
    - Έξυπνο Σπίτι
        - Έξυπνο Υπνοδωμάτιο
        - Έξυπνη Κουζίνα
        - Έξυπνο Μπάνιο
    - Έξυπνες Εγκαταστάσεις-Συγκρότημα
    - Έξυπνο Γραφείο και Χώρος Εργασίας
- Εκπαίδευση
    - Εκπαιδευτικό Περιβάλλον
    - Αίθουσα Διδασκαλίας
    - Εκπαίδευση STEM
        - Εικονικά Εργαστήρια
        - Περίπτωση: Ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην εκπαίδευση STEAM στον κλάδο της Πληροφορικής

        - Περίπτωση: Εκπαίδευση STEM στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση του Βιετνάμ
        - Περίπτωση: Gul.AI - Σύστημα Καλλιέργειας Φυτών στις Φιλιππίνες
        - Περίπτωση: Εκπαιδευτικό Υλικό για μελέτη σημείου τήξης και βρασμού
    - Εκπαίδευση στη Βιώσιμη Ανάπτυξη
        - Περίπτωση: Έξυπνος Σχολικός Κήπος - Ενσωμάτωση IoT και Μεθοδολογίας Επίλυσης Προβλημάτων στην Εκπαίδευση
        - Περίπτωση: Παρέμβαση σε 25 σχολεία της Ευρώπης
        - Περίπτωση: Σύστημα περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης μέσω μάθησης με χρήση τεχνολογιών ΔτΠ
    - Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση
        - Εξ αποστάσεως Εργαστήρια
    - Περίπτωση: Εκπαίδευση στη Πρόβλεψη της Ποιότητας Αέρα Αστικού Περιβάλλοντος από Ανοικτά Δεδομένα
    - Περίπτωση: Καινοτομίες βασισμένες σε IoT σε Πανεπιστημιακές Οικολογικές Φάρμες
- Ενέργεια
    - Παραγωγή Ενέργειας
        - Παραγωγή Αργού Πετρελαίου
        - Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
    - Κατανάλωση και Εξοικονόμηση Ενέργειας
        - Περίπτωση: Βελτιστοποίηση Ενέργειας στην Ινδονησία
    - Δίκτυα Μεταφοράς και Διανομής
        - Έξυπνο Δίκτυο Ηλεκτροδότησης
            - Έξυπνη Μέτρηση Ηλεκτρικής Ενέργειας
            - Πρόβλεψη Φορτίου και Κατανάλωσης
            - Διαχείριση Διακοπών Ηλεκτροδότησης
            - Διαχείριση Προσφοράς-Ζήτησης
            - Ανίχνευση Ανωμαλιών
            - Πρόβλεψη Βλαβών
            - Περίπτωση: Ηλεκτρική Ενέργεια στη Τσατανούγκα, Τενεσί
        - Μικροδίκτυο Ηλεκτροδότησης
    - Αποθήκευση Ενέργειας
    - Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας
        - Περίπτωση: Ενεργειακός Διαχωρισμός με Χρήση Μοντέλου Ζήτησης
- Εφοδιαστική Αλυσίδα
    - Logistics
        - Συσκευασία
        - Μεταφορές
        - Αποθήκευση
        - Φόρτωση, Εκφόρτωση και Οριζόντια Μετακίνηση
        - Διανομή
        - Παράδοση
        - Διαχείριση Αποθεμάτων
        - Περίπτωση: Βελτίωση Αποτελεσματικότητας της Αποθήκης σε Πολυεθνική Εταιρία Αυτοκινήτων με αξιοποίηση του Διαδικτύου των Πραγμάτων
    - Κυκλική Οικονομία
        - Ανακύκλωση
        - Περιορισμός της Σπατάλης Τροφίμων
    - Εφοδιαστική Αλυσίδα Τροφίμων
        - Ψυχρή Εφοδιαστική Αλυσίδα
        - Ιχνηλασιμότητα και Ανάκληση Τροφίμων
        - Συνθήκες Αποθήκευσης Τροφίμων

        - Διανομή Τροφίμων
        - Ασφάλεια Τροφίμων
        - Εφοδιαστική Αλυσίδα Κρεάτων
    - Εμπόριο
        - Διαχείριση Αποθεμάτων στο Λιανικό Εμπόριο
        - Περίπτωση: Ταχυκίνητα καταναλωτικά αγαθά
- Μεταφορές
    - Οδικές Μεταφορές
        - Διαχείριση Κυκλοφορίας
            - Ευφυή Συστήματα Μεταφορών
            - Προτεραιότητα σε Οχήματα Έκτακτης Ανάγκης
            - Συστήματα Ανίχνευσης Πεζών
            - Περίπτωση: Έξυπνοι Αυτοκινητόδρομοι στο Ηνωμένο Βασίλειο
        - Οδικοί Ενεργειακοί Πόροι
        - Διαμοιραζόμενη Κινητικότητα
            - Περίπτωση: Βελτιστοποίηση Κατανάλωσης Ενέργειας και Παρακολούθηση Θέσης σε Διαμοιραζόμενα Ποδήλατα
        - Έξυπνη Κινητικότητα και Συνδεδεμένα Οχήματα
        - Αυτόνομα Οχήματα
        - Είσπραξη Αντιτίμου Διοδίων
        - Φωτισμός Δρόμων
        - Αντιμετώπιση Έκτακτης Ανάγκης στις Μεταφορές
        - Δυναμικές Πινακίδες Μεταβλητών Μηνυμάτων
    - Σιδηροδρομικές Μεταφορές
    - Εναέριες Μεταφορές
        - Έξυπνο Αεροδρόμιο
        - Εμπορευματικές Εναέριες Μεταφορές
        - Ανίχνευση και Απώθηση Πτηνών
        - Χειρισμός Αποσκευών
    - Πλωτές Μεταφορές
        - Έξυπνο Λιμάνι
            - Περίπτωση: Αποδοτική Λειτουργία στο Λιμάνι του Ρότερνταμ
        - Περίπτωση: Maersk - Προγνωστική Συντήρηση
        - Περίπτωση: Rolls-Royce - Ναυσιπλοΐα και Ασφάλεια
        - Περίπτωση: Carnival - Περιβαλλοντική Συμμόρφωση
- Περιβάλλον και Κλιματική Δράση
    - Παρακολούθηση του Περιβάλλοντος
        - Παρακολούθηση της Ποιότητας του Αέρα
        - Παρακολούθηση του Νερού και Αντιμετώπιση της Λειψυδρίας
            - Παρακολούθηση Υπόγειων Υδάτων
            - Παρακολούθηση Ποιότητας Νερού
            - Αντιμετώπιση της Λειψυδρίας
        - Παρακολούθηση Εξατμοδιαπνοής
        - Παρακολούθηση Υδροφορέων
        - Παρακολούθηση Στάθμης Χιονιού
        - Περίπτωση: Παρακολούθηση Περιβάλλοντος στην Ινδονησία
    - Κλιματική Αλλαγή
        - Παρακολούθηση Στάθμης Θάλασσας
        - Παρακολούθηση Ρυθμών Τήξης των Πάγων
    - Παρακολούθηση της Άγριας Ζωής και των Ειδών

        - Περίπτωση: Φορητή Συσκευή για τον Μετριασμό των Συγκρούσεων μεταξύ Ανθρώπου και Άγριας Ζωής
    - Διατήρηση της Βιοποικιλότητας
    - Πράσινη Μπλε Υποδομή
        - Περίπτωση: Σύστημα Διαχείρισης Ομβρίων Υδάτων με Αισθητήρες στο Σικάγο
    - Παρακολούθηση της Θάλασσας
        - Περιορισμός της Θαλάσσιας Ρύπανσης
    - Προστασία Οικοσυστημάτων
        - Παράκτια Οικοσυστήματα
    - Δασοκομία
        - Διαχείριση Δασικών Πυρκαγιών
- Περίθαλψη
    - Έξυπνο Νοσοκομείο
        - Διαχείριση Επικίνδυνων Αποβλήτων σε Νοσοκομεία
        - Εντοπισμός Ασθενών και Προσωπικού
        - Παρακολούθηση Εξοπλισμού
        - Έξυπνα Νοσοκομειακά Κρεβάτια
        - Διαχείριση Πόρων σε Έξυπνα Νοσοκομεία
        - Διαχείριση Ουράς Επειγόντων Περιστατικών
    - Τηλεϊατρική
        - Απομακρυσμένη Παρακολούθηση Ασθενούς
        - Τηλεχειρουργική
    - Περίθαλψη στο Σπίτι
    - Υποβοηθούμενη Διαβίωση
        - Υποβοηθούμενη Διαβίωση για Ηλικιωμένα Άτομα
        - Υποβοηθούμενη Διαβίωση για Άτομα με Αναπηρία
        - Υποβοηθούμενη Διαβίωση στην Άνοια
        - Υποβοηθούμενη Διαβίωση Περιβάλλοντος
        - Αναγνώριση Ανθρώπινης Δραστηριότητας
        - Ανίχνευση Πτώσης
        - Παρακολούθηση Διέγερσης
    - Έξυπνο Ασθενοφόρο
    - Προσωποποιημένη Υγειονομική Περίθαλψη
- Πρόληψη και Διαχείριση Καταστροφών
    - Διαχείριση Καταστροφών
    - Έρευνα και Διάσωση
    - Πρόγνωση Τσουνάμι
    - Διαχείριση Πλημμυρών
    - Παρακολούθηση Ηφαιστειακής Δραστηριότητας
    - Παρακολούθηση και Προειδοποίηση για Κατολισθήσεις
        - Περίπτωση: Παρακολούθηση Κατολισθήσεων στα Ιμαλάια
        - Περίπτωση: Πρωτοβουλίες Παρακολούθησης Κατολισθήσεων στην Ινδία
    - Έγκαιρη Προειδοποίηση για Σεισμό
    - Περίπτωση: Διαχείριση Καταστροφών στην Ινδονησία
- Ταξίδι και Τουρισμός
    - Φιλοξενία
        - Περίπτωση: Το ΔτΠ στη Βιομηχανία Φιλοξενίας της Κίνας
    - Έξυπνοι Προορισμοί
    - Περίπτωση: Οικοτουρισμός στο Ουζμπεκιστάν
- Τέχνες και Πολιτισμός
    - Μουσεία
    - Διαφύλαξη της Πολιτιστικής Κληρονομιάς

- Υγεία
  - Παρακολούθηση Υγείας
    - Παρακολούθηση Γλυκόζης Αίματος
    - Παρακολούθηση Ηλεκτροκαρδιογραφήματος
    - Παρακολούθηση Ηλεκτρομυογραφήματος
    - Παρακολούθηση Αρτηριακής Πίεσης
    - Παρακολούθηση Θερμοκρασίας Σώματος
    - Παρακολούθηση Κορεσμού Οξυγόνου στο Αίμα
    - Παρακολούθηση Άσθματος
    - Συστήματα Αποκατάστασης
    - Προγνωστική Υγειονομική Περίθαλψη και Έγκαιρη Διάγνωση
    - Παρακολούθηση της Υγείας του Προσωπικού Έκτακτης Ανάγκης
    - Συνεχής Παρακολούθηση Γλυκόζης
    - Έξυπνες Μάσκες
    - Ανίχνευση της Υπολειπόμενης Ανάπτυξης
    - Αντιμετώπιση Θερμικής Καταπόνησης
    - Φροντίδα για τον Καρκίνο
  - Παρέμβαση στην Υγεία
    - Χορήγηση Ινσουλίνης
    - Εμφυτεύσιμες Καρδιακές Συσκευές
  - Διαχείριση Φαρμακευτικής Αγωγής
    - Έξυπνο Κουτί Χαπιών
  - Παρακολούθηση Διατροφής
  - Παρακαλούθηση Δημόσιας Υγείας
  - Παρακολούθηση Χρόνιων Παθήσεων
  - Ευεξία και Φυσική Κατάσταση
    - Φυσική Άσκηση και Αθλητισμός
    - Παρακολούθηση Φυσικής Κατάστασης
  - Ψυχική Υγεία και Συναισθηματική Φροντίδα
  - Διαχείριση Αναπηρικών Αμαξιδίων
  - Εμπλοκή Ασθενών

Παράρτημα Δ: Αναλυτική Χαρτογράφηση Εφαρμογών σε Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης

	Στόχος Βιώσιμης Ανάπτυξης																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Σύνολο Τομέα: Αγροτικός Τομέας																	
Αγροτικός Τομέας																	
Γεωργία																	
Παρακολούθηση Περιβάλλοντος																	
Δειγματοληψία και Παρακολούθηση Εδάφους																	
Παρακολούθηση Υγρασίας Εδάφους																	
Γεωργία Ακριβείας																	
Εναέρια Γεωργία																	
Εναέρια Χαρτογράφηση																	
Εναέρια Σπορά																	
Εναέριος Ψεκασμός																	
Συστήματα Κάθετης Θερμοκηπιακής Καλλιέργειας																	
Διαχείριση Νερού και Άρδευση																	
Συγκομιδή Βροχής																	
Παρακολούθηση pH																	
Παρακολούθηση Θολότητας																	
Παρακολούθηση Επιπέδων Θρεπτικών Συστατικών																	
Λίπανση																	
Διαχείριση Ασθενειών Καλλιεργειών, Ζιζανίων και Παρασίτων																	
Ανίχνευση Ασθενειών, Παρασίτων και Ζιζανίων																	
Πρόληψη Ασθενειών																	
Ταξινόμηση Ασθενειών (γεωργία)																	
Παρακολούθηση και Πρόβλεψη Καλλιέργειας, Σοδειάς και Συγκομιδής																	

	Στόχος Βιώσιμης Ανάπτυξης																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Παρακολούθηση Αγροτεμαχίου																	
Παρακολούθηση Ποιότητας																	
Παρακολούθηση και Πρόγνωση Καιρού																	
Βιώσιμη Διαχείριση Γεωργίας																	
Διαχείριση Καλλιεργειών Θερμοκηπίων																	
Υδροπονία																	
Αεροπονία																	
Ενυδρειοπονία																	
Φαινοτυποποίηση Καλλιεργειών																	
Κτηνοτροφία																	
Διαχείριση Κτηνοτροφίας																	
Κτηνοτροφία Ακριβείας																	
Παρακολούθηση Βάρους και Βάδισης των Ζώων																	
Αλιεία και Ιχθυοκαλλιέργειες																	
Ποιότητα Νερού στις Υδατοκαλλιέργειες																	
Διατροφή στις Υδατοκαλλιέργειες																	
Παρακολούθηση της Υγείας των Ψαριών																	
Δασοπονία																	
Σύνολο Τομέα: Αστικό Περιβάλλον																	
Αστικό Περιβάλλον																	
Διαχείριση Νερού																	
Παρακολούθηση Νερού - Ποσότητα και Ποιότητα																	
Διαχείριση Αστικών Λυμάτων																	
Επεξεργασία Αστικών Λυμάτων																	
Υδρευση																	
Παρακολούθηση ΑγωγώνΥδρευσης																	
Ανίχνευση και Επισκευή Διαρροών σε ΑγωγούςΥδρευσης																	
Εξοικονόμηση Νερού																	

	Στόχος Βιώσιμης Ανάπτυξης																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Εξυπνη Μέτρηση και Χρέωση Νερού																	
Αφαλάτωση Νερού																	
Διαχείριση Απορριμμάτων																	
Βελτιστοποίηση Δρομολόγησης Απορριμματοφόρων																	
Αστική Κομποστοποίηση																	
Αστική Κινητικότητα και Μεταφορές																	
Εξυπνη Στάθμευση																	
Ελεγχος και Διαχείριση Κυκλοφορίας																	
Μείωση Εκπομπών Ρύπων																	
Εξυπνη Ηλεκτρική Κινητικότητα																	
Ασφάλεια και Πολιτική Προστασία																	
Φυσικό Περιβάλλον της Πόλης																	
Παρακολούθηση Ποιότητας του Αέρα																	
Πρόβλεψη Ποιότητας Αέρα																	
Παρακολούθηση Ηχορύπανσης																	
Χαρτογράφηση Θορύβου																	
Αστικά Δίκτυα, Υποδομές, Κοινή Ωφέλεια																	
Εξυπνος Φωτισμός																	
Πολεοδομία																	
Σύνολο Τομέα: Βιομηχανία																	
Βιομηχανία																	
Μεταποίηση - Βιομηχανική Παραγωγή																	
Εξυπνο Εργοστάσιο																	
Διαχείριση Πόρων στη Βιομηχανική Παραγωγή																	
Προβλεπτική Συντήρηση στη Μεταποίηση																	
Βελτιστοποίηση Ενέργειας στη Μεταποίηση																	
Παρακολούθηση Εξοπλισμού στη Μεταποίηση																	
Ελεγχος Ποιότητας στη Μεταποίηση																	

	Στόχος Βιώσιμης Ανάπτυξης																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Παρακολούθηση και Βελτιστοποίηση Διαδικασιών στη Μεταποίηση																	
Ασφάλεια Προσωπικού στη Μεταποίηση																	
Διαχείριση Αποθεμάτων																	
Προσθετική Μεταποίηση																	
Ασφάλεια Εργαζομένων																	
Κλάδος Τροφίμων																	
Κλάδος Κρέατος και Πουλερικών																	
Κλάδος Θαλασσινών																	
Κλάδος Φρούτων και Λαχανικών																	
Κλάδος Ποτών																	
Κλάδος Γαλακτοκομικών																	
Εξυπνη Μεταποίηση Τροφίμων																	
Ποιοτικός Έλεγχος Τροφίμων																	
Κανονιστική Συμμόρφωση																	
Συστήματα Παρακολούθησης Τροφίμων																	
Συσκευασία Τροφίμων																	
Κατασκευές																	
Κατασκευές με Τρισδιάστατη Εκτύπωση																	
Παρακολούθηση Δομικής Ακεραιότητας																	
Ασφάλεια στις Κατασκευές																	
Εξόρυξη και Λατομεία																	
Τοπογραφία Ορυχείων																	
Εκτίμηση Ορυκτών Πόρων																	
Προγραμματισμός και Βελτιστοποίηση Ορυχείων																	
Παρακολούθηση Γεωλογικών Δεδομένων																	
Ανάλυση Γεωχωρικών Δεδομένων																	
Παρακολούθηση Μετακίνησης Ορύγματος																	
Βραχομηχανική και Γεωτεχνική Μηχανική																	

	Στόχος Βιώσιμης Ανάπτυξης																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Παρακολούθηση Αγκυρίων και Μέσων Υποστήριξης																	
Γεωτεχνική Παρακολούθηση																	
Σεισμική Παρακολούθηση																	
Παρακολούθηση Κραδασμών																	
Παρακολούθηση Γεωφυσικών Δεδομένων																	
Προγνωστική Ανάλυση Ορυχείων																	
Αερισμός Ορυχείου																	
Παρακολούθηση Ποιότητας Αέρα Ορυχείου και Κανονιστική Συμμόρφωση																	
Ενεργειακά Αποδοτικός Αερισμός Ορυχείου																	
Διαχείριση Στόλου Ορυχείων																	
Ιχνηλάτηση Εξοπλισμού Ορυχείου																	
Αυτοματοποιημένη Συντήρηση Ορυχείου																	
Βελτιστοποίηση Στόλου Ορυχείων																	
Διαχείριση Προσωπικού Ορυχείων																	
Ασφάλεια Προσωπικού Ορυχείου																	
Παρακολούθηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων των Ορυχείων																	
Ασφάλεια στα Ορυχεία																	
Αντιμετώπιση Έκτακτης Ανάγκης στην Εξόρυξη																	
Σύνολο Τομέα: Δημόσια Ασφάλεια																	
Δημόσια Ασφάλεια																	
Ασφάλεια και Επιτήρηση																	
Απόκριση σε Έκτακτες Ανάγκες																	
Επιτήρηση Οδικής Συμπεριφοράς																	
Σύνολο Τομέα: Δομημένα Περιβάλλοντα																	
Δομημένα Περιβάλλοντα																	
Εξυπνο Κτίριο																	
Ελεγχος Ποιότητας Εσωτερικού Αέρα																	
Παρακολούθηση Συνθηκών Ποιότητας Εσωτερικού Περιβάλλοντος																	

	Στόχος Βιώσιμης Ανάπτυξης																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Εξυπνη Διαχείριση Ενέργειας σε Κτίρια																	
Βελτίωση Θερμικής Άνεσης																	
Συντήρηση Κτιρίων																	
Ανίχνευση Διαρροής Υγραερίου																	
Εξυπνο Σπίτι																	
Εξυπνο Υπνοδωμάτιο																	
Εξυπνη Κουζίνα																	
Εξυπνο Μπάνιο																	
Εξυπνες Εγκαταστάσεις-Συγκρότημα																	
Εξυπνο Γραφείο και Χώρος Εργασίας																	
Σύνολο Τομέα: Εκπαίδευση																	
Εκπαίδευση																	
Εκπαιδευτικό Περιβάλλον																	
Αίθουσα Διδασκαλίας																	
Εκπαίδευση STEM																	
Εικονικά Εργαστήρια																	
Εκπαίδευση στη Βιώσιμη Ανάπτυξη																	
Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση																	
Εξ αποστάσεως Εργαστήρια																	
Σύνολο Τομέα: Ενέργεια																	
Ενέργεια																	
Παραγωγή Ενέργειας																	
Παραγωγή Αργού Πετρελαίου																	
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας																	
Κατανάλωση και Εξοικονόμηση Ενέργειας																	
Δίκτυα Μεταφοράς και Διανομής																	
Εξυπνο Δίκτυο Ηλεκτροδότησης																	
Εξυπνη Μέτρηση Ηλεκτρικής Ενέργειας																	

	Στόχος Βιώσιμης Ανάπτυξης																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Πρόβλεψη Φορτίου και Κατανάλωσης																	
Διαχείριση Διακοπών Ηλεκτροδότησης																	
Διαχείριση Προσφοράς-Ζήτησης																	
Ανίχνευση Ανωμαλιών																	
Πρόβλεψη Βλαβών																	
Μικροδίκτυο Ηλεκτροδότησης																	
Αποθήκευση Ενέργειας																	
Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας																	
Σύνολο Τομέα: Εφοδιαστική Αλυσίδα																	
Εφοδιαστική Αλυσίδα																	
Logistics																	
Συσκευασία																	
Μεταφορές																	
Αποθήκευση																	
Φόρτωση, Εκφόρτωση και Οριζόντια Μετακίνηση																	
Διανομή																	
Παράδοση																	
Διαχείριση Αποθεμάτων																	
Κυκλική Οικονομία																	
Ανακύκλωση																	
Περιορισμός της Σπατάλης Τροφίμων																	
Εφοδιαστική Αλυσίδα Τροφίμων																	
Ψυχρή Εφοδιαστική Αλυσίδα																	
Ιχνηλασιμότητα και Ανάκληση Τροφίμων																	
Συνθήκες Αποθήκευσης Τροφίμων																	
Διανομή Τροφίμων																	
Ασφάλεια Τροφίμων																	
Εφοδιαστική Αλυσίδα Κρεάτων																	

	Στόχος Βιώσιμης Ανάπτυξης																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Εμπόριο																	
Διαχείριση Αποθεμάτων στο Λιανικό Εμπόριο																	
Σύνολο Τομέα: Μεταφορές																	
Μεταφορές																	
Οδικές Μεταφορές																	
Διαχείριση Κυκλοφορίας																	
Ευφυή Συστήματα Μεταφορών																	
Προτεραιότητα σε Οχήματα Έκτακτης Ανάγκης																	
Συστήματα Ανίχνευσης Πεζών																	
Οδικοί Ενεργειακοί Πόροι																	
Διαμοιραζόμενη Κινητικότητα																	
Εξυπνη Κινητικότητα και Συνδεδεμένα Οχήματα																	
Αυτόνομα Οχήματα																	
Είσπραξη Αντιτίμου Διοδίων																	
Φωτισμός Δρόμων																	
Αντιμετώπιση Έκτακτης Ανάγκης στις Μεταφορές																	
Δυναμικές Πινακίδες Μεταβλητών Μηνυμάτων																	
Σιδηροδρομικές Μεταφορές																	
Εναέριες Μεταφορές																	
Εξυπνο Αεροδρόμιο																	
Εμπορευματικές Εναέριες Μεταφορές																	
Ανίχνευση και Απώθηση Πτηνών																	
Χειρισμός Αποσκευών																	
Πλωτές Μεταφορές																	
Εξυπνο Λιμάνι																	
Σύνολο Τομέα: Περιβάλλον και Κλιματική Δράση																	
Περιβάλλον και Κλιματική Δράση																	
Παρακολούθηση του Περιβάλλοντος																	

	Στόχος Βιώσιμης Ανάπτυξης																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Παρακολούθηση της Ποιότητας του Αέρα																	
Παρακολούθηση του Νερού και Αντιμετώπιση της Λειψυδρίας																	
Παρακολούθηση Υπόγειων Υδάτων																	
Παρακολούθηση Ποιότητας Νερού																	
Αντιμετώπιση της Λειψυδρίας																	
Παρακολούθηση Εξατμοδιαπνοής																	
Παρακολούθηση Υδροφορέων																	
Παρακολούθηση Στάθμης Χιονιού																	
Κλιματική Αλλαγή																	
Παρακολούθηση Στάθμης Θάλασσας																	
Παρακολούθηση Ρυθμών Τήξης των Πάγων																	
Παρακολούθηση της Άγριας Ζωής και των Ειδών																	
Διατήρηση της Βιοποικιλότητας																	
Πράσινη Μπλε Υποδομή																	
Παρακολούθηση της Θάλασσας																	
Περιορισμός της Θαλάσσιας Ρύπανσης																	
Προστασία Οικοσυστημάτων																	
Παράκτια Οικοσυστήματα																	
Δασοκομία																	
Διαχείριση Δασικών Πυρκαγιών																	
Σύνολο Τομέα: Περίθαλψη																	
Περίθαλψη																	
Εξυπνο Νοσοκομείο																	
Διαχείριση Επικίνδυνων Αποβλήτων σε Νοσοκομεία																	
Εντοπισμός Ασθενών και Προσωπικού																	
Παρακολούθηση Εξοπλισμού																	
Εξυπνα Νοσοκομειακά Κρεβάτια																	
Διαχείριση Πόρων σε Έξυπνα Νοσοκομεία																	

	Στόχος Βιώσιμης Ανάπτυξης																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Διαχείριση Ουράς Επειγόντων Περιστατικών																	
Τηλεϊατρική																	
Απομακρυσμένη Παρακολούθηση Ασθενούς																	
Τηλεχειρουργική																	
Περίθαλψη στο Σπίτι																	
Υποβοηθούμενη Διαβίωση																	
Υποβοηθούμενη Διαβίωση για Ηλικιωμένα Άτομα																	
Υποβοηθούμενη Διαβίωση για Άτομα με Αναπηρία																	
Υποβοηθούμενη Διαβίωση στην Άνοια																	
Υποβοηθούμενη Διαβίωση Περιβάλλοντος																	
Αναγνώριση Ανθρώπινης Δραστηριότητας																	
Ανίχνευση Πτώσης																	
Παρακολούθηση Διέγερσης																	
Εξυπνο Ασθενοφόρο																	
Προσωποποιημένη Υγειονομική Περίθαλψη																	
Σύνολο Τομέα: Πρόληψη και Διαχείριση Καταστροφών																	
Πρόληψη και Διαχείριση Καταστροφών																	
Διαχείριση Καταστροφών																	
Ερευνα και Διάσωση																	
Πρόγνωση Τσουνάμι																	
Διαχείριση Πλημμυρών																	
Παρακολούθηση Ηφαιστειακής Δραστηριότητας																	
Παρακολούθηση και Προειδοποίηση για Κατολισθήσεις																	
Εγκαιρη Προειδοποίηση για Σεισμό																	
Σύνολο Τομέα: Ταξίδι και Τουρισμός																	
Ταξίδι και Τουρισμός																	
Φιλοξενία																	
Εξυπνοι Προορισμοί																	

	Στόχος Βιώσιμης Ανάπτυξης																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Σύνολο Τομέα: Τέχνες και Πολιτισμός																	
Τέχνες και Πολιτισμός																	
Μουσεία																	
Διαφύλαξη της Πολιτιστικής Κληρονομιάς																	
Σύνολο Τομέα: Υγεία																	
Υγεία																	
Παρακολούθηση Υγείας																	
Παρακολούθηση Γλυκόζης Αίματος																	
Παρακολούθηση Ηλεκτροκαρδιογραφήματος																	
Παρακολούθηση Ηλεκτρομυογραφήματος																	
Παρακολούθηση Αρτηριακής Πίεσης																	
Παρακολούθηση Θερμοκρασίας Σώματος																	
Παρακολούθηση Κορεσμού Οξυγόνου στο Αίμα																	
Παρακολούθηση Άσθματος																	
Συστήματα Αποκατάστασης																	
Προγνωστική Υγειονομική Περίθαλψη και Έγκαιρη Διάγνωση																	
Παρακολούθηση της Υγείας του Προσωπικού Έκτακτης Ανάγκης																	
Συνεχής Παρακολούθηση Γλυκόζης																	
Εξυπνες Μάσκες																	
Ανίχνευση της Υπολειπόμενης Ανάπτυξης																	
Αντιμετώπιση Θερμικής Καταπόνησης																	
Φροντίδα για τον Καρκίνο																	
Παρέμβαση στην Υγεία																	
Χορήγηση Ινσουλίνης																	
Εμφυτεύσιμες Καρδιακές Συσκευές																	
Διαχείριση Φαρμακευτικής Αγωγής																	
Εξυπνο Κουτί Χαπιών																	
Παρακολούθηση Διατροφής																	

	Στόχος Βιώσιμης Ανάπτυξης															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Παρακαλούθηση Δημόσιας Υγείας																	
Παρακολούθηση Χρόνιων Παθήσεων																	
Ευεξία και Φυσική Κατάσταση																	
Φυσική Άσκηση και Αθλητισμός																	
Παρακολούθηση Φυσικής Κατάστασης																	
Ψυχική Υγεία και Συναισθηματική Φροντίδα																	
Διαχείριση Αναπηρικών Αμαξιδίων																	
Εμπλοκή Ασθενών																	

Παράρτημα Ε.1: Εξαγωγή Δεδομένων - Ενότητα 1

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων στην Εκπαίδευση**	
Τομέας	Εκπαίδευση
Ενότητα	1
Κεφάλαιο	1.1
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής	
ενίσχυση της εκπαιδευτικής διαδικασίας μέσω της αναλυτικής επεξεργασίας των μαθησιακών δεδομένων	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
συνεχής συλλογή δεδομένων σχετικά με τους εμπλεκόμενους στην εκπαιδευτική διαδικασία με χρήση εκτεταμένου δικτύου ψηφιακών μέσων και φυσικών συσκευών	(Bakla, 2021) (Kurni και K. G., 2025)
δημιουργία ενός έξυπνου εκπαιδευτικού περιβάλλοντος, μετατρέποντας απλά αντικείμενα σε προηγμένες συσκευές, εξοπλισμένες με δυνατότητες υπολογισμού και επικοινωνίας	(Bakla, 2021)
αξιοποίηση δεδομένων από πολλαπλές πηγές, συμπεριλαμβανομένων Συστημάτων Διαχείρισης Μάθησης και εφαρμογών κοινωνικής δικτύωσης	(Bakla, 2021)
ανάλυση της δραστηριότητας και της συμπεριφοράς των μαθητών (επίπεδο προσοχής, συναισθηματική κατάσταση, συμμετοχή σε συζητήσεις, φυσικές αλληλεπιδράσεις, εμπλοκή σε εκπαιδευτικές δραστηριότητες και συμμετοχή σε συνεργατικές δραστηριότητες)	(Bakla, 2021) (Subhedar, Mahalle και Pawar, 2025) (Kostadimas, Kasapakis και Kotis, 2025) (Abubakar, Gillam και Sastry, 2026) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
αξιολόγηση μαθησιακών αποτελεσμάτων (βαθμοί, δείκτης εγκατάλειψης)	(Bakla, 2021) (Kostadimas, Kasapakis και Kotis, 2025) (Machkour και Abriane, 2024)
ανίχνευση δυνατών και αδύναμων σημείων, καθώς και των αντίστοιχων κενών και δυσκολιών των εκπαιδευομένων	(Bakla, 2021) (Subhedar, Mahalle και Pawar, 2025)
εντοπισμός δυσλειτουργιών στην εκπαιδευτική διαδικασία που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας και τη μάθηση	(Bakla, 2021)
διερεύνηση του αντίκτυπου περιβαλλοντικών παραγόντων στις επιδόσεις των φοιτητών	(Machkour και Abriane, 2024)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
φορετές συσκευές (έξυπνα ρολόγια, καταγραφείς φυσικής κατάστασης)	(Bakla, 2021) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)

φορητές συσκευές (έξυπνα τηλέφωνα, ταμπλέτες)	(Bakla, 2021) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
περιβαλλοντικοί αισθητήρες (θερμοκρασία, επίπεδα CO2)	(Bakla, 2021)
βιομετρικοί αισθητήρες (πληθυσμός, θερμοκρασία σώματος)	(Bakla, 2021)
τεχνολογίες ταυτοποίησης (RFID, αναγνώριση προσώπου)	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
κοινωνικά δίκτυα	(Bakla, 2021)
συστήματα διαχείρισης μάθησης	(Bakla, 2021)
μεγάλα δεδομένα	(Bakla, 2021)
υπολογιστική νέφους	(Bakla, 2021)
μηχανική μάθηση	(Bakla, 2021)
ανάλυση συναισθημάτων	(Bakla, 2021)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
ενδυνάμωση της διαμόρφωσης εκπαιδευτικής στρατηγικής βάσει δεδομένων	(Bakla, 2021)
υποστήριξη του διοικητικού έργου των εκπαιδευτικών φορέων	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025) (Kurni και K. G., 2025)
εξατομίκευση εκπαίδευσης με προσαρμογή του περιεχομένου, των εκπαιδευτικών διαδικασιών, του ρυθμού, της ανατροφοδότησης και των στόχων	(Bakla, 2021) (Rathi κ.ά., 2025) (Subhedar, Mahalle και Pawar, 2025) (Kostadimas, Kasapakis και Kotis, 2025) (Paliktzoglou και Vlachopoulou, 2024) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
αντικατάσταση της παραδοσιακής προσέγγισης ενιαίας διδασκαλίας με μία προσαρμοστική διαδικασία μάθησης	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
έγκαιρη παροχή πρακτικά αξιοποιήσιμων πληροφοριών στο εκπαιδευτικό προσωπικό που επιτρέπει την άμεση παρέμβαση	(Bakla, 2021)
δημιουργία συμπεριληπτικού εκπαιδευτικού περιβάλλοντος που ανταποκρίνεται δυναμικά στη συναισθηματική και γνωστική κατάσταση των εκπαιδευόμενων	(Machkour και Abriane, 2024)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	2
Όνομα Εφαρμογής	
βελτίωση της προσβασιμότητας και της συμπερίληψης	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
παροχή καινοτόμων εκπαιδευτικών λύσεων που βοηθούν μαθητές με αισθητηριακές, γνωστικές ή κινητικές αναπηρίες να έχουν ισότιμη πρόσβαση στη μάθηση	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
προσαρμογή εκπαιδευτικού υλικού στις ανάγκες και ικανότητες του εκπαιδευόμενου	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
παρακολούθηση της υγείας των εκπαιδευόμενων	(Terzieva, Ilchev και Todorova, 2022)
διάθεση ενός πακέτου βοηθητικών τεχνολογικών μέσων που υποστηρίζουν την αυτονομία και την καθημερινή λειτουργική ικανότητα των μαθητών με κινητικές και αισθητηριακές αναπηρίες	(Wambua, 2023)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	

αισθητήρες παραμέτρων υγείας	(Terzieva, Ilchev και Todorova, 2022)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
συσκευές μετατροπής ομιλίας σε κείμενο και αντίστροφα	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025) (Zeeshan, Hämäläinen και Neittaanmäki, 2022)
συστήματα υποτιτλισμού και μεταγραφής	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
απτικές συσκευές	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
τεχνητή νοημοσύνη	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
βελτίωση της ικανότητας και των ευκαιριών μάθησης ατόμων με αναπηρίες	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
παροχή βοήθειας σε μαθητές με δυσλεξία ώστε να διαβάζουν και να γράφουν πιο αποτελεσματικά (συσκευές μετατροπής ομιλίας σε κείμενο και αντίστροφα)	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
παροχή βοήθειας σε μαθητές με προβλήματα ακοής ώστε να καταλαβαίνουν καλύτερα τα μαθήματα (συστήματα υποτιτλισμού και μεταγραφής)	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025) (Wambua, 2023)
παροχή βοήθειας σε μαθητές με προβλήματα όρασης ώστε να αντιλαμβάνονται σωστότερα αφηρημένες έννοιες (συστήματα απτικής ανάδρασης)	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
ειδοποίηση του εκπαιδευτικού προσωπικού κατά την εμφάνιση περιστατικών που χρήζουν εξατομικευμένης προσοχής και παρέμβασης	(Terzieva, Ilchev και Todorova, 2022)
δυνατότητα επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης σε εκπαιδευόμενους με δυσκολίες στην ακοή και ομιλία	(Zeeshan, Hämäläinen και Neittaanmäki, 2022)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	3
Όνομα Εφαρμογής	
διάθεση ανοιχτών δεδομένων στην εκπαιδευτική διαδικασία	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
συλλογή δεδομένων από αισθητήρες	(Moreira, Vairinhos και Ramos, 2024)
διαμοιρασμός των δεδομένων με την εκπαιδευτική διαδικασία	(Moreira, Vairinhos και Ramos, 2024)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες	(Moreira, Vairinhos και Ramos, 2024)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
πρόσβαση σε δεδομένα του ΔτΠ χωρίς το οικονομικό κόστος και τις τεχνικές δυσκολίες ανάπτυξης της αντίστοιχης τεχνολογικής υποδομής	(Moreira, Vairinhos και Ramos, 2024)
πρόσβαση σε αξιόπιστα δεδομένα	(Moreira, Vairinhos και Ramos, 2024)
Επιπλέον Δεδομένα (προαιρετικά, μόνο για ευρύτερους τομείς/πεδία)	
Προβλήματα και Προκλήσεις του Τομέα	
Υπάρχει μια αυξανόμενη ανισότητα μεταξύ αναπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών σε επίπεδο πόρων, γεγονός που εμποδίζει	(Zeeshan, Hämäläinen και Neittaanmäki, 2022)

την ισότιμη παροχή ποιοτικής εκπαίδευσης σε όλες τις κοινωνικές ομάδες.	
Η παραδοσιακή εκπαίδευση δυσκολεύεται να ανταπεξέδλθει στο σύγχρονο περιβάλλον επειδή οι παραδοσιακές δομές θεωρούνται ανεπαρκείς για την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης, ενώ το αυξανόμενο ψηφιακό χάσμα εμποδίζει την ισόποση παροχή ποιοτικών γνώσεων σε μια εποχή ταχείας τεχνολογικής εξέλιξης.	(Zeeshan, Hämäläinen και Neittaanmäki, 2022)
Το παραδοσιακό εκπαιδευτικό σύστημα λειτουργούσε βάσει ενός καθολικού μοντέλου διδασκαλίας. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων φέρνει επανάσταση, επιτρέποντας την προσαρμοστική μάθηση. Μέσω της παρακολούθησης της προόδου των μαθητών, οι εκπαιδευτικοί μπορούν πλέον να προσαρμόζουν τη διδασκαλία τους εξατομικευμένα.	(Kurni και K. G., 2025)
Απαιτήσεις του Τομέα από το ΔτΠ και Γενικότερα από Τεχνολογικές Εφαρμογές	
Η εκπαίδευση πρέπει να εξελίσσεται με τον ρυθμό των τεχνολογικών εξελίξεων για να παραμείνει σύγχρονη και αποτελεσματική.	(Zeeshan, Hämäläinen και Neittaanmäki, 2022)
Η εκπαίδευση χρειάζεται να μετασχηματιστεί μέσω καινοτόμων τεχνολογιών όπως το ΔτΠ για να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της 4ης Βιομηχανικής Επανάστασης, εξασφαλίζοντας μια βιώσιμη και δίκαιη κατάρτιση εξειδικευμένου εργατικού δυναμικού υψηλού επιπέδου.	(Zeeshan, Hämäläinen και Neittaanmäki, 2022)
Προκλήσεις στην Ενσωμάτωση του ΔτΠ	
Οι φοιτητές δεν έχουν ομοιόμορφη πρόσβαση στη τεχνολογία. Για να επιτευχθεί η μέγιστη αξιοποίηση του ΔτΠ στην εκπαίδευση απαιτείται η χρήση ποικιλίας τεχνολογικών μέσων εντός και εκτός του εκπαιδευτικού ιδρύματος. Για να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα πρέπει ο εκπαιδευτικός φόρεας ή αρμόδια αρχή να αναλάβει τη προμήθεια των συσκευών, εγχείρημα το οποίο κρίνεται εξαιρετικά δαπανηρό, ιδιαιτέρως αν στα κόστη ληφθούν υπόψη η εγκατάσταση και η συντήρησή τους.	(Rakić, 2023)
Για να αποδόσουν τα εκπαιδευτικά εργαλεία που βασίζονται στο IoT είναι απολύτως απαραίτητη η καθολική πρόσβαση σε ψηφιακή υποδομή.	(Abubakar, Gillam και Sastry, 2026) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
Η συστηματική εισαγωγή του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην εκπαίδευση επιφέρει σημαντικό μετασχηματισμό στη λειτουργία του εκπαιδευτικού συστήματος, γεγονός που αυξάνει τη πολυπλοκότητα για τα εμπλεκόμενα μέρη, εφόσον αυτά είναι συνηθισμένα σε παραδοσιακές μεθόδους.	(Rakić, 2023)
Η διακίνηση προσωπικών δεδομένων των μαθητών εντός του οικοσυστήματος του ΔτΠ εγκυμονεί κινδύνους για την ασφάλειά τους, όπως μη εξουσιοδοτημένη χρήση τους από κυβερνοεγκληματίες ή απώλεια δεδομένων ζωτικής σημασίας.	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025) (Alhazmi κ.ά., 2023)
Το αρχικό κόστος επένδυσης αποτελεί σημαντικό ανασταλτικό παράγοντα. Σε αυτό περιλαμβάνονται στοιβαρές διαδικτυακές υποδομές, υλικό και λογισμικό, απασχόληση εξειδικευμένων επιστημόνων και τεχνικών, καθώς και εκπαίδευση του προσωπικού.	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025) (Alhazmi κ.ά., 2023)
Η πολυπλοκότητα των συστημάτων, οι ψηφιακές ανισότητες λόγω οικονομικής κατάστασης, οι αρνητικές αντιδράσεις στη παρακολούθηση από μαθητές και η διστακτικότητα των εμπλεκομένων μερών οδηγεί σε χαμηλό βαθμό αποδοχής του ΔτΠ.	(Alhazmi κ.ά., 2023)
Η έλλειψη διαδικτυακών υποδομών και ενεργειακών πόρων αποτελεί σημαντική πρόκληση για την ενσωμάτωση του ΔτΠ στην εκπαίδευση σε αναπτυσσόμενες χώρες.	(Alhazmi κ.ά., 2023)

Μελλοντικές Εξελίξεις/Κατευθύνσεις	
Η εξάπλωση των δικτύων 5G υπόσχεται σημαντική αναβάθμιση της συνδεσιμότητας, εξασφαλίζοντας υψηλές ταχύτητες απόκριση και διευρύνοντας τις δυνατότητες αξιοποίησης προηγμένων τεχνολογιών. Συγκεκριμένα, θα ενισχύσει εφαρμογές όπως τα εικονικά εργαστήρια, την επαυξημένη πραγματικότητα και τη διαδικτυακή συνεργασία σε πραγματικό χρόνο. Επιπλέον, θα διευκολύνει σημαντικά τη διασύνδεση εκπαιδευτικών ιδρυμάτων σε περιοχές που εξυπηρετούνται κυρίως από ξεπερασμένες υποδομές καλωδίων χαλκού.	(Kurni και K. G., 2025)
Η διαρκώς κλιμακούμενη τάση μεταφοράς υπολογιστικών λειτουργιών στα άκρα του δικτύου αναμένεται να απελευθερώσει την υποδομή από την αποκλειστική εξάρτηση από τα κεντρικά συστήματα υπολογιστικής νέφους, βελτιώνοντας σημαντικά την απόκριση σε εφαρμογές πραγματικού χρόνου. Επιπλέον, η τοπική επεξεργασία των δεδομένων θα ενισχύσει την ασφάλεια και την ιδιωτικότητα, μειώνοντας δραστικά τους κινδύνους διαρροής ή μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης που συνδέονται με τη μετάδοση ευαίσθητων πληροφοριών στο διαδίκτυο.	(Kurni και K. G., 2025)
Η υπερβολική εξάρτηση από τα ψηφιακά συστήματα είναι δυνατόν να αποξενώσει φοιτητές και εκπαιδευτικούς. Η εκπαίδευση δεν αφορά απλώς τη μετάδοση πληροφοριών αλλά και την κοινωνικοποίηση και την διαπροσωπική ανταλλαγή δεξιοτήτων. Για αυτό τον λόγο, τα εκπαιδευτικά ιδρύματα πρέπει να επιτύχουν μια ισορροπία ώστε τα ψηφιακά εργαλεία να εμπλουτίσουν και να υποστηρίξουν την εκπαίδευση χωρίς να υποκαταστήσουν την ανθρώπινη αλληλεπίδραση.	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
Για την αποτελεσματική ενσωμάτωση του ΔτΠ στην εκπαιδευτική διαδικασία, είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη τεχνολογικοί και κανονιστικοί παράγοντες που σχετίζονται με την προστασία των προσωπικών δεδομένων και της ιδιωτικότητας των μαθητών.	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Εκπαιδευτικό Περιβάλλον**	
Τομέας	Εκπαίδευση
Ενότητα	1
Κεφάλαιο	1.2
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής	
ισχυροποίηση της ασφάλειας	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
εντοπισμός ύποπτης παρουσίας ατόμων	(Rakić, 2023)
αυτοματοποιημένος έλεγχος πρόσβασης	(Rakić, 2023) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
ανίχνευση φωτιάς, διαρροής αερίων και σεισμικών δονήσεων	(Paliktzoglou και Vlachopoulou, 2024) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
ανίχνευση συμβάντων συμπλοκής στο εκπαιδευτικό περιβάλλον	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
αναγνώριση της θέσης των φοιτητών/-τριών εντός της εκπαιδευτικής μονάδας και έλεγχος συσχέτισης με τους χώρους που αντιστοιχούν στα ακαδημαϊκά τους προγράμματα	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)

άνοιγμα εξόδων κινδύνου, καθοδήγηση εκκένωσης και συντονισμένη διαχείριση απόκρισης σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025) (Kurni και K. G., 2025)
χειρισμός συστημάτων συναγερμού και ειδοποίησης	(Kurni και K. G., 2025)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
κάμερες	(Rakić, 2023) (Rathi κ.ά., 2025) (Zeeshan, Hämäläinen και Neittaanmäki, 2022)
κλειδαριές	(Rakić, 2023) (Rathi κ.ά., 2025).002
ετικέτες RFID	(Rakić, 2023)
αισθητήρες καπνού	(Paliktzoglou και Vlachopoulou, 2024) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
σαρωτές δακτυλικού αποτυπώματος	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
οπτική ανίχνευση προσώπου	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025) (Zeeshan, Hämäläinen και Neittaanmäki, 2022)
αισθητήρες ήχου	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
αισθητήρες διαρροής αεριών	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
αισθητήρες δόνησης	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
αισθητήρες κίνησης	(Terzieva, Ilchev και Todorova, 2022)
εντοπισμός μέσω Bluetooth LE	(Zeeshan, Hämäläinen και Neittaanmäki, 2022)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
γεωγραφικός εντοπισμός	(Paliktzoglou και Vlachopoulou, 2024)
συστήματα παρακολούθησης ασφάλειας	(Machkour και Abriane, 2024) (Zeeshan, Hämäläinen και Neittaanmäki, 2022)
συστήματα συναγερμού	(Machkour και Abriane, 2024) (Kurni και K. G., 2025)
τεχνητή νοημοσύνη	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
μη επανδρωμένα αεροσκάφη	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
ασύρματες επικοινωνίες	(Zeeshan, Hämäläinen και Neittaanmäki, 2022)
υπολογιστική νέφους	(Zeeshan, Hämäläinen και Neittaanmäki, 2022)
κλειστά κυκλώματα τηλεόρασης	(Zeeshan, Hämäläinen και Neittaanmäki, 2022)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
αίσθηση ασφάλειας των φοιτητών/-τριών, εκπαιδευτικών και του υπόλοιπου προσωπικού	(Rakić, 2023) (Rathi κ.ά., 2025)
αποτελεσματική διαχείριση έκτακτης ανάγκης	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)

έγκαιρος εντοπισμός και περιορισμός περιστατικών εκδήλωσης βίαιης συμπεριφοράς	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
ασφαλέστερη εκκένωση και διαχείριση περιστατικών έκτακτης ανάγκης	(Kurni και K. G., 2025)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	2
Όνομα Εφαρμογής	
διαχείριση του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος και εξοικονόμηση πόρων	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
συλλογή δεδομένων από συστήματα κλιματισμού, θέρμανσης, νερού, φωτισμού	(Rakić, 2023) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025) (Kurni και K. G., 2025)
ανάλυση δεδομένων για την πρόβλεψη των αναγκών και τη βελτιστοποίηση της χρήσης πόρων με αξιοποίηση μοτίβων παρουσίας και ωραρίων	(Rakić, 2023) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
προσαρμογή του φωτισμού με βάση τις καιρικές συνθήκες, την ύπαρξη φυσικού φωτός, την ώρα και την ανθρώπινη παρουσία	(Rakić, 2023) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025) (Terzieva, Ilchev και Todorova, 2022)
παρακολούθηση και προσαρμογή των παραμέτρων του περιβάλλοντος στις αίθουσες διδασκαλίας, εργαστήρια, βιβλιοθήκες και αθλητικές εγκαταστάσεις	(Rathi κ.ά., 2025) (Paliktzoglou και Vlachopoulou, 2024)
χειρισμός συσκευών θέρμανσης, κλιματισμού και εξαερισμού, φωτισμού	(Machkour και Abriane, 2024) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
αντιμετώπιση του θορύβου περιβάλλοντος	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
ανίχνευση της παρουσίας ατόμων για κάθε χώρο ξεχωριστά και προσαρμογή των συνθηκών με βάση τις πραγματικές ανάγκες	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
ανίχνευση διαρροής νερού	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
διακοπή παροχής νερού και εντοπισμός του σημείου αστοχίας σε περίπτωση διαρροής νερού	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
συνδεδεμένες συσκευές (φωτιστικά, κλιματιστικά συστήματα, συστήματα εξαερισμού)	(Rakić, 2023) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025) (Shehu Yalli, Hilmi Hasan και Abubakar Badawi, 2024)
ενεργοποιητές	(Machkour και Abriane, 2024) (Shehu Yalli, Hilmi Hasan και Abubakar Badawi, 2024)
αισθητήρες ποιότητας αέρα	(Rathi κ.ά., 2025) (Shehu Yalli, Hilmi Hasan και Abubakar Badawi, 2024)
αισθητήρες θερμοκρασίας	(Rathi κ.ά., 2025) (Shehu Yalli, Hilmi Hasan και Abubakar Badawi, 2024)
αισθητήρες σχετικής υγρασίας	(Rathi κ.ά., 2025) (Shehu Yalli, Hilmi Hasan και Abubakar Badawi, 2024)

αισθητήρες φωτός	(Rathi κ.ά., 2025) (Shehu Yalli, Hilmi Hasan και Abubakar Badawi, 2024)
αισθητήρες ήχου	(Rakić, 2023)
αισθητήρες παρουσίας ατόμων	(Machkour και Abriane, 2024)
αισθητήρες διαρροής νερού	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
τεχνητή νοημοσύνη	(Rakić, 2023) (Shehu Yalli, Hilmi Hasan και Abubakar Badawi, 2024)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
διαχείριση πόρων με όρους βιωσιμότητας	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
μείωση λειτουργικών εξόδων	(Rakić, 2023)
εξοικονόμηση ενέργειας	(Rakić, 2023)
εξοικονόμηση νερού	(Rakić, 2023)
περιορισμός του ανθρακικού αποτυπώματος	(Zeeshan, Hämäläinen και Neittaanmäki, 2022)
διαμόρφωση άνετων και ασφαλών συνθηκών στο μαθησιακό περιβάλλον	(Rathi κ.ά., 2025) (Subhedar, Mahalle και Pawar, 2025) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025) (Terzieva, Ilchev και Todorova, 2022)
ενίσχυση της συμμετοχής και της ικανοποίησης των φοιτητών	(Machkour και Abriane, 2024)
αύξηση της προσοχής και βελτίωση της συγκέντρωσης και της εστίασης των φοιτητών	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
μεταμόρφωση των εκπαιδευτικών χώρων από στατικά περιβάλλοντα σε εξαιρετικά ευέλικτα οικοσυστήματα, καθοδηγούμενα από δεδομένα, ικανά να εξελίσσονται σύμφωνα με τις ανάγκες των εκπαιδευομένων, τις θεσμικές προτεραιότητες και τα αναδυόμενα ακαδημαϊκά πρότυπα	(Machkour και Abriane, 2024)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	3
Όνομα Εφαρμογής	
διαχείριση χώρων στάθμευσης	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
διαχείριση πρόσβασης	(Rakić, 2023)
εντοπισμός θέσης στάθμευσης οχήματος	(Rakić, 2023)
αναγνώριση αριθμών κυκλοφορίας	(Rakić, 2023)
ταυτοποίηση προσωπικού	(Rakić, 2023)
υπόδειξη της βέλτιστης θέσης στάθμευσης στους οδηγούς	(Rakić, 2023)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
ετικέτες RFID	(Rakić, 2023)
κάμερες	(Rakić, 2023)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
οπτική αναγνώριση	(Rakić, 2023)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
αποτελεσματική αξιοποίηση της διαθέσιμης χωρητικότητας	(Rakić, 2023)
βελτιστοποίηση της λειτουργίας των χώρων στάθμευσης	(Rakić, 2023)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	4

Όνομα Εφαρμογής	
επίβλεψη της κίνησης των μαθητών προς και από το σχολείο	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο της θέσης σχολικών λεωφορείων με χρήση συσκευών GPS	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
διάθεση των πληροφοριών στο προσωπικό του σχολείου και στους γονείς των μαθητών/-τριών	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025) (Zeeshan, Hämäläinen και Neittaanmäki, 2022)
υπολογισμός βέλτιστων διαδρομών	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
προγραμματισμός δρομολογίων	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
πρόβλεψη χρόνων άφιξης	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες αλκοόλ	(Zeeshan, Hämäläinen και Neittaanmäki, 2022)
κουμπιά πανικού	(Zeeshan, Hämäläinen και Neittaanmäki, 2022)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
δορυφορικά συστήματα εντοπισμού θέσης	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
μικροελεγκτές	(Zeeshan, Hämäläinen και Neittaanmäki, 2022)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
ασφαλέστερη μεταφορά των μαθητών/-τριών	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
περιορισμός των καθυστερήσεων άφιξης	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Αίθουσα Διδασκαλίας**	
Τομέας	Εκπαίδευση
Ενότητα	1
Κεφάλαιο	1.3
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής	
υποστήριξη της διδακτικής και μαθησιακής διαδικασίας	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
παρακολούθηση του ενδιαφέροντος, της συγκέντρωσης και των αντιδράσεων των μαθητών/-τριών με χρήση οπτικής αναγνώρισης	(Rakić, 2023) (Paliktzoglou και Vlachopoulou, 2024) (Subhedar, Mahalle και Pawar, 2025) (Shehu Yalli, Hilmi Hasan και Abubakar Badawi, 2024)
παροχή ανατροφοδότησης στον/στην εκπαιδευτικό σχετικά με τις συνήθειες και τις προτιμήσεις των μαθητών/-τριών (διδακτικές μέθοδοι, εκπαιδευτικά αντικείμενα)	(Rakić, 2023) (Rathi κ.ά., 2025) (Subhedar, Mahalle και Pawar, 2025)

εισαγωγή νέων μορφών μάθησης με χρήση εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας	(Kostadimas, Kasapakis και Kotis, 2025)
ενσωμάτωση προηγμένων και διαδραστικών τεχνολογικών μέσων στην εκπαιδευτική διαδικασία	(Rakić, 2023) (Subhedar, Mahalle και Pawar, 2025) (Kostadimas, Kasapakis και Kotis, 2025) (Paliktzoglou και Vlachopoulou, 2024)
σύνδεση ψηφιακών συσκευών, όπως υπολογιστές, ταμπλέτες, διαδραστικοί πίνακες, έξυπνοι αισθητήρες και φορητές συσκευές, σε ένα ενιαίο δίκτυο, για την ανάπτυξη ενός οικοσυστήματος μάθησης βασισμένο σε δεδομένα	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
δημιουργία εικονικών περιβαλλόντων μάθησης, στα οποία ο εκπαιδευόμενος μπορεί να αλληλεπιδρά με ψηφιακά αντικείμενα	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
παρακολούθηση και διόρθωση της έντασης της φωνής	(Rakić, 2023)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
κινητές συσκευές	(Rakić, 2023)
φορητές συσκευές	(Rakić, 2023) (Terzieva, Ilchev και Todorova, 2022)
φορετές συσκευές	(Rakić, 2023) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025) (Terzieva, Ilchev και Todorova, 2022)
ετικέτες RFID	(Rakić, 2023) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025) (Terzieva, Ilchev και Todorova, 2022) (Shehu Yalli, Hilmi Hasan και Abubakar Badawi, 2024)
επικοινωνία NFC	(Rakić, 2023)
ετικέτες QR	(Rakić, 2023)
κάμερες	(Paliktzoglou και Vlachopoulou, 2024) (Terzieva, Ilchev και Todorova, 2022)
αισθητήρες ήχου	(Rakić, 2023)
ενεργοποιητές	(Terzieva, Ilchev και Todorova, 2022)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
διαδραστικοί πίνακες	(Rakić, 2023) (Rathi κ.ά., 2025) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025) (Shehu Yalli, Hilmi Hasan και Abubakar Badawi, 2024) (Kurni και K. G., 2025)
έξυπνοι προβολείς	(Rathi κ.ά., 2025) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
ψηφιακά εκπαιδευτικά εγχειρίδια	(Rathi κ.ά., 2025)
εικονική πραγματικότητα	(Rakić, 2023) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
επαυξημένη πραγματικότητα	(Rakić, 2023) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
τεχνητή νοημοσύνη	(Kostadimas, Kasapakis και Kotis, 2025)
νευρωνικά δίκτυα	(Terzieva, Ilchev και Todorova, 2022)

οπτική αναγνώριση	(Paliktzoglou και Vlachopoulou, 2024) (Terzieva, Ilchev και Todorova, 2022)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
βελτίωση της προσέγγισης που υιοθετεί ο/η εκπαιδευτικός για τον έλεγχο και τη διεκπεραίωση των δραστηριοτήτων στην αίθουσα διδασκαλίας	(Rakić, 2023)
διέγερση του εκπαιδευτικού ενδιαφέροντος με χρήση επαυξημένης και εικονικής πραγματικότητας	(Rakić, 2023) (Kostadimas, Kasapakis και Kotis, 2025) (Abubakar, Gillam και Sastry, 2026) (Shehu Yalli, Hilmi Hasan και Abubakar Badawi, 2024)
ανάπτυξη της κριτικής σκέψης και δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων μέσω της χρήσης διαδραστικών μεθόδων μάθησης	(Paliktzoglou και Vlachopoulou, 2024) (Subhedar, Mahalle και Pawar, 2025)
δημιουργία εκπαιδευτικού περιβάλλοντος όπου ο/η μαθητής/-θήτρια συμμετέχει ενεργητικά σε έργα και σε δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων, αποκτώντας βιωματικές εμπειρίες έναντι της παθητικής κατανάλωσης πληροφοριών	(Paliktzoglou και Vlachopoulou, 2024) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025) (Kurni και K. G., 2025)
βαθύτερη κατανόηση σύνθετων εννοιών και γεφύρωμα του χάσματος μεταξύ της θεωρητικής γνώσης και της πρακτικής εφαρμογής μέσω της χρήσης εμβυθιστικών μεθόδων μάθησης	(Kostadimas, Kasapakis και Kotis, 2025)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	2
Όνομα Εφαρμογής	
αυτοματοποίηση της τήρησης παρουσιολογίου	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
αναγνώριση παρουσίας ατόμων με χρήση οπτικής αναγνώρισης προσώπου, ετικετών RFID, επικοινωνίας NFC ή κώδικα QR	(Paliktzoglou και Vlachopoulou, 2024) (Rakić, 2023) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025) (Terzieva, Ilchev και Todorova, 2022)
γρήγορη ενημέρωση καθηγητών και γονέων ή κηδεμόνων, σε περίπτωση απουσίας	(Terzieva, Ilchev και Todorova, 2022) (Subhedar, Mahalle και Pawar, 2025) (Zeeshan, Hämäläinen και Neittaanmäki, 2022)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
ετικέτες RFID	(Rakić, 2023) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025) (Terzieva, Ilchev και Todorova, 2022)
επικοινωνία NFC	(Rakić, 2023)
ετικέτες QR	(Rakić, 2023)
κάμερες	(Paliktzoglou και Vlachopoulou, 2024) (Terzieva, Ilchev και Todorova, 2022)
σαρωτές δακτυλικού αποτυπώματος	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
οπτική αναγνώριση προσώπου	(Subhedar, Mahalle και Pawar, 2025)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	

εξοικονόμηση χρόνου προς όφελος του εκπαιδευτικού έργου	(Rakić, 2023) (Subhedar, Mahalle και Pawar, 2025) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
απαλλαγή του εκπαιδευτικού από διαχειριστικές εργασίες	(Rakić, 2023) (Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)
καταπολέμηση περιστατικών απάτης	(Prasetya, Rofiudin και Herwanto, 2025)

Παράρτημα Ε.2: Εξαγωγή Δεδομένων - Ενότητα 2

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Εκπαίδευση STEM**	
Τομέας	Εκπαίδευση
Ενότητα	2
Κεφάλαιο	2.1
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	
Όνομα Εφαρμογής	
αναβάθμιση της τεχνολογικής στάθμης του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος STEM	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
ενσωμάτωση αισθητήρων, ενεργοποιητών και λειτουργιών δικτύωσης και επικοινωνίας σε φυσικά αντικείμενα	(Zhang, 2025)
συλλογή πειραματικών δεδομένων και περιβαλλοντικών παραμέτρων σε πραγματικό χρόνο	(Zhang, 2025) (Terzieva, Ilchev και Todorova, 2022)
ανάλυση, διαμοιρασμός και παρουσίαση δεδομένων	(Zhang, 2025)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες	(Zhang, 2025)
ενεργοποιητές	(Zhang, 2025)
αρθρώματα δικτύωσης	(Zhang, 2025)
εκπαιδευτικά κιτ του ΔτΠ (Arduino, Raspberry Pi, FPGA, αρθρώματα υλικού)	(Terzieva κ.ά., 2025)
κάμερες	(Terzieva κ.ά., 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
ρομποτική	(Terzieva κ.ά., 2025)
φορετές συσκευές	(Terzieva κ.ά., 2025)
φορητές συσκευές (όπως έξυπνα τηλέφωνα, ταμπλέτες)	(Terzieva κ.ά., 2025)
συσκευές εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας	(Terzieva κ.ά., 2025)
υπολογιστική νέφους	(Terzieva κ.ά., 2025)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
ενίσχυση των μεθοδολογιών μάθησης: 1. Διερευνητική Μάθηση: Επιτρέπει στους μαθητές και τις μαθήτριες να θέτουν υποθέσεις, να σχεδιάζουν πειράματα και να διερευνούν φαινόμενα. 2. Εμπειρική και Πρακτική Μάθηση: Δίνει στους μαθητές και τις μαθήτριες την ευκαιρία να αλληλεπιδράσουν με φυσικά φαινόμενα, να συλλέγουν δεδομένα και να εκτελούν πειράματα στον πραγματικό κόσμο. 3. Διεπιστημονική Μάθηση: Προωθεί την κατανόηση των συνεργειών μεταξύ των διαφορετικών κλάδων του STEM και την επίλυση προβλημάτων με διεπιστημονικό τρόπο. 4. Σύνδεση Θεωρίας και Πράξης: Αποτελεί γέφυρα που επιτρέπει στους μαθητές και τις μαθήτριες να εφαρμόζουν τις θεωρητικές γνώσεις της τάξης σε πραγματικές καταστάσεις. 5. Ομαδική Μάθηση: Προωθεί τη συνεργασία, την αποτελεσματική επικοινωνία και την εργασία σε ομάδες για την επίτευξη κοινών στόχων. 6. Μάθηση μέσω Σχεδιασμού: Με την αξιοποίηση εκπαιδευτικών κιτ του ΔτΠ.	(Zhang, 2025) (Terzieva κ.ά., 2025) (Subhedar, Mahalle και Pawar, 2025) (Zeeshan, Hämäläinen και Neittaanmäki, 2022)
αύξηση της εμπλοκής και του ενδιαφέροντος των μαθητών	(Zhang, 2025) (Terzieva κ.ά., 2025)

ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων (όπως σχεδιασμός συστημάτων, επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων, καινοτομία)	(Zhang, 2025) (Terzieva κ.ά., 2025) (Subhedar, Mahalle και Pawar, 2025) (Terzieva, Ilchev και Todorova, 2022)
ενδυνάμωση ήπιων δεξιοτήτων (όπως επίλυση προβλημάτων, κριτική σκέψη, συνεργατικότητα και ομαδική εργασία)	(Zhang, 2025) (Terzieva κ.ά., 2025) (Subhedar, Mahalle και Pawar, 2025) (Terzieva, Ilchev και Todorova, 2022)
διαμόρφωση ιδιωμάτων του χαρακτήρα (όπως περιέργεια)	(Zhang, 2025)

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Εικονικά Εργαστήρια**	
Τομέας	Εκπαίδευση
Ενότητα	2
Κεφάλαιο	2.1.1
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής	
○ προσομοίωση φυσικών φαινομένων σε εικονικό περιβάλλον ○ διεξαγωγή εικονικών πειραμάτων	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
τροφοδότηση με δεδομένα του φυσικού κόσμου από αισθητήρες	(Zhang, 2025)
αξιοποίηση της εκτεταμένης ικανότητας επεξεργασίας και αποθήκευσης του υπολογιστικού νέφους	(Zhang, 2025)
χειρισμός ενεργοποιητών	(Zhang, 2025)
συλλογή, ανάλυση και άμεση απόκριση σε δεδομένα πραγματικού χρόνου	(Zhang, 2025)
παροχή λειτουργιών χειρισμού και αλληλεπίδρασης με φυσικό εξοπλισμό	(Zhang, 2025) (Kurni και K. G., 2025)
παροχή λειτουργιών εκτέλεσης δοκιμών, ανάλυσης δεδομένων και διερεύνησης επιστημονικών θεωριών σε πραγματικό χρόνο	(Zhang, 2025)
προσαρμογή στις απαιτήσεις, τις ιδιαιτερότητες και τις προτιμήσεις του εκπαιδευόμενου	(Zhang, 2025)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες	(Zhang, 2025)
ενεργοποιητές	(Zhang, 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
υπολογιστική νέφους	(Zhang, 2025)
λογισμικό εικονικοποίησης	(Zhang, 2025)
εικονικές μηχανές	(Zhang, 2025)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
συμμετοχή σε βιωματικά και διαδραστικά πειράματα χωρίς χρονικούς και γεωγραφικούς περιορισμούς, όπως επίσης περιορισμούς ύπαρξης φυσικού εξοπλισμού	(Zhang, 2025)
εκδημοκρατισμός της πρόσβασης σε ποιοτικές εργαστηριακές εμπειρίες	(Zhang, 2025)
ρεαλιστική προσομοίωση των ιδιαιτεροτήτων που εμφανίζονται στον πρακτικό πειραματισμό	(Zhang, 2025)
κλιμακωσιμότητα (παροχή πρόσβασης σε μεγάλο πλήθος φοιτητών χωρίς περιορισμούς χώρου και διαθεσιμότητας φυσικού εξοπλισμού)	(Zhang, 2025)

προσωποποιημένη και παραμετροποίησιμη εμπειρία	(Zhang, 2025)
ασφάλεια (μη χειρισμός επικίνδυνων υλικών και διαδικασιών)	(Zhang, 2025)

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Εξ αποστάσεως Εργαστήρια**	
Τομέας	Εκπαίδευση
Ενότητα	2
Κεφάλαιο	2.1.2
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής	
παροχή τεχνολογικού υπόβαθρου για τη χρήση φυσικών εργαστηρίων από απομακρυσμένα σημεία	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
συλλογή και ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο	(Kurni και K. G., 2025)
παροχή λειτουργιών απομακρυσμένης πρόσβασης στα εργαστήρια και χρήσης του φυσικού εξοπλισμού	(Kurni και K. G., 2025)
διάθεση εργαλείων συνεργασίας και διαμοιρασμού δεδομένων μεταξύ φοιτητών/-τριών και εκπαιδευτικών	(Kurni και K. G., 2025)
λήψη μέτρων ασφάλειας κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων	(Kurni και K. G., 2025)
δυνατότητα σχεδιασμού πειραμάτων από τους/τις εκπαιδευτικούς ανάλογα με τις ανάγκες του/της εκπαιδευόμενου/-νης	(Kurni και K. G., 2025) (Amador Nelke κ.ά., 2024)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες	(Kurni και K. G., 2025)
ενεργοποιητές	(Kurni και K. G., 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
υπολογιστική άκρου	(Kurni και K. G., 2025)
υπολογιστική νέφους	(Kurni και K. G., 2025)
εργαστηριακός εξοπλισμός	(Kurni και K. G., 2025)
φορητές συσκευές	(Kurni και K. G., 2025)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
υποστήριξη μοντέλων μάθησης ενισχυμένης από τη τεχνολογία	(Amador Nelke κ.ά., 2024)
ευέλικτη και εξατομικευμένη συμμετοχή σε εκπαιδευτικές δραστηριότητες εργαστηρίου	(Kurni και K. G., 2025)
ασφαλής αλληλεπίδραση με επικίνδυνα υλικά και πειράματα	(Kurni και K. G., 2025)
προσβασιμότητα και συμπεριληπτικότητα στα εργαστήρια με έμφαση σε άτομα που έχουν γεωγραφικούς περιορισμούς και σε άτομα με αναπηρίες	(Kurni και K. G., 2025)
εξατομίκευση και προσαρμοστικότητα στη μαθησιακή διαδικασία	(Kurni και K. G., 2025)

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη**	
Τομέας	Εκπαίδευση
Ενότητα	2
Κεφάλαιο	2.2
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής	

παιδαγωγικό εργαλείο υποστήριξης της μάθησης με προσανατολισμό την έρευνα και μάθησης βασισμένης σε έργα	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
συλλογή δεδομένων από αισθητήρες και ανάλυση	(Todorova, Kostadinova και Stefanova, 2025)
ερμηνεία των πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο	(Todorova, Kostadinova και Stefanova, 2025)
παρακολούθηση της κατανάλωσης ενέργειας, της χρήσης πόρων και της διαχείρισης απορριμμάτων	(Khaerudin κ.ά., 2025) (Piccolo κ.ά., 2022)
παρακολούθηση ατμοσφαιρικών ρύπων και της ποιότητας του νερού	(Piccolo κ.ά., 2022)
εκτέλεση περιβαλλοντικών προσομοιώσεων	(Khaerudin κ.ά., 2025)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
δίκτυα αισθητήρων	(Todorova, Kostadinova και Stefanova, 2025)
έξυπνες συσκευές	(Todorova, Kostadinova και Stefanova, 2025)
αισθητήρες περιβαλλοντικών παραμέτρων	(Todorova, Kostadinova και Stefanova, 2025)
μετρητές κατανάλωσης ενέργειας	(Khaerudin κ.ά., 2025)
εκπαιδευτικά κιτ ανάπτυξης	(Piccolo κ.ά., 2022)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
βάσεις δεδομένων	(Todorova, Kostadinova και Stefanova, 2025)
υπολογιστική νέφους	(Todorova, Kostadinova και Stefanova, 2025)
μεγάλα δεδομένα	(Khaerudin κ.ά., 2025)
μικροελεγκτές (Arduino)	(Piccolo κ.ά., 2022)
υπολογιστές μονής πλακέτας (Raspberry Pi)	(Piccolo κ.ά., 2022)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
ανάπτυξη δεξιοτήτων σε θέματα βιωσιμότητας	(Khaerudin κ.ά., 2025)
διάθεση εμπειρικών δεδομένων του άμεσου περιβάλλοντός σε μαθητές/-θήτριες, μετατρέποντας ένα θεωρητικό πρόβλημα σε ένα πρόβλημα αντικειμενικά και αξιόπιστα τεκμηριωμένο από δεδομένα	(Todorova, Kostadinova και Stefanova, 2025)
επίγνωση σε ζητήματα περιβάλλοντος και βιωσιμότητας	(Khaerudin κ.ά., 2025)
καλλιέργεια της κριτικής σκέψης και της δημιουργικότητας με στόχο την παραγωγή περιβαλλοντικά και τεχνολογικά βιώσιμων λύσεων	(Todorova, Kostadinova και Stefanova, 2025)
σύνδεση θεωρητικών εννοιών με τις πρακτικές και μετρήσιμες εκφάνσεις τους	(Todorova, Kostadinova και Stefanova, 2025)
μεταμόρφωση της παραδοσιακής προσέγγισης επίλυσης προβλημάτων σε μια σύγχρονη, δυναμική και τεκμηριωμένη μεθοδολογία	(Todorova, Kostadinova και Stefanova, 2025)
δημιουργία υλοποιήσεων που εφαρμόζουν πρακτικές βιωσιμότητας	(Khaerudin κ.ά., 2025)

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων

Περίπτωση Χρήσης: **Εκπαίδευση στη Πρόβλεψη της Ποιότητας Αέρα Αστικού Περιβάλλοντος από Ανοικτά Δεδομένα** (Cáceres-Tello κ.ά., 2025)	
Τομέας	Εκπαίδευση
Ενότητα	2
Κεφάλαιο	2.3
Δεδομένα Εφαρμογής (Περίπτωσης Χρήσης)	
Πλαίσιο	
Οργανισμός: Πόλη της Μαδρίτης, συνεργασία με Πανεπιστήμια Κλάδος: Επιστήμη Περιβάλλοντος, Ποιότητα Αέρα σε Αστικό Περιβάλλον Κλίμακα: Η μητροπολιτική περιοχή της Μαδρίτης Χρονική Περίοδος: 2020-2024	
Προβλήματα	
Η αξιοποίηση πραγματικών περιβαλλοντικών συνόλων δεδομένων στη πανεπιστημιακή εκπαίδευση είναι σπάνια, κυρίως λόγω της έλλειψης τυποποιημένων ροών εργασιών και εργαλείων που επιτρέπουν την ανάλυση, οπτικοποίηση και ερμηνεία των δεδομένων.	
Ανάγκες	
○ διαρκής παρακολούθηση και πρόβλεψη ρύπων (NO2 και O3) για την εκτίμηση των κινδύνων στην υγεία και την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής πολιτικής ○ προώθηση του εγγραμματισμού στα δεδομένα και της ενεργής μάθησης μέσω της εφαρμογής επιστημονικών μεθοδολογιών	
Εφαρμογή και Ρόλος του ΔτΠ	
○ Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων διεκπεραιώνει τη συλλογή δεδομένων τύπων (NO2, O3, PM10, PM2.5, SO2, CO) καθώς και περιβαλλοντικών παραμέτρων (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα και διεύθυνση αέρα, ηλιακή ακτινοβολία, υετός) σε ωριαία βάση και τη διάθεση των δεδομένων μέσω της πύλης ανοικτών δεδομένων της πόλης. ○ Οι εκπαιδευόμενοι/-νες αποκτούν πρόσβαση στα ανοικτά δεδομένα, εφαρμόζουν προβλεπτικά μοντέλα σε R σε περιβάλλον Quarto, παρέχοντας προβλέψεις 90 ημερών. Τα αποτελέσματά τους ενσωματώνονται σε αναφορές, μαζί με το κώδικα και τις ροές εργασίας, ώστε να είναι αναπαράξιμα.	
Αποτελέσματα και Συμπεράσματα	
○ Η ροή εργασίας μετατρέπει τα πρωτογενή περιβαλλοντικά δεδομένα σε εύκολα προσβάσιμες πηγές, κατάλληλες για επιστημονική ερμηνεία και εκπαίδευση STEM. ○ Οι μεθοδολογίες που αναπτύχθηκαν προάγουν την εμπλοκή των πολιτών, δημιουργώντας μια πλατφόρμα όπου εκπαιδευόμενοι/-νες και επιστήμονες μπορούν να ερευνήσουν τη δυναμική της αστικής ατμόσφαιρας, με ροές εργασίας βασισμένες σε R και Quarto. ○ Η προσέγγιση αυτή συνθέτει έναν οδικό χάρτη για την εφαρμογή περιβαλλοντικής εκπαιδευτικής μεθοδολογίας, ο οποίος μπορεί να ακολουθηθεί σε οποιαδήποτε πόλη διαθέτει ανοικτά δεδομένα ποιότητας του αέρα.	

Παράρτημα Ε.3: Εξαγωγή Δεδομένων - Ενότητα 3

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Σύνολο της Εφοδιαστικής Αλυσίδας**	
Τομέας	Εφοδιαστική Αλυσίδα
Ενότητα	3
Κεφάλαιο	3.1
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής	
παρακολούθηση και εποπτεία εφοδιαστικής αλυσίδας σε πραγματικό χρόνο	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
συλλογή και ανάλυση πρωτογενών δεδομένων	(Bedi κ.ά., 2024)
εκτέλεση προγνωστικών αναλύσεων	(Bedi κ.ά., 2024)
πρόβλεψη πιθανών καθυστερήσεων	(Bedi κ.ά., 2024)
βελτιστοποίηση του χρονικού προγραμματισμού και της δρομολόγησης λαμβάνοντας υπόψη μεταβλητές που ενδέχεται να οδηγήσουν σε καθυστερήσεις	(Bedi κ.ά., 2024) (Chaudhary και Sharma, 2022)
αντικατάσταση μέρους των χειρωνακτικών παρεμβάσεων στις διαδικασίες	(Bedi κ.ά., 2024)
αυτοματοποίηση εργασιών ρουτίνας	(Bedi κ.ά., 2024)
διατήρηση ακριβών και επικαιροποιημένων πληροφοριών για τα αποθέματα	(Bedi κ.ά., 2024)
εγκαθίδρυση διαύλων ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ των συντελεστών της εφοδιαστικής αλυσίδας, κατασκευαστών, προμηθευτών και καταναλωτών/-τριών	(Rahim κ.ά., 2021)
επίβλεψη του μεταφορικού έργου και πρόβλεψη χρόνων παράδοσης	(Chaudhary και Sharma, 2022)
χρήση ετικετών για ταυτοποίηση των εμπορευμάτων και αξιοποίηση τους για την αυθεντικοποίηση, την παρακολούθηση, τον εντοπισμό και την ιχνηλάτησή τους	(Chaudhary και Sharma, 2022)
αξιοποίηση μηχανικής μάθησης ώστε να αποκτήσει η εφοδιαστική αλυσίδα δυνατότητες αντίληψης, λήψης απόφασης και απόκρισης	(Bzai κ.ά., 2022)
χρήση αλυσίδων συστοιχιών για τη μη παραποιήσιμη καταγραφή πληροφοριών σε κάθε στάδιο της εφοδιαστικής αλυσίδας	(Obaidat κ.ά., 2024)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
ετικέτες και ταυτοποίηση RFID	(Mehra κ.ά., 2024)
αισθητήρες (όπως θερμοκρασίας και υγρασίας)	(Gupta και Kumar, 2023)
κάμερες	(Gupta και Kumar, 2023)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
υπολογιστική νέφους	(Gupta και Kumar, 2023)
υπολογιστική άκρου	(Mehra κ.ά., 2024)
δορυφορικά συστήματα εντοπισμού θέσης	(Gupta και Kumar, 2023)
αλυσίδες συστοιχιών	(Mehra κ.ά., 2024)
τεχνητή νοημοσύνη	(Mehra κ.ά., 2024)
μηχανική μάθηση	(Bzai κ.ά., 2022)

Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
βελτιωμένες δυνατότητες διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας από άκρο σε άκρο σε πραγματικό χρόνο	(Bedi κ.ά., 2024) (Gupta και Kumar, 2023)
αυξημένη ευελιξία και αποκρισιμότητα	(Bedi κ.ά., 2024)
προληπτική αντιμετώπιση διακοπών στις διαδικασίες	(Bedi κ.ά., 2024)
μετασχηματισμός της λειτουργίας της εφοδιαστικής αλυσίδας από αντιδραστική σε προδραστική	(Mehra κ.ά., 2024)
προληπτική διαχείριση κινδύνων	(Mehra κ.ά., 2024)
πρωτοφανής ορατότητα και έλεγχος στα διάφορα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας	(Bedi κ.ά., 2024)
ικανότητα διαχείρισης της αβεβαιότητας και αντιμετώπισης απρόβλεπτων καταστάσεων	(Bedi κ.ά., 2024)
δυναμικός έλεγχος των λειτουργιών σε όλα τα επίπεδα της εφοδιαστικής αλυσίδας	(Mu και Antwi-Afari, 2024)
αποδοτική αξιοποίηση των πόρων	(Rahim κ.ά., 2021)
βελτίωση της διαχείρισης επιχειρησιακών πόρων	(Bzai κ.ά., 2022)
αποτελεσματική παρακολούθηση και διαχείριση κινητού εξοπλισμού	(Bzai κ.ά., 2022)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	2
Όνομα Εφαρμογής	
εντοπισμός και ιχνηλάτηση εμπορευμάτων	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
παρακολούθηση των αποθεμάτων και της ζήτησης	(Mu και Antwi-Afari, 2024)
ταχύτατος εντοπισμός παραγγελιών που δεν έχουν εκπληρωθεί εγκαίρως	(Mu και Antwi-Afari, 2024)
εντοπισμός προβληματικών σημείων στη ροή εργασιών	(Mu και Antwi-Afari, 2024)
προσομοίωση πιθανών λύσεων	(Mu και Antwi-Afari, 2024)
διάθεση εργαλείων παρακολούθησης, ταυτοποίησης, ανάκτησης πληροφοριών και διαχείρισης εμπορευμάτων στους διαχειριστές	(Mu και Antwi-Afari, 2024)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
ετικέτες και ταυτοποίηση RFID	(Mu και Antwi-Afari, 2024)
αισθητήρες	(Mu και Antwi-Afari, 2024)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
δορυφορικά συστήματα εντοπισμού θέσης	(Mu και Antwi-Afari, 2024)
δίκτυα κινητής τηλεφωνίας	(Mu και Antwi-Afari, 2024)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
μείωση χρόνων εκπλήρωσης παραγγελίας	(Bedi κ.ά., 2024)
μείωση σφαλμάτων	(Bedi κ.ά., 2024)
διασφάλιση της ποιοτικής παράδοσης στο καταναλωτικό κοινό	(Chaudhary και Sharma, 2022)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	3
Όνομα Εφαρμογής	
διαχείριση αποθεμάτων και προμηθειών	

Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
έλεγχος επιπέδων των αποθεμάτων πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται από τις μονάδες παραγωγής, συγκρίνοντας τον προγραμματισμό της αναπλήρωσης με την πραγματική παραγωγική ικανότητα	(Alashbi κ.ά., 2024)
αναδιοργάνωση των μεταφορών	(Alashbi κ.ά., 2024)
διοχέτευση τεχνικών αναφορών και σχολίων στο σύστημα σε πραγματικό χρόνο	(Alashbi κ.ά., 2024)
ενημέρωση των υπεύθυνων προμηθειών για την κατάσταση των εμπορευμάτων	(Alashbi κ.ά., 2024)
ενίσχυση της εσωτερικής και τη διατμηματικής αλληλεπίδρασης	(Alashbi κ.ά., 2024)
εποπτεία της ασφάλειας των προϊόντων έναντι απάτης και μη εξουσιοδοτημένης παρέμβασης στις διαδικασίες	(Obaidat κ.ά., 2024)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες ενσωματωμένους σε συσκευασίες, μεταφορικά μέσα, προϊόντα	(Alashbi κ.ά., 2024)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
δορυφορικά συστήματα εντοπισμού θέσης	(Alashbi κ.ά., 2024)
αλυσίδες συστοιχιών	(Obaidat κ.ά., 2024)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
ενίσχυση των διαδικασιών λήψης αποφάσεων	(Bedi κ.ά., 2024)
σημαντική εξοικονόμηση χρόνου και πόρων	(Alashbi κ.ά., 2024)
αποτροπή αποκλίσεων ή ασυμφωνιών στη διαδικασία προμήθειας	(Alashbi κ.ά., 2024)
συντονισμός μεταξύ των διαδικασιών προμηθειών και άλλων λειτουργιών	(Alashbi κ.ά., 2024)
ελαχιστοποίηση των κινδύνων για την επιχείρηση μέσω της ευθυγράμμισης με τους προμηθευτές	(Alashbi κ.ά., 2024)
αποτροπή παράδοσης παραποιημένων προϊόντων και εξαρτημάτων	(Obaidat κ.ά., 2024)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	4
Όνομα Εφαρμογής	
βιώσιμη διαχείριση ενέργειας	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
συλλογή δεδομένων ενέργειας σε πραγματικό χρόνο	(Rahaman, 2026)
παρακολούθηση, προηγμένη ανάλυση και έλεγχος σε κρίσιμες παραμέτρους της εφοδιαστικής αλυσίδας	(Rahaman, 2026)
ανίχνευση μοτίβων κατανάλωσης ενέργειας	(Rahaman, 2026)
αυτοματοποίηση της λήψης διορθωτικών μέτρων προς τη κατεύθυνση της μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας	(Rahaman, 2026)
υπολογισμός του περιβαλλοντικού αντίκτυπου προϊόντων και διαδικασιών	(Rahaman, 2026)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες	(Rahaman, 2026)
μετρητές	(Rahaman, 2026)
ενεργοποιητές	(Rahaman, 2026)
επικοινωνία μεταξύ συσκευών	(Rahaman, 2026)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
υπολογιστική νέφους	(Rahaman, 2026)
υπολογιστική άκρου	(Rahaman, 2026)
μηχανική μάθηση	(Rahaman, 2026)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
εντοπισμός αναποτελεσματικών και υιοθέτηση βιώσιμων ενεργειακών στρατηγικών, βασισμένων σε δεδομένα	(Rahaman, 2026)

εφαρμογή στοχευμένων παρεμβάσεων για το περιορισμό της σπατάλης ενέργειας	(Rahaman, 2026)
μείωση αποτυπώματος άνθρακα	(Rahaman, 2026)
μείωση κατανάλωσης ενέργειας	(Rahaman, 2026)
συμμόρφωση με παγκόσμια περιβαλλοντικά κανονιστικά πλαίσια και πρότυπα	(Rahaman, 2026)
ενίσχυση της εμπιστοσύνης των καταναλωτών, προσφέροντας πληροφόρηση και διαφάνεια σχετικά με τον αντίκτυπο των προϊόντων	(Rahaman, 2026)
Επιπλέον Δεδομένα (προαιρετικά, μόνο για ευρύτερους τομείς/πεδία)	
Προβλήματα και Προκλήσεις του Τομέα	
προβληματική διαχείριση δεδομένων	(Nazir και Fan, 2024)
δυσκολίες στον εντοπισμό προϊόντων	(Nazir και Fan, 2024)
αδυναμία διαμοιρασμού πληροφοριών	(Nazir και Fan, 2024)
Ο χωρικός κατακερματισμός των λειτουργιών δυσχεραίνει τον κεντρικό έλεγχο της εφοδιαστικής αλυσίδας και το χειρισμό των αποθεμάτων.	(Nazir και Fan, 2024)
κίνδυνος απάτης στα δεδομένα των χρηματοοικονομικών συναλλαγών	(Nazir και Fan, 2024)
αδυναμία παροχής ορατότητας και ιχνηλασιμότητας	(Nazir και Fan, 2024)
χειρισμός εξαιρετικά μεγάλου όγκου παραγγελιών	(Nazir και Fan, 2024)
Απαιτήσεις του Τομέα από το ΔτΠ και Γενικότερα από Τεχνολογικές Εφαρμογές	
Στο σύγχρονο παγκόσμιο επιχειρηματικό περιβάλλον, η ευελιξία και η ικανότητα απόκρισης της αλυσίδας εφοδιασμού αποτελούν κρίσιμα σημεία διαφοροποίησης.	(Bedi κ.ά., 2024)
Τα παραδοσιακά σχήματα διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας, χαρακτηριζόμενα από χειροκίνητες λειτουργίες και αποκομμένα συστήματα δεδομένων, αποδεικνύονται ανεπαρκή. Η αυξανόμενη πολυπλοκότητα των σύγχρονων εφοδιαστικών δικτύων επιβάλλει την υιοθέτηση καινοτόμων λύσεων, ώστε να διασφαλιστεί η ορατότητα σε πραγματικό χρόνο, η λειτουργική αποδοτικότητα και η οργανωτική προσαρμοστικότητα.	(Mehra κ.ά., 2024)
Στο παγκόσμιο πλαίσιο, η εφοδιαστική αλυσίδα αποτελεί σημαντική πηγή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Ως εκ τούτου, ο εν λόγω κλάδος αποτελεί στρατηγικό πεδίο δράσης, όπου η ελαχιστοποίηση των εκπομπών και η βελτιστοποίηση της ενεργειακής διαχείρισης αναδεικνύονται σε κορυφαίες προτεραιότητες.	(Rahaman, 2026)
Προκλήσεις στην Ενσωμάτωση του ΔτΠ	
δυσκολίες όσον αφορά την ασφάλεια των δεδομένων	(Bedi κ.ά., 2024) (Mehra κ.ά., 2024)
αύξηση της ευπάθειας έναντι κυβερνοαπειλών	(Mehra κ.ά., 2024)
προκλήσεις στη διασφάλιση της ιδιωτικότητας	(Bedi κ.ά., 2024) (Mehra κ.ά., 2024)
δυσκολίες και πολυπλοκότητα στην ενοποίηση με υπάρχοντα συστήματα	(Bedi κ.ά., 2024) (Mehra κ.ά., 2024)
εκπαίδευση προσωπικού	(Bedi κ.ά., 2024)
αντίσταση στην αλλαγή η οποία εκδηλώνεται από εργαζόμενους/ες και διευθυντές/θύντριες	(Mehra κ.ά., 2024)
περιβαλλοντικές επιπτώσεις εξαιτίας της μαζικής ενσωμάτωσης αισθητήρων, η οποία οδηγεί σε σημαντική αύξηση του όγκου των ηλεκτρονικών αποβλήτων	(Khan κ.ά., 2022)
υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης	(Khan κ.ά., 2022) (Bedi κ.ά., 2024)
απαιτούνται εκτεταμένες επενδύσεις, (δημιουργία δικτύου συσκευών του ΔτΠ, απόκτηση ισχυρής ικανότητας επεξεργασίας, εκπλήρωση	(Mehra κ.ά., 2024)

απαιτητικών αναγκών αποθήκευσης) οι οποίες είναι δυσβάσταχτες για τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις	
αβεβαιότητα που προκύπτει από το ελλιπές ή υπό διαμόρφωση κανονιστικό πλαίσιο	(Mehra κ.ά., 2024)
Μελλοντικές Εξελίξεις/Κατευθύνσεις	

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Logistics**	
Τομέας	Εφοδιαστική Αλυσίδα
Ενότητα	3
Κεφάλαιο	3.2
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής	
διερεύνηση των σύνθετων σχέσεων μεταξύ των συναλλαγών	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
συλλογή εκτεταμένου όγκου δεδομένων από τις συναλλαγές	(Song κ.ά., 2021)
συλλογή πληροφοριών σχετικά με τα φορτία, τα οχήματα μεταφοράς, τις διαδρομές μεταφορών, την αποθήκευση	(Song κ.ά., 2021)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
ετικέτες RFID	(Song κ.ά., 2021)
αισθητήρες	(Song κ.ά., 2021)
ενεργοποιητές	(Song κ.ά., 2021)
έξυπνες συσκευές (όπως κινητά τηλέφωνα)	(Song κ.ά., 2021)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
μαθηματική ανάλυση	(Song κ.ά., 2021)
μηχανική μάθηση	(Bzai κ.ά., 2022)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
προώθηση των έξυπνων logistics	(Song κ.ά., 2021)
ανταπόκριση των επιχειρήσεων στις απαιτήσεις των καταναλωτών	(Bzai κ.ά., 2022)
δυνατότητες αυτοματοποιημένης αντίληψης, λήψης απόφασης και απόκρισης	(Bzai κ.ά., 2022)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	2
Όνομα Εφαρμογής	
συνεχής διασύνδεση των σημείων όπου παράγονται δεδομένα, λαμβάνονται αποφάσεις και εκτελούνται ενέργειες	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
συλλογή δεδομένων αυτόματα σε πραγματικό χρόνο	(Song κ.ά., 2021) (Mu και Antwi-Afari, 2024)
ενσωμάτωση έξυπνων αισθητήρων και συσκευών σε ολόκληρο το δίκτυο logistics όπως σε οχήματα, θαλάμους μεταφοράς, αποθήκες ακόμη και σε μεμονωμένα φορτία δημιουργώντας ένα ευρύ και διασυνδεδεμένο οικοσύστημα	(Nazir και Fan, 2024)
διακίνηση πληροφοριών εντός των logistics	(Song κ.ά., 2021)
διαμοιρασμός πληροφοριών στα ενδιαφερόμενη μέρη	(Mu και Antwi-Afari, 2024)
εντοπισμός παραγγελιών που έχουν υπερβεί τον χρόνο παράδοσης	(Mu και Antwi-Afari, 2024)
εντοπισμός προβληματικών μεταφορικών μέσων	(Mu και Antwi-Afari, 2024)

αξιολόγηση πιθανών λύσεων	(Mu και Antwi-Afari, 2024)
παρακολούθηση της κατάστασης του εξοπλισμού	(Bzai κ.ά., 2022)
παρακολούθηση της θέσης του κινητού εξοπλισμού	(Bzai κ.ά., 2022)
παρακολούθηση του χρόνου διακοπής λειτουργίας του εξοπλισμού	(Bzai κ.ά., 2022)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
ετικέτες και ταυτοποίηση RFID	(Song κ.ά., 2021)
ετικέτες και επικοινωνία NFC	(Song κ.ά., 2021)
αισθητήρες	(Song κ.ά., 2021)
ενεργοποιητές	(Song κ.ά., 2021)
κινητά τηλέφωνα	(Song κ.ά., 2021)
ασύρματα δίκτυα αισθητήρων	(Song κ.ά., 2021)
ασύρματη επικοινωνία μικρής εμβέλειας: Bluetooth, WiFi, ZigBee	(Song κ.ά., 2021)
δίκτυα μεγάλης εμβέλειας χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας: NB-IoT, LTE-M, LoRaWAN, Sigfox, Weightless	(Song κ.ά., 2021)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
δίκτυα κινητής τηλεφωνίας	(Song κ.ά., 2021)
τεχνολογίες δικτυακής επικοινωνίας	(Song κ.ά., 2021)
υπολογιστική νέφους	(Song κ.ά., 2021)
μεγάλα δεδομένα	(Song κ.ά., 2021)
τεχνητή νοημοσύνη	(Song κ.ά., 2021)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
έξυπνος έλεγχος των συστατικών στοιχείων του logistics χωρίς να είναι αναγκαία η ανθρώπινη παρέμβαση	(Song κ.ά., 2021)
δυναμικός έλεγχος των λειτουργιών σε όλα τα επίπεδα των logistics	(Mu και Antwi-Afari, 2024)
ενοποίηση των σημείων παραγωγής, αποθήκευσης και διαχείρισης υπό ένα ενιαίο σύστημα διοίκησης	(Zhou, 2022)
μείωση της πιθανότητας σφαλμάτων	(Zhou, 2022)
αναβάθμιση του συνολικού επίπεδου διαχείρισης	(Zhou, 2022)
μείωση των λειτουργικών εξόδων	(Zhou, 2022)
αύξηση της οικονομικής απόδοσης των λειτουργιών	(Zhou, 2022)
τυποποίηση, εξορθολογισμός και βελτιστοποίηση των διαδικασιών	(Zhou, 2022)
λήψη αποφάσεων και πραγματοποίηση προσαρμογών και επεμβάσεων σε πραγματικό χρόνο	(Mu και Antwi-Afari, 2024)
αποτελεσματικότερος προγραμματισμός, βελτιωμένη δρομολόγηση και έγκαιρη παράδοση	(Bzai κ.ά., 2022)
εξαιρετική ορατότητα σε ολόκληρη τη διαδικασία της εφοδιαστικής αλυσίδας και παρακολούθηση των θέσεων και των συνθηκών των αποστολών, σε πραγματικό χρόνο	(Nazir και Fan, 2024)
προληπτική λήψη αποφάσεων, επιτρέποντας έγκαιρες αποκρίσεις σε διαταραχές	(Nazir και Fan, 2024)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	3
Όνομα Εφαρμογής	
ανάπτυξη έξυπνων συστημάτων ιχνηλάτησης	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
συλλογή της θέσης και τη κατάστασης των προϊόντων	(Mu και Antwi-Afari, 2024)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
ετικέτες και ταυτοποίηση RFID	(Mu και Antwi-Afari, 2024)
αισθητήρες περιβαλλοντικών παραμέτρων (τυπικά θερμοκρασία, υγρασία, κραδασμοί)	(Hassebo και Tealab, 2023)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	

δορυφορικά συστήματα εντοπισμού θέσης	(Mu και Antwi-Afari, 2024) (Choudhary, 2024)
συστήματα οπτικοποίησης	(Mu και Antwi-Afari, 2024)
μεγάλα δεδομένα	(Mu και Antwi-Afari, 2024)
τεχνικές ασαφούς λογικής	(Mu και Antwi-Afari, 2024)
αλυσίδες συστοιχιών	(Nazir και Fan, 2024)
υπολογιστική νέφους	(Choudhary, 2024)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
διαφάνεια στις λειτουργίες του logistics	(Nazir και Fan, 2024) (Mu και Antwi-Afari, 2024)
ολοκληρωμένη ορατότητα και διαφανείς διαδικασίες	(Nazir και Fan, 2024)
συμμόρφωση σε απαιτούμενους χρόνους παράδοσης και σε επίπεδα ασφάλειας και ποιότητας	(Choudhary, 2024) (Hassebo και Tealab, 2023)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	4
Όνομα Εφαρμογής	
αναγνώριση μοτίβων ζήτησης και διαχείριση των διακυμάνσεων προσφοράς και ζήτησης	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
πρόβλεψη της ζήτησης αξιοποιώντας αλγόριθμους μηχανικής μάθησης	(Bzai κ.ά., 2022)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
μηχανική μάθηση	(Bzai κ.ά., 2022)
τεχνητά νευρωνικά δίκτυα	(Bzai κ.ά., 2022)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
έγκαιρη προσαρμογή στις καταναλωτικές τάσεις	(Bzai κ.ά., 2022)
ανταπόκριση στις αναμενόμενες και απρόβλεπτες διακυμάνσεις της ζήτησης και της προσφοράς	(Nazir και Fan, 2024)
μείωση κινδύνων	(Nazir και Fan, 2024)
ακριβής διαχείριση αποθεμάτων	(Nazir και Fan, 2024)
Επιπλέον Δεδομένα (προαιρετικά, μόνο για ευρύτερους τομείς/πεδία)	
Προβλήματα και Προκλήσεις του Τομέα	
Ο σημερινός κλάδος των logistics αντιμετωπίζει ακόμη υψηλό κόστος και χαμηλή αποδοτικότητα.	(Song κ.ά., 2021)
Ο κλάδος των logistics χαρακτηρίζεται από μεγάλο όγκο δεδομένων, εκτεταμένες δραστηριότητες και μακροχρόνιες αλυσίδες εφοδιασμού, γεγονός που καθιστά τη ροή εργασιών σύνθετη και ευμετάβλητη. Αυτή η ροή περιλαμβάνει πολλαπλά στάδια, όπως τη διαχείριση φορτίων, την παράδοση, την ταξινόμηση, την αποθήκευση και τη διανομή, όπου οι κρίκοι της αλυσίδας είναι αλληλεξαρτημένοι και στενά συνδεδεμένοι μεταξύ τους. Οποιοδήποτε σφάλμα σε κάποιο στάδιο επηρεάζει αναπόφευκτα το σύνολο της διαδικασίας.	(Zhou, 2022)
Απαιτήσεις του Τομέα από το ΔτΠ και Γενικότερα από Τεχνολογικές Εφαρμογές	
Τεχνολογική Προσαρμοστικότητα: Ο κλάδος των logistics αλλάζει συνεχώς λόγω της εμφάνισης νέων εργαλείων, εφαρμογών και πλατφορμών (π.χ. τεχνητή νοημοσύνη, αυτοματισμοί, υπολογιστική νέφους). Οι εταιρείες πρέπει να υιοθετούν συνεχώς νέα τεχνολογικά μέσα για να μπορέσουν να παρακολουθήσουν τις εξελίξεις της αγοράς.	(Ayele κ.ά., 2024)

Κατανόηση του Καταναλωτή: Δεν αρκεί μόνο η μεταφορά των προϊόντων. Είναι απαραίτητο να αναλύονται τα πρότυπα συμπεριφοράς των καταναλωτών. Δηλαδή, οι εταιρείες πρέπει να γνωρίζουν τι θέλουν οι πελάτες, πώς αγοράζουν και πώς περιμένουν να παραλάβουν τις αποστολές τους, ώστε να προσαρμόσουν τις υπηρεσίες τους στις ανάγκες τους.	(Ayele κ.ά., 2024)
Κατανόηση του Καταναλωτή: Ένας καθοριστικός παράγοντας για αποτελεσματικό έξυπνο logistics σε ένα περιβάλλον έντονης ανταγωνιστικότητας είναι η ικανότητα αναγνώρισης μοτίβων της ζήτησης των καταναλωτών και η αντίστοιχη προσαρμογή σε αυτά.	(Bzai κ.ά., 2022)
Ασφάλεια Δεδομένων: Η ασφάλεια δεν πρέπει να βασίζεται μόνο στο λογισμικό, το οποίο μπορεί να παραβιαστεί μέσω ιού ή παραβίασης του συστήματος. Αντίθετα, πρέπει να ξεκινά από το ίδιο το υλικό - δηλαδή από τα κυκλώματα και τους επεξεργαστές των συσκευών. Αν η "ρίζα της εμπιστοσύνης" βρίσκεται στο υλικό, τότε είναι πολύ πιο δύσκολο για κάποιον να παραβιάσει το σύστημα, γιατί η προστασία είναι ενσωματωμένη στη φυσική δομή της συσκευής.	(Ayele κ.ά., 2024)
Ασφάλεια Δεδομένων: Η διασφάλιση της ασφαλούς μετάδοσης και αποθήκευσης ευαίσθητων λογιστικών δεδομένων είναι υψίστης σημασίας.	(Nazir και Fan, 2024)
Πλουραλισμός Δεδομένων: Λόγω της ποικιλίας των πηγών δεδομένων, όπως οχήματα, εμπορευματοκιβώτια, πακέτα και συναλλαγές, οι επιχειρήσεις απαιτούν προηγμένες και εξελιγμένες μεθόδους για την ενσωμάτωση και την κριτική εξέταση των δεδομένων του Διαδικτύου των Πραγμάτων.	(Bzai κ.ά., 2022)
Προκλήσεις στην Ενσωμάτωση του ΔτΠ	
Σε πολλές χώρες δεν υπάρχει ένα επαρκές νομοθετικό πλαίσιο για τη λειτουργία του ΔτΠ, εμποδίζοντας την ανάπτυξή του	(Zhou, 2022)
Ζητήματα ασφαλείας: Πρέπει να δοθεί προσοχή σε θέματα κυβερνοασφάλειας και προστασίας των πληροφοριών, ενώ πρέπει να διασφαλίζεται ότι η πολυπλοκότητα των μέτρων ασφαλείας δε θα οδηγήσει σε ανθρώπινα λάθη κατά την εκτέλεση των εργασιών	(Zhou, 2022)
Ασφάλεια δεδομένων	(Nazir και Fan, 2024)
Έλλειψη τυποποίησης στα πρωτόκολλα IoT και στις επικοινωνίες	(Nazir και Fan, 2024)
Αρχικές οικονομικές επενδύσεις	(Nazir και Fan, 2024)
Κατακερματισμός της τεχνολογίας: Η απουσία κοινών τεχνικών προτύπων εμποδίζει την ομαλή ροή των διαδικασιών, προκαλώντας δυσλειτουργίες κατά τη χρήση της τεχνολογίας εντός των logistics.	(Zhou, 2022)
Μελλοντικές Εξελίξεις/Κατευθύνσεις	
η διαστημική επικοινωνία (π.χ. VSAT) ενσωματώνεται σταδιακά	(Song κ.ά., 2021)
μελετάται η χρήση διάχυτης νοημοσύνης	(Mu και Antwi-Afari, 2024)
η χρήση δικτύων 6G αναμένεται να βελτιώσει την απόδοση των συστημάτων επιτρέποντας ταχύτερη και ομαλότερη ανταλλαγή δεδομένων	(Mu και Antwi-Afari, 2024)
Μέσω της αυξανόμενης ενσωμάτωσης της τεχνολογίας αλυσιδών συστοιχιών στα συστήματα, εμπόδια που αφορούν την ασφάλεια των δεδομένων μπορούν να ξεπεραστούν.	(Nazir και Fan, 2024)

Παράρτημα Ε.4: Εξαγωγή Δεδομένων - Ενότητα 4

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Συσκευασία**	
Τομέας	Εφοδιαστική Αλυσίδα
Ενότητα	4
Κεφάλαιο	4.1
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής	
○ μετατροπή των συσκευασιών προϊόντων σε έξυπνα αντικείμενα ○ αλληλεπίδραση των συσκευασιών με το σύστημα της εφοδιαστικής αλυσίδας ○ επαλήθευση της γνησιότητας προϊόντων και συσκευασιών	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
ενσωμάτωση έξυπνων ετικετών στις συσκευασίες	(Khan κ.ά., 2022)
ενσωμάτωση αισθητήρων στις συσκευασίες	(Khan κ.ά., 2022)
διασύνδεση συσκευασιών με το σύστημα των logistics	(Khan κ.ά., 2022)
κατηγοριοποίηση προϊόντων βάσει της ευαισθησίας τους στις συνθήκες του περιβάλλοντος	(Khan κ.ά., 2022)
έγκαιρη ειδοποίηση σε περιπτώσεις κατά τις οποίες τα προϊόντα βρίσκονται σε συνθήκες που αποκλίνουν από προκαθορισμένες προδιαγραφές	(Khan κ.ά., 2022)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
έξυπνες ετικέτες	(Khan κ.ά., 2022)
ετικέτες και επικοινωνία Bluetooth	(Khan κ.ά., 2022)
ετικέτες και ταυτοποίηση RFID	(Khan κ.ά., 2022)
ετικέτες και επικοινωνία NFC	(Khan κ.ά., 2022)
ετικέτες με κώδικα QR	(Song κ.ά., 2021)
αισθητήρες φωτός	(Song κ.ά., 2021)
αισθητήρες θερμοκρασίας	(Song κ.ά., 2021)
αισθητήρες υγρασίας	(Song κ.ά., 2021)
ζυγαριές	(Song κ.ά., 2021)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
ρομποτικά συστήματα	(Khan κ.ά., 2022)
μεγάλα δεδομένα	(Song κ.ά., 2021)
μηχανική μάθηση	(Bzai κ.ά., 2022)
μοντέλα ντετερμινιστικής πρόβλεψης	(Bzai κ.ά., 2022)
υπολογιστική όραση	(Song κ.ά., 2021)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
λεπτομερής παρακολούθηση και εντοπισμός προϊόντων, ακόμα και σε επίπεδο μονάδας	(Khan κ.ά., 2022) (Song κ.ά., 2021)
λήψη αποφάσεων άμεσα, ενώσω οι διαδικασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας βρίσκονται σε εξέλιξη	(Khan κ.ά., 2022)
αυξημένα επίπεδα ασφάλειας σε ευπαθή προϊόντα όπως τρόφιμα και φάρμακα	(Song κ.ά., 2021)
μείωση της πιθανότητας ανακλήσεων	(Khan κ.ά., 2022)
αξιοποίηση ρομποτικών συστημάτων για την αυτοματοποίηση της ηλεκτρονικής εκπλήρωσης παραγγελιών	(Khan κ.ά., 2022) (Song κ.ά., 2021)

καταπολέμηση των απομιμήσεων και της παραποίησης συσκευασιών και προϊόντων	(Bzai κ.ά., 2022)

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Μεταφορές**	
Τομέας	Εφοδιαστική Αλυσίδα
Ενότητα	4
Κεφάλαιο	4.2
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής	
○ διασύνδεση οχημάτων και οδηγών με τα κέντρα εφοδιασμού, διαλογής και αποθήκευσης ○ συλλογή παραμέτρων σχετικά με οχήματα, φορτία και οδηγούς ○ άμεσος εντοπισμός και πρόβλεψη μελλοντικών θέσεων οχημάτων και φορτίων	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
συλλογή δεδομένων κατάστασης οχήματος, όπως θέση, ταχύτητα, κατεύθυνση, πίεση ελαστικών, κατανάλωση καυσίμου, επιτάχυνση και στροφές κινητήρα	(Song κ.ά., 2021) (Ayele κ.ά., 2024)
συλλογή δεδομένων σχετικά με τους οδηγούς, όπως η κατάσταση υγείας, ο χρόνος οδήγησης και η οδική συμπεριφορά	(Song κ.ά., 2021)
επίβλεψη της αλληλεπίδρασης οδηγού-οχήματος	(Song κ.ά., 2021)
αλληλεπίδραση με έξυπνα στοιχεία της οδικής υποδομής	(Song κ.ά., 2021)
εκτέλεση αναλύσεων για την πρόβλεψη καθυστερήσεων και διαταραχών	(Bedi κ.ά., 2024)
επαναδρομολόγηση αποστολών κατά τη διάρκεια της εκτέλεσής τους χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση	(Song κ.ά., 2021)
αξιοποίηση δεδομένων από εξωτερικές πηγές, όπως προγνώσεις καιρού και συνθήκες του οδικού δικτύου	(Ayele κ.ά., 2024) (Nazir και Fan, 2024)
πρόβλεψη βλαβών και αναγκών συντήρησης των μεταφορικών οχημάτων μέσω τεχνητής νοημοσύνης	(Hassebo και Tealab, 2023)
συνδυασμός των δεδομένων της μεταφορικής διαδικασίας με δεδομένα της εφοδιαστικής αλυσίδας	(Song κ.ά., 2021)
παροχή επίκαιρων πληροφοριών για τις διαδικασίες μεταφοράς	(Nazir και Fan, 2024)
αυτοματοποίηση των διαδικασιών	(Song κ.ά., 2021)
παρακολούθηση της κατάστασης του στόλου	(Song κ.ά., 2021)
ανίχνευση και πρόβλεψη βλαβών στα μέσα μεταφοράς	(Ayele κ.ά., 2024)
πρόβλεψη μελλοντικών θέσεων οχημάτων και φορτίων	(Farooq κ.ά., 2023)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
φορητοί αισθητήρες χαμηλής κατανάλωσης για την καταγραφή παραμέτρων υγείας	(Song κ.ά., 2021)
αισθητήρες περιβαλλοντικών παραμέτρων	(Song κ.ά., 2021)
ετικέτες RFID	(Song κ.ά., 2021)
ασύρματα δίκτυα αισθητήρων	(Song κ.ά., 2021)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
δορυφορικά συστήματα εντοπισμού θέσης	(Song κ.ά., 2021)
κινητή τηλεφωνία	(Song κ.ά., 2021)
τεχνητή νοημοσύνη	(Song κ.ά., 2021)
εξόρυξη δεδομένων	(Song κ.ά., 2021)
ενσωματωμένα συστήματα	(Song κ.ά., 2021)

υπολογιστική ομίχλης	(Song κ.ά., 2021)
υπολογιστική άκρου	(Song κ.ά., 2021)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
αύξηση της απόδοσης των μεταφορών	(Song κ.ά., 2021) (Mu και Antwi-Afari, 2024)
ενίσχυση του προγραμματισμού και της δρομολόγησης των μεταφορικών δραστηριοτήτων	(Song κ.ά., 2021) (Das και Namasudra, 2025)
μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων	(Mu και Antwi-Afari, 2024)
μείωση των χρόνων παράδοσης	(Song κ.ά., 2021) (Mu και Antwi-Afari, 2024)
μείωση της κατανάλωσης καυσίμων	(Das και Namasudra, 2025)
μείωση του κόστους μεταφοράς	(Song κ.ά., 2021) (Mu και Antwi-Afari, 2024)
περιορισμός απωλειών εμπορευμάτων	(Song κ.ά., 2021) (Khan κ.ά., 2022)
πλήρης και σαφής κατανόηση κάθε σταδίου της διαδικασίας μεταφοράς από τους διαχειριστές	(Song κ.ά., 2021) (Das και Namasudra, 2025)
ελαχιστοποίηση χειροκίνητων παρεμβάσεων και σφαλμάτων	(Bedi κ.ά., 2024)
βελτίωση της διαφάνειας σε περιπτώσεις μεταφοράς επικίνδυνων φορτίων	(Song κ.ά., 2021)
συμβολή στην υιοθέτηση προληπτικών μέτρων για τον περιορισμό των τροχαίων ατυχημάτων και την ενίσχυση της ασφάλειας κατά τη μεταφορά	(Song κ.ά., 2021) (Khan κ.ά., 2022) (Mu και Antwi-Afari, 2024)
βελτιστοποίηση της κατανομής των ανθρώπινων και υλικών πόρων	(Zhou, 2022)
μείωση του χρόνου μη διαθεσιμότητας των οχημάτων λόγω συντήρησης ή βλαβών	(Hassebo και Tealab, 2023)

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Αποθήκευση**	
Τομέας	Εφοδιαστική Αλυσίδα
Ενότητα	4
Κεφάλαιο	4.3
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής	
○ παρακολούθηση των συνθηκών περιβάλλοντος στην αποθήκη ○ σχεδιασμός της βέλτιστης τοποθέτησης των προϊόντων με βάση τους περιορισμούς συμβατότητας ○ επίβλεψη της ασφάλειας των εγκαταστάσεων	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
διαρκής και λεπτομερής παρακολούθηση των επιχειρησιακών πόρων της αποθήκης	(Ruqnuzzaman κ.ά., 2026)
ενημέρωση της διοίκησης και των υπευθύνων σχετικά με τη θέση και την κατάσταση του εξοπλισμού και των προϊόντων	(Song κ.ά., 2021)
σχεδιασμός της τοποθέτησης με αξιοποίηση πολυπρακτορικών συστημάτων	(Song κ.ά., 2021)
εκτέλεση διαδικασιών ελέγχου συμβατότητας	(Song κ.ά., 2021)
ανίχνευση λειτουργικών αποκλίσεων	(Ruqnuzzaman κ.ά., 2026)

ανίχνευση παραβιάσεων των εγκαταστάσεων	(Song κ.ά., 2021)
εκτέλεση προβλεπτικών αναλύσεων	(Ruqnuzzaman κ.ά., 2026)
ενίσχυση της λειτουργίας ρομποτικών συστημάτων	(Ruqnuzzaman κ.ά., 2026)
πρόβλεψη ελλείψεων αποθεμάτων	(Ruqnuzzaman κ.ά., 2026)
δυναμική διαχείριση αποθεμάτων	(Song κ.ά., 2021) (Khan κ.ά., 2022)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
δικτύωση ZigBee	(Song κ.ά., 2021)
διασύνδεση MQTT	(Ruqnuzzaman κ.ά., 2026)
διασύνδεση CoAP	(Ruqnuzzaman κ.ά., 2026)
επικοινωνία μικρής εμβέλειας	(Song κ.ά., 2021)
δίκτυα ευρείας περιοχής χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας	(Ruqnuzzaman κ.ά., 2026)
ετικέτες και ταυτοποίηση μέσω RFID	(Song κ.ά., 2021)
αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας	(Song κ.ά., 2021)
ανιχνευτές πυρκαγιάς	(Song κ.ά., 2021)
μετρητές κατανάλωσης ενέργειας	(Song κ.ά., 2021)
ασύρματα δίκτυα αισθητήρων	(Song κ.ά., 2021)
αισθητήρες παρουσίας ανθρώπων	(Song κ.ά., 2021)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
πολυπρακτορικά συστήματα	(Song κ.ά., 2021)
τεχνητή νοημοσύνη	(Ruqnuzzaman κ.ά., 2026)
μηχανική μάθηση	(Ruqnuzzaman κ.ά., 2026)
ρομποτικά συστήματα	(Song κ.ά., 2021)
αλυσίδες συστοιχιών	(Ruqnuzzaman κ.ά., 2026)
αυτόνομα κινητά ρομπότ	(Ruqnuzzaman κ.ά., 2026)
σύστημα εντοπισμού θέσης σε εσωτερικούς χώρους	(Song κ.ά., 2021)
υπολογιστική άκρου	(Ruqnuzzaman κ.ά., 2026)
υπολογιστική νέφους	(Ruqnuzzaman κ.ά., 2026)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
βέλτιστη αξιοποίηση του αποθηκευτικού χώρου	(Song κ.ά., 2021)
βελτίωση της ροής εισόδου και εξόδου προϊόντων	(Khan κ.ά., 2022)
αναβάθμιση των διαδικασιών διαχείρισης προϊόντων	(Song κ.ά., 2021)
βελτιστοποίηση της δομής του χώρου αποθήκης	(Song κ.ά., 2021)
προώθηση των αυτοματοποιημένων συστημάτων αποθήκευσης και ανάκτησης	(Song κ.ά., 2021)
αναβάθμιση του επιπέδου ευφυΐας των τεχνολογιών αποθήκευσης στα logistics	(Song κ.ά., 2021)
αποδοτική διαχείριση και διοίκηση της αποθήκης	(Song κ.ά., 2021)
αντικατάσταση των χειροκίνητων διαδικασιών διαχείρισης αποθεμάτων με ένα έξυπνο οικοσύστημα, το οποίο προσφέρει αυτοματοποίηση, επιχειρησιακή ορατότητα σε πραγματικό χρόνο και ευέλικτη λήψη αποφάσεων	(Ruqnuzzaman κ.ά., 2026)
προγνωστική συντήρηση του εξοπλισμού	(Ruqnuzzaman κ.ά., 2026)
αύξηση της αξιοπιστίας και ανθεκτικότητας στο οικοσύστημα αποθήκευσης	(Ruqnuzzaman κ.ά., 2026)
μετάβαση από τα αυτοματοποιημένα καθοδηγούμενα οχήματα στα αυτόνομα κινητά ρομπότ	(Ruqnuzzaman κ.ά., 2026)

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Φόρτωση, εκφόρτωση και οριζόντια μετακίνηση**	
Τομέας	Εφοδιαστική Αλυσίδα
Ενότητα	4
Κεφάλαιο	4.4
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής	
○ σχεδιασμός και αυτοματισμός της φόρτωσης, εκφόρτωσης, στοίβαξης, οριζόντιας μετακίνησης και της τοποθέτησης ○ αυτοοργάνωση και συντονισμός της λειτουργίας του εξοπλισμού	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
παρακολούθηση της κατάστασης και της θέσης των ανυψωτικών μηχανημάτων	(Song κ.ά., 2021)
ενορχήστρωση της κίνησης των αυτοματοποιημένων καθοδηγούμενων οχημάτων	(Song κ.ά., 2021)
ανταλλαγή δεδομένων (όπως θέση, ταχύτητα, κατεύθυνση, φορτίο) μεταξύ των μονάδων για την αυτοοργάνωση του δικτύου	(Song κ.ά., 2021)
παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο κρίσιμων παραμέτρων του εξοπλισμού, όπως ο χρόνος λειτουργίας και η στάθμη της ενέργειας των μπαταριών	(Song κ.ά., 2021)
παροχή πληροφοριών και λήψη εντολών από χειριστές μέσω φορητών συσκευών για τη διευκόλυνση της επίβλεψης και της άμεσης ανθρώπινης παρέμβασης, όταν απαιτείται	(Khan κ.ά., 2022) (Song κ.ά., 2021)
απομακρυσμένη εποπτεία και έλεγχος του ρομποτικού εξοπλισμού	(Song κ.ά., 2021)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες γραμμής	(Song κ.ά., 2021)
αισθητήρες υπέρυθρων	(Song κ.ά., 2021)
αισθητήρες χρώματος	(Song κ.ά., 2021)
ζυγαριές	(Song κ.ά., 2021)
κάμερες και οπτικά συστήματα	(Song κ.ά., 2021)
ετικέτες και αναγνώριση RFID	(Song κ.ά., 2021)
δικτύωση WiFi	(Song κ.ά., 2021)
δικτύωση ZigBee	(Song κ.ά., 2021)
κινητή τηλεφωνία	(Song κ.ά., 2021)
δίκτυα ευρείας περιοχής χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας	(Song κ.ά., 2021)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
ρομποτικά συστήματα	(Song κ.ά., 2021) (Khan κ.ά., 2022)
αυτοματοποιημένα καθοδηγούμενα οχήματα	(Song κ.ά., 2021)
αυτόνομα κινητά ρομπότ	(Song κ.ά., 2021)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
βελτίωση της ταχύτητας και της λειτουργικής αποτελεσματικότητας των διαδικασιών	(Khan κ.ά., 2022) (Song κ.ά., 2021)
μείωση του λειτουργικού κόστους	(Khan κ.ά., 2022) (Song κ.ά., 2021)
επιτάχυνση των εργασιών	(Khan κ.ά., 2022)
λειτουργία χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση	(Khan κ.ά., 2022)

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Διανομή**	
Τομέας	Εφοδιαστική Αλυσίδα
Ενότητα	4
Κεφάλαιο	4.5
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής	
○ έξυπνη διαχείριση των κέντρων διανομής ○ αυτοματοποίηση των εργασιών ταξινόμησης και επισήμανσης ○ οργάνωση των διαδικασιών συλλογής και επανατοποθέτησης	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
χρήση νευρωνικών δικτύων για την αναγνώριση των προϊόντων	(Song κ.ά., 2021) (Khan κ.ά., 2022)
χειρισμός αυτοκινούμενων ρομποτικών μηχανισμών	(Song κ.ά., 2021) (Khan κ.ά., 2022)
ενσωμάτωση αισθητήρων σε έξυπνες ετικέτες	(Khan κ.ά., 2022)
προγραμματισμός διαδρομών διανομής μέσω γενετικών αλγορίθμων	(Zhou, 2022)
σύντηξη πληροφοριών που προέρχονται από πολλαπλούς αισθητήρες	(Song κ.ά., 2021)
δυναμικός εντοπισμός αντικειμένων	(Song κ.ά., 2021)
απομακρυσμένος έλεγχος των εργασιών	(Song κ.ά., 2021)
στρατηγικός σχεδιασμός της βέλτιστης τοποθέτησης προϊόντων	(Zhou, 2022)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
δίκτυα ευρείας περιοχής χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας	(Khan κ.ά., 2022)
αισθητήρες περιβάλλοντος (θερμοκρασίας, υγρασίας και φωτός)	(Khan κ.ά., 2022)
επικοινωνία Bluetooth	(Song κ.ά., 2021)
ετικέτες και αναγνώριση RFID	(Song κ.ά., 2021)
ασύρματα δίκτυα αισθητήρων	(Song κ.ά., 2021)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
ενσωματωμένα συστήματα	(Song κ.ά., 2021)
νευρωνικά δίκτυα	(Song κ.ά., 2021)
ρομποτικά συστήματα	(Song κ.ά., 2021)
έξυπνα εμπορευματοκιβώτια	(Khan κ.ά., 2022)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
δημιουργία προστιθέμενης αξίας στα προϊόντα	(Song κ.ά., 2021) (Khan κ.ά., 2022)
αποτελεσματική υποστήριξη και ενίσχυση της διαδικασίας διανομής	(Song κ.ά., 2021)
επιτάχυνση της διεκπεραίωσης των εργασιών	(Khan κ.ά., 2022)
βελτιστοποίηση της λήψης αποφάσεων	(Song κ.ά., 2021)
παράδοση των προϊόντων με χρονική ακρίβεια	(Khan κ.ά., 2022)

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Παράδοση**	
Τομέας	Εφοδιαστική Αλυσίδα
Ενότητα	4
Κεφάλαιο	4.6
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1

Όνομα Εφαρμογής	
○ παρακολούθηση και έλεγχος της διαδικασίας παράδοσης σε πραγματικό χρόνο ○ επίβλεψη της φυσικής ασφάλειας των αγαθών ○ παρακολούθηση της κατάστασης ευπαθών προϊόντων και των συνθηκών του περιβάλλοντός τους	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
διασύνδεση των τεχνικών πόρων του συστήματος παράδοσης	(Ding κ.ά., 2021)
χρήση τεχνολογίας RFID για εντοπισμό σε εσωτερικούς χώρους και δορυφορικών συστημάτων εντοπισμού θέσης για εντοπισμό σε εξωτερικούς χώρους	(Ding κ.ά., 2021)
επαναδρομολόγηση των παραδόσεων βάσει επικαιροποιημένων πληροφοριών (όπως αλλαγές σε ποσότητες, κυκλοφοριακές συνθήκες)	(Ding κ.ά., 2021) (Song κ.ά., 2021)
χρήση αισθητήρων για την ανίχνευση μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης στα φορτία	(Ding κ.ά., 2021)
χρήση κωδικών QR για τη ταυτοποίηση των διανομέων εξασφαλίζοντας την ιδιωτικότητά τους	(Ding κ.ά., 2021)
συλλογή δεδομένων σχετικά με τη κατάσταση των μεταφορικών μέσων	(Ding κ.ά., 2021)
συλλογή παραμέτρων σχετικά με τη κατάσταση του προσωπικού παράδοσης	(Ding κ.ά., 2021)
παροχή οδηγιών σωστής παράδοσης στο προσωπικό και πληροφοριών ανατροφοδότησης στους πελάτες για παραδόσεις ευπαθών προϊόντων	(Ding κ.ά., 2021)
συντονισμός της τοποθέτησης και την ασφαλούς παράδοσης προϊόντων σε έξυπνες θυρίδες	(Song κ.ά., 2021)
παροχή τεχνολογικού υπόβαθρου για παραδόσεις με αυτόνομα οχήματα και μη επανδρωμένα αεροχήματα	(Song κ.ά., 2021)
διαμοιρασμός των πληροφοριών της παράδοσης μεταξύ των παρόχων υπηρεσιών	(Ding κ.ά., 2021)
διασύνδεση με την υποδομή της έξυπνης πόλης και συνεργασίας με υπηρεσίες που παρέχει	(Javaid κ.ά., 2025)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
δικτύωση ZigBee	(Ding κ.ά., 2021)
ετικέτες και ταυτοποίηση RFID	(Ding κ.ά., 2021)
ασύρματα δίκτυα αισθητήρων	(Ding κ.ά., 2021)
ετικέτες με κωδικούς QR	(Ding κ.ά., 2021)
αισθητήρες περιβαλλοντικών παραμέτρων	(Ding κ.ά., 2021)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
ενσωματωμένα συστήματα	(Ding κ.ά., 2021)
δορυφορικά συστήματα εντοπισμού θέσης	(Ding κ.ά., 2021)
έξυπνες τερματικές συσκευές	(Ding κ.ά., 2021)
γεωγραφικά πληροφοριακά συστήματα	(Ding κ.ά., 2021)
κινητή τηλεφωνία	(Ding κ.ά., 2021)
μη επανδρωμένα αεροχήματα	(Song κ.ά., 2021) (Hassebo και Tealab, 2023)
αυτόνομα οχήματα	(Song κ.ά., 2021)
έξυπνες θυρίδες παραλαβής	(Song κ.ά., 2021)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
εισαγωγή νέων, προηγμένων και ευφυών μεθόδων παράδοσης	(Song κ.ά., 2021)
διασφάλιση της ασφάλειας και ακρίβειας της παράδοσης	(Ding κ.ά., 2021)
μείωση των αποτυχιών κατά την παράδοση	(Ding κ.ά., 2021)
πρόληψη φαινομένων κλοπής	(Ding κ.ά., 2021)
αποκλεισμός μη εξουσιοδοτημένων ατόμων από τη διαδικασία παράδοσης	(Ding κ.ά., 2021)

αύξηση της διαφάνειας στη μεταφορά ευπαθών προϊόντων	(Ding κ.ά., 2021)
συμβολή στην ανακούφιση του αστικού περιβάλλοντος έναντι της κυκλοφοριακής συμφόρησης	(Song κ.ά., 2021)
υποστήριξη καλύτερων υπηρεσιών σε απομακρυσμένες ή δυσπρόσιτες περιοχές	(Hassebo και Tealab, 2023)

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Διαχείριση αποθεμάτων**	
Τομέας	Εφοδιαστική Αλυσίδα
Ενότητα	4
Κεφάλαιο	4.7
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής	
ακριβής παρακολούθηση των αποθεμάτων σε πραγματικό χρόνο	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
εξασφάλιση της παροχής συνεχούς ενημέρωσης σχετικά με τα ακριβή επίπεδα αποθεμάτων σε πραγματικό χρόνο	(Bedi κ.ά., 2024)
πραγματοποίηση δυναμικών τροποποιήσεων στις διαδικασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας	(Bedi κ.ά., 2024)
παροχή στα ενδιαφερόμενα μέρη εργαλείων που τους επιτρέπουν να παρακολουθούν τις τάσεις της αγοράς και να αναπροσαρμόζουν την εμπορική τους στρατηγική, μέσω της υλοποίησης μέτρων (όπως η ενεργοποίηση προσφορών ή η άμεση αναπλήρωση αποθεμάτων)	(Hassebo και Tealab, 2023)
χρήση ετικετών RFID για αυτόματη, γρήγορη και ακριβή καταμέτρηση	(Bedi κ.ά., 2024)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες	(Bedi κ.ά., 2024)
ταυτοποίηση RFID	(Bedi κ.ά., 2024)
επικοινωνία μεταξύ συσκευών	(Hassebo και Tealab, 2023)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
ελαχιστοποίηση σφαλμάτων και αποκλίσεων μέσω της παροχής μιας ακριβούς εικόνας των αποθεμάτων	(Bedi κ.ά., 2024)
αποτελεσματική διαχείριση και οικονομική αποδοτικότητα διασφαλίζοντας την αποφυγή πλεονασματικού αποθέματος ή ελλείψεων	(Bedi κ.ά., 2024)
ενίσχυση της αποκρισιμότητας και της ευελιξίας του συστήματος	(Bedi κ.ά., 2024)
συμβολή στη βελτιστοποίηση της αξιοποίησης του αποθηκευτικού χώρου	(Hassebo και Tealab, 2023)
μείωση των χρόνων αναμονής	(Hassebo και Tealab, 2023)
αύξηση της ικανοποίησης των πελατών	(Hassebo και Tealab, 2023)

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων Περίπτωση Χρήσης: **Διαχείριση αποθεμάτων σε κλάδους** (Mashayekhy κ.ά., 2022)	
Τομέας	Εφοδιαστική Αλυσίδα
Ενότητα	4
Κεφάλαιο	4.7.1
Δεδομένα Εφαρμογής (Περίπτωσης Χρήσης)	
Πλαίσιο	
Προβλήματα	
Ανάγκες	
Εφαρμογή και Ρόλος του ΔτΠ	
Ανταλλακτικά και Αναλώσιμα Στον κλάδο της διαχείρισης ανταλλακτικών και αναλώσιμων, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων προγραμματίζει τους κύκλους συντήρησης και προβλέπει πιθανές βλάβες, διασφαλίζοντας την άμεση διαθεσιμότητα των απαιτούμενων υλικών στην κατάλληλη ποσότητα και χρόνο. Με αυτόν τον τρόπο, οι επιχειρήσεις βελτιστοποιούν τα επίπεδα αποθεμάτων με οικονομική αποδοτικότητα, ελαχιστοποιώντας τον κίνδυνο ελλείψεων και μεγιστοποιώντας το χρόνο διαθεσιμότητας του εξοπλισμού τους.	
Κατασκευαστικός Κλάδος Στον κατασκευαστικό κλάδο, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων επιτυγχάνει την πλήρη ορατότητα των αποθεμάτων στο εργοτάξιο, παρέχοντας σε πραγματικό χρόνο δεδομένα για τη θέση, την ποσότητα και την κατάσταση των υλικών μέσω τεχνολογίας RFID. Αυτό εξασφαλίζει μια βελτιστοποιημένη ροή υλικών προς τα σημεία χρήσης, διασφαλίζοντας ότι κάθε στοιχείο είναι διαθέσιμο στον κατάλληλο χώρο και την ακριβώς κατάλληλη στιγμή, εξαλείφοντας έτσι ελλείψεις, καθυστερήσεις ή πλεόνασμα ποσοτήτων.	
Εμπόριο Λιανικής Στο λιανεμπόριο, η διασύνδεση μηχανημάτων αυτόματων πωλήσεων και καταναλωτών μέσω του Διαδικτύου των Πραγμάτων επιτρέπει την συνεχή παρακολούθηση και έγκαιρη αναπλήρωση των αποθεμάτων, διευκολύνοντας την άμεση πρόσβαση των καταναλωτών στα προϊόντα στο πλησιέστερο σημείο πώλησης. Αυτή η διαδικασία όχι μόνο εξασφαλίζει την ομαλή κυκλοφορία των αποθεμάτων μέσω της στρατηγικής δρομολόγησης της ζήτησης, αλλά επιτρέπει και στο σύστημα να εξελίσσεται βάσει των καταναλωτικών μοτίβων.	
Βιομηχανία Τροφίμων Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων μεταμορφώνει τη διαχείριση αποθεμάτων στη βιομηχανία τροφίμων, προσφέροντας προηγμένες λύσεις παρακολούθησης και ελέγχου. Μέσω αισθητήρων και συνδεδεμένων συσκευών, επιτυγχάνεται η συνεχής παρακολούθηση των επιπέδων αποθέματος από την παραγωγή μέχρι τον τελικό καταναλωτή. Επιτρέπει την ακριβή καταγραφή θερμοκρασιών και την ελαχιστοποίηση απωλειών κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού. Επιπλέον, παρέχει άμεση ενημέρωση για κρίσιμα επίπεδα αποθεμάτων, διασφαλίζοντας ότι τα τρόφιμα διατηρούνται στις κατάλληλες συνθήκες, οδηγώντας σε σημαντική βελτίωση της απόδοσης, με δυνατότητες αύξησης μέχρι 66% στην αποτελεσματικότητα του συστήματος διαχείρισης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα καλύτερη διαχείριση πόρων, ελαχιστοποίηση σπατάλης και ενίσχυση της ασφάλειας των τροφίμων καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας από την παραγωγή μέχρι την κατανάλωση.	
Φαρμακευτικός Κλάδος Στον φαρμακευτικό κλάδο, η αξιοποίηση ετικετών RFID από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αποτελεί θεμελιώδες εργαλείο για τη διαχείριση αποθεμάτων, με ιδιαίτερη έμφαση στην παρακολούθηση ημερομηνιών λήξης. Μέσω ετικετών που τοποθετούνται σε κάθε συσκευασία φαρμάκου, επιτυγχάνεται η συνεχής παρακολούθηση των ημερομηνιών λήξης, επιτρέποντας στους	

διαχειριστές να εντοπίζουν εγκαίρως τα φάρμακα που πλησιάζουν στη λήξη τους. Με αυτό τον τρόπο μπορούν να προβούν στην έγκαιρη εφαρμογή αποτελεσματικών στρατηγικών διαχείρισης, όπως η πρόβλεψη και ο προγραμματισμός της αντίστροφης ροής των ληγμένων φαρμάκων πριν αυτά καταστούν ακατάλληλα για χρήση, μειώνοντας σημαντικά τη σπατάλη και ενισχύοντας τη συνολική βιωσιμότητα του συστήματος φαρμακευτικής εφοδιαστικής αλυσίδας. Η ακριβής παρακολούθηση μέσω RFID οδηγεί επίσης σε μείωση σφαλμάτων και βελτιστοποίηση της αξιοποίησης του αποθηκευτικού χώρου στις φαρμακαποθήκες.
Αποτελέσματα και Συμπεράσματα

Παράρτημα Ε.5: Εξαγωγή Δεδομένων - Ενότητα 5

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Κυκλική Οικονομία**	
Τομέας	Εφοδιαστική Αλυσίδα
Ενότητα	5
Κεφάλαιο	5.1
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής	
○ παρακολούθηση προϊόντων ○ διαχείριση κύκλου χρήσης και ζωής	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
παρακολούθηση του κύκλου χρήσης και του κύκλου ζωής ενός προϊόντος	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
εντοπισμός σε όλα τα στάδια της κυκλικότητας	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
παρακολούθηση της κατάστασης των προϊόντων	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
παροχή πληροφοριών για την λήψη αποφάσεων σχετικά με την επαναχρησιμοποίηση, την ανακατασκευή ή την ανάκτηση υλικών, μέσω δεδομένων σε πραγματικό χρόνο που αφορούν την κατάσταση του προϊόντος και τον υπολειπόμενο ωφέλιμο χρόνο ζωής	(Rejeb κ.ά., 2022)
αυτοματοποίηση συλλογής προϊόντων στο τέλος της ζωής τους και διαχείριση αποβλήτων	(Rejeb κ.ά., 2022)
διασφάλιση της συλλογής, της αποθήκευσης και του διαμοιρασμού δεδομένων σε μορφή συναλλαγών, με χρήση αλυσίδων συστοιχιών	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
εφαρμογή αρχών διαχείρισης κύκλου ζωής προϊόντος για τη βελτίωση των αρθρωμάτων και εναλλάξιμων εξαρτημάτων, βελτιώνοντας την ανακυκλωσιμότητά των προϊόντων	(Nobre και Tavares, 2020)
παρακολούθηση της θέσης και της ποιότητας των εξαρτημάτων για την αξιολόγηση της κατάστασής τους	(Nobre και Tavares, 2020)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες και αρθρώματα παρακολούθησης	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
διασυνδεδεμένοι κόμβοι και συσκευές του Διαδικτύου των Πραγμάτων	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
ετικέτες και αναγνώστες RFID	(Rejeb κ.ά., 2022) (Voulgaridis κ.ά., 2022)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
αλυσίδες συστοιχιών	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
υπολογιστική άκρου	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
δίκτυα κινητής τηλεφωνίας 5G	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
τεχνητή νοημοσύνη	(Rejeb κ.ά., 2022)
μεγάλα δεδομένα	(Rejeb κ.ά., 2022)
υπολογιστική νέφους	(Rejeb κ.ά., 2022)
εικονική πραγματικότητα	(Rejeb κ.ά., 2022)
επαυξημένη πραγματικότητα	(Rejeb κ.ά., 2022)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
βελτίωση της απόδοσης στις λειτουργίες της κυκλικής οικονομίας	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
υποστήριξη λήψης αποφάσεων για την πιθανότητα χρήσης επαναχρησιμοποίησης ή ανακατασκευής	(Voulgaridis κ.ά., 2022)

διαχείριση αποθεμάτων και ακριβείς μετρήσεις	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
μείωση των κινδύνων που συνδέονται με τις στρατηγικές επαναχρησιμοποίησης	(Rejeb κ.ά., 2022)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	2
Όνομα Εφαρμογής	
○ αύξηση της αποδοτικότητας των πόρων ○ προβλεπτική λειτουργία και συντήρηση των αποθεμάτων	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
βελτιστοποίηση των χρονοδιαγραμμάτων παραγωγής για αποσυναρμολόγηση των προϊόντων και επαναχρησιμοποίηση υλικών	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
παρακολούθηση και έλεγχος κατανάλωσης πόρων όπως νερό και ενέργεια	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
προληπτική συντήρηση προϊόντων	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
πρόβλεψη διακοπών σε βιομηχανικές μηχανές συσκευασίας	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
αυτόνομη βελτιστοποίηση κατανάλωσης ενέργειας και νερού μέσω παρακολούθησης της συμπεριφοράς των μηχανών	(Nobre και Tavares, 2020)
βελτιστοποίηση εξοικονόμησης υλικών μέσω έξυπνων συνδεδεμένων συσκευών	(Nobre και Tavares, 2020)
εξοικονόμηση χρήσης πόρων και κατανάλωσης ενέργειας μέσω αποκεντρωμένων υποδομών πληροφορικής	(Nobre και Tavares, 2020)
παροχή αυτονομίας σε απομονωμένο εξοπλισμό πληροφορικής με χρήση ανανεώσιμης ενέργειας (όπως φως, κίνηση, θερμότητα)	(Nobre και Tavares, 2020)
διαχείριση παραγωγής, παρακολούθησης, κατανάλωσης και πώλησης ανανεώσιμης ενέργειας αξιοποιώντας τη μέθοδο συμψηφισμού	(Nobre και Tavares, 2020)
χειρισμός ενεργοποιητών για τον έλεγχο μεταβλητών του περιβάλλοντος	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
ανάλυση δεδομένων για βελτιστοποίηση πόρων και συστημάτων με αξιοποίηση τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
ενεργοποιητές	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
κυβερνοφυσικά συστήματα	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
τεχνητή νοημοσύνη	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
μηχανική μάθηση	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
μεγάλα δεδομένα	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
μεθοδολογίες αναλυτικής δεδομένων	(Nobre και Tavares, 2020)
συστήματα παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές	(Nobre και Tavares, 2020)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
αξιοποίηση έξυπνων υλικών, χρήση μόνο του τύπου και της ποσότητας που απαιτείται	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
μείωση εξόδων μέσω προληπτικής συντήρησης	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
ελαχιστοποίηση κατανάλωσης πρώτων υλικών	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
βελτίωση παραγωγικότητας εργασίας	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
σχεδιασμός δράσης βιωσιμότητας σε έξυπνα κυκλικά κτίρια	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
μείωση κόστους και αποβλήτων κατά την ανακατασκευή	(Rejeb κ.ά., 2022)
ελαχιστοποίηση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και άλλων ρύπων	(Nobre και Tavares, 2020)

περιορισμός της ανάγκης ύπαρξης τοπικής φυσικής υποδομής εφαρμόζοντας πράσινες προσεγγίσεις δημιουργίας υποδομών πληροφορικής, με αποτέλεσμα την ελαχιστοποίηση του περιβαλλοντικού αντίκτυπου	(Nobre και Tavares, 2020)
επίτευξη αυτόνομης λειτουργίας σε δυσπρόσιτες περιοχές	(Nobre και Tavares, 2020)
μείωση των αβεβαιοτήτων κατά την αποδόμηση, αποφυγή ζημιάς και βελτιστοποίηση της δημιουργίας αξίας κατά την ανακατασκευή με χρήση μεγάλων δεδομένων	(Rejeb κ.ά., 2022)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	3
Όνομα Εφαρμογής	
○ δημιουργία συνεργατικών οικοσυστημάτων δεδομένων ○ ενίσχυση της διαφάνειας	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
διαμοιρασμός δεδομένων μεταξύ εταιρειών για πρακτικές και αποδοτικές λύσεις	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
παροχή ψηφιακών διαβατηρίων για προϊόντα	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
διασφάλιση διαφάνειας μεταξύ των μερών των κυκλικών αλυσίδων	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
υπηρεσιοποίηση της διάθεσης προϊόντων	(Rejeb κ.ά., 2022)
παρακολούθηση των βιογραφικών προϊόντων, δηλαδή του ιστορικού συνθήκων, συντήρησης, τεχνικής υποστήριξης και αναβαθμίσεων	(Rejeb κ.ά., 2022)
υποστήριξη της μετάβασης σε μοντέλα βασισμένα σε αρχές οικονομικής, κοινωνικής και περιβαλλοντικής βιωσιμότητας	(Rejeb κ.ά., 2022)
ενίσχυση του οικολογικού σχεδιασμού και της βελτιστοποίησης πόρων	(Rejeb κ.ά., 2022)
δημιουργία συνεργατικών πλατφορμών, κοινική χρήση πόρων και δεδομένων	(Rejeb κ.ά., 2022)
διασύνδεση εταιριών σε ένα περιβάλλον βιομηχανικής συμβίωσης, διαμοιρασμός πόρων και παρακολούθηση ροών υλικών	(Rejeb κ.ά., 2022)
υποστήριξη εναλλακτικών μοντέλων διάθεσης προϊόντων όπως "Προϊόν ως Υπηρεσία" και μίσθωση για βελτίωση και παράταση του χρόνου χρήσης των αποθεμάτων	(Nobre και Tavares, 2020)
αξιοποίηση ηλεκτρονικών χώρων αγορών για την διάθεση, προμήθεια και διαχείριση ανακυκλώσιμων υλικών	(Nobre και Tavares, 2020)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
πύλες Διαδικτύου των Πραγμάτων	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
αισθητήρες εντοπισμού με μοναδικούς αναγνωριστικούς κώδικες, σε επίπεδο αντικειμένου	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
διασυνδεδεμένα έξυπνα προϊόντα	(Rejeb κ.ά., 2022)
αισθητήρες	(Rejeb κ.ά., 2022)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
αλυσίδες συστοιχιών	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
υπολογιστική νέφους	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
τεχνητή νοημοσύνη	(Rejeb κ.ά., 2022)
μεγάλα δεδομένα	(Rejeb κ.ά., 2022)
αναλυτική δεδομένων	(Nobre και Tavares, 2020)
ηλεκτρονικοί χώροι αγορών	(Nobre και Tavares, 2020)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
δημιουργία αποκεντρωμένων συστημάτων παραγωγής και επιχειρηματικών συστημάτων	(Voulgaridis κ.ά., 2022)

αξιόπιστες διαδικασίες με ασφαλείς ανταλλαγές δεδομένων που προστατεύουν τα δεδομένα των συμμετεχόντων στην κυκλική αλυσίδα	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
παροχή αυξημένης αξίας στους πελάτες και δημιουργία ανταγωνιστικών πλεονεκτημάτων	(Rejeb κ.ά., 2022)
μείωση στα λειτουργικά κόστη, αύξηση στα έσοδα και ενδυνάμωση μακροχρόνιων επιχειρηματικών σχέσεων	(Rejeb κ.ά., 2022)
ενίσχυση της καινοτομίας μέσω της συνεργασίας και της βελτίωσης της ανταγωνιστικότητας	(Rejeb κ.ά., 2022)
αύξηση ποσοστών κοινής χρήσης και επαναχρησιμοποίησης (βιομηχανική συμβίωση)	(Nobre και Tavares, 2020)

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Ανακύκλωση**	
Τομέας	Εφοδιαστική Αλυσίδα
Ενότητα	5
Κεφάλαιο	5.1.1
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής	
○ υποστήριξη διαδικασιών ανακύκλωσης ○ αυτοματοποίηση της συλλογής και του διαχωρισμό απορριμμάτων	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
παρακολούθηση της παραγωγής απορριμμάτων και των ροών ανακύκλωσης για τη βελτίωση της απόδοσης των διαδικασιών	(Subhedar, Mahalle και Pawar, 2025)
αυτοματοποίηση του διαχωρισμού και της τακτοποίησης των ανακυκλώσιμων υλικών, συμπεριλαμβανομένης της αυτοματοποιημένης απομόνωσης μικτών βιομηχανικών/τεχνικών μη οργανικών αποβλήτων	(Nobre και Tavares, 2020) (Hassebo και Tealab, 2023)
βελτιστοποίηση της συλλογής απορριμμάτων και των αντίστροφων logistics	(Subhedar, Mahalle και Pawar, 2025) (Rejeb κ.ά., 2022) (Nobre και Tavares, 2020)
παρακολούθηση των επιπέδων απορριμμάτων σε έξυπνους κάδους για την εξασφάλιση της έγκαιρης συλλογής και την αποφυγή της υπερπλήρωσης	(Subhedar, Mahalle και Pawar, 2025) (Rejeb κ.ά., 2022) (Nobre και Tavares, 2020)
παροχή οδηγιών και βοήθειας στους πολίτες ώστε να αναγνωρίζουν την σωστή κατηγορία απορριμμάτων για την ανακύκλωση, προωθώντας σωστές πρακτικές ανακύκλωσης	(Hassebo και Tealab, 2023)
παροχή λεπτομερειακών πληροφοριών σχετικά με τη σύσταση των προϊόντων για την επίτευξη μεγαλύτερης ακρίβειας στην ανάκτηση υλικών	(Rejeb κ.ά., 2022)
εκπαίδευση σε σύνολα δεδομένων για την τροφοδότηση μοντέλων σε έξυπνους κάδους για την αυτοματοποιημένη τακτοποίηση και δρομολόγηση των απορριμμάτων	(Abubakar, Gillam και Sastry, 2026)
παροχή υποδομής για την μετάδοση δεδομένων και την παρακολούθηση εντός των διαδικασιών ανακύκλωσης	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
εκτέλεση αναλύσεων για την παρακολούθηση των ροών ανακύκλωσης και τη βελτιστοποίηση των λειτουργικών διαδικασιών	(Rejeb κ.ά., 2022) (Voulgaridis κ.ά., 2022)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	

αισθητήρες και ετικέτες για ταυτοποίηση (όπως RFID)	(Subhedar, Mahalle και Pawar, 2025) (Abubakar, Gillam και Sastry, 2026) (Rejeb κ.ά., 2022) (Nobre και Tavares, 2020)
κόμβοι Διαδικτύου των Πραγμάτων	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
πύλες Διαδικτύου των Πραγμάτων	(Voulgaridis κ.ά., 2022)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
έξυπνοι κάδοι	(Subhedar, Mahalle και Pawar, 2025) (Abubakar, Gillam και Sastry, 2026) (Hassebo και Tealab, 2023)
τεχνητή νοημοσύνη	(Abubakar, Gillam και Sastry, 2026)
μηχανική μάθηση	(Abubakar, Gillam και Sastry, 2026)
συνελικτικά νευρωνικά δίκτυα	(Abubakar, Gillam και Sastry, 2026)
μεγάλα δεδομένα	(Subhedar, Mahalle και Pawar, 2025) (Rejeb κ.ά., 2022)
αναλυτική δεδομένων	(Subhedar, Mahalle και Pawar, 2025) (Rejeb κ.ά., 2022)
αλυσίδες συστοιχιών	(Rejeb κ.ά., 2022) (Voulgaridis κ.ά., 2022)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
μείωση της συνολικής περιβαλλοντικής επίπτωσης μέσω του περιορισμού υπερπλήρωσης κάδων απορριμμάτων και της βελτίωσης της απόδοσης της ανακύκλωσης	(Subhedar, Mahalle και Pawar, 2025) (Hassebo και Tealab, 2023)
αποτελεσματικό κλείσιμο της κυκλικής αλυσίδας	(Rejeb κ.ά., 2022)
επίτευξη υψηλότερων ποσοστών ανακύκλωσης	(Rejeb κ.ά., 2022)
μείωση των αβεβαιοτήτων στη διαχείριση απορριμμάτων	(Rejeb κ.ά., 2022)
προώθηση σωστών συνηθειών ανακύκλωσης στους πολίτες και τους χρήστες μέσω της έξυπνης ταυτοποίησης	(Hassebo και Tealab, 2023)
αυτοματοποιημένη απομόνωση βιομηχανικών απορριμμάτων, μειώνοντας την ανάγκη για χειροκίνητη εργασία και αυξάνοντας την ακρίβεια	(Nobre και Tavares, 2020)

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Περιορισμός της Σπατάλης Τροφίμων**	
Τομέας	Εφοδιαστική Αλυσίδα
Ενότητα	5
Κεφάλαιο	5.1.2
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής ○ δυναμική συντήρηση προϊόντων ○ παρακολούθηση ποιότητας	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	

διατήρηση της ακεραιότητας και ποιότητας των τροφίμων και επέκταση του χρόνου ζωής μέσω προληπτικού ελέγχου του περιβάλλοντος και άμεσης αξιολόγησης της ποιότητας	(Iqbal και Kang, 2024) (Zhang κ.ά., 2025)
συνεχής παρακολούθηση και δυναμική προσαρμογή συνθηκών διατήρησης (θερμοκρασία, υγρασία, επίπεδα αερίων) για διατήρηση της φρεσκάδας	(Iqbal και Kang, 2024) (Zhang κ.ά., 2025)
παρακολούθηση των συνθηκών αποθήκευσης και ανίχνευση πηγών μόλυνσης στα σημεία πώλησης	(Iqbal και Kang, 2024)
δημιουργία ειδοποιήσεων σε προκαθορισμένα επίπεδα κορεσμού αερίων που εκπέμπονται από αλλοιωμένα τρόφιμα για τον εντοπισμό αλλοιωμένων προϊόντων	(Iqbal και Kang, 2024)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες περιβάλλοντος	(Iqbal και Kang, 2024)
βιοαισθητήρες	(Iqbal και Kang, 2024)
δίκτυα ασύρματων αισθητήρων	(Zhang κ.ά., 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
αλυσίδες συστοιχιών	(Zhang κ.ά., 2025)
έξυπνα συμβόλαια	(Zhang κ.ά., 2025)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
μείωση του ρυθμού αλλοίωσης κατά 43%	(Iqbal και Kang, 2024)
επέκταση της πρωτογενούς διάρκειας ζωής των προϊόντων έως και 2,4 φορές	(Iqbal και Kang, 2024)
διασφάλιση της ακεραιότητας ευπαθών αγαθών (κατεψυγμένα και φρέσκα) στην εφοδιαστική αλυσίδα	(Zhang κ.ά., 2025)
πρόληψη μόλυνσης άλλων αποθεμάτων μέσω έγκαιρης ανίχνευσης και απομάκρυνσης ακατάλληλων τροφίμων	(Iqbal και Kang, 2024)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	2
Όνομα Εφαρμογής	
○ βελτιστοποίηση ροής της αλυσίδας τροφίμων ○ διαχείριση αποθεμάτων	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
λεπτομερής παρακολούθηση συναλλαγών και παρακολούθηση προϊόντων μέσω γεωγραφικών δεδομένων σε πραγματικό χρόνο	(Zhang κ.ά., 2025)
ανανέωση, παρακολούθηση και διαχείριση αποθεμάτων	(Jayanthi, Kamali Rosalin και Harshni, 2025)
εντοπισμός προϊόντων με χρήση έξυπνων ετικετών	(Zhang κ.ά., 2025)
υποστήριξη της στοχευμένης απομόνωσης προϊόντων συγκεκριμένων προμηθευτών σε περιπτώσεις ανακλήσεων	(Zhang κ.ά., 2025)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
γεωγραφικά πληροφοριακά συστήματα	(Zhang κ.ά., 2025)
δορυφορικά συστήματα εντοπισμού θέσης	(Zhang κ.ά., 2025)
ετικέτες RFID (ενσωματωμένες σε τελικά προϊόντα)	(Zhang κ.ά., 2025)
ετικέτες με κώδικες QR	(Zhang κ.ά., 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
αλυσίδες συστοιχιών	(Zhang κ.ά., 2025)
έξυπνα συμβόλαια	(Zhang κ.ά., 2025)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
βελτίωση της ορατότητας και της ακρίβειας στην κίνηση των τροφίμων για ελαχιστοποίηση απωλειών κατά τη μεταφορά και αποθήκευση	(Iqbal και Kang, 2024) (Zhang κ.ά., 2025)
μείωση αποβλήτων στα logistics και ιδιαιτέρως στην αποθήκευση με παράλληλη μείωση κατανάλωσης ενέργειας	(Zhang κ.ά., 2025)

αντιμετώπιση απρόβλεπτων ανακλήσεων τροφίμων, σημαντικού παράγοντα απώλειας τροφίμων, με ακριβή στόχευση του πεδίου ανάκλησης	(Zhang κ.ά., 2025)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	3
Όνομα Εφαρμογής	
εντοπισμός σημείων σπατάλης	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
ευθυγράμμιση παραγωγής και διάθεσης τροφίμων με την πραγματική ζήτηση των καταναλωτών με χρήση αναλυτικής δεδομένων	(Jayanthi, Kamali Rosalin και Harshni, 2025)
εντοπισμός "θερμών σημείων" σπατάλης και αναγνώριση περιόδων υψηλής σπατάλης	(Jayanthi, Kamali Rosalin και Harshni, 2025)
πρόβλεψη ζήτησης για ελαχιστοποίηση υπερπαραγωγής και βελτιστοποίηση σχεδιασμού διάθεσης τροφίμων	(Jayanthi, Kamali Rosalin και Harshni, 2025)
εφαρμογή δυναμικών προσαρμογών τιμών βάσει ημερομηνιών λήξης και πρόβλεψη χρονικού εύρους πώλησης	(Zhang κ.ά., 2025)
ανίχνευση ασυνήθιστων αυξήσεων στη δημιουργία αποβλήτων σε πραγματικό χρόνο	(Jayanthi, Kamali Rosalin και Harshni, 2025)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
ζυγαριές	(Jayanthi, Kamali Rosalin και Harshni, 2025)
αισθητήρες	(Jayanthi, Kamali Rosalin και Harshni, 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
έξυπνοι κάδοι απορριμμάτων	(Jayanthi, Kamali Rosalin και Harshni, 2025)
τεχνητή νοημοσύνη	(Jayanthi, Kamali Rosalin και Harshni, 2025)
μηχανική μάθηση	(Jayanthi, Kamali Rosalin και Harshni, 2025)
αναλυτική δεδομένων	(Jayanthi, Kamali Rosalin και Harshni, 2025)
στατιστική ανάλυση	(Jayanthi, Kamali Rosalin και Harshni, 2025)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
αύξηση της επιχειρησιακής απόδοσης	(Jayanthi, Kamali Rosalin και Harshni, 2025)
μείωση ανακλήσεων	(Zhang κ.ά., 2025)
οικονομικά αποδοτική διαχείριση ανακλήσεων, ενισχυμένη από περιορισμό εργατοωρών	(Zhang κ.ά., 2025)

στην εστίαση, ενεργοποίηση δυναμικών αλλαγών σε μερίδες φαγητού, μενού και λειτουργίες κουζίνας για ελαχιστοποίηση σπατάλης	(Jayanthi, Kamali Rosalin και Harshni, 2025)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	4
Όνομα Εφαρμογής	
κλείσιμο του κύκλου με ανάκτηση πόρων	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
επιθεωρήσεις αποθεμάτων με ηλεκτρονικά μέσα και απομάκρυνση ληγμένων προϊόντων για ανακύκλωση	(Iqbal και Kang, 2024)
συλλογή αλλοιωμένων ειδών από το επίπεδο λιανικής για ανακύκλωση σε δευτερογενή προϊόντα	(Iqbal και Kang, 2024)
υποστήριξη αναδιανομής πλεονασματικών ποσοτήτων τροφίμων για ελαχιστοποίηση όγκου που καταλήγει σε χωματερές	(Iqbal και Kang, 2024)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες	(Iqbal και Kang, 2024)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
μηχανική μάθηση	(Iqbal και Kang, 2024)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
κλείσιμο του κύκλου με επαναχρησιμοποίηση ή μετατρέποντας αναπόφευκτα απορρίμματα τροφίμων σε δευτερεύουσες πρώτες ύλες	(Iqbal και Kang, 2024)
αξιοποίηση του 100% των απορριμμάτων τροφίμων που δημιουργούνται στην πρωτογενή αλυσίδα τροφίμων	(Iqbal και Kang, 2024)
μείωση κόστους υλικών για παραγωγή δευτερογενών προϊόντων κατά 62%	(Iqbal και Kang, 2024)
μείωση κόστους συντήρησης τροφίμων κατά 65.8%	(Iqbal και Kang, 2024)

Παράρτημα Ε.6: Εξαγωγή Δεδομένων - Ενότητα 6

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Λιανικό Εμπόριο**	
Τομέας	Εφοδιαστική Αλυσίδα
Ενότητα	6
Κεφάλαιο	6.1
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής	
○ παροχή εξατομικευμένης αλληλεπίδρασης με τους/τις πελάτες/-ισσες ○ αναβάθμιση της εμπειρίας αγοράς	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
παροχή εξατομικευμένης διαφήμισης, στοχευμένων προωθητικών ενεργειών και ανταμοιβών στους/στις πελάτες/-ισσες βάσει του προσωπικού τους προφίλ, της πραγματικής τοποθεσίας τους στο κατάστημα (μέσω φάρων εντοπισμού) και του ιστορικού της αγοραστικής συμπεριφοράς τους	(Kaur κ.ά., 2022) (Saxena και Dhote, 2023)
εμπλουτισμός της εμπειρίας και χρήση διαδραστικότητας μέσω τρισδιάστατης απεικόνισης προϊόντων, εικονικής δοκιμής μέσω επαυξημένης πραγματικότητας, γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ φυσικής και ηλεκτρονικής περιήγησης	(Kaur κ.ά., 2022) (Shekhawat, 2022)
παροχή οδηγιών πλοήγησης στους χώρους με επαυξημένη πραγματικότητα και ψηφιακούς χάρτες για να εντοπίσουν οι πελάτες/-ισσες συγκεκριμένα προϊόντα ή τμήματα γρήγορα, μειώνοντας την τριβή κατά την περιήγηση και εξερεύνηση των χώρων	(Kaur κ.ά., 2022) (Shekhawat, 2022)
παροχή άμεσης σύνδεσης και λήψης βοήθειας από το προσωπικό του καταστήματος με ένα κλικ	(Kaur κ.ά., 2022)
δημιουργία έξυπνων δοκιμαστηρίων που προσφέρουν πληροφορίες διαθεσιμότητας παραλλαγών μεγέθους και χρώματος και εναλλακτικές προτάσεις προϊόντων σε ενσωματωμένες οθόνες, δημιουργώντας ευκαιρίες για διασταυρούμενες πωλήσεις	(Saxena και Dhote, 2023)
ανάλυση συμπεριφοράς και συναισθημάτων με χρήση διάχυτων αισθητήρων για την παρακολούθηση φυσιολογικών δεικτών (όπως καρδιακός ρυθμός, θερμοκρασία) ή επιπέδων εμπλοκής για τον εντοπισμό πελατών που εμφανίζουν άγχος και παροχή άμεσης ανθρώπινης παρέμβασης ή στοχευμένων εκπτώσεων	(Saxena και Dhote, 2023)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
έξυπνα τηλέφωνα	(Kaur κ.ά., 2022) (Saxena και Dhote, 2023)
φορετές συσκευές	(Kaur κ.ά., 2022) (Saxena και Dhote, 2023)
φάροι εντοπισμού	(Kaur κ.ά., 2022) (Saxena και Dhote, 2023)
Bluetooth χαμηλής ενέργειας	(Kaur κ.ά., 2022) (Saxena και Dhote, 2023)
αισθητήρες για βιομετρικά δεδομένα	(Kaur κ.ά., 2022) (Saxena και Dhote, 2023)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	

τεχνητή νοημοσύνη	(Kaur κ.ά., 2022) (Shekhawat, 2022) (Saxena και Dhote, 2023)
μηχανική μάθηση	(Kaur κ.ά., 2022) (Shekhawat, 2022) (Saxena και Dhote, 2023)
επαυξημένη πραγματικότητα	(Kaur κ.ά., 2022) (Shekhawat, 2022) (Saxena και Dhote, 2023)
αναλυτική δεδομένων	(Kaur κ.ά., 2022) (Shekhawat, 2022) (Saxena και Dhote, 2023)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
δημιουργία εμπειρίας αγορών χωρίς τριβές που ενισχύει την πιστότητα των πελατών/-ισσών	(Kaur κ.ά., 2022)
υψηλότερα ποσοστά μετατροπής (επισκεπτών/-πτριών σε πελάτες/-ισσες) μέσω προδραστικών και εξατομικευμένων διασταυρούμενων πωλήσεων και αναβαθμίσεων πωλήσεων	(Saxena και Dhote, 2023)
καλύτερη εξυπηρέτηση πελάτη/-ισσας κατά τη φάση εξερεύνησης απλοποιώντας την πλοήγηση και την αναζήτηση προϊόντων	(Kaur κ.ά., 2022) (Shekhawat, 2022)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	2
Όνομα Εφαρμογής	
○ αυτοματοποίηση διαδικασίας πληρωμής ○ διάθεση έξυπνων εργαλείων πελάτη/-ισσας	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
χρήση εξελιγμένων σαρωτών με ταυτόχρονη σάρωση πολλαπλή αντικειμένων για παρακολούθηση και γρήγορη διεκπεραίωση συναλλαγών	(Ariff κ.ά., 2026)
παρακολούθηση και διαχείριση αγορών με χρήση έξυπνων καροτσιών/καλαθιών που ενσωματώνουν αισθητήρες βάρους, κάμερες με οπτική αναγνώριση πολλαπλών αντικειμένων, αναγνώστες RFID και σαρωτές γραμμοκώδικα	(Saxena και Dhote, 2023)
ενημέρωση πελατών/-ισσών για προσφορές και προωθητικές ενέργειες με χρήση οθονών ενσωματωμένων σε έξυπνα καρότσια/καλάθια κατά τη διάρκεια αγορών	(Saxena και Dhote, 2023)
υλοποίηση λύσεων λιανικής χωρίς ταμεία και ουρές, μέσω συστημάτων αναγνώρισης προϊόντων και αυτόματης ηλεκτρονικής πληρωμής	(Shekhawat, 2022) (Saxena και Dhote, 2023)
ενίσχυση ασφάλειας και πρόληψη κλοπής με τον εντοπισμό αποκλίσεων βαρών μεταξύ αναμενόμενων προϊόντων και πραγματικών αντικειμένων στο ταμείο	(Ariff κ.ά., 2026)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
υπολογιστική άκρου	(Ariff κ.ά., 2026)
μικροελεγκτές (όπως ESP32)	(Ariff κ.ά., 2026)
ζυγαριές	(Ariff κ.ά., 2026)
κάμερες	(Saxena και Dhote, 2023)
αναγνώστες και ετικέτες NFC	(Ariff κ.ά., 2026)
αναγνώστες και ετικέτες RFID	(Ariff κ.ά., 2026)
αναγνώστες γραμμοκώδικα	(Saxena και Dhote, 2023)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
υπολογιστική όραση	(Saxena και Dhote, 2023)

έξυπνα καρότσια/καλάθια	(Saxena και Dhote, 2023)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
επιτάχυνση της ροής συναλλαγών	(Ariff κ.ά., 2026)
περιορισμός του χρόνου αναμονής στις ουρές (από αρκετά λεπτά σε λιγότερο από ένα λεπτό)	(Ariff κ.ά., 2026) (Saxena και Dhote, 2023)
μείωση της ανθρώπινης εργασίας στα ταμεία	(Ariff κ.ά., 2026) (Saxena και Dhote, 2023)
αύξηση της ικανοποίησης των πελατών/-ισσών	(Ariff κ.ά., 2026)
αύξηση στις πωλήσεις λόγω αυτοματοποιημένων προωθητικών ενεργειών	(Saxena και Dhote, 2023)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	3
Όνομα Εφαρμογής	
○ δυναμική τιμολόγηση ○ παροχή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
δυναμική τιμολόγηση με χρήση ηλεκτρονικών ετικετών ραφιού για άμεση ενημέρωση τιμών σε όλο το κατάστημα χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση	(AlQahtani κ.ά., 2025) (Shekhawat, 2022)
αυτοματοποιημένη ενημέρωση πελατών/-ισσών για ποσότητες και διαθεσιμότητα, ημερομηνία λήξης και προδιαγραφές προϊόντων μέσω ηλεκτρονικών ετικετών	(AlQahtani κ.ά., 2025) (Shekhawat, 2022)
δυναμική εφαρμογή προωθητικών ενεργειών και εκπτώσεων	(Shekhawat, 2022)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες και επικοινωνία εγγύτητας	(Shekhawat, 2022) (AlQahtani κ.ά., 2025)
κινητές συσκευές	(Shekhawat, 2022)
ασύρματα δίκτυα χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας	(Shekhawat, 2022) (AlQahtani κ.ά., 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
διαδραστικές οθόνες	(AlQahtani κ.ά., 2025) (Shekhawat, 2022)
οθόνες ηλεκτρονικής μελάνης	(AlQahtani κ.ά., 2025) (Shekhawat, 2022)
υπολογιστική νέφους	(Shekhawat, 2022) (AlQahtani κ.ά., 2025)
ανίχνευση παρεκκλίσεων	(Shekhawat, 2022) (AlQahtani κ.ά., 2025)
τεχνητή νοημοσύνη	(Shekhawat, 2022) (AlQahtani κ.ά., 2025)
τεχνητά νευρωνικά δίκτυα	(AlQahtani κ.ά., 2025)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
εξάλειψη ανθρώπινων σφαλμάτων στην επισήμανση τιμών	(Shekhawat, 2022)
παροχή ακριβών και επικαιροποιημένων δεδομένων απευθείας στο ράφι	(Shekhawat, 2022)
ταχεία προσαρμογή προσφορών σε επίπεδο καταστήματος μέσω ψηφιακών διεπαφών	(Shekhawat, 2022)
σημαντική απόδοση επένδυσης λόγω της μείωσης της χειροκίνητης εργασίας	(Shekhawat, 2022)
βελτιωμένη ακρίβεια και ταχύτητα λειτουργίας	(Shekhawat, 2022)
ενισχυμένη ευελιξία και ανταπόκριση σε αλλαγές της αγοράς	(Shekhawat, 2022)
Δεδομένα Εφαρμογής	

Αρίθμηση Εφαρμογής	4
Όνομα Εφαρμογής	
βελτιστοποίηση της λειτουργίας των υποδομών και των επιχειρηματικών διαδικασιών	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
παρακολούθηση και έλεγχος του περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, επίπεδα φωτισμού)	(Shekhawat, 2022) (Judijanto, Nasaruddin και Syam, 2025)
αυτοματοποιημένη διαχείριση εγκαταστάσεων με απομακρυσμένη παρακολούθηση και έλεγχο κρίσιμων συστημάτων όπως συστήματα κλιματισμού, φωτισμός ασφαλείας και συναγερμοί	(Shekhawat, 2022) (Judijanto, Nasaruddin και Syam, 2025)
ανάλυση μοτίβων κατανάλωσης ενέργειας	(Shekhawat, 2022) (Judijanto, Nasaruddin και Syam, 2025)
ανίχνευση απάτης και ανάλυση προθέσεων πελατών/-ισσών σε πραγματικό χρόνο με χρήση υπολογιστικής άκρου και μηχανικής μάθησης	(Shekhawat, 2022)
αυτοματοποίηση της εξυπηρέτησης πελατών/-ισσών με χρήση εικονικών πρακτόρων και τεχνητής νοημοσύνης που εξυπηρετεί αιτήματα υποστήριξης ρουτίνας και δρομολογεί πολύπλοκα αιτήματα στο προσωπικό	(Shekhawat, 2022)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες περιβαλλοντικών παραμέτρων	(Judijanto, Nasaruddin και Syam, 2025) (Shekhawat, 2022)
αισθητήρες επιτήρησης	(Judijanto, Nasaruddin και Syam, 2025) (Shekhawat, 2022)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
τεχνητή νοημοσύνη	(Shekhawat, 2022) (AlQahtani κ.ά., 2025)
μηχανική μάθηση	(Shekhawat, 2022) (AlQahtani κ.ά., 2025)
συστήματα κλιματισμού	(Judijanto, Nasaruddin και Syam, 2025) (Shekhawat, 2022)
συστήματα ασφαλείας	(Judijanto, Nasaruddin και Syam, 2025) (Shekhawat, 2022)
υπολογιστική άκρου	(Judijanto, Nasaruddin και Syam, 2025) (Shekhawat, 2022)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
διασφάλιση της ποιότητας των προϊόντων, ιδιαιτέρως των ευπαθών ειδών	(Shekhawat, 2022)
μείωση της σπατάλης τροφίμων	(Shekhawat, 2022)
βελτιωμένη λειτουργική αποδοτικότητα κατά τις ώρες αιχμής	(Shekhawat, 2022)
ενισχυμένη ασφάλεια	(Judijanto, Nasaruddin και Syam, 2025) (Shekhawat, 2022)
ενεργειακά αποδοτική λειτουργία	(Judijanto, Nasaruddin και Syam, 2025) (Shekhawat, 2022)

Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	5
Όνομα Εφαρμογής	
○ διαχείριση αποθεμάτων ○ διαχείριση εξοπλισμού και αποθήκης	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
ακριβής εντοπισμός και ιχνηλάτηση εξοπλισμού και προϊόντων εντός της αποθήκης και του καταστήματος σε πραγματικό χρόνο	(Kaur κ.ά., 2022) (AlQahtani κ.ά., 2025)
αυτοματοποιημένη καταμέτρηση και εποπτεία αποθεμάτων σε ράφια και αποθήκες με χρήση αισθητήρων	(Judijanto, Nasaruddin και Syam, 2025) (Kaur κ.ά., 2022)
εκτέλεση αναλύσεων χωρικής κατανομής, αξιοποιώντας ετικέτες RFID, για ακριβή κατανόηση της θέσης των πόρων και αγαθών μέσα στο χώρο και λήψη αποφάσεων βασισμένες σε ακριβείς πληροφορίες	(AlQahtani κ.ά., 2025)
χρήση μεθόδων επεξεργασίας σύνθετων συμβάντων για τη κατανόηση και αποκωδικοποίηση των πολύπλοκων ροών δεδομένων στο έντονα δυναμικό περιβάλλον των λιανικών πωλήσεων	(AlQahtani κ.ά., 2025)
παρακολούθηση των πραγματικών ποσοτήτων προϊόντων στα ράφια και άμεση ειδοποίηση όταν απαιτείται αναπλήρωση	(AlQahtani κ.ά., 2025)
χρήση ιστορικών δεδομένων πωλήσεων για τη πρόβλεψη της μελλοντικής ζήτησης και εντοπισμός προϊόντων που αγοράζονται μαζί για τη βελτιστοποίηση της διάταξης των ραφιών και του προγραμματισμού της αναπλήρωσης (προγνωστικά logistics)	(AlQahtani κ.ά., 2025)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
ετικέτες RFID	(Judijanto, Nasaruddin και Syam, 2025) (Kaur κ.ά., 2022) (AlQahtani κ.ά., 2025)
αισθητήρες ενσωματωμένοι στα ράφια	(Judijanto, Nasaruddin και Syam, 2025) (Kaur κ.ά., 2022) (AlQahtani κ.ά., 2025)
αισθητήρες εγγύτητας	(Judijanto, Nasaruddin και Syam, 2025) (Kaur κ.ά., 2022) (AlQahtani κ.ά., 2025)
αισθητήρες περιβαλλοντικών παραμέτρων	(Judijanto, Nasaruddin και Syam, 2025) (Kaur κ.ά., 2022) (AlQahtani κ.ά., 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
ανάλυση χωρικής κατανομής	(AlQahtani κ.ά., 2025)
επεξεργασία σύνθετων συμβάντων	(AlQahtani κ.ά., 2025)
μηχανική μάθηση	(AlQahtani κ.ά., 2025)
ηλεκτρονικές ετικέτες ραφιού	(AlQahtani κ.ά., 2025)
έξυπνα ράφια	(AlQahtani κ.ά., 2025)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
αποτελεσματική πρόληψη πλεονάσματος ή έλλειψης αποθεμάτων	(Judijanto, Nasaruddin και Syam, 2025) (Kaur κ.ά., 2022) (AlQahtani κ.ά., 2025)
περιορισμός σφαλμάτων στις εργασίες της αποθήκης	(AlQahtani κ.ά., 2025)
σημαντική μείωση της ανθρώπινης εργασίας και των απαιτούμενων χειρωνακτικών επεμβάσεων	(AlQahtani κ.ά., 2025)

βελτιστοποίηση των προμηθειών και περιορισμός της σπάταλης μέσω της αναπλήρωσης βάσει δεδομένων	(Judijanto, Nasaruddin και Syam, 2025)
αύξηση περιθωρίων κέρδους μέσω της εξασφάλισης σωστής διαθεσιμότητας την κατάλληλη στιγμή	(Kaur κ.ά., 2022) (AlQahtani κ.ά., 2025)
Επιπλέον Δεδομένα (προαιρετικά, μόνο για ευρύτερους τομείς/πεδία)	
Προβλήματα και Προκλήσεις του Τομέα	
Αναποτελεσματικότητα στη Διαδικασία Πληρωμής: Οι πελάτες συχνά αντιμετωπίζουν μεγάλες ουρές και καθυστέρηση εξυπηρέτησης στα ταμεία, επηρεάζοντας αρνητικά την ικανοποίηση και την παραγωγικότητα του καταστήματος.	(Ariff κ.ά., 2026)
Ανθρώπινα Λάθη και Εξάρτηση από τον Γραμμοκώδικα: Το λιανικό εμπόριο είναι εξαρτημένο και περιορίζεται από την εξάρτηση στη χειροκίνητη σάρωση γραμμωτού κώδικα, η οποία είναι επιρρεπής σε ανθρώπινα λάθη και επιβραδύνει τη διαδικασία πληρωμής.	(Ariff κ.ά., 2026)
Ανεπαρκής Παρακολούθηση σε Πραγματικό Χρόνο: Τα παραδοσιακά συστήματα συχνά στερούνται της δυνατότητας παρακολούθησης προϊόντων και συναλλαγών σε πραγματικό χρόνο, δημιουργώντας κενά στην επιχειρησιακή ορατότητα.	(Ariff κ.ά., 2026)
Κλοπές: Ο κλάδος του λιανεμπορίου αντιμετωπίζει προκλήσεις σχετικά με την ασφάλεια των εμπορευμάτων και την πρόληψη κλοπών εντός του περιβάλλοντος του καταστήματος.	(Ariff κ.ά., 2026)
Χαμηλή Διατήρηση Πελατείας: Οι μη ικανοποιητικές εμπειρίες αγορών και οι μεγάλοι χρόνοι αναμονής περιορίζουν τη διατήρηση και τη πιστότητα των πελατών με αποτέλεσμα τη μείωση των πωλήσεων.	(Ariff κ.ά., 2026)
Κόστος και Πολυπλοκότητα Τεχνολογικών Λύσεων: Πολλές τρέχουσες τεχνολογικές λύσεις λιανικής θεωρούνται υπερβολικά ακριβές ή περίπλοκες για πρακτική και ευρεία υιοθέτηση σε περιβάλλοντα λιανικής.	(Ariff κ.ά., 2026)
Απαιτήσεις του Τομέα από το ΔτΠ και Γενικότερα από Τεχνολογικές Εφαρμογές	
Οικονομική Αποδοτικότητα και Κλιμακωσιμότητα: Το λιανεμπόριο έχει ανάγκη οικονομικές και κλιμακώσιμες λύσεις που μπορούν να εφαρμοστούν απλά και εύκολα στο τυπικό περιβάλλον της λιανικής.	(Ariff κ.ά., 2026)
Πλήρης Αυτοματοποίηση: Ο τομέας χρειάζεται πλήρως αυτοματοποιημένα συστήματα που θα αντικαταστήσουν τις χειροκίνητες διαδικασίες, εξαλείφοντας έτσι τα ανθρώπινα λάθη και τις μεγάλες ουρές αναμονής στις ταμειακές μηχανές.	(Ariff κ.ά., 2026)
Παρακολούθηση και Συνδεσιμότητα: Τα καταστήματα λιανικής απαιτούν απρόσκοπτη συνδεσιμότητα και ανταλλαγή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο για τη συνεχή παρακολούθηση προϊόντων και συναλλαγών.	(Ariff κ.ά., 2026)
Ακρίβεια και Ασφάλεια: Τα συστήματα πρέπει να εξασφαλίζουν πολλαπλή σάρωση αντικειμένων με ακρίβεια χωρίς να απαιτείται οπτική επαφή και με δυνατότητες ανίχνευσης κλοπής για την προστασία του αποθέματος.	(Ariff κ.ά., 2026)
Εμπειρία Χρήστη και Εξατομίκευση: Οι τεχνολογικές λύσεις πρέπει να παρέχουν φιλικές προς το χρήστη διεπαφές και εξατομικευμένες εμπειρίες αγορών για την ενίσχυση της ικανοποίησης των πελατών.	(Ariff κ.ά., 2026)
Λειτουργία Συσκευών σε Ενοποιημένο Περιβάλλον: Υπάρχει ανάγκη για ένα συνεκτικό σύστημα που να ενσωματώνει διάφορες τεχνολογίες - όπως RFID, ΔτΠ και κινητές εφαρμογές - σε μια ενιαία πλατφόρμα.	(Ariff κ.ά., 2026)

Προκλήσεις στην Ενσωμάτωση του ΔτΠ	
Μελλοντικές Εξελίξεις/Κατευθύνσεις	
Η επικράτηση τεχνολογιών όπως το 5G, η υπολογιστική άκρου και η κβαντική υπολογιστική θα αναβαθμίσει την ταχύτητα και την αποδοτικότητα επεξεργασίας των δεδομένων στα καταστήματα.	(Judijanto, Nasaruddin και Syam, 2025)
Η μελλοντική έρευνα πρέπει να εξετάσει τις ηθικές και κοινωνικές επιπτώσεις της αυτοματοποίησης, όπως την αντικατάσταση θέσεων εργασίας, την ηθική των δεδομένων και το ψηφιακό χάσμα.	(Judijanto, Nasaruddin και Syam, 2025)
Απαιτείται η μελέτη των ρυθμιστικών πλαισίων για την υπεύθυνη χρήση του Διαδικτύου των Πραγμάτων καθώς και η έμφαση σε πρωτοβουλίες βιωσιμότητας στον τομέα της λιανικής.	(Judijanto, Nasaruddin και Syam, 2025)
Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων θα εστιάσει στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας των μοντέλων λιανικής έναντι απρόβλεπτων παγκόσμιων διαταραχών και κρίσεων.	(Judijanto, Nasaruddin και Syam, 2025)

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων
Περίπτωση Χρήσης: **Βελτίωση Αποτελεσματικότητας της Αποθήκης σε Πολυεθνική Εταιρία Αυτοκινήτων με αξιοποίηση του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Manugu και Gupta, 2025)**

Τομέας	Εφοδιαστική Αλυσίδα
Ενότητα	6
Κεφάλαιο	6.2

Δεδομένα Εφαρμογής (Περίπτωσης Χρήσης)

Πλαίσιο

Οργανισμός: Πολυεθνική εταιρία αυτοκινήτων
Κλάδος: Αυτοκινητοβιομηχανία, Logistics (αποθήκη και παραγωγή)
Κλίμακα: Ευρεία εφαρμογή στις αποθήκες της εταιρείας σε διεθνές επίπεδο
Χρονική Περίοδος: 2020-2024

Προβλήματα

- Οι χειροκίνητες διαδικασίες προκαλούσαν σημαντικές λειτουργικές αστοχίες, συμπεριλαμβανομένων λαθών στις παραδόσεις και διακοπών στην παραγωγή.
- Η εξάρτηση από χειροκίνητες διαδικασίες δημιουργούσε επίσης σημεία συμφόρησης και οδηγούσε σε αναποτελεσματικότητα και μη βέλτιστη αξιοποίηση πόρων.
- Παρατηρούνταν συχνές καθυστερήσεις και λάθη στις παραδόσεις καθώς και διακοπές στη γραμμή παραγωγής συνέπεια της έλλειψης εξαρτημάτων.

Ανάγκες

- βελτίωση της απόδοσης των λειτουργιών και της διαχείρισης των αποθηκών, μείωση στα λειτουργικά κόστη, ενίσχυση των επιδόσεων μέσω αυτοματοποίησης και καλύτερης ορατότητας
- μετάβαση από μια χειροκίνητη, μη αξιόπιστη διαδικασία logistics σε μία πλήρως και συστημικά ελεγχόμενη διαδικασία, ώστε να αποτραπεί η μείωση της παραγωγικής ικανότητας

Εφαρμογή και Ρόλος του ΔτΠ

- Η εταιρεία μετασχημάτισε τις αποθήκες ώστε να λειτουργούν με συστημικά ελεγχόμενο ρυθμό ροής, δημιουργώντας ένα σύστημα αποδέσμευσης αποθεμάτων βασισμένο στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων που συνεργάζεται με το λογισμικό σχεδιασμού επιχειρηματικών πόρων.
- Ρόλος του Διαδικτύου των Πραγμάτων είναι η παροχή ιχνηλασιμότητας σε πραγματικό χρόνο, ο αυτοματισμός της διαδικασίας αποδέσμευσης αποθεμάτων, ο συγχρονισμός των κινήσεων της αποθήκης με τις ανάγκες της παραγωγής. Αξιοποιούνται σαρωτές, ετικέτες RFID και οπτικοί αισθητήρες.

○ Οι συσκευές του Διαδικτύου των πραγμάτων είναι συνδεδεμένες με το λογισμικό σχεδιασμού επιχειρηματικών πόρων για ανταλλαγή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και επίβλεψη των διαδικασιών. ○ Ολόκληρη η εφοδιαστική αλυσίδα αποκτά χρονισμένο ρυθμό ροής, που σημαίνει ότι κάθε στάδιο της διαδικασίας εφοδιασμού χρονομετρείται και παρακολουθείται, για τη διασφάλιση μιας σταθερής ροής. ○ Οι χειριστές/-ίστριες χρησιμοποιούν σαρωτές σε κάθε στάδιο για να επιβεβαιώσουν ότι το σωστό εξάρτημα προέρχεται από το σωστό σημείο αποθήκευσης και έχει παραδοθεί στο σωστό σημείο τοποθέτησης, συνδέοντας ταυτόχρονα κάθε φυσική κίνηση με μια ψηφιακή εγγραφή στο σύστημα.
Αποτελέσματα και Συμπεράσματα
○ μείωση κατά 70% των διακοπών της γραμμής παραγωγής (από μέσο όρο 165 μηνιαίως σε περίπου 50) ○ μέση μείωση 32% στον χρόνο ολοκλήρωσης του κύκλου παράδοσης ○ μείωση των επειγουσών αιτήσεων αποδέσμευσης αποθεμάτων από 350 σε 100 ημερησίως ○ αύξηση της απόδοσης της συνολικής διαδικασίας τροφοδότησης της γραμμής παραγωγής, καθώς και σημαντική βελτίωση στην ακρίβεια και την έγκαιρη πραγματοποίηση των παραδόσεων ○ Η υιοθέτηση του Διαδικτύου των Πραγμάτων μετέτρεψε επιτυχώς τη διαδικασία logistics από ένα χειροκίνητο σύστημα, ευάλωτο σε σφάλματα, σε ένα ευέλικτο, πελατοκεντρικό και οικονομικά αποδοτικό σύστημα.

Παράρτημα Ε.7: Εξαγωγή Δεδομένων - Ενότητα 7

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων στο Αστικό Περιβάλλον**	
Τομέας	Αστικό Περιβάλλον
Ενότητα	7
Κεφάλαιο	7.1
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής	
○ συλλογή δεδομένων ○ παρακολούθηση της πόλης	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
γεφύρωμα μεταξύ του ψηφιακού και φυσικού κόσμου διασυνδέοντας μεγάλες ποσότητες συσκευών	(Ansari κ.ά., 2021)
μέτρηση φαινομένων αστικού ενδιαφέροντος και παραμέτρων που αφορούν διαφορετικές πτυχές της πόλης, σε εκτεταμένη γεωγραφική περιοχή, χρησιμοποιώντας μεγάλο πλήθος κινητών συσκευών και αισθητήρων	(Hassan, 2025) (Sunyaev, 2024)
συλλογή δεδομένων από αισθητήρες, κάμερες, συσκευές δορυφορικού εντοπισμού θέσης, και συνδεδεμένα οχήματα	(Saini και Sharma, 2025) (Almulhim, 2025)
συλλογή πληροφοριών κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο από πολλαπλές πηγές	(Saini και Sharma, 2025)
αξιολόγηση φαινομένων μεγάλης κλίμακας (όπως κυκλοφορία οχημάτων, παρακολούθηση ποιότητας αέρα)	(Hassan, 2025)
συγκέντρωση μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων αξιοποιώντας συσκευές των κατοίκων της πόλης	(Hassan, 2025)
παρακολούθηση και μέτρηση ροής κυκλοφορίας, κατανάλωσης ενέργειας και εγκληματικότητας	(Sunyaev, 2024)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες	(Saini και Sharma, 2025) (Sunyaev, 2024) (Memić, Džubur και Avdagić-Golub, 2025)
ενεργοποιητές	(Saini και Sharma, 2025)
αισθητήρες οχημάτων	(Hassan, 2025)
έξυπνες φορητές και φορετές συσκευές (όπως έξυπνα τηλέφωνα, συσκευές αναπαραγωγής μουσικής, παιχνιδομηχανές με ενσωματωμένους αισθητήρες, έξυπνα ρολόγια, συσκευές παρακολούθησης υγείας/φυσικής κατάστασης)	(Hassan, 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
ενσωματωμένα συστήματα	(Saini και Sharma, 2025)
συσκευές δορυφορικού εντοπισμού θέσης	(Saini και Sharma, 2025)
συνδεδεμένα οχήματα	(Saini και Sharma, 2025)
κάμερες ασφαλείας	(Saini και Sharma, 2025)
μηχανική μάθηση	(Saini και Sharma, 2025)
τεχνητή νοημοσύνη	(Saini και Sharma, 2025)
υπολογιστική νέφους, άκρου και ομίχλης	(Saini και Sharma, 2025)
υποδομές πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών	(Ansari κ.ά., 2021)
αλυσίδες συστοιχιών	(Almulhim, 2025)

Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
αποτελεσματική διαχείριση των αστικών συστημάτων	(Almulhim, 2025)
ταχύτερη λήψη αποφάσεων για ενέργειες που απαιτούν γρήγορη αντίδραση σε επίπεδο διαχειριστών (όπως εκτροπή κυκλοφορίας για εξάλειψη σημείων συμφόρησης) ή σε επίπεδο χρηστών (όπως αλλαγή δρομολόγησης για αποφυγή σημείων συμφόρησης)	(Saini και Sharma, 2025)
δημιουργία νέων υπηρεσιών, προστιθέμενης αξίας, για τη διαχείριση της πόλης και για τους πολίτες	(Ansari κ.ά., 2021)
μετατροπή όλων των στοιχείων της πόλης σε παρακολουθήσιμα και μετρήσιμα αντικείμενα	(Sunyaev, 2024)
εξοικονόμηση πόρων μέσω αποτελεσματικότερης διαχείρισης	(Memić, Džubur και Avdagić-Golub, 2025)
προβλεπτικός σχεδιασμός	(Almulhim, 2025)
βελτίωση της ανταποκρισιμότητας των υποδομών	(Almulhim, 2025)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	2
Όνομα Εφαρμογής	
○ διαχείριση έξυπνης υποδομής ○ παροχή συνδεσιμότητας και επικοινωνίας	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
συστηματική επίβλεψη της ετερογενούς τεχνολογικής υποδομής της πόλης για τη διασφάλιση της ευρωστίας, της κλιμακωσιμότητας και της αποδοτικής λειτουργίας	(Gemein κ.ά., 2024)
παροχή υποδομής συνδεσιμότητας και επικοινωνίας για την υποστήριξη των λειτουργιών της έξυπνης πόλης με χρήση δικτύων υψηλής ταχύτητας	(Javaid κ.ά., 2025)
παρακολούθηση της ποιότητας δεδομένων (συμπεριλαμβανομένης ανίχνευσης αποκλίσεων και ανωμαλιών καθώς και καθαρισμού δεδομένων)	(Gemein κ.ά., 2024)
επίβλεψη της κατάστασης συσκευών με σκοπό τη παραγωγή ειδοποιήσεων όταν οι κόμβοι παρουσιάζουν μη αναμενόμενη συμπεριφορά	(Gemein κ.ά., 2024)
απλοποίηση διαδικασιών (όπως είσπραξης διοδίων και στάθμευσης)	(Javaid κ.ά., 2025)
παροχή εργαλείων εξυπηρέτησης του κοινού	(Javaid κ.ά., 2025)
υποστήριξη της μεταμόρφωσης τομέων της πόλης όπως η οικονομία, οι άνθρωποι, η διακυβέρνηση, η κινητικότητα, το περιβάλλον και η διαβίωση	(Sunyaev, 2024)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
πύλες Διαδικτύου των Πραγμάτων	(Gemein κ.ά., 2024)
δίκτυα επικοινωνίας υψηλής ταχύτητας	(Javaid κ.ά., 2025)
αισθητήρες	(Gemein κ.ά., 2024)
έξυπνοι μετρητές υπηρεσιών κοινής ωφελείας	(Javaid κ.ά., 2025)
κάμερες	(Javaid κ.ά., 2025)
διασυνδεδεμένες συσκευές	(Javaid κ.ά., 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
υποδομές πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών	(Sunyaev, 2024)
τεχνητή νοημοσύνη	(Gemein κ.ά., 2024)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
αποφυγή της αναποτελεσματικότητας που οφείλεται σε απομονωμένα σιλό δεδομένων	(Gemein κ.ά., 2024)
παροχή συνολικής εικόνας της κατάστασης της υποδομής σε διαχειριστές της πόλης	(Gemein κ.ά., 2024)

βελτίωση της αποδοτικότητας και εξασφάλιση της επεκτασιμότητας ετερογενών υποδομών	(Gemein κ.ά., 2024) (Javaid κ.ά., 2025)
βελτίωση δεικτών στους έξι βασικούς τομείς των έξυπνων πόλεων (οικονομία, άνθρωποι, διακυβέρνηση, κινητικότητα, περιβάλλον και διαβίωση)	(Sunyaev, 2024)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	3
Όνομα Εφαρμογής	
○ ασφάλεια δεδομένων ○ προστασία της ιδιωτικότητας	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
υιοθέτηση προσεγγίσεων στις οποίες οι αρχές προστασίας δεδομένων ενσωματώνονται στο σχεδιασμό τεχνολογιών, πρακτικών και υποδομών	(Gemein κ.ά., 2024)
λήψη μέτρων όπως ψευδωνυμοποίηση, ελαχιστοποίηση της ποσότητας των συλλεγόμενων δεδομένων, κρυπτογράφηση ροών δεδομένων από άκρο σε άκρο, ανωνυμοποίηση, περιορισμός του χρόνου διατήρησης	(Gemein κ.ά., 2024)
εφαρμογή τεχνικών ταυτοποίησης και εξουσιοδότησης	(Senadheera κ.ά., 2024)
εφαρμογή ισχυρών μέτρων ασφάλειας για την προστασία ευαίσθητων δεδομένων και βιομηχανικών μυστικών στη διαχείριση αποβλήτων της πόλης	(Senadheera κ.ά., 2024)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες	(Gemein κ.ά., 2024)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
υπολογιστική άκρου	(Senadheera κ.ά., 2024)
υπολογιστική νέφους	(Senadheera κ.ά., 2024)
ενδιάμεσο λογισμικό	(Senadheera κ.ά., 2024)
κρυπτογράφηση	(Gemein κ.ά., 2024)
συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων	(Senadheera κ.ά., 2024)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
περιορισμός απειλών για τα δικαιώματα των πολιτών	(Gemein κ.ά., 2024)
συμμόρφωση με τον γενικό κανονισμό για την προστασία των δεδομένων	(Gemein κ.ά., 2024)
ενθάρρυνση συμμετοχής των πολιτών και συν-δημιουργίας	(Gemein κ.ά., 2024)
προστασία έναντι της κλοπής δεδομένων	(Senadheera κ.ά., 2024)
προστασία βιομηχανικών μυστικών	(Senadheera κ.ά., 2024)
βελτίωση της εμπιστοσύνης των εμπλεκόμενων μερών	(Senadheera κ.ά., 2024)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	4
Όνομα Εφαρμογής	
○ μοντελοποίηση της πόλης ○ ανάλυση και διασταύρωση διαφορετικών συνόλων δεδομένων	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
ακριβής και υψηλής πιστότητας μοντελοποίηση διαφόρων αστικών πτυχών σε πραγματικό χρόνο	(Jaber, 2023)
επεξεργασία, αποθήκευση και ανασκόπηση δεδομένων	(Javaid κ.ά., 2025)
διασταύρωση διαφορετικών συνόλων δεδομένων	(Javaid κ.ά., 2025)
συμβολή στην ανάπτυξη νέων μεθόδων αντιμετώπισης προβλημάτων για αυτοματοποίηση και αποδοτικότητα	(Javaid κ.ά., 2025)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	

αισθητήρες	(Javaid κ.ά., 2025)
κάμερες	(Javaid κ.ά., 2025)
διασυνδεδεμένες συσκευές Διαδικτύου των Πραγμάτων	(Javaid κ.ά., 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
τεχνητή νοημοσύνη	(Jaber, 2023)
μηχανική μάθηση	(Javaid κ.ά., 2025)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
αυτοματοποίηση και ενίσχυση της αποδοτικότητας	(Javaid κ.ά., 2025)
αντιμετώπιση προκλήσεων της έξυπνης πόλης στο πλαίσιο του Στόχου Βιώσιμης Ανάπτυξης 11	(Jaber, 2023)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	5
Όνομα Εφαρμογής	
○ υποστήριξη της διακυβέρνησης μέσω τεκμηριωμένης λήψης αποφάσεων ○ προώθηση της διαφάνειας στη διακυβέρνηση ○ ενίσχυση δημόσιων υπηρεσιών	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
συνδυασμός δεδομένων από πολλαπλές πηγές (αισθητήρες και σχόλια πολιτών) για ενίσχυση της διακυβέρνησης και της παροχής υπηρεσιών	(Zyoud και Zyoud, 2025)
ανάλυση προτύπων εγκληματικότητας	(Hassebo και Tealab, 2023)
πρόβλεψη παραβατικής δραστηριότητας	(Hassebo και Tealab, 2023)
βελτίωση κυκλοφοριακής ροής και μείωση της συμφόρησης	(Hassebo και Tealab, 2023)
παρακολούθηση ποιότητας αέρα και νερού σε πραγματικό χρόνο	(Hassebo και Tealab, 2023)
απόκτηση βαθύτερης κατανόησης των πολιτών και των τοπικών κοινωνιών και δημιουργία ευκαιριών εμπλοκής τους	(Hassebo και Tealab, 2023)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες	(Hassebo και Tealab, 2023) (Zyoud και Zyoud, 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
πλατφόρμες σχολιασμού και συμμετοχής των πολιτών	(Zyoud και Zyoud, 2025)
μεγάλα δεδομένα	(Hassebo και Tealab, 2023)
τεχνητή νοημοσύνη	(Hassebo και Tealab, 2023)
αλυσίδες συστοιχιών	(Hassebo και Tealab, 2023)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
βελτίωση της αποδοτικότητας και αποτελεσματικότητας των κυβερνητικών υπηρεσιών	(Hassebo και Tealab, 2023)
ενίσχυση της συμμετοχής των πολιτών	(Hassebo και Tealab, 2023)
προώθηση της διαφάνειας και της λογοδοσίας	(Hassebo και Tealab, 2023)
βελτίωση της ανταποκρισιμότητας και της συμπεριληπτικότητας στη διακυβέρνηση της πόλης	(Zyoud και Zyoud, 2025)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	6
Όνομα Εφαρμογής	
○ διαχείριση των αστικών πόρων ○ παρακολούθηση των αστικών υποδομών	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
συλλογή και διανομή δεδομένων των υποδομών	(Okoli και Kabaso, 2024)
συγκέντρωση δεδομένων όλων των κρίσιμων υποδομών και κεντρική παρακολούθηση της λειτουργικής κατάστασής τους	(Okoli και Kabaso, 2024)

ανάλυση δεδομένων	(Misra, Siakas και Lampropoulos, 2024)
παρακολούθηση και διαχείριση πόρων και συστημάτων	(Misra, Siakas και Lampropoulos, 2024)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες	(Misra, Siakas και Lampropoulos, 2024) (Okoli και Kabaso, 2024)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
μεγάλα δεδομένα	(Misra, Siakas και Lampropoulos, 2024)
υποδομές και τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών	(Okoli και Kabaso, 2024) (Ansari κ.ά., 2021)
τεχνητή νοημοσύνη	(Misra, Siakas και Lampropoulos, 2024)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
ευελιξία στη διαχείριση πόρων	(Ansari κ.ά., 2021)
ενίσχυση της αποδοτικότητας και της αποτελεσματικότητας των αστικών συστημάτων και υποδομών	(Okoli και Kabaso, 2024) (Ansari κ.ά., 2021)
συμβολή στη βελτίωση της βιωσιμότητας και της ποιότητας ζωής	(Misra, Siakas και Lampropoulos, 2024) (Ansari κ.ά., 2021)
δημιουργία ευκαιριών οικονομικής ανάπτυξης	(Misra, Siakas και Lampropoulos, 2024)
αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας της αστικής ζωής	(Ansari κ.ά., 2021)
μείωση εξόδων	(Ansari κ.ά., 2021)
Επιπλέον Δεδομένα (προαιρετικά, μόνο για ευρύτερους τομείς/πεδία)	
Προβλήματα και Προκλήσεις του Τομέα	
Κυκλοφοριακή Συμφόρηση και Αστική Κινητικότητα: Οι αστικές περιοχές εμφανίζουν σημαντικά σημεία αναποτελεσματικότητας στη μετακίνηση ανθρώπων και αγαθών, με χαρακτηριστικά προβλήματα το μοτίβο οδήγησης «σταμάτα-ξεκίνα», τη δυσκολία εύρεσης χώρου στάθμευσης και τις υψηλές εκπομπές άνθρακα. Αυτά τα προβλήματα οδηγούν σε σπατάλη καυσίμων, οικονομική επιβάρυνση και υποβάθμιση της ποιότητας του αέρα. Τεχνολογίες όπως η αυτοματοποιημένη επικοινωνία οχημάτων, η έξυπνη βελτιστοποίηση διαδρομών και τα συστήματα έξυπνης στάθμευσης είναι απαραίτητες για την αντιμετώπιση αυτών των ζητημάτων.	(Choudhary, 2024) (Sunyaev, 2024) (Yu κ.ά., 2025)(Almulhim, 2025) (Hassebo και Tealab, 2023)
Ενεργειακή Απόδοση και Διαχείριση Δικτύου: Με την αύξηση του πληθυσμού, αυξάνεται η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας, ασκώντας πίεση στους αστικούς ενεργειακούς πόρους. Οι προκλήσεις του αστικού περιβάλλοντος περιλαμβάνουν την υψηλή κατανάλωση ενέργειας για τον δημόσιο φωτισμό, την ανάγκη για αποτελεσματική εξισορρόπηση φορτίων σε διαφορετικά πλαίσια (κατοικίες, εμπορικά κέντρα, βιομηχανικές περιοχές) και την ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο σύστημα.	(Ansari κ.ά., 2021) (Choudhary, 2024) (Almulhim, 2025) (Hassebo και Tealab, 2023)
Δημόσια Ασφάλεια, Προστασία των Πολιτών και Αντιμετώπιση Φυσικών Καταστροφών: Οι πόλεις χρειάζονται ισχυρά συστήματα, ικανά για αποτελεσματική παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, για την αποτροπή παραβατικών συμπεριφορών. Επιπλέον, υπάρχει επιτακτική ανάγκη για ταχύτερη ανταπόκριση σε έκτακτες ανάγκες	(Choudhary, 2024) (Almulhim, 2025) (Hassebo και Tealab, 2023)

και καλύτερη προετοιμασία για φυσικές καταστροφές (σεισμούς, τυφώνες, πλημμύρες).	
Διαχείριση Απορριμμάτων και Υγιεινή: Η τεράστια ποσότητα σκουπιδιών και πλαστικών αποβλήτων αποτελεί απειλή για την υγεία και το περιβάλλον. Τα υπάρχοντα συστήματα αντιμετωπίζουν δυσκολίες στη συλλογή (αποτελεσματικότητα δρομολογίων, υπερχείλιση κάδων απορριμμάτων) και στην ταξινόμηση των απορριμμάτων προς ανακύκλωση.	(Ansari κ.ά., 2021) (Almulhim, 2025) (Hassebo και Tealab, 2023)
Ρύπανση και Ανθεκτικότητα στη Κλιματική Αλλαγή: Η αστικοποίηση οδηγεί σε επιδείνωση της ρύπανσης του αέρα και του νερού, ηχορύπανση, καθώς και σε υψηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Οι πόλεις αντιμετωπίζουν περιβαλλοντικές προκλήσεις που επηρεάζουν τη βιωσιμότητα.	(Yu κ.ά., 2025)(Almulhim, 2025) (Hassebo και Tealab, 2023)
Κίνδυνοι σχετικοί με την Ιδιωτικότητα, την Ασφάλεια των Δεδομένων και την Κυβερνοασφάλεια: Καθώς οι πόλεις γίνονται πιο διασυνδεδεμένες μέσω της τεχνολογίας, αντιμετωπίζουν σημαντικούς κινδύνους όπως η συλλογή προσωπικών δεδομένων, οι κυβερνοεπιθέσεις σε υποδομές υπηρεσιών κοινής ωφελείας και το κακόβουλο λογισμικό. Η διασφάλιση της ακεραιότητας των δεδομένων, η διαφάνεια και η προστασία από μη επεξηγήσιμες αποφάσεις τεχνητής νοημοσύνης αποτελούν μείζονα τεχνικά και ηθικά εμπόδια στην ανάπτυξη έξυπνων πόλεων.	(Yu κ.ά., 2025)(Almulhim, 2025)
Λειψυδρία και Διαρροές Νερού: Το πρόβλημα της λειψυδρίας αποτελεί παγκόσμια απειλή που επιδεινώνεται λόγω των παρωχημένων δικτύων ύδρευσης που οδηγούν σε σημαντικές απώλειες λόγω διαρροών σε αγωγούς.	(Yu κ.ά., 2025)(Hassebo και Tealab, 2023)
Υπηρεσίες Υγείας και Επιδημιολογική Παρακολούθηση: Οι πόλεις έρχονται αντιμέτωπες με σημαντικές προκλήσεις στη παρακολούθηση κρίσιμων παραμέτρων υγείας των ευάλωτων ομάδων (ηλικιωμένοι/-ες, βρέφη, έγκυοι) και στην αποτελεσματική παροχή υπηρεσιών υγείας, ειδικά σε αγροτικές περιοχές. Επίσης, οι πόλεις χρειάζονται συστηματικά μέσα παρακολούθησης της εξάπλωσης μολυσματικών ασθενειών.	(Choudhary, 2024) (Hassebo και Tealab, 2023)
Απαιτήσεις του Τομέα από το ΔτΠ και Γενικότερα από Τεχνολογικές Εφαρμογές	
Διακυβέρνηση Βασισμένη σε Δεδομένα και Διατμηματική Διαφάνεια: Οι πόλεις χρειάζονται μετάβαση από παραδοσιακές χειροκίνητες προσεγγίσεις σε έξυπνα, βασισμένα σε δεδομένα μοντέλα διαχείρισης. Απαραίτητη είναι η υπέρβαση των εμποδίων μεταξύ διαφορετικών τμημάτων (σιλό δεδομένων) για την επίτευξη διατμηματικής, έξυπνης διακυβέρνησης.	(Yu κ.ά., 2025)(Almulhim, 2025) (Sunyaev, 2024)
Κοινωνική Δικαιοσύνη, Συμπερίληψη και Συμμετοχική Διακυβέρνηση: Η τεχνολογία πρέπει να είναι ανθρωποκεντρική. Βασική απαίτηση αποτελεί η συμπερίληψη, ώστε τα συστήματα IoT να μην δημιουργούν ψηφιακό χάσμα αποκλείοντας συγκεκριμένες ομάδες (ηλικιωμένους/-ες, χαμηλά εισοδήματα, μετανάστες/-ριες). Απαιτούνται "συν-σχεδιασμένες" λύσεις όπου οι πολίτες συμμετέχουν ενεργά στη διακυβέρνηση αντί να είναι απλοί χρήστες/-στριες.	(Yu κ.ά., 2025)(Almulhim, 2025) (Sunyaev, 2024)
Σχεδιασμός με Προτεραιότητα στην Ιδιωτικότητα και την Κυριαρχία των Δεδομένων: Καθώς στις πόλεις ενοποιούνται διαφορετικά δίκτυα και σύνολα δεδομένων, γίνεται απαραίτητη η διατήρηση της ιδιωτικότητας και της ασφάλειας από άκρο σε άκρο. Οι υπεύθυνοι και οι υπεύθυνες για τη χάραξη πολιτικής επιβάλουν την	(Ansari κ.ά., 2021) (Yu κ.ά., 2025)(Almulhim, 2025)

αποκαλούμενη «κυριαρχία των δεδομένων» και απαιτούν την εγκαθίδρυση αξιόπιστων υποδομών Διαδικτύου των Πραγμάτων για την προστασία των πολιτών από παρακολούθηση και κατηγοριοποίηση βάσει συμπεριφοράς, εξασφαλίζοντας την ασφαλή και ηθική διαχείριση ευαίσθητων δεδομένων.	
Κλιμακώσιμη και Ενσωμάτωση Διαλειτουργικών Τεχνολογιών: Τα συστήματα πρέπει να είναι κλιμακώσιμα (ικανά να ακολουθούν την ανάπτυξη της πόλης), διαλειτουργικά (χρησιμοποιώντας ενιαία βιομηχανικά πρότυπα για την αποφυγή εγκλωβισμού σε έναν συγκεκριμένο προμηθευτή/-τρια ή τεχνολογία) και ικανά να λειτουργούν αξιόπιστα ξεπερνώντας τις παρεμβολές του αστικού περιβάλλοντος.	(Ansari κ.ά., 2021) (Choudhary, 2024) (Almulhim, 2025)
Προκλήσεις στην Ενσωμάτωση του ΔτΠ	
Ιδιωτικότητα Δεδομένων, Ασφάλεια και Ηθική Διακυβέρνηση: Η εκτεταμένη χρήση τεχνολογιών έξυπνων πόλεων εγείρει σοβαρά ζητήματα σχετικά με τη συλλογή προσωπικών δεδομένων σε μεγάλη κλίμακα. Κύρια προβλήματα αποτελούν η έλλειψη ουσιαστικής συναίνεσης για παθητική συλλογή δεδομένων, ο κίνδυνος επαναταυτοποίησης φυσικών προσώπων ταυτοτήτων από χωροχρονικά σύνολα δεδομένων και οι ευπάθειες σε κυβερνοεπιθέσεις (όπως επιθέσεις τύπου botnet). Επιπλέον, υπάρχουν σοβαρές ηθικές ανησυχίες σχετικά με την αλγοριθμική προκατάληψη, όπου συστήματα τεχνητής νοημοσύνης που εκπαιδεύονται σε ελλιπή ή με προκατάληψη δεδομένα μπορεί να ενισχύσουν ανισότητες, καθώς και πιθανούς κινδύνους που σχετίζονται με την ανάπτυξη τεχνολογιών παρακολούθησης.	(Yu κ.ά., 2025)(Javaid κ.ά., 2025) (Almulhim, 2025)
Κατακερματισμός Δεδομένων, Πολυπλοκότητα και Διαχείριση: Η έλλειψη διαλειτουργικότητας στις βάσεις δεδομένων, σε συνδυασμό με την απομονωμένη λειτουργία των φορέων της πόλης, οδηγούν σε κατακερματισμό των αστικών δεδομένων, δημιουργώντας τεράστια κενά πληροφόρησης. Προκλήσεις αποτελούν η διαχείριση του τεράστιου όγκου δεδομένων που παράγονται συνεχώς από τις συσκευές του Διαδικτύου των Παργμάτων, η εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών από τα μη δομημένα δεδομένα, καθώς και η απροθυμία των εμπλεκομένων να μοιραστούν πληροφορίες, αμφισβητώντας την αξιοπιστία και την ασφάλεια των συναλλαγών.	(Yu κ.ά., 2025)(Javaid κ.ά., 2025) (Almulhim, 2025)
Έλλειψη Διαλειτουργικότητας και Ενιαίων Προτύπων: Βασικό εμπόδιο στην απρόσκοπτη ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων αποτελεί η απουσία ενιαίων προτύπων επικοινωνίας μεταξύ διαφορετικών συσκευών και πλατφορμών. Αυτό οδηγεί σε απομόνωση συστημάτων και υψηλή πολυπλοκότητα συντήρησης. Η ποικιλομορφία των πρωτοκόλλων επικοινωνίας και των μορφοτύπων δεδομένων δυσχεραίνει τη δημιουργία ομοιογενούς υποδομής.	(Yu κ.ά., 2025)(Almulhim, 2025)
Οικονομικά Εμπόδια και Θεσμικές Ασυμφωνίες: Υπάρχει σημαντικό χάσμα μεταξύ των βραχυπρόθεσμων στόχων εμπλεκομένων του ιδιωτικού τομέα και των μακροπρόθεσμων κοινωνικών στόχων των δημοτικών αρχών, καθιστώντας δύσκολη την ποσοτικοποίηση της απόδοσης επένδυσης. Οι υψηλές αρχικές δαπάνες εξοπλισμού, λογισμικού και συντήρησης, σε συνδυασμό με περιορισμούς στον προϋπολογισμό και τις τριβές στη συνεργασία ιδιωτικού και δημόσιου τομέα, μειώνουν το ενδιαφέρον των εμπλεκόμενων μερών και προκαλούν αναποφασιστικότητα.	(Yu κ.ά., 2025)(Javaid κ.ά., 2025)

Ψηφιακό Χάσμα: Η τεχνολογική πρόοδος συχνά δημιουργεί ψηφιακό χάσμα, αφήνοντας εκτός υπηρεσιών ηλικιωμένους/-ες, χαμηλού εισοδήματος άτομα και μεταναστευτικούς πληθυσμούς.	(Yu κ.ά., 2025)(Javaid κ.ά., 2025) (Almulhim, 2025)
Μελλοντικές Εξελίξεις/Κατευθύνσεις	
Βιώσιμη Διαχείριση Απορριμμάτων και Αστική Βιωσιμότητα: Η μετάβαση προς έξυπνα συστήματα διαχείρισης αποβλήτων αποτελεί παγκόσμια τάση, στοχεύοντας στη δημιουργία αποτελεσματικών υποδομών για τη διαχείριση των απορριμμάτων. Οι μελλοντικές εξελίξεις περιλαμβάνουν τον εντοπισμό ευκαιριών για την προώθηση της αστικής βιωσιμότητας, ειδικά μέσω της διαχείρισης αποβλήτων, που μπορεί να επικεντρώνεται στην αξιοποίηση αλυσίδων συστοιχιών για την επιβράβευση βιώσιμων δράσεων μέσω ψηφιακών πορτοφολιών.	(Ansari κ.ά., 2021) (Almulhim, 2025)
Συμμετοχική Διακυβέρνηση και Εστίαση στον Πολίτη: Οι πόλεις του μέλλοντος χτίζονται με γνώμονα την ευημερία της κοινότητας και τις πραγματικές ανάγκες των κατοίκων, όχι μόνο το οικονομικό κερδός και τα τεχνολογικά επιτεύγματα. Αυτό περιλαμβάνει τη μετάβαση σε έξυπνες πόλεις με κοινωνική εστίαση που δίνουν προτεραιότητα στη συμμετοχική διακυβέρνηση, τις αξίες της συμπερίληψης και τις ηθικές αρχές. Στις κύριες στρατηγικές περιλαμβάνεται η συμμετοχή των πολιτών (όπως με την επιστήμη των πολιτών) και η εκτέλεση έργων που προσφέρουν απτή αξία στους πολίτες, εμπλέκοντας ενεργά τις τοπικές κοινωνίες.	(Almulhim, 2025) (Sunyaev, 2024)
Δεξιότητες Εργατικού Δυναμικού: Για να επιτευχθεί ανάπτυξη της αγοράς των έξυπνων πόλεων, υπάρχει ανάγκη υιοθέτησης στρατηγικών ανάπτυξης δεξιοτήτων στο εργατικό δυναμικό μέσω συνεργειών δημόσιου και ιδιωτικού τομέα και τοπικών εκπαιδευτικών φορέων.	(Almulhim, 2025) (Sunyaev, 2024)

Παράρτημα Ε.8: Εξαγωγή Δεδομένων - Ενότητα 8

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Διαχείριση του Νερού**	
Τομέας	Αστικό Περιβάλλον
Ενότητα	8
Κεφάλαιο	8.1
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής	
○ διαχείριση των υδάτινων πόρων και της συλλογής νερού ○ παρακολούθηση της ποιότητας του νερού	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
συνεχής παρακολούθηση υδάτινων σωμάτων (λίμνες, ποτάμια, δεξαμενές) για ανίχνευση ρύπων όπως βαρέα μέταλλα και βακτήρια ώστε να εξασφαλίζεται η ασφάλεια του πόσιμου νερού	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
φυσική επιτήρηση των υδάτινων πόρων για την πρόληψη κλοπής	(Sharmila, Dhivya Priya και Gokul Anand, 2022)
παρακολούθηση δεικτών ποιότητας του νερού	(Desmal και Madan, 2025)
συλλογή και ανάλυση δειγμάτων νερού για προσδιορισμό παραμέτρων όπως pH, διαλυμένο οξυγόνο και θολότητα και συνεχής παροχή πληροφοριών πραγματικού χρόνου	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
συλλογή και διαχωρισμός όμβριων υδάτων βάσει παραμέτρων ποιότητας	(Okoli και Kabaso, 2024)
μέτρηση pH όμβριων υδάτων και διαχωρισμός όξινου νερού	(Okoli και Kabaso, 2024)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες ποιότητας του νερού	(Desmal και Madan, 2025) (Mishra, Gupta και Goktas, 2025) (Okoli και Kabaso, 2024)
αισθητήρες βροχόπτωσης, pH	(Okoli και Kabaso, 2024)
σερβοκινητήρες	(Okoli και Kabaso, 2024)
δικτύωση Wi-Fi	(Okoli και Kabaso, 2024)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές	(Sharmila, Dhivya Priya και Gokul Anand, 2022)
τηλεπισκόπηση	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
μικροελεγκτές (όπως NodeMCU)	(Okoli και Kabaso, 2024)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
περιορισμός της κλοπής νερού	(Sharmila, Dhivya Priya και Gokul Anand, 2022)
αναγνώριση πηγών ρύπανσης, παρακολούθηση τάσεων και εφαρμογή κατάλληλων πολιτικών για την προστασία υδάτινων πόρων	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
αποτελεσματική συλλογή ομβρίων υδάτων και διασφάλιση της ποιότητας τους	(Okoli και Kabaso, 2024)
διατήρηση της ποιότητας ζωτικών πόρων	(Desmal και Madan, 2025)
σημαντική μείωση εξόδων	(Desmal και Madan, 2025)
Δεδομένα Εφαρμογής	

Αρίθμηση Εφαρμογής	2
Όνομα Εφαρμογής	
○ διαχείριση δικτύου διανομής ○ παρακολούθηση υποδομών	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
ενίσχυση του ελέγχου και της αποδοτικότητας των αστικών υδάτινων συστημάτων	(Caradot κ.ά., 2024)
παρακολούθηση των υδάτινων σωμάτων	(Caradot κ.ά., 2024)
υποστήριξη της διαχείρισης και της λήψης αποφάσεων	(Caradot κ.ά., 2024)
παρακολούθηση της ασφάλειας υποδομών	(Caradot κ.ά., 2024)
παροχή εργαλείων αλληλεπίδρασης μεταξύ παρόχων υπηρεσιών, αρχών και καταναλωτών	(Caradot κ.ά., 2024)
συλλογή δεδομένων και παροχή πληροφοριών για τη λειτουργία του δικτύου αγωγών	(Okoli και Kabaso, 2024)
ανίχνευση διαρροών και εντοπισμός δυσλειτουργιών σε υποδομές	(Okoli και Kabaso, 2024) (Desmal και Madan, 2025) (Caradot κ.ά., 2024)
προσδιορισμός ακριβούς θέσης εμφάνισης διαρροής ή δυσλειτουργίας	(Caradot κ.ά., 2024)
απομακρυσμένη διαμόρφωση δικτύου	(Okoli και Kabaso, 2024)
διασύνδεση διαφορετικών μερών και συστημάτων στις υποδομές νερού της πόλης (όπως ακατέργαστο νερό, εγκαταστάσεις επεξεργασίας, αγωγούς μεταφοράς, οργανισμούς εξυπηρέτησης και πελάτες), συγκέντρωση πληροφοριών που αφορούν τη κατάσταση των πόρων και του εξοπλισμού και παροχή συνεχούς πληροφόρησης στους διαχειριστές	(Meenakshi, Pandimurugan και Rajasoundaran, 2022)
υποστήριξη της διανομής νερού	(Desmal και Madan, 2025)
έλεγχος αντλιοστασίων μέσω προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών (π.χ. σε περίπτωση χαμηλής στάθμης νερού γίνεται αυτόματη εκκίνηση αντλίας)	(Sharmila, Dhivya Priya και Gokul Anand, 2022)
αυτοματοποιημένος έλεγχος δεξαμενών (π.χ. διακοπή ροής σε περίπτωση πλήρωσης μιας δεξαμενής)	(Okoli και Kabaso, 2024)
απομακρυσμένος έλεγχος αγωγών (αναφορά και αντιμετώπιση διαρροών, μέτρηση ροής, αποστολή ειδοποίησης όταν η διαρροή βρίσκεται εκτός προκαθορισμένου εύρους)	(Hassebo και Tealab, 2023) (Desmal και Madan, 2025)
έλεγχος της παροχής με αυτοματοποιημένα συστήματα	(Sharmila, Dhivya Priya και Gokul Anand, 2022)
εντοπισμός μη εξουσιοδοτημένης χρήσης νερού	(Okoli και Kabaso, 2024)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές με ενσωματωμένες λειτουργίες Διαδικτύου των Πραγμάτων και αισθητήρες	(Sharmila, Dhivya Priya και Gokul Anand, 2022)
επικοινωνία μεταξύ συσκευών	(Hassebo και Tealab, 2023)
πύλες Διαδικτύου των Πραγμάτων	(Alam, 2021)
δίκτυα ασύρματων αισθητήρων	(Caradot κ.ά., 2024) (Alam, 2021) (Okoli και Kabaso, 2024)
αισθητήρες ροής	(Okoli και Kabaso, 2024)
έξυπνοι μετρητές νερού	(Okoli και Kabaso, 2024)
δίκτυα ευρείας περιοχής χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας (όπως LoRa, NB-IoT)	(Okoli και Kabaso, 2024)
αρθρώματα επικοινωνίας	(Okoli και Kabaso, 2024)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	

υπολογιστική νέφους	(Caradot κ.ά., 2024)
τεχνητή νοημοσύνη	(Caradot κ.ά., 2024)
μηχανική μάθηση	(Caradot κ.ά., 2024) (Okoli και Kabaso, 2024)
εργαλεία μοντελοποίησης	(Caradot κ.ά., 2024)
βάσεις δεδομένων νέφους	(Okoli και Kabaso, 2024)
λογισμικό οπτικοποίησης δεδομένων (όπως Grafana)	(Okoli και Kabaso, 2024)
τρισδιάστατη εκτύπωση	(Okoli και Kabaso, 2024)
φωτοβολταϊκά συστήματα	(Okoli και Kabaso, 2024)
μικροελεγκτές (όπως Arduino)	(Okoli και Kabaso, 2024)
υπολογιστές μονής πλακέτας (όπως Raspberry Pi)	(Okoli και Kabaso, 2024)
έξυπνα συστήματα ύδρευσης	(Desmal και Madan, 2025)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
βελτίωση βιωσιμότητας και ανθεκτικότητας των αστικών υδάτινων συστημάτων	(Caradot κ.ά., 2024)
διαφάνεια στη τιμολόγηση του νερού	(Okoli και Kabaso, 2024)
εξοικονόμηση νερού μέσω της βελτιστοποίησης της διανομής και της αντιμετώπισης διαρροών	(Desmal και Madan, 2025)
ενίσχυση της ανθεκτικότητας έναντι των κλιματικών αλλαγών	(Caradot κ.ά., 2024)
αντιμετώπιση προβλημάτων διαθεσιμότητας νερού (ποιοτικά και ποσοτικά)	(Caradot κ.ά., 2024)
αποτελεσματική διατήρηση υδάτινων πόρων	(Okoli και Kabaso, 2024)
μείωση κόστους για χειροκίνητες μετρήσεις	(Okoli και Kabaso, 2024)
περιορισμός κινδύνου απάτης στις μετρήσεις	(Okoli και Kabaso, 2024)
βελτιωμένη συμπεριφορά καταναλωτών προς την κατεύθυνση της εξοικονόμησης νερού	(Okoli και Kabaso, 2024)
μειωμένο ανθρακικό αποτύπωμα	(Okoli και Kabaso, 2024)
ικανότητα άμεσης απόκρισης κατά την εμφάνιση προβλημάτων	(Meenakshi, Pandimurugan και Rajasoundaran, 2022)
προληπτικές διαδικασίες προστασίας νερού, βασισμένες σε ανάλυση δεδομένων και προβλέψεις	(Meenakshi, Pandimurugan και Rajasoundaran, 2022)
καλύτερη ορατότητα απομακρυσμένων υποδομών (όπως δεξαμενές)	(Alam, 2021)
μείωση κόστους παρακολούθησης και υποστήριξης εγκαταστάσεων	(Alam, 2021)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	3
Όνομα Εφαρμογής	
○ παρακολούθηση ζήτησης και κατανάλωσης ○ εμπλοκή καταναλωτών	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
καταγραφή, κατανόηση και πρόβλεψη της συμπεριφοράς των καταναλωτών βάσει συνηθειών κατανάλωσης νερού	(Caradot κ.ά., 2024)
κατανομή χρηστών σε κατηγορίες βάσει συνήθων καταναλώσεων και πρόβλεψη μελλοντικών αναγκών ανά κατηγορία καταναλωτή	(Caradot κ.ά., 2024)
καταγραφή συμπεριφοράς κατανάλωσης νερού (χρόνος και ποσότητα) σε ατομικό επίπεδο, διάκριση μεταξύ υπερβολικής και κανονικής χρήσης, ειδοποίηση για υπερβολική χρήση, απομακρυσμένος έλεγχος	(Okoli και Kabaso, 2024)
αυτοματοποιημένη λήψη και μετάδοση ακριβών μετρήσεων με χρήση έξυπνων μετρητών	(Alam, 2021)
αυτοματοποιημένη τιμολόγηση παροχής	(Alam, 2021)

παροχή βοήθειας στους καταναλωτές για την υιοθέτηση πρακτικών μείωσης της χρήσης νερού αξιοποιώντας τεχνικές παρακίνησης και παιχνιδοποίησης	(Alam, 2021) (Caradot κ.ά., 2024)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
έξυπνοι μετρητές κατανάλωσης νερού	(Okoli και Kabaso, 2024)
μετρητές ροής νερού	(Okoli και Kabaso, 2024) (Alam, 2021)
έξυπνα τηλέφωνα	(Okoli και Kabaso, 2024)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
βάσεις δεδομένων νέφους	(Okoli και Kabaso, 2024)
μηχανική μάθηση	(Okoli και Kabaso, 2024)
μικροελεγκτές (όπως NodeMCU, Arduino)	(Okoli και Kabaso, 2024)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
δημιουργία προγραμμάτων εξοικονόμησης νερού με τη συμμετοχή των καταναλωτών	(Caradot κ.ά., 2024)
αύξηση της ευαισθητοποίησης των καταναλωτών, σχετικά με την εξοικονόμηση νερού	(Okoli και Kabaso, 2024)
μείωση παραπόνων	(Okoli και Kabaso, 2024)
εξοικονόμηση νερού	(Okoli και Kabaso, 2024)
μείωση χρεώσεων προμήθειας νερού	(Okoli και Kabaso, 2024)
αποδοτική λειτουργία του συστήματος	(Okoli και Kabaso, 2024)
διαφάνεια και ακρίβεια στις μετρήσεις και στις χρεώσεις	(Alam, 2021)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	4
Όνομα Εφαρμογής	
○ παρακολούθηση και έλεγχος λυμάτων και όμβριων υδάτων ○ επεξεργασία και ανάκτηση λυμάτων ○ αποκατάσταση υδάτων πόρων	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
ανίχνευση διαρροών ή άλλων προβλημάτων στα δίκτυα λυμάτων και όμβριων υδάτων	(Meenakshi, Pandimurugan και Rajasoundaran, 2022) (Zyoud και Zyoud, 2025)
συλλογή δεδομένων από αισθητήρες, μετάδοση και καταγραφή	(Meenakshi, Pandimurugan και Rajasoundaran, 2022) (Zyoud και Zyoud, 2025)
αποκεντρωμένος έλεγχος λυμάτων και όμβριων υδάτων	(Meenakshi, Pandimurugan και Rajasoundaran, 2022)
οπτικοποίηση αποτελεσμάτων με εικόνες ή γραφήματα	(Meenakshi, Pandimurugan και Rajasoundaran, 2022)
αποστολή ειδοποιήσεων για τυχόν προβλήματα στη στάθμη νερού	(Meenakshi, Pandimurugan και Rajasoundaran, 2022)
δειγματοληψία και λήψη μετρήσεων	(Zyoud και Zyoud, 2025)
αυτόνομη παρακολούθηση εκροών λυμάτων	(Zyoud και Zyoud, 2025)
χειρισμός μηχανισμών συναγερμού	(Zyoud και Zyoud, 2025)
παρακολούθηση ποσότητας και ποιότητας νερού	(Zyoud και Zyoud, 2025)
εκτίμηση κινδύνου πλημμύρας	(Zyoud και Zyoud, 2025)
παροχή πληροφοριών πραγματικού χρόνου σχετικά με τα επίπεδα ρύπανσης	(Zyoud και Zyoud, 2025)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες παραμέτρων του νερού (όπως μετρητής ροής)	(Zyoud και Zyoud, 2025) (Meenakshi, Pandimurugan και Rajasoundaran, 2022)

βαλβίδες ελέγχου ροής	(Meenakshi, Pandimurugan και Rajasoundaran, 2022)
ασύρματα δίκτυα αισθητήρων	(Meenakshi, Pandimurugan και Rajasoundaran, 2022)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
συστήματα εποπτικού ελέγχου και συλλογής δεδομένων	(Meenakshi, Pandimurugan και Rajasoundaran, 2022)
υπολογιστική νέφους	(Meenakshi, Pandimurugan και Rajasoundaran, 2022)
δικτύωση μέσω κινητής τηλεφωνίας	(Meenakshi, Pandimurugan και Rajasoundaran, 2022)
διακομιστές σελίδων ιστού	(Meenakshi, Pandimurugan και Rajasoundaran, 2022)
αλυσίδες συστοιχιών	(Zyoud και Zyoud, 2025)
βάσεις δεδομένων χρονικών σειρών	(Meenakshi, Pandimurugan και Rajasoundaran, 2022)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
πρόληψη εξάπλωσης ασθενειών	(Meenakshi, Pandimurugan και Rajasoundaran, 2022)
μείωση κόστους διαχείρισης λυμάτων έως και 20%	(Meenakshi, Pandimurugan και Rajasoundaran, 2022)
μείωση λειτουργικών εξόδων	(Meenakshi, Pandimurugan και Rajasoundaran, 2022)
αντικατάσταση ή υποστήριξη της χειρωνακτικής εργασίας με μηχανικό εξοπλισμό και αυτοματισμούς	(Meenakshi, Pandimurugan και Rajasoundaran, 2022) (Zyoud και Zyoud, 2025)
ικανότητα άμεσης αντιμετώπισης προβλημάτων	(Meenakshi, Pandimurugan και Rajasoundaran, 2022)
μείωση σφαλμάτων	(Zyoud και Zyoud, 2025)
αύξηση της επαναχρησιμοποίησης νερού	(Zyoud και Zyoud, 2025)
βελτίωση αποδοτικότητας χρήσης οικιακού νερού	(Zyoud και Zyoud, 2025)

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Διαχείριση Απορριμμάτων και Αποβλήτων**	
Τομέας	Αστικό Περιβάλλον
Ενότητα	8
Κεφάλαιο	8.2
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής	
διαχείριση έξυπνων κάδων απορριμμάτων και ανακύκλωσης	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
ανίχνευση του επιπέδου πληρότητας των κάδων απορριμμάτων	(Gemein κ.ά., 2024) (Almulhim, 2025) (Ansari κ.ά., 2021) (Hashem κ.ά., 2024) (Hassebo και Tealab, 2023) (Zyoud και Zyoud, 2025)
αποστολή ειδοποιήσεων στις υπηρεσίες αποκομιδής απορριμμάτων	(Hassebo και Tealab, 2023) (Zyoud και Zyoud, 2025)
πρόβλεψη των αναγκών κένωσης	(Hashem κ.ά., 2024)

παρακολούθηση και βελτιστοποίηση της αποκομιδής απορριμμάτων	(Senadheera κ.ά., 2024)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες υπερύθρων	(Hassebo και Tealab, 2023)
αισθητήρες υπεριώδεις	(Hassebo και Tealab, 2023)
αισθητήρες υπερήχων	(Ansari κ.ά., 2021)
ζυγαριές	(Hassebo και Tealab, 2023)
έξυπνοι κάδοι απορριμμάτων και ανακύκλωσης	(Martínez κ.ά., 2021) (Almulhim, 2025) (Gemein κ.ά., 2024) (Senadheera κ.ά., 2024) (Zyoud και Zyoud, 2025) (Javaid κ.ά., 2025)
έξυπνα απορριμματοφόρα	(Hashem κ.ά., 2024)
τριχοειδή δίκτυα	(Ansari κ.ά., 2021)
μητροπολιτικά δίκτυα πρόσβασης	(Ansari κ.ά., 2021)
δίκτυα Wi-Fi	(Ansari κ.ά., 2021)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
μικροελεγκτές	(Ansari κ.ά., 2021)
τεχνητή νοημοσύνη	(Hashem κ.ά., 2024)
αναλυτική δεδομένων	(Zyoud και Zyoud, 2025)
προβλεπτική ανάλυση	(Zyoud και Zyoud, 2025)
δίκτυα κινητής τηλεφωνίας	(Zyoud και Zyoud, 2025)
κοινωνικά δίκτυα	(Zyoud και Zyoud, 2025)
πλαίσια προσομοίωσης πολλαπλών πρακτόρων	(Alakwaa, Alhothli και Alhashemi, 2025)
αλυσίδες συστοιχιών	(Almulhim, 2025)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
βελτιστοποίηση της διαδικασίας αποκομιδής	(Senadheera κ.ά., 2024) (Hassebo και Tealab, 2023)
περιορισμός περιττών διαδρομών	(Hassebo και Tealab, 2023)
αποφυγή υπερχειλίσεων κάδων	(Javaid κ.ά., 2025) (Hassebo και Tealab, 2023)
μείωση κατανάλωσης καυσίμου	(Almulhim, 2025) (Zyoud και Zyoud, 2025) (Hashem κ.ά., 2024)
μείωση ρύπων και αερίων θερμοκηπίου	(Almulhim, 2025) (Alakwaa, Alhothli και Alhashemi, 2025) (Zyoud και Zyoud, 2025) (Hashem κ.ά., 2024)
αποτροπή ανάπτυξης επικίνδυνων αερίων	(Javaid κ.ά., 2025)
περιορισμός εκδηλώσεων ασθενειών	(Javaid κ.ά., 2025)
αποτροπή συμβάντων μόλυνσης του περιβάλλοντος	(Javaid κ.ά., 2025)
σημαντική μείωση λειτουργικών εξόδων	(Alakwaa, Alhothli και Alhashemi, 2025) (Zyoud και Zyoud, 2025) (Zyoud και Zyoud, 2025) (Javaid κ.ά., 2025)
μείωση ανθρακικού αποτυπώματος	(Zyoud και Zyoud, 2025)
βελτίωση προγραμματισμού διαδρομών αποκομιδής	(Gemein κ.ά., 2024) (Alakwaa, Alhothli και Alhashemi, 2025) (Zyoud και Zyoud, 2025)

ενθάρρυνση της συμμετοχής του κοινού	(Zyoud και Zyoud, 2025) (Zyoud και Zyoud, 2025)
ευαισθητοποίηση του κοινού	(Zyoud και Zyoud, 2025)
μείωση χρόνων αποκομιδής	(Zyoud και Zyoud, 2025)
αύξηση της ικανοποίησης του κοινού	(Alakwaa, Alhothli και Alhashemi, 2025)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	2
Όνομα Εφαρμογής	
προγραμματισμός αποκομιδής απορριμμάτων	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο της θέσης και της κατάστασης των απορριμματοφόρων	(Hassebo και Tealab, 2023)
εύρεση αποτελεσματικών διαδρομών αποκομιδής και δυναμική προσαρμογή	(Zyoud και Zyoud, 2025) (Zyoud και Zyoud, 2025) (Hashem κ.ά., 2024) (Almulhim, 2025) (Hassebo και Tealab, 2023)
χρονοπρογραμματισμός αποκομιδής	(Zyoud και Zyoud, 2025)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
διασυνδεδεμένα απορριμματοφόρα	(Hassebo και Tealab, 2023)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
δορυφορικά συστήματα εντοπισμού θέσης	(Hassebo και Tealab, 2023)
τεχνητή νοημοσύνη	(Zyoud και Zyoud, 2025)
μεγάλα δεδομένα	(Zyoud και Zyoud, 2025)
αναλυτική δεδομένων	(Zyoud και Zyoud, 2025)
προβλεπτική ανάλυση	(Zyoud και Zyoud, 2025)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
μείωση κατανάλωσης καυσίμων	(Almulhim, 2025) (Zyoud και Zyoud, 2025) (Zyoud και Zyoud, 2025) (Hassebo και Tealab, 2023)
μείωση εκπομπών ρύπων και αερίων θερμοκηπίου	(Almulhim, 2025) (Zyoud και Zyoud, 2025) (Zyoud και Zyoud, 2025) (Zyoud και Zyoud, 2025) (Hassebo και Tealab, 2023)
μείωση λειτουργικών εξόδων	(Zyoud και Zyoud, 2025) (Hassebo και Tealab, 2023)
αύξηση της απόδοσης των εργασιών αποκομιδής	(Zyoud και Zyoud, 2025)
μείωση ανθρακικού αποτυπώματος των εργασιών	(Zyoud και Zyoud, 2025)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	3
Όνομα Εφαρμογής	
○ διαχωρισμός των απορριμμάτων ○ διαλογή των ανακυκλώσιμων υλικών	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
αναγνώριση της σωστής κατηγορίας ανακύκλωσης των ανακυκλώσιμων υλικών	(Zyoud και Zyoud, 2025) (Hassebo και Tealab, 2023)
αναγνώριση και διαχωρισμός αστικών οργανικών αποβλήτων από μη οργανικά υλικά	(Senadheera κ.ά., 2024)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	

αισθητήρες	(Hassebo και Tealab, 2023)
υπολογιστική όραση	(Senadheera κ.ά., 2024)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
μοντέλα βαθιάς μάθησης	(Senadheera κ.ά., 2024)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
προώθηση πρακτικών ανακύκλωσης	(Hassebo και Tealab, 2023)
μείωση επιμόλυνσης και βελτίωση ποιότητας τελικού προϊόντος	(Senadheera κ.ά., 2024)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	4
Όνομα Εφαρμογής	
○ ανάλυση δεδομένων απορριμμάτων ○ προγνωστική μοντελοποίηση	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
ανάλυση προτύπων και τάσεων στη δημιουργία απορριμμάτων	(Zyoud και Zyoud, 2025) (Hassebo και Tealab, 2023)
αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της αποκομιδής	(Hassebo και Tealab, 2023)
εκτίμηση ποσοστών ανακύκλωσης	(Hassebo και Tealab, 2023)
προγνωστική μοντελοποίηση της κομποστοποίησης	(Senadheera κ.ά., 2024)
πρόβλεψη θρεπτικού περιεχομένου	(Senadheera κ.ά., 2024)
εκτίμηση ωριμότητας κομποστοποίησης	(Senadheera κ.ά., 2024)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες	(Senadheera κ.ά., 2024)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
τεχνητά νευρωνικά δίκτυα	(Senadheera κ.ά., 2024)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
βελτιστοποίηση λειτουργιών και αποφάσεων βάσει τεκμηρίων	(Hassebo και Tealab, 2023)
μείωση λειτουργικών εξόδων	(Zyoud και Zyoud, 2025)
μείωση ανθρακικού αποτυπώματος	(Zyoud και Zyoud, 2025)
βελτιστοποίηση της κομποστοποίησης με ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση επιβλαβών εκπομπών	(Senadheera κ.ά., 2024)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	5
Όνομα Εφαρμογής	
υποστήριξη της ιχνηλασιμότητας και της διαφάνειας	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
συλλογή δεδομένων	(Zyoud και Zyoud, 2025)
μεταφορά δεδομένων σε πλατφόρμες αλυσίδων συστοιχιών για την αμετάκλητη καταγραφή των συναλλαγών	(Zyoud και Zyoud, 2025)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
διασυνδεδεμένος εξοπλισμός διαχείρισης απορριμμάτων	(Zyoud και Zyoud, 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
πλατφόρμες αλυσίδων συστοιχιών	(Zyoud και Zyoud, 2025)
έξυπνα συμβόλαια	(Zyoud και Zyoud, 2025)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
εξασφάλιση ιχνηλασιμότητας και διαφάνειας	(Zyoud και Zyoud, 2025)
εντοπισμός απάτης	(Zyoud και Zyoud, 2025)
επιβολή κυρώσεων για παράνομες απορρίψεις	(Zyoud και Zyoud, 2025)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	6
Όνομα Εφαρμογής	
παρακολούθηση και έλεγχος της αστικής κομποστοποίησης	

Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
μέτρηση ζωτικών παραμέτρων (υγρασία, pH, θερμοκρασία, οξυγόνο)	(Senadheera κ.ά., 2024)
ανίχνευση εκπομπών αερίων (NH3, CO2, πτητικές οργανικές ενώσεις)	(Senadheera κ.ά., 2024)
ενεργοποίηση μηχανισμών ελέγχου εκροής	(Senadheera κ.ά., 2024)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες pH	(Senadheera κ.ά., 2024)
αισθητήρες υγρασίας	(Senadheera κ.ά., 2024)
θερμοστοιχεία	(Senadheera κ.ά., 2024)
οπτικοί αισθητήρες	(Senadheera κ.ά., 2024)
αισθητήρες οξυγόνου	(Senadheera κ.ά., 2024)
ανιχνευτές αεριών	(Senadheera κ.ά., 2024)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
συστήματα αυτοματοποίησης και ελέγχου	(Senadheera κ.ά., 2024)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
βελτιστοποίηση της μικροβιακής αποσύνθεσης	(Senadheera κ.ά., 2024)
επιτάχυνση της κομποστοποίησης	(Senadheera κ.ά., 2024)
διασφάλιση υψηλής ποιότητας τελικών προϊόντων	(Senadheera κ.ά., 2024)
ελαχιστοποίηση επιβλαβών εκπομπών	(Senadheera κ.ά., 2024)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	7
Όνομα Εφαρμογής	
ιχνηλάτηση αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
εντοπισμός της προέλευσης και της γεωγραφικής θέσης των αποβλήτων	(Yu κ.ά., 2025)
ταξινόμηση των αποβλήτων	(Yu κ.ά., 2025)
σχεδιασμός διαδρομών των οχημάτων μεταφοράς αποβλήτων	(Yu κ.ά., 2025)
παρακολούθηση δομικής απόκρισης των κατασκευών	(Yu κ.ά., 2025)
ανίχνευση δονήσεων και παραμορφώσεων	(Yu κ.ά., 2025)
παρακολούθηση δομικής ακεραιότητας κατά τη φάση κατεδάφισης	(Yu κ.ά., 2025)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
ετικέτες RFID	(Yu κ.ά., 2025)
αισθητήρες βάρους	(Yu κ.ά., 2025)
επιταχυνσιόμετρα	(Yu κ.ά., 2025)
μετρητές παραμόρφωσης	(Yu κ.ά., 2025)
αισθητήρες μετατόπισης	(Yu κ.ά., 2025)
δίκτυα μεγάλης εμβέλειας χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας	(Yu κ.ά., 2025)
δίκτυα Wi-Fi	(Yu κ.ά., 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
μονάδες δορυφορικού εντοπισμού θέσης	(Yu κ.ά., 2025)
δίκτυα 5G	(Yu κ.ά., 2025)
υπολογιστική άκρου	(Yu κ.ά., 2025)
υπολογιστική όραση	(Yu κ.ά., 2025)
πλατφόρμες ψηφιακών δίδυμων	(Yu κ.ά., 2025)
πλατφόρμες μοντελοποίησης κτιριακών πληροφοριών	(Yu κ.ά., 2025)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
περιορισμός ανθρώπινων λαθών	(Yu κ.ά., 2025)
βελτίωση ποσοστών ανάκτησης υλικών	(Yu κ.ά., 2025)
μείωση απόστασης, χρόνου και κατανάλωσης καυσίμων	(Yu κ.ά., 2025)

αποτροπή κινδύνων κατάρρευσης απροόπτων	(Yu κ.ά., 2025)
μείωση εκπομπών	(Yu κ.ά., 2025)

Παράρτημα Ε.9: Εξαγωγή Δεδομένων - Ενότητα 9

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Αστική Κινητικότητα και Μεταφορές**	
Τομέας	Αστικό Περιβάλλον
Ενότητα	9
Κεφάλαιο	9.1
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής	
παρακολούθηση και διαχείριση της κυκλοφορίας	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
παρακολούθηση και βελτιστοποίηση της ροής της κυκλοφορίας	(Hassebo και Tealab, 2023) (Desmal και Madan, 2025) (Sunyaev, 2024)
παρακολούθηση περιβαλλοντικών παραμέτρων	(Desmal και Madan, 2025)
αποστολή δεδομένων στα κέντρα επιχειρήσεων	(Sharmila, Dhivya Priya και Gokul Anand, 2022)
ανακατεύθυνση της κυκλοφορίας μέσω φωτεινών σημάτων για την αποσυμφόρηση βεβαρυμμένων σημείων	(Sharmila, Dhivya Priya και Gokul Anand, 2022)
αναγνώριση υπερβολικής πυκνότητας οχημάτων και προσαρμογή των διαρκειών των φωτεινών ενδείξεων	(Javaid κ.ά., 2025)
αναγνώριση προτύπων κίνησης των οχημάτων	(Hassan, 2025)
παροχή πληροφοριών της κίνησης στους οδηγούς	(Hassebo και Tealab, 2023)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
κάμερες	(Hassebo και Tealab, 2023) (Sharmila, Dhivya Priya και Gokul Anand, 2022)
έξυπνοι φωτεινοί σηματοδότες	(Javaid κ.ά., 2025) (Elsisi κ.ά., 2025)
δίκτυα αισθητήρων	(Desmal και Madan, 2025)
αισθητήρες	(Javaid κ.ά., 2025) (Hassan, 2025) (Hassebo και Tealab, 2023)
ενεργοποιητές	(Hassan, 2025)
πλεγματικά δίκτυα Wi-Fi	(Desmal και Madan, 2025)
δίκτυα ευρείας περιοχής χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας	(Sunyaev, 2024)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
αναλυτική δεδομένων	(Hassan, 2025)
δίκτυα δεδομένων 5G	(Hassan, 2025) (Desmal και Madan, 2025)
υποδομές τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνίας	(Sunyaev, 2024)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
μείωση της κυκλοφορικής συμφόρησης	(Sharmila, Dhivya Priya και Gokul Anand, 2022)
βελτίωση της ροής κυκλοφορίας	(Javaid κ.ά., 2025) (Sunyaev, 2024)
μείωση του χρόνου μετακινήσεων κατά 20%	(Desmal και Madan, 2025)
αύξηση της χρήσης μέσων μαζικής μεταφοράς	(Desmal και Madan, 2025)

μείωση εκπομπών ρύπων και ρύπανσης	(Javaid κ.ά., 2025) (Desmal και Madan, 2025)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	2
Όνομα Εφαρμογής	
πρόβλεψη και βελτιστοποίηση της κυκλοφορίας	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
πρόβλεψη της ροής της κυκλοφορίας σε χρονικό ορίζοντα έως και 30 λεπτών	(Saini και Sharma, 2025)
προβλεπτική ανάλυση της κίνησης	(Desmal και Madan, 2025)
πρόβλεψη βλαβών στις υποδομές	(Desmal και Madan, 2025)
δυναμική ρύθμιση και χρονισμός της σηματοδότησης	(Saini και Sharma, 2025)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
κάμερες	(Jaber, 2023)
αισθητήρες	(Saini και Sharma, 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
υπολογιστική όραση	(Jaber, 2023)
δεδομένα των μέσων μαζικής μεταφοράς	(Saini και Sharma, 2025)
τεχνητή νοημοσύνη	(Saini και Sharma, 2025)
μεγάλα δεδομένα	(Desmal και Madan, 2025)
μηχανική μάθηση	(Desmal και Madan, 2025)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
συμβολή στην επίτευξη του 11ου στόχου βιωσιμότητας	(Jaber, 2023)
σημαντική μείωση των χρόνων μετακίνησης	(Desmal και Madan, 2025) (Saini και Sharma, 2025)
βελτίωση της αποδοτικότητας της κυκλοφορίας	(Saini και Sharma, 2025)
ελαχιστοποίηση των καθυστερήσεων σε κεντρικές διασταυρώσεις	(Saini και Sharma, 2025)
μείωση εκπομπών ρύπων	(Desmal και Madan, 2025)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	3
Όνομα Εφαρμογής	
ανίχνευση και κατηγοριοποίηση κυκλοφοριακών συμβάντων	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
ακριβής αναγνώριση συμβάντων κυκλοφορίας (όπως ατυχημάτων, βλαβών και δυσλειτουργιών) σε πραγματικό χρόνο	(Allemki κ.ά., 2025) (Saini και Sharma, 2025)
γεωγραφικός εντοπισμός των συμβάντων	(Saini και Sharma, 2025) (Allemki κ.ά., 2025)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
κάμερες	(Saini και Sharma, 2025)
ασύρματα δίκτυα αισθητήρων	(Saini και Sharma, 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
τεχνητή νοημοσύνη	(Saini και Sharma, 2025)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
βελτίωση των χρόνων απόκρισης	(Saini και Sharma, 2025)
ελαχιστοποίηση των διαταραχών στη κυκλοφορία	(Saini και Sharma, 2025)
περιορισμός περιστατικών διακοπής της κυκλοφορίας	(Saini και Sharma, 2025)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	4
Όνομα Εφαρμογής	
○ προτεραιοποίηση οχημάτων έκτακτης ανάγκης ○ διαχείριση περιστατικών έκτακτης ανάγκης	

Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
παρακολούθηση οχημάτων επείγουσας ανάγκης (όπως ασθενοφόρων, περιπολικών και πυροσβεστικών)	(Hassebo και Tealab, 2023)
προτεραιοποίηση της κυκλοφορίας οχημάτων επείγουσας ανάγκης με ρύθμιση φωτεινών σηματοδοτών σε διασταυρώσεις	(Jaber, 2023)
προτεραιοποίηση της κυκλοφορίας οχημάτων επείγουσας ανάγκης με εκκένωση λωρίδων ή οδών	(Hassebo και Tealab, 2023)
επικοινωνία και έλεγχος φωτεινών σηματοδοτών	(Hassebo και Tealab, 2023)
γρήγορος προσδιορισμός της φύσης και της θέσης έκτακτων αναγκών	(Hassebo και Tealab, 2023)
παροχή εργαλείων επικοινωνίας και διαμοιρασμού πληροφοριών κατά την απόκριση σε έκτακτες ανάγκες	(Hassebo και Tealab, 2023)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
συστήματα κατανεμημένης ακουστικής αίσθησης	(Jaber, 2023)
αισθητήρες	(Hassebo και Tealab, 2023)
έξυπνοι φωτεινοί σηματοδότες	(Hassebo και Tealab, 2023)
επικοινωνία μεταξύ συσκευών	(Hassebo και Tealab, 2023)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
μονοδιάστατα συνελικτικά νευρωνικά δίκτυα	(Jaber, 2023)
βαθιά μάθηση	(Jaber, 2023)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
βελτίωση των χρόνων απόκρισης	(Hassebo και Tealab, 2023)
ενίσχυση της αποτελεσματικότητας των επιχειρήσεων διάσωσης	(Hassebo και Tealab, 2023)
ενίσχυση του συντονισμού πόρων και της τεκμηριωμένης λήψης αποφάσεων	(Hassebo και Tealab, 2023)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	5
Όνομα Εφαρμογής ○ ασφάλεια πεζών ○ διαμοιρασμός πληροφοριών ○ επιτήρηση οδικής συμπεριφοράς	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
αναγνώριση πεζών	(Hassebo και Tealab, 2023)
προειδοποίηση οδηγών για τη παρουσία πεζών	(Hassebo και Tealab, 2023)
ενημέρωση οδηγών σχετικά με τη κυκλοφοριακή κατάσταση, διακοπές κυκλοφορίας, κλείσιμο δρόμων και συναφείς πληροφορίες	(Hassebo και Tealab, 2023)
ανίχνευση παραβιάσεων των κανόνων κυκλοφορίας (όπως υπερβολική ταχύτητα, παράβαση κόκκινου σηματοδότη)	(Hassebo και Tealab, 2023)
αυτοματοποιημένη επιβολή προστίμων	(Hassebo και Tealab, 2023)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες	(Hassebo και Tealab, 2023)
κάμερες	(Hassebo και Tealab, 2023)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων	(Hassebo και Tealab, 2023)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
βελτίωση της ασφάλειας, ιδιαιτέρως σε σημεία με πυκνή παρουσία πεζών και σε ευαίσθητα σημεία (όπως σχολικές μονάδες)	(Hassebo και Tealab, 2023)
λήψη αποφάσεων από τους οδηγούς (όπως επιλογή διαδρομής, ώρα μετακίνησης) βάσει επικαιροποιημένων πληροφοριών κυκλοφορίας	(Hassebo και Tealab, 2023)
μείωση του πλήθους ατυχημάτων που οφείλονται σε μη υπεύθυνη οδήγηση	(Hassebo και Tealab, 2023)

Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	6
Όνομα Εφαρμογής	
παροχή υπηρεσιών στο επιβατικό κοινό	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
αναγνώριση επιβάτη με χρήση φορητών συσκευών με τεχνολογία NFC	(Hassebo και Tealab, 2023)
αυτοματοποιημένη πληρωμή κομίστρου	(Hassebo και Tealab, 2023)
αυτόματη επιλογή του κατάλληλου και οικονομικότερου εισιτηρίου βάσει των μετακινήσεων του επιβάτη	(Alam, 2021)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
επικοινωνία NFC	(Hassebo και Tealab, 2023)
επικοινωνία μεταξύ συσκευών	(Hassebo και Tealab, 2023)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
πλατφόρμες παρόχων ηλεκτρονικών πληρωμών (όπως χρέωση κάρτας ή τραπεζικού λογαριασμού)	(Hassebo και Tealab, 2023)
έξυπνες κινητές συσκευές (όπως έξυπνα ρολόγια)	(Hassebo και Tealab, 2023)
εφαρμογές κινητού τηλεφώνου	(Hassebo και Tealab, 2023)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
αύξηση της ικανοποίησης των επιβατών	(Hassebo και Tealab, 2023)
βελτίωση της αποδοτικότητας του συστήματος εισιτηρίων	(Hassebo και Tealab, 2023)
προηγμένη εξυπηρέτηση και εμπειρία επιβατών	(Hassebo και Tealab, 2023)

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Έξυπνη Στάθμευση**	
Τομέας	Αστικό Περιβάλλον
Ενότητα	9
Κεφάλαιο	9.1.1
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής	
○ παρακολούθηση της πληρότητας των χώρων στάθμευσης ○ εντοπισμός διαθέσιμων θέσεων	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
εντοπισμός διαθέσιμων θέσεων στάθμευσης με χρήση αισθητήρων	(Gemein κ.ά., 2024)
μετάδοση πληροφοριών σε βάση δεδομένων	(Hassebo και Tealab, 2023)
παρακολούθηση της χρήσης και της πληρότητας των χώρων στάθμευσης	(Yu κ.ά., 2025)
διαμοιρασμός πληροφοριών σε διαχειριστές και οδηγούς	(Alam, 2021) (Saini και Sharma, 2025)
εντοπισμός πλησιέστερων θέσεων στάθμευσης	(Saini και Sharma, 2025)
καταμέτρηση οχημάτων	(Saini και Sharma, 2025)
απεικόνιση διαθεσιμότητας θέσεων σε ψηφιακούς χάρτες σε πραγματικό χρόνο	(Alam, 2021)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
σιδηρομαγνητικοί αισθητήρες	(Gemein κ.ά., 2024)
επικοινωνία μεταξύ συσκευών	(Hassebo και Tealab, 2023)
αισθητήρες εγκατεστημένοι στους χώρους στάθμευσης και εμφυτευμένοι στο έδαφος	(Saini και Sharma, 2025) (Alam, 2021)
αισθητήρες υπερήχων	(Yu κ.ά., 2025)

κάμερες	(Yu κ.ά., 2025)
αρθρώματα Wi-Fi	(Yu κ.ά., 2025)
συσκευές επικοινωνίας «οχήματος με τα πάντα»	(Yu κ.ά., 2025)
αισθητήρες κίνησης	(Alam, 2021)
έξυπνοι σηματοδότες κυκλοφορίας	(Yu κ.ά., 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
δορυφορικά συστήματα εντοπισμού θέσης	(Yu κ.ά., 2025)
εφαρμογές έξυπνων τηλεφώνων	(Hassebo και Tealab, 2023)
συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων	(Hassebo και Tealab, 2023)
υπολογιστική νέφους	(Saini και Sharma, 2025)
μηχανική μάθηση	(Saini και Sharma, 2025)
προβλεπτική αναλυτική	(Saini και Sharma, 2025)
κλειστά κυκλώματα τηλεόρασης	(Alam, 2021)
αλυσίδες συστοιχιών	(Almulhim, 2025)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης	(Saini και Sharma, 2025) (Gemein κ.ά., 2024)
αυξημένα έσοδα για τους παρόχους στάθμευσης	(Hassebo και Tealab, 2023)
βελτιωμένη εμπειρία οδηγών	(Hassebo και Tealab, 2023)
μείωση χρόνου εύρεσης θέσης στάθμευσης κατά 30%	(Saini και Sharma, 2025)
περιορισμός εκπομπών ρύπων	(Saini και Sharma, 2025)
μείωση της περιττής μετακίνησης οχημάτων	(Yu κ.ά., 2025)
εξοικονόμηση πόρων	(Alam, 2021)
ασφαλέστερες μεταφορές	(Alam, 2021)
αύξηση της συνέπειας και της ακρίβειας στη παροχή υπηρεσιών στάθμευσης	(Alam, 2021)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	2
Όνομα Εφαρμογής	
○ ενημέρωση οδηγών και κράτηση θέσης στάθμευσης ○ πλοήγηση προς τη θέση στάθμευσης	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
εντοπισμός πλησιέστερων θέσεων στάθμευσης	(Javaid κ.ά., 2025) (Saini και Sharma, 2025)
διάθεση πληροφοριών σε οδηγούς	(Alam, 2021) (Saini και Sharma, 2025)
αποστολή ειδοποιήσεων σε οδηγούς, σε περίπτωση που προκύψει νέα διαθέσιμη θέση	(Alam, 2021)
παροχή πλοήγησης προς τη θέση στάθμευσης	(Javaid κ.ά., 2025)
δυνατότητα κράτησης θέσης στάθμευσης	(Yu κ.ά., 2025)
βελτιστοποίηση χρόνων σηματοδότησης	(Yu κ.ά., 2025)
ανακατεύθυνση οχημάτων στη βέλτιστη διαδρομή	(Yu κ.ά., 2025)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες εγκατεστημένοι στους χώρους στάθμευσης	(Javaid κ.ά., 2025) (Saini και Sharma, 2025)
αισθητήρες υπερήχων	(Yu κ.ά., 2025)
κάμερες	(Yu κ.ά., 2025)
αρθρώματα Wi-Fi	(Yu κ.ά., 2025)
συσκευές επικοινωνίας «οχήματος με τα πάντα»	(Yu κ.ά., 2025)
έξυπνοι σηματοδότες κυκλοφορίας	(Yu κ.ά., 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	

εφαρμογές έξυπνων τηλεφώνων	(Alam, 2021)
δορυφορικά συστήματα εντοπισμού θέσης	(Yu κ.ά., 2025)
υπολογιστική νέφους	(Saini και Sharma, 2025)
μηχανική μάθηση	(Saini και Sharma, 2025)
σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων	(Javaid κ.ά., 2025)
παρκόμετρα	(Javaid κ.ά., 2025)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
μείωση χρόνου εύρεσης θέσης στάθμευσης κατά 30%	(Yu κ.ά., 2025)(Saini και Sharma, 2025)
αποδοτικότερη ενεργειακά και οικονομικά διαδικασία αναζήτησης θέσης	(Saini και Sharma, 2025)
εξοικονόμηση χρόνου και κόστους	(Javaid κ.ά., 2025)
περιορισμός της περιττής μετακίνησης οχημάτων	(Yu κ.ά., 2025)
μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης	(Yu κ.ά., 2025)
βελτίωση ροής κυκλοφορίας	(Yu κ.ά., 2025)

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Ασφάλεια και Πολιτική Προστασία**	
Τομέας	Αστικό Περιβάλλον
Ενότητα	9
Κεφάλαιο	9.2
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής	
○ παρακολούθηση του αστικού περιβάλλοντος ○ εξόρυξη δεδομένων	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
παρακολούθηση αστικών δημόσιων χώρων (όπως δρόμοι, πάρκα και συγκοινωνίες)	(Hassan, 2025)
ανάλυση δεδομένων από ροές βίντεο IP και από κλειστά κυκλώματα τηλεόρασης σε πραγματικό χρόνο	(Hassan, 2025) (Hashem κ.ά., 2024)
ανάγνωση πινακίδων οχημάτων	(Hassan, 2025)
αναγνώριση προσώπων	(Hassan, 2025)
ανίχνευση πυροβολισμών	(Hassan, 2025)
έλεγχος πλήθους	(Hassan, 2025)
ανίχνευση βιολογικών και ραδιολογικών κινδύνων	(Hassan, 2025)
παρακολούθηση κοινωνικών δικτύων και άλλων πηγών για την ανίχνευση και αντιμετώπιση απειλών ασφαλείας σε πραγματικό χρόνο	(Hashem κ.ά., 2024)
παρακολούθηση κοινωνικών δικτύων για ενημέρωση σχετικά με έκτακτες ανάγκες και αναγνώριση τάσεων και προτύπων στο περιεχόμενο που δημιουργείται από χρήστες για άμεση ανταπόκριση σε αναδυόμενες απειλές	(Hassebo και Tealab, 2023)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
υπολογιστική όραση βασισμένη σε κάμερες	(Jaber, 2023)
αισθητήρες	(Alam, 2021) (Hassan, 2025)
συσκευές του Διαδικτύου των Πραγμάτων	(Alam, 2021)
τεχνολογίες πολυτροπικού Διαδικτύου των Πραγμάτων	(Hassan, 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	

κλειστά κυκλώματα τηλεόρασης	(Alam, 2021) (Hashem κ.ά., 2024)
κοινωνικά δίκτυα	(Alam, 2021) (Hashem κ.ά., 2024)
υπολογιστική νέφους	(Alam, 2021)
μη επανδρωμένα αεροσκάφη	(Hassan, 2025)
τεχνητή νοημοσύνη	(Hashem κ.ά., 2024)
δίκτυα κινητής τηλεφωνίας	(Hashem κ.ά., 2024)
μεγάλα δεδομένα	(Hashem κ.ά., 2024)
αλυσίδες συστοιχιών	(Hashem κ.ά., 2024)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
ενίσχυση της ασφάλειας, ευθυγράμμιση με τον 11ο στόχο βιώσιμης ανάπτυξης	(Jaber, 2023)
παροχή ασφαλούς και αξιόπιστου περιβάλλοντος για την προστασία δεδομένων	(Hashem κ.ά., 2024)
αποτελεσματική φυσική ασφάλεια σε δημόσιους χώρους	(Hassan, 2025)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	2
Όνομα Εφαρμογής	
○ προβλεπτική αστυνόμευση ○ ανάλυση εγκληματικότητας	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
χρήση αναλυτικής δεδομένων για τη μείωση των ποσοστών εγκληματικότητας μέσω προγραμμάτων προβλεπτικής αστυνόμευσης	(Alam, 2021) (Desmal και Madan, 2025)
ανίχνευση προτύπων εγκληματικότητας	(Javaid κ.ά., 2025)
αποκάλυψη κρυφών συσχετίσεων στα δεδομένα αισθητήρων	(Javaid κ.ά., 2025)
εντοπισμός και παρακολούθηση ατόμων που διαφεύγουν τη δικαιοσύνη	(Javaid κ.ά., 2025)
εντοπισμός ατόμων που διαπράττουν μικροεγκλήματα σε δημόσιους χώρους	(Alam, 2021) (Javaid κ.ά., 2025)
αυτόματη ειδοποίηση της αστυνομίας	(Alam, 2021)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες	(Alam, 2021) (Javaid κ.ά., 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
κλειστά κυκλώματα τηλεόρασης	(Alam, 2021)
αλγόριθμοι αναγνώρισης προσώπων	(Alam, 2021)
αναλυτική δεδομένων	(Desmal και Madan, 2025)
μηχανική μάθηση	(Javaid κ.ά., 2025)
μεγάλα δεδομένα	(Alam, 2021)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
πρόβλεψη και αποτροπή εγκληματικής δραστηριότητας	(Alam, 2021)
μείωση εγκληματικότητας	(Desmal και Madan, 2025)
ενίσχυση της δημόσιας ασφάλειας	(Alam, 2021)
περιορισμός μικροεγκλημάτων σε δημόσιους χώρους	(Javaid κ.ά., 2025)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	3
Όνομα Εφαρμογής	
εντοπισμός και παρακολούθηση ατόμων και αντικειμένων	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	

παρακολούθηση θέσης κρατουμένων υπό αναστολή ή επιτήρηση	(Hassebo και Tealab, 2023)
έλεγχος τήρησης των όρων αποφυλάκισης	(Hassebo και Tealab, 2023)
παρακολούθηση πολύτιμων περιουσιακών στοιχείων όπως οχήματα, εξοπλισμός και εμπορεύματα	(Hassebo και Tealab, 2023)
παρακολούθηση τοποθεσίας αποδεικτικών στοιχείων σε ποινικές έρευνες	(Hassebo και Tealab, 2023)
εντοπισμός κλεμμένων οχημάτων	(Hassebo και Tealab, 2023)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
ετικέτες RFID	(Hassebo και Tealab, 2023)
ετικέτες γραμμοκώδικα	(Hassebo και Tealab, 2023)
αισθητήρες	(Hassebo και Tealab, 2023)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
δορυφορικά συστήματα εντοπισμού θέσης	(Hassebo και Tealab, 2023)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
βελτίωση φυσικής ασφάλειας ατόμων	(Hassebo και Tealab, 2023)
προστασία αντικειμένων από κλοπή ή απώλεια	(Hassebo και Tealab, 2023)
αποτροπή παραποίησης αποδεικτικών στοιχείων	(Hassebo και Tealab, 2023)

Παράρτημα Ε.10: Εξαγωγή Δεδομένων - Ενότητα 10

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Φυσικό Περιβάλλον και Βιωσιμότητα**	
Τομέας	Αστικό Περιβάλλον
Ενότητα	10
Κεφάλαιο	10.1
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής	
παρακολούθηση του φυσικού περιβάλλοντος της πόλης	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
παρακολούθηση ποιότητας νερού	(Javaid κ.ά., 2025)
παρακολούθηση ποιότητας αέρα	(Javaid κ.ά., 2025)
απεικόνιση ποιότητας αέρα σε χάρτη πραγματικού χρόνου	(Javaid κ.ά., 2025)
εντοπισμός περιοχών με ασυνήθιστα υψηλά επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης	(Javaid κ.ά., 2025)
συλλογή και παρακολούθηση σε επίπεδο μικροκλίμακας	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
εντοπισμός κινδύνων	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
μετάδοση δεδομένων σε πλατφόρμες υπολογιστικής νέφους	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
δημιουργία ειδοποιήσεων βάσει ορίων	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες	(Javaid κ.ά., 2025)
κάμερες ασφαλείας	(Javaid κ.ά., 2025)
ασύρματα δίκτυα αισθητήρων	(Javaid κ.ά., 2025)
αισθητήρες σκόνης	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
ανιχνευτές αερίων	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
πλατφόρμες του Διαδικτύου των Πραγμάτων (όπως ThingSpeak)	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
πρωτόκολλα ανταλλαγής μηνυμάτων (όπως MQTT)	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
υπολογιστική νέφους	(Javaid κ.ά., 2025)
μικροελεγκτές (όπως ESP32)	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
ιστοσελίδες	(Javaid κ.ά., 2025)
δικτύωση Wi-Fi	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
μείωση της ρύπανσης	(Javaid κ.ά., 2025)
προσαρμογή της διαχείρισης αποβλήτων, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ροής κυκλοφορίας	(Javaid κ.ά., 2025)
αποτελεσματική αντιμετώπιση εστιών ρύπανσης	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
υποστήριξη σχεδιασμού πράσινης υποδομής	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
προώθηση προσαρμοστικών πολιτικών για κλιματικά ανθεκτικές πόλεις	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
αύξηση της περιβαλλοντικής νοημοσύνης και δημιουργία προϋποθέσεων δίκαιης κατανομής των ωφελειών της κλιματικής δράσης	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
συμβολή στη δημιουργία βιώσιμων επιχειρηματικών μοντέλων	(Javaid κ.ά., 2025)

βελτιστοποίηση κατανομής πόρων	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	2
Όνομα Εφαρμογής	
○ πρόβλεψη ρύπανσης ○ προδραστική διαχείριση της ρύπανσης	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
εφαρμογή μοντέλων προβλεπτικής μοντελοποίησης για τον εντοπισμό προτύπων ρύπανσης	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
πρόβλεψη της ρύπανσης	(Alam, 2021)
εντοπισμός πηγών ρύπανσης	(Alam, 2021)
παρακολούθηση συγκέντρωσης αερίων του θερμοκηπίου	(Alam, 2021)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
αναλυτική δεδομένων	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
προγνωστική μοντελοποίηση	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
ενδυνάμωση ενεργειών για την πρόληψη πιθανών περιβαλλοντικών κινδύνων	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
βελτίωση των ρυθμών αντίδρασης και προώθησης βιώσιμων πρακτικών	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
ενίσχυση της υιοθέτησης στρατηγικών προσεγγίσεων για τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης	(Alam, 2021)
ενίσχυση της ασφάλειας έναντι περιβαλλοντικών κινδύνων	(Alam, 2021)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	3
Όνομα Εφαρμογής	
○ παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα ○ επιστήμη των πολιτών	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
εντοπισμός επιβάρυνσης τις ώρες αιχμής	(Javaid κ.ά., 2025)
εντοπισμός πηγών ρύπανσης	(Javaid κ.ά., 2025)
λήψη μέτρων εκτροπής της κυκλοφορίας	(Javaid κ.ά., 2025)
παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα	(Desmal και Madan, 2025)
μέτρηση θερμοκρασίας και επιπέδων θορύβου	(Gemein κ.ά., 2024)
υπολογισμός δεικτών ποιότητας αέρα και αξιοποίηση μεθόδων παλινδρόμησης για σημαντική βελτίωση της ακρίβειας	(Gemein κ.ά., 2024) (Folifack Signing κ.ά., 2024)
παραγωγή ειδοποιήσεων	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
παρακολούθηση PM2.5, NOx, SO2, CO, O3, VOCs	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025)
χρήση φωτιστικών σωμάτων και οχημάτων δημόσιας χρήσης για εγκατάσταση αισθητήρων	(Hassan, 2025) (Gemein κ.ά., 2024)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες χαμηλού και μέσου κόστους	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025) (Gemein κ.ά., 2024)
αισθητήρες ποιότητας αέρα	(Mishra, Gupta και Goktas, 2025) (Alakwaa, Alhothli και Alhashemi, 2025) (Javaid κ.ά., 2025) (Desmal και Madan, 2025)

δικτύωση ZigBee	(Alakwaa, Alhothli και Alhashemi, 2025)
δίκτυα ευρείας περιοχής χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας	(Zyoud και Zyoud, 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
επιστήμη πολιτών	(Gemein κ.ά., 2024)
έξυπνα τηλέφωνα, φορητές συσκευές και εφαρμογές	(Gemein κ.ά., 2024) (Javaid κ.ά., 2025)
συνδεδεμένα οχήματα	(Javaid κ.ά., 2025)
ανάλυση παλινδρόμησης	(Folifack Signing κ.ά., 2024)
υπολογιστική νέφους	(Alakwaa, Alhothli και Alhashemi, 2025)
βάσεις δεδομένων	(Alakwaa, Alhothli και Alhashemi, 2025)
μη επανδρωμένα αεροσκάφη	(Hassan, 2025)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
μείωση ρύπων, βελτίωση ποιότητας αέρα	(Javaid κ.ά., 2025)
ενδυνάμωση πολιτών να αναλάβουν δράση και να τοποθετούνται σχετικά με πιθανές παρεμβάσεις	(Gemein κ.ά., 2024)
σημαντική βελτίωση στις εκτιμήσεις του δείκτη ποιότητας αέρα	(Folifack Signing κ.ά., 2024)
ενδυνάμωση στρατηγικών προσεγγίσεων για τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης	(Alam, 2021)
ενίσχυση της ασφάλειας	(Alam, 2021)
παροχή εργαλείων και κινητοποίηση πολιτών για τοποθέτηση και διαχείριση αισθητήρων	(Gemein κ.ά., 2024)

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων **Δίκτυα και Υποδομές**	
Τομέας	Αστικό Περιβάλλον
Ενότητα	10
Κεφάλαιο	10.2
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	1
Όνομα Εφαρμογής	
έξυπνη διαχείριση δημόσιου φωτισμού	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
αυτόνομος χειρισμός του φωτισμού της πόλης	(Alam, 2021) (Ansari κ.ά., 2021) (Gemein κ.ά., 2024) (Javaid κ.ά., 2025)
αποστολή ειδοποιήσεων για τη κατάσταση των φωτιστικών σωμάτων	(Javaid κ.ά., 2025)
μετάδοση σημάτων συναγερμού σε περίπτωση βλάβης των φωτιστικών σωμάτων	(Javaid κ.ά., 2025)
εντοπισμός κενών χώρων στάθμευσης	(Javaid κ.ά., 2025)
συλλογή, μετάδοση και ανάλυση δεδομένων	(Ansari κ.ά., 2021)
προσαρμογή επιπέδων φωτισμού βάσει παρουσίας ανθρώπων και φυσικού φωτός	(Hassan, 2025) (Hassebo και Tealab, 2023)
ενεργοποίηση φωτιστικών σωμάτων βάσει εγγύτητας πεζών ή οχημάτων	(Alam, 2021)

αναγνώριση χρηστών οδών (όπως πεζοί, επιβατικά οχήματα, λεωφορεία) και ρύθμιση φωτιστικών σωμάτων βάσει της κυκλοφορίας	(Alam, 2021)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες κίνησης, έντασης φωτός, θερμοκρασίας και εγγύτητας	(Hassebo και Tealab, 2023) (Alam, 2021) (Javaid κ.ά., 2025) (Ansari κ.ά., 2021)
ενεργοποιητές	(Mustafa, 2025)
έξυπνα φωτιστικά σώματα	(Ansari κ.ά., 2021)
έξυπνα παρκόμετρα	(Javaid κ.ά., 2025)
δικτύωση ZigBee, 6LoWPAN, Bluetooth Low Energy	(Ansari κ.ά., 2021)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
υπολογιστική νέφους	(Alam, 2021) (Ansari κ.ά., 2021)
κάμερες ασφαλείας	(Alam, 2021)
πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων	(Alam, 2021)
σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων	(Javaid κ.ά., 2025) (Alam, 2021)
επικοινωνία μέσω δικτύου διανομής ενέργειας	(Gemein κ.ά., 2024)
υπολογιστική άκρου	(Alam, 2021)
ενσωματωμένα συστήματα	(Alam, 2021)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης κατά περίπου 33.3%	(Alam, 2021) (Hassan, 2025) (Javaid κ.ά., 2025) (Gemein κ.ά., 2024) (Hassebo και Tealab, 2023) (Ansari κ.ά., 2021)
μείωση κόστους	(Alam, 2021) (Javaid κ.ά., 2025)
ικανοποίηση πραγματικών αναγκών κατοίκων	(Javaid κ.ά., 2025)
αποδοτική και έγκαιρη συντήρηση	(Alam, 2021)
αποφυγή κυκλοφοριακής συμφόρησης	(Alam, 2021)
ενίσχυση της ασφάλειας προσώπων και περιουσιακών στοιχείων	(Alam, 2021)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	2
Όνομα Εφαρμογής	
παρακολούθηση της δομικής και μηχανικής κατάστασης κατασκευών	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
μέτρηση δονήσεων και σεισμικής δραστηριότητας	(Sharmila, Dhivya Priya και Gokul Anand, 2022)
παρακολούθηση της κατάστασης αγωγών ύδρευσης, συστημάτων αποχέτευσης και υπόγειων καλωδίων	(Yu κ.ά., 2025)
εντοπισμός ρωγμών, διάβρωσης και αστοχιών	(Yu κ.ά., 2025)
ανίχνευση διαρροών σε σωλήνες	(Yu κ.ά., 2025)
παρακολούθηση επεξεργασίας λυμάτων	(Yu κ.ά., 2025)
έλεγχος γεφυρών για δομικές βλάβες και φθορές	(Hassebo και Tealab, 2023)
έλεγχος κτιρίων για κινδύνους όπως διαρροές αερίου ή πυρκαγιές	(Hassebo και Tealab, 2023)
έλεγχος δρόμων για πιθανούς κινδύνους όπως λακκούβες ή ρωγμές	(Hassebo και Tealab, 2023)
έγκαιρη προειδοποίηση για δομικές ευπάθειες	(Yu κ.ά., 2025)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	

αισθητήρες δόνησης, μηχανικής καταπόνησης, θερμοκρασίας, υγρασίας	(Hassebo και Tealab, 2023) (Yu κ.ά., 2025) (Sharmila, Dhivya Priya και Gokul Anand, 2022)
σεισμογράφοι	(Sharmila, Dhivya Priya και Gokul Anand, 2022)
ανιχνευτές αερίων	(Yu κ.ά., 2025)
κάμερες	(Yu κ.ά., 2025)
μη επανδρωμένα αεροσκάφη	(Yu κ.ά., 2025)
ετικέτες RFID	(Hassebo και Tealab, 2023)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
γεωγραφικά πληροφοριακά συστήματα	(Yu κ.ά., 2025)
υπολογιστική όραση	(Yu κ.ά., 2025)
συστήματα μοντελοποίησης κτιριακών πληροφοριών	(Yu κ.ά., 2025)
συνελικτικά νευρωνικά δίκτυα	(Yu κ.ά., 2025)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	
περιορισμός επειγουσών επισκευών και μείωση του κόστους	(Yu κ.ά., 2025)
παράταση του κύκλου ζωής των αστικών υποδομών	(Yu κ.ά., 2025)
αντικατάσταση χειροκίνητων επιθεωρήσεων με συστηματική και διαρκή παρακολούθηση	(Yu κ.ά., 2025)
μείωση κινδύνου σοβαρών βλαβών	(Yu κ.ά., 2025)
βελτίωση της δημόσιας ασφάλειας	(Yu κ.ά., 2025)
πρόληψη ατυχημάτων	(Hassebo και Tealab, 2023)
Δεδομένα Εφαρμογής	
Αρίθμηση Εφαρμογής	3
Όνομα Εφαρμογής	
διαχείριση δικτύων και υποδομών κοινής ωφέλειας	
Ρόλος του ΔτΠ, Υποστήριξη και Λειτουργίες που Παρέχει	
δυναμική παρακολούθηση και αυτοματοποιημένος έλεγχος δικτύων ύδρευσης, φυσικού αερίου και αποβλήτων	(Yu κ.ά., 2025)
παρακολούθηση της κατάστασης αγωγών ύδρευσης, αποχετευτικών συστημάτων και υπόγειων καλωδίων	(Yu κ.ά., 2025)
δυναμική παρακολούθηση συστημάτων αποχέτευσης για καλύτερη διαχείριση υδάτινων πόρων και μείωση πλημμυρών	(Yu κ.ά., 2025)
ανίχνευση διαρροών σε αγωγούς	(Yu κ.ά., 2025)
απομακρυσμένος χειρισμός και αυτοματοποιημένος έλεγχος εγκαταστάσεων παραγωγής, αποθήκευσης και μεταφοράς ενέργειας	(Yu κ.ά., 2025)
παρακολούθηση εργοστασίων επεξεργασίας λυμάτων	(Yu κ.ά., 2025)
Τεχνολογικά Στοιχεία του ΔτΠ	
αισθητήρες	(Yu κ.ά., 2025)
ενεργοποιητές	(Yu κ.ά., 2025)
Τεχνολογίες που Συνεργάζεται	
τεχνολογία ελέγχου πραγματικού χρόνου	(Yu κ.ά., 2025)
γεωγραφικά πληροφοριακά συστήματα	(Yu κ.ά., 2025)
επεξηγήσιμη τεχνητή νοημοσύνη	(Yu κ.ά., 2025)
συστήματα μοντελοποίησης κτιριακών πληροφοριών	(Yu κ.ά., 2025)
υπολογιστική όραση	(Yu κ.ά., 2025)
συστήματα μοντελοποίησης κτιριακών πληροφοριών	(Yu κ.ά., 2025)
συνελικτικά νευρωνικά δίκτυα	(Yu κ.ά., 2025)
Σημασία και Αντίκτυπος του ΔτΠ	

βελτιστοποίηση απόδοσης αποχέτευσης	(Yu κ.ά., 2025)
περιορισμός περιστατικών υπερχείλισης	(Yu κ.ά., 2025)
βελτίωση διαχείρισης πόρων	(Yu κ.ά., 2025)
αύξηση λειτουργικής αποδοτικότητας	(Yu κ.ά., 2025)
βελτίωσης της ασφάλειας	(Yu κ.ά., 2025)
βελτίωση διαχείρισης υδάτινων πόρων	(Yu κ.ά., 2025)
μείωση χειρωνακτικών επεμβάσεων	(Yu κ.ά., 2025)
αποτελεσματικός έλεγχος ρύπανσης	(Yu κ.ά., 2025)

Φόρμα Εξαγωγής Δεδομένων

Περίπτωση Χρήσης: **Δημιουργία πλατφόρμας έξυπνης πόλης «City of Things» και Ανάπτυξη εφαρμογής παρακολούθησης της Ποιότητας του Αέρα, στην Αμβέρσα (Lefever, Michiels και Van den Berg, 2019) (Santos κ.ά., 2018)**

Τομέας	Αστικό Περιβάλλον
Ενότητα	10
Κεφάλαιο	10.3

Δεδομένα Εφαρμογής (Περίπτωσης Χρήσης)

Πλαίσιο

Οργανισμός: Πόλη της Αμβέρσας, συνεργασία με εθνική ταχυδρομική υπηρεσία του Βελγίου (bpost)
Κλάδος: Έξυπνες Πόλεις, Ποιότητα Αέρα σε Αστικό Περιβάλλον
Κλίμακα: Η ευρύτερη περιοχή της Αμβέρσας
Χρονική Περίοδος: 2016 (ίδρυση του CoT)

Προβλήματα

- στη παραδοσιακή προσέγγιση χρησιμοποιείται μικρός αριθμός στατικών σημείων μέτρησης
- η χωρική ανάλυση και το εύρος των δεδομένων δεν είναι επαρκής στην παραδοσιακή προσέγγιση
- η επέκταση του δικτύου, με την εγκατάσταση ικανού πλήθους σημείων μέτρησης, έχει υψηλό αρχικό κόστος
- η επέκταση του δικτύου έχει επίσης μεγάλο κόστος συντήρησης, καθιστώντας αυτή τη λύση οικονομικά μη βιώσιμη

Ανάγκες

- συλλογή πληροφοριών σχετικά με την ποιότητα του αέρα με ευρεία κάλυψη της πόλης, σε πραγματικό χρόνο
- το σύστημα πρέπει να είναι οικονομικά βιώσιμο

Εφαρμογή και Ρόλος του ΔτΠ

- δημιουργία πλατφόρμας City of Things για την ανάπτυξη εφαρμογών Διαδικτύου των Πραγμάτων σε έξυπνες πόλεις
- συνεργασία με bpost για την εγκατάσταση μονάδων μετρήσεων στις οροφές των οχημάτων διανομής
- οι μονάδες μέτρησης διαθέτουν αισθητήρες (αέριων ρύπων και κλιματικών παραμέτρων), άρθρωμα δορυφορικού συστήματος εντοπισμού θέσης, διασύνδεση με πολλαπλούς τρόπους
- τα δεδομένα αποστέλλονται στη πλατφόρμα City of Things, όπου γίνεται επεξεργασία και ανάλυση για την ανίχνευση αποκλινουσών τιμών
- σε περίπτωση που κρίνεται σκόπιμο, αποστολή ειδοποιήσεων σε κατοίκους και άλλα ενδιαφερόμενα μέρη

Αποτελέσματα και Συμπεράσματα

- επιτυχής χρήση του City of Things σε πραγματική εφαρμογή
- οι αποκλίσεις σε τρεις παραμέτρους (PM1, PM2.5 και PM10) συσχετίστηκαν ευθέως με την αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου στα χρονικά και χωρικά σημεία των μετρήσεων

- η εφαρμογή επιτυγχάνει την ειδοποίηση των κατοίκων για υψηλά επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε σχεδόν πραγματικό χρόνο
- το παρουσιαζόμενο σενάριο δεν αποτελεί μια περίπτωση χρήσης μεγάλων δεδομένων επειδή το διαθέσιμο σύνολο δεδομένων ήταν περιορισμένο
- για την αντιμετώπιση της επεξεργασίας τεράστιων συνόλων δεδομένων σε σχεδόν πραγματικό χρόνο, διαφαίνεται η ανάγκη ανάπτυξης στρατηγικών προεπεξεργασίας ερωτημάτων και caching, για την αποφυγή μεγάλων καθυστερήσεων

Παράρτημα ΣΤ.1: Σενάριο Βιντεοδιάλεξης - Ενότητα 1

Εισαγωγή

Στην ενότητα αυτή θα αναφερθούμε στις πολυδιάστατες εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων στον εκπαιδευτικό τομέα, ξεκινώντας από το γενικό πλαίσιο της Εκπαίδευσης.

1.1 Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων στην Εκπαίδευση

Η εκπαίδευση αποτελεί έναν από τους τομείς όπου η πρακτική εφαρμογή του Διαδικτύου των Πραγμάτων διέρχεται φάση ανάπτυξης, ωστόσο οι τεχνολογικές εξελίξεις μεταφέρονται ραγδαία στον τομέα αυτόν προκαλώντας βαθιά μετασχηματιστικές αλλαγές. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων προσφέρει σύγχρονες λύσεις στη διαχείριση των εκπαιδευτικών υποδομών, την βελτιστοποίηση των πόρων και την ενίσχυση της διοικητικής αποτελεσματικότητας. Παρά τις προκλήσεις στη δημιουργία και εφαρμογή επιτυχημένων προγραμμάτων σπουδών βασισμένων στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων, το εκπαιδευτικό κοινό θεωρεί ότι τέτοιες τεχνολογίες διαθέτουν τη δυναμική να ενσωματωθούν αποτελεσματικά στις πρακτικές διδασκαλίας.

Η παραδοσιακή εκπαίδευση δε, δυσκολεύεται να ανταπεξέλθει στο σύγχρονο περιβάλλον, καθώς οι υπάρχουσες δομές θεωρούνται ανεπαρκείς για την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης, ενώ το αυξανόμενο ψηφιακό χάσμα εμποδίζει την ισότιμη παροχή ποιοτικών γνώσεων. Επομένως, η εκπαίδευση οφείλει να εξελιχθεί μέσω καινοτόμων τεχνολογιών, όπως το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, για να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης, εξασφαλίζοντας βιώσιμη και δίκαιη κατάρτιση εξειδικευμένου εργατικού δυναμικού υψηλού επιπέδου.

Ο βασικός ρόλος του Διαδικτύου των Πραγμάτων στις εφαρμογές της εκπαίδευσης έγκειται στην ενίσχυση της εκπαιδευτικής διαδικασίας μέσω της αναλυτικής επεξεργασίας των μαθησιακών δεδομένων. Αυτό επιτυγχάνεται με συνεχή συλλογή δεδομένων από εκτεταμένα δίκτυα ψηφιακών μέσων και φυσικών συσκευών,

μετατρέποντας απλά αντικείμενα σε έξυπνα, με δυνατότητες υπολογισμού και επικοινωνίας. Αξιοποιώντας δεδομένα από πολλαπλές πηγές, όπως Συστήματα Διαχείρισης Μάθησης και κοινωνικά δίκτυα, και ενσωματώνοντας τεχνολογίες όπως μεγάλα δεδομένα, υπολογιστική νέφους και μηχανική μάθηση, γίνεται δυνατή η ανάλυση της δραστηριότητας και της συμπεριφοράς των μαθητών και μαθητριών, συμπεριλαμβανομένων των επιπέδων προσοχής, της συναισθηματικής κατάστασης και της συμμετοχής τους σε συνεργατικές δραστηριότητες. Παράλληλα, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων επιτρέπει την αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, την ανίχνευση δυνατών και αδύνατων σημείων των εκπαιδευόμενων και τον εντοπισμό των δυσλειτουργιών που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας. Ο αντίκτυπος του Διαδικτύου των Πραγμάτων έγκειται στην ενδυνάμωση της διαμόρφωσης εκπαιδευτικής στρατηγικής βάσει δεδομένων και στην εξατομίκευση της εκπαίδευσης με προσαρμογή του περιεχομένου, του ρυθμού και των στόχων, αντικαθιστώντας την παραδοσιακή προσέγγιση της ενιαίας διδασκαλίας με μια προσαρμοστική διαδικασία μάθησης.

Στο πλαίσιο της προσβασιμότητας και της συμπερίληψης, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων παρέχει καινοτόμες λύσεις που βοηθούν σπουδαστές και σπουδάστριες με αισθητηριακές, γνωστικές ή κινητικές αναπηρίες να έχουν ισότιμη πρόσβαση στη μάθηση. Μέσω της παρακολούθησης της υγείας με αισθητήρες παραμέτρων υγείας, και της διάθεσης βοηθητικών τεχνολογικών μέσων, υποστηρίζεται η αυτονομία των ατόμων με κινητικές αναπηρίες. Η χρήση συσκευών μετατροπής ομιλίας σε κείμενο, συστημάτων υποτιτλισμού, απτικών συσκευών και τεχνητής νοημοσύνης βελτιώνει τις ευκαιρίες μάθησης ατόμων με αισθητηριακές αναπηρίες, όπως μαθητές και μαθήτριες με δυσλεξία ή προβλήματα ακοής.

Η διάθεση ανοιχτών δεδομένων από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αποτελεί έναν πολύτιμο εκπαιδευτικό πόρο, ο οποίος μπορεί να αξιοποιηθεί αποτελεσματικά στην ανάπτυξη εξατομικευμένων δραστηριοτήτων που συμβάλλουν στην επίτευξη των εκπαιδευτικών στόχων. Μέσω της συλλογής δεδομένων από αισθητήρες και του διαμοιρασμού τους στην εκπαίδευση, οι καθηγητές και οι καθηγήτριες, καθώς και οι

μαθητές και οι μαθήτριες, αποκτούν πρόσβαση σε αξιόπιστα δεδομένα χωρίς το οικονομικό κόστος και τις τεχνικές δυσκολίες της ανάπτυξης αντίστοιχης υποδομής. Η ενσωμάτωση ανοικτών δεδομένων τους επιτρέπει να διαμορφώνουν την ροή του εκπαιδευτικού προγράμματος όταν απαιτούνται προσαρμογές, ενώ παράλληλα συμβάλλει στην καλλιέργεια του επιχειρηματολογικού λόγου. Αν και η ανάγκη προεπεξεργασίας των δεδομένων, πριν από την ένταξή τους σε ένα συγκεκριμένο εκπαιδευτικό πλαίσιο, αποτελεί μια πρόκληση λόγω του χρόνου που απαιτεί, και της πολυπλοκότητας που ενέχει, η διαδικασία αυτή προσφέρει την ευκαιρία στους μαθητές και στις μαθήτριες να αναπτύξουν πολύτιμες δεξιότητες επεξεργασίας δεδομένων.

Ανεξάρτητα των δυνατοτήτων που διαφαίνονται, η υλοποίηση εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων αντιμετωπίζει σημαντικά εμπόδια, όπως η ανισότητα στην πρόσβαση στη τεχνολογία, το υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης σε υποδομές, υλικό και εκπαίδευση προσωπικού, καθώς και οι κίνδυνοι για την ασφάλεια και την ιδιωτικότητα των προσωπικών δεδομένων των εμπλεκομένων. Η πολυπλοκότητα της μετάβασης από παραδοσιακές μεθόδους και η έλλειψη πόρων σε αναπτυσσόμενες χώρες παραμένουν σημαντικές προκλήσεις. Ως μελλοντικές εξελίξεις, η εξάπλωση των δικτύων 5G υπόσχεται την αναβάθμιση της συνδεσιμότητας, την ενίσχυση των εικονικών εργαστηρίων και της διαδικτυακής συνεργασίας σε πραγματικό χρόνο. Παράλληλα, η μεταφορά υπολογιστικών λειτουργιών στα άκρα του δικτύου αναμένεται να βελτιώσει την απόκριση σε εφαρμογές πραγματικού χρόνου και να ενισχύσει την ασφάλεια και την ιδιωτικότητα μέσω της τοπικής επεξεργασίας των δεδομένων.

1.2 Εκπαιδευτικό Περιβάλλον

Ας εξετάσουμε πώς το Διαδίκτυο των Πραγμάτων μεταμορφώνει ριζικά το σύγχρονο εκπαιδευτικό περιβάλλον προσφέροντας καινοτόμες λύσεις για την αποτελεσματική διαχείριση των σχολείων και των πανεπιστημιουπόλεων.

Η ισχυροποίηση της ασφάλειας, συνιστά θεμελιώδες πεδίο εφαρμογής του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Σε αυτό το πλαίσιο, διεκπεραιώνει τον εντοπισμό ύποπτης παρουσίας ατόμων, τον αυτοματοποιημένο έλεγχο πρόσβασης, καθώς και την ανίχνευση πυρκαγιών, σεισμικών δονήσεων ή διαρροών αερίων. Επιπλέον, υποστηρίζει τον εντοπισμό συμβάντων συμπλοκής μεταξύ μελών του σπουδαστικού κοινού, τον έλεγχο της θέσης των φοιτητών και φοιτητριών και τη συσχέτιση της με τα ακαδημαϊκά τους προγράμματα. Σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης, διαχειρίζεται συστήματα ειδοποίησης, ανοίγει αυτόματα τις εξόδους κινδύνου και καθοδηγεί την εκκένωση των χώρων. Επομένως, με τη συμβολή του Διαδικτύου των Πραγμάτων επιτυγχάνεται αποτελεσματική διαχείριση κρίσεων και έγκαιρος περιορισμός της βίας, προσφέροντας αίσθηση ασφάλειας στην εκπαιδευτική κοινότητα.

Μια εξίσου σημαντική εφαρμογή του Διαδικτύου των Πραγμάτων είναι η έξυπνη διαχείριση του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος και η συστηματική εξοικονόμηση πόρων. Στο συγκεκριμένο πεδίο, αναλαμβάνει τον ενεργό ρόλο της συλλογής δεδομένων από ένα ευρύ φάσμα συστημάτων, όπως κλιματισμού, θέρμανσης, υδροδότησης και φωτισμού. Μέσω της προηγμένης ανάλυσης αυτών των δεδομένων, το σύστημα είναι σε θέση να προβλέπει τις ανάγκες και να βελτιστοποιεί τη χρήση των πόρων, βασιζόμενο στα μοτίβα παρουσίας και τα ωράρια των χρηστών. Παράλληλα, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων μπορεί να προσαρμόζει αυτόματα τον φωτισμό ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες, το φυσικό φως, την ώρα και την ανθρώπινη παρουσία, ενώ παρακολουθεί και προσαρμόζει τις παραμέτρους του περιβάλλοντος ξεχωριστά για κάθε χώρο, όπως αίθουσες διδασκαλίας, εργαστήρια, βιβλιοθήκες και αθλητικές εγκαταστάσεις. Επιπλέον, το σύστημα διαχειρίζεται συσκευές θέρμανσης, κλιματισμού, εξαερισμού και φωτισμού, λαμβάνει μέτρα έναντι του εξωτερικού θορύβου και εντοπίζει την παρουσία ατόμων σε κάθε χώρο ξεχωριστά, προσαρμόζοντας τις συνθήκες στις πραγματικές ανάγκες. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αναλαμβάνει ακόμα και αντιμετώπιση διαρροών νερού, διακόπτοντας αυτόματα τη παροχή και εντοπίζοντας άμεσα το σημείο αστοχίας. Αυτή η πολυδιάστατη προσέγγιση έχει άμεσο αντίκτυπο στη βιωσιμότητα

του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος, οδηγώντας σε σημαντική μείωση λειτουργικών εξόδων, εξοικονόμηση ενέργειας και νερού, καθώς και στον περιορισμό του ανθρακικού αποτυπώματος. Πέρα από την οικονομική και την περιβαντολλογική πλευρά, η σημασία αυτών των τεχνολογιών έγκειται στη διαμόρφωση άνετων και ασφαλών συνθηκών που ενισχύουν τη συμμετοχή και την ικανοποίηση των φοιτητών και των φοιτητριών. Επιτυγχάνοντας αύξηση της συγκέντρωσης και της εστίασης, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων μεταμορφώνει τους εκπαιδευτικούς χώρους από στατικά περιβάλλοντα σε εξαιρετικά ευέλικτα οικοσυστήματα, τα οποία είναι ικανά να εξελίσσονται σύμφωνα με τις θεσμικές προτεραιότητες και τα αναδυόμενα ακαδημαϊκά πρότυπα.

Η διαχείριση της στάθμευσης στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων. Παρέχεται ένα εύρος υπηρεσιών, από στοιχειώδεις, όπως η ταυτοποίηση του προσωπικού και ο έλεγχος της πρόσβασης, έως περισσότερο σύνθετες, όπως η αναγνώριση των αριθμών κυκλοφορίας, ο εντοπισμός οχημάτων στους χώρους και η υπόδειξη διαθέσιμης θέσης στα άτομα που οδηγούν. Συνεπώς, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων συνεισφέρει στην αποτελεσματικότερη αξιοποίηση της διαθέσιμης χωρητικότητας και στη συνολική βελτιστοποίηση της λειτουργίας των χώρων στάθμευσης.

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων έχει επίσης αξιόλογη εφαρμογή στην επίβλεψη της κίνησης των μαθητών και μαθητριών, από, και προς τη σχολική μονάδα. Χρησιμοποιώντας συσκευές GPS, για την παρακολούθηση των σχολικών λεωφορείων σε πραγματικό χρόνο, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων προγραμματίζει τα δρομολόγια, υπολογίζει βέλτιστες διαδρομές και προβλέπει τους χρόνους άφιξης, διαθέτοντας τις πληροφορίες αυτές σε γονείς μαθητών και μαθητριών, όπως επίσης και στο εκπαιδευτικό προσωπικό. Το πλεονέκτημα που αποκομίζεται είναι η ασφαλέστερη μεταφορά των μελών της μαθητικής κοινότητας, και ο περιορισμός των καθυστερήσεων.

Συμπερασματικά, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων επαναπροσδιορίζει τη σχολική ζωή, προσφέροντας ένα ασφαλές και βιώσιμο περιβάλλον που προσαρμόζεται στις ανάγκες της εκπαιδευτικής κοινότητας. Η έξυπνη διαχείριση πόρων και η ενίσχυση της ασφάλειας δημιουργούν ένα καλύτερο μέλλον για τους μαθητές, τις μαθήτριες και το εκπαιδευτικό προσωπικό, συνδυάζοντας την τεχνολογική καινοτομία με πρακτικές βελτιώσεις στην καθημερινότητα του σχολείου.

1.3 Αίθουσα Διδασκαλίας

Η ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην αίθουσα διδασκαλίας συντελεί στη διαμόρφωση μίας αναβαθμισμένης σχολικής και ακαδημαϊκής πραγματικότητας, εμπλουτίζοντάς την με νέα, δυναμικά και διαδραστικά εργαλεία μάθησης που προσαρμόζονται στις ανάγκες των μελών της σπουδαστικής κοινότητας.

Σε αυτό το πεδίο, βασικός ρόλος του Διαδικτύου των Πραγμάτων είναι η ενεργή υποστήριξη της διδακτικής και μαθησιακής διαδικασίας.

Μέσω αισθητήρων και τεχνολογίας οπτικής αναγνώρισης παρακολουθείται το ενδιαφέρον, η συγκέντρωση και οι αντιδράσεις των μαθητών και μαθητριών. Με αυτό τον τρόπο, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αξιολογεί και παρέχει έγκαιρη ανατροφοδότηση στον ή στην εκπαιδευτικό σχετικά με τις ατομικές συνήθειες και προτιμήσεις των μαθητών, ενισχύοντας την κατανόηση των μεθόδων και των εκπαιδευτικών αντικειμένων που προτιμούν.

Παράλληλα, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων ενσωματώνει προηγμένα και διαδραστικά τεχνολογικά εργαλεία, εισάγοντας νέες μορφές μάθησης μέσω της εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας. Παρέχει επίσης το τεχνολογικό υπόβαθρο για τη δημιουργία ενός οικοσυστήματος μάθησης βασισμένο σε δεδομένα, το οποίο υλοποιείται με τη σύνδεση πληθώρας ψηφιακών συσκευών, όπως υπολογιστών, ταμπλετών, διαδραστικών πινάκων, έξυπνων αισθητήρων και φορητών συσκευών, σε ένα ενιαίο δίκτυο. Έτσι, μπορούν να δημιουργηθούν εικονικά περιβάλλοντα μάθησης στα οποία οι εκπαιδευόμενοι και οι εκπαιδευόμενες έχουν τη δυνατότητα να αλληλεπιδρούν ευθέως με ψηφιακά αντικείμενα. Αυτό έχει σημαντικό

εκπαιδευτικό αντίκτυπο καθώς συμβάλλει στη δημιουργία ενός μαθησιακού περιβάλλοντος όπου ο μαθητής και η μαθήτρια συμμετέχουν ενεργά σε έργα και δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων, αποκτώντας βιωματικές εμπειρίες, έναντι της παθητικής κατανάλωσης πληροφοριών.

Επιπλέον, η χρήση του Διαδικτύου των Πραγμάτων βελτιώνει την προσέγγιση που υιοθετεί ο εκπαιδευτικός ή η εκπαιδευτικός για τον έλεγχο και τη διεκπεραίωση των δραστηριοτήτων στον χώρο διδασκαλίας, διεγείροντας το ενδιαφέρον μέσω εμβυθιστικών μεθόδων μάθησης και προάγοντας την ανάπτυξη κριτικής σκέψης και δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων μέσω διαδραστικών μεθόδων. Τελικά, εφαρμόζοντας τεχνολογίες Διαδικτύου των Πραγμάτων στην αίθουσα διδασκαλίας επιτυγχάνεται βαθύτερη κατανόηση σύνθετων εννοιών και γεφύρωμα του χάσματος μεταξύ της θεωρητικής γνώσης και της πρακτικής εφαρμογής.

Μια ουσιαστική εφαρμογή του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην αίθουσα διδασκαλίας είναι η αυτοματοποίηση της τήρησης παρουσιολογίου. Στο συγκεκριμένο πλαίσιο, ο ρόλος του Διαδικτύου των Πραγμάτων εντοπίζεται στην αναγνώριση της παρουσίας ατόμων με την αξιοποίηση οπτικής αναγνώρισης προσώπου, την χρήση ετικετών RFID, την επικοινωνία NFC ή την ανάγνωση κωδικών QR. Η εφαρμογή αυτή διασφαλίζει την άμεση και γρήγορη ενημέρωση των εκπαιδευτικών, καθώς και των γονέων και κηδεμόνων, σε περίπτωση απουσίας των μαθητών και μαθητριών. Η αυτοματοποίηση της τήρησης παρουσιολογίου αποφέρει αξιοσημείωτα οφέλη καθώς προσφέρει σημαντική εξοικονόμηση χρόνου προς όφελος του διδακτικού έργου απαλλάσσοντας τους εκπαιδευτικούς και τις εκπαιδευτικούς από τις καθημερινές διαχειριστικές εργασίες. Επιπλέον, παίζει σημαντικό ρόλο στην αποτελεσματική καταπολέμηση περιστατικών απάτης, ενισχύοντας την ασφάλεια και την αξιοπιστία των εκπαιδευτικών δεδομένων.

Η ενσωμάτωση τεχνολογιών Διαδικτύου των Πραγμάτων στην αίθουσα διδασκαλίας φανερώνει τη κατεύθυνση της εκπαίδευσης προς την ανάπτυξη έξυπνων οικοσυστημάτων μάθησης, βασισμένων σε δεδομένα. Αυτή η τάση προάγει τη

δημιουργία ενός διαδραστικού περιβάλλοντος που συνδυάζει την αυτοματοποίηση των διαδικασιών με την ενίσχυση της βιωματικής εμπειρίας και της κριτικής σκέψης των εκπαιδευόμενων.

Επίλογος

Στο σημείο αυτό, ολοκληρώθηκε η πρώτη ενότητα.

Παράρτημα ΣΤ.2: Σενάριο Βιντεοδιάλεξης - Ενότητα 2

Εισαγωγή

Σε αυτή την ενότητα, θα αναλύσουμε την εφαρμογή του στην εκπαίδευση STEM, στα εικονικά και στα απομακρυσμένα εργαστήρια, καθώς και στην Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη. Η αναφορά μας στον εκπαιδευτικό τομέα, θα ολοκληρωθεί με μια συνοπτική παρουσίαση περίπτωσης χρήσης.

2.1 Εκπαίδευση STEM

Η εκπαίδευση STEM, η οποία επικεντρώνεται στις επιστήμες, την τεχνολογία, τη μηχανική και τα μαθηματικά, αποκομίζει σημαντικά οφέλη από την ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων.

Βασικός ρόλος του είναι η αναβάθμιση της τεχνολογικής στάθμης του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος STEM με την ενσωμάτωση αισθητήρων, ενεργοποιητών και λειτουργιών δικτύωσης και επικοινωνίας σε φυσικά αντικείμενα. Επιτρέπει τη συλλογή πειραματικών δεδομένων και περιβαλλοντικών παραμέτρων σε πραγματικό χρόνο, καθώς και την ανάλυση, τον διαμοιρασμό και την παρουσίασή τους. Στο οικοσύστημα του Διαδικτύου των Πραγμάτων αξιοποιούνται τεχνολογικά συστατικά που περιλαμβάνουν αισθητήρες, ενεργοποιητές, υλικό και λογισμικό δικτύωσης, κάμερες, εκπαιδευτικά κιτ, όπως Arduino, Raspberry Pi, FPGA, και μια πληθώρα αρθρωμάτων υλικού που προσδίδουν διαφορετικές λειτουργίες και δυνατότητες σε πρακτικά έργα. Παράλληλα, συνεργάζεται με άλλες τεχνολογίες, όπως η ρομποτική, οι φορητές συσκευές, οι συσκευές εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας, καθώς και η υπολογιστική νέφους.

Η σημασία του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην εκπαίδευση STEM είναι πολυεπίπεδη, προάγοντας νέες μεθοδολογίες μάθησης, όπως τη διερευνητική μάθηση μέσω της θέσης υποθέσεων και σχεδιασμού πειραμάτων, καθώς και την εμπειρική και πρακτική μάθηση μέσω της αλληλεπίδρασης με φυσικά φαινόμενα. Επιπλέον, προωθεί τη διεπιστημονική μάθηση για την κατανόηση των συνεργειών

μεταξύ των κλάδων του STEM, τη σύνδεση της θεωρίας με την πράξη σε πραγματικές καταστάσεις, την ομαδική μάθηση μέσω της συνεργασίας και τη μάθηση μέσω σχεδιασμού με τη χρήση εκπαιδευτικών κιτ. Τα αποτελέσματα αυτών των εφαρμογών περιλαμβάνουν την αύξηση της εμπλοκής και του ενδιαφέροντος των μαθητών, την ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων όπως ο σχεδιασμός συστημάτων και η καινοτομία, την ενδυνάμωση ήπιων δεξιοτήτων όπως η κριτική σκέψη και η επίλυση προβλημάτων, καθώς και τη διαμόρφωση ιδιωμάτων χαρακτήρα όπως η περιέργεια. Επομένως, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αποτελεί το όχημα πάνω στο οποίο μπορούν να αναπτυχθούν καινοτόμες μαθησιακές προσεγγίσεις στην εκπαίδευση STEM, προσφέροντας ελκυστικά εργαλεία και μεθόδους που κινητοποιούν εκπαιδευτικούς, μαθήτριες και μαθητές σε ουσιαστική συμμετοχή.

2.1.1 Εικονικά Εργαστήρια

Τα εικονικά εργαστήρια αποτελούν ψηφιακές αναπαραστάσεις πειραματικών σεναρίων και εργαστηριακών συνθηκών μέσω λογισμικού. Δεν προϋποθέτουν τη χρήση φυσικού εξοπλισμού ή αισθητήρων, και μέσω της αξιοποίησης τεχνολογιών Διαδικτύου των Πραγμάτων μπορούν να εμπλουτιστούν με πραγματικά δεδομένα του φυσικού κόσμου, απογειώνοντας τον ρεαλισμό και την εμβυθιστικότητα της εμπειρίας.

Η εφαρμογή του Διαδικτύου των Πραγμάτων στα εικονικά εργαστήρια έγκειται στη προσομοίωση φυσικών φαινομένων σε εικονικό περιβάλλον. Βασίζεται στη χρήση αισθητήρων και ενεργοποιητών, για την εισαγωγή δεδομένων του φυσικού περιβάλλοντος και την άμεση ανάλυση με τη συνεργασία της υπολογιστικής νέφους και λογισμικού εικονικοποίησης. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων προσαρμόζει την εμπειρία στις ιδιαιτερότητες του εκπαιδευόμενου ή της εκπαιδευόμενης, προσφέροντας ταυτόχρονα το καθοριστικό πλεονέκτημα της κλιμακωσιμότητας, αφού είναι δυνατή η διάθεση της εφαρμογής σε μεγάλο πλήθος φοιτητών. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία, καθώς συμβάλει στον εκδημοκρατισμό των ποιοτικών

εργαστηριακών εμπειριών χωρίς χρονικούς και γεωγραφικούς περιορισμούς, όπως επίσης περιορισμούς διαθεσιμότητας φυσικού εξοπλισμού.

Παράλληλα, η διεξαγωγή εικονικών πειραμάτων ενισχύεται από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων μέσω της παροχής λειτουργιών αλληλεπίδρασης με φυσικό εξοπλισμό και της εκτέλεσης δοκιμών για την διερεύνηση επιστημονικών θεωριών σε πραγματικό χρόνο. Με αυτό το τρόπο επιτυγχάνεται η εκτέλεση πειραμάτων με ασφάλεια, απαλλαγμένη από το χειρισμό επικίνδυνων υλικών και διαδικασιών.

Μελλοντικά, η υιοθέτηση τεχνολογιών εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας αναμένεται να καταστήσει το περιβάλλον ακόμα πιο διαδραστικό, ενώ η ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης θα ενδυναμώσει την εκπαιδευτική εμπειρία παρέχοντας εξατομικευμένη καθοδήγηση σε εκπαιδευόμενους και εκπαιδευόμενες.

2.1.2 Εξ αποστάσεως Εργαστήρια

Τα εξ αποστάσεως εργαστήρια προσφέρουν στους φοιτητές και στις φοιτήτριες τη δυνατότητα να αλληλεπιδρούν με φυσικό εργαστηριακό εξοπλισμό και συσκευές του Διαδικτύου των Πραγμάτων από απομακρυσμένα σημεία, επιτρέποντάς τους να χειρίζονται τα επιμέρους όργανα και διατάξεις του εργαστηρίου ενώ ταυτόχρονα συλλέγουν και αναλύουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο.

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αναλαμβάνει το ρόλο του συνδετικού κρίκου μεταξύ της φυσικής και ψηφιακής υπόστασης του εργαστηρίου, εγκαθιδρύοντας το απαραίτητο τεχνολογικό οικοσύστημα που παρέχει πρόσβαση στα εργαστήρια, με προσανατολισμό την ενίσχυση των μοντέλων μάθησης ενισχυμένης από τη τεχνολογία. Μέσω της αξιοποίησης αισθητήρων και ενεργοποιητών, σε συνδυασμό με την υπολογιστική άκρου, την υπολογιστική νέφους και φορητές συσκευές, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων μεταφέρει στον ψηφιακό κόσμο τον φυσικό εργαστηριακό εξοπλισμό και προσφέρει εργαλεία συνεργασίας και διαμοιρασμού δεδομένων μεταξύ εκπαιδευτικών και εκπαιδευόμενων. Επιπλέον, δίνει στους εκπαιδευτικούς και τις εκπαιδευτικούς τη δυνατότητα να σχεδιάζουν εξατομικευμένα

πειράματα ανάλογα με τις ανάγκες των σπουδαστών και σπουδαστριών, λαμβάνοντας παράλληλα τα ενδεδειγμένα μέτρα ασφαλείας.

Με αυτές τις πρακτικές, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων επιτυγχάνει τη προώθηση μιας ευέλικτης, προσαρμοστικής και προσβάσιμης μαθησιακής εμπειρίας που ενισχύει την αποτελεσματικότητα και την ενεργή συμμετοχή μέσω καινοτόμων ψηφιακών εργαλείων. Προσφέρει ασφαλή αλληλεπίδραση με επικίνδυνα υλικά και προάγει τη συμπεριληπτικότητα για άτομα με γεωγραφικούς περιορισμούς ή αναπηρίες.

Η αυξανόμενη χρήση της υπολογιστικής άκρου αναμένεται να βελτιώσει την εμπειρία χρήσης των εξ αποστάσεως εργαστηρίων, μειώνοντας περαιτέρω τις καθυστερήσεις και παρέχοντας άμεση ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο.

2.2 Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη

Η ανάγκη Εκπαίδευσης για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη αναδύθηκε από τη διευρυνόμενη αναγνώριση ότι τα σύνθετα παγκόσμια προβλήματα επιβάλλουν ολοκληρωτική μεταμόρφωση του εκπαιδευτικού συστήματος. Αυτή η αλλαγή προϋποθέτει τη μετατόπιση του επίκεντρου της μάθησης από την τυποποιημένη μεταφορά γνώσεων προς την ανάπτυξη κριτικής σκέψης και των απαραίτητων δεξιοτήτων που απαιτούνται για την επίλυση σύνθετων προβλημάτων. Η εκπαίδευση οφείλει να στοχεύει όχι μόνο στην προώθηση της ευαισθητοποίησης, αλλά και στον εφοδιασμό των ατόμων με ουσιώδεις ικανότητες για τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων και την ανάληψη υπεύθυνων δράσεων που θα εναρμονίζουν τους στόχους σε περιβαλλοντικό, οικονομικό και κοινωνικό επίπεδο. Σε αυτό το πλαίσιο, η υιοθέτηση του Διαδικτύου των Πραγμάτων προσφέρει στους μαθητές και στις μαθήτριες την ευκαιρία να αντιμετωπίσουν τις πολύπλοκες αλλά και πιεστικές προκλήσεις που αναδύονται στο δρόμο προς την επίτευξη της βιωσιμότητας, εμπλέκοντάς τους σε έναν ολοκληρωμένο κύκλο επίλυσης προβλημάτων, ο οποίος εκτείνεται από τη συλλογή δεδομένων του πραγματικού κόσμου έως τον σχεδιασμό και την υλοποίηση καινοτόμων λύσεων.

Εστιασμένη σε αυτούς τους σκοπούς, η χρήση του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη λειτουργεί ως παιδαγωγικό εργαλείο και καταλύτης για την εφαρμογή προσεγγίσεων μάθησης με προσανατολισμό την έρευνα και μάθησης βασισμένης σε έργα. Επιτρέπει τη συλλογή δεδομένων μέσω αισθητήρων, την άμεση επεξεργασία τους και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων σε πραγματικό χρόνο. Η υλοποίηση αυτών των λειτουργιών, βασίζεται σε τεχνολογικά στοιχεία του Διαδικτύου των Πραγμάτων, όπως δίκτυα αισθητήρων, έξυπνες συσκευές και εξειδικευμένους αισθητήρες περιβαλλοντικών παραμέτρων, τα οποία συνδυάζονται με την χρήση βάσεων δεδομένων και υπολογιστικής νέφους. Ο αντίκτυπος είναι ιδιαίτερα σημαντικός στην Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη, καθώς η διάθεση εμπειρικών δεδομένων του άμεσου περιβάλλοντος στους μαθητές και τις μαθήτριες επιτρέπει τη μετατροπή ενός θεωρητικού προβλήματος σε ένα αντικειμενικό και αξιόπιστα τεκμηριωμένο ζήτημα. Αυτή η προσέγγιση συμβάλλει στην καλλιέργεια της κριτικής σκέψης και της δημιουργικότητας με στόχο την ανάπτυξη περιβαλλοντικά και τεχνολογικά βιώσιμων λύσεων, ενώ ταυτόχρονα συνδέει τις θεωρητικές έννοιες με τις πρακτικές και μετρήσιμες εκφάνσεις τους. Επομένως, η χρήση του Διαδικτύου των Πραγμάτων μεταμορφώνει την παραδοσιακή προσέγγιση επίλυσης προβλημάτων σε μια σύγχρονη, δυναμική και τεκμηριωμένη μεθοδολογία μάθησης.

Η υποστήριξη της ανάπτυξης δεξιοτήτων σε θέματα βιωσιμότητας είναι ένα ακόμα πρωταρχικό σημείο στο οποίο συμβάλλει η υιοθέτηση τεχνολογιών του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Για αυτό τον στόχο, υποστηρίζει εκπαιδευτικές δράσεις όπως η παρακολούθηση της κατανάλωσης ενέργειας, της χρήσης πόρων και της διαχείρισης απορριμμάτων, καθώς και η παρακολούθηση ατμοσφαιρικών ρύπων και της ποιότητας του νερού. Επιπλέον, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αποτελεί την απαραίτητη υποδομή για την εκτέλεση περιβαλλοντικών προσομοιώσεων. Σε αυτή την εφαρμογή αξιοποιούνται κατάλληλα τεχνολογικά στοιχεία όπως μετρητές κατανάλωσης ενέργειας και εκπαιδευτικά κιτ ανάπτυξης, ενώ οι εφαρμογές

ενισχύονται από συναφείς τεχνολογίες όπως τα μεγάλα δεδομένα, μικροελεγκτές όπως το Arduino, και υπολογιστές μονής πλακέτας όπως το Raspberry Pi. Με τη διάθεση τέτοιων λειτουργιών, το Διαδίκτυο των πραγμάτων επιφέρει προηγμένες δυνατότητες στην Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη προωθώντας την επίγνωση σε ζητήματα περιβάλλοντος και βιωσιμότητας και ενδυναμώνοντας εκπαιδευτικούς, μαθητές και μαθήτριες για την υλοποίηση λύσεων που εφαρμόζουν τις πρακτικές της.

Η αποτελεσματική ενσωμάτωση των τεχνολογιών Διαδικτύου των Πραγμάτων στην εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη απαιτεί την παράλληλη δημιουργία κατάλληλων προγραμμάτων σπουδών με έμφαση στη βιωσιμότητα, προκειμένου η ψηφιακή εκπαίδευση να αποδώσει ουσιαστική περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση. Χωρίς τη συστηματική ενσωμάτωση της βιωσιμότητας στα εκπαιδευτικά προγράμματα και χωρίς τη κατάλληλη επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, το δυναμικό του Διαδικτύου των Πραγμάτων σε θέματα ενίσχυσης της περιβαλλοντικής συνείδησης παραμένει ανεκμετάλλευτο. Η επιτυχής μετάβαση στη χρήση του Διαδικτύου των Πραγμάτων προϋποθέτει την αποτελεσματική σύμπραξη των εμπλεκομένων μερών, από τη πολιτεία, μέχρι την εκπαιδευτική κοινότητα και τους τεχνολογικούς παρόχους.

2.3 Περίπτωση Χρήσης

Εκπαίδευση στη Πρόβλεψη της Ποιότητας Αέρα Αστικού Περιβάλλοντος από Ανοικτά Δεδομένα

Στο πλαίσιο της διάθεσης ανοικτών δεδομένων του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην εκπαίδευση, εξετάζουμε μια περίπτωση συνεργασίας του Δήμου Μαδρίτης με πανεπιστημιακούς φορείς. Στόχος ήταν η ανάλυση της ποιότητας αέρα στην ευρύτερη μητροπολιτική περιοχή της Μαδρίτης.

Το κύριο πρόβλημα που αντιμετωπιζόταν ήταν η δυσκολία ενσωμάτωσης πραγματικών περιβαλλοντικών δεδομένων στην πανεπιστημιακή εκπαίδευση, λόγω της έλλειψης ροών εργασιών και εργαλείων που επιτρέπουν την ανάλυση, την οπτικοποίηση και την ερμηνεία των δεδομένων. Σκοπός του έργου ήταν η παρακολούθηση των ρύπων για την εκτίμηση των κινδύνων στην υγεία και για την

αξιολόγηση της περιβαλλοντικής πολιτικής καθώς και η προώθηση του εγγραμματισμού στα δεδομένα και της ενεργής μάθησης μέσω της εφαρμογής επιστημονικών μεθοδολογιών.

Η εφαρμογή βασίζεται σε ένα εκτεταμένο δίκτυο αισθητήρων που διατρέχει την ευρύτερη περιοχή της Μαδρίτης, το οποίο καταγράφει συνεχώς και σε ωριαία βάση ένα εύρος δεδομένων. Οι αισθητήρες παρέχουν μετρήσεις τόσο για χημικούς ρύπους, όπως διοξείδιο του αζώτου, όζον, διοξείδιο του θείου, μονοξείδιο του άνθρακα, και αιωρούμενων σωματιδίων, όσο και κρίσιμες μετεωρολογικές παραμέτρους όπως θερμοκρασία, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία, ταχύτητα και διεύθυνση ανέμου. Τα δεδομένα διαμοιράζονται μέσω της πύλης ανοικτών δεδομένων της πόλης, παρέχοντας στους εκπαιδευόμενους και τις εκπαιδευόμενες αδιάλειπτη ροή εισόδου. Χρησιμοποιώντας γλώσσα προγραμματισμού R και το περιβάλλον ανάπτυξης Quarto, οι φοιτητές και οι φοιτήτριες αναλύουν τα δεδομένα, εφαρμόζουν προγνωστικά μοντέλα και δημιουργούν προβλέψεις 90 ημερών. Τα αποτελέσματά της έρευνάς τους, συμπεριλαμβανομένου του πηγαίου κώδικα, ενσωματώνονται σε ολοκληρωμένες αναφορές ώστε να είναι αναπαράξιμα.

Ένα σημαντικό συμπέρασμα που προέκυψε από αυτό το έργο είναι ότι η μετατροπή πρωτογενών δεδομένων σε δομημένες μορφές, κατάλληλες για επιστημονική ερμηνεία και εκπαίδευση STEM, προάγει τον εγγραμματισμό στα δεδομένα και την ενεργή μάθηση. Η προσέγγιση που ακολουθήθηκε αποτελεί έναν οδικό χάρτη που μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε άλλη πόλη διαθέτει ανοικτά δεδομένα της ποιότητας του αέρα, συνδέοντας την επιστημονική έρευνα με την εκπαιδευτική πρακτική.

Επίλογος

Σε αυτή την ενότητα εξετάσαμε το ρόλο του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην εκπαίδευση STEM, εστιάζοντας στα εικονικά και στα εξ αποστάσεως εργαστήρια, καθώς και στην Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη.

Παράρτημα ΣΤ.3: Σενάριο Βιντεοδιάλεξης - Ενότητα 3

Εισαγωγή

Σε αυτή την ενότητα, εξετάζουμε αρχικά τις εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων στο σύνολο της εφοδιαστικής αλυσίδας. Στη συνέχεια, εστιάζουμε στο εξειδικευμένο υποσύνολο των logistics.

3.1 Σύνολο της Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας ορίζεται ως ο σχεδιασμός και η διαχείριση δραστηριοτήτων που αφορούν την εξεύρεση πηγών, την προμήθεια, τη μεταποίηση καθώς και τη διαχείριση logistics. Λειτουργεί ως ενοποιητική διαδικασία που συνδέει επιχειρηματικές λειτουργίες εντός και μεταξύ εταιρειών, συντονίζοντας τμήματα όπως οι πωλήσεις, τα οικονομικά και η πληροφορική. Στο πλαίσιο αυτό, η τεχνολογία του Διαδικτύου των Πραγμάτων προσφέρει αυξημένη αποδοτικότητα και έλεγχο μέσω δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, στοιχεία απαραίτητα για την ταχεία ανταπόκριση στη σύγχρονη αγορά.

Ωστόσο, ο τομέας αντιμετωπίζει σημαντικά προβλήματα, όπως η προβληματική διαχείριση δεδομένων, οι δυσκολίες στον εντοπισμό προϊόντων, η αδυναμία διαμοιρασμού πληροφοριών, η έλλειψη ορατότητας και ιχνηλασιμότητας, καθώς και ο κίνδυνος απάτης στις χρηματοοικονομικές συναλλαγές. Επιπλέον, ο χωρικός κατακερματισμός δυσχεραίνει τον κεντρικό έλεγχο και τη διαχείριση μεγάλου όγκου παραγγελιών.

Η βελτιστοποίηση της ενεργειακής διαχείρισης και η ελαχιστοποίηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αναδεικνύονται στρατηγικές προτεραιότητες για τον κλάδο. Συνεπώς, επιβάλλεται η υιοθέτηση καινοτόμων λύσεων που θα εξασφαλίσουν ορατότητα σε πραγματικό χρόνο και λειτουργική αποδοτικότητα, ενισχύοντας την ικανότητα απόκρισης ως σημείο διαφοροποίησης.

Ο ρόλος του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην εφοδιαστική αλυσίδα επικεντρώνεται στην παρακολούθηση και εποπτεία της σε πραγματικό χρόνο. Η υποστήριξη που παρέχει περιλαμβάνει τη συλλογή και την ανάλυση πρωτογενών δεδομένων για την εκτέλεση προγνωστικών αναλύσεων και την πρόβλεψη καθυστερήσεων. Η τεχνολογία αυτή βελτιστοποιεί τον χρονοπρογραμματισμό και τη δρομολόγηση λαμβάνοντας υπόψη μεταβλητές που ενδέχεται να οδηγήσουν σε καθυστερήσεις, διατηρεί ακριβείς πληροφορίες για τα αποθέματα ενώ παράλληλα εγκαθιδρύει διαύλους ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ κατασκευαστών, προμηθευτών και καταναλωτικού κοινού. Επιπλέον, μέσω ετικετών ταυτοποίησης, επιβλέπει το μεταφορικό έργο, εξασφαλίζει την αυθεντικοποίηση και την ιχνηλάτηση των εμπορευμάτων, αξιοποιεί τη μηχανική μάθηση για λήψη αποφάσεων και χρησιμοποιεί αλυσίδες συστοιχιών για τη μη παραποιήσιμη καταγραφή των σταδίων της αλυσίδας. Αυτές οι λειτουργίες βασίζονται σε ετικέτες RFID, αισθητήρες και κάμερες, και συνεργάζονται με υπολογιστική νέφους και άκρου, δορυφορικά συστήματα εντοπισμού θέσης και τεχνητή νοημοσύνη. Ο αντίκτυπος που έχει η χρήση του Διαδικτύου των Πραγμάτων στη παρακολούθηση και την εποπτεία της εφοδιαστικής αλυσίδας περιλαμβάνει την αυξημένη ευελιξία, την πρωτοφανή ορατότητα και τον ορθολογικό έλεγχο, μετασχηματίζοντας το μοντέλο διαχείρισής της από αντιδραστικό σε προδραστικό.

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων βρίσκει επίσης εφαρμογή στις διαδικασίες εντοπισμού και ιχνηλάτησης εμπορευμάτων όπου επιτρέπει την παρακολούθηση αποθεμάτων και ζήτησης, καθώς και την ταχεία ταυτοποίηση καθυστερημένων παραγγελιών ή προβληματικών σημείων στη ροή εργασιών. Μέσω αισθητήρων, ετικετών RFID, συστημάτων εντοπισμού θέσης και δικτύων κινητής τηλεφωνίας, η τεχνολογία προσομοιώνει λύσεις για την αντιμετώπιση προβλημάτων και διαθέτει πληθώρα εργαλείων για την αποτελεσματική διαχείριση της αλυσίδας. Η συμβολή της συγκεκριμένης εφαρμογής στη διαχείριση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας εντοπίζεται στον περιορισμό των σφαλμάτων, τη μείωση των χρόνων εκπλήρωσης παραγγελιών και τη διασφάλιση της ποιοτικής παράδοσης στο καταναλωτικό κοινό.

Η διαχείριση αποθεμάτων και προμηθειών αποτελεί ακόμη έναν κρίσιμο άξονα, όπου το Διαδίκτυο των Πραγμάτων ελέγχει τα επίπεδα πρώτων υλών σε σχέση με την παραγωγική ικανότητα, διοχετεύει τεχνικές αναφορές σε πραγματικό χρόνο και ενημερώνει τους υπεύθυνους προμηθειών για την κατάσταση των εμπορευμάτων. Παράλληλα, μέσω αισθητήρων σε προϊόντα ή συσκευασίες και με τη χρήση αλυσίδων συστοιχιών και δορυφορικών συστημάτων εντοπισμού, επιβλέπεται η ασφάλεια έναντι απάτης και αποτρέπεται η μη εξουσιοδοτημένη παρέμβαση στις διαδικασίες. Με τη συμβολή του Διαδικτύου των Πραγμάτων επιτυγχάνεται σημαντική εξοικονόμηση χρόνου και πόρων, η αποτροπή αποκλίσεων ή ασυμφωνιών στις προμήθειες, η ελαχιστοποίηση των κινδύνων μέσω ευθυγράμμισης με τους προμηθευτές και η αποτροπή παράδοσης παραποιημένων προϊόντων.

Τέλος, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων έχει καθοριστική επίδραση στη βιώσιμη διαχείριση ενέργειας, ενσωματώνοντας αισθητήρες, μετρητές και ενεργοποιητές και αξιοποιώντας τεχνικές μηχανικής μάθησης και υπολογιστικής νέφους και άκρου. Το σύστημα παρακολουθεί κρίσιμες παραμέτρους, ανιχνεύει μοτίβα κατανάλωσης, αυτοματοποιεί διορθωτικά μέτρα και υπολογίζει τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο των προϊόντων και των διαδικασιών. Η υιοθέτηση του Διαδικτύου των Πραγμάτων επιφέρει τον εντοπισμό αναποτελεσματικών ενεργειακών στρατηγικών και την αντικατάστασή τους με βιώσιμες, βασισμένες σε δεδομένα. Περαιτέρω, συμβάλει στη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα και της κατανάλωσης ενέργειας, καθώς και στη τήρηση παγκόσμιων προτύπων, ενισχύοντας τελικά την εμπιστοσύνη των καταναλωτών.

Παρά τις εξαιρετικές προοπτικές, η υιοθέτηση του Διαδικτύου των Πραγμάτων συνδέεται με σημαντικά εμπόδια, μεταξύ των οποίων οι δυσκολίες όσον αφορά την ασφάλεια των δεδομένων, η αυξημένη έκθεση σε κυβερνοαπειλές και οι προκλήσεις στην ιδιωτικότητα. Ένα ιδιαίτερο σημείο δυσκολίας έγκειται στην πολυπλοκότητα της ενοποίησης με υπάρχοντα συστήματα. Η ανάγκη εκπαίδευσης του προσωπικού και η αντίσταση στην αλλαγή που εκδηλώνεται τόσο από τους εργαζόμενους και τις εργαζόμενες όσο και από τους διευθυντές και τις διευθύντριες αναδεικνύουν τις

προκλήσεις σε επίπεδο ανθρώπινου δυναμικού. Σε οικονομικό επίπεδο, το υψηλό αρχικό κόστος για τη δημιουργία δικτύων συσκευών και υποδομών επεξεργασίας και αποθήκευσης δεδομένων κρίνεται σε πολλές περιπτώσεις δυσβάσταχτο για τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις, ενώ η αβεβαιότητα του κανονιστικού πλαισίου και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την αύξηση των ηλεκτρονικών αποβλήτων λόγω της μαζικής ενσωμάτωσης αισθητήρων συνιστούν κρίσιμα ζητήματα για την ευρύτερη υιοθέτηση της τεχνολογίας.

3.2 Logistics

Η διαχείριση των logistics ορίζεται ως το υποσύνολο της εφοδιαστικής αλυσίδας που σχεδιάζει, υλοποιεί και ελέγχει την αποτελεσματική ροή προϊόντων, υπηρεσιών και πληροφοριών από την προέλευση έως την κατανάλωση, στοχεύοντας στην ικανοποίηση των πελατών. Οι δραστηριότητες αυτές περιλαμβάνουν των μεταφορών, του στόλου, των αποθεμάτων και των δικτύων σε στρατηγικό και επιχειρησιακό επίπεδο, λειτουργώντας ως μηχανισμός ολοκλήρωσης με άλλους κλάδους. Η ενσωμάτωση τεχνολογιών πληροφορικής οδηγεί στα έξυπνα logistics, τα οποία καθιστούν ικανή την αυτορρύθμιση και την έγκαιρη επεξεργασία δεδομένων.

Μολονότι τα logistics συνιστούν κομβικό πυλώνα της οικονομικής ανάπτυξης και της ανταγωνιστικότητας, ο κλάδος αντιμετωπίζει προκλήσεις υψηλού κόστους, χαμηλής αποδοτικότητας και σύνθετων ροών εργασίας, συνέπεια της πολυπλοκότητας των αλυσίδων εφοδιασμού, όπου κάθε σφάλμα επηρεάζει το σύνολο της διαδικασίας. Ως εκ τούτου, στο κλάδο απαιτείται συνεχής τεχνολογική αναβάθμιση σε νέες εφαρμογές, ανάλυση των μοτίβων συμπεριφοράς των καταναλωτών για την προσαρμογή της ζήτησης, καθώς και εξελιγμένες μέθοδοι διαχείρισης του πλουραλισμού των δεδομένων. Παράλληλα, για την ασφάλεια των ευαίσθητων δεδομένων απαιτείται προστασία που να ενσωματώνεται ακόμη και στο επίπεδο του υλικού. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αποτελεί τη βάση για την ικανοποίηση αυτών των απαιτήσεων και την ανάπτυξη έξυπνων συστημάτων logistics.

Ο ρόλος του Διαδικτύου των Πραγμάτων στα logistics αποδεικνύεται καθοριστικός, καθώς υποστηρίζει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών που επηρεάζουν άμεσα τις επιχειρησιακές διαδικασίες του κλάδου.

Αρχικά, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων διερευνά τις σύνθετες σχέσεις μεταξύ των συναλλαγών, συλλέγοντας τεράστιους όγκους δεδομένων από αυτές όπως επίσης και σχετικά με τα φορτία, τα οχήματα μεταφοράς, τις διαδρομές και την αποθήκευση. Μέσω της συνεργασίας με τεχνολογίες μαθηματικής ανάλυσης και μηχανικής μάθησης, τα logistics αποκτούν δυνατότητες αυτοματοποιημένης αντίληψης, λήψης απόφασης και απόκρισης, επιτρέποντας στις επιχειρήσεις να ανταποκρίνονται αποτελεσματικά στις απαιτήσεις των καταναλωτών. Με αυτό το τρόπο προάγεται η ανάπτυξη των έξυπνων logistics.

Παράλληλα, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων παρέχει διαρκή διασύνδεση των σημείων παραγωγής δεδομένων, λήψης αποφάσεων και εκτέλεσης ενεργειών. Η ανάγκη αυτή εξυπηρετείται με βάση την αυτόματη συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και την ενσωμάτωση έξυπνων αισθητήρων και συσκευών σε ολόκληρο το δίκτυο - από τα οχήματα και τους θαλάμους μεταφοράς έως τις αποθήκες και τα μεμονωμένα φορτία- δημιουργώντας ένα ευρύ, διασυνδεδεμένο οικοσύστημα. Αξιοποιώντας τεχνολογικά στοιχεία όπως ετικέτες RFID και NFC, αισθητήρες, ενεργοποιητές, κινητά τηλέφωνα και ασύρματα δίκτυα μικρής και μεγάλης εμβέλειας, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων εξασφαλίζει τη ροή πληροφοριών εντός των επιμέρους λειτουργιών των logistics, και τις κοινοποιεί στα ενδιαφερόμενα μέρη. Με τη συνεισφορά της υπολογιστικής νέφους, των μεγάλων δεδομένων και την τεχνητή νοημοσύνη, επιτρέπει την ταυτόχρονη παρακολούθηση της θέσης και κατάστασης του κινητού εξοπλισμού, εντοπίζει βλάβες και καταγράφει τους χρόνους διακοπής λειτουργίας. Παράλληλα, εποπτεύει την εκτέλεση των παραγγελιών, εντοπίζει εκείνες που έχουν υπερβεί τον χρόνο παράδοσης και αξιολογεί πιθανές λύσεις.

Η σημασία αυτού του συστήματος είναι πολυδιάστατη: επιτυγχάνεται ο έξυπνος και δυναμικός έλεγχος των συστατικών στοιχείων των logistics χωρίς ανθρώπινη

παρέμβαση σε όλα τα επίπεδα λειτουργίας. Επίσης, τα στάδια παραγωγής, αποθήκευσης και διαχείρισης ενοποιούνται σε ένα ενιαίο σύστημα διοίκησης, και σε συνδυασμό με τη τυποποίηση και βελτιστοποίηση των διαδικασιών σημειώνεται ουσιαστική μείωση των λειτουργικών εξόδων. Επιπροσθέτως, η εξαιρετική ορατότητα που προσφέρεται στην εφοδιαστική αλυσίδα επιτρέπει στους διαχειριστές να παρακολουθούν τις αποστολές σε πραγματικό χρόνο, διευκολύνοντας τη λήψη προληπτικών αποφάσεων για την έγκαιρη αντιμετώπιση διαταραχών.

Στο πλαίσιο της ανάπτυξης έξυπνων συστημάτων ιχνηλάτησης το Διαδίκτυο των Πραγμάτων ενισχύει τη διαφάνεια και την ορατότητα των διαδικασιών μέσω της συλλογής της θέσης και της κατάστασης των προϊόντων. Με τη χρήση RFID, αισθητήρων περιβαλλοντικών παραμέτρων, όπως θερμοκρασίας, υγρασίας και κραδασμών, και την αξιοποίηση δορυφορικών συστημάτων εντοπισμού θέσης, συστημάτων οπτικοποίησης και τεχνικών ασαφούς λογικής επιτυγχάνεται η συμμόρφωση στους απαιτούμενους χρόνους παράδοσης και η διασφάλιση των επιθυμητών επιπέδων ασφάλειας και ποιότητας.

Τέλος, με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων τα έξυπνα logistics αναγνωρίζουν τα μοτίβα ζήτησης και διαχειρίζονται αποτελεσματικά τις διακυμάνσεις προσφοράς και ζήτησης. Χρησιμοποιώντας αλγόριθμους μηχανικής μάθησης και τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, το σύστημα ενδυναμώνει την έγκαιρη προσαρμογή στις καταναλωτικές τάσεις και την αποτελεσματική ανταπόκριση σε απρόβλεπτες διακυμάνσεις. Ταυτόχρονα, μειώνεται η έκθεση σε κινδύνους και επιτυγχάνεται ακριβής διαχείριση των αποθεμάτων.

Πέρα όμως από τις νέες δυνατότητες που προσφέρει το Διαδίκτυο των Πραγμάτων στον τομέα των logistics, η ευρεία υιοθέτησή του συνοδεύεται από αξιοσημείωτες προκλήσεις. Στο νομοθετικό επίπεδο, σε πολλές χώρες παραμένει ανεπαρκές το πλαίσιο λειτουργίας της τεχνολογίας, ενώ η έλλειψη τυποποίησης στα πρωτόκολλα και στις επικοινωνίες επιφέρει τεχνολογικό κατακερματισμό, προκαλώντας συχνά

δυσλειτουργίες και εμποδίζοντας την ομαλή ροή των διαδικασιών. Επιπλέον, απαιτούνται υψηλές αρχικές οικονομικές επενδύσεις, ενώ η ασφάλεια των δεδομένων και η κυβερνοασφάλεια αποτελούν κρίσιμα ζητήματα καθώς η πολυπλοκότητα των μέτρων ασφαλείας που πρέπει να ληφθούν είναι δυνατόν να οδηγήσει σε ανθρώπινα λάθη κατά τη διεκπεραίωση των εργασιών.

Ως προς τις μελλοντικές κατευθύνσεις, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας αλυσιδών συστοιχιών αναμένεται να βοηθήσει στην υπέρβαση των προβλημάτων ασφάλειας στα δεδομένα, ενώ η ανάπτυξη δικτύων 6G και η χρήση διάχυτης νοημοσύνης υπόσχονται βελτιωμένη απόδοση και ταχύτερη ανταλλαγή πληροφοριών. Παράλληλα, η σταδιακή ενσωμάτωση της διαστημικής επικοινωνίας, όπως το VSAT, αποτελεί μια σημαντική τεχνολογική εξέλιξη για τη μελλοντική αποτελεσματικότητά των συστημάτων.

Επίλογος

Στην τρίτη ενότητα αναφερθήκαμε σε εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων στο σύνολο της εφοδιαστικής αλυσίδας και στη συνέχεια εστιάσαμε στο υποσύνολο των logistics.

Παράρτημα ΣΤ.4: Σενάριο Βιντεοδιάλεξης - Ενότητα 4

Εισαγωγή

Στην παρούσα ενότητα εξετάζεται η επίδραση του Διαδικτύου των Πραγμάτων στα επιμέρους στάδια των logistics. Η ανάλυση επικεντρώνεται στη διαχείριση των αποθεμάτων, μέσα από την παρουσίαση ενδεικτικών εφαρμογών σε επιλεγμένους κλάδους.

4.1 Συσκευασία

Στη φάση της συσκευασίας, κατά την οποία τα προϊόντα προετοιμάζονται για τη διανομή, την αποθήκευση, την πώληση και τη χρήση, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων μετατρέπει την παραδοσιακή συσκευασία σε ένα διαδραστικό και ευφυές συστατικό, της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Ο ρόλος του εντός αυτής της φάσης εντοπίζεται στη μετατροπή των συσκευασιών σε έξυπνα αντικείμενα, τα οποία έχουν την δυνατότητα να αλληλεπιδρούν με το σύστημα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Παράλληλα, επαληθεύει τη γνησιότητα των προϊόντων χρησιμοποιώντας προηγμένες μεθόδους ταυτοποίησης. Κατηγοριοποιεί τα προϊόντα βάσει της ευαισθησίας τους στις συνθήκες του περιβάλλοντος και παρέχει άμεσες ειδοποιήσεις όταν αποκλίνουν από τις προδιαγραφές.

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων υποστηρίζει αυτές τις λειτουργίες μέσω της ενσωμάτωσης αισθητήρων, όπως φωτός, θερμοκρασίας και υγρασίας, ζυγαριών, έξυπνων ετικετών με τεχνολογίες RFID, NFC, Bluetooth ή κωδικών QR, και μέσω της διασύνδεσης με το ευρύτερο σύστημα των logistics. Αξιοποιεί επίσης τεχνικές όπως η υπολογιστική όραση και τα μοντέλα ντετερμινιστικής πρόβλεψης, και συνεργάζεται με τεχνολογίες όπως τα μεγάλα δεδομένα, τη μηχανική μάθηση και τα ρομποτικά συστήματα.

Ο αντίκτυπος του Διαδικτύου των Πραγμάτων σε αυτό το πεδίο είναι σημαντικός, αφού επιτυγχάνεται λεπτομερής παρακολούθηση των προϊόντων, ακόμα και σε

επίπεδο μονάδας, άμεση λήψη αποφάσεων κατά την εκτέλεση των εργασιών, καθώς επίσης και αυξημένη ασφάλεια σε ευπαθή προϊόντα όπως τρόφιμα και φάρμακα. Παράλληλα, ενισχύεται η αυτοματοποίηση της ηλεκτρονικής εκπλήρωσης παραγγελιών μέσω ρομποτικών συστημάτων, παρουσιάζεται μείωση των ανακλήσεων και καταπολεμάται η παραποίηση συσκευασιών και προϊόντων.

Καθώς η ευφυΐα των συσκευασιών εξελίσσεται, οι εφαρμογές των logistics, και ιδιαιτέρως εκείνες που επιτρέπουν την παρακολούθηση της κατάστασης του προϊόντος σε πραγματικό χρόνο μέσω της συσκευασίας, γίνονται πιο απαιτητικές. Για να καλυφθούν αυτές οι απαιτήσεις είναι αναγκαία η ενσωμάτωση πιο προηγμένων αισθητήρων, ισχυρότερης επεξεργαστικής δυνατότητας και αποδοτικότερης επικοινωνίας στις συσκευασίες. Οι ανάγκες αυτές οριοθετούν τις τάσεις ανάπτυξης στο πεδίο της έξυπνης συσκευασίας.

4.2 Μεταφορές

Η διαχείριση των εργασιών μεταφοράς στα logistics χαρακτηρίζεται από την έντονη δυναμικότητα του πεδίου, καθώς τα οχήματα, τα φορτία και οι οδηγοί βρίσκονται σε συνεχή κίνηση, απαιτώντας σταθερή μετάδοση πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο.

Σε αυτή την περίπτωση, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων παρέχει υψηλό βαθμό υποστήριξης στις εργασίες μέσω της αυτοματοποίησης των διαδικασιών και της συλλογής δεδομένων σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τα οχήματα, τα φορτία και τους οδηγούς, συνδυάζοντας τα στοιχεία των μεταφορών με τα δεδομένα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Επιτρέπει την παρακολούθηση της κατάστασης του στόλου, παρέχοντας επίκαιρες πληροφορίες, άμεσο εντοπισμό των εμπορευμάτων αλλά και πρόβλεψη των μελλοντικών θέσεων οχημάτων και φορτίων. Επιπλέον, μέσω τεχνολογιών του Διαδικτύου των Πραγμάτων γίνεται δυνατή η διασύνδεση των οδηγών και των οχημάτων με τα κέντρα εφοδιασμού, διαλογής και αποθήκευσης.

Κεντρικός ρόλος του Διαδικτύου των Πραγμάτων είναι η συλλογή παραμέτρων που αφορούν τη κατάσταση των οχημάτων, όπως η θέση και η κατεύθυνση, η ταχύτητα και η επιτάχυνση, η πίεση των ελαστικών, η κατανάλωση καυσίμου και οι στροφές

του κινητήρα, και της κατάστασης του οδηγού, όπως παράμετροι της υγείας, ο χρόνος οδήγησης και η οδική συμπεριφορά, παρέχοντας σφαιρική επίβλεψη της αλληλεπίδρασης οδηγού-οχήματος. Το σύστημα διασυνδέεται με έξυπνα στοιχεία της οδικής υποδομής και αξιοποιεί εξωτερικές πηγές όπως προγνώσεις καιρού, εκτελεί αναλύσεις για την πρόβλεψη καθυστερήσεων και διαταραχών, και επαναδρομολογεί τις αποστολές κατά τη διάρκεια της εξέλιξής τους, χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αξιοποιεί τα δεδομένα που συλλέγονται από το στόλο και, με χρήση τεχνητής νοημοσύνης, ανιχνεύει και προβλέπει εγκαίρως βλάβες στα οχήματα. Για αυτούς τους σκοπούς, αξιοποιούνται φορητοί αισθητήρες χαμηλής κατανάλωσης, ασύρματα δίκτυα αισθητήρων και υπολογιστική ομίχλης και άκρου, σε συνεργασία με δορυφορικά συστήματα, κινητή τηλεφωνία, ετικέτες RFID, τεχνητή νοημοσύνη, εξόρυξη δεδομένων και ενσωματωμένα συστήματα.

Η σημασία της ενσωμάτωσης του Διαδικτύου των Πραγμάτων έγκειται στην αύξηση της απόδοσης των μεταφορών, την βελτίωση του προγραμματισμού και της δρομολόγησης, τη μείωση των χρόνων παράδοσης, της κατανάλωσης καυσίμων και του κόστους μεταφοράς. Παράλληλα, περιορίζεται το ενδεχόμενο απώλειας εμπορευμάτων, προάγεται η διαφάνεια, ελαχιστοποιούνται τα χειροκίνητα σφάλματα και, μέσω προληπτικών μέτρων, ενισχύεται η ασφάλεια κατά τη μεταφορά επικίνδυνων φορτίων. Επιπλέον, βελτιστοποιείται η κατανομή των πόρων, μειώνονται οι εκπομπές ρύπων και περιορίζεται ο χρόνος μη διαθεσιμότητας των οχημάτων.

Η γρήγορη εξέλιξη και υιοθέτηση των συστημάτων ευφυών μεταφορών επεκτείνει τις δυνατότητες αξιοποίησης του Διαδικτύου των Πραγμάτων, καθώς τα οχήματα και οι υποδομές θα μπορούν πλέον να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, επιτρέποντας πιο λεπτομερή και έγκαιρη διαχείριση του μεταφορικού έργου. Παράλληλα, η περαιτέρω ανάπτυξη προηγμένων ενσωματωμένων συστημάτων θα προσφέρει νέα εργαλεία υποστήριξης για τον οδηγό και το όχημα.

4.3 Αποθήκευση

Καθώς οι επιχειρηματικές πρακτικές εξελίσσονται, η διαχείριση της αποθήκευσης αποκτά αυξανόμενη πολυπλοκότητα, απαιτώντας βέλτιστη αξιοποίηση του διαθέσιμου χώρου και συνεχή παρακολούθηση του περιβάλλοντος. Σε αυτό το πλαίσιο, ο ρόλος του Διαδικτύου των Πραγμάτων είναι κρίσιμος για την παρακολούθηση των συνθηκών περιβάλλοντος, τον σχεδιασμό της τοποθέτησης προϊόντων βάσει συμβατότητας, την επίβλεψη της ασφάλειας και την παροχή ολοκληρωμένης ενημέρωσης στη διοίκηση για την κατάσταση του εξοπλισμού και των προϊόντων.

Το Διαδικτύου των Πραγμάτων επιτυγχάνει αυτούς τους σκοπούς μέσω της εκτέλεσης διαδικασιών ελέγχου συμβατότητας και της συνεχούς ανίχνευσης παραβιάσεων στις εγκαταστάσεις. Για το σχεδιασμό της τοποθέτησης προϊόντων αξιοποιεί πολυπρακτορικά συστήματα ενώ για την αυτοματοποίηση της αποθήκευσης διαχειρίζεται ρομποτικά συστήματα. Η υλοποίηση βασίζεται σε τεχνολογίες όπως η δικτύωση ZigBee, οι διασυνδέσεις MQTT και CoAP, ταυτοποίηση RFID και υπολογιστική άκρου και νέφους, ενώ συνεργάζεται με τεχνολογίες όπως η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση.

Ο αντίκτυπος αυτών των εφαρμογών εντοπίζεται στη βέλτιστη αξιοποίηση του αποθηκευτικού χώρου, τη βελτίωση της ροής εισόδου-εξόδου προϊόντων και την προώθηση των αυτοματοποιημένων συστημάτων ανάκτησης. Επιπλέον, διευκολύνεται η μετάβαση από τη χρήση αυτοματοποιημένων καθοδηγούμενων οχημάτων στην αξιοποίηση αυτόνομων κινητών ρομπότ.

Η υιοθέτηση του Διαδικτύου των Πραγμάτων και η επίτευξη των στόχων του στις εγκαταστάσεις αποθήκευσης, προϋποθέτει τη δημιουργία πυκνών ασύρματων δικτύων από έξυπνες συσκευές, επιφέροντας σημαντική αύξηση στις ενεργειακές απαιτήσεις. Επομένως, η ενσωμάτωση βιώσιμων πρακτικών μέσω του Πράσινου Διαδικτύου των Πραγμάτων και της ενεργειακής αυτονομίας είναι ζωτικής σημασίας για την κλιμάκωση και τη βιωσιμότητα, στο πεδίο της αποθήκευσης.

4.4 Φόρτωση, εκφόρτωση και οριζόντια μετακίνηση

Η ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων στις εργασίες φόρτωσης, εκφόρτωσης και οριζόντιας μετακίνησης στο πλαίσιο των logistics, αφορά τη διαχείριση της κατακόρυφης κίνησης εμπορευμάτων μέσω στοίβαξης και τοποθέτησης, καθώς και τη μεταφορά τους εντός των εγκαταστάσεων.

Ο βασικός ρόλος του Διαδικτύου των Πραγμάτων έγκειται στον σχεδιασμό και τον αυτοματισμό αυτών των διαδικασιών, την αυτοοργάνωση της λειτουργίας του εξοπλισμού και την παροχή πληροφοριών σε χειριστές μέσω φορητών συσκευών για την άμεση ανθρώπινη παρέμβαση όταν απαιτείται.

Στις βασικές λειτουργίες που επιτελούνται περιλαμβάνονται η παρακολούθηση της θέσης των ανυψωτικών μηχανημάτων, η ενορχήστρωση της κίνησης αυτοματοποιημένων καθοδηγούμενων οχημάτων και η ανταλλαγή δεδομένων, όπως η θέση, η ταχύτητα, η κατεύθυνση και το φορτίο, μεταξύ των μονάδων για την αυτοοργάνωση του δικτύου. Επιπλέον, πραγματοποιείται παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο κρίσιμων παραμέτρων του εξοπλισμού, όπως ο χρόνος λειτουργίας και η στάθμη της ενέργειας των μπαταριών, αξιοποιώντας μια ευρεία γκάμα τεχνολογικών στοιχείων. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται αισθητήρες γραμμής, υπέρυθρων και χρώματος, ζυγαριές, κάμερες και οπτικά συστήματα, καθώς και ετικέτες με αναγνώριση RFID. Η επικοινωνία υποστηρίζεται από δικτύωση WiFi, ZigBee, κινητή τηλεφωνία και δίκτυα ευρείας περιοχής χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας, επιτρέποντας ταυτόχρονα τη συνεργασία με ρομποτικά συστήματα και αυτόνομα κινητά ρομπότ.

Η σημασία του Διαδικτύου των Πραγμάτων στο πεδίο αυτό εστιάζεται στην αυτοματοποιημένη λειτουργία χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση, την επιτάχυνση των εργασιών, τη βελτίωση της ταχύτητας και της λειτουργικής αποτελεσματικότητας των διαδικασιών, καθώς και τη μείωση του λειτουργικού κόστους.

4.5 Διανομή

Το στάδιο της διανομής στο πλαίσιο των logistics περιλαμβάνει την κρίσιμη φάση της προετοιμασίας, η οποία αφορά τις διεργασίες σε αποθήκες ή σε κέντρα διανομής πριν από την αποστολή, όπως τη συλλογή, την τοποθέτηση, την εφαρμογή ετικετών και την ταξινόμηση βάσει κριτηρίων.

Ο ρόλος του Διαδικτύου των Πραγμάτων σε αυτό το στάδιο είναι καθοριστικός, συνδράμοντας σε εργασίες όπως η αυτοματοποίηση της ταξινόμησης και της επισήμανσης, η συλλογή και επανατοποθέτηση προϊόντων, καθώς και στον στρατηγικό σχεδιασμό της βέλτιστης τοποθέτησης.

Η λειτουργικότητα αυτή επιτυγχάνεται μέσω της εκτεταμένης χρήσης ενσωματωμένων συστημάτων, αισθητήρων και έξυπνων ετικετών, της αξιοποίησης νευρωνικών δικτύων για την αναγνώριση προϊόντων, του χειρισμού αυτοκινούμενων ρομποτικών μηχανισμών, και του προγραμματισμού διαδρομών με γενετικούς αλγορίθμους. Η διαδικασία υποστηρίζεται από την αλληλεπίδραση με έξυπνα εμπορευματοκιβώτια και ρομποτικά συστήματα, τη σύντηξη πληροφοριών πολλαπλών αισθητήρων και τον δυναμικό εντοπισμό, αξιοποιώντας τεχνολογίες όπως τα δίκτυα Bluetooth, ταυτοποίηση RFID και ασύρματα δίκτυα αισθητήρων.

Η χρήση του Διαδικτύου των Πραγμάτων έχει σημαντικό αντίκτυπο στη διαδικασία της διανομής, δημιουργώντας προστιθέμενη αξία στα προϊόντα, επιταχύνοντας τη διεκπεραίωση των εργασιών και εξασφαλίζοντας παράδοση με χρονική ακρίβεια.

Μελλοντικά, τα κέντρα διανομής, διερχόμενα ριζικό μετασχηματισμό, αναμένεται να συνεχίσουν να υιοθετούν προηγμένα πληροφοριακά συστήματα και δίκτυα που προάγουν την επιχειρησιακή ευφυΐα και την ευελιξία τους.

4.6 Παράδοση

Η παράδοση αποτελεί το τελικό στάδιο στον κύκλο της παραγγελίας και το σημείο επαφής των logistics με τον τελικό πελάτη. Συγκεκριμένα, περιλαμβάνει τη

μεταφορά αγαθών από τα κέντρα διανομής ή τις αποθήκες στον τελικό παραλήπτη εντός προκαθορισμένου χρονικού πλαισίου.

Η υιοθέτηση του Διαδικτύου των Πραγμάτων στο στάδιο της παράδοσης αποτελεί μια στρατηγική ευκαιρία για τον εκσυγχρονισμό των logistics στις σύγχρονες εφοδιαστικές αλυσίδες. Μέσω της παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο των εργασιών συνολικά, αλλά και της εξέλιξης των παραδόσεων μεμονωμένα, επιβλέπει τη φυσική ασφάλεια των αγαθών κατά τη μεταφορά, ελέγχοντας ταυτόχρονα τόσο τη κατάσταση των προϊόντων όσο και τις συνθήκες στο περιβάλλον τους.

Στο πλαίσιο αυτής της λειτουργικότητας, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων επιτρέπει την αποτελεσματική ροή πληροφοριών μεταξύ των εμπλεκόμενων παρόχων υπηρεσιών, διασυνδέει τεχνικούς πόρους μέσω δικτύωσης ZigBee και ασύρματων δικτύων αισθητήρων, και αξιοποιεί τεχνολογία RFID για εντοπισμό σε εσωτερικούς χώρους και δορυφορικά συστήματα εντοπισμού θέσης για εξωτερικούς χώρους, επικουρούμενο από γεωγραφικά πληροφοριακά συστήματα.

Με αυτά τα μέσα, το σύστημα παρέχει δυναμική επαναδρομολόγηση των παραδόσεων βάσει επικαιροποιημένων δεδομένων, όπως των τρεχουσών κυκλοφοριακών συνθηκών ή των μεταβολών στις ποσότητες των παραγγελιών. Επιπλέον, χρησιμοποιεί αισθητήρες για την ανίχνευση μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης, παρέχει οδηγίες ορθής παράδοσης στο προσωπικό και πληροφορίες ανατροφοδότησης στους πελάτες, ενώ συντονίζει την ασφαλή τοποθέτηση προϊόντων σε έξυπνες θυρίδες. Τέλος, παρέχει την απαραίτητη τεχνολογική υποδομή για τη χρήση αυτόνομων οχημάτων και μη επανδρωμένων αεροχημάτων, διαδικασία που ενισχύεται περαιτέρω από τη διασύνδεση με τις υποδομές της έξυπνης πόλης.

Η εισαγωγή τέτοιων εξελιγμένων εφαρμογών στις εργασίες παράδοσης είναι εξαιρετικά ωφέλιμη, επιφέροντας μείωση των αποτυχιών ολοκλήρωσης της διαδικασίας, πρόληψη περιστατικών κλοπής και ανακούφιση του αστικού περιβάλλοντος από τη κυκλοφοριακή συμφόρηση. Επιπλέον, διευκολύνεται η

πρόσβαση των κατοίκων απομακρυσμένων περιοχών σε ποιοτικότερες υπηρεσίες, συμβάλλοντας στον περιορισμό του γεωγραφικού αποκλεισμού.

Η τρέχουσα έρευνα στο εν λόγω πεδίο εντοπίζεται στην αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση προκλήσεων όπως η φθορά προϊόντων κατά τη μεταφορά, η κλοπή και η αποτυχία παράδοσης. Παράλληλα, νέες μέθοδοι αυτόνομης παράδοσης υιοθετούνται και βελτιστοποιούνται συστηματικά, επαναπροσδιορίζοντας τις δυνατότητες της αποκαλούμενης «παράδοσης στο τελευταίο μίλι».

4.7 Διαχείριση αποθεμάτων

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων παρέχει σημαντική υποστήριξη στην αποτελεσματικότητα της διαχείρισης αποθεμάτων, στο πλαίσιο των logistics.

Με την αξιοποίησή του εξασφαλίζεται η παροχή συνεχούς ενημέρωσης σχετικά με τα ακριβή επίπεδα αποθεμάτων σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας τη δυναμική παρέμβαση σε διαδικασίες της αλυσίδας εφοδιασμού. Μέσω της χρήσης τεχνολογιών ταυτοποίησης RFID για αυτόματη, γρήγορη και ακριβή καταμέτρηση και επικοινωνίας μεταξύ μηχανών, τα ενδιαφερόμενα μέρη μπορούν να παρακολουθούν τις τάσεις της αγοράς και να αναπροσαρμόζουν την εμπορική τους στρατηγική, εφαρμόζοντας άμεσα μέτρα όπως η ενεργοποίηση προσφορών ή η αναπλήρωση αποθεμάτων.

Ο αντίκτυπος του Διαδικτύου των Πραγμάτων είναι αξιόλογος, αφού επιτυγχάνονται ουσιαστικά αποτελέσματα όπως η ελαχιστοποίηση σφαλμάτων και αποκλίσεων μέσω της παροχής μιας ακριβούς εικόνας των αποθεμάτων, ενώ διασφαλίζεται η οικονομική αποδοτικότητα με την αποφυγή πλεονασματικού αποθέματος ή ελλείψεων.

Επιπλέον, με την υιοθέτηση αυτής της τεχνολογίας ενισχύεται η αποκρισιμότητα και η ευελιξία του συστήματος, συμβάλλοντας στη βέλτιστη αξιοποίηση του αποθηκευτικού χώρου, μειώνοντας τους χρόνους αναμονής και τελικά αυξάνοντας την ικανοποίηση των πελατών.

4.7.1 Διαχείριση αποθεμάτων σε κλάδους

Κλάδος Ανταλλακτικών και Αναλώσιμων

Στον κλάδο των ανταλλακτικών και αναλώσιμων, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων προγραμματίζει τους κύκλους συντήρησης και προβλέπει πιθανές βλάβες, διασφαλίζοντας την άμεση διαθεσιμότητα των απαιτούμενων υλικών στην κατάλληλη ποσότητα και χρόνο. Με αυτόν τον τρόπο, οι επιχειρήσεις βελτιστοποιούν τα επίπεδα αποθεμάτων με οικονομική αποδοτικότητα, ελαχιστοποιώντας τον κίνδυνο ελλείψεων και μεγιστοποιώντας το χρόνο διαθεσιμότητας του εξοπλισμού τους.

Κατασκευαστικός Κλάδος

Στον κατασκευαστικό κλάδο, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων επιτυγχάνει την πλήρη ορατότητα των αποθεμάτων στο εργοτάξιο, παρέχοντας σε πραγματικό χρόνο δεδομένα για τη θέση, την ποσότητα και την κατάσταση των υλικών μέσω τεχνολογίας RFID. Αυτό εξασφαλίζει μια βελτιστοποιημένη ροή υλικών προς τα σημεία χρήσης, διασφαλίζοντας ότι κάθε στοιχείο είναι διαθέσιμο στον κατάλληλο χώρο και την ακριβώς κατάλληλη στιγμή, εξαλείφοντας έτσι ελλείψεις, καθυστερήσεις ή πλεονασματικό απόθεμα.

Λιανεμπόριο

Στο λιανεμπόριο, η διασύνδεση μηχανημάτων αυτόματων πωλήσεων και καταναλωτών μέσω του Διαδικτύου των Πραγμάτων επιτρέπει την συνεχή παρακολούθηση και έγκαιρη αναπλήρωση των αποθεμάτων, διευκολύνοντας την άμεση πρόσβαση των καταναλωτών σε προϊόντα στο πλησιέστερο σημείο πώλησης. Αυτή η διαδικασία όχι μόνο εξασφαλίζει την ομαλή κυκλοφορία των αποθεμάτων μέσω της στρατηγικής δρομολόγησης της ζήτησης, αλλά επιτρέπει και στο σύστημα να εξελίσσεται βάσει των καταναλωτικών μοτίβων.

Βιομηχανία Τροφίμων

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, μεταμορφώνει τη διαχείριση αποθεμάτων στη βιομηχανία τροφίμων, προσφέροντας προηγμένες λύσεις παρακολούθησης και ελέγχου. Μέσω αισθητήρων και συνδεδεμένων συσκευών, επιτυγχάνεται η συνεχής παρακολούθηση των επιπέδων αποθέματος, σε ολόκληρο το εύρος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Επιτρέπει την ακριβή καταγραφή θερμοκρασιών, και την ελαχιστοποίηση απωλειών στα στάδια των logistics. Επιπλέον, παρέχει άμεση ενημέρωση για κρίσιμα επίπεδα αποθεμάτων, διασφαλίζοντας ότι τα τρόφιμα διατηρούνται στις κατάλληλες συνθήκες, οδηγώντας σε σημαντική βελτίωση της απόδοσης, με δυνατότητες αύξησης μέχρι 66% στην αποτελεσματικότητα του συστήματος διαχείρισης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα καλύτερη διαχείριση πόρων, ελαχιστοποίηση σπατάλης, και ενίσχυση της ασφάλειας των τροφίμων καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας, από την παραγωγή μέχρι την κατανάλωση.

Φαρμακευτικός Κλάδος

Στον φαρμακευτικό κλάδο, η αξιοποίηση ετικετών RFID από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αποτελεί θεμελιώδες εργαλείο για τη διαχείριση αποθεμάτων, με ιδιαίτερη έμφαση στην παρακολούθηση των ημερομηνιών λήξης. Μέσω ετικετών που τοποθετούνται σε κάθε συσκευασία φαρμάκων, επιτυγχάνεται η διαρκής παρακολούθηση των ημερομηνιών λήξης, επιτρέποντας στους διαχειριστές να εντοπίζουν εγκαίρως σκευάσματα που πλησιάζουν στη λήξη τους. Με αυτό τον τρόπο μπορούν να προβούν στην έγκαιρη εφαρμογή αποτελεσματικών στρατηγικών διαχείρισης, όπως η πρόβλεψη και ο προγραμματισμός της αντίστροφης ροής των ληγμένων φαρμάκων πριν αυτά καταστούν ακατάλληλα για χρήση, μειώνοντας σημαντικά τη σπατάλη και ενισχύοντας τη συνολική βιωσιμότητα του συστήματος της εφοδιαστικής αλυσίδας φαρμάκων. Η ακριβής παρακολούθηση μέσω RFID οδηγεί επίσης σε μείωση σφαλμάτων και βελτιστοποίηση της αξιοποίησης του αποθηκευτικού χώρου στις φαρμακαποθήκες.

Επίλογος

Σε αυτή την ενότητα, γνωρίσαμε το μετασχηματιστικό ρόλο του διαδικτύου των πραγμάτων, στα διαφορετικά στάδια των logistics.

Παράρτημα ΣΤ.5: Σενάριο Βιντεοδιάλεξης - Ενότητα 5

Εισαγωγή

Στην ενότητα αυτή, θα ανακαλύψουμε το ρόλο του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην Κυκλική Οικονομία με έμφαση στο στάδιο της ανακύκλωσης. Θα αναφερθούμε επίσης στην ιδιαίτερη σημασία του στον περιορισμό της σπατάλης τροφίμων. Ακολούθως, θα ασχοληθούμε με τον τομέα του λιανικού εμπορίου και θα ολοκληρώσουμε με τη παρουσίαση μιας περίπτωσης χρήσης.

5.1 Κυκλική Οικονομία

Η Κυκλική Οικονομία είναι ένα οικονομικό μοντέλο βιώσιμης ανάπτυξης που στοχεύει στην εξάλειψη των αποβλήτων και τη διασφάλιση της συνεχούς αξιοποίησης των πόρων μέσω της ανακύκλωσης, της ανακατασκευής προϊόντων και της επαναχρησιμοποίησης. Μετασχηματίζει ριζικά την παραδοσιακή γραμμική αλυσίδα εφοδιασμού που βασίζεται στον μονόδρομο εξόρυξη-παραγωγή-χρήση-απόρριψη, σε ένα σύστημα κλειστού βρόγχου, όπου ο κύκλος ζωής ενός προϊόντος προσεγγίζεται ως μια συνεχής διαδικασία ανάκτησης, διατήρησης ή ακόμα και αύξησης της αξίας των πόρων. Αυτή η δομική αλλαγή δίνει πρωταρχική έμφαση στα αντίστροφα logistics, απαιτώντας νέους μηχανισμούς για τη συστηματική συλλογή, διαλογή και επανατοποθέτηση προϊόντων και υλικών στον κύκλο παραγωγής.

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων λειτουργεί ως βασικός επιταχυντής, μετατρέποντας την Κυκλική Οικονομία από έναν θεωρητικό στόχο βιωσιμότητας σε μια επιχειρησιακή πραγματικότητα. Συλλέγει και διαθέτει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και παρέχει συνδεσιμότητα, συστατικά που απαιτούνται για τη διαχείριση πόρων και προϊόντων με αποτελεσματικό τρόπο. Ο ρόλος του Διαδικτύου των Πραγμάτων μπορεί να συνοψιστεί σε τρεις βασικούς πυλώνες.

Στον πρώτο πυλώνα, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων ανταποκρίνεται στην βασική ανάγκη για ορατότητα. Σε ένα κυκλικό σύστημα, ένα προϊόν απαιτείται να είναι ιχνηλατήσιμο σε όλο το μήκος του κύκλου ζωής. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω του

αποκαλούμενου "Βιογραφικού του Προϊόντος". Χρησιμοποιώντας έξυπνες συσκευές, ετικέτες RFID και αισθητήρες, γίνεται δυνατή η παρακολούθηση του κύκλου χρήσης και της κατάστασης των προϊόντων σε πραγματικό χρόνο.

Η ανάλυση αυτών των δεδομένων επιτρέπει τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων σχετικά με τον υπολειπόμενο ωφέλιμο χρόνο ζωής κάθε στοιχείου. Αντί να βασίζονται σε υποθέσεις, οι κατασκευαστές μπορούν πλέον να χρησιμοποιούν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για να αποφασίσουν αν ένα προϊόν είναι κατάλληλο για επαναχρησιμοποίηση, αν χρήζει ανακατασκευής ή αν πρέπει να κατευθυνθεί στην ανακύκλωση. Επίσης, η διαχείριση του κύκλου ζωής των προϊόντων είναι ζωτικής σημασίας. Επιτρέπει τον σχεδιασμό αρθρωτών και εναλλάξιμων εξαρτημάτων και διευκολύνει τη δημιουργία "Ψηφιακών Διαβατηρίων Προϊόντων". Αυτά τα "διαβατήρια" παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τις δυνατότητες ανακύκλωσης ή επαναχρησιμοποίησης του προϊόντος σε κάθε ενδιαφερόμενο, διασφαλίζοντας ότι οι πληροφορίες σχετικά με τα υλικά που συνθέτουν το προϊόν και το ιστορικό των επισκευών παραμένουν ανακτήσιμα. Τεχνολογικά, αυτό βασίζεται στη συνέργεια με υπολογιστική άκρου, για την τοπική επεξεργασία των δεδομένων, με δίκτυα κινητής τηλεφωνίας 5G, για τη γρήγορη μετάδοσή τους, και με αλυσίδες συστοιχιών, για την ασφαλή και μη παραποιήσιμη μετάδοση, αποθήκευση και επαλήθευση των συναλλαγών.

Ο δεύτερος πυλώνας εστιάζει στην ενεργή βελτιστοποίηση των πόρων. Εδώ, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων μετατρέπεται από εργαλείο παρακολούθησης σε επιχειρησιακό μηχανισμό. Σημαντικό θετικό αποτύπωμα παρατηρείται στην προληπτική συντήρηση. Παρακολουθώντας τη συμπεριφορά των μηχανών και τις μεταβλητές του περιβάλλοντος μέσω έξυπνων αισθητήρων, γίνονται προβλέψεις διακοπών σε βιομηχανικές διαδικασίες, όπως σε μηχανές συσκευασίας, πριν αυτές συμβούν. Έτσι, όχι μόνο παρατείνεται ο κύκλος ζωής των τεχνολογικών πόρων αλλά και περιορίζεται δραματικά το κόστος των διακοπών λειτουργίας.

Περαιτέρω, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αξιοποιεί τα λεγόμενα "Έξυπνα Υλικά". Παρακολουθώντας την κατανάλωση νερού, ενέργειας και πρώτων υλών σε πραγματικό χρόνο, τα συστήματα μπορούν να βελτιστοποιούν αυτόνομα τη χρήση πόρων, ελαχιστοποιώντας το περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Αυτό γίνεται ορατό σε εφαρμογές Πράσινων Τεχνολογιών Πληροφορικής και σε έξυπνα κυκλικά κτίρια, όπου το Διαδίκτυο των Πραγμάτων κάνει δυνατή την ενεργειακή αυτονομία σε απομακρυσμένες περιοχές με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως το φως, τη κίνηση ή τη θερμότητα. Στη μεταποίηση, αυτή η αρχιτεκτονική υποστηρίζει την βελτιστοποίηση των χρονοδιαγραμμάτων αποσυναρμολόγησης, διασφαλίζοντας ότι όταν ένα προϊόν φτάνει στο τέλος της ζωής του, τα υλικά του μπορούν να ανακτηθούν με ελάχιστη ζημιά και μέγιστη δημιουργία αξίας.

Ο τρίτος, και ίσως ο πιο μετασχηματιστικός πυλώνας, είναι η δημιουργία συνεργατικών οικοσυστημάτων δεδομένων. Ένας οργανισμός εντός της κυκλικής οικονομίας δεν μπορεί να λειτουργεί απομονωμένα· απαιτεί βιομηχανική συμβίωση, όπου τα απόβλητα ή τα παραπροϊόντα μιας εταιρείας γίνονται η πρώτη ύλη για μια άλλη. Αυτό απαιτεί ένα επίπεδο κοινής χρήσης δεδομένων και εμπιστοσύνης που μόνο μια δομημένη υποδομή Διαδικτύου των Πραγμάτων μπορεί να παρέχει.

Μέσω κοινών χώρων δεδομένων, οι εταιρείες μπορούν να μοιράζονται πληροφορίες αποθεμάτων, ροές πόρων και κύκλους υλικών με ασφάλεια. Με τέτοιες υποδομές διευκολύνεται επίσης η υπηρεσιοποίηση, η μετάβαση δηλαδή από την απλή πώληση προϊόντων, στην παροχή πακέτου υπηρεσιών που συνοδεύουν τα προϊόντα, όπως τα μοντέλα "Προϊόν ως Υπηρεσία" ή η μίσθωση. Σε ένα μοντέλο βασισμένο σε υπηρεσίες, ο πάροχος παραμένει ο ιδιοκτήτης του αποθέματος, ενώ το Διαδίκτυο των Πραγμάτων του επιτρέπει να παρακολουθεί την κατάστασή του, να το συντηρεί προληπτικά και να διασφαλίζει ότι χρησιμοποιείται με μέγιστη απόδοση. Χρησιμοποιώντας υπολογιστική νέφους για το χειρισμό μεγάλων δεδομένων, αλυσίδες συστοιχιών για τη διαφάνεια και έξυπνα συμβόλαια, δημιουργείται ένα αποκεντρωμένο σύστημα μεταποίησης. Καλλιεργείται η εμπιστοσύνη μεταξύ των διαφορετικών μερών της κυκλικής αλυσίδας, επιτρέποντας την παραγωγή οικολογικά

σχεδιασμένων προϊόντων και συνεργατικών πλατφορμών που μειώνουν τα λειτουργικά κόστη και ενισχύουν την παγκόσμια ανταγωνιστικότητα.

Συνοπτικά, η συνέργεια του Διαδικτύου των Πραγμάτων, της τεχνητής νοημοσύνης, των μεγάλων δεδομένων και των αλυσίδων συστοιχιών αποτελεί τη ραχοκοκαλιά μιας λειτουργικής Κυκλικής Οικονομίας. Μετατρέπει μια αντιδραστική νοοτροπία διαχείρισης αποβλήτων σε ένα προληπτικό μοντέλο διαχείρισης και προστασίας πόρων. Παρέχοντας ορατότητα στο κύκλο ζωής των προϊόντων, εργαλεία για την αποδοτικότητα των πόρων και υποδομή για τα συνεργατικά οικοσυστήματα, εξασφαλίζει την απαραίτητη διαφάνεια και αποτελεσματικότητα που απαιτείται για να επιτευχθεί το κλείσιμο του κύκλου, να μειωθεί το κόστος και να επιτευχθεί ουσιαστική οικονομική και περιβαλλοντική βιωσιμότητα.

5.1.1 Ανακύκλωση

Η ανακύκλωση, αποτελώντας ένα κρίσιμο μέρος της κυκλικής οικονομίας, αξιοποιεί το Διαδίκτυο των Πραγμάτων για την παρακολούθηση, υποστήριξη και αυτοματοποίηση των διαδικασιών της. Με αυτή την ενσωμάτωση, η διαχείριση απορριμμάτων αναβαθμίζεται σε ένα δυναμικό οικοσύστημα λήψης αποφάσεων που βασίζεται σε δεδομένα, ξεπερνώντας τον παραδοσιακό παθητικό χαρακτήρα της.

Στην πράξη, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων επιτυγχάνει αυτούς τους σκοπούς μέσα από τη συνεχή παρακολούθηση της παραγωγής απορριμμάτων και των ροών ανακύκλωσης, επιτρέποντας τη βελτιστοποίηση των λειτουργικών διαδικασιών μέσω προηγμένων αναλύσεων. Διευκολύνει τον ταχύτατο διαχωρισμό και την τακτοποίηση ανακυκλώσιμων υλικών, συμπεριλαμβανομένης της αυτοματοποιημένης απομόνωσης βιομηχανικών μη οργανικών αποβλήτων. Παράλληλα, μέσω έξυπνης συλλογής, ομαλοποιεί τις ροές στα αντίστροφα logistics, καθώς με τη παρακολούθηση των επιπέδων στους κάδους ανακύκλωσης εξασφαλίζεται έγκαιρη απομάκρυνση και αποτρέπεται η υπερπλήρωση. Επιπρόσθετα, παρέχονται πολύτιμες πληροφορίες για τη σύσταση των προϊόντων, επιτυγχάνοντας μεγαλύτερη ακρίβεια στην ανάκτηση υλικών, ενώ παρέχεται άμεση

βοήθεια στους πολίτες ώστε να αναγνωρίζουν σωστά τις διαφορετικές κατηγορίες απορριμμάτων.

Στο πλαίσιο αυτό, χρησιμοποιούνται αισθητήρες, ετικέτες ταυτοποίησης όπως το RFID, καθώς και κόμβοι και πύλες του Διαδικτύου των Πραγμάτων που συνθέτουν την υποδομή μετάδοσης δεδομένων. Συνδυάζονται με άλλα τεχνολογικά στοιχεία όπως με έξυπνους κάδους, τεχνητή νοημοσύνη, μηχανική μάθηση, συνελικτικά νευρωνικά δίκτυα, καθώς και τεχνολογίες μεγάλων δεδομένων και αλυσίδες συστοιχιών.

Τα αποτελέσματα αυτής της προσέγγισης είναι θεαματικά, καθώς περιορίζονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αυξάνεται η ακρίβεια στην ανάκτηση υλικών με λιγότερη χειροκίνητη εργασία και καλλιεργούνται σωστές πρακτικές ανακύκλωσης.

Η ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων επιτρέπει το αποτελεσματικό κλείσιμο της κυκλικής αλυσίδας, μειώνοντας τις αβεβαιότητες στη διαχείριση απορριμμάτων και επιτυγχάνοντας σημαντικά υψηλότερα ποσοστά ανακύκλωσης.

5.1.2 Περιορισμός της Σπατάλης Τροφίμων

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων παρέχει ένα συστηματικό πλαίσιο για την αντιμετώπιση της σπατάλης τροφίμων, εναρμονίζοντας τη ροή των προϊόντων στην εφοδιαστική αλυσίδα τροφίμων, από την παραγωγή μέχρι την κατανάλωση, συνδυάζοντας την παρακολούθηση πραγματικού χρόνου με την προβλεπτική ανάλυση.

Πρώτον, μέσω του Διαδικτύου των Πραγμάτων επιτυγχάνεται προληπτική συντήρηση των προϊόντων παρακολουθώντας και ρυθμίζοντας δυναμικά περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και τα επίπεδα αερίων. Χρησιμοποιώντας βιοαισθητήρες για τον έλεγχο της φρεσκάδας, την ανίχνευση αλλοίωσης ή την παρουσία βακτηρίων, και αλυσίδες συστοιχιών για την ασφαλή καταγραφή του ιστορικού, το σύστημα μπορεί να μειώσει τον ρυθμό αλλοίωσης κατά 43% και να επεκτείνει τη διάρκεια ζωής των προϊόντων έως και 2,4

φορές. Αυτό διασφαλίζει την ακεραιότητα και την ποιότητα των τροφίμων και εντοπίζει τυχόν μολύνσεις νωρίς, εμποδίζοντας έτσι την σπατάλη πριν ακόμη αυτή συμβεί.

Δεύτερον, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων βελτιστοποιεί την απόδοση στις εφοδιαστικές αλυσίδες μέσω προσεκτικής παρακολούθησης συναλλαγών και ιχνηλάτησης πραγματικού χρόνου με χρήση δορυφορικών συστημάτων εντοπισμού θέσης, γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων και ετικετών RFID. Αυτά τα εργαλεία διευκολύνουν την εξαιρετικά στοχευμένη απομόνωση κατά την ανάκληση προϊόντων, αποτρέποντας τη μαζική απόρριψη ασφαλών ειδών. Με την επίτευξη τόσο αυξημένης ορατότητας μειώνεται σημαντικά η σπατάλη κατά τη μεταφορά και αποθήκευση, ενώ ταυτόχρονα βελτιώνεται ενεργειακή απόδοση.

Τρίτον, με χρήση ζυγαριών και έξυπνων κάδων απορριμμάτων εντοπίζονται με ακρίβεια τα "θερμά σημεία" σπατάλης στα καταστήματα λιανικής και την εστίαση, αναδεικνύοντας συγκεκριμένα λειτουργικά μοτίβα που οδηγούν στη δημιουργία τους. Αξιοποιώντας τεχνητή νοημοσύνη για τη πρόβλεψη της ζήτησης και δυναμική τιμολόγηση βάσει ημερομηνιών λήξης, οι επιχειρήσεις μπορούν να βελτιστοποιήσουν τον προγραμματισμό των μενού και το μέγεθος των μερίδων, ευθυγραμμίζοντας άμεσα την παραγωγή με τη πραγματική ζήτηση.

Τέλος, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων κλείνει τον κύκλο υποστηρίζοντας την απομάκρυνση απορριμμάτων στη δευτερογενή εφοδιαστική αλυσίδα για την ανάκτηση πόρων. Εντοπίζοντας τα ληγμένα προϊόντα προς ανακύκλωση, τα πρωτογενή απορρίμματα τροφίμων μπορούν να αξιοποιηθούν πλήρως, εξοικονομώντας το 62% των υλικών πόρων και μειώνοντας τις απαιτήσεις συντήρησης σχεδόν κατά 66%, μετατρέποντας έτσι τα αλλοιωμένα είδη σε πολύτιμες πρώτες ύλες.

Στην ουσία, η συνεργατική δράση του Διαδικτύου των Πραγμάτων με την Τεχνητή Νοημοσύνη δημιουργεί μια ολοκληρωμένη λύση "από άκρο σε άκρο", που

μετασχηματίζει ένα γραμμικό πρόβλημα σπατάλης τροφίμων σε μία βιώσιμη ευκαιρία κυκλικής οικονομίας.

Επίλογος

Η ενότητα αυτή επικεντρώθηκε στη διερεύνηση της συμβολής του Διαδικτύου των Πραγμάτων στα κρίσιμα περιβαλλοντικά και κοινωνικά ζητήματα της Κυκλικής Οικονομίας, της Ανακύκλωσης και της Σπατάλης Τροφίμων.

Παράρτημα ΣΤ.6: Σενάριο Βιντεοδιάλεξης - Ενότητα 6

Εισαγωγή

Η συγκεκριμένη ενότητα, εστιάζει στις επιδράσεις και τα οφέλη της υιοθέτησης του Διαδικτύου των Πραγμάτων, στο κλάδο του λιανικού εμπορίου.
Στη συνέχεια, θα μελετήσουμε μια αντιπροσωπευτική περίπτωση εφαρμογής του Διαδικτύου των Πραγμάτων, στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, στον κλάδο της αυτοκινητοβιομηχανίας.

6.1 Λιανικό Εμπόριο

Στο ταχέως εξελισσόμενο εμπορικό περιβάλλον, ο κλάδος της λιανικής βρίσκεται σε διαρκή αναζήτηση καινοτόμων λύσεων που θα αναβαθμίσουν τη συνολική αγοραστική εμπειρία του καταναλωτή και της καταναλώτριας. Ωστόσο, πολλά καταστήματα εξακολουθούν να αντιμετωπίζουν σημαντικά λειτουργικά εμπόδια, όπως αναποτελεσματικές διαδικασίες πληρωμής και μεγάλες ουρές που επηρεάζουν την παραγωγικότητα του καταστήματος. Αυτές οι δυσκολίες συχνά επιτείνονται από την έντονη εξάρτηση στη χειροκίνητη σάρωση γραμμοκώδικα, η οποία είναι επιρρεπής σε ανθρώπινα λάθη, την ανεπαρκή παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο και την ελλιπή πρόληψη κλοπών. Τα προβλήματα αυτά συχνά οδηγούν σε χαμηλή διατήρηση της πελατειακής βάσης και σε περιορισμό των πωλήσεων. Το υψηλό κόστος και η πολυπλοκότητα των διαθέσιμων τεχνολογικών λύσεων αποτελούν τα κύρια εμπόδια στην υλοποίηση ουσιαστικών αλλαγών στις επιχειρησιακές διαδικασίες του κλάδου.

Το λιανικό εμπόριο απαιτεί τεχνολογικές λύσεις που να είναι οικονομικά αποδοτικές και κλιμακώσιμες, για ευρεία εφαρμογή. Απαραίτητα στοιχεία των λύσεων είναι η πλήρης αυτοματοποίηση που θα περιορίσει τις χειροκίνητες παρεμβάσεις, η παρακολούθηση πραγματικού χρόνου και η απρόσκοπτη συνδεσιμότητα. Επιπλέον, τα συστήματα πρέπει να προσφέρουν υψηλή ακρίβεια, ισχυρή ασφάλεια και εξατομικευμένες εμπειρίες αγοραστών και αγοραστριών με φιλικές προς τους

χρήστες και τις χρήστριες διεπαφές. Ο κλάδος αναζητά επίσης μια ενοποιημένη πλατφόρμα ικανή να ενσωματώσει διαφορετικές τεχνολογίες σε ένα ενιαίο, συνεκτικό και εύχρηστο σύστημα.

Ενσωματώνοντας τεχνολογίες του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην υποδομή των καταστημάτων, το λιανικό εμπόριο ξεπερνά το πλαίσιο των παραδοσιακών φυσικών πωλήσεων, γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ της εμπειρίας αγοράς στο διαδικτυακό περιβάλλον και στο φυσικό κατάστημα. Συνδυάζοντας τεχνολογικό εξοπλισμό και δεδομένα, ο χώρος της λιανικής πώλησης μετατρέπεται σε ένα εμπλουτισμένο περιβάλλον που προσαρμόζεται δυναμικά στις συμπεριφορές των καταναλωτών και καταναλωτριών σε πραγματικό χρόνο.

Αρχικά, εξετάζουμε την παροχή εξατομικευμένης αλληλεπίδρασης με τους πελάτες και τις πελάτισσες και την αναβάθμιση της εμπειρίας αγοράς που αποτελούν θεμέλια του σύγχρονου λιανεμπορίου. Εδώ, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων λειτουργεί ως θεμελιώδης μηχανισμός για την προσωποποιημένη και υψηλού επιπέδου εξυπηρέτηση πελατών και πελατισσών. Μέσω της χρήσης φάρων και κινητών συσκευών για την ανίχνευση των θέσεων των πελατών και πελατισσών, προσφέρονται στοχευμένες προωθητικές ενέργειες με βάση το προφίλ τους και την πραγματική θέση στους χώρους πώλησης. Πέρα από το διαφημιστικό τους χαρακτήρα, οι ενέργειες αυτές ενισχύουν την εμπειρία των καταναλωτών και καταναλωτριών μέσω εργαλείων ανακάλυψης όπως η τρισδιάστατη απεικόνιση προϊόντων, η εικονική δοκιμή και η επαυξημένη πραγματικότητα. Χρησιμοποιώντας έξυπνα δοκιμαστήρια οι πελάτες και οι πελάτισσες μπορούν επίσης να ενημερώνονται άμεσα για τη διαθεσιμότητα εναλλακτικών μεγεθών ή χρωμάτων.

Επιπλέον, διευκολύνεται η περιήγησή τους στο κατάστημα, λαμβάνοντας καθοδηγούμενη πλοήγηση και χάρτες για γρήγορη εύρεση αντικειμένων, έχοντας ταυτόχρονα τη δυνατότητα να λάβουν απομακρυσμένη βοήθεια από το προσωπικό του καταστήματος μέσω άμεσης σύνδεσης. Με αυτό τον τρόπο ο καταναλωτής

απολαμβάνει υπηρεσίες που θα μπορούσε να έχει μόνο σε ένα διαδικτυακό κατάστημα.

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, αξιοποιώντας τεχνολογία διάχυτου υπολογισμού, επιτρέπει στο σύστημα να αναλύει συνεχώς τη συμπεριφορά και τα συναισθήματα των πελατών και πελατισσών μέσω αισθητήρων. Αναγνωρίζοντας σημάδια άγχους, ειδοποιεί το προσωπικό ώστε να προσφέρει άμεση υποστήριξη, μετατρέποντας έτσι ολόκληρη τη διαδικασία αγοράς - από την είσοδο μέχρι την τελική επιλογή προϊόντος - σε μια θετική εμπειρία.

Στη συνέχεια, προχωρούμε στην αυτοματοποίηση της διαδικασίας πληρωμής και στη διάθεση έξυπνων εργαλείων πελάτη και πελάτισσας. Στόχος εδώ είναι η πλήρης εξάλειψη δυσκολιών και καθυστερήσεων στα ταμεία. Με τη χρήση τεχνικών σάρωσης πολλαπλών αντικειμένων και παρακολούθησης πραγματικού χρόνου, τα συστήματα μπορούν να μειώσουν τον χρόνο αναμονής από αρκετά λεπτά σε λιγότερο από ένα λεπτό. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω έξυπνων καροτσιών εξοπλισμένων με αισθητήρες βάρους, πολλαπλές κάμερες αναγνώρισης εικόνας και αναγνώστες RFID και γραμμοκώδικα. Με αυτά τα εργαλεία η συναλλαγή μπορεί να ολοκληρωθεί αυτόματα αποφεύγοντας χρονοβόρες ουρές πληρωμής, ανοίγοντας τον δρόμο για τη δημιουργία καταστημάτων λιανικής χωρίς ταμεία.

Παράλληλα, οι χρήστες μπορούν να ενημερώνονται για προωθητικές ενέργειες σε πραγματικό χρόνο, ανάλογα με τα προϊόντα που έχουν τοποθετήσει στο καρότσι τους. Πέρα από την ευκολία που προσφέρουν αυτά τα συστήματα, συμβάλλουν επίσης και στη πρόληψη κλοπών. Χρησιμοποιώντας ζυγαριές ανιχνεύονται αποκλίσεις μεταξύ των αναμενόμενων βαρών των προϊόντων και των πραγματικών βαρών των αντικειμένων που βρίσκονται στο καρότσι, εξασφαλίζοντας έτσι τόσο την απρόσκοπτη όσο και την ασφαλή διεκπεραίωση της συναλλαγής.

Σημαντικός είναι ο ρόλος του Διαδικτύου των Πραγμάτων στη δυναμική τιμολόγηση και στο διαμοιρασμό ακριβών πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο. Χρησιμοποιώντας ηλεκτρονικές ετικέτες ραφιού, το σύστημα έχει τη δυνατότητα να ενημερώνει τις

τιμές, να προχωρά σε προσφορές και να διαθέτει στους πελάτες και τις πελάτισσες επικαιροποιημένες πληροφορίες και χαρακτηριστικά των προϊόντων στιγμιαία, σε ολόκληρο το κατάστημα, χωρίς χειρωνακτική εργασία και χάρτινες ετικέτες. Με αυτό το τρόπο διασφαλίζεται ότι οι τιμές στα φυσικά ράφια ευθυγραμμίζονται με προωθητικές ενέργειες σε ηλεκτρονικά κανάλια πωλήσεων, συνεπώς αποφεύγονται απώλειες ευκαιριών πώλησης λόγω παρωχημένων πληροφοριών.

Μέσω ενός στιβαρού υπόβαθρου διασύνδεσης, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων επιτρέπει την δυναμική έναρξη προσφορών, ανανεώνοντας τις πληροφορίες στιγμιαία σε επίπεδο καταστήματος ή ακόμα και σε τοπικό επίπεδο, προσφέροντας εμπειρία με συνέπεια και ακρίβεια σε κάθε πελάτη και πελάτισσα του καταστήματος.

Στο επίπεδο της βελτιστοποίησης της λειτουργίας των υποδομών και των επιχειρηματικών διαδικασιών, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων λειτουργεί ως το "νευρικό σύστημα" του καταστήματος. Παρέχει αυτοματοποιημένη παρακολούθηση περιβαλλοντικών συνθηκών όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και ο φωτισμός, για την προστασία ευπαθών προϊόντων και τη μείωση των αποβλήτων. Παρέχει επίσης ολοκληρωμένη διαχείριση εγκαταστάσεων, επιτρέποντας τον απομακρυσμένο έλεγχο κρίσιμων συστημάτων όπως ο κλιματισμός, ο φωτισμός έκτακτης ανάγκης και οι συναγερμοί και παρακολουθεί μοτίβα κατανάλωσης ενέργειας. Αξιοποιώντας υπολογιστική άκρου και μηχανική μάθηση, ανιχνεύει περιστατικά απάτης σε πραγματικό χρόνο και αναλύει τις προθέσεις των πελατών και πελατισσών. Επιπλέον, μέσω τεχνητής νοημοσύνης τροφοδοτεί αυτοματοποιημένα συστήματα υποστήριξης πελατών και πελατισσών, όπου εικονικοί πράκτορες διαχειρίζονται ερωτήματα ρουτίνας για να αποφορτίσουν το προσωπικό του καταστήματος κατά τις ώρες αιχμής.

Τέλος, θα αναδείξουμε τον ρόλο του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην έξυπνη διαχείριση αποθεμάτων του λιανικού εμπορίου. Εδώ, η τεχνολογία δεν λειτουργεί απλώς ως εργαλείο παρακολούθησης, αλλά ως ο καταλύτης που μετατρέπει την παραδοσιακή διαχείριση αποθεμάτων σε μια δυναμική και αυτοματοποιημένη

λειτουργία. Μέσω της ενσωμάτωσης ετικετών RFID, ζυγαριών, αισθητήρων εγγύτητας και έξυπνων ραφιών, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων επιτρέπει την ακριβή ιχνηλάτηση, τον άμεσο εντοπισμό και την αυτοματοποιημένη καταμέτρηση κάθε προϊόντος σε πραγματικό χρόνο, εξαλείφοντας την ανάγκη για συνεχείς χειροκίνητες μετρήσεις και επεμβάσεις, μειώνοντας δραστικά τα ανθρώπινα λάθη.

Η πραγματική τεχνολογική πρόοδος προκύπτει όμως από την ανάλυση των δεδομένων. Χρησιμοποιώντας επεξεργασία σύνθετων συμβάντων και ανάλυση χωρικής κατανομής, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων επιτρέπει στις επιχειρήσεις να αποκωδικοποιούν πολύπλοκες ροές δεδομένων και να κατανοούν με ακρίβεια πώς κινούνται τα αγαθά μέσα στο χώρο. Έτσι σχηματίζεται διαρκώς ακριβής εικόνα των πραγματικών ποσοτήτων στα ράφια, παρέχοντας αυτόματες ειδοποιήσεις αναπλήρωσης μόλις ανιχνευθεί έλλειψη και εξασφαλίζοντας ότι τα προϊόντα είναι πάντα διαθέσιμα στα σωστά σημεία. Με την αξιοποίηση μηχανικής μάθησης η διαχείριση αποθεμάτων αναβαθμίζεται σε μια προγνωστική διαδικασία.

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων βασισμένο σε ιστορικά δεδομένα πωλήσεων επιτρέπει την πρόβλεψη της μελλοντικής ζήτησης και τον προγραμματισμό των παραγγελιών αποτρέποντας πιθανές ελλείψεις, βελτιστοποιώντας την αξιοποίηση των ραφιών και εξασφαλίζοντας τη σωστή διαθεσιμότητα την κατάλληλη στιγμή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το περιορισμό της σπατάλης και την αύξηση του περιθωρίου κέρδους.

Κινούμενο σε αυτούς τους άξονες, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων επιτρέπει στο λιανεμπόριο να προσφέρει μια εμπειρία χωρίς εμπόδια ενώ ταυτόχρονα εξαλείφει τα χειροκίνητα σφάλματα και την ασυνέπεια στη διαχείριση των αποθεμάτων. Συνδέοντας την ακριβή παρακολούθηση με την δυναμική προσαρμογή των τιμών και τη μείωση της σπατάλης, η τεχνολογία αυτή δημιουργεί ένα λειτουργικό μοντέλο υψηλής ευελιξίας. Το τελικό αποτέλεσμα είναι ένα σύστημα που λειτουργεί με μεγαλύτερη ταχύτητα, με λιγότερες απώλειες και με πληρέστερη κατανόηση των αναγκών του πελάτη και της πελάτισσας.

Οι μελλοντικές εξελίξεις στην υιοθέτηση του Διαδικτύου των Πραγμάτων στη λιανική θα εστιαστούν στην ενσωμάτωση τεχνολογιών όπως το 5G και η υπολογιστική άκρου για την ενίσχυση της ταχύτητας επεξεργασίας δεδομένων και την αύξηση της ανθεκτικότητας των μοντέλων έναντι παγκόσμιων διαταραχών. Παράλληλα, η ανάπτυξη οφείλει να συνοδευτεί από έρευνα για την υπεύθυνη χρήση των δεδομένων, την εφαρμογή ρυθμιστικών πλαισίων και τη διασφάλιση της βιωσιμότητας, λαμβάνοντας υπόψη τις ηθικές και κοινωνικές επιπτώσεις της ψηφιακής μετάβασης.

6.2 Περίπτωση Χρήσης

Η παρούσα μελέτη περίπτωσης εστιάζει στην αναβάθμιση της αποτελεσματικότητας των διαδικασιών της αποθήκης και της παραγωγής μιας πολυεθνικής εταιρίας αυτοκινήτων, η οποία εφάρμοσε νέες τεχνολογίες στις εγκαταστάσεις της, σε διεθνές επίπεδο. Προηγουμένως, ο οργανισμός αντιμετώπιζε κρίσιμα λειτουργικά προβλήματα, καθώς η εξάρτηση από χειροκίνητες διαδικασίες προκαλούσε σημαντικές αστοχίες, όπως σφάλματα στις παραδόσεις και συχνές διακοπές στη γραμμή παραγωγής λόγω έλλειψης των απαραίτητων εξαρτημάτων. Αυτή η κατάσταση δημιουργούσε σημεία συμφόρησης, οδηγώντας σε αναποτελεσματικότητα, καθυστερήσεις και μη βέλτιστη αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων.

Ως απάντηση σε εκείνα τα προβλήματα, η εταιρεία επιδίωξε τη μετάβαση από μια χειροκίνητη και μη αξιόπιστη διαδικασία logistics σε ένα πλήρως και συστημικά ελεγχόμενο περιβάλλον. Ο στρατηγικός στόχος αφορούσε τη βελτίωση της απόδοσης στη διαχείριση αποθηκών, τη μείωση των λειτουργικών εξόδων και την ενίσχυση των επιδόσεων μέσω αυτοματισμών και μέσω της απόκτησης αποτελεσματικής ορατότητας, προκειμένου να αποτραπεί η μείωση της παραγωγικής ικανότητας.

Η υλοποιηθείσα λύση βασίστηκε στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων, αναβαθμίζοντας τις αποθήκες με συστημικά ελεγχόμενο ρυθμό ροής και σύστημα αποδέσμευσης αποθεμάτων που συνεργάζεται άμεσα με το λογισμικό σχεδιασμού επιχειρηματικών

πόρων. Μέσω της χρήσης RFID ετικετών, σαρωτών και οπτικών αισθητήρων, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων εξασφάλισε ιχνηλασιμότητα σε πραγματικό χρόνο, αυτοματοποίηση στην αποδέσμευση αποθεμάτων και πλήρη συγχρονισμό των κινήσεων της αποθήκης με τις απαιτήσεις της παραγωγής. Η εφοδιαστική αλυσίδα διαθέτει πλέον χρονισμένο ρυθμό ροής, όπου κάθε στάδιο του εφοδιασμού χρονομετρείται και παρακολουθείται για τη διασφάλιση σταθερότητας. Οι χειριστές και οι χειρίστριες χρησιμοποιούν σαρωτές σε κάθε στάδιο, επιβεβαιώνοντας ότι το σωστό εξάρτημα προέρχεται από την κατάλληλη θέση και καταλήγει στο ορθό σημείο τοποθέτησης, συνδέοντας έτσι κάθε φυσική κίνηση με μια ψηφιακή εγγραφή στο σύστημα.

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής είναι ιδιαίτερα σημαντικά, με τη μείωση των διακοπών της γραμμής παραγωγής να αγγίζει το 70%, μειώνοντας τον μηνιαίο αριθμό από τις 165, σε περίπου 50. Παράλληλα, σημειώθηκε μέση μείωση 32% στον χρόνο ολοκλήρωσης του κύκλου παράδοσης, ενώ οι επείγουσες αιτήσεις αποδέσμευσης αποθεμάτων μειώθηκαν, από 350 ημερησίως, σε λιγότερες από 100. Η διαδικασία τροφοδότησης της παραγωγής παρουσίασε αυξημένη αποδοτικότητα, ακρίβεια και έγκαιρη ολοκλήρωση των παραδόσεων.

Παρά την επιτυχημένη μετατροπή της διαδικασίας logistics σε ένα ευέλικτο και οικονομικά αποδοτικό σύστημα, η υλοποίηση αντιμετώπισε προκλήσεις. Αρχικά σημειώθηκε προσωρινή αύξηση των διακοπών παραγωγής, έως και 269 σε έναν μήνα, λόγω τεχνικών σφαλμάτων στη διασύνδεση με το υπάρχον λογισμικό. Επιπλέον, υπήρξε σημαντική αντίσταση από τους εργαζόμενους και τις εργαζόμενες: το 34% εξέφρασε φόβους για την αντικατάσταση των θέσεών τους και το 27% για την αύξηση του φόρτου εργασίας.

Επίλογος

Στο σημείο αυτό, ολοκληρώθηκε η παρουσίαση των εφαρμογών του διαδικτύου των πραγμάτων στην εφοδιαστική αλυσίδα.

Παράρτημα ΣΤ.7: Σενάριο Βιντεοδιάλεξης - Ενότητα 7

Εισαγωγή

Στην ενότητα αυτή εξετάζεται οριζόντια η ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων στο αστικό περιβάλλον, αναδεικνύοντας τη συμβολή του στη διαχείριση των δεδομένων των πόλεων και στην ενίσχυση της έξυπνης διακυβέρνησης.

7.1 Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων στο Αστικό Περιβάλλον

Οι σύγχρονες πόλεις αντιμετωπίζουν ένα σύνθετο πλέγμα προκλήσεων που επιβαρύνουν την ποιότητα ζωής και τη βιωσιμότητα. Η αστική κινητικότητα και οι μεταφορές χαρακτηρίζονται από τη κυκλοφοριακή συμφόρηση, τη σπατάλη καυσίμων και την υποβάθμιση του αέρα, ενώ η αυξανόμενη ενεργειακή ζήτηση πιέζει τα δίκτυα διανομής. Παράλληλα, η διαχείριση των απορριμμάτων, η ρύπανση του αέρα και του νερού, η ηχορύπανση, η λειψυδρία και οι διαρροές νερού σε παρωχημένα δίκτυα ύδρευσης και η ανάγκη για ταχεία ανταπόκριση σε φυσικές καταστροφές ή σε επιδημίες επιδεινώνουν την ανθεκτικότητα των κοινωνικών συστημάτων. Η δημόσια ασφάλεια και η παρακολούθηση της υγείας ευάλωτων ομάδων απαιτούν συστήματα πραγματικού χρόνου ικανά για έγκαιρη παρέμβαση.

Για την αντιμετώπιση αυτών των φαινομένων απαιτούνται τεχνολογικές λύσεις που υποστηρίζουν διακυβέρνηση βασισμένη σε δεδομένα και διατμηματική διαφάνεια, ξεπερνώντας τα σιλό πληροφοριών. Κρίσιμη απαίτηση είναι η ανθρωποκεντρική προσέγγιση που θα διασφαλίζει κοινωνική δικαιοσύνη και συμπερίληψη, αποτρέποντας τον αποκλεισμό ευάλωτων ομάδων. Επιπλέον, κατά τον σχεδιασμό των λύσεων απαιτείται να δίνεται προτεραιότητα στην ασφάλεια και στη κυριαρχία των δεδομένων, περιφρουρώντας ταυτόχρονα την ιδιωτικότητα των κατοίκων. Τα συστήματα πρέπει να βασίζονται σε κλιμακώσιμες και διαλειτουργικές υποδομές που λειτουργούν αξιόπιστα στο αστικό περιβάλλον.

Στο σύγχρονο αστικό τοπίο, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αποτελεί τη τεχνολογική βάση για τη συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και για την ολοκληρωμένη

παρακολούθηση του αστικού περιβάλλοντος. Με την ανάπτυξη ενός εκτεταμένου δικτύου αισθητήρων, ενεργοποιητών, ενσωματωμένων συστημάτων, συσκευών δορυφορικού εντοπισμού θέσης και συνδεδεμένων οχημάτων, οι πόλεις αποκτούν άμεση εικόνα για τις κυκλοφοριακές συνθήκες και τα μοτίβα κίνησης. Τα συστήματα αυτά συλλέγουν δεδομένα από πολλαπλές πηγές, συμπεριλαμβανομένων έξυπνων τηλεφώνων, φορετών συσκευών και καμερών ασφαλείας, με σκοπό να αξιολογήσουν φαινόμενα μεγάλης κλίμακας όπως η κυκλοφορία οχημάτων και η ποιότητα του αέρα. Συγκεντρώνοντας τεράστια σύνολα δεδομένων, οι διαχειριστές των πόλεων μπορούν να παρακολουθούν τη ροή της κυκλοφορίας, τη χρήση ενέργειας και το έγκλημα σε πραγματικό χρόνο. Αξιοποιώντας ένα προηγμένο τεχνολογικό οικοσύστημα - που περιλαμβάνει μηχανική μάθηση, τεχνητή νοημοσύνη, υπολογιστική νέφους, άκρου και ομίχλης, αλυσίδες συστοιχιών και υποδομές πληροφορικής και επικοινωνιών - γίνεται δυνατή η λήψη ταχύτερων αποφάσεων για άμεσες αντιδράσεις, όπως η εκτροπή της κυκλοφορίας για την αποφυγή σημείων συμφόρησης. Τελικά, σχεδόν όλες οι πτυχές της πόλης γίνονται μετρήσιμες, επιτρέποντας προβλεπτικό σχεδιασμό, ευέλικτη υποδομή και μείωση του κόστους δημιουργίας νέων υπηρεσιών και παροχών προς τους κατοίκους.

Για να διασφαλιστεί η ευρωστία τέτοιων συστημάτων, η έξυπνη πόλη βασίζεται σε εξελιγμένες μεθόδους διαχείρισης της τεχνολογικής υποδομής και της συνδεσιμότητας. Αυτό επιτυγχάνεται με συστηματική εποπτεία της ετερογενούς υποδομής με στόχο την υγεία, την επεκτασιμότητα και την αποτελεσματική λειτουργία της. Η κατάσταση των κόμβων επιβλέπεται συνεχώς και παράγονται εγκαίρως ειδοποιήσεις σε περίπτωση που εμφανίζεται μη αναμενόμενη συμπεριφορά. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται επίσης στην ποιότητα των δεδομένων με συνεχή ανίχνευση αποκλίσεων και εκτέλεση διαδικασιών καθαρισμού. Οι λειτουργίες υποστηρίζονται από τεχνολογικά στοιχεία όπως πύλες του Διαδικτύου των Πραγμάτων, δίκτυα υψηλής ταχύτητας επικοινωνίας και ανάλυση δεδομένων με τεχνητή νοημοσύνη. Έτσι, η έξυπνη πόλη μπορεί να βασιστεί στις στιβαρές υποδομές και στην απρόσκοπτη ροή ποιοτικών δεδομένων για να απλοποιήσει διαδικασίες

ρουτίνας, όπως η αυτοματοποίηση της πληρωμής διοδίων και στάθμευσης, και να παρέχει στους κατοίκους καινοτόμα εργαλεία που βελτιώνουν την καθημερινότητά τους. Οι διαχειριστές και οι διαχειρίστριες της πόλης αποκτούν μια συνολική εικόνα της κατάστασης της υποδομής, αποφεύγοντας την αναποτελεσματικότητα που οφείλεται σε απομονωμένα σιλό δεδομένων. Με αυτούς τους τρόπους οι έξυπνες πόλεις υπερέχουν στους έξι, κρίσιμους για το αστικό περιβάλλον, τομείς: οικονομία, ανθρώπους, διακυβέρνηση, κινητικότητα, περιβάλλον και διαβίωση.

Ένας θεμελιώδης πυλώνας της αστικής εξέλιξης είναι η ενσωμάτωση της ασφάλειας των δεδομένων και της προστασίας της ιδιωτικότητας κατά το σχεδιασμό της τεχνολογικής αρχιτεκτονικής. Για την προστασία ευαίσθητων δεδομένων και επιχειρηματικών απορρήτων, ιδιαίτερα σε τομείς όπως η διαχείριση απορριμμάτων, οι πόλεις εφαρμόζουν αυστηρά μέτρα όπως η ψευδωνυμοποίηση, η ελαχιστοποίηση δεδομένων και η κρυπτογράφηση από άκρο σε άκρο. Με την ανωνυμοποίηση προσωπικών δεδομένων και τον περιορισμό των περιόδων διατήρησης, οι αστικές περιοχές διασφαλίζουν την πλήρη συμμόρφωση με τον γενικό κανονισμό για την προστασία των δεδομένων, περιορίζοντας την πιθανότητα εμφάνισης απειλών κατά των δικαιωμάτων των πολιτών. Τα μέτρα αυτά υποστηρίζονται από ενδιάμεσο λογισμικό, υπολογιστική νέφους και επίπεδα αφαίρεσης σε επίπεδο άκρου, μαζί με αλγορίθμους κρυπτογράφησης και εξειδικευμένες εφαρμογές ιδιωτικότητας. Η δέσμευση της πόλης για ασφάλεια όχι μόνο προστατεύει από την κλοπή δεδομένων αλλά ενισχύει επίσης την εμπλοκή των πολιτών και τη συν-δημιουργία, συνιστώντας ένα θεμέλιο εμπιστοσύνης για τα ενδιαφερόμενα μέρη.

Επιπλέον, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων σε συνδυασμό με την τεχνητή νοημοσύνη επιτρέπει την ακριβή μοντελοποίηση του αστικού περιβάλλοντος και την προηγμένη ανάλυση δεδομένων. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αναλαμβάνει τόσο τη συνεχή συλλογή και ανάλυση συνόλων δεδομένων μεγάλης κλίμακας που παράγονται από πληθώρα αισθητήρων και συσκευών της πόλης, όσο και την επεξεργασία, αποθήκευση και ανασκόπησή τους, αλλά και τη διασταύρωση των δεδομένων που προέρχονται από ετερόκλιτα σύνολα. Αυτή η ισχύς ανάλυσης μετατρέπει

ακατέργαστα δεδομένα σε χρήσιμες πληροφορίες, επιτρέποντας μια βαθύτερη κατανόηση της αστικής δυναμικής. Η διαθεσιμότητα υψηλής πιστότητας αναπαραστάσεων της πόλης σε πραγματικό χρόνο συντελεί στην ανακάλυψη νέων μεθόδων επίλυσης αστικών προβλημάτων με απώτερο στόχο την αυτοματοποίηση των διαδικασιών και την ενίσχυση της αποδοτικότητας. Αξιοποιώντας ευφυή χαρακτηριστικά του Διαδικτύου των Πραγμάτων και μηχανική μάθηση αντιμετωπίζονται πολύπλοκες προκλήσεις που σχετίζονται με την έξυπνη πόλη, συμβάλλοντας στην ευθυγράμμισή της με τον ενδέκατο Στόχο Βιώσιμης Ανάπτυξης.

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων ως τεχνολογικό υπόβαθρο υποστηρίζει άμεσα τη διακυβέρνηση της πόλης μέσω τεκμηριωμένης λήψης αποφάσεων, προωθώντας ταυτόχρονα τη διαφάνεια και ενισχύοντας τη παροχή ποιοτικών δημόσιων υπηρεσιών. Αναλύει μοτίβα εγκληματικότητας και προβλέπει την παραβατική δραστηριότητα, ενισχύοντας την ασφάλεια του κοινού και προωθώντας τη διαφανή χάραξη πολιτικών. Παρακολουθεί σε πραγματικό χρόνο την ποιότητα του αέρα και του νερού, ενώ συγχρόνως βελτιώνει τη ροή της κυκλοφορίας και περιορίζει τη συμφόρηση. Ο συνδυασμός δεδομένων από αισθητήρες και από άμεσες ανατροφοδοτήσεις των πολιτών προσφέρει καλύτερη ορατότητα στις τοπικές κοινότητες και οδηγεί στη δημιουργία ευκαιριών εμπλοκής τους στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Το οικοσύστημα αυτό βασίζεται σε τεχνολογίες μεγάλων δεδομένων, την τεχνητή νοημοσύνη, αλυσίδες συστοιχιών και σε πλατφόρμες σχολιασμού και συμμετοχής των πολιτών. Το αποτέλεσμα είναι ένα διαφανές και υπεύθυνο μοντέλο διακυβέρνησης όπου η λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων προάγει μια πιο συμπεριληπτική αστική εμπειρία για όλους τους κατοίκους.

Ταυτόχρονα, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων χρησιμοποιείται για τη βελτίωση της απόδοσης των αστικών υποδομών, με έμφαση στη διαχείριση πόρων και την ενίσχυση της βιωσιμότητας. Επιτρέπει τη συστηματική συλλογή, ανάλυση και διανομή δεδομένων για την παρακολούθηση της λειτουργικής κατάστασης κάθε κρίσιμης υποδομής. Με την ευέλικτη διαχείριση πόρων μέσω της ενσωμάτωσης τεχνητής νοημοσύνης και υποδομών πληροφορικής και επικοινωνιών, οι πόλεις

μπορούν να ανταπεξέλθουν στις πολυπλοκότητες του αστικού περιβάλλοντος αποτελεσματικότερα. Αυτό συμβάλλει στην επίτευξη στόχων βιωσιμότητας και στην αναβάθμιση της ποιότητας ζωής ενώ παράλληλα προσφέρει ευκαιρίες οικονομικής ανάπτυξης και οδηγεί σε σημαντική μείωση των εξόδων.

Η ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων στις πόλεις συνοδεύεται από σημαντικά εμπόδια. Η συλλογή δεδομένων σε μεγάλη κλίμακα εγείρει ζητήματα ουσιαστικής συναίνεσης στη παθητική συλλογή δεδομένων, επαναταυτοποίησης προσώπων και κυβερνοεπιθέσεων, ενώ η απουσία ενιαίων προτύπων και η απομονωμένη λειτουργία φορέων οδηγούν σε κατακερματισμό πληροφοριών και υψηλή πολυπλοκότητα διαχείρισης. Ηθικές ανησυχίες για εκδηλώσεις αλγοριθμικής προκατάληψης και κινδύνους παρακολούθησης συμπληρώνουν το τοπίο, ενώ το ψηφιακό χάσμα απειλεί να αποκλείσει ηλικιωμένους και ηλικιωμένες και πληθυσμούς χαμηλού εισοδήματος. Ταυτόχρονα, οι αρχικές οικονομικές απαιτήσεις και οι θεσμικές ασυμφωνίες μεταξύ δημόσιου και ιδιωτικού τομέα επιβραδύνουν τις επενδύσεις και προκαλούν αναποφασιστικότητα.

Οι μελλοντικές κατευθύνσεις στην υιοθέτηση του Διαδικτύου των Πραγμάτων στο αστικό περιβάλλον εστιάζουν στη βιώσιμη διαχείριση αποβλήτων με παροχή ψηφιακών κινήτρων και στην ενίσχυση της συμμετοχικής διακυβέρνησης με έμφαση στον πολίτη. Οι προοπτικές περιλαμβάνουν αστική βιωσιμότητα μέσω έξυπνων υποδομών και λύσεων που δίνουν προτεραιότητα στην ευημερία της κοινότητας, ενώ επιτακτική αναδεικνύεται η ανάγκη ανάπτυξης συναφών δεξιοτήτων στο εργατικό δυναμικό.

Επίλογος

Συνοψίζοντας, στην ενότητα αυτή εξετάσαμε πώς το Διαδίκτυο των Πραγμάτων μεταμορφώνει τη λειτουργία των σύγχρονων πόλεων, θέτοντας τα δεδομένα στον πυρήνα της έξυπνης διακυβέρνησης.

Παράρτημα ΣΤ.8: Σενάριο Βιντεοδιάλεξης - Ενότητα 8

Εισαγωγή

Στην παρούσα ενότητα εξετάζεται η εφαρμογή του Διαδικτύου των Πραγμάτων σε δύο κρίσιμα, για τη βιωσιμότητα του αστικού περιβάλλοντος, πεδία: τη διαχείριση του νερού και των απορριμμάτων.

8.1 Διαχείριση του Νερού

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων έχει αναδειχθεί σε καθοριστικό παράγοντα της σύγχρονης διαχείρισης του νερού στις πόλεις, εμπλεκόμενο σε κάθε κρίσιμη φάση του αστικού κύκλου ζωής του. Από την πρώτη σταγόνα στην πηγή μέχρι τις τελικές, πολύπλοκες διαδικασίες επεξεργασίας και αποκατάστασης, παρέχει τη ζωτική υποδομή που απαιτείται για να εξασφαλιστεί η διαθεσιμότητα αυτού του πολύτιμου πόρου, μεταμορφώνοντας τον τρόπο με τον οποίο οι πόλεις επιβιώνουν και ευημερούν σε μια εποχή περιβαλλοντικής αβεβαιότητας.

Ο κύκλος ξεκινάει από την παρακολούθηση της προέλευσης, της συλλογής και των υδάτινων πόρων στην πόλη, όπου το Διαδίκτυο των Πραγμάτων λειτουργεί ως πρώτη γραμμή άμυνας. Στους ρόλους του περιλαμβάνεται η συνεχής παρακολούθηση των υδάτινων σωμάτων - όπως λίμνες, ποτάμια και δεξαμενές - για την ανίχνευση ρύπων, όπως βαρέα μέταλλα και βακτήρια, εξασφαλίζοντας έτσι ασφαλές πόσιμο νερό για τον πληθυσμό. Προηγμένα μοντέλα διαχείρισης, βασισμένα στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων, επιτρέπουν πλέον τη συλλογή και διαλογή του βρόχινου νερού με βάση συγκεκριμένες παραμέτρους ποιότητας. Για παράδειγμα, τα συστήματα μπορούν να χρησιμοποιούν αισθητήρες βροχής και pH, σε συνδυασμό με σερβοκινητήρες και μικροελεγκτές για την αυτόματη διοχέτευση σε δεξαμενές και τον διαχωρισμό του όξινου από το πόσιμο νερό. Με τη χρήση τεχνολογίας τηλεπισκόπησης και αξιοποιώντας προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές, οι αρχές μπορούν να εποπτεύουν τα υδάτινα στοιχεία για την πρόληψη κλοπών και τον εντοπισμό πηγών ρύπανσης σε πραγματικό χρόνο. Τα οφέλη αυτών των λειτουργιών

είναι σημαντικά, επιτυγχάνοντας εξοικονόμηση κόστους, περιορισμό της κλοπής νερού, αναγνώριση πηγών ρύπανσης, παρακολούθηση των τάσεων και εφαρμογή κατάλληλων πολιτικών για την προστασία των υδάτινων πόρων.

Μεταβαίνοντας στον πυρήνα του αστικού τοπίου, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων διαχειρίζεται το δίκτυο διανομής, παρακολουθεί το σύνολο των υποδομών του νερού, ενώ ταυτόχρονα μετριάζει τις διαρροές και τις απώλειες. Εξασφαλίζει ότι τα δίκτυα σωληνώσεων των πόλεων είναι ανθεκτικά και εύρωστα. Συνδυάζοντας όλα τα κύρια τμήματα της αλυσίδας του νερού -από τις μονάδες επεξεργασίας μέχρι τους αγωγούς μεταφοράς- σε ένα ενιαίο πλαίσιο, οι διαχειριστές αποκτούν ολοκληρωμένη εικόνα για την κατάσταση των υδάτινων πόρων. Το σύστημα χρησιμοποιεί εκτεταμένο εύρος συστατικών του Διαδικτύου των Πραγμάτων, που περιλαμβάνει επικοινωνία μηχανών, δίκτυα LoRa και NB-IoT, πύλες και προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές με ενσωματωμένες λειτουργίες Διαδικτύου των Πραγμάτων και αισθητήρες, διευκολύνοντας τον εντοπισμό διαρροών και την απομακρυσμένη διαχείριση. Για παράδειγμα, η λειτουργία των αντλιοστασίων αυτοματοποιείται ώστε οι αντλίες τους να ξεκινούν σε περίπτωση χαμηλής στάθμης νερού, ενώ οι αισθητήρες ροής μεταδίδουν μηνύματα συναγερμού αν μια διαρροή υπερβαίνει προκαθορισμένα όρια. Αυτά τα συστήματα υποστηρίζονται από υπολογιστική νέφους, μηχανική μάθηση, τρισδιάστατη εκτύπωση και εργαλεία οπτικοποίησης δεδομένων όπως το Grafana. Τα οφέλη είναι πολυδιάστατα: επιτυγχάνεται βελτίωση της βιωσιμότητας και της ανθεκτικότητας των αστικών υδάτινων συστημάτων, αντιμετωπίζονται αποτελεσματικά προβλήματα διαθεσιμότητας του νερού και το σύστημα αποκτά ικανότητα άμεσης απόκρισης κατά την εμφάνιση προβλημάτων.

Στο επίπεδο χρήσης του νερού, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων διευκολύνει την κατανόηση των μοτίβων κατανάλωσης και ζήτησης και ενθαρρύνει την εμπλοκή των χρηστών. Με την εγκατάσταση έξυπνων μετρητών νερού και αισθητήρων ροής, το σύστημα μπορεί να παρακολουθεί τις συνήθειες χρήσης ανά νοικοκυριό για την παροχή ακριβών δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και διαφάνειας στις χρεώσεις. Αυτό επιτρέπει τον ταξινόμηση των καταναλωτών βάσει συμπεριφοράς και τη χρήση

προγνωστικών μοντέλων για την πρόβλεψη της μελλοντικής ζήτησης. Για την ενθάρρυνση της εξοικονόμησης νερού, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων χρησιμοποιεί εφαρμογές κινητών, υπηρεσίες SMS και στρατηγικές παρακίνησης και παιχνιδοποίησης, προκειμένου να εδραιώσει την υιοθέτηση πρακτικών εξοικονόμησης νερού στο καταναλωτικό κοινό. Με αυτά τα εργαλεία ενημερώνει άμεσα τους χρήστες και τις χρήστριες σε περίπτωση υπερβολικής κατανάλωσης νερού και ελέγχει απομακρυσμένα τη παροχή. Ο αντίκτυπος του Διαδικτύου των Πραγμάτων είναι η ευαισθητοποίηση των ατόμων σχετικά με την εξοικονόμηση νερού, η μείωση των παραπόνων και η δημιουργία ενός συστήματος που ενδυναμώνει τους πολίτες να συμμετέχουν ενεργά σε προγράμματα εξοικονόμησης νερού, περιορίζοντας τόσο το ύψος των χρεώσεων όσο και τη σπατάλη πόρων.

Τέλος, ο κύκλος ολοκληρώνεται με τη διαχείριση των λυμάτων και των όμβριων υδάτων, εστιάζοντας στην αστική κυκλικότητα και τη δημόσια υγεία. Λειτουργίες του Διαδικτύου των Πραγμάτων, όπως αυτόνομη παρακολούθηση με δειγματοληψίες και μετρήσεις, αξιοποιούνται για την επεξεργασία και ανάκτηση των λυμάτων, τον έλεγχο των όμβριων υδάτων αλλά και για την αποκατάσταση των υδάτινων πόρων, βελτιστοποιώντας τους πόρους και αποτρέποντας τη διάδοση ασθενειών. Για τους σκοπούς αυτούς ενσωματώνεται μια σύνθετη τεχνολογική στοίβα, που περιέχει μεταξύ άλλων αισθητήρες σχετικούς με το νερό, έξυπνους ρυθμιστές και βαλβίδες, συστήματα εποπτικού ελέγχου και συλλογής δεδομένων, δίκτυα δεδομένων κινητής τηλεφωνίας και αλυσίδες συστοιχιών για ασφαλή διαχείριση δεδομένων. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων παρέχει ακριβείς πληροφορίες σχετικά με τις διακυμάνσεις της ρύπανσης, προβαίνει σε εκτιμήσεις κινδύνου πλημμυρών και διευκολύνει τις διαδικασίες αποκατάστασης. Παρέχοντας απεικόνιση των αποτελεσμάτων μέσω γραφημάτων και εικόνων, οι τεχνολογίες αυτές ελαχιστοποιούν την ανθρώπινη παρέμβαση και μειώνουν τα σφάλματα, ιδιαιτέρως σε δίκτυα διανομής μεγάλης κλίμακας. Έτσι, επιτυγχάνεται σημαντική μείωση του λειτουργικού κόστους - έως και 20% -, ενώ ταυτόχρονα ενθαρρύνεται η επαναχρησιμοποίηση του νερού και διασφαλίζεται ότι η διαχείριση των υδάτινων

πόρων στις πόλεις είναι όχι μόνο οικονομικά βιώσιμη αλλά και περιβαλλοντικά υπεύθυνη.

Με τη ψηφιοποίηση κάθε φάσης του αστικού κύκλου ζωής του νερού, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων παρέχει τα απαραίτητα εργαλεία για την κατασκευή ανθεκτικών και βιώσιμων έξυπνων πόλεων. Με αυτή την τεχνολογική ενσωμάτωση, τα αστικά κέντρα μπορούν να μετασχηματίσουν τη διαχείριση του νερού σε ένα διαφανές, αποδοτικό και εξαιρετικά ανταποκρινόμενο σύστημα που προστατεύει το περιβάλλον και τους πολίτες.

8.2 Διαχείριση Απορριμμάτων και Αποβλήτων

Η ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων αναβαθμίζει τις στατικές και άκαμπτες παραδοσιακές διαδικασίες διαχείρισης αστικών αποβλήτων σε ένα ευέλικτο σύστημα που αντιλαμβάνεται έγκαιρα τις ανάγκες της πόλης και ανταποκρίνεται άμεσα σε αυτές, διασφαλίζοντας την υγεία των κατοίκων και την προστασία του αστικού περιβάλλοντος.

Με την ανάπτυξη συστημάτων διαχείρισης των έξυπνων κάδων αποκομιδής, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων επιτρέπει στις πόλεις να παρακολουθούν τα επίπεδα πλήρωσης των κάδων σε πραγματικό χρόνο για την έναρξη της συλλογής απορριμμάτων βάσει ζήτησης. Το σύστημα αυτό λειτουργεί ανιχνεύοντας τα επίπεδα αποβλήτων με αισθητήρες υπερήχων, υπέρυθρων ή μετρώντας το βάρος, μεταδίδοντας δεδομένα μέσω διαδικτύου και αποστέλλοντας ειδοποιήσεις στις ομάδες αποκομιδής απορριμμάτων. Αναλύοντας τα επίπεδα πληρότητας των κάδων γίνεται δυνατή η πρόβλεψη των αναγκών κένωσης, επιτρέποντας στις υπηρεσίες διαχείρισης αποβλήτων να κάνουν αποτελεσματικότερο σχεδιασμό των εργασιών. Για αυτούς τους σκοπούς, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αξιοποιεί έξυπνους κάδους απορριμμάτων και ανακύκλωσης, συνδεδεμένα απορριμματοφόρα εξοπλισμένα με αισθητήρες, τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης και αλυσίδες συστοιχιών. Στον αντίκτυπο του Διαδικτύου των Πραγμάτων περιλαμβάνονται η σημαντική μείωση στα

λειτουργικά έξοδα, η πρόληψη υπερχειλίσεων των κάδων και ο περιορισμός της ανάπτυξης επικίνδυνων αερίων και της εκδήλωσης ασθενειών.

Στο πλαίσιο της βελτιστοποίησης της αποκομιδής απορριμμάτων, η αξιοποίηση του Διαδικτύου των Πραγμάτων επιτρέπει τον ακριβή σχεδιασμό αποδοτικών διαδρομών και τον χρονοπρογραμματισμό των εργασιών των απορριμματοφόρων, μειώνοντας δραστικά τις άσκοπες μετακινήσεις. Μέσω της υποδομής του Διαδικτύου των Πραγμάτων γίνεται παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο της θέσης και της κατάστασης των οχημάτων, διευκολύνοντας τον δυναμικό επαναπρογραμματισμό και την αποδοτική εκτέλεση των δρομολογίων. Με τη βοήθεια δορυφορικών συστημάτων εντοπισμού θέσης, τεχνολογιών μεγάλων δεδομένων και τεχνητής νοημοσύνης, τα συστήματα αυτά βελτιστοποιούν το έργο αποκομιδής με βάση τα επίπεδα πληρότητας των κάδων. Τα κύρια οφέλη αυτών των εφαρμογών είναι η σημαντική μείωση της κατανάλωσης καυσίμων, ο περιορισμός των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, η επιχειρησιακή βελτίωση, η ελαχιστοποίηση των χρόνων κένωσης και η ενίσχυση της ικανοποίησης των πολιτών.

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων παίζει καθοριστικό ρόλο στον διαχωρισμό των απορριμμάτων και στην διαλογή των ανακυκλώσιμων υλικών. Μέσω της αξιοποίησης αισθητήρων, υπολογιστικής όρασης και μοντέλων βαθιάς μάθησης, επιτυγχάνεται ακριβής αναγνώριση και κατηγοριοποίηση των υλικών προς ανακύκλωση καθώς και αποτελεσματικός διαχωρισμός των οργανικών από τα μη οργανικά αστικά απόβλητα. Στόχος είναι η ελαχιστοποίηση της μόλυνσης και η βελτίωση της ποιότητας των τελικών προϊόντων ανακύκλωσης. Με αυτά τα εργαλεία, οι πόλεις μπορούν να προωθήσουν σωστές πρακτικές ανακύκλωσης και να υποστηρίξουν αποτελεσματικότερα την κυκλική οικονομία.

Με την ανάλυση δεδομένων σχετικών με τα απορρίμματα και τη προγνωστική μοντελοποίηση εντοπίζονται οι μακροχρόνιες τάσεις δημιουργίας αποβλήτων και αξιολογούνται η αποδοτικότητα της αποκομιδής και τα ποσοστά ανακύκλωσης. Ρόλος του Διαδικτύου των Πραγμάτων είναι η συλλογή των δεδομένων στο πεδίο, η

μετάδοση, και η τροφοδοσία των μοντέλων με τις απαραίτητες ροές δεδομένων. Με την επεξεργασία των δεδομένων τα συστήματα μπορούν να προβλέψουν μοτίβα δημιουργίας αποβλήτων επιτρέποντας στους διαχειριστές να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις, να βελτιστοποιούν τις λειτουργίες και να εξασφαλίζουν ότι οι διαδικασίες πραγματοποιούνται με ελάχιστες επιβλαβείς εκπομπές, μειώνοντας τελικά το περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Για παράδειγμα, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων επιτρέπει τη προγνωστική μοντελοποίηση της κομποστοποίησης, προβλέποντας τη περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά και την ωρίμανση, βελτιστοποιώντας έτσι τις διεργασίες κομποστοποίησης με την χαμηλότερη δυνατή εκπομπή ρύπων.

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων λειτουργεί ως το κρίσιμο επίπεδο συλλογής δεδομένων για την διαφανή παρακολούθηση των αποβλήτων με αλυσίδες συστοιχιών, παρέχοντας την τηλεμετρία σε πραγματικό χρόνο που απαιτείται για ένα αποκεντρωμένο σύστημα διαχείρισης αποβλήτων. Με την ενσωμάτωση συσκευών του Διαδικτύου των Πραγμάτων -όπως μονάδες δορυφορικού εντοπισμού θέσης, ετικέτες RFID και αισθητήρες βάρους- σε κάδους απορριμμάτων και οχήματα συλλογής, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων καταγράφει και μεταδίδει αυτόματα δεδομένα σχετικά με την κίνηση, τον όγκο και την κατάσταση των αποβλήτων. Αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιούνται απευθείας σε αλυσίδες συστοιχιών και έξυπνα συμβόλαια, εξασφαλίζοντας ότι οι εγγραφές είναι αμετάκλητες και διαφανείς. Αυτοματοποιώντας τη συλλογή δεδομένων στην πηγή, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αποκλείει τη δυνατότητα χειροκίνητης παρέμβασης, επιτρέποντας στις πόλεις να εντοπίζουν αποτελεσματικά την απάτη, να επιβάλουν κυρώσεις για παράνομες πρακτικές απόθεσης απορριμμάτων και να διασφαλίζουν ότι η διαχείριση αποβλήτων συμμορφώνεται με τους περιβαλλοντικούς κανονισμούς.

Στο πλαίσιο της αστικής κομποστοποίησης, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αναλαμβάνει τη παρακολούθηση της διαδικασίας και τον συνεχή έλεγχο των κρίσιμων παραμέτρων της. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης προηγμένων αισθητήρων, οι οποίοι μετρούν, μεταξύ άλλων, το pH, την υγρασία, τη θερμοκρασία

και τα επίπεδα οξυγόνου. Παράλληλα, η ενσωμάτωση αισθητήρων ανίχνευσης αερίων (όπως NH3, CO2 και πτητικές οργανικές ενώσεις) επιτρέπει την αυτόματη ενεργοποίηση μηχανισμών ελέγχου εκκένωσης. Συνολικά, η εφαρμογή των τεχνολογιών Διαδικτύου των Πραγμάτων βελτιστοποιεί τη μικροβιακή αποσύνθεση και επιταχύνει τη διαδικασία κομποστοποίησης, εξασφαλίζοντας προϊόντα υψηλής ποιότητας με ελάχιστες επιβλαβείς εκπομπές.

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αποτελεί καταλύτη της αυτοματοποίησης στην παρακολούθηση των αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων και στην διασφάλιση της δομικής ασφάλειας. Μέσω της ενσωμάτωσης μιας ποικιλίας συσκευών, όπως ετικετών RFID, αισθητήρων βάρους, μονάδων δορυφορικού εντοπισμού θέσης, επιταχυνσιόμετρων, αισθητήρων μηχανικής τάσης και αισθητήρων μετατόπισης, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων επιτρέπει την άμεση συλλογή και μετάδοση δεδομένων για την προέλευση, την ταξινόμηση και το γεωεντοπισμό των αποβλήτων σε πραγματικό χρόνο. Παράλληλα, παρέχει κρίσιμη τηλεμετρία για την παρακολούθηση των δομικών αποκρίσεων και των δονήσεων, αξιοποιώντας υπολογιστική άκρου και δίκτυα ευρείας περιοχής χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας, δίκτυα Wi-Fi και δίκτυα κινητής τηλεφωνίας 5G. Επιπλέον, τροφοδοτεί με δεδομένα πλατφόρμες ψηφιακών διδύμων και πλατφόρμες μοντελοποίησης κτιριακών πληροφοριών για τη σύνδεσή τους με τον φυσικό χώρο. Με τη χρήση του Διαδικτύου των Πραγμάτων στη διαχείριση των αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων, εξαλείφονται τα ανθρώπινα λάθη, βελτιώνεται ο ρυθμός ανάκτησης πόρων, μειώνονται οι κίνδυνοι κατάρρευσης, βελτιστοποιούνται οι μεταφορές και μειώνεται η κατανάλωση καυσίμων.

Υιοθετώντας το Διαδίκτυο των Πραγμάτων στη διαχείριση των απορριμμάτων, οι σύγχρονες πόλεις μπορούν να επιτύχουν υψηλό επίπεδο επιχειρησιακής απόδοσης και περιβαλλοντικής προστασίας. Με αυτή τη τεχνολογία οικοδομείται ένα βιώσιμο αστικό μέλλον, όπου τα απόβλητα αντιμετωπίζονται ως πόροι αντί ως επιβάρυνση.

Επίλογος

Ολοκληρώνοντας την παρούσα ενότητα, καθίσταται σαφές ότι η ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων στη διαχείριση του νερού και των απορριμμάτων δεν αποτελεί απλώς μια τεχνολογική επιλογή, αλλά μια απαραίτητη στρατηγική για τη δημιουργία βιώσιμων, έξυπνων και οικολογικά υπεύθυνων πόλεων.

Παράρτημα ΣΤ.9: Σενάριο Βιντεοδιάλεξης - Ενότητα 9

Εισαγωγή

Σε αυτή την ενότητα θα αναφερθούμε στο ρόλο του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην αστική κινητικότητα και τις μεταφορές. Ιδιαίτερη αναφορά θα κάνουμε σε μία σημαντική εφαρμογή του, την έξυπνη στάθμευση. Στη συνέχεια θα εξετάσουμε τον ρόλο του στην ασφάλεια και την πολιτική προστασία.

9.1 Αστική Κινητικότητα και Μεταφορές

Στον τομέα της αστικής κινητικότητας και των μεταφορών, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων λειτουργεί ως το αισθητήριο σύστημα της πόλης, το οποίο, μέσω της ανάπτυξης δικτύων αισθητήρων και υποδομών συνδεσιμότητας και της ανάλυσης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, επιτρέπει την αποτελεσματική διαχείριση των πολύπλοκων απαιτήσεων των μεταφορών με πρωτοφανή ακρίβεια και αποδοτικότητα.

Με την χρήση ενός διάχυτου δικτύου συσκευών που περιλαμβάνει αισθητήρες, ενεργοποιητές, κάμερες και έξυπνους φωτεινούς σηματοδότες, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων παρακολουθεί συνεχώς τις ροές κυκλοφορίας και τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Τα δεδομένα που συλλέγονται χρησιμοποιούνται για να τροφοδοτούν τα κέντρα επιχειρήσεων, τα οποία στη συνέχεια παρέχουν οδηγίες σε πραγματικό χρόνο για έγκαιρη ανακατεύθυνση των οχημάτων, περιορίζοντας τα σημεία συμφόρησης. Το σύστημα αναγνωρίζει επίσης δρόμους με υπερβολική πυκνότητα οχημάτων και προσαρμόζει ανάλογα τις διάρκειες των ενδείξεων στους φωτεινούς σηματοδότες. Οι λειτουργίες αυτές υποστηρίζονται από δικτύωση 5G, δίκτυα μεγάλης εμβέλειας χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας και πλεγματικά δίκτυα Wi-Fi όπως επίσης και από πλατφόρμες μεγάλων δεδομένων, τεχνητή νοημοσύνη και μηχανική μάθηση. Με την ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων οι μεταφορές γίνονται αποδοτικότερες, μειώνονται οι χρόνοι μετακίνησης έως και κατά 20%, αυξάνεται η ασφάλεια και περιορίζεται η ρύπανση της πόλης.

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων συμβάλλει στη πρόβλεψη και τη βελτιστοποίηση της κυκλοφορίας μέσω της υπολογιστικής όρασης, η οποία αξιοποιεί δεδομένα από κάμερες και αισθητήρες οδοστρώματος για την τροφοδοσία αλγορίθμων προβλεπτικής ανάλυσης. Αυτό επιτρέπει την πρόβλεψη των ροών κίνησης έως 30 λεπτά νωρίτερα, καθώς και τον έγκαιρο εντοπισμό αστοχιών των υποδομών πριν προλάβουν να προκληθούν προβλήματα. Παράλληλα, με την ενσωμάτωση τεχνητής νοημοσύνης και πλατφορμών μεγάλων δεδομένων επιτρέπει την δυναμική προσαρμογή των χρόνων σηματοδότησης, ελαχιστοποιώντας τις καθυστερήσεις σε κρίσιμα σημεία διασταύρωσης και συμβάλλοντας στην επίτευξη του 11ου στόχου βιωσιμότητας της πόλης.

Στο πλαίσιο της ανίχνευσης και της κατηγοριοποίησης κυκλοφοριακών συμβάντων, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων παρέχει στην πόλη την κρίσιμη ικανότητα επίγνωσης της κατάστασης του δικτύου σε πραγματικό χρόνο. Μέσω της αξιοποίησης καμερών και εξειδικευμένων αισθητήρων, το σύστημα εντοπίζει αυτόματα ατυχήματα, βλάβες και λοιπές δυσλειτουργίες κατά τη διάρκεια της εκδήλωσής τους. Η συνέργεια του Διαδικτύου των Πραγμάτων με την Τεχνητή Νοημοσύνη και τα σύγχρονα ασύρματα δίκτυα επικοινωνίας μειώνει δραστικά τους χρόνους απόκρισης των υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης, περιορίζοντας τις επιπτώσεις των διαταραχών στα οδικά δίκτυα και διασφαλίζοντας την ομαλή ροή της κυκλοφορίας, αποφεύγοντας παράλληλα τις διακοπές της, ακόμη και σε συνθήκες εκδήλωσης απρόβλεπτων συμβάντων.

Η τεχνολογία του Διαδικτύου των Πραγμάτων αποτελεί βασικό εργαλείο για την προηγμένη προτεραιοποίηση και διαχείριση των οχημάτων έκτακτης ανάγκης, όπως των ασθενοφόρων, των περιπολικών και των πυροσβεστικών. Μέσω της ενσωμάτωσης συστημάτων κατανεμημένης ακουστικής αίσθησης, επικοινωνίας μεταξύ συσκευών και μονοδιάστατων συνελικτικών νευρωνικών δικτύων, το σύστημα επιτρέπει την παρακολούθηση της θέσης των οχημάτων σε πραγματικό χρόνο, τον γρήγορο εντοπισμό της θέσης και της φύσης των περιστατικών και την άμεση επικοινωνία με τους φωτεινούς σηματοδότες. Η διαδικασία αυτή εξασφαλίζει την αυτόματη προτεραιοποίηση της κίνησης και το άνοιγμα των διαδρομών,

διευκολύνοντας την αποτελεσματική αποστολή πόρων και μειώνοντας δραστικά τους χρόνους απόκρισης, ενισχύοντας σημαντικά την αποτελεσματικότητα των επιχειρήσεων διάσωσης.

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων συντελεί επίσης και στην ασφάλεια των πεζών, προσφέροντας ένα επιπλέον επίπεδο προστασίας, στους ευάλωτους χρήστες του οδικού δικτύου. Μέσω της ενσωμάτωσης αισθητήρων, και συστημάτων παρακολούθησης, επιτρέπει την διαρκή ανίχνευση πεζών σε διαβάσεις, και την έγκαιρη εμφάνιση ειδοποιήσεων στους οδηγούς. Παράλληλα, μέσω πινακίδων μεταβλητών μηνυμάτων, εξασφαλίζει την ενημέρωση των οδηγών για τις τρέχουσες κυκλοφοριακές συνθήκες, τη κατάσταση του οδικού δικτύου, και ενδεχόμενες διακοπές της κυκλοφορίας. Επιπλέον, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων επιτρέπει την επιτήρηση της οδικής συμπεριφοράς μέσω της αυτοματοποιημένης καταγραφής παραβάσεων και της επιβολής προστίμων, συμβάλλοντας στην αναβάθμιση της ασφάλειας σε κρίσιμες περιοχές, όπως σε αστικά κέντρα και σχολικές ζώνες. Με αυτόν τον τρόπο, το σύστημα παρέχει στους οδηγούς έγκαιρη πληροφόρηση, ενισχύοντας την δημόσια ασφάλεια, και μειώνοντας τα ατυχήματα που προκαλούνται από την ανεύθυνη οδήγηση.

Η ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων στις υπηρεσίες επιβατικού κοινού και συγκεκριμένα στο σύστημα ηλεκτρονικών εισιτηρίων αναβαθμίζει σημαντικά την εμπειρία των επιβατών. Χρησιμοποιώντας φορητές συσκευές με τεχνολογία NFC και κόμβους με δυνατότητα επικοινωνίας μεταξύ συσκευών, το σύστημα επιτρέπει την αυτόματη αναγνώριση της ταυτότητας των χρηστών και την άμεση χρέωση του αντίτιμου από τραπεζικούς λογαριασμούς ή πιστωτικές κάρτες. Αυτή η αυτοματοποίηση περιορίζει τα εμπόδια της καθημερινής μετακίνησης, βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητα του συστήματος και προσφέροντας μια πιο άνετη και προηγμένη εμπειρία στους κατοίκους της πόλης.

Μέσω των ποικίλων εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων, δημιουργείται ένα σύγχρονο οικοσύστημα κινητικότητας βασισμένο στη χρήση δεδομένων, το οποίο

στοχεύει στην βελτιστοποίηση της ροής της κίνησης, την ενίσχυση της ασφάλειας των πολιτών και την προώθηση της βιωσιμότητας στα συστήματα μεταφορών των έξυπνων πόλεων.

9.1.1 Έξυπνη Στάθμευση

Στις σύγχρονες πόλεις εμφανίζονται έντονα προβλήματα στάθμευσης λόγω της δυσανάλογης σχέσης μεταξύ προσφοράς και ζήτησης θέσεων, με αποτέλεσμα την απώλεια χρόνου και πόρων, καθώς και σημαντική επιβάρυνση του αστικού περιβάλλοντος. Για τους οδηγούς, η εύρεση θέσης στάθμευσης τη σωστή χρονική στιγμή στο κατάλληλο σημείο αποτελεί καθημερινό γρίφο. Πρόκειται για ένα σύνθετο και εξαιρετικά δυναμικό ζήτημα που μόνο το Διαδίκτυο των Πραγμάτων μπορεί να διαχειριστεί αποτελεσματικά σε πραγματικό χρόνο.

Κεντρικός ρόλος του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην έξυπνη στάθμευση είναι η παρακολούθηση της πληρότητας των χώρων στάθμευσης και ο εντοπισμός διαθέσιμων θέσεων. Μέσω της ενσωμάτωσης δικτύων αισθητήρων κίνησης, μαγνητικού πεδίου και υπερήχων, καμερών, καθώς και με την χρήση τεχνολογιών επικοινωνίας μεταξύ συσκευών και δορυφορικών συστημάτων εντοπισμού θέσης, το σύστημα εντοπίζει διαθέσιμες θέσεις και καταμετρά τα σταθμευμένα οχήματα, παρέχοντας μια ολοκληρωμένη εικόνα της κατάστασης των χώρων στάθμευσης. Τα συλλεγόμενα δεδομένα μεταφέρονται σε βάσεις και πλατφόρμες μεγάλων δεδομένων για ανάλυση και οπτικοποίηση σε μορφή ψηφιακών χαρτών για εύκολη παρακολούθηση της συνολικής εικόνας σε πραγματικό χρόνο. Η διαδικασία αυτή επιτρέπει την αυτόματη αντιστοίχιση των οχημάτων στις πλησιέστερες διαθέσιμες θέσεις και την άμεση ενημέρωση των οδηγών, με αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνου αναζήτησης κατά 30% και τον ουσιαστικό περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Επιπλέον, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων παίζει σημαντικό ρόλο στη μετάβαση των οχημάτων προς τις διαθέσιμες θέσεις στάθμευσης με τον βέλτιστο τρόπο. Μέσω της αξιοποίησης δικτύωσης Wi-Fi, πρωτοκόλλων επικοινωνίας οχημάτων με την

υποδομή και εφαρμογών σε έξυπνα τηλέφωνα, η τεχνολογία παρέχει στους χρήστες επικαιροποιημένες πληροφορίες που επιτρέπουν τον εντοπισμό, την επιλογή και την κράτηση της επιθυμητής θέσης. Παράλληλα, το σύστημα παρέχει οδηγίες πλοήγησης στους οδηγούς και διαχειρίζεται δυναμικά τη ροή της κυκλοφορίας, μέσω αλληλεπίδρασης με έξυπνα στοιχεία της υποδομής, όπως έξυπνοι φωτεινοί σηματοδότες και συστήματα φωτισμού, εξασφαλίζοντας τη μέγιστη απόδοση του δικτύου. Επεκτείνοντας τη λειτουργικότητα, με την ενσωμάτωση σημείων φόρτισης και τη διασύνδεση με τα δίκτυα δημόσιων μεταφορών, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων ενισχύει την ομαλή ροή της κυκλοφορίας, μειώνοντας σημαντικά τον χρόνο αναζήτησης και την κατανάλωση καυσίμου, και περιορίζει τα φαινόμενα άσκοπης κίνησης, στα πολυσύχναστα αστικά κέντρα.

Με την παροχή αυτών των υπηρεσιών, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων διαχειρίζεται αποτελεσματικά την προσφορά και τη ζήτηση, δημιουργώντας ένα αποδοτικό σύστημα στάθμευσης, απαραίτητο για την αναβάθμιση της καθημερινότητας στις σύγχρονες έξυπνες πόλεις.

9.2 Ασφάλεια και Πολιτική Προστασία

Η συνεχής ανάπτυξη των πόλεων συνοδεύεται από την αύξηση της εγκληματικότητας, καθιστώντας την παραδοσιακή διαχείριση της ασφάλειας ανεπαρκή. Για την αποτελεσματική προστασία των πολιτών, οι πόλεις χρειάζονται την ικανότητα να μετατρέπουν τα δεδομένα σε αξιοποιήσιμες πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων και η Τεχνητή Νοημοσύνη μπορούν να ανταποκριθούν σε αυτή τη πρόκληση, επιτρέποντας την άμεση ανίχνευση και την αποτελεσματική πρόληψη των κινδύνων.

Για να υποστηρίξει την παρακολούθηση του αστικού περιβάλλοντος και τις ανάγκες εξόρυξης δεδομένων, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων επιτρέπει την παρακολούθηση δημόσιων χώρων -όπως δρόμων, πάρκων και συγκοινωνιών- μέσω της ανάλυσης ροών βίντεο IP και κλειστών κυκλωμάτων τηλεόρασης σε πραγματικό χρόνο. Το σύστημα είναι σε θέση να εκτελεί ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών, όπως αναγνώριση

προσώπων, ανάγνωση πινακίδων οχημάτων, έλεγχο πλήθους, ανίχνευση πυροβολισμών, καθώς και εντοπισμό βιολογικών και ραδιολογικών κινδύνων. Επιπλέον, συνδυάζει τα δεδομένα που συλλέγει με πληροφορίες από τα κοινωνικά δίκτυα και άλλες πλατφόρμες για την ανίχνευση και αντιμετώπιση απειλών, τον εντοπισμό περιστατικών έκτακτης ανάγκης και την αναγνώριση τάσεων στο περιεχόμενο που αναρτούν οι πολίτες. Για την επίτευξη αυτών των στόχων χρησιμοποιείται υπολογιστική όραση βασισμένη σε κάμερες, μη επανδρωμένα αεροσκάφη, διασυνδεδεμένες συσκευές του Διαδικτύου των Πραγμάτων εξοπλισμένες με αισθητήρες και δίκτυα δεδομένων κινητής τηλεφωνίας, αξιοποιώντας παράλληλα τεχνολογίες όπως η υπολογιστική νέφους, η τεχνητή νοημοσύνη, τα μεγάλα δεδομένα και οι αλυσίδες συστοιχιών. Η ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων προσφέρει ενίσχυση της ασφάλειας, παρέχοντας ένα αξιόπιστο πλαίσιο για την προστασία των δεδομένων και αποτελεσματική φυσική ασφάλεια σε δημόσιους χώρους, συμβάλλοντας στην ευθυγράμμιση της πόλης στον 11ο στόχο βιώσιμης ανάπτυξης.

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων ενισχύει περαιτέρω την αστυνομική δράση μέσω της προβλεπτικής αστυνόμευσης και της ανάλυσης της εγκληματικότητας. Συλλέγοντας και αναλύοντας δεδομένα της πόλης, με τη βοήθεια της μηχανικής μάθησης και τεχνικών μεγάλων δεδομένων, το σύστημα είναι σε θέση να αποκαλύπτει τις συσχετίσεις που κρύβονται στα δεδομένα και να αναγνωρίζει πρότυπα εγκληματικότητας. Έτσι, παρέχει την πληροφόρηση που είναι απαραίτητη για την αποτελεσματική πρόληψη και αποτροπή της εγκληματικής δραστηριότητας. Αξιοποιεί επίσης κλειστά κυκλώματα τηλεόρασης, αλγόριθμους αναγνώρισης προσώπων και αισθητήρες για να εντοπίσει άτομα που διαφεύγουν από τη δικαιοσύνη καθώς και περιστατικά μικροεγκλημάτων σε δημόσιους χώρους, ειδοποιώντας ακαριαία την αστυνομία. Με αυτόν τον τρόπο, η εφαρμογή συμβάλλει σημαντικά στη μείωση του εγκλήματος στο αστικό περιβάλλον.

Επιπλέον, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων υποστηρίζει τον εντοπισμό και την παρακολούθηση ατόμων και αντικειμένων. Τοποθετώντας στρατηγικά ετικέτες RFID

ή ετικέτες με γραμμοκώδικα σε αντικείμενα και αξιοποιώντας αισθητήρες και συστήματα δορυφορικού εντοπισμού θέσης, το σύστημα παρακολουθεί τη θέση πολύτιμων περιουσιακών στοιχείων όπως εξοπλισμό και εμπορεύματα, προστατεύοντάς τα από απώλεια ή κλοπή. Σημαντική εφαρμογή αυτών των δυνατοτήτων είναι η παρακολούθηση αποδεικτικών στοιχείων που συμμετέχουν σε ποινικές έρευνες, αποτρέποντας τη παραποίησή τους καθώς και ο γρήγορος εντοπισμός κλεμμένων αυτοκινήτων. Εξίσου σημαντική είναι η συνεισφορά του Διαδικτύου των Πραγμάτων στον εντοπισμό και την παρακολούθηση ατόμων, με χαρακτηριστική εφαρμογή τον αυτοματοποιημένο έλεγχο τήρησης των όρων αποφυλάκισης κρατούμενων υπό αναστολή ή επιτήρηση.

Συμπερασματικά, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων συνιστά ένα προηγμένο σύστημα παρακολούθησης και διαχείρισης αστικών χώρων, συνδυάζοντας τεχνολογίες όπως η υπολογιστική όραση, η τεχνητή νοημοσύνη και τα μεγάλα δεδομένα για την ενίσχυση της ασφάλειας και της αποτελεσματικής αστυνόμευσης. Παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για την πρόληψη εγκληματικότητας, τον εντοπισμό απειλών και τη διαχείριση πόρων της πόλης, συμβάλλοντας στην επίτευξη βιώσιμων στόχων ανάπτυξης.

Επίλογος

Ολοκληρώνοντας την παρούσα ενότητα, καθίσταται σαφές ότι η ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων στη διαχείριση του νερού και των απορριμμάτων δεν αποτελεί απλώς μια τεχνολογική επιλογή, αλλά μια απαραίτητη στρατηγική για τη δημιουργία βιώσιμων, έξυπνων και οικολογικά υπεύθυνων πόλεων.

Παράρτημα ΣΤ.10: Σενάριο Βιντεοδιάλεξης - Ενότητα 10

Εισαγωγή

Σε αυτή την ενότητα θα αναφερθούμε στο ρόλο του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην αστική κινητικότητα και τις μεταφορές. Ιδιαίτερη αναφορά θα κάνουμε σε μία σημαντική εφαρμογή του, την έξυπνη στάθμευση. Στη συνέχεια θα εξετάσουμε τον ρόλο του στην ασφάλεια και την πολιτική προστασία.

10.1 Φυσικό Περιβάλλον και Βιωσιμότητα

Σε αυτή την ενότητα θα εξετάσουμε την εφαρμογή του Διαδικτύου των Πραγμάτων στο φυσικό περιβάλλον της πόλης, και σε θέματα βιωσιμότητας. Στη συνέχεια, θα αναφερθούμε στο ρόλο του σε θέματα διαχείρισης δικτύων και υποδομών. Θα ολοκληρώσουμε με τη παρουσίαση μιας περίπτωσης χρήσης.

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αποτελεί τον κεντρικό πυλώνα της περιβαλλοντικής παρακολούθησης στις αστικές περιοχές, αξιοποιώντας διασυνδεδεμένα δίκτυα αισθητήρων για τη συλλογή δεδομένων υψηλής χωρικής ανάλυσης σχετικά με τη σύνθεση του αέρα, τη θερμοκρασιακή κλίση και τα επίπεδα υγρασίας. Με αυτά τα συστήματα διεξάγεται συνεχής παρακολούθηση κρίσιμων παραμέτρων όπως η ποιότητα του νερού και του αέρα και εντοπίζονται περιοχές με ασυνήθιστα υψηλά επίπεδα ρύπανσης. Το διαδίκτυο των Πραγμάτων αναλαμβάνει την αποστολή των δεδομένων σε πλατφόρμες υπολογιστικής νέφους για ανάλυση και οπτικοποίηση των συνθηκών του περιβάλλοντος και έκδοση ειδοποιήσεων όταν οι τιμές βρίσκονται εκτός των ορίων. Διευκολύνει την έγκαιρη αναγνώριση κινδύνων, την βελτιστοποίηση των υπηρεσιών της πόλης και την εφαρμογή προσαρμοστικών πολιτικών και βιώσιμων επιχειρηματικών μοντέλων που βασίζονται σε αξιόπιστα δεδομένα. Τελικά, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αναβαθμίζει και εκδημοκρατίζει την περιβαλλοντική νοημοσύνη στον αστικό χώρο, ανοίγοντας τον δρόμο για μια δίκαιη κατανομή των ωφελειών της κλιματικής δράσης.

Υπερβαίνοντας τον ρόλο του παρατηρητή, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων επεκτείνει τις δυνατότητες της παρακολούθησης στην προγνωστική ανάλυση για την προδραστική διαχείριση της ρύπανσης. Μέσω της ενσωμάτωσης έξυπνων αισθητήρων και της εφαρμογής μοντέλων προβλεπτικής μοντελοποίησης, εντοπίζει τα πρότυπα και τις πηγές ρύπανσης, επιτρέποντας ταχύτερη αντίδραση σε αναδυόμενα περιβαλλοντικά ζητήματα. Με τη συνεχή ροή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, επιτρέπει στις πόλεις να ελέγχουν αυτοματοποιημένα την τήρηση των περιβαλλοντικών κανονισμών, να ενισχύουν τους ρυθμούς αντίδρασης και να βελτιώνουν τη στρατηγική κατανομή πόρων, εξασφαλίζοντας ένα ασφαλές και υγιές περιβάλλον διαβίωσης.

Στο πεδίο της παρακολούθησης της ποιότητας του αέρα και του μετριασμού των ατμοσφαιρικών ρύπων, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων διαθέτει μια πολυεπίπεδη υποδομή που γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ βιομηχανικής κλίμακας παρακολούθησης και της αποκεντρωμένης επιστήμης των πολιτών. Με την ανάπτυξη χιλιάδων αισθητήρων χαμηλού και μεσαίου κόστους σε προσόψεις και φωτιστικά σώματα της πόλης και την ενσωμάτωσή τους σε κινητές μονάδες, εγκατεστημένες σε δημόσια οχήματα, οι πόλεις μπορούν να δημιουργήσουν λεπτομερή χάρτη πραγματικού χρόνου για τη συγκέντρωση ρύπων όπως PM2.5, NOx, SO2, CO, O3 και VOCs. Αυτή η αρχιτεκτονική δικτύου αξιοποιεί διαφορετικά πρωτόκολλα επικοινωνίας - συμπεριλαμβανομένων των LoRa και ZigBee - καθώς και μικροεπεξεργαστές για τη μετάδοση δεδομένων σε κεντρικές βάσεις και πλατφόρμες υπολογιστικής νέφους, επιτρέποντας εξελιγμένη ανάλυση παλινδρόμησης για αξιόπιστο υπολογισμό των δεικτών ποιότητας αέρα.

Πέρα από την απλή συλλογή δεδομένων, το οικοσύστημα του Διαδικτύου των Πραγμάτων υποστηρίζει δυναμικές λειτουργίες όπως την εκτροπή της κυκλοφορίας κατά τις ώρες αιχμής, την έκδοση ειδοποιήσεων σε πραγματικό χρόνο μέσω εφαρμογών για κινητά και την διεξαγωγή μετρήσεων διαφορετικών μεγεθών, όπως επιπέδων θορύβου, παράλληλα με τις περιβαλλοντικές παραμέτρους. Επιπλέον, παρέχει χρήσιμα εργαλεία για την ανάπτυξη δικτύων αισθητήρων με πρωτοβουλία

των πολιτών. Το σύνολο των υπηρεσιών που διαθέτει το Διαδίκτυο των Πραγμάτων στην πόλη εφοδιάζει τις αρχές με τα απαραίτητα τεκμήρια για να ενθαρρύνουν αλλαγές συμπεριφοράς, να υιοθετήσουν πρότυπα διασφάλισης της ποιότητας του αέρα και να διευκολύνουν τόσο τεχνικές όσο και μη τεχνικές παρεμβάσεις για την ενίσχυση του αστικού πρασίνου και την ενίσχυση της δημόσιας υγείας.

Συνολικά, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων μετατρέπει την περιβαλλοντική διαχείριση σε προληπτική και συμμετοχική διαδικασία. Με την συνέργεια τεχνολογίας, δεδομένων και πολιτών, οι πόλεις μπορούν να χτίσουν ένα πιο υγιές, ανθεκτικό και βιώσιμο μέλλον.

10.2 Δίκτυα και Υποδομές

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων επιδρά καθοριστικά στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας των αστικών υποδομών. Η συμβολή του είναι ιδιαίτερα αισθητή σε πεδία όπως ο δημόσιος φωτισμός και τα δίκτυα κοινής ωφέλειας, καθώς και στη παρακολούθηση της δομικής ακεραιότητας κατασκευών, όπως γεφυρών, δρόμων και κτιρίων.

Στο πεδίο του δημόσιου φωτισμού, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων καθιστά δυνατή την ανεξάρτητη και ευφυή διαχείριση του δικτύου φωτισμού μέσω κεντρικού και κατανεμημένου ελέγχου. Αξιοποιώντας έξυπνα φωτιστικά σώματα, εξοπλισμένα με αισθητήρες κίνησης, φωτός και θερμοκρασίας, καθώς και τοπικές μονάδες ελέγχου, το σύστημα προσαρμόζει αυτόματα ΄την ένταση του φωτός σε δημόσιους χώρους ανάλογα με την παρουσία και την εγγύτητα ανθρώπων και τη στάθμη του φυσικού φωτισμού. Για το φωτισμό δημόσιων οδών, ανιχνεύει τη ροή της κυκλοφορίας, διαχωρίζοντας τους χρήστες της οδού σε κατηγορίες, όπως επιβατικά οχήματα, μέσα μαζικής μεταφοράς και πεζούς, και μεταβάλλει τις παραμέτρους του φωτισμού βάσει των εκάστοτε αναγκών. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων επίσης συλλέγει και αναλύει τα απαιτούμενα δεδομένα του αστικού περιβάλλοντος, παράγει ειδοποιήσεις για τη λειτουργία του δικτύου φωτισμού και μεταδίδει σήματα συναγερμού σε περίπτωση βλαβών. Αξιοποιεί τα δεδομένα που συλλέγει από τα έξυπνα φωτιστικά σώματα για να υποστηρίξει ανάγκες σε άλλα πεδία όπως την αναγνώριση κενών θέσεων

στάθμευσης και τη διαχείριση της κυκλοφορίας. Για την επίτευξη αυτών των σκοπών χρησιμοποιείται πληθώρα πρωτοκόλλων επικοινωνίας όπως ZigBee, 6LoWPAN και Bluetooth Low Energy, έξυπνα στοιχεία υποδομής της πόλης, όπως παρκόμετρα και σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, καθώς και τεχνολογίες όπως εφαρμογές κινητών συσκευών, ενσωματωμένα συστήματα, υπολογιστική άκρου και υπολογιστική νέφους. Η ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων στη διαχείριση του δημόσιου φωτισμού οδηγεί σε σημαντικές μειώσεις κατανάλωσης ενέργειας - έως και 33% σε ορισμένες περιπτώσεις - ενώ παράλληλα ενισχύει την δημόσια ασφάλεια, μειώνει τα λειτουργικά κόστη και βελτιώνει τις κυκλοφοριακές ροές μέσω μιας περιβαλλοντικά φιλικής υποδομής.

Στο πλαίσιο της δομικής ακεραιότητας των αστικών υποδομών, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αποτελεί ζωτικής σημασίας εργαλείο για την παρακολούθηση της κατάστασης και ευρωστίας των γεφυρών, δρόμων και κτιρίων. Με τη χρήση σεισμικών αισθητήρων, αισθητήρων δονήσεων, καταπόνησης, υγρασίας και αερίων, σε συνδυασμό με κάμερες υψηλής ευκρίνειας και μη επανδρωμένα αεροσκάφη, το σύστημα εξασφαλίζει συνεχή ροή χωρικών δεδομένων, από την επεξεργασία των οποίων προκύπτουν κρίσιμες πληροφορίες για την κατάσταση των κατασκευών, όπως ο έγκαιρος εντοπισμός ρωγμών ή διάβρωσης. Επιπλέον, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων διασυνδέεται με πλατφόρμες γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων και πλατφόρμες μοντελοποίησης κτιριακών πληροφοριών, και αξιοποιεί συνελικτικά νευρωνικά δίκτυα για προηγμένη ανάλυση δεδομένων, με στόχο τον εντοπισμό δομικών ατελειών, διαρροών σε σωληνώσεις και προβλημάτων στο δίκτυο αποχέτευσης. Η βασική προστιθέμενη αξία του Διαδικτύου των Πραγμάτων έγκειται στη μετάβαση από πρακτικές σποραδικών χειροκίνητων επιθεωρήσεων σε έναν συστηματικό μηχανισμό παρακολούθησης και έγκαιρης προειδοποίησης για σημεία δομικής ευπάθειας. Αυτή η προληπτική στρατηγική αποτρέπει αστοχίες μεγάλης κλίμακας, συνεισφέρει στη δημόσια ασφάλεια μέσω του έγκαιρου εντοπισμού κινδύνων, όπως λακκούβες και δομικές φθορές, και παρατείνει τον κύκλο ζωής των αστικών υποδομών, ενισχύοντας την ανθεκτικότητα της πόλης.

Επιπλέον, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων βελτιστοποιεί τη λειτουργία δικτύων και υποδομών κοινής ωφέλειας παρέχοντας δυναμική παρακολούθηση και αυτοματοποιημένο έλεγχο συστημάτων ύδρευσης, φυσικού αερίου και διαχείρισης αποβλήτων. Μέσω της χρήσης αισθητήρων, ενεργοποιητών και μονάδων επικοινωνίας, επιτρέπει τον απομακρυσμένο χειρισμό εγκαταστάσεων παραγωγής, αποθήκευσης και μεταφοράς ενέργειας ενώ βελτιστοποιεί την απόδοση των αποχετευτικών δικτύων για την πρόληψη πλημμυρών και περιστατικών υπερχείλισης. Συνδυάζοντας τεχνολογία ελέγχου πραγματικού χρόνου με επεξηγήσιμη τεχνητή νοημοσύνη, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων διευκολύνει την άμεση αντίδραση σε περιπτώσεις διαρροών και ενισχύει την επιχειρησιακή αποδοτικότητα στη διαχείριση λυμάτων. Αυτή η ευφυής επιτήρηση όχι μόνο μειώνει τη χειροκίνητη παρέμβαση περιορίζοντας ανθρώπινα λάθη αλλά και τον κίνδυνο μεγάλων βλαβών, βελτιώνοντας παράλληλα τον έλεγχο της ρύπανσης και τη συνολική διαχείριση πόρων, οδηγώντας σε ένα πιο ανθεκτικό και βιώσιμο αστικό περιβάλλον.

Τελικά, η ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων μεταμορφώνει τις αστικές υποδομές σε ένα ανθεκτικό και βιώσιμο σύνολο πόρων. Μέσω της προληπτικής συντήρησης και της παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο, επιμηκύνει σημαντικά τη διάρκεια ζωής των κρίσιμων υποδομών και δικτύων, μειώνει τα έκτακτα έξοδα επισκευής και εξασφαλίζει ένα πιο ασφαλές, αξιόπιστο και οικονομικά αποδοτικό αστικό πλαίσιο.

10.3 Περίπτωση Χρήσης

Για να δούμε πρακτικά πώς οι τεχνολογίες του Διαδικτύου των Πραγμάτων στις έξυπνες πόλεις μετατρέπουν τα δεδομένα σε αξιοποιήσιμες πληροφορίες δημιουργούν σε χρήσιμες υπηρεσίες, θα εξετάσουμε την περίπτωση της Παρακολούθησης της Ποιότητας του Αέρα, στην πόλη της Αμβέρσας.

Η παρακολούθηση του αέρα αποτελεί μια σημαντική πρόκληση για τις αρχές της Αμβέρσας. Η παραδοσιακή προσέγγιση βασίζεται στην εγκατάσταση στατικών αισθητήρων σε συγκεκριμένα γεωγραφικά σημεία, οδηγώντας σε δύο βασικά

προβλήματα: πρώτον, το περιορισμένο πλήθος αισθητήρων προσφέρει δεδομένα χαμηλής χωρικής ανάλυσης, που αντικατοπτρίζουν μόνο τοπικές συνθήκες, και δεύτερον, η επέκταση του δικτύου, με την εγκατάσταση και συντήρηση των μονάδων που απαιτούνται για την ολοκληρωμένη κάλυψη της πόλης, έχει υψηλό αρχικό κόστος και, σε βάθος χρόνου, κρίνεται οικονομικά μη βιώσιμη. Επομένως, προκύπτει η κρίσιμη ανάγκη για μια αποδοτική λύση που θα παρέχει ευρεία κάλυψη της πόλης σε πραγματικό χρόνο, εντοπίζοντας τις πηγές ρύπων και προειδοποιώντας τις αρχές και τους πολίτες αποτελεσματικά.

Για να αντιμετωπιστεί αυτή η πρόκληση, αρχικά δημιουργήθηκε η πλατφόρμα City of Things. Πρόκειται για ένα εξελιγμένο σύστημα, που λειτουργεί ως τεχνολογικό υπόβαθρο για την υποστήριξη εφαρμογών των έξυπνων πόλεων. Το City of Things ξεχωρίζει σε σχέση με τα απλά συστήματα συλλογής δεδομένων, γιατί παρέχει αυτοματοποιημένους μηχανισμούς για την αποτελεσματική διαχείριση των δεδομένων και την παροχή των απαραίτητων υπολογιστικών πόρων, που απαιτούνται για την επεξεργασία μεγάλων δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.

Στο πλαίσιο αυτής της αρχιτεκτονικής, υιοθετήθηκε ένας καινοτόμος τρόπος υλοποίησης της εφαρμογής. Η πόλη συνεργάστηκε με την εταιρία bpost, την εθνική ταχυδρομική υπηρεσία του Βελγίου. Η υλοποίηση βασίστηκε στην τοποθέτηση αισθητήρων ποιότητας αέρα σε αυτοκίνητα παράδοσης της εταιρείας bpost που κινούνται τακτικά σε ολόκληρη την πόλη. Καθώς τα οχήματα εκτελούν τα καθημερινά δρομολόγια, οι αισθητήρες συλλέγουν δεδομένα για την ποιότητα του αέρα όπως τυπικούς αέριους ρύπους και αιωρούμενα σωματίδια καθώς και κλιματικές παραμέτρους όπως θερμοκρασία και υγρασία, σε πραγματικό χρόνο. Η μονάδα περιλαμβάνει, εκτός από τους αισθητήρες, μια συσκευή γεωγραφικού εντοπισμού θέσης, επιτρέποντας την αντιστοίχιση κάθε μέτρησης σε συντεταγμένες, καθώς και δυνατότητα επικοινωνίας με χρήση πολλαπλών πρωτοκόλλων του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Η αξιοποίηση των κινούμενων οχημάτων για την εγκατάσταση των αισθητήρων επιτρέπει πλέον την κάλυψη ολόκληρης της πόλης με σημαντικά χαμηλότερο κόστος σε σύγκριση με τα στατικά συστήματα.

Τα δεδομένα μεταδίδονται από τη συσκευή στη πλατφόρμα City of Things χρησιμοποιώντας πολλαπλές τεχνολογίες επικοινωνίας. Η πλατφόρμα αναλαμβάνει την αυτοματοποιημένη επεξεργασία τους και στη συνέχεια με τους κατάλληλους αλγόριθμους γίνεται εντοπισμός αποκλινουσών τιμών που υποδεικνύουν απότομες αυξήσεις στους ρύπους. Αναγνωρίζοντας τη τοποθεσία κάθε τέτοιου περιστατικού, το σύστημα εκδίδει ειδοποιήσεις προς τους κατοίκους και τα υπόλοιπα ενδιαφερόμενα μέρη.

Πέρα από την έγκαιρη ειδοποίηση των κατοίκων η εφαρμογή αυτή παρέχει εργαλεία για την ανάλυση των τάσεων και την πρόβλεψη της ρύπανσης συμβάλλοντας ουσιαστικά στο μακροπρόθεσμο σχεδιασμό της πόλης. Επιπλέον, οι εντοπισμένες ακραίες τιμές παρέχουν βάση για περαιτέρω εξειδικευμένη ανάλυση από ειδικούς, παρέχοντας αξιοποιήσιμη πληροφόρηση για την ανάπτυξη νέων έξυπνων υπηρεσιών στο μέλλον, προωθώντας την δημόσια υγεία και την έξυπνη ανάπτυξη της πόλης.

Επίλογος

Εδώ ολοκληρώθηκε η παρουσίαση εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων στο πλαίσιο του αστικού περιβάλλοντος. Εξετάσαμε τις εφαρμογές του στα πεδία της διαχείρισης των αστικών δεδομένων και στην ενίσχυση της έξυπνης διακυβέρνησης. Στη συνέχεια μελετήσαμε τους τρόπους που η ενσωμάτωσή του επιδρά στους τομείς της διαχείρισης του νερού, των απορριμμάτων, της αστικής κινητικότητας και της ασφάλειας. Τέλος, αναφερθήκαμε στο ρόλο του στη παρακολούθηση του φυσικού περιβάλλοντος, των υποδομών και των δικτύων.

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.