



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών:
Συστήματα Κινητού και Διάχυτου Υπολογισμού (ΣΔΥ)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

«Διαστάσεις ηθικής και συμπεριληπτικότητας των ΣΔΥ και IoT»

ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ

Γεώργιος Χρήστου

ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΑ ΚΑΘΗΓΗΤΗ

Αχιλλέας Καμέας

ΠΑΤΡΑ

Σεπτέμβριος, 2026



Διαστάσεις ηθικής και συμπεριληπτικότητας των ΣΔΥ και IoT

Γεώργιος Χρήστου

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής:

Δρ. Αχιλλέας Καμέας

Σχολή Επιστημών και Τεχνολογίας

Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο,

Πανεπιστήμιο Πατρών, Διευθυντής

Προγράμματος Σπουδών ΣΔΥ, Μέλος

ΣΕΠ, Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα ΣΔΥ,

Ε.Α.Π.

Συν-Επιβλέπων Καθηγητής:

Νικόλαος Γ. Σκλάβος

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ και Πληροφορικής,

Πολυτεχνική Σχολή, Πανεπιστήμιο Πατρών,

Μέλος ΣΕΠ, Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα

ΣΔΥ, Ε.Α.Π.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του/της φοιτητή/τριας («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.

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στους επιβλέποντες καθηγητές μου , κ.κ. Αχιλλέα Καμέα, Νικόλαο Γ. Σκλάβο για την πολύτιμη καθοδήγηση, τις επιστημονικές παρατηρήσεις και τη συνεχή υποστήριξη καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας. Ευχαριστώ επίσης τους διδάσκοντες του ΠΜΣ ΣΔΥ για τη γόνιμη συμβολή τους στη διεύρυνση των γνώσεων και του επιστημονικού μου ορίζοντα.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στη σύζυγό μου για την αμέριστη στήριξη, την υπομονή, την κατανόηση και τη συνεχή ενθάρρυνση που μου προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Η πίστη της στις δυνατότητές μου και η αδιάλειπτη συμπαράστασή της αποτέλεσαν πολύτιμη πηγή δύναμης και έμπνευσης για την ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας.

Περίληψη

Η εργασία αυτή διερευνά τις διαστάσεις της ηθικής και της συμπεριληπτικότητας στα Συστήματα Διάχυτου Υπολογισμού (ΣΔΥ) και στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), εστιάζοντας στις κοινωνικές, εκπαιδευτικές και τεχνολογικές προεκτάσεις τους. Μέσα από ποιοτική βιβλιογραφική ανασκόπηση, αναλύονται οι τρόποι με τους οποίους οι τεχνολογίες αυτές επηρεάζουν ζητήματα ιδιωτικότητας, προσβασιμότητας, ισότητας ευκαιριών και κοινωνικής δικαιοσύνης.

Η έρευνα εξετάζει επιπλέον τις ηθικές προκλήσεις που εγείρονται από τη χρήση ευφύων και διάχυτων υπολογιστικών συστημάτων, καθώς και τις καλές πρακτικές και πολιτικές που μπορούν να προάγουν τη συμπερίληψη και την υπεύθυνη καινοτομία. Τέλος, προτείνονται παιδαγωγικές προσεγγίσεις και δραστηριότητες που μπορούν να ενσωματωθούν στις Θεματικές Ενότητες του ΠΜΣ ΣΔΥ, (ΣΔΥ50 Βασικές τεχνολογίες δικτύων και λογισμικού, ΣΔΥ51 Συστήματα διάχυτου και σφαιρικού υπολογισμού, ΣΔΥ60 Σχεδίαση και ανάλυση συστημάτων υλικου-λογισμικού, ΣΔΥ61 Συστήματα κινητού υπολογισμού, ΣΔΥ62 Ενσωματωμένα συστήματα) συμβάλλοντας στη διαμόρφωση μιας τεχνολογίας που υπηρετεί τις αρχές της ισότητας, της ηθικής και της ανθρώπινης ανάπτυξης.

Λέξεις-κλειδιά: Συμπερίληψη, Ηθική της Τεχνολογίας, IoT, Συστήματα Διάχυτου Υπολογισμού, Εκπαίδευση, Κοινωνική Δικαιοσύνη.

Abstract

This thesis investigates the ethical and inclusivity dimensions of Ubiquitous Computing Systems (UCS) and the Internet of Things (IoT), focusing on their social, educational, and technological implications. Through a qualitative literature review, it examines how these technologies influence issues of privacy, accessibility, equal opportunities, and social justice.

The study further explores the ethical challenges arising from the deployment of intelligent and ubiquitous computing systems, as well as the best practices and policy frameworks that can promote inclusion and responsible innovation. Finally, it proposes pedagogical approaches and learning activities that can be integrated into the thematic modules of the Master's Programme in Ubiquitous Computing Systems—50: Fundamental Network and

Software Technologies, 51: Ubiquitous and Pervasive Computing Systems, 60: Hardware–Software Systems Design and Analysis, 61: Mobile Computing Systems, and 62: Embedded Systems. These proposals aim to foster the development of technologies that uphold the principles of equity, ethics, and human-centered development.

Keywords: Inclusion, Ethics of Technology, IoT, Ubiquitous Computing, Education, Social Justice.

Περιεχόμενα

Περίληψη

Abstract

Κεφάλαιο 1	1
1.1 Εισαγωγή.....	1
1.2 Σκοπός και Προσδοκώμενα Αποτελέσματα	5
1.2.1 Ειδικοί στόχοι της έρευνας	5
1.2.2 Προσδοκώμενα αποτελέσματα	6
1.3 Σκοπιμότητα και Συνεισφορά της Έρευνας.....	8
1.3.1 Συνεισφορά της έρευνας.....	9
1.4 Μεθοδολογική Θεμελίωση της Έρευνας	10
1.5 Δομή της Εργασίας.....	13
Κεφάλαιο 2 – Θεωρητικό Υπόβαθρο	15
2.1 Εισαγωγή στο Θεωρητικό Πλαίσιο των ΣΔΥ και του IoT.....	15
2.2 Αρχές και χαρακτηριστικά των Συστημάτων Διάχυτου και Κινητού Υπολογισμού.....	17
2.3 Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT): έννοιες, δομές και εφαρμογές.....	19
2.4 Ηθική και Τεχνολογία: θεωρίες, μοντέλα και αξιακά πλαίσια.....	21
2.5 Ζητήματα Ιδιωτικότητας, Ασφάλειας και Λογοδοσίας.....	26
2.6 Ψηφιακή Συμπερίληψη και Κοινωνική Δικαιοσύνη στην Τεχνολογία	28
2.7 Επαγγελματική σταδιοδρομία και Συμπερίληψη στα ΣΔΥ και IoT.....	30
2.8 Εκπαίδευση, Ηθική και Τεχνολογική Ευθύνη	34
2.9 Κενά στη Βιβλιογραφία και ανάγκη για νέα ερευνητικά μοντέλα	37
Κεφάλαιο 3 – Μεθοδολογικό Πλαίσιο	38
3.1 Σκοπός, Προσέγγιση και Ερευνητικά Ερωτήματα	38
3.2 Επιλογή Μεθοδολογικής Στρατηγικής (Semi-systematic Review με ενσωμάτωση PRISMA)	41
3.3 Πηγές, Κριτήρια και Διαδικασίες Αναζήτησης Βιβλιογραφίας	44
3.3.1 Κριτήρια Ένταξης και Αποκλεισμού	45
3.3.2 Διευρυμένες Διαδικασίες Αναζήτησης και Επιλογής Πηγών.....	46
3.4 Ανάλυση και Κωδικοποίηση των Δεδομένων	48
3.5 Δείκτες, Κατηγορίες και Θεματικοί Άξονες Ανάλυσης.....	76
3.6 Διασφάλιση Εγκυρότητας και Δεοντολογικές Παράμετροι.....	80
3.7 Περιορισμοί και Προοπτικές της Μεθοδολογίας.....	83
Κεφάλαιο 4 – Ανάλυση και Συζήτηση των Ευρημάτων	86
4.1 Εισαγωγή στην Ανάλυση.....	86
4.2 Ηθικές Προκλήσεις στα Συστήματα Διάχυτου και Κινητού Υπολογισμού	88

4.3 Ζητήματα Ιδιωτικότητας, Διαφάνειας και Επιτήρησης	91
4.4 Συμπερίληψη και Ψηφιακές Ανισότητες: Εμπόδια και Ευκαιρίες	93
4.5 Καλές Πρακτικές και Πολιτικές για Ηθική και Συμπεριληπτική Τεχνολογία	95
4.6 Εκπαιδευτικές Προεκτάσεις και Ενσωμάτωση στο ΠΜΣ ΣΔΥ	98
4.7 Συνθετική Συζήτηση και Ερμηνεία Αποτελεσμάτων.....	100
Κεφάλαιο 5 – Συμπεράσματα και Προτάσεις.....	102
5.1 Συνοπτική Ανακεφαλαίωση της Έρευνας.....	102
5.2 Κύρια Συμπεράσματα σε Σχέση με τους Στόχους και τα Ερευνητικά Ερωτήματα.....	104
5.2.1 Σχέση με τον γενικό σκοπό της έρευνας	105
5.2.2 Συμπεράσματα σε σχέση με τους ειδικούς στόχους.....	105
5.2.3 Σχέση με τα ερευνητικά ερωτήματα	107
5.3 Προτεινόμενο Πλαίσιο Ηθικής και Συμπερίληψης για τα ΣΔΥ και το IoT	108
5.4 Παιδαγωγικές Προτάσεις και Εφαρμογές στο ΠΜΣ ΣΔΥ	114
5.5 Προτάσεις Πολιτικής για Οργανισμούς και Εκπαιδευτικά Ιδρύματα	116
5.6 Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα	118
5.7 Επίλογος – Προς ένα Ηθικό και Συμπεριληπτικό Ψηφιακό Μέλλον.....	121
Βιβλιογραφία	122
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....	161
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.....	166

Κεφάλαιο 1

1.1 Εισαγωγή

Η ταχεία εξέλιξη των Συστημάτων Διάχυτου και Κινητού Υπολογισμού (ΣΔΥ) και του Internet of Things (IoT) έχει μετασηματίσει ριζικά το ψηφιακό οικοσύστημα, εισάγοντας ένα νέο τεχνολογικό παράδειγμα όπου ο υπολογισμός παύει να αποτελεί διακριτή δραστηριότητα και ενσωματώνεται στην καθημερινή ζωή σε αόρατο και πανταχού παρόντα βαθμό (Satyanarayanan, 2017a; Weiser, 1991). Οι τεχνολογίες αυτές, αξιοποιώντας αισθητήρες, δίκτυα, μηχανική μάθηση και αυτοματοποίηση, συγκροτούν περιβάλλοντα «υπολογισμού περιβάλλοντος» (ambient computing), στα οποία οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ χρηστών και συστημάτων πραγματοποιούνται συχνά χωρίς συνειδητή παρέμβαση (Dunne et al., 2021).

Η διάχυση των ΣΔΥ και του IoT σε κρίσιμους τομείς όπως η υγεία, οι μεταφορές, η εκπαίδευση, η βιομηχανία και οι έξυπνες πόλεις έχει δημιουργήσει νέες δυνατότητες, αλλά και σημαντικά ηθικά ζητήματα που αφορούν την ιδιωτικότητα, τη διαφάνεια, την αλγοριθμική λογοδοσία και τη δικαιοσύνη (Dhinakaran et al., 2025; Perera et al., 2014). Καθώς οι τεχνολογίες αυτές λειτουργούν μέσω συνεχούς συλλογής, ανάλυσης και ανταλλαγής δεδομένων, ο χρήστης βρίσκεται σε μια κατάσταση «μόνιμης ψηφιακής παρατήρησης», η οποία θέτει σοβαρούς προβληματισμούς για την προστασία των δικαιωμάτων και των ελευθεριών των πολιτών.

Ταυτόχρονα, η αυξανόμενη πολυπλοκότητα των αλγοριθμικών συστημάτων που υποστηρίζουν τα ΣΔΥ και το IoT —ιδίως εκείνων που λειτουργούν σε πραγματικό χρόνο και βασίζονται σε edge AI— καθιστά δυσχερή τη διαφάνεια και την κατανόηση των κριτηρίων λήψης αποφάσεων (Chanal & Kakkasageri, 2020). Αυτό δημιουργεί νέες μορφές αλγοριθμικής ισχύος (algorithmic power), οι οποίες μπορούν να επηρεάσουν κρίσιμες πτυχές της κοινωνικής ζωής, οδηγώντας σε ενδεχόμενες μορφές μεροληψίας, αποκλεισμού ή άνισης μεταχείρισης (Prasetya et al., 2025).

Παράλληλα, η υιοθέτηση των ΣΔΥ και του IoT δεν πραγματοποιείται σε κοινωνικά ουδέτερο περιβάλλον. Οι τεχνολογίες αυτές συχνά ενισχύουν ή αναπαράγουν προϋπάρχουσες κοινωνικές και ψηφιακές ανισότητες, ιδίως όταν δεν έχουν σχεδιαστεί με βάση αρχές συμπερίληψης, καθολικής πρόσβασης και κοινωνικής δικαιοσύνης (van

Deursen et al., 2021; Zeeuw et al., 2024). Ευάλωτες ομάδες —όπως άτομα με αναπηρίες, ηλικιωμένοι χρήστες, πληθυσμοί χαμηλού εισοδήματος ή με περιορισμένη τεχνολογική παιδεία— κινδυνεύουν να αποκλειστούν από τα οφέλη των ψηφιακών οικοσυστημάτων ή να εκτεθούν σε αυξημένους κινδύνους (Frehill, 2024).

Η ανάγκη εξέτασης των τεχνολογιών αυτών μέσα από το πρίσμα της ηθικής και της συμπερίληψης καθίσταται πιο επιτακτική από ποτέ. Το πεδίο απαιτεί μια ολιστική, διεπιστημονική προσέγγιση που συνδυάζει τεχνικές γνώσεις, κοινωνική ανάλυση, πολιτική θεωρία και παιδαγωγική ευαισθησία (Ammah et al., 2024). Η παρούσα εργασία επιχειρεί να συμβάλει σε αυτή την προσπάθεια, προτείνοντας ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο κατανόησης των ηθικών και συμπεριληπτικών διαστάσεων των ΣΔΥ και του IoT, και διερευνώντας τον τρόπο με τον οποίο οι τεχνολογίες αυτές μπορούν να εξελιχθούν σε πραγματικά ανθρωποκεντρικά οικοσυστήματα.

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία εντάσσεται στο ευρύτερο πλαίσιο των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης (Sustainable Development Goals – SDGs) του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ), οι οποίοι θεσπίστηκαν το 2015 στο πλαίσιο της Ατζέντας 2030 και αποτελούν ένα ολοκληρωμένο παγκόσμιο σχέδιο δράσης για την προώθηση της κοινωνικής ευημερίας, της οικονομικής ανάπτυξης και της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας. Οι στόχοι αυτοί, συνολικά δεκαεπτά, αποσκοπούν στη διαμόρφωση ενός πιο δίκαιου, βιώσιμου και συμπεριληπτικού κόσμου, με βασική αρχή ότι «κανείς δεν πρέπει να μείνει πίσω».

Η παρούσα εργασία, η οποία εστιάζει στις ηθικές και συμπεριληπτικές διαστάσεις των ΣΔΥ και του IoT, συνδέεται άμεσα με επιλεγμένους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης, αναδεικνύοντας τον ρόλο της τεχνολογίας ως παράγοντα τόσο προόδου όσο και ενδεχόμενων ανισοτήτων.

SUSTAINABLE
DEVELOPMENT GOALS

Εικόνα 1: United Nations (2023) Sustainable Development Goals.

Πιο συγκεκριμένα, η ΜΔΕ συμβάλλει στον Στόχο 4: Ποιοτική Εκπαίδευση (Quality Education), καθώς προτείνει την ενσωμάτωση της ηθικής και της συμπερίληψης στη διδασκαλία των ΣΔΥ και του IoT, ιδιαίτερα στο πλαίσιο της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Μέσω της ανάπτυξης παιδαγωγικών προσεγγίσεων, εκπαιδευτικών σεναρίων και δραστηριοτήτων, ενισχύεται η καλλιέργεια ψηφιακών, κριτικών και κοινωνικών δεξιοτήτων, συμβάλλοντας στη δημιουργία ισότιμων και προσβάσιμων μαθησιακών περιβαλλόντων (Redecker, 2017; Stahl, 2012).

Παράλληλα, η εργασία συνδέεται με τον Στόχο 9: Βιομηχανία, Καινοτομία και Υποδομές (Industry, Innovation and Infrastructure), καθώς εξετάζει την ανάπτυξη και εφαρμογή των τεχνολογιών IoT και διάχυτου υπολογισμού υπό το πρίσμα της υπεύθυνης και ανθρωποκεντρικής καινοτομίας (Floridi et al., 2018). Η ανάλυση αναδεικνύει τη σημασία της ενσωμάτωσης ηθικών αρχών στον σχεδιασμό των τεχνολογικών υποδομών, ώστε αυτές να είναι βιώσιμες, αξιόπιστες και κοινωνικά ωφέλιμες (Atzori et al., 2019).

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στον Στόχο 10: Μείωση των Ανισοτήτων (Reduced Inequalities), ο οποίος αποτελεί βασικό άξονα της παρούσας έρευνας. Η μελέτη διερευνά τις ψηφιακές ανισότητες που σχετίζονται με την πρόσβαση, τη χρήση και τη συμμετοχή στις τεχνολογίες ΣΔΥ και IoT, αναδεικνύοντας τον τρόπο με τον οποίο οι τεχνολογίες μπορούν να ενισχύσουν ή να μειώσουν υφιστάμενες κοινωνικές ανισότητες. Παράλληλα, προτείνονται πρακτικές και πολιτικές για την προώθηση της συμπεριληπτικής τεχνολογικής ανάπτυξης.

Επιπλέον, η εργασία συνδέεται με τον Στόχο 16: Ειρήνη, Δικαιοσύνη και Ισχυροί Θεσμοί (Peace, Justice and Strong Institutions), μέσω της ανάλυσης ζητημάτων ιδιωτικότητας, διαφάνειας, λογοδοσίας και ηθικής διακυβέρνησης των τεχνολογικών συστημάτων. Η ανάπτυξη αξιόπιστων, διαφανών και δίκαιων ψηφιακών συστημάτων αποτελεί κρίσιμη προϋπόθεση για τη διασφάλιση της κοινωνικής εμπιστοσύνης και της δημοκρατικής λειτουργίας των θεσμών.

SDG	Περιγραφή	Σχέση με τη ΜΔΕ
 SDG 4	 Quality Education (Ποιοτική Εκπαίδευση) Διασφάλιση ποιοτικής, χωρίς αποκλεισμούς και ισότιμης εκπαίδευσης και προώθηση ευκαιριών διά βίου μάθησης για όλους.	 Ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού και παιδαγωγικών προτάσεων για το ΠΜΣ ΣΔΥ.
 SDG 9	 Industry, Innovation and Infrastructure (Βιομηχανία, Καινοτομία και Υποδομές) Κατασκευή ανθεκτικών υποδομών, προώθηση της χωρίς αποκλεισμούς και βιώσιμης βιομηχανοποίησης και ενίσχυση της καινοτομίας.	 Σύνδεση με τα ΣΔΥ, το IoT, τις ψηφιακές υποδομές και την υπεύθυνη καινοτομία.
 SDG 10	 Reduced Inequalities (Μείωση των Ανισοτήτων) Μείωση της ανισότητας εντός και μεταξύ των χωρών και ενίσχυση της κοινωνικής, οικονομικής και πολιτικής ένταξης όλων.	 Αντιμετώπιση του ψηφιακού χάσματος, ενίσχυση της προσβασιμότητας και της συμπερίληψης.
 SDG 16	 Peace, Justice and Strong Institutions (Ειρήνη, Δικαιοσύνη και Ισχυροί Θεσμοί) Προώθηση ειρηνικών και χωρίς αποκλεισμούς κοινωνιών για τη βιώσιμη ανάπτυξη, παροχή πρόσβασης στη δικαιοσύνη για όλους και οικοδόμηση αποτελεσματικών, υπεύθυνων και συμμετοχικών θεσμών.	 Διαφάνεια, λογοδοσία, προστασία ιδιωτικότητας και αξιόπιστη τεχνητή νοημοσύνη.

Εικόνα 2. Συσχέτιση της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας με τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDGs) United nations (2023)

Συνολικά, η παρούσα ΜΔΕ αναδεικνύει ότι τα ΣΔΥ και το IoT αποτελούν τεχνολογίες με σημαντικές δυνατότητες συμβολής στην επίτευξη των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης, υπό την προϋπόθεση ότι σχεδιάζονται και υλοποιούνται με γνώμονα την ηθική ευθύνη, τη διαφάνεια και τη συμπερίληψη. Η εργασία επιχειρεί να γεφυρώσει το χάσμα μεταξύ τεχνολογικής καινοτομίας και κοινωνικής δικαιοσύνης, συμβάλλοντας στη διαμόρφωση ενός πλαισίου που υποστηρίζει ένα βιώσιμο και ανθρωπο-κεντρικό ψηφιακό μέλλον.

1.2 Σκοπός και Προσδοκώμενα Αποτελέσματα

Ο κεντρικός σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση των ηθικών και συμπεριληπτικών διαστάσεων των ΣΔΥ και του IoT, με στόχο τη διαμόρφωση ενός ολοκληρωμένου πλαισίου που να μπορεί να αξιοποιηθεί τόσο στην ακαδημαϊκή έρευνα όσο και στην πρακτική ανάπτυξη τεχνολογικών εφαρμογών. Καθώς οι τεχνολογίες αυτές ενσωματώνονται ολοένα και περισσότερο σε κρίσιμες κοινωνικές λειτουργίες —από τη δημόσια διοίκηση και την υγεία έως την εκπαίδευση και την έξυπνη κινητικότητα— η ανάγκη για υπεύθυνη τεχνολογική ανάπτυξη καθίσταται επιτακτική (Dignum, 2022) .

Η εργασία επιδιώκει να γεφυρώσει ένα σημαντικό θεωρητικό και εφαρμοσμένο κενό: την απουσία συστηματικού πλαισίου που να εξετάζει τις τεχνολογίες διάχυτου και κινητού υπολογισμού υπό το πρίσμα της ηθικής, της κοινωνικής δικαιοσύνης και της συμπερίληψης. Πρόκειται για κενό που αναδεικνύεται και στη διεθνή βιβλιογραφία, η οποία τονίζει την έλλειψη πολυεπίπεδων προσεγγίσεων που συνδυάζουν τεχνικές αρχιτεκτονικές με κοινωνικά, νομικά και αξιακά κριτήρια (de Moraes et al., 2017) .

1.2.1 Ειδικοί στόχοι της έρευνας

Το ερευνητικό εγχείρημα αναλύει τους εξής τέσσερις άξονες:

1. Αποτύπωση των ανισοτήτων συμμετοχής ευάλωτων κοινωνικών ομάδων σε τεχνολογικούς χώρους, όπως η ανάπτυξη ΣΔΥ και IoT, λαμβάνοντας υπόψη ζητήματα πρόσβασης, ψηφιακού γραμματισμού και κοινωνικής ισχύος (Chaurasia & Kumar, 2023).
2. Ανάλυση των ηθικών ζητημάτων που προκύπτουν από τη λειτουργία των συστημάτων αυτών, περιλαμβάνοντας την ιδιωτικότητα, την επιτήρηση, την αλγοριθμική μεροληψία, τη διαφάνεια και τη λογοδοσία (Sharma & Jain, 2021).
3. Ανάδειξη καλών πρακτικών και πολιτικών που ευνοούν τη δίκαιη και συμπεριληπτική ανάπτυξη, όπως το ethics-by-design, το value-sensitive design και τα διεθνή πλαίσια τεχνολογικής διακυβέρνησης (Baldini et al., 2018; Bhattacharya et al., 2017).

4. Πρόταση παιδαγωγικού υλικού και διδακτικών δραστηριοτήτων που μπορούν να ενταχθούν στο ΠΜΣ ΣΔΥ, ενισχύοντας τη σύνδεση τεχνολογίας–ηθικής–εκπαίδευσης.

1.2.2 Προσδοκώμενα αποτελέσματα

Η εργασία φιλοδοξεί να παράγει ένα σύνολο αποτελεσμάτων πολλαπλής χρησιμότητας:

- Θεωρητικά θεμέλια για την κατανόηση των ηθικών και συμπεριληπτικών προκλήσεων που συνοδεύουν τα ΣΔΥ και το IoT, ενισχύοντας τα υπάρχοντα μοντέλα ανάλυσης (Ystgaard et al., 2023) .
- Ένα πλαίσιο αξιολόγησης (ethical assessment framework) που περιλαμβάνει κατηγορίες, δείκτες και αρχές αξιολόγησης για τις τεχνολογίες διάχυτου και κινητού υπολογισμού, με δυνατότητα εφαρμογής σε ακαδημαϊκά και επαγγελματικά περιβάλλοντα (Bevan, 2020).
- Διδακτικά σενάρια και εκπαιδευτικές δραστηριότητες προσαρμοσμένες στις ανάγκες ενός εξ αποστάσεως μεταπτυχιακού προγράμματος, εστιάζοντας στη βιωματική μάθηση, την ανάλυση περιπτώσεων και τη συμμετοχική σχεδίαση.
- Έναν χάρτη πολιτικών και καλών πρακτικών, ο οποίος απευθύνεται σε εκπαιδευτικά ιδρύματα, οργανισμούς και φορείς ανάπτυξης τεχνολογίας, προτείνοντας στρατηγικές για δίκαιη και υπεύνηνη τεχνολογική διακυβέρνηση (European Agency for Special Needs and Inclusive Education, 2023)

Διάσταση Αξιολόγησης	Περιγραφή	Ενδεικτικά Ερωτήματα	Σχετικές Θεωρητικές Προσεγγίσεις
 Ιδιωτικότητα & Προστασία Δεδομένων	Εξετάζει τη συλλογή, αποθήκευση και επεξεργασία προσωπικών δεδομένων σε περιβάλλοντα IoT.	 Ποια δεδομένα συλλέγονται; Υπάρχει συγκατάθεση; Πώς διασφαλίζεται η ανωνυμία;	 GDPR, Privacy by Design, Contextual Integrity, Nissenbaum (2010)
 Ασφάλεια (Security)	Αφορά την προστασία συστημάτων από επιθέσεις και μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση.	 Υπάρχουν μηχανισμοί αυθεντικοποίησης; Πόσο ανθεκτικό είναι το σύστημα;	 Cybersecurity Frameworks (NIST) (NIST, 2024)
 Διαφάνεια & Αλγοριθμική Λογοδοσία	Εξετάζει την κατανόηση και επαληθευσσιμότητα των αλγορίθμων.	 Μπορούν οι χρήστες να κατανοήσουν τις αποφάσεις του συστήματος;	 Explainable AI (XAI) (Adadi & Berrada 2018), Algorithmic Accountability (Diakopoulos 2016)
 Δικαιοσύνη & Αποφυγή Μεροληψίας	Εστιάζει στη μη διάκριση και στη δίκαιη λειτουργία των συστημάτων.	 Υπάρχουν προκαταλήψεις στα δεδομένα; Επηρεάζονται ευάλωτες ομάδες;	 Fairness in AI (OECD 2019), Critical Data Studies (Dalton, Taylor & Thatcher 2016)
 Συμπερίληψη & Προσβασιμότητα	Εξετάζει αν οι τεχνολογίες είναι προσβάσιμες σε όλους τους χρήστες.	 Είναι το σύστημα σχεδιασμένο για διαφορετικές γλωσσικές/πολιτισμικές ομάδες;	 Inclusive Design (Clarkson et al., 2003), Universal Design
 Αυτονομία Χρηστών	Αναφέρεται στον βαθμό ελέγχου που έχει ο χρήστης πάνω στο σύστημα.	 Μπορεί ο χρήστης να ελέγχει τις ρυθμίσεις; Υπάρχει δυνατότητα αποχώρησης;	 Value Sensitive Design (Friedman et al. 2019)
 Κοινωνικές & Πολιτισμικές Επιπτώσεις	Αξιολογεί τις επιπτώσεις στην κοινωνία και τις ανθρώπινες σχέσεις.	 Επηρεάζει την κοινωνική συμπεριφορά; Δημιουργεί εξαρτήσεις;	 STS (Science & Technology Studies) (Felt et al., 2017)
 Περιβαλλοντική Βιωσιμότητα	Εξετάζει την ενεργειακή κατανάλωση και το οικολογικό αποτύπωμα.	 Ποια είναι η ενεργειακή κατανάλωση; Υπάρχει e-waste;	 Green IoT, Sustainable Computing
 Διαφάνεια & Διακυβέρνηση	Αφορά τη σαφή κατανομή ευθυνών και τον έλεγχο των συστημάτων.	 Ποιος είναι υπεύθυνος για σφάλματα; Υπάρχουν κανονισμοί;	 AI Ethics Guidelines (EU), Governance Models
 Ανθεκτικότητα & Αξιοπιστία	Εξετάζει τη σταθερότητα και τη λειτουργία υπό κρίσιμες συνθήκες.	 Πώς αντιδρά το σύστημα σε αστοχίες; Υπάρχουν fallback μηχανισμοί;	 Resilient Systems (Hollnagel et al., 2006), Fault Tolerance (Avizienis et al., 2004)

Εικόνα 3: Πλαίσιο Ηθικής Αξιολόγησης Τεχνολογιών Διάχτου & Κινητού Υπολογισμού σύμφωνα με τους Friedman & Hendry (2019) και Dignum (2019).

«Το παρόν Πλαίσιο Ηθικής Αξιολόγησης αναπτύχθηκε για τη συστηματική αποτίμηση τεχνολογιών διάχυτου και κινητού υπολογισμού, ενσωματώνοντας αρχές ιδιωτικότητας, διαφάνειας, δικαιοσύνης και βιωσιμότητας, με δυνατότητα εφαρμογής τόσο σε ακαδημαϊκά όσο και σε επαγγελματικά περιβάλλοντα (Bevan, 2020; Ystgaard et al., 2023).»

Συνολικά, η εργασία επιδιώκει να συμβάλει στην οικοδόμηση μιας περισσότερο συνειδητής, δημοκρατικής και ανθρωποκεντρικής τεχνολογικής κουλτούρας, όπου η καινοτομία συνδυάζεται με την ηθική ευθύνη και τη συμπερίληψη.

1.3 Σκοπιμότητα και Συνεισφορά της Έρευνας

Η παρούσα έρευνα αποκτά ιδιαίτερη σημασία σε μια περίοδο όπου τα ΣΔΥ και το IoT εξελίσσονται σε υποδομές κρίσιμης σημασίας για την κοινωνική οργάνωση, την οικονομία και την καθημερινή ζωή. Η εκτεταμένη ενσωμάτωσή τους σε τομείς όπως οι έξυπνες πόλεις, η υγειονομική περίθαλψη, η εκπαίδευση, η βιομηχανία 4.0 και οι υπηρεσίες δημόσιας διοίκησης καθιστά αναγκαία την ανάπτυξη ενός συνεκτικού πλαισίου που θα επιτρέπει τη συστηματική ανάλυση των ηθικών και συμπεριληπτικών τους διαστάσεων (Bhattacharya et al., 2017; Nissenbaum, 2022; Oyekunle et al., 2024).

Παρά την τεχνολογική τους ωριμότητα, οι τεχνολογίες αυτές συνοδεύονται από μια σειρά εντεινόμενων προκλήσεων που αφορούν την ιδιωτικότητα, την αλγοριθμική λογοδοσία, την αορατότητα των υπολογιστικών διεργασιών, τη διαφάνεια των συστημάτων συλλογής δεδομένων και την πιθανότητα αποκλεισμού κοινωνικά ευάλωτων ομάδων (Nissenbaum, 2022; Weiser, 1991). Η βιβλιογραφία καταδεικνύει ότι, παρά τις διεθνείς προσπάθειες για υπεύθυνη τεχνολογική ανάπτυξη, εξακολουθεί να υπάρχει σημαντικό κενό στην ολοκληρωμένη προσέγγιση των θεμάτων αυτών σε επίπεδο διάχυτων και κινητών υπολογιστικών συστημάτων (Atzori et al., 2019; Floridi et al., 2018; Ystgaard et al., 2023).

Η σκοπιμότητα της έρευνας ενισχύεται από το γεγονός ότι τα ΣΔΥ και το IoT αποτελούν τεχνολογίες που αναπτύσσονται συχνά χωρίς επαρκή αξιολόγηση των κοινωνικών συνεπειών τους. Όπως επισημαίνεται στη βιβλιογραφία:

- Οι τεχνολογίες αυτές δημιουργούν περιβάλλοντα συνεχούς παρακολούθησης (ambient surveillance) (Zuboff, 2019).
- Ενσωματώνουν αλγοριθμικές δομές που μπορεί να αναπαράγουν κοινωνικές ανισότητες (Kitchin, 2017b).

- Λειτουργούν ως «αόρατες υποδομές ισχύος» που διαμορφώνουν συμπεριφορές χωρίς να είναι πάντοτε αντιληπτές από τους χρήστες (Sharma & Jain, 2021).

Επομένως, η εξέταση των ΣΔΥ και του IoT μέσα από το πρίσμα της ηθικής και της συμπερίληψης δεν αποτελεί μόνο θεωρητικό εγχείρημα, αλλά και κοινωνικά επιτακτική ανάγκη.

1.3.1 Συνεισφορά της έρευνας

Η εργασία προσφέρει ένα σύνολο συνεισφορών που καλύπτουν ένα σημαντικό κενό στη διεθνή βιβλιογραφία:

1. Διαμορφώνει ένα ενιαίο θεωρητικό πλαίσιο για την κατανόηση των ηθικών, κοινωνικών και συμπεριληπτικών διαστάσεων των ΣΔΥ και του IoT, συνδυάζοντας πορίσματα από πληροφορική, φιλοσοφία της τεχνολογίας, κοινωνιολογία, πολιτικές επιστήμες και παιδαγωγική.
2. Εισάγει ένα ηθικό-αξιακό πλαίσιο αξιολόγησης (ethical and inclusion assessment framework) που μπορεί να αξιοποιηθεί από ερευνητές, θεσμούς, μηχανικούς και εκπαιδευτικά προγράμματα.
3. Συνδέει τον ηθικό σχεδιασμό με την εκπαίδευση, προτείνοντας διδακτικές ενότητες, σενάρια και πρακτικές δραστηριότητες που μπορούν να ενσωματωθούν στο ΠΜΣ ΣΔΥ και να ενισχύσουν την κριτική τεχνολογική παιδεία των φοιτητών/τριών.
4. Αναδεικνύει τις κοινωνικές ανισότητες που σχετίζονται με την πρόσβαση, τον ψηφιακό γραμματισμό και τη χρήση διάχυτων συστημάτων, προσφέροντας τεκμηριωμένα επιχειρήματα για την ανάγκη δίκαιης και συμπεριληπτικής τεχνολογικής ανάπτυξης.
5. Συνεισφέρει στην πολιτική συζήτηση, προτείνοντας κατευθυντήριες γραμμές και πολιτικές παρεμβάσεις που μπορούν να αξιοποιηθούν από οργανισμούς, δημόσιους φορείς και εκπαιδευτικά ιδρύματα για την προώθηση υπεύθυνων τεχνολογικών προτύπων.

Συνολικά, η εργασία επιδιώκει να εδραιώσει ένα νέο μοντέλο κατανόησης των ΣΔΥ και του IoT, όπου η καινοτομία συνδυάζεται με την ανθρώπινη ευημερία, τη δικαιοσύνη και τη δημοκρατική λογοδοσία.

1.4 Μεθοδολογική Θεμελίωση της Έρευνας

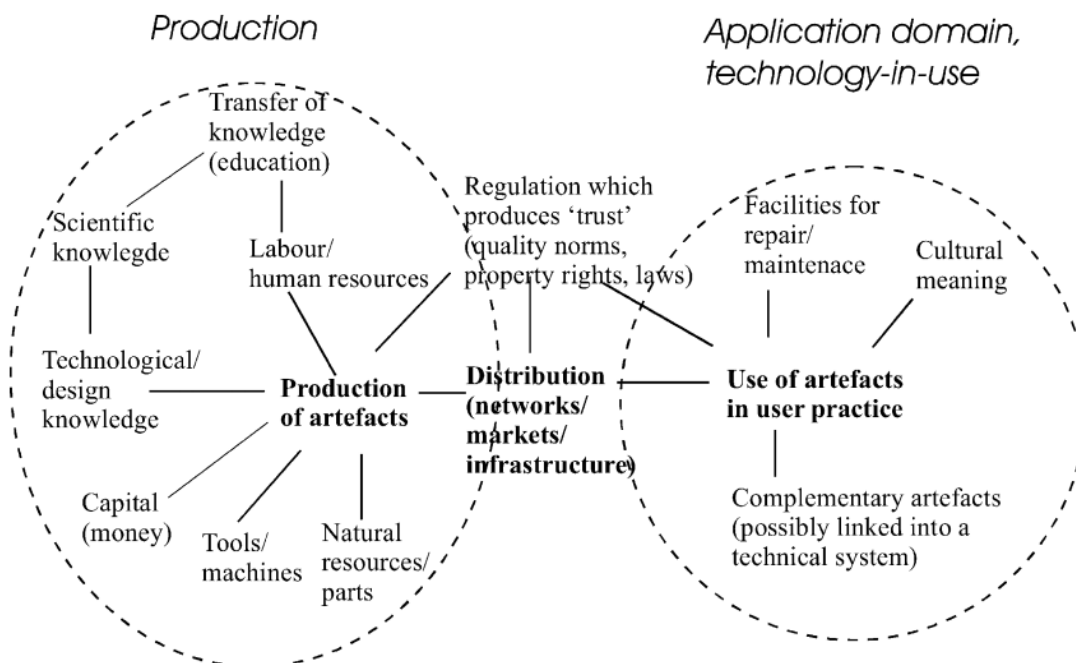
Η μεθοδολογική θεμελίωση της παρούσας έρευνας στηρίζεται σε ένα πολυεπίπεδο, διεπιστημονικό και θεωρητικά τεκμηριωμένο πλαίσιο, το οποίο ανταποκρίνεται στη σύνθετη φύση των ΣΔΥ και του IoT. Οι τεχνολογίες αυτές συγκροτούν κοινωνικο-τεχνικά οικοσυστήματα, όπου τεχνικές υποδομές, ανθρώπινες πρακτικές και αξιακές δομές συνδιαμορφώνονται (Geels, 2004). Στο πλαίσιο αυτό, η τεχνολογία δεν αντιμετωπίζεται ως ουδέτερο εργαλείο, αλλά ως δυναμικό σύστημα ενσωματωμένο σε σχέσεις ισχύος, θεσμικά πλαίσια και κοινωνικές πρακτικές.

Η επιλογή μεθοδολογικής προσέγγισης ανταποκρίνεται στον ταχέως εξελισσόμενο και ετερογενή χαρακτήρα του πεδίου του IoT (Atzori et al., 2019; Lee et al., 2024). Για τον λόγο αυτό, Η διαδικασία επιλογής της βιβλιογραφίας πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τη μεθοδολογία PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Αρχικά πραγματοποιήθηκε συστηματική αναζήτηση σε επιστημονικές βάσεις δεδομένων όπως Scopus, IEEE Xplore, ScienceDirect και Google Scholar χρησιμοποιώντας λέξεις-κλειδιά σχετικές με τα Συστήματα Διάχυτου και Κινητού Υπολογισμού, το Internet of Things και τις ηθικές και συμπεριληπτικές διαστάσεις των τεχνολογιών. Μετά την αφαίρεση των διπλότυπων εγγραφών και την εφαρμογή κριτηρίων ένταξης και αποκλεισμού, επιλέχθηκαν οι τελικές μελέτες που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα.

Η μεθοδολογική θεμελίωση οργανώνεται σε τέσσερις βασικούς άξονες:

(α) Θεωρητική εστίαση στις κοινωνικο-τεχνικές προσεγγίσεις

Η έρευνα υιοθετεί το πλαίσιο των κοινωνικο-τεχνικών συστημάτων, σύμφωνα με το οποίο οι τεχνολογικές καινοτομίες αναπτύσσονται μέσω αλληλεπίδρασης τεχνικών, κοινωνικών και θεσμικών παραγόντων (Geels, 2004). Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει τη μελέτη των ΣΔΥ και του IoT ως περιβάλλοντα στα οποία αναδιανέμονται μορφές πρόσβασης, ελέγχου και λογοδοσίας, ενισχύοντας την ανάγκη για κριτική ανάλυση της τεχνολογικής διακυβέρνησης.



Εικόνα 4: Τα βασικά στοιχεία και οι πόροι των κοινωνικο-τεχνικών συστημάτων (Geels, 2004)

(β) Αξιακές και ηθικές προσεγγίσεις στον τεχνολογικό σχεδιασμό

Η εργασία στηρίζεται σε θεωρητικά πλαίσια που αναγνωρίζουν την ενσωμάτωση αξιών στον τεχνολογικό σχεδιασμό. Το Value Sensitive Design (VSD) προτείνει τη συστηματική ενσωμάτωση ηθικών αξιών στον κύκλο ζωής της τεχνολογίας (Borning & Muller, 2012; Umbrello & van de Poel, 2021; van den hoven, 2006). Παράλληλα, το Responsible Research and Innovation (RRI) τονίζει τη σημασία της κοινωνικής λογοδοσίας, της συμμετοχικότητας και της προληπτικής ηθικής αξιολόγησης (Bessant, 2013; Stahl, 2012). Τα πλαίσια αυτά είναι ιδιαίτερα κρίσιμα για συστήματα IoT που βασίζονται σε αυτοματοποίηση, edge intelligence και συνεχή συλλογή και επεξεργασία δεδομένων.

(γ) Ενσωμάτωση κριτικών προσεγγίσεων της τεχνολογίας

Η μεθοδολογική προσέγγιση εμπλουτίζεται από την κριτική θεωρία της τεχνολογίας, η οποία υποστηρίζει ότι τα τεχνολογικά συστήματα ενσωματώνουν κοινωνικές επιλογές και πολιτικές προτεραιότητες και δύνανται να ανασχεδιαστούν μέσω δημοκρατικών παρεμβάσεων (Feenberg, 1999). Στο πλαίσιο αυτό, η έννοια της «αλγοριθμικής ισχύος» και της αδιαφάνειας των υπολογιστικών συστημάτων αναδεικνύει ζητήματα ελέγχου, επιτήρησης και λογοδοσίας, ιδίως όταν οι αλγόριθμοι διαμεσολαβούν κρίσιμες κοινωνικές λειτουργίες (Gillespie, 2013).

Παράλληλα, μελέτες για τη μεροληψία και τις ψηφιακές ανισότητες καταδεικνύουν πώς τα αυτοματοποιημένα συστήματα και οι ψηφιακές υποδομές μπορούν να αναπαράγουν ή να εντείνουν κοινωνικές ανισότητες, τόσο μέσω του σχεδιασμού τους όσο και μέσω των δεδομένων που αξιοποιούν (Benjamin, 2019; Selwyn, 2020). Η συζήτηση για τις «αλγοριθμικές συναρμογές» (algorithmic assemblages) αναδεικνύει τον τρόπο με τον οποίο τα τεχνολογικά δίκτυα συγκροτούν νέες μορφές εξουσίας και κοινωνικής οργάνωσης (Wong, 2024).

Η ενσωμάτωση αυτών των προσεγγίσεων επιτρέπει την κατανόηση των ΣΔΥ/IoT όχι απλώς ως τεχνικών συστημάτων, αλλά ως υβριδικών κοινωνικοτεχνικών υποδομών με πολιτικές και κοινωνικές συνέπειες, οι οποίες διαμορφώνουν πρακτικές πρόσβασης, συμμετοχής και διακυβέρνησης (Mekheimer & Abdelhalim, 2025).

(δ) Παιδαγωγική διάσταση και ενσωμάτωση εκπαιδευτικών θεωριών

Δεδομένου ότι η έρευνα αποσκοπεί και στην ανάπτυξη παιδαγωγικού υλικού για το ΠΜΣ ΣΔΥ, αξιοποιούνται θεωρητικά σχήματα από τη θεωρία της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, τα οποία υπογραμμίζουν τη σημασία της δομής, της διαδραστικότητας και της αυτονομίας του/της φοιτητή/τριας σε ψηφιακά περιβάλλοντα μάθησης (Martin et al., 2020).

Το μοντέλο της Κοινότητας Διερεύνησης συμβάλλει στη θεωρητική θεμελίωση της γνωστικής, κοινωνικής και διδακτικής παρουσίας σε διαδικτυακά περιβάλλοντα, προσφέροντας πλαίσιο σχεδιασμού μαθησιακών εμπειριών με έμφαση στη συνεργατική γνώση (Garrison et al., 1999).

Παράλληλα, η κριτική παιδαγωγική προσφέρει ένα πλαίσιο αναστοχαστικής και συμμετοχικής μάθησης, όπου η τεχνολογία δεν αντιμετωπίζεται ως ουδέτερο εργαλείο αλλά ως πεδίο ιδεολογικής διαπραγμάτευσης (Selwyn, 2020). Η σύγχρονη κριτική ανάλυση της εκπαιδευτικής τεχνολογίας επισημαίνει την ανάγκη σύνδεσης τεχνολογικού σχεδιασμού και κοινωνικής ευθύνης, ιδίως στο πλαίσιο αλγοριθμικών παρεμβάσεων στην εκπαίδευση (Mallik & Gangopadhyay, 2023).

Η σύνθεση αυτών των θεωρητικών εργαλείων επιτρέπει την ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού που ενσωματώνει τόσο τεχνολογική επάρκεια όσο και κριτική επίγνωση των κοινωνικών επιπτώσεων των ΣΔΥ/IoT.

Συνολική Μεθοδολογική συνεισφορά

Η επιλογή αυτής της σύνθετης μεθοδολογικής προσέγγισης προσφέρει:

- τη δυνατότητα διακλαδικής κατανόησης των ΣΔΥ/IoT,
- ένα θεωρητικό υπόβαθρο που αναγνωρίζει τις αξιακές, κοινωνικές και πολιτικές διαστάσεις της τεχνολογίας,
- μηχανισμούς εντοπισμού κενών, τάσεων και ελλείψεων στη διεθνή βιβλιογραφία,
- ένα έδαφος κατάλληλο για τη διαμόρφωση νέων πλαισίων αξιολόγησης και παιδαγωγικών παρεμβάσεων.

Με τον τρόπο αυτό, η μεθοδολογική θεμελίωση της έρευνας ευθυγραμμίζεται με τις διεθνείς εξελίξεις στον χώρο των ψηφιακών τεχνολογιών και στηρίζει την ανάπτυξη ενός επιστημονικά τεκμηριωμένου και κοινωνικά υπεύθυνου πλαισίου για τα ΣΔΥ και το IoT.

1.5 Δομή της Εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία οργανώνεται σε πέντε αυτοτελή αλλά αλληλοσυμπληρούμενα κεφάλαια, τα οποία συνθέτουν ένα συνεκτικό θεωρητικό, μεθοδολογικό και εφαρμοσμένο πλαίσιο γύρω από τις ηθικές και συμπεριληπτικές διαστάσεις των ΣΔΥ και του IoT. Η δομή της εργασίας έχει σχεδιαστεί ώστε να ακολουθεί μια λογική προοδευτικής εμβάθυνσης: από τη θεωρητική θεμελίωση, στη μεθοδολογία, στην ανάλυση των ευρημάτων και, τελικά, στις προτάσεις και στον συνολικό αναστοχασμό.

Κεφάλαιο 1- Εισαγωγή

Παρουσιάζει το θεωρητικό υπόβαθρο και το πλαίσιο στο οποίο εντάσσεται η έρευνα, αναλύει τον σκοπό, τα προσδοκώμενα αποτελέσματα, την ερευνητική αναγκαιότητα και τη μεθοδολογική θεμελίωση. Οριοθετεί επίσης τη συνολική δομή του κειμένου.

Κεφάλαιο 2- Θεωρητικό Υπόβαθρο και Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Εξετάζει σε βάθος τα ΣΔΥ και το IoT, αναλύοντας τις βασικές έννοιες, τα χαρακτηριστικά, τις αρχιτεκτονικές και τις εφαρμογές τους. Παρουσιάζει επίσης τις ηθικές θεωρίες, τα μοντέλα τεχνολογικής διακυβέρνησης και τις προσεγγίσεις ψηφιακής συμπερίληψης που

σχετίζονται με τις τεχνολογίες αυτές. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με τον εντοπισμό των θεωρητικών και μεθοδολογικών κενών που δικαιολογούν τη συγκεκριμένη έρευνα.

Κεφάλαιο 3 – μεθοδολογικό Πλαίσιο Έρευνας

Περιγράφει το μεθοδολογικό υπόβαθρο, τον τύπο της έρευνας, την προσέγγιση της ημισυστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης, τα κριτήρια επιλογής των πηγών, τη διαδικασία κωδικοποίησης και ανάλυσης των δεδομένων, καθώς και τις στρατηγικές διασφάλισης εγκυρότητας και δεοντολογικής συνέπειας. Αναλύονται επίσης οι περιορισμοί της μεθοδολογίας.

Κεφάλαιο – 4 Ανάλυση και Συζήτηση των Ευρημάτων

Παρουσιάζει τα βασικά ευρήματα της έρευνας οργανωμένα σε θεματικούς άξονες που αφορούν την ηθική, την ιδιωτικότητα, τη διαφάνεια, τη συμπερίληψη, τις ψηφιακές ανισότητες, καθώς και τις πρακτικές και πολιτικές που αναδύονται διεθνώς. Το κεφάλαιο προχωρά σε συνθετική συζήτηση, συνδέοντας τα ευρήματα με τη θεωρία και αναδεικνύοντας τον ρόλο τους στην τεχνολογική και κοινωνική πραγματικότητα.

Κεφάλαιο 5 – Συμπεράσματα και Προτάσεις

Ολοκληρώνει την εργασία παρουσιάζοντας:

- τη συνολική ανακεφαλαίωση της έρευνας,
- τα βασικά συμπεράσματα σε σχέση με τα ερευνητικά ερωτήματα,
- ένα προτεινόμενο πλαίσιο ηθικής και συμπερίληψης για τα ΣΔΥ και το IoT,
- συγκεκριμένες παιδαγωγικές προτάσεις και εφαρμογές για το ΠΜΣ ΣΔΥ,
- προτάσεις πολιτικής για οργανισμούς και εκπαιδευτικά ιδρύματα,
- κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα,
- και έναν καταληκτικό επίλογο για το όραμα ενός δίκαιου και συμπεριληπτικού ψηφιακού μέλλοντος.

Η δομή αυτή επιτρέπει τη συστηματική και σφαιρική προσέγγιση του αντικειμένου, αναδεικνύοντας τόσο τις θεωρητικές διαστάσεις όσο και τις πρακτικές, παιδαγωγικές και πολιτικές εφαρμογές της έρευνας.

Κεφάλαιο 2 – Θεωρητικό Υπόβαθρο

2.1 Εισαγωγή στο Θεωρητικό Πλαίσιο των ΣΔΥ και του IoT

Τα ΣΔΥ και IoT αποτελούν δύο από τα πλέον δυναμικά, διασυνδεδεμένα και ραγδαία εξελισσόμενα πεδία της σύγχρονης ψηφιακής τεχνολογίας. Στο κέντρο τους βρίσκεται η θεμελιώδης ιδέα της μετάβασης από έναν υπολογισμό που προϋποθέτει την άμεση συμμετοχή του χρήστη σε έναν υπολογισμό αόρατο, περιρρέοντα και πανταχού παρόντα· μια μετάβαση που είχε ήδη προαναγγελθεί από τον Weiser (1991) και που σήμερα ενσωματώνεται στη ζωή μέσω αισθητήρων, κινητών συσκευών, τεχνητής νοημοσύνης και δικτυακών υποδομών μεγάλης κλίμακας (Satyanarayanan, 2023).

Η μετεξέλιξη αυτής της ιδέας αποτυπώνεται στην αρχιτεκτονική και συστημική θεμελίωση του IoT. Οι (Atzori et al., 2010) προσδιόρισαν το IoT ως ένα πολυεπίπεδο οικοσύστημα που συνδυάζει αντικείμενα, αισθητήρες, επικοινωνιακά πρωτόκολλα και υπηρεσίες, ενώ οι (Gubbi et al., 2013) ανέπτυξαν ένα αναλυτικό μοντέλο τριών στρωμάτων (sensing, network, application), το οποίο παραμένει σημείο αναφοράς στη σχεδίαση IoT υποδομών. Στη σύγχρονη φάση, η ενσωμάτωση edge computing και κατανεμημένης τεχνητής νοημοσύνης επιτρέπει την επεξεργασία δεδομένων κοντά στην πηγή τους, ενισχύοντας την αποδοτικότητα και τη χαμηλή καθυστέρηση (Satyanarayanan, 2017b; Yu et al., 2017).

Τα ΣΔΥ στοχεύουν στη δημιουργία περιβαλλόντων όπου τα υπολογιστικά συστήματα λειτουργούν «στο υπόβαθρο», διευκολύνοντας τις ανθρώπινες δραστηριότητες χωρίς διακοπή και χωρίς την ανάγκη συνειδητής τεχνολογικής παρέμβασης (Weiser, 1991). Η έννοια αυτή —της “pervasive”, “ubiquitous” και “ambient” υπολογιστικής— συνδέεται με την αδιάλειπτη ικανότητα των συστημάτων να συλλέγουν, να αναλύουν και να ανταποκρίνονται σε δεδομένα πραγματικού χρόνου (Perera et al., 2013; Sezer et al., 2017). Παράλληλα, το IoT επεκτείνει αυτή τη λογική σε μεγάλης κλίμακας δικτύωση αντικειμένων, συσκευών και υπηρεσιών, δημιουργώντας οικοσυστήματα στα οποία ο φυσικός και ο ψηφιακός χώρος αλληλεπιδρούν με ολοένα μεγαλύτερη αυτονομία (Atzori et al., 2010; Gubbi et al., 2013).

Η αλληλεπίδραση φυσικού και ψηφιακού χώρου ενισχύεται μέσω context-aware μηχανισμών και αλγοριθμικής λήψης αποφάσεων, επιτρέποντας την ανάπτυξη προσαρμοστικών υπηρεσιών που ανταποκρίνονται σε μεταβαλλόμενες συνθήκες

περιβάλλοντος και χρήστη (Chatterjee et al., 2019; Ud Din et al., 2018). Με τον τρόπο αυτό, τα ΣΔΥ και το IoT συγκροτούν ένα ενιαίο κοινωνικοτεχνικό πλαίσιο, όπου η υπολογιστική λειτουργεί ως συνεχές υπόβαθρο της καθημερινής εμπειρίας.

Το θεωρητικό πλαίσιο των ΣΔΥ και του IoT θεμελιώνεται σε τέσσερις κεντρικές αρχές, οι οποίες συνιστούν τη συστημική και εννοιολογική βάση της διάχυτης υπολογιστικής.

1. Πανταχού παρουσία (Ubiquity).

Η τεχνολογία καθίσταται αόρατα ενσωματωμένη στο περιβάλλον, λειτουργώντας ως συνεχές υπόβαθρο της καθημερινής ζωής, σύμφωνα με το όραμα του ubiquitous computing (Weiser, 1991). Η αρχή αυτή επαναπροσδιορίζει τη σχέση ανθρώπου–τεχνολογίας ως συνεχή και μη διακριτή.

2. Διασυνδεσιμότητα.

Τα συστήματα διαλειτουργούν μέσω αισθητήρων, ασύρματων δικτύων και πολυεπίπεδων αρχιτεκτονικών IoT, συγκροτώντας δυναμικά οικοσυστήματα υπηρεσιών (Atzori et al., 2010; Gubbi et al., 2013). Η σύγχρονη ενοποίηση cloud και edge computing ενισχύει τη διανεμημένη επεξεργασία και τη χαμηλή καθυστέρηση (W. Rafique et al., 2020).

3. Αυτοματοποίηση και ευφυΐα.

Η λήψη αποφάσεων υποστηρίζεται από μηχανισμούς μηχανικής μάθησης και context-aware υποδομές, επιτρέποντας προσαρμοστικές και αυτοματοποιημένες λειτουργίες (Perera et al., 2013; Ud Din et al., 2018). Τα IoT οικοσυστήματα εξελίσσονται σε περιβάλλοντα όπου η επεξεργασία δεδομένων πραγματοποιείται σε πραγματικό χρόνο, ενισχύοντας την επιχειρησιακή και κοινωνική τους επίδραση.

4. Αδιάλειπτη ανθρώπινη–τεχνολογική αλληλεπίδραση.

Η τεχνολογία δεν αποτελεί πλέον εξωτερικό εργαλείο αλλά «συνεκτεταμένο» στοιχείο της ανθρώπινης εμπειρίας, προσαρμοζόμενο δυναμικά στις ανάγκες και στο πλαίσιο χρήσης (Rogers, 2020).

Οι αρχές αυτές μετασχηματίζουν όχι μόνο τον τρόπο λειτουργίας συσκευών και δικτύων, αλλά και ευρύτερες κοινωνικές δομές: τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων, τη διοίκηση

οργανισμών, τις υποδομές έξυπνων πόλεων και τις μορφές επικοινωνίας (Ud Din et al., 2018). Στο πλαίσιο αυτό, η συνεχής ροή δεδομένων συγκροτεί «datafied environments», όπου η πληροφορία λειτουργεί ως νέο υπόβαθρο κοινωνικής και πολιτικής οργάνωσης (Couldry & Mejias, 2020).

Η κατανόηση του θεωρητικού υποβάθρου αποκτά ιδιαίτερη σημασία όταν εξετάζονται οι ηθικές και συμπεριληπτικές διαστάσεις των ΣΔΥ και του IoT. Η αορατότητα των διεργασιών και η ενσωματωμένη επιτήρηση (ambient surveillance) εγείρουν ζητήματα ιδιωτικότητας και ελέγχου (Crawford, 2022). Παράλληλα, η μετατόπιση της ισχύος προς αλγοριθμικά συστήματα μπορεί να αναπαράγει κοινωνικές ανισότητες ή να εδραιώσει νέες μορφές διακριτικής μεταχείρισης (Longworth, 2021).

Υπό αυτή την έννοια, η θεωρητική θεμελίωση των ΣΔΥ και του IoT δεν αποτελεί μόνο τεχνική ανάλυση αρχιτεκτονικών και πρωτοκόλλων, αλλά αναγκαία προϋπόθεση για την ανάπτυξη πλαισίων υπεύθυνης, δημοκρατικής και συμπεριληπτικής τεχνολογικής καινοτομίας.

2.2 Αρχές και χαρακτηριστικά των Συστημάτων Διάχυτου και Κινητού Υπολογισμού

Τα ΣΔΥ συγκροτούν ένα τεχνολογικό παράδειγμα που υπερβαίνει το παραδοσιακό μοντέλο υπολογιστικής αλληλεπίδρασης, το οποίο βασιζόταν στη συνειδητή και άμεση εμπλοκή του χρήστη με τις συσκευές. Στο πλαίσιο των ΣΔΥ, ο υπολογισμός διαχέεται στο περιβάλλον, καθίσταται αόρατος, πανταχού παρών και προσαρμόζεται δυναμικά στο συγκεκριμένο χρήστη, υλοποιώντας την αρχική σύλληψη του Weiser (1991) για έναν «ήρεμο», διακριτικό και φυσικά ενσωματωμένο υπολογισμό. Η διεύρυνση αυτής της έννοιας τα τελευταία χρόνια οφείλεται στη σύγκλιση τεχνολογιών όπως οι αισθητήρες περιβάλλοντος, τα κινητά συστήματα, τα δίκτυα επόμενης γενιάς, η υπολογιστική αιχμής (edge computing) και η τεχνητή νοημοσύνη σε πραγματικό χρόνο (Kharumnuid et al., 2024)

Η λειτουργία των ΣΔΥ θεμελιώνεται στην αρχή της πανταχού παρουσίας (ubiquity), σύμφωνα με την οποία οι υπολογιστικοί πόροι ενσωματώνονται σε αντικείμενα καθημερινής χρήσης και σε φυσικούς χώρους, καθιστώντας την τεχνολογία μέρος του βιωμένου περιβάλλοντος. Η πανταχού παρουσία δεν αφορά μόνο την προσβασιμότητα, αλλά και την αίσθηση ότι ο υπολογισμός είναι «διαχυμένος» τόσο ομαλά μέσα στην καθημερινή ζωή ώστε παύει να γίνεται αντιληπτός ως ξεχωριστή δραστηριότητα (Perera et

al., 2013). Στο ίδιο πλαίσιο, η διασυνδεσιμότητα αποτελεί κρίσιμο χαρακτηριστικό: συσκευές, αισθητήρες και υπηρεσίες ανταλλάσσουν πληροφορίες μέσω ετερογενών δικτύων, επιτρέποντας την οργάνωση περίπλοκων ροών δεδομένων που διαμορφώνουν δυναμικά την εμπειρία του χρήστη (Gubbi et al., 2013).

Ένα από τα πιο ουσιαστικά χαρακτηριστικά των ΣΔΥ είναι το context awareness, δηλαδή η ικανότητα των συστημάτων να αναγνωρίζουν, να ερμηνεύουν και να αξιοποιούν στοιχεία του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκονται (Dey, 2001). Η γνώση πλαισίου περιλαμβάνει πληροφορίες όπως η τοποθεσία, ο χρόνος, η δραστηριότητα, τα βιομετρικά σήματα, οι χωρικές συνθήκες και οι προτιμήσεις χρήστη, επιτρέποντας την παροχή εξατομικευμένων και δυναμικά προσαρμοζόμενων υπηρεσιών (Bettini et al., 2010; Perera et al., 2013).

Η ικανότητα αυτή ενισχύεται από την ενσωμάτωση τεχνητής νοημοσύνης σε καταναμημένες αρχιτεκτονικές, ιδίως στο επίπεδο του edge computing, όπου η ανάλυση δεδομένων πραγματοποιείται κοντά στην πηγή τους. Η προσέγγιση αυτή μειώνει την καθυστέρηση (latency), ενισχύει την αυτονομία και βελτιώνει την ενεργειακή αποδοτικότητα των εφαρμογών (Satyanarayanan, 2017b; Shi et al., 2016).

Τα ΣΔΥ χαρακτηρίζονται επίσης από αυτοματοποίηση και ευφυΐα, οι οποίες εκδηλώνονται μέσω προσαρμοστικών λειτουργιών όπως η αυτόματη ενεργοποίηση υπηρεσιών, η υποστήριξη λήψης αποφάσεων, η πρόβλεψη συμπεριφορών και η διαχείριση σύνθετων διεργασιών χωρίς άμεση ανθρώπινη παρέμβαση (Ud Din et al., 2018). Η αυξημένη αυτονομία των συστημάτων αυτών αναδιαμορφώνει τη σχέση ανθρώπου–τεχνολογίας, καθώς οι χρήστες αλληλεπιδρούν με αλγοριθμικά περιβάλλοντα που ενεργούν ή παρεμβαίνουν βάσει υπολογιστικών προτεραιοτήτων οι οποίες δεν είναι πάντοτε διαφανείς (Gillespie, 2013; Kitchin, 2017a).

Επιπλέον, τα ΣΔΥ χαρακτηρίζονται από έντονη κινητικότητα. Οι υπολογιστικές υπηρεσίες δεν περιορίζονται σε σταθερές υποδομές αλλά «ακολουθούν» τους χρήστες σε διαφορετικά περιβάλλοντα, διαμορφώνοντας μια ρευστή και συνεχώς μεταβαλλόμενη εμπειρία (Satyanarayanan, 2001). Οι κινητές συσκευές λειτουργούν τόσο ως διεπαφές όσο και ως κόμβοι συλλογής δεδομένων και φορητοί αισθητήρες, ενταγμένοι σε ευρύτερα IoT οικοσυστήματα (Gubbi et al., 2013). Η κινητικότητα και η προσαρμοστικότητα αποτελούν κρίσιμες παραμέτρους για εφαρμογές όπως η έξυπνη υγεία, η υποβοηθούμενη διαβίωση και η έξυπνη μετακίνηση.

Ωστόσο, τα χαρακτηριστικά αυτά εισάγουν νέα επίπεδα πολυπλοκότητας και αδιαφάνειας. Η αδιάλειπτη λειτουργία, η αυτόματη συλλογή δεδομένων και η διασύνδεση πολλαπλών συστημάτων καθιστούν δυσχερή τον έλεγχο, τη διαφάνεια και τη λογοδοσία (Crawford, 2021). Οι ψηφιακές υποδομές λειτουργούν συχνά ως «υποδομές ισχύος», ενσωματώνοντας κανόνες και ιεραρχίες που διαμορφώνουν δυνατότητες δράσης και κοινωνικές πρακτικές (Couldry & Mejias, 2020).

Συνολικά, τα ΣΔΥ συγκροτούν ένα νέο κοινωνικοτεχνικό περιβάλλον, όπου οι έννοιες της ιδιωτικότητας, της αυτονομίας και της λήψης αποφάσεων μετασχηματίζονται υπό το πρίσμα της αλγοριθμικής διαμεσολάβησης (Benjamin, 2019). Η κατανόηση των χαρακτηριστικών αυτών είναι κρίσιμη για την ανάλυση των ηθικών και συμπεριληπτικών διαστάσεων που ακολουθούν, καθώς τα ΣΔΥ δεν αποτελούν απλώς τεχνικά συστήματα αλλά θεμελιώδεις κοινωνικές υποδομές.

2.3 Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT): έννοιες, δομές και εφαρμογές

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things – IoT) αποτελεί ένα από τα πιο καθοριστικά τεχνολογικά οικοσυστήματα της σύγχρονης ψηφιακής εποχής. Στον πυρήνα του βρίσκεται η διασύνδεση αισθητήρων, συσκευών, συστημάτων και υπηρεσιών που συλλέγουν, ανταλλάσσουν και επεξεργάζονται δεδομένα με ελάχιστη ή καθόλου ανθρώπινη παρέμβαση (Atzori et al., 2010; Gubbi et al., 2013). Το IoT δεν περιορίζεται στη δικτύωση «έξυπνων» συσκευών, αλλά συγκροτεί ένα ενιαίο πληροφοριακό περιβάλλον, όπου ο φυσικός κόσμος ενσωματώνεται σε ψηφιακές διεργασίες μέσω αισθητήρων, ελεγκτών και κατακευματισμένων υποδομών cloud και edge (Al-Fuqaha et al., 2015; Shi et al., 2016).

Καθοριστικό στοιχείο του IoT είναι ο τρόπος με τον οποίο μετατρέπει το περιβάλλον σε ένα σύστημα συνεχούς δεδομενοποίησης (datafication): κάθε φυσική διεργασία μπορεί να μετρηθεί, να αναλυθεί και να ενσωματωθεί σε αλγοριθμικές λειτουργίες (Kitchin, 2014). Αυτή η εξέλιξη καθιστά το IoT όχι μόνο τεχνική αρχιτεκτονική αλλά και κοινωνική υποδομή, καθώς οι πρακτικές συλλογής, επεξεργασίας και διαμοιρασμού δεδομένων επηρεάζουν άμεσα την καθημερινή ζωή, τη λήψη αποφάσεων και τις σχέσεις ισχύος (Couldry & Mejias, 2019). Η συνεχής ροή δεδομένων πραγματικού χρόνου καθιστά δυνατή την ανάπτυξη εφαρμογών υψηλής αυτοματοποίησης, όπως η προληπτική συντήρηση (predictive maintenance), η παρακολούθηση υγείας (remote health monitoring), η διαχείριση πόλεων και υποδομών, και οι ευφυείς μεταφορές (Gubbi et al., 2013).

Οι αρχιτεκτονικές του IoT περιλαμβάνουν συνήθως τρία αλληλοεξαρτώμενα επίπεδα:

- (α) το επίπεδο αισθητήρων και συσκευών (perception layer), όπου πραγματοποιείται η συλλογή δεδομένων·
- (β) το επίπεδο δικτύου (network layer), που υποστηρίζει την επικοινωνία μέσω πρωτοκόλλων όπως MQTT, CoAP και 5G/LPWAN τεχνολογιών· και
- (γ) το επίπεδο εφαρμογών και ανάλυσης (application layer), όπου η πληροφορία μετασχηματίζεται σε λειτουργική γνώση μέσω συστημάτων cloud και edge computing (Al-Fuqaha et al., 2015).

Η αυξανόμενη μετάβαση προς αρχιτεκτονικές edge–fog–cloud αποσκοπεί στη μείωση καθυστερήσεων, τη βελτίωση ενεργειακής αποδοτικότητας και την ενίσχυση της ιδιωτικότητας μέσω τοπικής επεξεργασίας (Chiang & Zhang, 2016; Shi et al., 2019).

Οι εφαρμογές του IoT είναι ευρύτατες και καλύπτουν έναν συνεχώς διευρυνόμενο φάσμα πεδίων. Στην υγεία, το IoT υποστηρίζει συστήματα τηλεϊατρικής, βιοαισθητήρες και ambient assisted living, προσφέροντας αυτοματοποίηση και συνεχή παρακολούθηση (S. M. R. Islam et al., 2015) . Στις έξυπνες πόλεις, συμβάλλει στη διαχείριση κυκλοφορίας, φωτισμού, υποδομών και περιβαλλοντικών δεδομένων, δημιουργώντας νέες μορφές αστικής διακυβέρνησης (Kitchin, 2014). Στη βιομηχανία, το Industrial IoT (IIoT) ενισχύει την ψηφιοποίηση παραγωγικών διαδικασιών και την ανάπτυξη ψηφιακών δίδυμων (Lu et al., 2020). Στην καθημερινότητα, wearables και smart home συστήματα μετασχηματίζουν τη διαχείριση προσωπικών δεδομένων και ταυτοτήτων.

Ωστόσο, η εξέλιξη του IoT συνοδεύεται από μια σειρά κρίσιμων προκλήσεων. Η μαζική συλλογή δεδομένων, η ετερογένεια των συσκευών, η αδυναμία πλήρους ελέγχου των αλγοριθμικών διεργασιών και η αδιαφάνεια των μηχανισμών διαμοιρασμού πληροφοριών δημιουργούν ζητήματα ιδιωτικότητας και ασφάλειας που δεν έχουν ακόμη αντιμετωπιστεί επαρκώς (Sicari et al., 2015; Weber, 2010). Επίσης, η αόρατη φύση των αισθητήρων και η παθητική συμμετοχή των χρηστών ενισχύουν την πιθανότητα «ambient surveillance», όπου η παρακολούθηση ενσωματώνεται στο περιβάλλον και γίνεται δύσκολα ανιχνεύσιμη (Crawford, 2021).

Την ίδια στιγμή, το IoT δύναται να αναπαράγει ή να ενισχύσει κοινωνικές ανισότητες, καθώς οι δυνατότητες πρόσβασης σε έξυπνες υποδομές, ψηφιακές υπηρεσίες και δίκτυα υψηλών ταχυτήτων δεν κατανέμονται ισότιμα (Van Dijk, 2019). Το ψηφιακό χάσμα δεν

αφορά πλέον μόνο την απλή πρόσβαση στο διαδίκτυο, αλλά επεκτείνεται στη διαφορά δεξιοτήτων, ποιότητας σύνδεσης και ικανότητας αξιοποίησης σύνθετων οικοσυστημάτων IoT.

Συνολικά, το IoT συνιστά μια τεχνολογία που αναδιαμορφώνει την ανθρώπινη εμπειρία μέσω της αδιάκοπης ενσωμάτωσης της πληροφορίας στο περιβάλλον (Floridi et al., 2018). Η κατανόηση των αρχιτεκτονικών, των λειτουργιών και των εφαρμογών του αποτελεί κρίσιμη προϋπόθεση για τη διερεύνηση των ηθικών διαστάσεων που παρουσιάζονται στα επόμενα τμήματα, αλλά και για την ανάπτυξη υπεύθυνων, διαφανών και συμπεριληπτικών οικοσυστημάτων IoT.

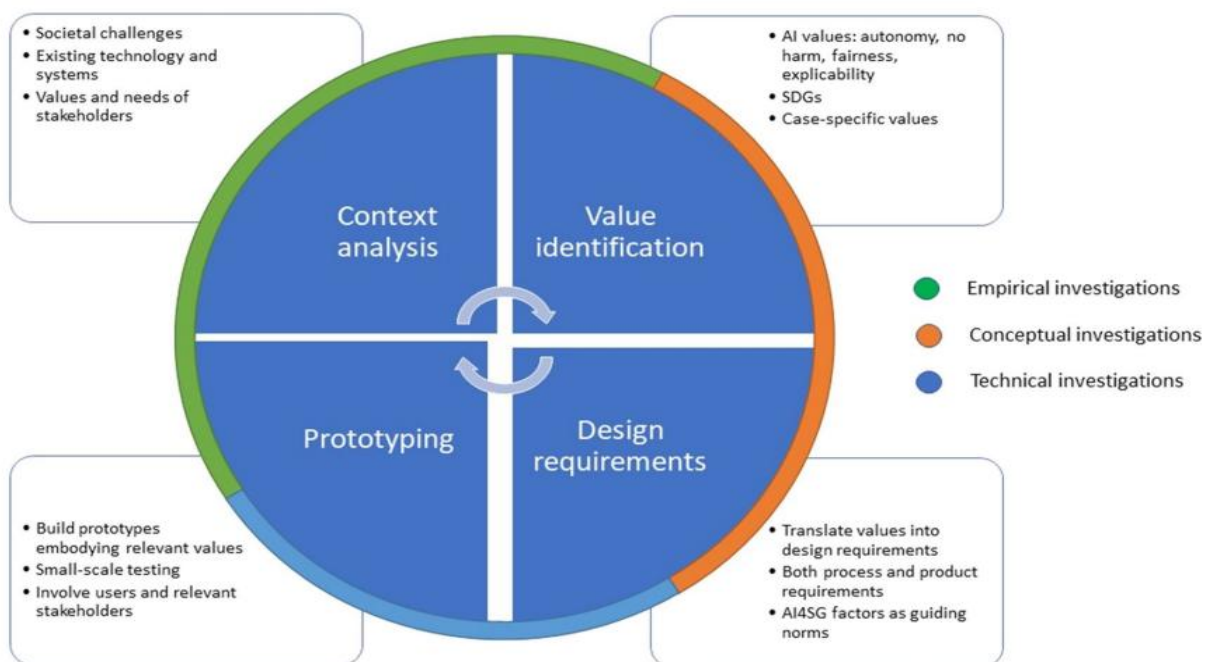
2.4 Ηθική και Τεχνολογία: θεωρίες, μοντέλα και αξιακά πλαίσια

Η μελέτη των ηθικών διαστάσεων της τεχνολογίας αποτελεί έναν δυναμικό διεπιστημονικό χώρο, ο οποίος εξετάζει πώς τεχνικές υποδομές, αλγοριθμικές διεργασίες και κοινωνικές πρακτικές συνυφαίνονται σε πλέγματα αξιών και ισχύος. Η τεχνολογία δεν αντιμετωπίζεται πλέον ως ουδέτερο εργαλείο, αλλά ως φορέας πολιτικών και κανονιστικών επιλογών, οι οποίες ενσωματώνονται ήδη από το στάδιο του σχεδιασμού (Verbeek, 2011). Σύγχρονες προσεγγίσεις της ηθικής της τεχνολογίας τονίζουν ότι οι τεχνολογικές υποδομές διαμορφώνουν κοινωνικές πρακτικές, πρότυπα συμπεριφοράς και θεσμικές δομές, γεγονός που καθιστά αναγκαία την ενσωμάτωση ηθικών αρχών στη διαδικασία ανάπτυξης τεχνολογικών συστημάτων (Floridi et al., 2018).

Value Sensitive Design (VSD)

Στον πυρήνα της συζήτησης βρίσκεται η έννοια της ενσωμάτωσης αξιών στα τεχνολογικά συστήματα. Το Value Sensitive Design (VSD), όπως αναπτύχθηκε από τη Friedman και τους συνεργάτες της, υποστηρίζει ότι οι τεχνολογίες ενσωματώνουν αξίες μέσω σχεδιαστικών επιλογών και τεχνικών διαμορφώσεων (Friedman & Hendry, 2019). Το VSD προτείνει μια τριμερή μεθοδολογία —εννοιολογική, εμπειρική και τεχνική διερεύνηση— η οποία επιτρέπει τον συστηματικό εντοπισμό, την ανάλυση και την αξιολόγηση των αξιακών επιπτώσεων ενός τεχνολογικού συστήματος. Μέσα από αυτή τη διαδικασία επιδιώκεται η

ενσωμάτωση κοινωνικών και ηθικών αξιών όπως η ιδιωτικότητα, η αυτονομία και η δικαιοσύνη ήδη από το στάδιο του σχεδιασμού των συστημάτων πληροφορικής.



Εικόνα 5: Διαδικασία σχεδιασμού με βάση τη Μεθοδολογία Σχεδιασμού Ευαίσθητου στις Αξίες (Value Sensitive Design - VSD) για τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης. (Umbrello & van de Poel, 2021)

Ethics-by-Design και Αξιόπιστη Τεχνητή Νοημοσύνη

Το πλαίσιο του Ethics-by-Design προωθεί την ενσωμάτωση ηθικών αρχών κατά τον σχεδιασμό των ψηφιακών συστημάτων, αναγνωρίζοντας ότι η ηθική δεν μπορεί να αποτελεί μεταγενέστερη διόρθωση σε ήδη αναπτυγμένες τεχνολογίες (Floridi et al., 2018). Η προσέγγιση αυτή συνδέεται στενά με τις αρχές της Αξιόπιστης Τεχνητής Νοημοσύνης (Trustworthy AI) που προωθούνται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή μέσω της Ομάδας Υψηλού Επιπέδου για την ΤΝ (High-Level Expert Group on AI, 2019). Οι αρχές αυτές περιλαμβάνουν τον σεβασμό της ανθρώπινης αυτονομίας, την πρόληψη βλάβης, τη δικαιοσύνη, τη διαφάνεια και τη λογοδοσία, ενώ επιδιώκουν τη δημιουργία συστημάτων που είναι ταυτόχρονα τεχνικά αξιόπιστα και κοινωνικά αποδεκτά.

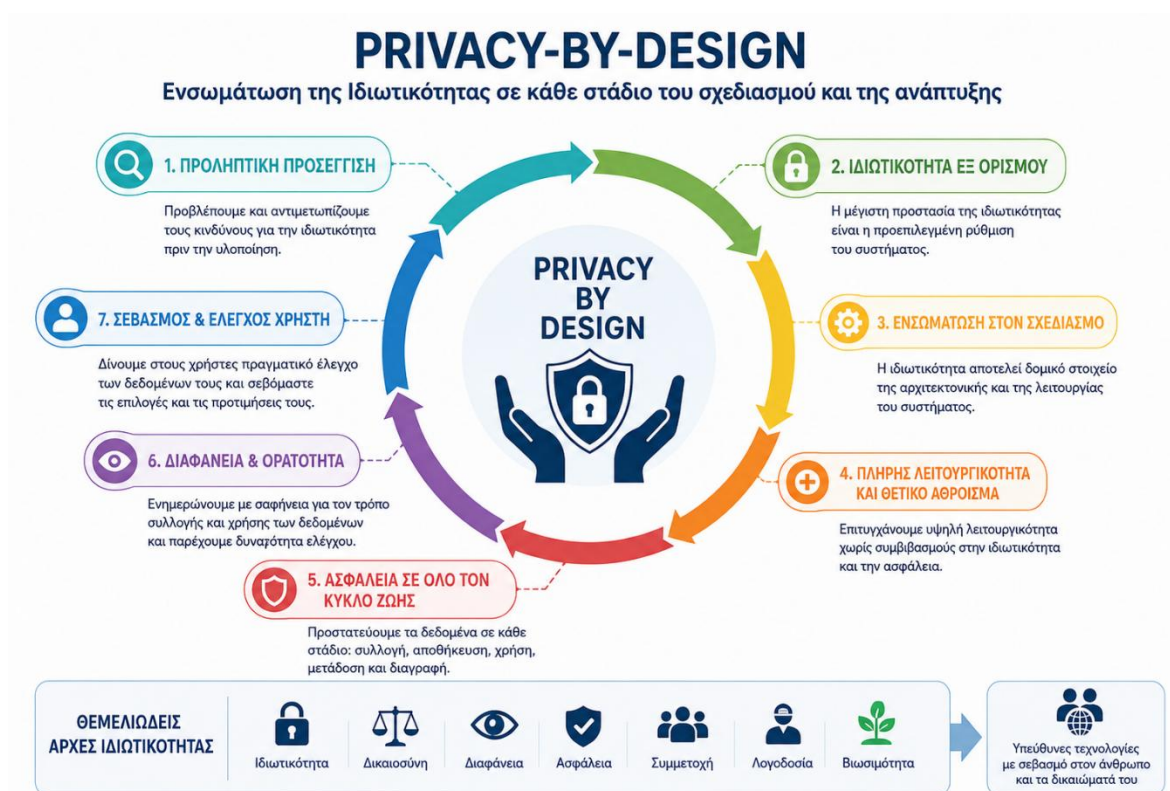


Εικόνα 6. Εννοιολογική απεικόνιση της προσέγγισης Ethics-by-Design για την ενσωμάτωση ηθικών αρχών στον κύκλο ζωής της ανάπτυξης τεχνολογικών συστημάτων σύμφωνα με Floridi et al., (2018).

Privacy-by-Design: Θεωρητικό πλαίσιο και εφαρμογή στα Συστήματα Διάχυτου Υπολογισμού και στο IoT

Η προσέγγιση Privacy-by-Design (PbD), υποστηρίζει ότι η προστασία της ιδιωτικής ζωής και των προσωπικών δεδομένων δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται ως πρόσθετος μηχανισμός ασφαλείας μετά την ολοκλήρωση ενός πληροφοριακού συστήματος. Αντίθετα, πρέπει να ενσωματώνεται στις απαιτήσεις, στην αρχιτεκτονική, στις προεπιλεγμένες ρυθμίσεις και στις διαδικασίες λειτουργίας του από τα πρώτα στάδια του κύκλου ζωής του (Cavoukian, 2011). Η παραπάνω προσέγγιση διατυπώθηκε με στόχο τη μετάβαση από μια αντιδραστική λογική, κατά την οποία οι παραβιάσεις αντιμετωπίζονται αφού συμβούν, σε ένα προληπτικό μοντέλο, στο οποίο οι κίνδυνοι ιδιωτικότητας προβλέπονται και περιορίζονται πριν από την εφαρμογή της τεχνολογίας (Cavoukian, 2011).

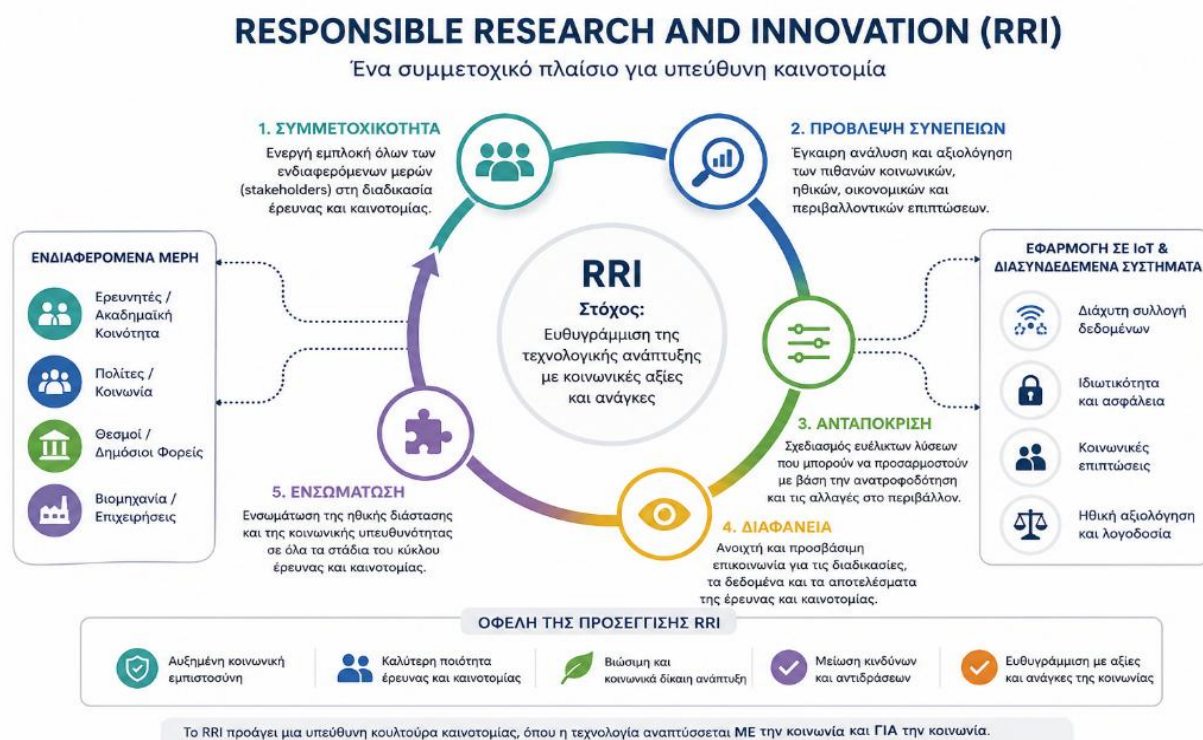
Η σημασία του Privacy-by-Design είναι ιδιαίτερα μεγάλη στα ΣΔΥ και στο IoT. Στα περιβάλλοντα αυτά, αισθητήρες, κινητές συσκευές, φορητές τεχνολογίες, κάμερες, έξυπνες οικιακές συσκευές και συστήματα τεχνητής νοημοσύνης συλλέγουν και επεξεργάζονται δεδομένα διαρκώς και συχνά χωρίς η διαδικασία να γίνεται άμεσα αντιληπτή από τον χρήστη. Ακόμη και φαινομενικά ουδέτερα δεδομένα, όπως η θερμοκρασία ενός δωματίου, η ενεργοποίηση μιας έξυπνης κλειδαριάς ή η χρονική στιγμή χρήσης μιας συσκευής, μπορούν, όταν συνδυαστούν, να αποκαλύψουν συνήθειες, μετακινήσεις, κοινωνικές σχέσεις και πρότυπα συμπεριφοράς. Η υψηλή συχνότητα και λεπτομέρεια της συλλογής αισθητηριακών δεδομένων ενισχύει την ανάγκη για σαφή σκοπό επεξεργασίας, ενημερωμένη συγκατάθεση, περιορισμό της συλλογής και ασφαλή διαχείριση σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής των δεδομένων (Hoerman, 2014).



Εικόνα 7. Οι επτά θεμελιώδεις αρχές του Privacy-by-Design και η ενσωμάτωσή τους στον κύκλο ζωής των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού και του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT). Προσαρμογή του συγγραφέα βασισμένη στους Canoukian (2011), Hoerman (2014).

Responsible Research and Innovation (RRI)

Το πλαίσιο του Responsible Research and Innovation (RRI) δίνει έμφαση στη συμμετοχικότητα, την πρόβλεψη συνεπειών και τη διαφάνεια στη διαδικασία καινοτομίας (Stilgoe et al., 2013). Η προσέγγιση αυτή προωθεί τη συνεργασία μεταξύ ερευνητών, πολιτών, θεσμών και βιομηχανίας, με στόχο την ευθυγράμμιση της τεχνολογικής ανάπτυξης με κοινωνικές αξίες και ανάγκες. Το RRI είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τεχνολογίες όπως τα συστήματα διασυνδεδεμένων συσκευών και IoT, όπου η αυτοματοποίηση και η διάχυτη συλλογή δεδομένων καθιστούν κρίσιμη την έγκαιρη ηθική αξιολόγηση των πιθανών κοινωνικών συνεπειών.



Εικόνα 8. Εννοιολογική απεικόνιση του πλαισίου Responsible Research and Innovation (RRI) βασισμένη στο πλαίσιο Responsible Research and Innovation των Stilgoe, Owen και Macnaghten (2013).

Κριτική θεωρία και δεδομενοποίηση

Η κριτική θεωρία της τεχνολογίας και οι σπουδές δεδομένων αναδεικνύουν τις δομές ισχύος που ενσωματώνονται στα ψηφιακά συστήματα. Μελέτες έχουν δείξει ότι τα αλγοριθμικά

συστήματα μπορούν να αναπαράγουν ή να ενισχύουν κοινωνικές και φυλετικές ανισότητες όταν εκπαιδεύονται σε μεροληπτικά δεδομένα (Benjamin, 2019; Crawford, 2021). Παράλληλα, η έννοια του data colonialism περιγράφει τη συστηματική εκμετάλλευση δεδομένων ως νέα μορφή οικονομικής και πολιτικής συσσώρευσης ισχύος στο ψηφιακό καπιταλιστικό σύστημα (Couldry & Mejias, 2019).

Φιλοσοφικές προσεγγίσεις: Postphenomenology και Actor–Network Theory

Η postphenomenology εξετάζει πώς οι τεχνολογίες διαμεσολαβούν την ανθρώπινη εμπειρία και μετασχηματίζουν την αντίληψη και τη δράση των χρηστών (Verbeek, 2011). Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση, οι τεχνολογίες δεν αποτελούν απλά εργαλεία, αλλά ενεργούς μεσολαβητές που διαμορφώνουν τη σχέση ανθρώπου–κόσμου.

Παράλληλα, η Actor–Network Theory (ANT) αντιλαμβάνεται τεχνολογίες, ανθρώπους και θεσμούς ως ισότιμους «δρώντες» μέσα σε δίκτυα σχέσεων που συγκροτούν κοινωνικές πραγματικότητες (Latour, 2005). Οι προσεγγίσεις αυτές είναι ιδιαίτερα χρήσιμες για την κατανόηση σύγχρονων τεχνολογικών οικοσυστημάτων όπως το IoT, όπου η δράση και η λήψη αποφάσεων κατανέμονται μεταξύ ανθρώπινων και μη ανθρώπινων παραγόντων.

2.5 Ζητήματα Ιδιωτικότητας, Ασφάλειας και Λογοδοσίας

Η ανάπτυξη των ΣΔΥ και του IoT έχει καταστήσει την ιδιωτικότητα, την ασφάλεια και τη λογοδοσία θεμελιώδεις διαστάσεις της τεχνολογικής και κοινωνικής ανάλυσης. Τα συστήματα αυτά, λόγω της εγγενούς τους φύσης —συνεχής συλλογή δεδομένων, αισθητήρες παθητικής λειτουργίας, αόρατες διεργασίες, αποκεντρωμένη επεξεργασία— δημιουργούν συνθήκες όπου οι παραδοσιακές αντιλήψεις για τον έλεγχο των πληροφοριών, τα δικαιώματα των χρηστών και την ευθύνη των φορέων υλοποίησης καθίστανται ανεπαρκείς (Sicari et al., 2015; Weber, 2010). Η διάχυση του υπολογισμού στο περιβάλλον μετατρέπει την ιδιωτικότητα από ζήτημα ατομικής επιλογής σε ζήτημα συστημικού σχεδιασμού και συλλογικής διακυβέρνησης (Zuboff, 2022).

Ένα από τα πιο κρίσιμα ζητήματα αφορά την ιδιωτικότητα σε περιβάλλοντα αδιάλειπτης παρακολούθησης (ambient surveillance). Οι αισθητήρες IoT και τα ΣΔΥ συλλέγουν δεδομένα για την τοποθεσία, την κίνηση, τις καθημερινές δραστηριότητες, τις βιομετρικές ενδείξεις και τα κοινωνικά μοτίβα, πολλές φορές χωρίς ρητή συναίνεση ή ακόμα και χωρίς επίγνωση των χρηστών (Al-Fuqaha et al., 2015; Sicari et al., 2015). Η έννοια της

«εμπλεκόμενης συναίνεσης» γίνεται δυσλειτουργική, καθώς η πολυπλοκότητα των συστημάτων καθιστά τους όρους χρήσης ανεφάρμοστους ως μέσο ουσιαστικού ελέγχου από τους πολίτες (Aho & Duffield, 2020). Η οικονομία της παρακολούθησης και η δεδομενοποίηση της καθημερινότητας οδηγούν σε αυτό που η βιβλιογραφία περιγράφει ως “surveillance capitalism”, όπου τα δεδομένα γίνονται μέσο οικονομικής αξίας και κοινωνικής επιρροής (Aho & Duffield, 2020; Zuboff, 2022).

Η ασφάλεια αποτελεί επίσης κομβικό ζήτημα, καθώς οι συσκευές IoT και τα διάχυτα συστήματα χαρακτηρίζονται από ετερογένεια, περιορισμένη υπολογιστική ισχύ και συχνά ανεπαρκείς μηχανισμούς ενημέρωσης λογισμικού. Αυτές οι αδυναμίες δημιουργούν επιφάνειες επίθεσης που μπορούν να αξιοποιηθούν για κυβερνοεπιθέσεις, παραβιάσεις δεδομένων ή χειραγώγηση δικτυακών κόμβων (Sicari et al., 2015; Weber, 2010). Η κλίμακα και η διασυνδεσιμότητα καθιστούν τις επιθέσεις ιδιαίτερα επικίνδυνες: μια ευάλωτη συσκευή μπορεί να αποτελέσει σημείο πρόσβασης σε ολόκληρα οικοσυστήματα ευαίσθητων δεδομένων (Al-Fuqaha et al., 2015). Επιπλέον, η εξάρτηση από edge υπολογιστική δημιουργεί νέους κινδύνους, καθώς η επεξεργασία δεδομένων κοντά στην πηγή απαιτεί μηχανισμούς κρυπτογράφησης, ελέγχου ακεραιότητας και επαλήθευσης που δεν έχουν ακόμη τυποποιηθεί πλήρως (Radanliev, 2025a).

Εξίσου σημαντική είναι η λογοδοσία, η οποία καθίσταται ολοένα και πιο περίπλοκη λόγω της αυτονομίας των συστημάτων, του κατακεκομένου χαρακτήρα των υποδομών και της δυσκολίας εντοπισμού της αιτιότητας. Στα ΣΔΥ και στο IoT, η ευθύνη για μια απόφαση ή για ένα σφάλμα μπορεί να κατανέμεται ανάμεσα σε πολλούς παράγοντες: προγραμματιστές, κατασκευαστές συσκευών, παρόχους cloud και edge υπηρεσιών, οργανισμούς που εφαρμόζουν τα συστήματα και τελικούς χρήστες (Saeed, 2024; Söderlund (Kasia) et al., 2024). Η έλλειψη μηχανισμών αλγοριθμικής διαφάνειας, καθώς και η χρήση μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης που δεν είναι επεξηγήσιμα, δυσχεραίνει περαιτέρω τον προσδιορισμό ευθύνης, ειδικά όταν οι αλγόριθμοι επηρεάζουν ευαίσθητους τομείς όπως η υγεία, η εκπαίδευση ή η δημόσια διοίκηση (Radanliev, 2025a; Yalcin, 2023).

Η λογοδοσία συνδέεται στενά με την ανάγκη για διαφάνεια, η οποία παραμένει περιορισμένη τόσο από τεχνικούς όσο και από εμπορικούς λόγους. Οι χρήστες συχνά δεν γνωρίζουν ποια δεδομένα συλλέγονται, πώς αποθηκεύονται, για ποιο σκοπό χρησιμοποιούνται και με ποιους διαμοιράζονται (Billiris et al., 2025). Επιπλέον, οι αλγοριθμικές αποφάσεις στα διάχυτα συστήματα λαμβάνονται με βάση πολύπλοκες και

συχνά αδιαφανείς υπολογιστικές διαδικασίες, γεγονός που δημιουργεί αυτό που αποκαλείται στη βιβλιογραφία «μαύρο κουτί» (black-box systems) (Berry, 2023).

Τα παραπάνω ζητήματα οδηγούν στην αναγκαιότητα υιοθέτησης ισχυρών θεσμικών, τεχνικών και ηθικών πλαισίων που θα διασφαλίζουν την προστασία των δικαιωμάτων και των συμφερόντων των χρηστών. Νομοθετικά εργαλεία όπως ο Γενικός Κανονισμός Προστασίας Δεδομένων (GDPR) εισάγουν αρχές όπως η ελαχιστοποίηση δεδομένων, η σκοποθεσία και η διαφάνεια, που μπορούν να λειτουργήσουν ως βάσεις για τον σχεδιασμό υπεύθυνων συστημάτων IoT. Ωστόσο, η πρακτική εφαρμογή αυτών των αρχών παραμένει ζήτημα ανοικτό, καθώς οι απαιτήσεις των διάχυτων τεχνολογιών έρχονται συχνά σε ένταση με τους νομικούς περιορισμούς και την ανάγκη για λειτουργική αποδοτικότητα (Goodman, 2023).

Συνολικά, η ιδιωτικότητα, η ασφάλεια και η λογοδοσία στα ΣΔΥ και στο IoT συνιστούν αλληλένδετες και πολυδιάστατες προκλήσεις, οι οποίες δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν αποσπασματικά. Η φύση των συστημάτων αυτών απαιτεί μία ολιστική προσέγγιση που ενσωματώνει τεχνικές, νομικές, κοινωνικές και ηθικές παραμέτρους (Stahl et al., 2023). Η αναγνώριση αυτών των ζητημάτων είναι κρίσιμη για την ανάπτυξη συμπεριληπτικών και υπεύθυνων τεχνολογιών, καθώς και για τον σχεδιασμό αντίστοιχων πολιτικών και εκπαιδευτικών παρεμβάσεων.

2.6 Ψηφιακή Συμπερίληψη και Κοινωνική Δικαιοσύνη στην Τεχνολογία

Η ψηφιακή συμπερίληψη και η κοινωνική δικαιοσύνη αποτελούν θεμελιώδεις παράγοντες προκειμένου να διερευνηθεί ο τρόπος με τον οποίο οι τεχνολογίες ΣΔΥ και IoT επηρεάζουν τις σύγχρονες κοινωνίες. Σε ένα περιβάλλον όπου η πρόσβαση, η χρήση και η δυνατότητα αξιοποίησης των ψηφιακών τεχνολογιών συνδέονται άμεσα με την οικονομική, κοινωνική και μορφωτική κατάσταση των πολιτών, οι διάχυτες τεχνολογίες ενδέχεται είτε να συμβάλουν στη μείωση των ανισοτήτων είτε να τις οξύνουν (Ajuzieogu, 2025; Van Dijk, 2019). Η ψηφιακή συμπερίληψη δεν αφορά μόνο την πρόσβαση σε υποδομές, αλλά περιλαμβάνει την ικανότητα ουσιαστικής συμμετοχής σε δεδομενοκεντρικά και αλγοριθμικά συστήματα που επηρεάζουν τη δημοκρατία και τα δικαιώματα των πολιτών (Ajuzieogu, 2025; Peña-García et al., 2026). Ένας από τους βασικούς άξονες της διεθνούς βιβλιογραφίας είναι η θεωρία των πολλαπλών ψηφιακών ανισοτήτων (multiple digital

divides) (Sin et al., 2021; Van Dijk, 2019). Οι ανισότητες αυτές δεν περιορίζονται στην πρόσβαση σε υποδομές ή συνδεσιμότητα, αλλά εκτείνονται σε επίπεδα όπως:

- οι διαφορετικές δεξιότητες χρήσης,
- η δυνατότητα κατανόησης και ελέγχου των τεχνολογιών,
- η ικανότητα αξιοποίησης των δεδομένων,
- η συμμετοχή στη λήψη τεχνολογικών αποφάσεων,
- και η εκπροσώπηση διαφορετικών κοινωνικών ομάδων στα συστήματα που συλλέγουν και επεξεργάζονται δεδομένα (Sin et al., 2021; Van Dijk, 2019).

Στο πλαίσιο των ΣΔΥ και του IoT, οι ψηφιακές ανισότητες αποκτούν νέες μορφές. Η συνεχής και παθητική συλλογή δεδομένων μέσω αισθητήρων ενδέχεται να αποκλείσει όσους δεν διαθέτουν την τεχνική ή κοινωνική ικανότητα να κατανοήσουν, να ελέγξουν ή να περιορίσουν τις ροές δεδομένων που τους αφορούν (Williams & Hubertz, 2025a). Επιπλέον, οι ευπαθείς κοινωνικές ομάδες —όπως ηλικιωμένοι, άτομα με αναπηρία, μετανάστες, κάτοικοι αγροτικών περιοχών και άτομα χαμηλής εκπαίδευσης— βρίσκονται αντιμέτωπες με τεχνολογίες που συχνά δεν σχεδιάζονται λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες τους (Wang et al., 2025). Η απουσία αυτών των ομάδων από τα datasets και τα συμμετοχικά μοντέλα σχεδιασμού οδηγεί σε τεχνολογίες που αναπαράγουν υφιστάμενες κοινωνικές ανισότητες (Alvarez et al., 2024).

Η κοινωνική δικαιοσύνη στον ψηφιακό χώρο συνδέεται με θεωρητικά πλαίσια όπως η distributive justice, η οποία αφορά τη δίκαιη κατανομή πόρων και ευκαιριών, και η recognition justice, που αφορά την αναγνώριση και σεβασμό της ταυτότητας και των ιδιαίτερων αναγκών κοινωνικών ομάδων (Eubanks, 2022; Van Dijk, 2019). Η τρίτη διάσταση, η participatory justice, αναφέρεται στην ισότιμη συμμετοχή στη λήψη αποφάσεων —μία διάσταση κρίσιμη για το σχεδιασμό τεχνολογιών ΣΔΥ και IoT (Pang et al., 2024). Η έλλειψη συμμετοχικών διαδικασιών οδηγεί σε τεχνολογικά οικοσυστήματα που αντικατοπτρίζουν προτεραιότητες κυρίως των εμπορικών φορέων ή των τεχνολογικών ελίτ, αφήνοντας εκτός όσους δεν έχουν θεσμική ή οικονομική ισχύ (Williams & Hubertz, 2025b).

Η συζήτηση για τη συμπερίληψη συνδέεται επίσης με τη σύγχρονη κριτική των αλγοριθμικών προκαταλήψεων. Οι αλγόριθμοι και τα συστήματα μηχανικής μάθησης αναπαράγουν κοινωνικά στερεότυπα, καθώς εκπαιδεύονται σε μεροληπτικά δεδομένα που

αντανακλούν ιστορικές ανισότητες (Benjamin, 2019; Fazelpour & Danks, 2021; Noble, 2018). Στα ΣΔΥ και το IoT, όπου η αυτοματοποίηση συμβαίνει σε πραγματικό χρόνο και σε μαζική κλίμακα, η αλγοριθμική μεροληψία μπορεί να οδηγήσει σε άνιση μεταχείριση και διακριτικές πρακτικές σε τομείς όπως η υγεία, η εκπαίδευση ή η αστυνόμευση (Foley & Melese, 2025).

Μια ιδιαίτερα σημαντική διάσταση της ψηφιακής συμπερίληψης αφορά την προσβασιμότητα (accessibility). Παρότι οι διεθνείς προδιαγραφές, όπως το WCAG 2.1, παρέχουν κατευθυντήριες γραμμές, οι εφαρμογές IoT και τα περιβάλλοντα διάχυτου υπολογισμού συχνά δεν συμμορφώνονται, λόγω της πολυπλοκότητας και της αλληλεξάρτησης των συσκευών (Wang et al., 2025). Οι χρήστες με αναπηρίες αντιμετωπίζουν εμπόδια τόσο στην τεχνική πρόσβαση όσο και στον έλεγχο των δεδομένων τους, γεγονός που αποκαλύπτει την ανάγκη για πιο εντατική εφαρμογή των αρχών του universal design (Rahman & Rashed, 2021).

Επιπλέον, η έννοια της ψηφιακής χειραφέτησης (digital empowerment) αναδεικνύεται ως κρίσιμη. Η χειραφέτηση δεν περιορίζεται στη δυνατότητα χρήσης των τεχνολογιών, αλλά επεκτείνεται στη δυνατότητα των πολιτών να συμμετέχουν ενεργά στη διαμόρφωση των συστημάτων που επηρεάζουν τη ζωή τους (Fazelpour & Danks, 2021; Van Dijk, 2019). Τα ΣΔΥ και το IoT, λόγω της αορατότητάς τους και του αυτοματοποιημένου χαρακτήρα τους, συχνά λειτουργούν «πίσω από την πλάτη» των χρηστών —ένα φαινόμενο που απαιτεί αυξημένη διαφάνεια και παιδαγωγικές παρεμβάσεις για την ενίσχυση της τεχνολογικής κριτικής σκέψης (Longworth, 2021).

Συνολικά, η ψηφιακή συμπερίληψη και η κοινωνική δικαιοσύνη στην τεχνολογία αποτελούν ουσιαστικές προϋποθέσεις για την ανάπτυξη ηθικών και δημοκρατικών ψηφιακών οικοσυστημάτων. Η μελέτη τους στο πλαίσιο των ΣΔΥ και του IoT επιτρέπει την κατανόηση των μηχανισμών που οδηγούν σε κοινωνικές ανισότητες, αλλά και την ανάπτυξη πολιτικών, διδακτικών πρακτικών και τεχνολογικών λύσεων που προάγουν την ισότητα και την ανθρώπινη ευημερία (Foley & Melese, 2025; Williams & Hubertz, 2025b).

2.7 Επαγγελματική Σταδιοδρομία και Συμπερίληψη στα ΣΔΥ και στο IoT.

Η συνεχής εξέλιξη των ΣΔΥ και IoT, αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες του σύγχρονου ψηφιακού μετασχηματισμού. Οι τεχνολογίες αυτές έχουν μεταβάλει

ουσιαστικά τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι αλληλεπιδρούν με το ψηφιακό περιβάλλον, καθώς υπολογιστικές δυνατότητες ενσωματώνονται πλέον σε καθημερινά αντικείμενα, έξυπνες συσκευές, οχήματα, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, νοσοκομεία, δημόσιες υπηρεσίες και αστικά περιβάλλοντα. Η συνεχής συλλογή, ανταλλαγή και επεξεργασία δεδομένων μέσω αισθητήρων και διασυνδεδεμένων συστημάτων δημιουργεί νέα επιχειρηματικά μοντέλα, νέες υπηρεσίες και καινοτόμες μορφές εργασίας, οι οποίες βασίζονται στην αξιοποίηση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο (Atzori et al., 2010; Weiser, 1991).

Η εξάπλωση των τεχνολογιών αυτών οδηγεί στη δημιουργία νέων επαγγελματικών ειδικοτήτων, όπως μηχανικοί IoT, αρχιτέκτονες υπολογιστικού νέφους, αναλυτές μεγάλων δεδομένων, ειδικοί κυβερνοασφάλειας, μηχανικοί τεχνητής νοημοσύνης, σχεδιαστές έξυπνων συστημάτων, ειδικοί ψηφιακού μετασχηματισμού και επιστήμονες δεδομένων. Παράλληλα, μετασχηματίζονται παραδοσιακά επαγγέλματα στους τομείς της υγείας, της βιομηχανίας, της εκπαίδευσης, της γεωργίας, των μεταφορών και της δημόσιας διοίκησης, όπου οι εργαζόμενοι καλούνται να αξιοποιούν ολοένα και περισσότερο ευφυή πληροφοριακά συστήματα και εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης. Ωστόσο, η τεχνολογική πρόοδος δεν δημιουργεί μόνο νέες ευκαιρίες απασχόλησης αλλά και νέες μορφές κοινωνικών και επαγγελματικών ανισοτήτων.

Η έννοια του ψηφιακού χάσματος έχει εξελιχθεί σημαντικά τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Ενώ αρχικά αναφερόταν κυρίως στη δυνατότητα πρόσβασης σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές και στο διαδίκτυο, σήμερα περιλαμβάνει ένα πολύ ευρύτερο σύνολο παραγόντων που σχετίζονται με τις ψηφιακές δεξιότητες, την ποιότητα της πρόσβασης, την ικανότητα αξιοποίησης των τεχνολογιών, τη συμμετοχή στην παραγωγή ψηφιακού περιεχομένου και τα κοινωνικά ή οικονομικά οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση τους (van Dijk, 2020). Όπως επισημαίνει ο Lutz (2019), οι σύγχρονες ψηφιακές ανισότητες αφορούν όχι μόνο την πρόσβαση στις τεχνολογικές υποδομές αλλά και την άνιση κατανομή γνώσεων, δεξιοτήτων και ευκαιριών που επιτρέπουν την ουσιαστική συμμετοχή στην ψηφιακή οικονομία.

Στο περιβάλλον των ΣΔΥ και του IoT, οι ψηφιακές δεξιότητες αποκτούν ακόμη μεγαλύτερη σημασία. Η αποτελεσματική αξιοποίηση των έξυπνων τεχνολογιών προϋποθέτει γνώσεις προγραμματισμού, ανάλυσης δεδομένων, κυβερνοασφάλειας, τεχνητής νοημοσύνης, διαχείρισης δικτύων και κατανόησης των βασικών αρχών προστασίας προσωπικών δεδομένων. Η έλλειψη τέτοιων δεξιοτήτων μπορεί να περιορίσει σημαντικά την πρόσβαση

των εργαζομένων στις νέες μορφές απασχόλησης, δημιουργώντας ένα νέο είδος κοινωνικού αποκλεισμού που συνδέεται άμεσα με την ψηφιακή οικονομία.

Ιδιαίτερη διάσταση αποκτά το ζήτημα της ισότητας των φύλων. Παρά τη σταδιακή αύξηση της συμμετοχής των γυναικών στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, οι γυναίκες εξακολουθούν να υποεκπροσωπούνται στους τομείς των STEM, ιδιαίτερα στην πληροφορική, στη μηχανική λογισμικού, στην επιστήμη δεδομένων και στην τεχνητή νοημοσύνη. Η χαμηλή αυτή συμμετοχή αντανακλάται και στην αγορά εργασίας, όπου οι γυναίκες καταλαμβάνουν μικρότερο ποσοστό θέσεων υψηλής εξειδίκευσης, ηγετικών ρόλων και ερευνητικών θέσεων. Επιπλέον, εξακολουθούν να υφίστανται διαφορές στις αμοιβές, στις δυνατότητες επαγγελματικής εξέλιξης και στην εκπροσώπηση σε ομάδες που σχεδιάζουν και αναπτύσσουν καινοτόμες τεχνολογίες (Young, Wajcman & Sprejer, 2023).

Η περιορισμένη συμμετοχή γυναικών και άλλων κοινωνικών ομάδων στις ομάδες ανάπτυξης τεχνολογικών συστημάτων έχει άμεσες συνέπειες στην ποιότητα και στη δικαιοσύνη των ίδιων των τεχνολογιών. Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης και οι εφαρμογές IoT εκπαιδεύονται σε μεγάλους όγκους δεδομένων, οι οποίοι συχνά αντανακλούν ήδη υπάρχουσες κοινωνικές προκαταλήψεις. Εάν τα δεδομένα εκπαίδευσης δεν είναι αντιπροσωπευτικά ή εάν οι ομάδες σχεδιασμού στερούνται πολυμορφίας, οι αλγόριθμοι ενδέχεται να αναπαράγουν ή ακόμη και να ενισχύσουν διακρίσεις σχετικές με το φύλο, την ηλικία, την εθνικότητα, την κοινωνικοοικονομική κατάσταση ή την αναπηρία. Η ύπαρξη αλγοριθμικής μεροληψίας (algorithmic bias) αποτελεί πλέον μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις της σύγχρονης τεχνητής νοημοσύνης, καθώς επηρεάζει αποφάσεις που αφορούν προσλήψεις, αξιολόγηση προσωπικού, τραπεζικές υπηρεσίες, υγειονομική περίθαλψη και δημόσιες πολιτικές.

Παράλληλα, η ευρεία υιοθέτηση τεχνολογιών IoT στους χώρους εργασίας δημιουργεί νέες δυνατότητες αλλά και νέες προκλήσεις. Οι έξυπνοι αισθητήρες, οι φορητές συσκευές, τα αυτόνομα συστήματα παραγωγής και οι πλατφόρμες παρακολούθησης επιτρέπουν τη συνεχή συλλογή πληροφοριών σχετικά με την απόδοση, την ασφάλεια και τη λειτουργία των εργαζομένων. Αν και οι εφαρμογές αυτές μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση της παραγωγικότητας και της ασφάλειας, εγείρουν παράλληλα σοβαρά ζητήματα προστασίας προσωπικών δεδομένων, ιδιωτικότητας, διαφάνειας και λογοδοσίας. Η συνεχής επιτήρηση του εργασιακού περιβάλλοντος ενδέχεται να επηρεάσει αρνητικά την αυτονομία των

εργαζομένων και να δημιουργήσει νέα ηθικά διλήμματα σχετικά με τη χρήση των προσωπικών δεδομένων.

Οι επιπτώσεις της τεχνητής νοημοσύνης στην αγορά εργασίας δεν κατανέμονται ομοιόμορφα μεταξύ των κοινωνικών ομάδων. Σύμφωνα με πρόσφατες αναλύσεις του ΟΟΣΑ, αρκετά επαγγέλματα με υψηλή συμμετοχή γυναικών παρουσιάζουν μεγαλύτερη έκθεση στην αυτοματοποίηση μέσω εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης. Ταυτόχρονα, οι γυναίκες αξιοποιούν σε μικρότερο βαθμό προηγμένα εργαλεία παραγωγικής τεχνητής νοημοσύνης, γεγονός που ενδέχεται να διευρύνει το ήδη υπάρχον έμφυλο ψηφιακό χάσμα. Αντίστοιχες ανισότητες παρατηρούνται και μεταξύ διαφορετικών ηλικιακών ομάδων, καθώς οι μεγαλύτεροι σε ηλικία εργαζόμενοι εμφανίζουν συχνότερα δυσκολίες στην απόκτηση νέων ψηφιακών δεξιοτήτων, ενώ οι νεότεροι προσαρμόζονται ευκολότερα στις τεχνολογικές αλλαγές.

Εκτός από το φύλο και την ηλικία, σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν και κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες. Άτομα με αναπηρία, μετανάστες, πρόσφυγες, άτομα χαμηλού εισοδήματος και κάτοικοι απομακρυσμένων ή αγροτικών περιοχών αντιμετωπίζουν συχνά περιορισμένη πρόσβαση σε ψηφιακές υποδομές, ποιοτική εκπαίδευση και εξειδικευμένα προγράμματα κατάρτισης. Ως αποτέλεσμα, δυσκολεύονται να συμμετάσχουν ισότιμα στις νέες μορφές απασχόλησης που δημιουργεί η ψηφιακή οικονομία και κινδυνεύουν να αποκλειστούν από τα οφέλη του ψηφιακού μετασχηματισμού.

Η αντιμετώπιση των παραπάνω προκλήσεων προϋποθέτει την υιοθέτηση ολοκληρωμένων πολιτικών ψηφιακής συμπερίληψης. Η Ευρωπαϊκή Ένωση, μέσω του Προγράμματος Ψηφιακής Δεκαετίας 2030 (Digital Decade), θέτει ως βασικό στόχο την ενίσχυση των βασικών και προηγμένων ψηφιακών δεξιοτήτων του πληθυσμού, τη μείωση των κοινωνικών ανισοτήτων και την αύξηση της συμμετοχής των γυναικών στους τομείς των ΤΠΕ. Παράλληλα, οργανισμοί όπως ο ΟΟΣΑ και η UNESCO υπογραμμίζουν ότι η ανάπτυξη ανθρώπινου κεφαλαίου αποτελεί βασική προϋπόθεση για τη βιώσιμη αξιοποίηση των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης και του IoT.

Σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν επίσης οι αρχές της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας (Responsible Research and Innovation – RRI), του ανθρωποκεντρικού σχεδιασμού (Human-Centred Design) και του Value Sensitive Design. Οι προσεγγίσεις αυτές επιδιώκουν την

ενσωμάτωση κοινωνικών, ηθικών και νομικών παραμέτρων ήδη από τα πρώτα στάδια σχεδιασμού των τεχνολογικών συστημάτων, διασφαλίζοντας ότι οι τεχνολογίες αναπτύσσονται με σεβασμό στη διαφορετικότητα, την προσβασιμότητα, τη διαφάνεια, τη λογοδοσία και την προστασία των θεμελιωδών δικαιωμάτων.

Συμπερασματικά, η επαγγελματική σταδιοδρομία στην εποχή των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού και του Διαδικτύου των Πραγμάτων εξαρτάται ολοένα και περισσότερο από την ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων, την ικανότητα διαρκούς προσαρμογής στις τεχνολογικές εξελίξεις και την πρόσβαση σε ποιοτικές ευκαιρίες εκπαίδευσης. Η τεχνολογική πρόοδος μπορεί να αποτελέσει ισχυρό μοχλό οικονομικής ανάπτυξης και κοινωνικής ευημερίας μόνο όταν συνοδεύεται από πολιτικές που προωθούν την ισότητα, τη συμπερίληψη, τη δια βίου μάθηση και τη δίκαιη πρόσβαση όλων των πολιτών στις ευκαιρίες που δημιουργεί η ψηφιακή εποχή.

2.8 Εκπαίδευση, Ηθική και Τεχνολογική Ευθύνη

Η εκπαίδευση αποτελεί κεντρικό πεδίο για την ανάπτυξη της ηθικής και της τεχνολογικής ευθύνης, ιδιαίτερα σε ένα περιβάλλον όπου οι τεχνολογίες Διάχυτου Υπολογισμού και το Internet of Things (IoT) ενσωματώνονται όλο και περισσότερο στην καθημερινή ζωή, στις δημόσιες υπηρεσίες και στις επαγγελματικές πρακτικές. Καθώς οι αλγοριθμικές υποδομές αποκτούν ρόλο λήψης αποφάσεων, διαχείρισης ροών πληροφορίας και παραγωγής γνώσης, η εκπαίδευση καλείται να αναπτύξει πολίτες και επαγγελματίες που κατανοούν τις κοινωνικές επιπτώσεις των τεχνολογιών και μπορούν να συμμετέχουν ενεργά στον δημοκρατικό έλεγχο και στον υπεύθυνο σχεδιασμό τους (Selwyn, 2020; Williamson, 2017).

Η σχέση ανάμεσα στην εκπαίδευση και την ηθική διάσταση της τεχνολογίας διαμορφώνεται από δύο βασικούς άξονες. Ο πρώτος αφορά την ανάπτυξη κριτικού τεχνολογικού γραμματισμού (critical digital literacy). Πρόκειται για μια προσέγγιση που υπερβαίνει την τεχνική δεξιότητα χρήσης συσκευών και περιλαμβάνει την ικανότητα κατανόησης των δομών ισχύος, της λειτουργίας των αλγορίθμων, των ροών δεδομένων και των πολιτικών συνεπειών των τεχνολογικών υποδομών (Buckingham, 2006; Selwyn, 2022). Η κριτική τεχνολογική παιδεία αποτελεί βασικό εργαλείο για τη χειραφέτηση των χρηστών, επιτρέποντάς τους να αναγνωρίζουν κινδύνους, ανισότητες και πλευρές αδιαφάνειας στα συστήματα ΣΔΥ και IoT (Couldry & Mejias, 2019).

Ο δεύτερος άξονας αφορά την καλλιέργεια της ηθικής ευθύνης στον τεχνολογικό σχεδιασμό, μια διάσταση που έχει αναδειχθεί ως θεμελιώδης στην εκπαίδευση των μηχανικών, των επιστημόνων υπολογιστών και των επαγγελματιών του IoT (Brey, 2021; Floridi et al., 2018). Τα πλαίσια Responsible Research and Innovation (RRI) και Ethics-by-Design προτείνουν την ενσωμάτωση της ηθικής σκέψης στα πρώιμα στάδια σχεδιασμού, επιδιώκοντας να μετατρέψουν την ηθική από εξωτερικό έλεγχο σε εσωτερικό χαρακτηριστικό των συστημάτων (Stilgoe et al., 2013). Αυτό απαιτεί εκπαιδευτικά προγράμματα που καλλιεργούν ενσυναίσθηση, αίσθηση κοινωνικής ευθύνης και επίγνωση των επιπτώσεων των τεχνικών επιλογών.

Η ενσωμάτωση των ΣΔΥ και του IoT στην εκπαίδευση δημιουργεί νέες ευκαιρίες αλλά και σημαντικές προκλήσεις. Οι τεχνολογίες αυτές μπορούν να υποστηρίξουν προσωποποιημένη μάθηση, προσβασιμότητα, έξυπνα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα και βιωματικές εμπειρίες μάθησης (Holmes et al., 2019; Luckin, 2018). Ωστόσο, ενδέχεται να δημιουργήσουν νέες μορφές επιτήρησης, δεδομενοποίησης των μαθητών και εξάρτησης από αδιαφανείς αλγοριθμικές διεργασίες (Williamson & Eynon, 2020; Zuboff, 2019). Η εκπαιδευτική κοινότητα καλείται συνεπώς να θεσπίσει κανόνες, κατευθυντήριες γραμμές και παιδαγωγικά μοντέλα που διασφαλίζουν ότι οι τεχνολογίες αυτές θα χρησιμοποιηθούν με τρόπο ηθικά υπεύθυνο και παιδαγωγικά τεκμηριωμένο.

Μία σημαντική διάσταση της συζήτησης αφορά τον ρόλο της εκπαίδευσης στην καταπολέμηση των ψηφιακών και κοινωνικών ανισοτήτων. Οι πολίτες που δεν διαθέτουν τις δεξιότητες ή τους πόρους για να αλληλεπιδρούν ισότιμα με τα συστήματα ΣΔΥ και IoT κινδυνεύουν να αποκλειστούν από σημαντικές υπηρεσίες, ευκαιρίες μάθησης ή ακόμη και από την πλήρη συμμετοχή στη δημοκρατική ζωή (Van Dijk, 2019; Warschauer, 2003). Η εκπαίδευση μπορεί να λειτουργήσει ως μηχανισμός άμβλυνσης των ανισοτήτων μέσω προγραμμάτων που δίνουν έμφαση στη συμπερίληψη, στην προσβασιμότητα και στην ισότιμη πρόσβαση σε τεχνολογικούς πόρους.

Παράλληλα, η σύγχρονη βιβλιογραφία υπογραμμίζει τη σημασία της συμμετοχικής μάθησης και του co-design. Η συμμετοχή των τελικών χρηστών —συμπεριλαμβανομένων μαθητών, εκπαιδευτικών και κοινωνικών ομάδων— στον σχεδιασμό τεχνολογιών συμβάλλει στη δημιουργία συστημάτων που ανταποκρίνονται στις πραγματικές ανάγκες της κοινωνίας και μειώνουν τον κίνδυνο ακούσιων αποκλεισμών (Ambrosetti et al., 2025; Iniesto et al., 2022). Επιπλέον, πρόσφατες έρευνες δείχνουν ότι η συμμετοχική σχεδίαση

ενισχύει τη συμπερίληψη και τη συνεργατική μάθηση, ενώ επιτρέπει την ενσωμάτωση πολλαπλών οπτικών στον σχεδιασμό εκπαιδευτικών και ψηφιακών παρεμβάσεων (Benz et al., 2024; Kennedy et al., 2026).

Η προσέγγιση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική για τα ΣΔΥ και το IoT, καθώς συμβάλλει στον εντοπισμό πιθανών προκαταλήψεων και αποκλεισμών ήδη από τα πρώιμα στάδια ανάπτυξης των τεχνολογιών, ενισχύοντας τη διαφάνεια και τη δικαιοσύνη στον σχεδιασμό (Giacobone et al., 2024; Vargas et al., 2025). Παράλληλα, η εφαρμογή του co-design στην εκπαίδευση ενισχύει την ενεργό συμμετοχή των μαθητών και προωθεί πιο δημοκρατικά και συμπεριληπτικά μαθησιακά περιβάλλοντα (Mawasi et al., 2023; McLaughlin-Borlace et al., 2024).

Η εκπαίδευση για την ηθική της τεχνολογίας δεν περιορίζεται στα υψηλά επίπεδα της πανεπιστημιακής εκπαίδευσης. Αποτελεί μία διατμηματική και διαγενεακή πρόκληση, η οποία αφορά τους μαθητές της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, τους/τις φοιτητές/τριες τεχνολογικών σχολών, τους επαγγελματίες της βιομηχανίας, αλλά και το ευρύτερο κοινό που αλληλεπιδρά καθημερινά με διάχυτες και κινητές τεχνολογίες (Aithal & Aithal, 2023; Kaddoura & Al Hussein, 2023)

Τέλος, η σύνδεση της εκπαίδευσης με την τεχνολογική ευθύνη αποκτά ιδιαίτερη σημασία στο πλαίσιο των ΣΔΥ και του IoT, όπου οι σχεδιαστικές επιλογές έχουν άμεσες επιπτώσεις στην ιδιωτικότητα, στην αυτονομία και στα δικαιώματα των πολιτών. Έρευνες στον χώρο του διάχυτου υπολογισμού, δείχνουν ότι τα διάχυτα και κινητά συστήματα ενσωματώνουν συνεχείς ροές δεδομένων και απαιτούν ενσωματωμένες αρχές privacy-by-design και ethics-by-design (El-Haggag et al., 2023; Zhang et al., 2023). Παράλληλα, η ανάπτυξη mobile και pervasive συστημάτων αναδεικνύει νέες προκλήσεις ασφάλειας, επιτήρησης και ελέγχου δεδομένων, καθιστώντας αναγκαία την εκπαίδευση των χρηστών και των επαγγελματιών για υπεύθυνη χρήση και σχεδιασμό (Rajagopal et al., 2023; Tudoran, 2024).

Η εκπαίδευση μπορεί συνεπώς να λειτουργήσει ως πεδίο καλλιέργειας των αξιών της διαφάνειας, της δικαιοσύνης και της συμπερίληψης, προωθώντας μια τεχνολογική κουλτούρα που δεν περιορίζεται στην καινοτομία, αλλά επιδιώκει την κοινωνική ευημερία, ιδιαίτερα σε περιβάλλοντα όπου ο υπολογισμός είναι αόρατος, ενσωματωμένος και συνεχώς παρών στην καθημερινότητα (Herriger et al., 2025; Mikołajewski et al., 2026).

2.9 Κενά στη Βιβλιογραφία και ανάγκη για νέα ερευνητικά μοντέλα

Παρά τη ραγδαία ανάπτυξη των ΣΔΥ και του IoT, η διεθνής βιβλιογραφία παρουσιάζει σημαντικά θεωρητικά, μεθοδολογικά και εφαρμοσμένα κενά, τα οποία καθιστούν επιτακτική την ανάγκη για νέες μορφές ερευνητικών προσεγγίσεων. Τα τεχνολογικά οικοσυστήματα στα οποία βασίζονται οι διάχυτες και κινητές τεχνολογίες είναι ιδιαίτερα περίπλοκα, δυναμικά και κοινωνικά ενσωματωμένα, με αποτέλεσμα οι υπάρχουσες μελέτες να μην καταφέρνουν πάντοτε να αποτυπώσουν επαρκώς τη διαστρωμάτωση των κοινωνικών και ηθικών τους διαστάσεων (El-Haggag et al., 2023; Tudoran, 2024) . Επιπλέον, η «αορατότητα» των pervasive υποδομών και των συνεχών ροών δεδομένων δημιουργεί σημαντικές μεθοδολογικές προκλήσεις για την ανάλυση της επίδρασής τους (Zhang et al., 2023).

Ένα από τα βασικά κενά αφορά την έλλειψη ολοκληρωμένων διεπιστημονικών θεωρητικών πλαισίων που να συνδυάζουν τεχνικές, κοινωνικές και ηθικές προσεγγίσεις. Πολλές σύγχρονες μελέτες στον χώρο του IoT επικεντρώνονται είτε στην αρχιτεκτονική και την ασφάλεια είτε στις κοινωνικές επιπτώσεις, χωρίς να ενοποιούν αυτές τις διαστάσεις σε ένα συνεκτικό κοινωνικο-τεχνικό μοντέλο (Mikołajewski et al., 2026; Rajagopal et al., 2023). Το αποτέλεσμα είναι η παραγωγή κατακερματισμένης γνώσης, η οποία δεν αποτυπώνει πλήρως την αλληλεπίδραση ανθρώπων, συσκευών και δεδομένων σε περιβάλλοντα διάχυτου υπολογισμού.

Επιπλέον, η βιβλιογραφία παρουσιάζει έλλειψη εμπειρικών και ποιοτικών μελετών που να εξετάζουν την εμπειρία των χρηστών σε πραγματικά περιβάλλοντα κινητού και διάχυτου υπολογισμού. Αν και υπάρχουν αυξανόμενες έρευνες για την αποδοχή και την ιδιωτικότητα στα IoT συστήματα, οι φωνές των χρηστών και ιδιαίτερα των ευάλωτων ομάδων παραμένουν περιορισμένες (Herriger et al., 2025; Kaddoura & Al Husseiny, 2023). Η απουσία συμμετοχικών προσεγγίσεων οδηγεί συχνά σε τεχνολογίες που δεν ανταποκρίνονται στις πραγματικές κοινωνικές ανάγκες.

Ένα άλλο σημαντικό κενό αφορά τη διερεύνηση των ηθικών συνεπειών της αυτοματοποίησης και της αλγοριθμικής λήψης αποφάσεων στα διάχυτα συστήματα. Στα περιβάλλοντα IoT και διάχυτου υπολογισμού, οι αποφάσεις λαμβάνονται σε πραγματικό χρόνο μέσω αισθητήρων και κινητών συσκευών, επηρεάζοντας άμεσα την καθημερινή ζωή των χρηστών. Ωστόσο, η λογοδοσία, η διαφάνεια και η δικαιοσύνη αυτών των διαδικασιών

παραμένουν περιορισμένα διερευνημένες (Idoko Peter Idoko et al., 2024; Zhang et al., 2023).

Ακόμη, υπάρχει σαφές κενό σε μελέτες που να εξετάζουν τη σχέση μεταξύ εκπαίδευσης και τεχνολογικής ευθύνης στο πλαίσιο των ΣΔΥ και του IoT. Παρότι η εκπαίδευση αναγνωρίζεται ως κρίσιμος παράγοντας για την κατανόηση των κινδύνων και των δυνατοτήτων των pervasive τεχνολογιών, οι σχετικές έρευνες παραμένουν περιορισμένες και αποσπασματικές (Aithal & Aithal, 2023; El-Haggar et al., 2023).

Τέλος, η βιβλιογραφία παρουσιάζει σημαντικά κενά στο επίπεδο των πολιτικών και κανονιστικών πλαισίων. Αν και η ιδιωτικότητα και η ασφάλεια αποτελούν κεντρικά ζητήματα στο IoT, δεν υπάρχει ακόμη ένα συνεκτικό πλαίσιο που να ανταποκρίνεται στις ιδιαιτερότητες των διάχυτων και κινητών υπολογιστικών συστημάτων, ιδιαίτερα σε σχέση με την κατανεμημένη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων (Rajagopal et al., 2023; Tudoran, 2024).

Όλα τα παραπάνω καταδεικνύουν την ανάγκη για νέα ερευνητικά μοντέλα που θα συνδυάζουν τη διεπιστημονικότητα, τη συμμετοχική προσέγγιση και την ηθική αξιολόγηση, προκειμένου να αντιμετωπιστεί η πολυπλοκότητα των οικοσυστημάτων IoT και ubiquitous computing και να αναπτυχθούν πιο υπεύθυνες και συμπεριληπτικές τεχνολογίες.

Κεφάλαιο 3 – Μεθοδολογικό Πλαίσιο

3.1 Σκοπός, Προσέγγιση και Ερευνητικά Ερωτήματα

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η συστηματική διερεύνηση των ηθικών και συμπεριληπτικών διαστάσεων των ΣΔΥ και του IoT. Παρότι τα δύο αυτά τεχνολογικά πεδία έχουν γνωρίσει ραγδαία εξέλιξη τα τελευταία χρόνια, η διεθνής βιβλιογραφία καταδεικνύει ότι παραμένει περιορισμένη η ύπαρξη ολοκληρωμένων προσεγγίσεων που συνδυάζουν τεχνικούς, κοινωνικούς, παιδαγωγικούς και ηθικούς παράγοντες σε ένα ενιαίο αναλυτικό πλαίσιο (Coiduras-Sanagustín et al., 2024; Helbing et al., 2021; Scheibner et al., 2021). Ιδιαίτερα στο περιβάλλον των διάχυτων και πανταχού παρόντων τεχνολογιών, όπου η συλλογή και επεξεργασία δεδομένων είναι συνεχής και συχνά αόρατη, ανακύπτουν κρίσιμα θέματα σχετιζόμενα με την επιτήρηση, την ιδιωτικότητα, τις κοινωνικές ανισότητες και την αλγοριθμική λήψη αποφάσεων και (Adams, 2017; Amin et al., 2025).

Η παρούσα μελέτη επιδιώκει να καλύψει το παραπάνω κενό, εστιάζοντας αφενός στις αξιακές και κοινωνικές επιπτώσεις της διάχυτης υπολογιστικής και αφετέρου στη δυνατότητα ενσωμάτωσης ηθικών αρχών και πρακτικών συμπερίληψης στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΠΜΣ) ΣΔΥ. Η ανάγκη αυτή ενισχύεται από τη μετάβαση προς κοινωνικοτεχνικά οικοσυστήματα (π.χ. έξυπνες πόλεις, έξυπνα σπίτια, περιβάλλοντα μάθησης), όπου η τεχνολογία αλληλεπιδρά άμεσα με τον ανθρώπινο παράγοντα και τις κοινωνικές δομές (Li et al., 2023a; You et al., 2024).

Από μεθοδολογικής πλευράς, η έρευνα υιοθετεί μια ημι-συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση (semi-systematic review), η οποία ενισχύεται από στοιχεία της μεθοδολογίας PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Η επιλογή αυτής της συνδυαστικής προσέγγισης δικαιολογείται από τον ραγδαίο ρυθμό εξέλιξης των τεχνολογιών IoT και διάχυτου υπολογισμού, την ετερογένεια των επιστημονικών πηγών και τον διεπιστημονικό χαρακτήρα του πεδίου (Page et al., 2021a). Η εφαρμογή της PRISMA συμβάλλει στη διαφάνεια και την αναπαραγωγιμότητα της ερευνητικής διαδικασίας, μέσω της συστηματικής καταγραφής των σταδίων εντοπισμού, επιλογής, αξιολόγησης και ένταξης των επιστημονικών πηγών. Συγκεκριμένα, η διαδικασία της ανασκόπησης περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

(α) καθορισμό λέξεων-κλειδιών και βάσεων δεδομένων (π.χ. Scopus, Web of Science, IEEE Xplore, ACM Digital Library), (β) εντοπισμό και αρχική συλλογή των πηγών (identification), (γ) απομάκρυνση διπλότυπων και αρχική διαλογή τίτλων/περιλήψεων (screening), (δ) αξιολόγηση πλήρους κειμένου με βάση κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού (eligibility), και (ε) τελική επιλογή των μελετών που συμπεριλαμβάνονται στην ανάλυση (inclusion).

Ωστόσο, σε αντίθεση με μια πλήρως συστηματική ανασκόπηση, η παρούσα μελέτη διατηρεί έναν ευέλικτο χαρακτήρα, επιτρέποντας τη σύνθεση γνώσης από διαφορετικά επιστημονικά πεδία και τη θεωρητική εμβάθυνση σε ζητήματα ηθικής και συμπερίληψης. Η προσέγγιση αυτή είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για αναδυόμενα πεδία όπως το IoT και ο διάχυτος υπολογισμός, όπου η γνώση εξελίσσεται δυναμικά και δεν περιορίζεται σε αυστηρά ομοιογενή ερευνητικά πρωτόκολλα (Coiduras-Sanagustín et al., 2024).

Παράλληλα, η ανάλυση της βιβλιογραφίας βασίζεται σε θεματική κατηγοριοποίηση, με έμφαση σε άξονες όπως:

- ιδιωτικότητα και προστασία δεδομένων,
- αλγοριθμική δικαιοσύνη και προκατάληψη,
- διαφάνεια και λογοδοσία,
- κοινωνική ένταξη και ψηφιακές ανισότητες,
- ηθικός και ανθρωποκεντρικός σχεδιασμός τεχνολογιών (Baldini et al., 2018; Li et al., 2023).

Το θεωρητικό υπόβαθρο της έρευνας στηρίζεται σε σύγχρονα μοντέλα ηθικής της τεχνολογίας, όπως το Value Sensitive Design (VSD), το Responsible Research and Innovation (RRI) και το Ethics-by-Design. Οι προσεγγίσεις αυτές δίνουν έμφαση στην ενσωμάτωση αξιών ήδη από τα πρώτα στάδια σχεδιασμού των τεχνολογικών συστημάτων, προωθώντας μια ανθρωποκεντρική και κοινωνικά υπεύθυνη καινοτομία (Helbing et al., 2021; Longo et al., 2020). Επιπλέον, αναδεικνύουν τη σημασία της συμμετοχικής σχεδίασης και της συμπερίληψης διαφορετικών κοινωνικών ομάδων, ως βασικών μηχανισμών περιορισμού των κοινωνικών ανισοτήτων που μπορεί να ενσωματώνονται στα τεχνολογικά συστήματα (Li et al., 2023).

Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, στην παρούσα μελέτη γίνεται εστίαση σε δύο βασικούς άξονες: (α) την αποτύπωση των ηθικών, κοινωνικών και πολιτισμικών επιπτώσεων των ΣΔΥ και IoT και (β) τη διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο η εκπαίδευση –και ειδικότερα το ΠΜΣ ΣΔΥ– μπορεί να ενσωματώσει πρακτικές ηθικής και συμπεριληπτικής τεχνολογίας.

Η εκπαίδευση στην πληροφορική και τα συναφή πεδία καλείται να ανταποκριθεί στις προκλήσεις της σύγχρονης ψηφιακής κοινωνίας, ενσωματώνοντας την ηθική, τη βιωσιμότητα και τη συμπερίληψη ως βασικές μαθησιακές διαστάσεις. Σύγχρονες μελέτες επισημαίνουν ότι η ηθική πρέπει να διαπερνά οριζόντια το πρόγραμμα σπουδών και να συνδέεται άμεσα με τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη τεχνολογικών εφαρμογών (Brown et al., 2024; Olszak & Sączewska-Piotrowska, 2025; Stavrakakis et al., 2022).

Στο πλαίσιο αυτό διαμορφώνονται τα ακόλουθα κεντρικά ερευνητικά ερωτήματα:

Κύριο Ερευνητικό Ερώτημα

Ποιες είναι οι ηθικές και οι συμπεριληπτικές διαστάσεις των Συστημάτων Διάχυτου και Κινητού Υπολογισμού και του Διαδικτύου των Πραγμάτων, και με ποιο τρόπο μπορούν να ενσωματωθούν σε ένα παιδαγωγικό και αξιολογικό πλαίσιο κατάλληλο για το ΠΜΣ ΣΔΥ;

Επιμέρους Ερευνητικά Ερωτήματα

1. Ποιες μορφές ανισοτήτων και αποκλεισμών προκύπτουν από τον σχεδιασμό, την εφαρμογή και τη χρήση των ΣΔΥ και του IoT; Οι ανισότητες αυτές μπορεί να αφορούν ζητήματα πρόσβασης, χρήσης, αλγοριθμικής προκατάληψης, ψηφιακών δεξιοτήτων ή κοινωνικής ευαλωτότητας. (Amin et al., 2025; Li et al., 2023a).
2. Ποια είναι τα βασικά ηθικά ζητήματα που ανακύπτουν από τη λειτουργία των διάχυτων και κινητών συστημάτων; Θέματα όπως ιδιωτικότητα, διαφάνεια, επιτήρηση, λογοδοσία και αξιοπιστία αποτελούν κρίσιμες παραμέτρους που έχουν αναδειχθεί στη διεθνή βιβλιογραφία (Adams, 2017; Baldini et al., 2018).
3. Πώς έχουν αντιμετωπίσει διεθνώς οργανισμοί, ερευνητικά ινστιτούτα και εκπαιδευτικά προγράμματα τα ζητήματα αυτά; Το ερώτημα αφορά την αποτύπωση καλών πρακτικών, μοντέλων ηθικού σχεδιασμού και πολιτικών διακυβέρνησης.
4. Πώς μπορούν να ενσωματωθούν οι αρχές της ηθικής, της συμπερίληψης και της τεχνολογικής ευθύνης στο πρόγραμμα σπουδών του ΠΜΣ ΣΔΥ; Εδώ η έρευνα διερευνά παιδαγωγικές εφαρμογές, προτεινόμενα σενάρια μάθησης και τρόπους ενίσχυσης της κριτικής τεχνολογικής παιδείας.

Τα ερευνητικά αυτά ερωτήματα καθοδηγούν τη μεθοδολογία, τη διαδικασία συλλογής και ανάλυσης των δεδομένων, καθώς και τη διαμόρφωση των προτάσεων στα τελικά κεφάλαια της εργασίας. Η επικέντρωση σε ηθικές και συμπεριληπτικές προσεγγίσεις, σε συνδυασμό με τη σύνδεση με την ανώτατη εκπαίδευση, υποστηρίζει την ανάπτυξη ενός συνεκτικού πλαισίου που ανταποκρίνεται στις σύγχρονες προκλήσεις των διάχυτων τεχνολογιών.

3.2 Επιλογή Μεθοδολογικής Στρατηγικής (Semi-systematic Review με ενσωμάτωση PRISMA)

Η επιλογή της ημι-συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης (semi-systematic review) ως βασικής μεθοδολογικής στρατηγικής της έρευνας υπαγορεύεται από τη φύση, την πολυπλοκότητα και τη διεπιστημονικότητα των τεχνολογιών που εξετάζονται. Τα ΣΔΥ και το IoT συνιστούν ραγδαία εξελισσόμενα κοινωνικο-τεχνικά οικοσυστήματα, στα οποία συνυπάρχουν τεχνικά, κοινωνικά, πολιτικά, ηθικά και παιδαγωγικά ζητήματα. Η ετερογένεια και η δυναμική εξέλιξη των πεδίων αυτών καθιστούν περιοριστικές τις αυστηρά παραδοσιακές συστηματικές ανασκοπήσεις, οι οποίες προϋποθέτουν σαφώς οριοθετημένα θεωρητικά πλαίσια και ομοιογενή ερευνητικά δεδομένα (Snyder, 2019b).

Η ημι-συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση επιτρέπει την αναγνώριση τάσεων, θεωριών, εννοιολογικών προσεγγίσεων και ερευνητικών κενών στη διεθνή βιβλιογραφία, χωρίς να περιορίζεται αποκλειστικά σε αυστηρά ποσοτικά ή πρωτοκολλικά κριτήρια. Αντίθετα, συνδυάζει: συστηματικές τεχνικές αναζήτησης, εστιασμένη και τεκμηριωμένη επιλογή πηγών, συνθετική θεωρητική ανάλυση, και ερμηνευτική προσέγγιση σύνθετων κοινωνικοτεχνικών φαινομένων.

Η προσέγγιση αυτή θεωρείται ιδιαίτερα κατάλληλη για διεπιστημονικά πεδία, όπως τα ΣΔΥ και το IoT, τα οποία συνδυάζουν πληροφορική, τεχνητή νοημοσύνη, κοινωνικές επιστήμες, ηθική φιλοσοφία και εκπαιδευτική θεωρία (Sauer & Seuring, 2023).

Παρά τον εύελκτο χαρακτήρα της, η παρούσα έρευνα ενισχύει τη μεθοδολογική της αυστηρότητα μέσω της υιοθέτησης στοιχείων της μεθοδολογίας PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Η PRISMA αποτελεί ένα διεθνώς αναγνωρισμένο πλαίσιο για τη διαφανή και συστηματική παρουσίαση της διαδικασίας επιλογής και αξιολόγησης βιβλιογραφικών πηγών (Page et al., 2021). Η ενσωμάτωσή της σε μια ημι-συστηματική ανασκόπηση επιτρέπει τον συνδυασμό ευελιξίας και επιστημονικής εγκυρότητας, όπως προτείνεται σε σύγχρονες μελέτες που εφαρμόζουν hybrid review approaches (Anyonyi & Katambi, 2023).

Συγκεκριμένα, η διαδικασία της βιβλιογραφικής ανασκόπησης οργανώνεται σύμφωνα με τα βασικά στάδια της PRISMA:

(1) Identification (Εντοπισμός): Πραγματοποιείται συστηματική αναζήτηση σε επιστημονικές βάσεις δεδομένων (Scopus, Web of Science, IEEE Xplore, ACM Digital Library, Google Scholar) με χρήση λέξεων-κλειδιών όπως “IoT ethics”, “ubiquitous computing”, “pervasive systems”, “digital inclusion”, “AI ethics”, “privacy by design”.

(2) Screening (Διαλογή): Ακολουθεί απομάκρυνση διπλότυπων εγγραφών και αρχική αξιολόγηση τίτλων και περιλήψεων με βάση προκαθορισμένα κριτήρια συνάφειας με το αντικείμενο της έρευνας.

(3) Eligibility (Καταλληλότητα): Οι επιλεγμένες μελέτες αξιολογούνται σε επίπεδο πλήρους κειμένου, με βάση κριτήρια όπως: –θεματική συνάφεια με ΣΔΥ και IoT, –αναφορά σε ηθικές ή κοινωνικές διαστάσεις, –επιστημονική εγκυρότητα και ποιότητα δημοσίευσης, –χρονική επικαιρότητα (έμφαση σε σύγχρονες πηγές).

(4) Inclusion (Ενταξη): Τελική επιλογή των μελετών που εντάσσονται στην ανάλυση και χρησιμοποιούνται για τη θεματική σύνθεση και την ανάπτυξη του θεωρητικού πλαισίου.

Η εφαρμογή της PRISMA ενισχύει τη διαφάνεια, την αναπαραγωγικότητα και τη μεθοδολογική συνέπεια της έρευνας, επιτρέποντας σαφή τεκμηρίωση της διαδικασίας επιλογής της βιβλιογραφίας (Basulo-Ribeiro & Teixeira, 2024; Stracke et al., 2023). Παράλληλα, η χρήση της σε συνδυασμό με την ημι-συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση ανταποκρίνεται σε σύγχρονες μεθοδολογικές τάσεις που προτείνουν ευέλικτες αλλά δομημένες προσεγγίσεις για σύνθετα επιστημονικά πεδία (M. S. Islam et al., 2025).

Ένα επιπλέον πλεονέκτημα της ημι-συστηματικής προσέγγισης είναι ότι επιτρέπει την ενσωμάτωση πηγών διαφορετικής φύσης, όπως:—ερευνητικά άρθρα,—βιβλία και μονογραφίες,— τεχνικές εκθέσεις, — πολιτικές και κανονιστικά πλαίσια, — διεθνείς κατευθυντήριες γραμμές.

Το παραπάνω, είναι ιδιαίτερα σημαντικό για το πεδίο της ηθικής των τεχνολογιών IoT και διάχυτου υπολογισμού, όπου η γνώση δεν περιορίζεται σε ακαδημαϊκές δημοσιεύσεις αλλά επεκτείνεται και σε κανονιστικά και εφαρμοσμένα πλαίσια.

Επιπλέον, Η ημι-συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση είναι κατάλληλη για έρευνες που επιδιώκουν τη θεωρητική αναδόμηση ενός πεδίου ή την ανάπτυξη νέων εννοιολογικών μοντέλων. Η παρούσα εργασία στοχεύει ακριβώς σε αυτό: στη διαμόρφωση ενός ηθικού και συμπεριληπτικού πλαισίου για την αξιολόγηση των ΣΔΥ και IoT, με εφαρμογή στην ανώτατη εκπαίδευση και ειδικότερα στο ΠΜΣ ΣΔΥ.

Τέλος, η συγκεκριμένη μεθοδολογική στρατηγική είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για την ανάλυση πεδίων με έντονα θεωρητικά κενά και αλληλοεπικαλύψεις. Οι τεχνολογίες IoT και διάχυτου υπολογισμού λειτουργούν ως «υποδομές καθημερινότητας», επηρεάζοντας την κοινωνική, οικονομική και πολιτισμική πραγματικότητα. Συνεπώς, απαιτείται μια μεθοδολογία που να μπορεί να αποτυπώσει αυτή τη σύνθετη και πολυεπίπεδη δυναμική.

Συνολικά, η επιλογή της ημι-συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης με ενσωμάτωση της PRISMA στηρίζεται σε τρεις βασικούς άξονες:

1. την ανάγκη συνδυασμού διεπιστημονικών πηγών,
2. την ανάγκη θεωρητικής σύνθεσης και εντοπισμού ερευνητικών κενών,

3. την ανάγκη διαφάνειας και μεθοδολογικής τεκμηρίωσης σε ένα ταχέως εξελισσόμενο πεδίο.

Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει την ολοκληρωμένη κατανόηση των ηθικών και συμπεριληπτικών διαστάσεων των ΣΔΥ/IoT και υποστηρίζει τη διαμόρφωση ενός συνεκτικού, επιστημονικά τεκμηριωμένου και παιδαγωγικά εφαρμόσιμου πλαισίου.

3.3 Πηγές, Κριτήρια και Διαδικασίες Αναζήτησης Βιβλιογραφίας

Η αναζήτηση της βιβλιογραφίας στην παρούσα έρευνα στηρίχθηκε σε μια μεθοδικά δομημένη αλλά ταυτόχρονα ευέλικτη διαδικασία, η οποία ανταποκρίνεται στις ιδιαιτερότητες του διεπιστημονικού πεδίου των ΣΔΥ, του IoT, της ηθικής της τεχνολογίας, της αλγοριθμικής διακυβέρνησης και της ψηφιακής συμπερίληψης. Η επιλογή των πηγών αποτέλεσε βασικό τμήμα μιας ημι-συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης (semi-systematic review), η οποία ενισχύθηκε με στοιχεία της μεθοδολογίας PRISMA, προκειμένου να γίνει διασφάλιση της διαφάνειας, της συστηματικότητας και της αναπαραγωγιμότητας της διαδικασίας επιλογής των πηγών (Page et al., 2021b; Snyder, 2019a).

Η χρήση της PRISMA κρίθηκε ιδιαίτερα σημαντική, καθώς το ερευνητικό πεδίο των ΣΔΥ και του IoT χαρακτηρίζεται από υψηλή πολυπλοκότητα, ταχεία τεχνολογική εξέλιξη και έντονη διεπιστημονικότητα. Μέσα από τη δομημένη καταγραφή των σταδίων εντοπισμού, διαλογής, αξιολόγησης και τελικής ένταξης των μελετών, η PRISMA συνέβαλε στη μείωση πιθανών μεροληψιών κατά την επιλογή της βιβλιογραφίας και στην ενίσχυση της μεθοδολογικής εγκυρότητας της έρευνας (Basulo-Ribeiro & Teixeira, 2024).

Οι πηγές προήλθαν από διεθνείς επιστημονικές βάσεις δεδομένων υψηλού κύρους, όπως οι Scopus, Web of Science, IEEE Xplore, ACM Digital Library, SpringerLink και ScienceDirect, καθώς και από ανοικτής πρόσβασης επιστημονικά αποθετήρια και θεσμικά κείμενα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, του OECD, και της UNESCO. Η έμφαση σε ανοικτές πηγές (open access) επιλέχθηκε τόσο για λόγους επιστημονικής διαφάνειας όσο και επειδή συνδέεται άμεσα με τις αρχές της δημοκρατικής πρόσβασης στη γνώση και της ψηφιακής συμπερίληψης.

Η αναζήτηση υποστηρίχθηκε από θεμελιώδεις θεωρητικές συνεισφορές, όπως εκείνες του Mark Weiser (1991) για τον ubiquitous computing, της Helen Nissenbaum (2010) για την

contextual privacy, του Frank Pasquale (2015) για την αλγοριθμική αδιαφάνεια και της Shoshana Zuboff (2019) για τον επιτηρησιακό καπιταλισμό. Παράλληλα, αξιοποιήθηκαν σύγχρονες προσεγγίσεις σχετικά με τον ανθρωποκεντρικό σχεδιασμό, τη δικαιοσύνη στα δεδομένα, την προσβασιμότητα και την υπεύθυνη καινοτομία (Baldini et al., 2018; Helbing et al., 2021; Li et al., 2023b).

Η βιβλιογραφική αναζήτηση οργανώθηκε σύμφωνα με τα βασικά στάδια της PRISMA:

- **Identification (Εντοπισμός):** Συστηματική αναζήτηση πηγών μέσω επιστημονικών βάσεων δεδομένων και θεσμικών αποθετηρίων με χρήση προκαθορισμένων λέξεων-κλειδιών και Boolean operators.
- **Screening (Διαλογή):** Απομάκρυνση διπλότυπων και αρχικός έλεγχος τίτλων και περιλήψεων.
- **Eligibility (Καταλληλότητα):** Αναλυτική αξιολόγηση του πλήρους κειμένου των μελετών βάσει κριτηρίων ένταξης και αποκλεισμού.
- **Inclusion (Ενταξη):** Τελική επιλογή των πηγών που χρησιμοποιήθηκαν στη θεωρητική και αναλυτική σύνθεση της έρευνας (Page et al., 2021b).

Η διαδικασία αυτή επέτρεψε τη δημιουργία ενός συνεκτικού και θεωρητικά τεκμηριωμένου σώματος βιβλιογραφίας, το οποίο ανταποκρίνεται τόσο στις τεχνικές όσο και στις κοινωνικές και ηθικές διαστάσεις του πεδίου.

3.3.1 Κριτήρια Ένταξης και Αποκλεισμού

Η επιλογή των πηγών βασίστηκε στα ακόλουθα κριτήρια:

Χρονολογική συνάφεια

Δόθηκε έμφαση κυρίως σε δημοσιεύσεις της περιόδου 2014–2026, ώστε να αποτυπωθούν οι πλέον σύγχρονες εξελίξεις στα πεδία του IoT, της τεχνητής νοημοσύνης και της ηθικής της τεχνολογίας. Εξαίρεση αποτέλεσαν κλασικά έργα που θεμελίωσαν βασικές έννοιες, όπως το ubiquitous computing και η contextual privacy (Nissenbaum, 2010; Weiser, 1991).

Επιστημονική εγκυρότητα

Συμπεριλήφθηκαν αποκλειστικά:

- peer-reviewed επιστημονικά άρθρα,
- μονογραφίες αναγνωρισμένων ακαδημαϊκών εκδοτών,
- επίσημες εκθέσεις διεθνών οργανισμών,
- ανοικτής πρόσβασης επιστημονικές δημοσιεύσεις υψηλής ποιότητας.

Θεωρητική και διεπιστημονική πληρότητα

Δόθηκε προτεραιότητα σε πηγές που συνδέουν:

- τεχνικές αρχιτεκτονικές IoT/ΣΔΥ,
- κοινωνικές και πολιτικές επιπτώσεις,
- ηθικές και παιδαγωγικές προσεγγίσεις.

Εφαρμοσιμότητα

Επιλέχθηκαν πηγές που περιλαμβάνουν:

- μελέτες περίπτωσης,
- τεχνικές εφαρμογές,
- participatory και human-centered design προσεγγίσεις,
- προτάσεις πολιτικής και διακυβέρνησης.

Αποκλεισμός μη τεκμηριωμένων πηγών

Αποκλείστηκαν:

- μη επιστημονικές ιστοσελίδες,
- προωθητικό ή εμπορικό υλικό,
- πηγές χωρίς σαφή μεθοδολογία ή βιβλιογραφική τεκμηρίωση.

3.3.2 Διευρυμένες Διαδικασίες Αναζήτησης και Επιλογής Πηγών

Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε μέσω μιας κυκλικής και επαναληπτικής διαδικασίας έξι βημάτων, η οποία βασίστηκε στις αρχές της PRISMA και της semi-systematic review methodology (Page et al., 2021b; Snyder, 2019a).

Βήμα 1: Διαμόρφωση συνόλων λέξεων-κλειδίων

Δημιουργήθηκαν πολλαπλά σύνολα όρων που αντανakλούν τις τεχνολογικές, κοινωνικές και ηθικές διαστάσεις του πεδίου:

- ubiquitous computing
- pervasive computing
- Internet of Things
- IoT architectures
- algorithmic transparency
- digital inclusion
- fairness in AI
- explainable AI
- surveillance capitalism
- value-sensitive design
- accessibility standards
- ethical AI governance

Οι όροι αυτοί αντλήθηκαν από θεμελιώδη και σύγχρονα έργα της διεθνούς βιβλιογραφίας (Helbing et al., 2021; Weiser, 1991).

Βήμα 2: Χρήση Boolean operators

Χρησιμοποιήθηκαν σύνθετοι συνδυασμοί όπως:

- “ubiquitous computing” AND ethics
- IoT AND (“algorithmic accountability” OR “data governance”)
- smart city AND (privacy OR surveillance)
- pervasive systems AND (inclusion OR fairness)

Οι συνδυασμοί αυτοί συνέβαλαν στην ακριβέστερη στόχευση των αποτελεσμάτων.

Βήμα 3: Identification – Αρχικός εντοπισμός

Συλλέχθηκαν εκατοντάδες πηγές από επιστημονικές βάσεις δεδομένων και θεσμικά αποθετήρια.

Βήμα 4: Screening – Διαλογή

Αφαιρέθηκαν διπλότυπα και πραγματοποιήθηκε αρχικός έλεγχος τίτλων και περιλήψεων σύμφωνα με τα κριτήρια συνάφειας.

Βήμα 5: Eligibility – Πλήρης αξιολόγηση

Οι επιλεγμένες μελέτες αναγνώστηκαν σε πλήρες κείμενο και αξιολογήθηκαν ως προς:

- τη θεωρητική συμβολή,
- τη μεθοδολογική εγκυρότητα,
- τη συνάφεια με τα ερευνητικά ερωτήματα.

Βήμα 6: Inclusion και Θεματική Κωδικοποίηση

Το τελικό corpus οργανώθηκε μέσω thematic coding σε πέντε βασικές θεματικές κατηγορίες:

1. Τεχνολογικές αρχιτεκτονικές ΣΔΥ/IoT
2. Ιδιωτικότητα και επιτήρηση
3. Fairness και algorithmic bias
4. Ψηφιακή συμπερίληψη και προσβασιμότητα
5. Εκπαίδευση, πολιτική και ηθική της τεχνολογίας

Η θεματική αυτή κατηγοριοποίηση αποτέλεσε τη βάση για την ανάπτυξη του θεωρητικού και αναλυτικού πλαισίου της έρευνας.

3.4 Ανάλυση και Κωδικοποίηση των Δεδομένων

Η ανάλυση και κωδικοποίηση των δεδομένων βασίστηκαν στις αρχές της Θεματικής Ανάλυσης (Thematic Analysis) σύμφωνα με τους Braun και Clarke (2021), σε συνδυασμό με τεχνικές εννοιολογικής χαρτογράφησης (conceptual mapping) και ερμηνευτικής σύνθεσης (interpretative synthesis). Η προσέγγιση αυτή επιλέχθηκε επειδή το ερευνητικό πεδίο των ΣΔΥ και του IoT χαρακτηρίζεται από έντονη πολυπλοκότητα, θεωρητική ετερογένεια και διαρκή τεχνολογική μεταβολή.

Σε αντίθεση με αυστηρά ποσοτικές ή πειραματικές προσεγγίσεις, η θεματική ανάλυση επιτρέπει τη βαθύτερη κατανόηση κοινωνικών, ηθικών και τεχνολογικών φαινομένων, δίνοντας έμφαση στις νοηματοδοτήσεις, στις σχέσεις εξουσίας και στις κοινωνικές

επιπτώσεις της τεχνολογίας (Nowell et al., 2017). Παράλληλα, η μέθοδος θεωρείται ιδιαίτερα κατάλληλη για διεπιστημονικές βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις, καθώς επιτρέπει τη σύνθεση γνώσης από διαφορετικά επιστημονικά πεδία, όπως η πληροφορική, η ηθική της τεχνολογίας, οι κοινωνικές επιστήμες και η εκπαίδευση. (Braun & Clarke, 2012).

Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με συνδυασμό:

- επαγωγικής προσέγγισης (bottom-up coding), όπου τα θέματα αναδύονται από τα ίδια τα δεδομένα,
- και θεωρητικά καθοδηγούμενης προσέγγισης (top-down coding), βασισμένης σε πλαίσια όπως το Value Sensitive Design (VSD), το Responsible Research and Innovation (RRI) και το Ethics-by-Design (Friedman & Hendry, 2019; Stahl, 2012).

Η συγκεκριμένη μεθοδολογική επιλογή επέτρεψε την ισορροπία ανάμεσα στη συστηματική οργάνωση της βιβλιογραφίας και στην αναγκαία θεωρητική ευελιξία που απαιτείται για τη μελέτη ενός δυναμικού και κοινωνικά ενσωματωμένου τεχνολογικού πεδίου.

(α) Εξοικείωση με το Υλικό και Πρώτη Ανάγνωση

Η διαδικασία ξεκίνησε με επαναληπτική και εις βάθος ανάγνωση των επιλεγμένων πηγών, με στόχο:

- τη βαθύτερη κατανόηση του περιεχομένου,
- τη χαρτογράφηση βασικών εννοιών και θεωρητικών προσεγγίσεων,
- και τον εντοπισμό επαναλαμβανόμενων προβληματισμών.

Κατά τη φάση αυτή καταγράφηκαν αναλυτικές σημειώσεις και πρώιμες ερμηνείες σχετικά με ζητήματα όπως:

- η ιδιωτικότητα και η προστασία προσωπικών δεδομένων,
- η επιτήρηση και η αόρατη συλλογή δεδομένων,
- η αλγοριθμική προκατάληψη,
- η προσβασιμότητα και η ψηφιακή συμπερίληψη,
- οι κοινωνικές ανισότητες,
- και οι παιδαγωγικές προεκτάσεις των ΣΔΥ/IoT.

Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε σε πηγές που εξετάζουν τον τρόπο με τον οποίο οι ubiquitous και pervasive τεχνολογίες επηρεάζουν την καθημερινότητα, τις κοινωνικές σχέσεις και την ανθρώπινη αυτονομία (Nissenbaum, 2010; Weiser, 1991; Zuboff, 2019).

(β) Αρχική Κωδικοποίηση (Initial Coding)

Στο επόμενο στάδιο εφαρμόστηκε γραμμή-προς-γραμμή κωδικοποίηση (line-by-line coding), κατά την οποία απομονώθηκαν φράσεις, έννοιες και αποσπάσματα με ιδιαίτερη αναλυτική σημασία.

Οι αρχικοί κώδικες δημιουργήθηκαν με ανοικτό και διερευνητικό τρόπο, χωρίς αυστηρά προκαθορισμένες κατηγορίες, ώστε να αποτυπωθεί όσο το δυνατόν πληρέστερα η πολυπλοκότητα της βιβλιογραφίας.

Παραδείγματα αρχικών κωδίκων ήταν:

- «αόρατη συλλογή δεδομένων»,
- «τεχνολογική μεσολάβηση»,
- «αλγοριθμική αδιαφάνεια»,
- «ανισότητες πρόσβασης»,
- «συμμετοχικός σχεδιασμός»,
- «ψηφιακή εξάρτηση»,
- «fairness-by-design»,
- «ethical AI governance».

Κατά τη διαδικασία αυτή δημιουργήθηκαν συνολικά 356 αρχικοί κώδικες, οι οποίοι αποτέλεσαν τη βάση για τη μετέπειτα θεματική οργάνωση.

Η διαδικασία της ανοικτής κωδικοποίησης ακολούθησε πρακτικές που προτείνονται στη σύγχρονη ποιοτική έρευνα και στη θεματική ανάλυση μεγάλων βιβλιογραφικών συνόλων (Nowell et al., 2017)

(γ) Σχηματισμός Θεματικών Ενοτήτων (Theme Generation)

Στη συνέχεια οι αρχικοί κώδικες ομαδοποιήθηκαν σε ευρύτερες εννοιολογικές και θεματικές κατηγορίες. Η διαδικασία αυτή συνδύασε:

- επαγωγική ανάλυση,
- θεωρητική καθοδήγηση,
- και αναστοχαστική ερμηνεία των δεδομένων.

Η προσέγγιση αυτή θεωρείται ιδιαίτερα κατάλληλη για διεπιστημονικές μελέτες, όπου η θεωρία και τα δεδομένα αλληλεπιδρούν συνεχώς (Fereday & Muir-Cochrane, 2006) .

Από την ομαδοποίηση προέκυψαν πέντε βασικοί θεματικοί άξονες:

1. Ηθικές Προκλήσεις και Νοηματοδοτήσεις της Τεχνολογίας
2. Ιδιωτικότητα, Ασφάλεια και Λογοδοσία στα ΣΔΥ/IoT
3. Συμπερίληψη, Ψηφιακές Ανισότητες και Κοινωνική Δικαιοσύνη
4. Αλγοριθμική Διακυβέρνηση και Δεδομενοποίηση της Καθημερινότητας
5. Εκπαίδευση, Ηθική και Τεχνολογική Ευθύνη

Οι θεματικοί αυτοί άξονες αποτέλεσαν τη βασική δομή του Κεφαλαίου 4 και συνέβαλαν στη σύνδεση των τεχνολογικών διαστάσεων με κοινωνικές και παιδαγωγικές προσεγγίσεις.

(δ) Αναθεώρηση και Σύγκριση Θεμάτων (Reviewing Themes)

Κατά τη φάση της αναθεώρησης εξετάστηκε:

- η εσωτερική συνοχή κάθε θεματικής,
- η διακριτότητα μεταξύ των θεμάτων,
- η θεωρητική τους επάρκεια,
- και ο βαθμός αντιπροσωπευτικότητας σε σχέση με το συνολικό corpus.

Η διαδικασία αυτή οδήγησε σε αναδιάταξη επιμέρους κωδίκων και σε συγχώνευση εννοιών που παρουσίαζαν σημαντικές αλληλοεπικαλύψεις. Για παράδειγμα, οι έννοιες:

- “algorithmic opacity”,
- “accountability gaps”
- και “black-box systems”

ενσωματώθηκαν τελικά στη θεματική περί αλγοριθμικής λογοδοσίας και διαφάνειας.

Η αναθεώρηση αυτή ενίσχυσε τη συνοχή της ανάλυσης και συνέβαλε στη διαμόρφωση ενός περισσότερο ολοκληρωμένου θεωρητικού πλαισίου.

(ε) Τελική Ερμηνευτική Σύνθεση (Interpretative Synthesis)

Στην τελική φάση πραγματοποιήθηκε ερμηνευτική σύνθεση (Thomas & Harden, 2008) , η οποία περιλάμβανε:

- σύνδεση των θεματικών με θεωρίες κοινωνικοτεχνικών συστημάτων,
- ενσωμάτωση πλαισίων όπως το VSD, το RRI και το Ethics-by-Design,
- συσχέτιση τεχνολογίας, εξουσίας και κοινωνικής ανισότητας,
- αναστοχασμό γύρω από την έννοια της ψηφιακής δικαιοσύνης,
- και διαμόρφωση των τελικών αναλυτικών συμπερασμάτων.

Η σύνθεση αυτή οδήγησε στη δημιουργία του θεωρητικού και παιδαγωγικού πλαισίου που παρουσιάζεται στα επόμενα κεφάλαια της εργασίας.

Παράλληλα, αναδείχθηκε η ανάγκη για περισσότερο ανθρωποκεντρικές και συμμετοχικές προσεγγίσεις στον σχεδιασμό τεχνολογιών IoT και pervasive systems, ιδιαίτερα σε περιβάλλοντα εκπαίδευσης και δημόσιας χρήσης (Helbing et al., 2021; Li et al., 2023c).

(στ) Εξασφάλιση Αξιοπιστίας και Εγκυρότητας της Ανάλυσης

Για την ενίσχυση της αξιοπιστίας και της εγκυρότητας της έρευνας εφαρμόστηκαν πολλαπλές τεχνικές ποιοτικής διασφάλισης:

- τριγωνοποίηση πηγών (source triangulation),
- αναστοχαστικότητα (reflexivity),
- peer debriefing,
- καταγραφή αναλυτικών αποφάσεων (audit trail),
- συνεχής αντιπαραβολή θεωρίας και δεδομένων.

Στο πλαίσιο της παρούσας ημι-συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης τηρήθηκε Audit Trail (Αρχείο Αναλυτικών Αποφάσεων), με στόχο τη συστηματική τεκμηρίωση όλων των βασικών ερευνητικών επιλογών που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της μελέτης. Η χρήση του Audit Trail αποτελεί καθιερωμένη πρακτική στην ποιοτική έρευνα, καθώς ενισχύει τη διαφάνεια, την αξιοπιστία, τη συνέπεια και τη δυνατότητα ελέγχου (auditability)

της ερευνητικής διαδικασίας, επιτρέποντας την αναλυτική παρακολούθηση της πορείας από τις αρχικές βιβλιογραφικές εγγραφές έως τη διαμόρφωση των τελικών συμπερασμάτων.

Στάδιο	Ερευνητική ενέργεια	Αναλυτική απόφαση	Αιτιολόγηση	Τεκμήριο ή αποτέλεσμα
1	Αρχικός προσδιορισμός του θέματος	Το πεδίο της έρευνας ορίστηκε γύρω από την ηθική και τη συμπερίληψη στα Συστήματα Διάχυτου Υπολογισμού και στο IoT.	Το πεδίο συνδυάζει τεχνολογικές, κοινωνικές, εκπαιδευτικές και ηθικές διαστάσεις.	Αρχικός τίτλος και σκοπός της έρευνας
2	Διαμόρφωση ερευνητικών ερωτημάτων	Τα ερωτήματα επικεντρώθηκαν στην ιδιωτικότητα, τη διαφάνεια, τη δικαιοσύνη, τη συμπερίληψη και την υπεύθυνη διακυβέρνηση.	Οι άξονες αυτοί εμφανίζονταν συχνά στη διεθνή βιβλιογραφία και συνδέονταν άμεσα με το αντικείμενο της μελέτης.	Τελική διατύπωση ερευνητικών ερωτημάτων
3	Επιλογή τύπου ανασκόπησης	Επιλέχθηκε η ημισυστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση.	Το θέμα καλύπτει διαφορετικά επιστημονικά πεδία, θεωρίες και μεθοδολογικές παραδόσεις, οι οποίες δεν μπορούν να εξεταστούν αποκλειστικά με αυστηρά ποσοτικά κριτήρια.	Μεθοδολογική τεκμηρίωση
4	Επιλογή βάσεων δεδομένων	Συμπεριλήφθηκαν διεθνείς επιστημονικές βάσεις και μηχανές αναζήτησης.	Απαιτούνταν κάλυψη τεχνικής, κοινωνικής, εκπαιδευτικής και ανθρωπιστικής βιβλιογραφίας.	Πίνακας βάσεων δεδομένων
5	Καθορισμός λέξεων-κλειδιών	Χρησιμοποιήθηκαν συνδυασμοί όρων σχετικών με ubiquitous computing, pervasive computing, IoT, ethics, privacy, inclusion, accessibility, fairness και governance.	Οι συνδυασμοί επέτρεψαν την αναζήτηση τόσο τεχνικών όσο και κοινωνικοηθικών δημοσιεύσεων.	Αρχείο στρατηγικών αναζήτησης
6	Χρήση Boolean τελεστών	Οι όροι συνδυάστηκαν με τους τελεστές AND και OR.	Χρησιμοποιήθηκε το OR για συνώνυμους όρους και το AND για τη σύνδεση των τεχνολογικών όρων με τις ηθικές και	Καταγεγραμμένα ερωτήματα αναζήτησης

			κοινωνικές διαστάσεις.	
7	Καθορισμός χρονικού εύρους	Συμπεριλήφθηκαν δημοσιεύσεις από το 1991 έως το 2026.	Το 1991 επιλέχθηκε ως αφετηρία λόγω της δημοσίευσης του θεμελιώδους έργου του Weiser για το ubiquitous computing.	Χρονική κατανομή των πηγών
8	Καθορισμός κριτηρίων ένταξης	Επιλέχθηκαν μελέτες σχετικές με ΣΔΥ, IoT, AI, ηθική, ιδιωτικότητα, δικαιοσύνη, προσβασιμότητα και συμπερίληψη.	Τα κριτήρια εξασφάλισαν τη συνάφεια των πηγών με τα ερευνητικά ερωτήματα.	Πίνακας κριτηρίων ένταξης
9	Καθορισμός κριτηρίων αποκλεισμού	Αποκλείστηκαν μη συναφείς, διπλότυπες, ανεπαρκώς τεκμηριωμένες ή μη προσβάσιμες δημοσιεύσεις.	Ο αποκλεισμός περιόρισε τον θόρυβο και βελτίωσε τη συνοχή του τελικού συνόλου.	Πίνακας κριτηρίων αποκλεισμού
10	Αρχικός εντοπισμός δημοσιεύσεων	Εντοπίστηκαν 842 εγγραφές μέσω επιστημονικών βάσεων δεδομένων.	Καταγράφηκε το πλήρες αρχικό σύνολο πριν από οποιαδήποτε αφαίρεση.	PRISMA – στάδιο εντοπισμού
11	Προσθήκη συμπληρωματικών πηγών	Προστέθηκαν 96 εγγραφές από άλλες πηγές, παραπομπές και θεσμικές εκθέσεις.	Η συμπληρωματική αναζήτηση κάλυψε σημαντικές πηγές που δεν εμφανίστηκαν στις αρχικές βάσεις.	Συνολικό αρχικό σύνολο 938 εγγραφών
12	Αφαίρεση διπλοτύπων	Μετά την αφαίρεση των διπλοτύπων παρέμειναν 611 εγγραφές.	Πολλές δημοσιεύσεις εμφανίζονταν ταυτόχρονα σε περισσότερες από μία βάσεις δεδομένων.	PRISMA – αφαίρεση διπλοτύπων
13	Έλεγχος τίτλου και περίληψης	Οι 611 εγγραφές ελέγχθηκαν ως προς τη συνάφεια του τίτλου και της περίληψης.	Αποκλείστηκαν μελέτες που χρησιμοποιούσαν συναφείς τεχνολογικούς όρους αλλά δεν εξέταζαν ηθικές ή συμπεριληπτικές διαστάσεις.	Αρχείο πρώτου ελέγχου
14	Αξιολόγηση πλήρους κειμένου	Αναζητήθηκε και αξιολογήθηκε το πλήρες κείμενο των δυνητικά	Ο πλήρης έλεγχος ήταν απαραίτητος, καθώς η περίληψη δεν παρείχε πάντοτε	Αρχείο αξιολόγησης πλήρους κειμένου

		κατάλληλων μελετών.	επαρκείς πληροφορίες.	
15	Τελική επιλογή μελετών	Στο τελικό σώμα της ανασκόπησης συμπεριλήφθηκαν 213 πηγές.	Οι πηγές πληρούσαν τα κριτήρια συνάφειας, επιστημονικής ποιότητας και χρησιμότητας για τα ερευνητικά ερωτήματα.	Τελικό PRISMA, n = 213
16	Καταγραφή βιβλιογραφικών στοιχείων	Δημιουργήθηκε οργανωμένο αρχείο με συγγραφείς, έτος, τίτλο, τύπο πηγής και βασικές θεματικές.	Το αρχείο διευκόλυνε την ταξινόμηση και τη σύγκριση των δημοσιεύσεων.	Βιβλιογραφικός πίνακας
17	Αρχική ανάγνωση και εξοικείωση	Πραγματοποιήθηκε επαναλαμβανόμενη ανάγνωση των επιλεγμένων πηγών.	Στόχος ήταν η κατανόηση του περιεχομένου, των θεωρητικών προσεγγίσεων και των βασικών επιχειρημάτων.	Αναλυτικές σημειώσεις
18	Γραμμή-προς-γραμμή κωδικοποίηση	Εφαρμόστηκε ανοικτή και διερευνητική κωδικοποίηση των σημαντικών αποσπασμάτων.	Αποφεύχθηκε η επιβολή αυστηρά προκαθορισμένων κατηγοριών στα δεδομένα.	Αρχικός κατάλογος κωδίκων
19	Δημιουργία αρχικών κωδίκων	Δημιουργήθηκαν συνολικά 356 αρχικοί κώδικες.	Οι κώδικες αποτύπωσαν τη θεματική πολυπλοκότητα των πηγών.	Κατάλογος 356 αρχικών κωδίκων
20	Χρήση πολλαπλής κωδικοποίησης	Σε ορισμένα αποσπάσματα αποδόθηκαν περισσότεροι από ένας κώδικες.	Ένα απόσπασμα μπορούσε να αφορά ταυτόχρονα, για παράδειγμα, την ιδιωτικότητα, τη διαφάνεια και την ανθρώπινη αυτονομία.	Πίνακας κωδικοποίησης
21	Συγχώνευση παρόμοιων κωδίκων	Κώδικες με παρόμοιο ή επικαλυπτόμενο νόημα συγχωνεύθηκαν.	Η συγχώνευση περιόρισε την περιττή επανάληψη και ενίσχυσε τη συνοχή του συστήματος κωδικοποίησης.	Αναθεωρημένος κώδικας
22	Διατήρηση διακριτών κωδίκων	Κώδικες που φάνινονταν συναφείς διατηρήθηκαν χωριστά όταν εξέφραζαν	Για παράδειγμα, η «αλγοριθμική αδιαφάνεια» διακρίθηκε από την «έλλειψη	Αναλυτική αιτιολόγηση

		διαφορετικές έννοιες.	ενημέρωσης του χρήστη».	
23	Μετονομασία κωδίκων	Ορισμένοι κώδικες μετονομάστηκαν, ώστε να αποδίδουν ακριβέστερα το περιεχόμενο των αποσπασμάτων.	Οι αρχικές γενικές ονομασίες αντικαταστάθηκαν από πιο συγκεκριμένες και αναλυτικά χρήσιμες έννοιες.	Πίνακας αρχικών και τελικών ονομασιών
24	Ομαδοποίηση κωδίκων	Οι συναφείς κώδικες οργανώθηκαν σε ευρύτερες κατηγορίες.	Η ομαδοποίηση αποτέλεσε το ενδιάμεσο στάδιο μεταξύ αρχικών κωδίκων και θεματικών αξόνων.	Πίνακας κατηγοριών
25	Διαμόρφωση υποθεμάτων	Δημιουργήθηκαν υποθέματα για ειδικότερες διαστάσεις κάθε ευρύτερου θέματος.	Τα υποθέματα επέτρεψαν τη διατήρηση της εννοιολογικής λεπτομέρειας.	Θεματικός χάρτης
26	Διαμόρφωση κύριων θεμάτων	Οι κατηγορίες οργανώθηκαν σε κύριους θεματικούς άξονες.	Τα τελικά θέματα έπρεπε να απαντούν στα ερευνητικά ερωτήματα και να υποστηρίζονται από επαρκείς πηγές.	Τελικός θεματικός χάρτης
27	Έλεγχος εσωτερικής συνοχής	Εξετάστηκε εάν οι κώδικες κάθε θέματος παρουσίαζαν ουσιαστική εννοιολογική συνάφεια.	Αποφεύχθηκε η δημιουργία θεμάτων που συνδύαζαν ασύνδετες έννοιες.	Αναθεώρηση θεματικών
28	Έλεγχος διακριτότητας θεμάτων	Εξετάστηκε εάν τα θέματα μπορούσαν να διακριθούν σαφώς μεταξύ τους.	Περιορίστηκαν οι επικαλύψεις μεταξύ ιδιωτικότητας, ασφάλειας, διαφάνειας και λογοδοσίας.	Τελικές ονομασίες θεμάτων
29	Αναθεώρηση θεματικών ορίων	Ορισμένοι κώδικες μετακινήθηκαν από ένα θέμα σε άλλο.	Η μετακίνηση πραγματοποιήθηκε όταν το νόημά τους ταίριαζε καλύτερα σε διαφορετικό εννοιολογικό πλαίσιο.	Διαδοχικές εκδόσεις θεματικού χάρτη
30	Σύνδεση με θεωρητικά πλαίσια	Τα θέματα συγκρίθηκαν με το Value Sensitive Design, την Υπεύθυνη Έρευνα και Καινοτομία και άλλες θεωρητικές προσεγγίσεις.	Η θεωρητική αντιπαράβολή βοήθησε στην ερμηνεία των ευρημάτων χωρίς να περιορίσει την ανοικτή ανάδυση θεμάτων.	Θεωρητική σύνθεση

31	Εντοπισμός αποκλινουσών περιπτώσεων	Καταγράφηκαν πηγές που παρουσίαζαν διαφορετικές ή αντίθετες απόψεις.	Οι αποκλίνουσες θέσεις αξιοποιήθηκαν για την αποφυγή μονομερούς ερμηνείας.	Αναλυτικές σημειώσεις αποκλίσεων
32	Τριγωνοποίηση πηγών	Συγκρίθηκαν ευρήματα από τεχνικές, νομικές, εκπαιδευτικές, κοινωνικές και φιλοσοφικές πηγές.	Ενισχύθηκε η πληρότητα και η πολυδιάστατη κατανόηση του θέματος.	Διαθεματική σύγκριση
33	Αναστοχαστικές σημειώσεις	Καταγράφηκαν σκέψεις και πιθανές προκαταλήψεις του ερευνητή.	Αναγνωρίστηκε ότι η ερμηνεία μπορεί να επηρεάζεται από το επιστημονικό και επαγγελματικό υπόβαθρο του ερευνητή.	Ημερολόγιο αναστοχασμού
34	Συζήτηση με επιβλέποντα	Οι αναλυτικές επιλογές και η θεματική οργάνωση συζητήθηκαν με τον επιβλέποντα.	Η διαδικασία συνέβαλε στον εντοπισμό ασαφειών και στην ενίσχυση της συνοχής.	Σημειώσεις συναντήσεων
35	Αναθεώρηση μετά από ανατροφοδότηση	Ορισμένοι κώδικες, θέματα και διατυπώσεις αναθεωρήθηκαν μετά από σχόλια.	Η ανατροφοδότηση χρησιμοποιήθηκε ως κριτικός έλεγχος και όχι ως αυτόματη αντικατάσταση της ανάλυσης.	Αναθεωρημένες εκδόσεις κεφαλαίων
36	Έλεγχος βιβλιογραφικής τεκμηρίωσης	Κάθε βασικό συμπέρασμα ελέγχθηκε ως προς την υποστήριξή του από τις πηγές.	Αποφεύχθηκαν γενικεύσεις που δεν στηρίζονταν σε επαρκή βιβλιογραφικά δεδομένα.	Τελικός έλεγχος παραπομπών
37	Αναζήτηση ερευνητικών κενών	Καταγράφηκαν ζητήματα που δεν είχαν εξεταστεί επαρκώς στη βιβλιογραφία.	Η αναγνώριση κενών αποτέλεσε βασικό στόχο της ημι-συστηματικής ανασκόπησης.	Πίνακας ερευνητικών κενών
38	Σύνθεση εκπαιδευτικών προτάσεων	Τα ευρήματα μετατράπηκαν σε προτάσεις για την εκπαίδευση, τον σχεδιασμό και τη διακυβέρνηση.	Οι προτάσεις συνδέθηκαν με τα θέματα που αναδείχθηκαν από την ανάλυση.	Ενότητα εκπαιδευτικών προτάσεων
39	Τελική αντιπαραβολή με τα ερευνητικά ερωτήματα	Τα τελικά θέματα και συμπεράσματα ελέγχθηκαν ως προς την απάντηση που έδιναν σε κάθε ερευνητικό ερώτημα.	Διασφαλίστηκε η συνοχή μεταξύ σκοπού, μεθοδολογίας, αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων.	Τελικός πίνακας αντιστοίχισης

40	Τελικός έλεγχος συνέπειας	Ελέγχθηκαν οι αριθμοί, οι όροι, οι θεματικές ονομασίες και οι βιβλιογραφικές παραπομπές.	Εξασφαλίστηκε η συνέπεια μεταξύ μεθοδολογίας, διαγράμματος PRISMA, αποτελεσμάτων και παραρτημάτων.	Τελική μορφή της διπλωματικής
----	---------------------------	--	--	-------------------------------

Πίνακας 1. Συνοπτική παρουσίαση του Audit Trail της παρούσας έρευνας, με καταγραφή των βασικών ερευνητικών σταδίων, των αναλυτικών αποφάσεων, της αιτιολόγησής τους και των αντίστοιχων τεκμηρίων που υποστήριξαν τη διαδικασία της βιβλιογραφικής ανασκόπησης και της θεματικής ανάλυσης.

Αναστοχαστικό ημερολόγιο ερευνητή

Στο πλαίσιο της παρούσας ποιοτικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης τηρήθηκε αναστοχαστικό ημερολόγιο (reflexive journal), με σκοπό τη συστηματική καταγραφή των σκέψεων, των προβληματισμών και των ερμηνευτικών αποφάσεων που προέκυπταν κατά τη διάρκεια της ανάλυσης της βιβλιογραφίας. Η τήρησή του αποτέλεσε μηχανισμό αναστοχασμού (reflexivity), επιτρέποντας τον συνεχή έλεγχο του τρόπου με τον οποίο το επιστημονικό, επαγγελματικό και προσωπικό υπόβαθρο του ερευνητή ενδέχεται να επηρεάζει την επιλογή, την ερμηνεία και την οργάνωση των βιβλιογραφικών δεδομένων (Nowell et al., 2017).

Ο αναστοχασμός δεν αποσκοπούσε στην εξάλειψη της ερμηνευτικής διάστασης της ποιοτικής έρευνας, αλλά στην αναγνώριση και τεκμηρίωση πιθανών προκαταλήψεων, προϋποθέσεων και προσωπικών οπτικών που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την ερευνητική διαδικασία. Οι καταγραφές του ημερολογίου αξιοποιήθηκαν για την επανεξέταση των αναλυτικών επιλογών, τη διεύρυνση της βιβλιογραφικής αναζήτησης, την αναθεώρηση αρχικών ερμηνειών και τη διασφάλιση μιας περισσότερο ισορροπημένης και τεκμηριωμένης σύνθεσης των ευρημάτων.

Η τήρηση αναστοχαστικού ημερολογίου αποτελεί καθιερωμένη πρακτική στην ποιοτική έρευνα και συμβάλλει στην ενίσχυση της αξιοπιστίας (credibility), της διαφάνειας (transparency) και της επιβεβαιωσιμότητας (confirmability) των αποτελεσμάτων, καθώς καθιστά εμφανή τη διαδικασία μέσω της οποίας διαμορφώθηκαν οι τελικές ερμηνείες και τα συμπεράσματα (Berger, 2015).

Ακολουθούν ενδεικτικές αναστοχαστικές καταγραφές που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της παρούσας μελέτης.

Αναστοχαστική σημείωση 1

Η επαγγελματική μου ενασχόληση με την Πληροφορική ενδέχεται να με οδηγεί στην απόδοση μεγαλύτερης βαρύτητας στις τεχνικές λύσεις, όπως η κρυπτογράφηση, η τοπική επεξεργασία και η κυβερνοασφάλεια. Για τον λόγο αυτό εξετάστηκαν συστηματικά και κοινωνικές, νομικές, φιλοσοφικές και εκπαιδευτικές πηγές, ώστε τα ηθικά προβλήματα να μην παρουσιάζονται αποκλειστικά ως τεχνικά ζητήματα.

Αναστοχαστική σημείωση 2

Η εμπειρία μου στην Ειδική Αγωγή μπορεί να ενισχύει την ευαισθησία μου απέναντι σε ζητήματα προσβασιμότητας και αποκλεισμού. Η συγκεκριμένη οπτική αποτελεί χρήσιμη αναλυτική αφετηρία, αλλά απαιτεί έλεγχο ώστε η συμπερίληψη να μην περιοριστεί μόνο στην αναπηρία. Για τον λόγο αυτό εξετάστηκαν επίσης η ηλικία, το φύλο, το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο, η γεωγραφική θέση, η πολιτισμική διαφοροποίηση και το επίπεδο ψηφιακών δεξιοτήτων.

Αναστοχαστική σημείωση 3

Κατά την αρχική κωδικοποίηση υπήρχε τάση να ερμηνεύονται οι τεχνολογίες επιτήρησης κυρίως αρνητικά. Στη συνέχεια συμπεριλήφθηκαν και μελέτες που ανέδειξαν οφέλη, όπως η ασφάλεια, η υποστήριξη της ανεξάρτητης διαβίωσης και η έγκαιρη ανίχνευση κινδύνων. Η ανάλυση αναθεωρήθηκε ώστε να αποτυπώνει τόσο τα οφέλη όσο και τους κινδύνους.

Αναστοχαστική σημείωση 4

Οι όροι «ηθική AI», «υπεύθυνη AI» και «αξιοπίστη AI» χρησιμοποιούνται συχνά με διαφορετικό περιεχόμενο. Αποφασίστηκε να μην αντιμετωπίζονται ως απόλυτα ταυτόσημοι, αλλά να εξετάζονται με βάση τον ορισμό που δίνει κάθε πηγή.

Αναστοχαστική σημείωση 5

Η μεγάλη έκταση της βιβλιογραφίας δημιουργεί κίνδυνο επιλογής μόνο των περισσότερων γνωστών ή συχνά αναφερόμενων θεωρητικών προσεγγίσεων. Για τον περιορισμό του κινδύνου αυτού πραγματοποιήθηκε συμπληρωματική αναζήτηση για μειονοτικές, κριτικές και συμπεριληπτικές προσεγγίσεις.

Η χρήση διαφορετικών τύπων πηγών —επιστημονικών άρθρων, θεσμικών εκθέσεων, πολιτικών κειμένων και τεχνικών αναφορών— συνέβαλε στη διασταύρωση των ευρημάτων και στη μείωση πιθανών ερμηνευτικών μεροληψιών (O'Connor & Joffe, 2020) .

Επιπλέον, η εφαρμογή στοιχείων της μεθοδολογίας PRISMA ενίσχυσε τη διαφάνεια της διαδικασίας επιλογής και αξιολόγησης των πηγών, επιτρέποντας μεγαλύτερη αναπαραγωγικότητα της βιβλιογραφικής ανάλυσης (Page et al., 2021b) .

Οι διαδικασίες αυτές ενίσχυσαν τη μεθοδολογική αυστηρότητα της έρευνας και υποστήριξαν τη διαμόρφωση αξιόπιστων και θεωρητικά τεκμηριωμένων συμπερασμάτων.

Στάδιο	Περιγραφή Ενεργειών
Καθορισμός ερευνητικού σκοπού	Διερεύνηση των ηθικών, κοινωνικών και συμπεριληπτικών διαστάσεων των Συστημάτων Διάχυτου και Κινητού Υπολογισμού (ΣΔΥ) και του Internet of Things (IoT) στην εκπαίδευση και την κοινωνία
Διαμόρφωση ερευνητικών ερωτημάτων	Ανάπτυξη ερευνητικών ερωτημάτων σχετικά με ιδιωτικότητα, αλγοριθμική δικαιοσύνη, διακυβέρνηση δεδομένων, ψηφιακή συμπερίληψη και ηθικό σχεδιασμό
Επιλογή βάσεων δεδομένων	Scopus, Web of Science (WoS), IEEE Xplore, ACM Digital Library, SpringerLink, ScienceDirect (Elsevier), Wiley Online Library, Taylor & Francis Online, SAGE Journals, Emerald Insight, MDPI, Nature Portfolio, ProQuest Dissertations & Theses, EBSCOhost, ERIC, Google Scholar, ResearchGate (για εντοπισμό ανοικτών εκδόσεων και preprints), Semantic Scholar, DOAJ (Directory of Open Access Journals)
Σχεδιασμός στρατηγικής αναζήτησης	Ανάπτυξη Boolean queries και συνδυασμών λέξεων-κλειδιών σύμφωνα με τις αρχές PRISMA 2020
Εντοπισμός μελετών (Identification)	Συλλογή επιστημονικών άρθρων, βιβλίων, τεχνικών αναφορών και πολιτικών κειμένων
Διαλογή μελετών (Screening)	Αφαίρεση διπλότυπων και αρχικός έλεγχος τίτλων και περιλήψεων
Αξιολόγηση καταλληλότητας (Eligibility)	Πλήρης ανάγνωση και αξιολόγηση θεωρητικής και μεθοδολογικής συνέπειας

Τελική ένταξη (Inclusion)	Επιλογή των πηγών που ενσωματώθηκαν στο τελικό corpus της διπλωματικής
Θεματική κωδικοποίηση	Ομαδοποίηση των πηγών σε θεματικές κατηγορίες
Ερμηνεία και σύνθεση	Ανάλυση τάσεων, θεωρητικών κενών και ανάπτυξη ηθικού και παιδαγωγικού πλαισίου

Πίνακας 2. Βιβλιομετρική και Μεθοδολογική Ροή Ανάλυσης της Παρούσας Έρευνας

Παράμετρος	Περιγραφή
Χρονικό εύρος	1990–2026
Γλώσσα	Αγγλικά, Ελληνικά
Τύποι πηγών	Peer-reviewed journal articles, conference papers, books, book chapters, review papers, systematic reviews, reports, policy papers, doctoral dissertations (όπου κρίθηκε απαραίτητο)
Επιστημονικές βάσεις δεδομένων	Scopus, Web of Science (WoS), IEEE Xplore, ACM Digital Library, SpringerLink, ScienceDirect (Elsevier), Wiley Online Library, Taylor & Francis Online, SAGE Journals, Emerald Insight, MDPI, Nature Portfolio, ProQuest Dissertations & Theses, EBSCOhost, ERIC, Google Scholar, ResearchGate, Semantic Scholar, DOAJ (Directory of Open Access Journals)
Θεσμικές και διεθνείς πηγές	European Commission, European Union, OECD, UNESCO, UNDP, World Bank, World Economic Forum (WEF), NIST, ISO, ITU, Council of Europe, European Data Protection Board (EDPB), European Union Agency for Cybersecurity (ENISA)
Λέξεις-κλειδιά & Boolean Operators	Συνδυασμοί όρων με χρήση AND, OR, NOT, καθώς και τελεστών αποκοπής (*) και φράσεων (" ") όπου απαιτήθηκε.
Κριτήρια ένταξης	Δημοσιεύσεις σχετικές με Συστήματα Διάχυτου Υπολογισμού (Ubiquitous Computing), Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence, Ethics, Responsible AI, Responsible Research and Innovation (RRI), Privacy, Inclusion, Accessibility, Algorithmic Fairness, Explainability, Smart Cities και Digital Governance.
Κριτήρια αποκλεισμού	Διπλότυπες δημοσιεύσεις, μη επιστημονικές πηγές, άρθρα χωρίς πλήρες κείμενο, εργασίες εκτός του αντικειμένου της μελέτης, δημοσιεύσεις χωρίς επαρκή επιστημονική τεκμηρίωση ή χωρίς διαδικασία αξιολόγησης από ομότιμους κριτές (peer review), όπου αυτό ήταν απαραίτητο.
Φίλτρα αναζήτησης	Open Access (όπου ήταν διαθέσιμο), Peer-reviewed, Relevance, Title/Abstract screening, Full-text screen
Χρονικό εύρος	1990–2026
Γλώσσα	Αγγλικά, Ελληνικά
Τύποι πηγών	Peer-reviewed articles, conference papers, βιβλία, reports, policy papers
Βάσεις δεδομένων	Scopus, WoS, IEEE Xplore, ACM DL, SpringerLink, ScienceDirect
Θεσμικές πηγές	UNESCO, OECD, European Commission, WBA

Boolean operators	AND, OR, NOT
Φύλτρα	Open access, relevance, abstract/title screening
Μέθοδος	Semi-systematic review + PRISMA 2020

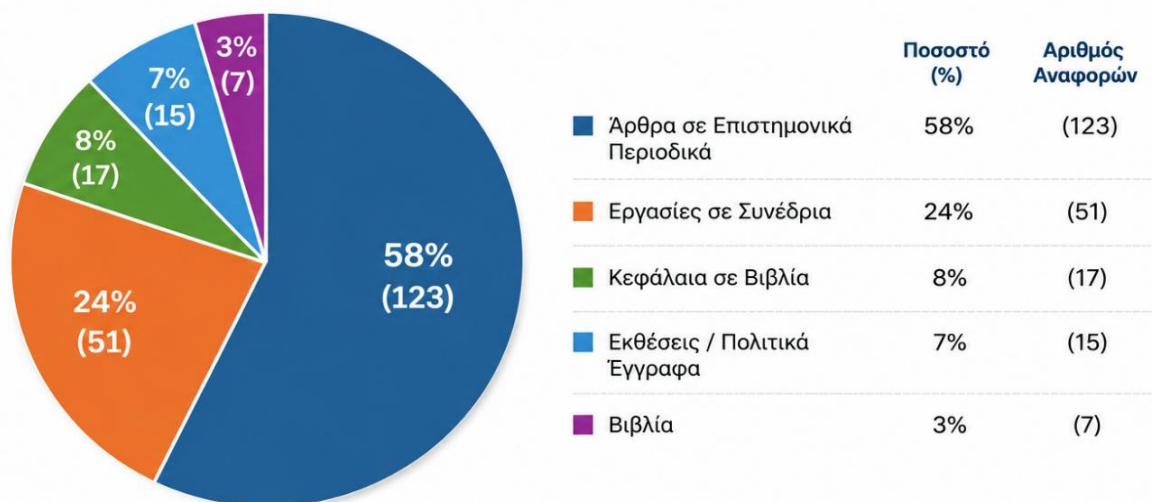
Πίνακας 3. Κριτήρια αναζήτησης και επιλογής της βιβλιογραφίας για τη συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση.

Παράμετρος	Αποτελέσματα
Συνολικές τελικές βιβλιογραφικές αναφορές	213
Κυρίαρχοι τύποι δημοσιεύσεων	Journal articles (58%), Conference papers (24%), Book chapters (8%), Reports/Policy papers (7%), Books (3%)
Κυρίαρχα επιστημονικά πεδία	Computer Science (38%), Information Systems (17%), AI Ethics & Governance (16%), Education & Pedagogy (12%), Sociology & Digital Studies (9%), Law & Policy (8%)
Βασικές θεματικές περιοχές	Ethics of AI, Responsible Research and Innovation (RRI), Privacy & Data Protection, Algorithmic Fairness, Explainable AI (XAI), Digital Inclusion, Accessibility, IoT Governance, Smart Cities, Digital Twins, Responsible Innovation
Συχνότερες λέξεις-κλειδιά	Internet of Things (IoT), ubiquitous computing, pervasive computing, artificial intelligence, ethics, privacy, transparency, explainability, algorithmic fairness, accessibility, inclusion, surveillance, governance, responsible AI
Κυρίαρχες χώρες προέλευσης	USA (25,8%), United Kingdom (17,4%), Germany (13,1%), China (10,3%), Netherlands (8,5%), Canada (7,0%), Sweden (5,2%), Australia (4,7%)
Κυρίαρχοι οργανισμοί και φορείς	Massachusetts Institute of Technology (MIT), Oxford Internet Institute, Delft University of Technology, Carnegie Mellon University, Stanford University, European Commission, OECD, UNESCO, World Bank, UNDP
Κυριότερα επιστημονικά περιοδικά	Ethics and Information Technology, AI & Society, Big Data & Society, IEEE Internet of Things Journal, Internet of Things, Future Generation Computer Systems, IEEE Access, Information Systems Frontiers, Journal of Responsible Technology, AI and Ethics.
Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDGs)	SDG 9 – Industry, Innovation and Infrastructure (27,2%), SDG 4 – Quality Education (22,2%), SDG 10 – Reduced Inequalities (18,5%), SDG 16 – Peace, Justice and Strong Institutions (13,6%)
Μεθοδολογική προσέγγιση	Semi-systematic Literature Review με εφαρμογή του πλαισίου PRISMA 2020 και θεματική ανάλυση (Thematic Analysis)

Πίνακας 4. Συνοπτική παρουσίαση των βασικών χαρακτηριστικών του τελικού δείγματος των 213 βιβλιογραφικών αναφορών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση.

Κατανομή Τελικών Βιβλιογραφικών Αναφορών ανά Τύπο

Σύνολο τελικών βιβλιογραφικών αναφορών: 213



Σημείωση: Στην ανάλυση δεν λαμβάνονται υπόψη αποφάσεις και νομοθεσία οργανισμών και θεσμών όπως η **European Union**, ο **OECD**, ο **UNDP**, η **UNESCO** και λοιποί διεθνείς οργανισμοί.



Η κατανομή βασίζεται σε σύνολο 213 τελικών βιβλιογραφικών αναφορών που επιλέχθηκαν μετά τη διαδικασία συμπερίληψης και αποκλεισμού.

Εικόνα 9. Κατανομή των βιβλιογραφικών αναφορών ανά τύπο τεκμηρίου στη βιβλιογραφική βάση της παρούσας έρευνας (N = 213).

Η εικόνα 9 παρουσιάζει την κατανομή των 213 τελικών βιβλιογραφικών αναφορών της παρούσας μελέτης ανά τύπο δημοσίευσης. Η ανάλυση δείχνει ότι η βιβλιογραφική τεκμηρίωση βασίζεται κυρίως σε άρθρα δημοσιευμένα σε επιστημονικά περιοδικά, τα οποία αποτελούν το 58% του συνόλου (123 αναφορές). Το εύρημα αυτό υποδηλώνει ότι η έρευνα στηρίζεται κυρίως σε πηγές που έχουν υποβληθεί σε διαδικασία επιστημονικής αξιολόγησης (peer review), γεγονός που ενισχύει την αξιοπιστία, την εγκυρότητα και την επιστημονική τεκμηρίωση των συμπερασμάτων.

Η δεύτερη μεγαλύτερη κατηγορία αφορά τις εργασίες συνεδρίων, οι οποίες αντιστοιχούν στο 24% της βιβλιογραφίας (51 αναφορές). Η σημαντική παρουσία τους είναι αναμενόμενη, καθώς τα αντικείμενα των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού, του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) και της Τεχνητής Νοημοσύνης χαρακτηρίζονται από ταχύτατη εξέλιξη

και οι πρόσφατες ερευνητικές εξελίξεις δημοσιεύονται συχνά αρχικά σε διεθνή επιστημονικά συνέδρια.

Μικρότερο ποσοστό της βιβλιογραφίας προέρχεται από κεφάλαια βιβλίων (8%, 17 αναφορές), τα οποία αξιοποιήθηκαν κυρίως για την παρουσίαση θεωρητικών πλαισίων, εννοιολογικών προσεγγίσεων και βασικών αρχών των εξεταζόμενων θεματικών. Παράλληλα, οι εκθέσεις και τα έγγραφα πολιτικής αντιστοιχούν στο 7% (15 αναφορές) και χρησιμοποιήθηκαν για την τεκμηρίωση σύγχρονων κατευθυντήριων γραμμών, πλαισίων διακυβέρνησης και προτάσεων πολιτικής που σχετίζονται με την υπεύθυνη ανάπτυξη των τεχνολογιών.

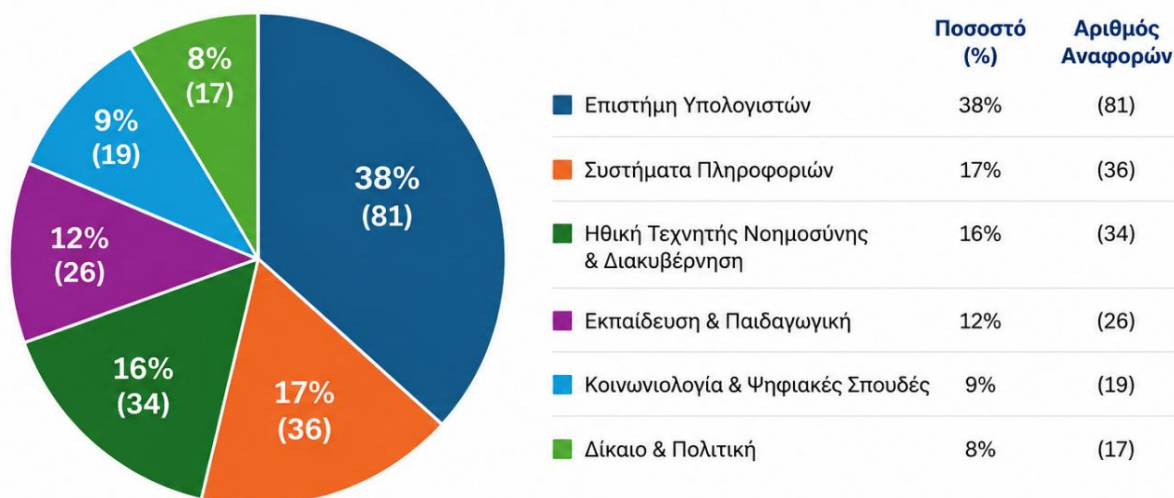
Τέλος, τα βιβλία αποτελούν το 3% της συνολικής βιβλιογραφίας (7 αναφορές), γεγονός που υποδηλώνει ότι χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για τη θεμελίωση βασικών θεωρητικών εννοιών και όχι ως κύρια πηγή σύγχρονης επιστημονικής γνώσης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι στην ανάλυση δεν συμπεριλήφθηκαν αποφάσεις, κανονιστικά κείμενα και νομοθεσία διεθνών οργανισμών και θεσμών, όπως η European Union, ο OECD, η UNESCO, το UNDP και άλλοι διεθνείς οργανισμοί, καθώς οι πηγές αυτές αξιοποιήθηκαν υποστηρικτικά στο θεωρητικό και κανονιστικό πλαίσιο της εργασίας και δεν εντάχθηκαν στην ποσοτική κατανομή της βιβλιογραφίας ανά τύπο δημοσίευσης.

Συνολικά, το σχήμα καταδεικνύει ότι η βιβλιογραφική βάση της έρευνας είναι κατά κύριο λόγο σύγχρονη, επιστημονική και ερευνητικά τεκμηριωμένη, με έμφαση σε δημοσιεύσεις περιοδικών και συνεδρίων, οι οποίες αντιπροσωπεύουν το 82% των τελικών βιβλιογραφικών αναφορών. Το γεγονός αυτό ενισχύει την επικαιρότητα και την επιστημονική εγκυρότητα της παρούσας μελέτης.

Κατανομή Τελικών Βιβλιογραφικών Αναφορών ανά Θεματική Περιοχή

Σύνολο τελικών βιβλιογραφικών αναφορών: 213



Σημείωση: Στην ανάλυση δεν λαμβάνονται υπόψη αποφάσεις και νομοθεσία οργανισμών και θεσμών όπως η **European Union**, ο **OECD**, ο **UNDP**, η **UNESCO** και λοιποί διεθνείς οργανισμοί.



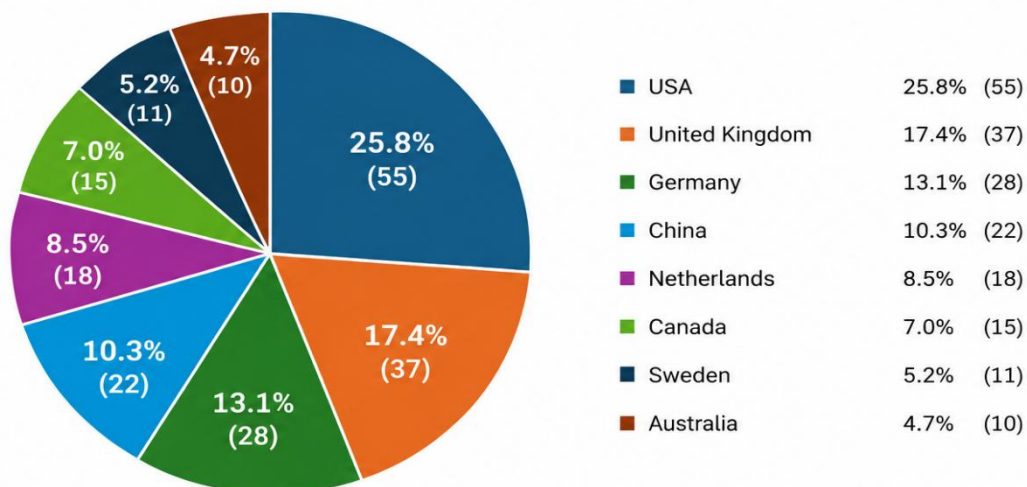
Η κατανομή βασίζεται σε σύνολο 213 τελικών βιβλιογραφικών αναφορών που επιλέχθηκαν μετά τη διαδικασία συμπερίληψης και αποκλεισμού.

Εικόνα 10. Κατανομή των βιβλιογραφικών αναφορών ανά επιστημονικό πεδίο στη βιβλιογραφική βάση της παρούσας έρευνας (N = 213).

Όπως παρουσιάζεται στο εικόνα 10, η μεγαλύτερη συγκέντρωση βιβλιογραφικών αναφορών προέρχεται από το πεδίο της Επιστήμης Υπολογιστών (38%), γεγονός αναμενόμενο λόγω της τεχνολογικής φύσης των Συστημάτων Διάχυτου και Κινητού Υπολογισμού και του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Ακολουθούν τα Πληροφοριακά Συστήματα (17%) και η Ηθική και Διακυβέρνηση της Τεχνητής Νοημοσύνης (16%), τα οποία συνδέονται άμεσα με τις ηθικές και κοινωνικές διαστάσεις των υπό μελέτη τεχνολογιών. Παράλληλα, σημαντική παρουσία εμφανίζουν οι επιστήμες της Εκπαίδευσης και Παιδαγωγικής (12%), καθώς και οι Κοινωνικές και Ψηφιακές Σπουδές (9%), αναδεικνύοντας τον διεπιστημονικό χαρακτήρα της έρευνας. Τέλος, το πεδίο του Δικαίου και της Δημόσιας Πολιτικής (8%) συμβάλλει στη διερεύνηση θεμάτων κανονιστικής συμμόρφωσης, προστασίας προσωπικών δεδομένων και υπεύθυνης διακυβέρνησης των αναδυόμενων τεχνολογιών.

Κατανομή Τελικών Βιβλιογραφικών Αναφορών ανά Χώρα/Περιοχή

Σύνολο τελικών βιβλιογραφικών αναφορών: 213



Σημείωση: Στην ανάλυση δεν λαμβάνονται υπόψη αποφάσεις και νομοθεσία οργανισμών και θεσμών όπως η **European Union**, ο **OECD**, ο **UNDP**, η **UNESCO** και λοιποί διεθνείς οργανισμοί.



Η κατανομή βασίζεται σε σύνολο 213 τελικών βιβλιογραφικών αναφορών που επιλέχθηκαν μετά τη διαδικασία συμπερίληψης και αποκλεισμού.

Εικόνα 11. Γεωγραφική κατανομή των βιβλιογραφικών αναφορών ανά χώρα/επικράτεια προέλευσης των δημοσιεύσεων.

Η εικόνα 11 παρουσιάζει την κατανομή των 213 τελικών βιβλιογραφικών αναφορών της παρούσας μελέτης ανά χώρα ή γεωγραφική περιοχή προέλευσης. Η ανάλυση αναδεικνύει ότι η επιστημονική τεκμηρίωση προέρχεται κυρίως από χώρες με έντονη ερευνητική δραστηριότητα στους τομείς των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού, του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT), της Τεχνητής Νοημοσύνης και της ηθικής των ψηφιακών τεχνολογιών.

Οι Ηνωμένες Πολιτείες (USA) κατέχουν την πρώτη θέση, με 55 βιβλιογραφικές αναφορές (25,8%), γεγονός που αντανακλά τον πρωταγωνιστικό τους ρόλο στην παραγωγή επιστημονικής γνώσης στους τομείς της πληροφορικής, της τεχνητής νοημοσύνης και των ψηφιακών τεχνολογιών. Ακολουθεί το Ηνωμένο Βασίλειο, με 37 αναφορές (17,4%), το οποίο διαθέτει σημαντική παράδοση στην έρευνα για την ηθική της τεχνολογίας, τη διακυβέρνηση των δεδομένων και τις κοινωνικές επιπτώσεις των αναδυόμενων τεχνολογιών.

Σημαντική συμβολή παρουσιάζει επίσης η Γερμανία, με 28 αναφορές (13,1%), επιβεβαιώνοντας τον ισχυρό ερευνητικό της προσανατολισμό σε θέματα βιομηχανικού Διαδικτύου των Πραγμάτων (Industrial IoT), κυβερνοφυσικών συστημάτων και υπεύθυνου

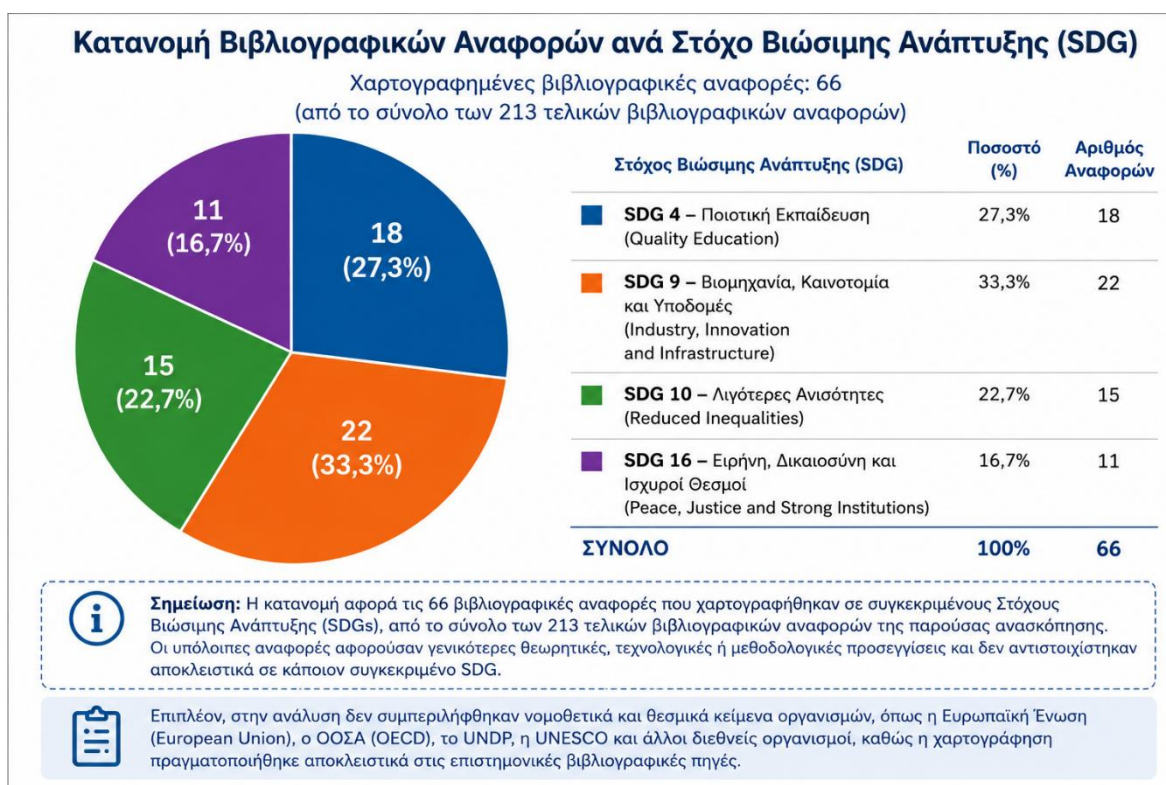
σχεδιασμού τεχνολογιών. Η Κίνα καταλαμβάνει την τέταρτη θέση, με 22 αναφορές (10,3%), αντανακλώντας τη ραγδαία ανάπτυξη της ερευνητικής δραστηριότητας σε εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης, έξυπνων πόλεων και συστημάτων IoT.

Ακολουθούν οι Κάτω Χώρες, με 18 αναφορές (8,5%), και ο Καναδάς, με 15 αναφορές (7,0%), χώρες που έχουν αναπτύξει έντονη ερευνητική δραστηριότητα στους τομείς της υπεύθυνης καινοτομίας (Responsible Research and Innovation), της ιδιωτικότητας, της συμπερίληψης και της διακυβέρνησης των ψηφιακών τεχνολογιών. Η Σουηδία (11 αναφορές, 5,2%) και η Αυστραλία (10 αναφορές, 4,7%) συμπληρώνουν την κατανομή, με ιδιαίτερη έμφαση σε ζητήματα βιώσιμης ανάπτυξης, ανθρωποκεντρικού σχεδιασμού και ψηφιακής διακυβέρνησης.

Η γεωγραφική κατανομή καταδεικνύει ότι η βιβλιογραφία της παρούσας έρευνας προέρχεται κυρίως από χώρες με ισχυρή ερευνητική παράδοση και σημαντική επένδυση στην ανάπτυξη προηγμένων ψηφιακών τεχνολογιών και στη μελέτη των ηθικών, κοινωνικών και κανονιστικών προεκτάσεών τους. Παράλληλα, η παρουσία βιβλιογραφίας από διαφορετικές ηπείρους ενισχύει τη διεθνή διάσταση της ανασκόπησης και συμβάλλει στη διαμόρφωση μιας πολυδιάστατης και συγκριτικής θεώρησης του αντικειμένου.

Αξίζει να επισημανθεί ότι στην παρούσα ανάλυση δεν συμπεριλήφθηκαν αποφάσεις, κανονιστικά κείμενα και έγγραφα πολιτικής διεθνών οργανισμών και θεσμών, όπως η European Union, ο OECD, η UNESCO, το UNDP και άλλοι διεθνείς οργανισμοί. Οι πηγές αυτές χρησιμοποιήθηκαν για τη διαμόρφωση του θεωρητικού και κανονιστικού πλαισίου της εργασίας, αλλά δεν εντάχθηκαν στην ποσοτική κατανομή της βιβλιογραφίας ανά χώρα προέλευσης.

Συνολικά, η εικόνα αναδεικνύει ότι η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση βασίζεται σε ένα διεθνές και γεωγραφικά διαφοροποιημένο σώμα επιστημονικών πηγών, με κυρίαρχη συμβολή των Ηνωμένων Πολιτειών και ευρωπαϊκών χωρών, γεγονός που ενισχύει τόσο την επιστημονική εγκυρότητα όσο και την αντιπροσωπευτικότητα των συμπερασμάτων της μελέτης.



Εικόνα 12. Κατανομή των βιβλιογραφικών αναφορών σύμφωνα με τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης που συνδέονται με το αντικείμενο της παρούσας έρευνας.

Η εικόνα 12 παρουσιάζει την κατανομή των βιβλιογραφικών αναφορών που χαρτογραφήθηκαν σε Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (Sustainable Development Goals – SDGs). Από το σύνολο των 213 τελικών βιβλιογραφικών αναφορών που συμπεριλήφθηκαν στη βιβλιογραφική ανασκόπηση, 66 αναφορές (31%) συνδέθηκαν άμεσα με συγκεκριμένους ΣΒΑ, καθώς πραγματεύονταν ζητήματα που αντιστοιχούν ρητά στους στόχους του ΟΗΕ για τη βιώσιμη ανάπτυξη.

Η μεγαλύτερη συγκέντρωση αναφορών παρατηρείται στον Στόχο 9 – Βιομηχανία, Καινοτομία και Υποδομές (SDG 9), με 22 αναφορές (33,3%). Το εύρημα αυτό αντανακλά την έντονη εστίαση της διεθνούς βιβλιογραφίας στην ανάπτυξη καινοτόμων τεχνολογιών, στις ψηφιακές υποδομές, στα Συστήματα Διάχυτου Υπολογισμού (Ubiquitous Computing), στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) και στις τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης, καθώς και στις προκλήσεις που συνοδεύουν την υπεύθυνη αξιοποίησή τους.

Ακολουθεί ο Στόχος 4 – Ποιοτική Εκπαίδευση (SDG 4) με 18 αναφορές (27,3%). Οι μελέτες αυτές επικεντρώνονται κυρίως στην αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών στην εκπαίδευση, στην ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων, στη συμπεριληπτική εκπαίδευση, στην

προσβασιμότητα των εκπαιδευτικών συστημάτων και στην ηθική χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στο εκπαιδευτικό περιβάλλον.

Ο Στόχος 10 – Λιγότερες Ανισότητες (SDG 10) αντιπροσωπεύεται από 15 αναφορές (22,7%), οι οποίες αναδεικνύουν ζητήματα ισότητας, ψηφιακού χάσματος, καθολικής προσβασιμότητας, αποφυγής αλγοριθμικών διακρίσεων και σχεδιασμού τεχνολογιών που υποστηρίζουν την ισότιμη συμμετοχή όλων των κοινωνικών ομάδων, συμπεριλαμβανομένων των ατόμων με αναπηρία και άλλων ευάλωτων πληθυσμών.

Τέλος, ο Στόχος 16 – Ειρήνη, Δικαιοσύνη και Ισχυροί Θεσμοί (SDG 16) συγκεντρώνει 11 αναφορές (16,7%). Οι εργασίες αυτές εστιάζουν κυρίως στη διαφάνεια, τη λογοδοσία, την προστασία των προσωπικών δεδομένων, την κυβερνοασφάλεια, τη δίκαιη λήψη αλγοριθμικών αποφάσεων και την ανάπτυξη θεσμικών πλαισίων που διασφαλίζουν την υπεύθυνη διακυβέρνηση των ψηφιακών τεχνολογιών.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η χαρτογράφηση πραγματοποιήθηκε μόνο στις βιβλιογραφικές αναφορές που παρουσίαζαν σαφή σύνδεση με συγκεκριμένους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης. Οι υπόλοιπες 147 αναφορές (69%) δεν αντιστοιχίστηκαν αποκλειστικά σε κάποιον ΣΒΑ, καθώς αφορούσαν γενικότερες θεωρητικές, τεχνολογικές ή μεθοδολογικές προσεγγίσεις σχετικές με τα Συστήματα Διάχυτου Υπολογισμού, το IoT και την Τεχνητή Νοημοσύνη. Επιπλέον, από την παρούσα χαρτογράφηση εξαιρέθηκαν θεσμικά και νομοθετικά κείμενα οργανισμών, όπως η Ευρωπαϊκή Ένωση, ο ΟΟΣΑ (OECD), το UNDP και η UNESCO, ώστε η ανάλυση να βασιστεί αποκλειστικά στις επιστημονικές βιβλιογραφικές πηγές.

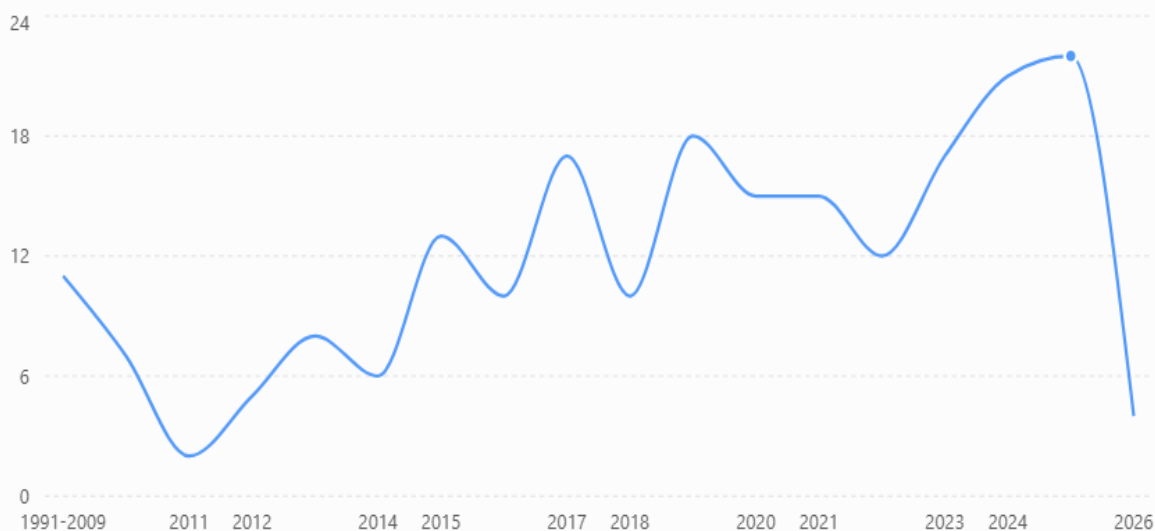
Συνολικά, η κατανομή των αναφορών αναδεικνύει ότι η διεθνής βιβλιογραφία προσεγγίζει τα Συστήματα Διάχυτου Υπολογισμού και το Διαδίκτυο των Πραγμάτων όχι μόνο ως τεχνολογικές καινοτομίες, αλλά και ως μέσα που επηρεάζουν την εκπαίδευση, την κοινωνική ισότητα, τα ανθρώπινα δικαιώματα και τη θεσμική διακυβέρνηση. Η ισχυρή παρουσία των SDG 9 και SDG 4, σε συνδυασμό με τους SDG 10 και SDG 16, επιβεβαιώνει τον διεπιστημονικό χαρακτήρα της παρούσας μελέτης και τη στενή σύνδεση της τεχνολογικής ανάπτυξης με τις αρχές της ηθικής, της συμπερίληψης και της βιώσιμης ανάπτυξης.

Έτος Δημοσίευσης	Αριθμός Αναφορών
1990–2009	11
2010	7
2011	2
2012	5
2013	8
2014	6
2015	13
2016	10
2017	17
2018	10
2019	18
2020	15
2021	15
2022	12
2023	17
2024	21
2025	22
2026	4
Σύνολο	213

Πίνακας 5. Κατανομή βιβλιογραφικών αναφορών ανά έτος δημοσίευσης (N = 213)

Κατανομή βιβλιογραφικών αναφορών ανά έτος δημοσίευσης

Συνολική βιβλιογραφία της εργασίας (N = 213 αναφορές).



Εικόνα 13: Κατανομή αναφορών ανά έτος

Ο Πίνακας 4 και η εικόνα 13 παρουσιάζουν την κατανομή των 213 βιβλιογραφικών αναφορών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη, ανά έτος δημοσίευσης. Η ανάλυση καταδεικνύει ότι η ερευνητική δραστηριότητα γύρω από την ηθική, τη συμπερίληψη, τα ΣΔΥ, IoT και την Τεχνητή Νοημοσύνη παρουσιάζει σαφή αυξητική τάση κατά την τελευταία δεκαετία.

Οι παλαιότερες δημοσιεύσεις της περιόδου 1991–2009 ανέρχονται σε 11 αναφορές, γεγονός που αντικατοπτρίζει τη θεωρητική θεμελίωση του πεδίου μέσα από κλασικές εργασίες σχετικά με τον διάχυτο υπολογισμό, την ιδιωτικότητα, την ηθική της τεχνολογίας και τον ανθρωποκεντρικό σχεδιασμό. Κατά την περίοδο 2010–2014 παρατηρείται σταδιακή αύξηση του αριθμού των δημοσιεύσεων, καθώς η ευρύτερη υιοθέτηση του IoT και των έξυπνων συστημάτων δημιουργεί νέα ερευνητικά ενδιαφέροντα και ηθικούς προβληματισμούς.

Από το 2015 και μετά καταγράφεται σημαντική ενίσχυση της σχετικής βιβλιογραφίας. Οι δημοσιεύσεις κυμαίνονται από 10 έως 22 ανά έτος, γεγονός που αποτυπώνει τη ραγδαία ανάπτυξη των τεχνολογιών Τεχνητής Νοημοσύνης, των έξυπνων συσκευών και των κυβερνοφυσικών συστημάτων, αλλά και την αυξανόμενη ενασχόληση της επιστημονικής κοινότητας με ζητήματα διαφάνειας, λογοδοσίας, δικαιοσύνης, κυβερνοασφάλειας και υπεύθυνης καινοτομίας.

Η μεγαλύτερη συγκέντρωση βιβλιογραφικών αναφορών παρατηρείται τα έτη 2024 (21 αναφορές) και 2025 (22 αναφορές), γεγονός που επιβεβαιώνει ότι το αντικείμενο της έρευνας αποτελεί ένα ιδιαίτερα επίκαιρο και ταχέως εξελισσόμενο επιστημονικό πεδίο. Η αυξημένη παραγωγή επιστημονικών δημοσιεύσεων συνδέεται τόσο με την ευρεία διάδοση της παραγωγικής τεχνητής νοημοσύνης (Generative AI) όσο και με την ενίσχυση του ενδιαφέροντος για την ηθική αξιοποίηση των έξυπνων τεχνολογιών, την προστασία των προσωπικών δεδομένων και τη συμμόρφωση με νέα κανονιστικά πλαίσια, όπως ο AI Act της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Αντίθετα, η σχετικά μικρή τιμή που εμφανίζεται για το 2026 (4 αναφορές) δεν υποδηλώνει μείωση της επιστημονικής δραστηριότητας, αλλά οφείλεται στο γεγονός ότι η βιβλιογραφική αναζήτηση πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του έτους και, επομένως, δεν περιλαμβάνει το σύνολο των δημοσιεύσεων που αναμένεται να εκδοθούν μέχρι το τέλος του.

Συνολικά, η χρονική κατανομή των βιβλιογραφικών αναφορών αποδεικνύει ότι η παρούσα μελέτη βασίζεται σε μια ισορροπημένη βιβλιογραφική βάση, η οποία συνδυάζει θεμελιώδεις θεωρητικές εργασίες με τις πλέον πρόσφατες επιστημονικές εξελίξεις. Η επιλογή αυτή ενισχύει τόσο τη θεωρητική τεκμηρίωση όσο και την επικαιρότητα των συμπερασμάτων της έρευνας.

Ανάλυση της Βιβλιογραφίας με τη Μέθοδο PRISMA

Η διαδικασία αναζήτησης, επιλογής και αξιολόγησης της βιβλιογραφίας πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τη μεθοδολογία PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), με στόχο τη διασφάλιση της διαφάνειας, της συστηματικότητας και της αναπαραγωγιμότητας της βιβλιογραφικής ανασκόπησης.

Εντοπισμός (Identification)

- Εγγραφές που εντοπίστηκαν μέσω αναζήτησης σε επιστημονικές βάσεις δεδομένων: **n = 842**
- Πρόσθετες εγγραφές από θεσμικές εκθέσεις, έγγραφα πολιτικής, διεθνείς οργανισμούς και βιβλιογραφικές αναφορές: **n = 96**

Συνολικά εντοπίστηκαν **938 εγγραφές**, οι οποίες αποτέλεσαν την αρχική δεξαμενή της έρευνας.

Έλεγχος (Screening)

- Εγγραφές μετά την αφαίρεση διπλότυπων: **n = 611**
- Εγγραφές που αξιολογήθηκαν βάσει τίτλου και περίληψης: **n = 611**
- Εγγραφές που αποκλείστηκαν κατά το στάδιο αυτό: **n = 401**

Ο αποκλεισμός πραγματοποιήθηκε κυρίως λόγω περιορισμένης συνάφειας με το ερευνητικό αντικείμενο, εστίασης σε τεχνικά ζητήματα χωρίς κοινωνική ή ηθική διάσταση, καθώς και έλλειψης αναφοράς σε θέματα συμπερίληψης, προσβασιμότητας ή κοινωνικών επιπτώσεων των τεχνολογιών.

Αξιολόγηση Καταλληλότητας (Eligibility)

- Άρθρα πλήρους κειμένου που αξιολογήθηκαν: **n = 210**
- Άρθρα πλήρους κειμένου που αποκλείστηκαν: **n = 126**

Οι κυριότεροι λόγοι αποκλεισμού ήταν:

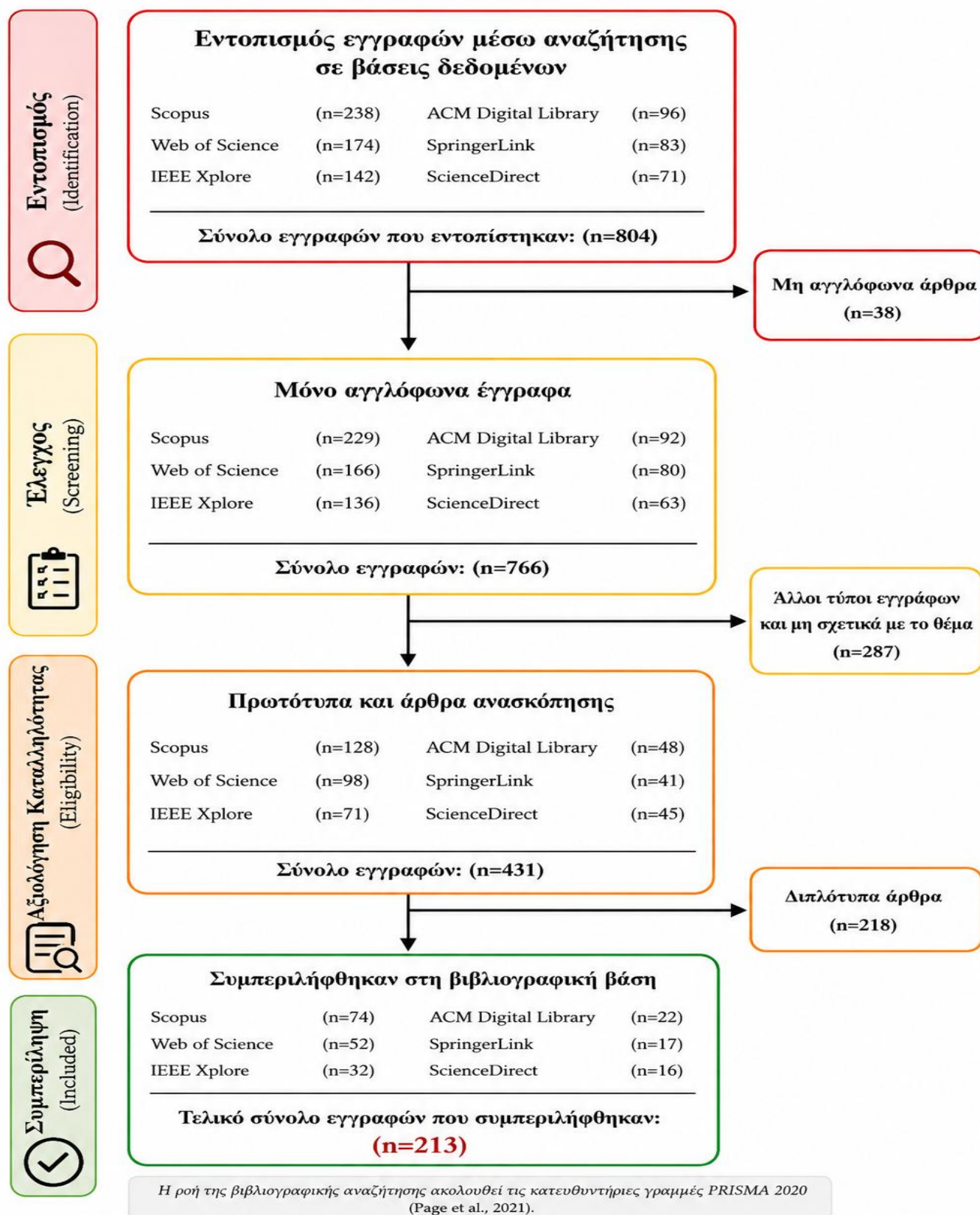
- χαμηλή μεθοδολογική συνάφεια με το αντικείμενο της έρευνας,
- αποκλειστικά τεχνικός προσανατολισμός χωρίς κοινωνική ή ηθική διάσταση,
- απουσία αναφοράς σε ζητήματα ηθικής, συμπερίληψης ή κοινωνικών επιπτώσεων των τεχνολογιών,
- ανεπαρκής ανάλυση ή τεκμηρίωση των ερευνητικών αποτελεσμάτων.

Συμπερίληψη (Included)

Οι μελέτες που πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης και αξιοποιήθηκαν για τη σύνθεση των ευρημάτων συμπληρώθηκαν από θεμελιώδη θεωρητικά έργα, κανονιστικά κείμενα, διεθνείς οδηγίες, πρότυπα, νομοθετικές πράξεις και βιβλία αναφοράς που κρίθηκαν απαραίτητα για τη θεωρητική θεμελίωση της έρευνας.

- Συνολικές βιβλιογραφικές αναφορές που αξιοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία:
n = 213

Η τελική βιβλιογραφική βάση των 213 αναφορών αποτέλεσε το θεωρητικό και ερευνητικό υπόβαθρο της παρούσας μελέτης και χρησιμοποιήθηκε για τη θεματική ανάλυση και τη σύνθεση των ευρημάτων σχετικά με τις ηθικές, κοινωνικές και συμπεριληπτικές διαστάσεις των Συστημάτων Διάχυτου και Κινητού Υπολογισμού (ΣΔΥ), του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) και των σύγχρονων τεχνολογιών Τεχνητής Νοημοσύνης. Η σύνθεση αυτή επέτρεψε την ανάδειξη βασικών θεματικών αξόνων, όπως η ιδιωτικότητα, η διαφάνεια, η λογοδοσία, η αλγοριθμική δικαιοσύνη, η προσβασιμότητα και η υπεύθυνη καινοτομία.



Εικόνα 14. Διάγραμμα ροής επιλογής μελετών σύμφωνα με τη μεθοδολογία PRISMA.

3.5 Δείκτες, Κατηγορίες και Θεματικοί Άξονες Ανάλυσης

Η ανάλυση της βιβλιογραφίας οργανώθηκε γύρω από ένα σύνολο δεικτών, θεματικών κατηγοριών και αναλυτικών αξόνων, οι οποίοι προέκυψαν τόσο από τη θεωρητική μελέτη της διεθνούς βιβλιογραφίας όσο και από τη διαδικασία κωδικοποίησης των πηγών που περιγράφηκε στην προηγούμενη ενότητα. Στόχος αυτής της προσέγγισης ήταν η δημιουργία ενός ευέλικτου αλλά συνεκτικού πλαισίου ανάλυσης, ικανού να αποτυπώσει τις πολύπλευρες ηθικές, κοινωνικές και παιδαγωγικές διαστάσεις των ΣΔΥ και του IoT.

Κατά τη μελέτη της βιβλιογραφίας έγινε εμφανές ότι τα ΣΔΥ και τα IoT οικοσυστήματα δεν αποτελούν απλώς τεχνικές υποδομές, αλλά διαμορφώνουν τρόπους επικοινωνίας, λήψης αποφάσεων, πρόσβασης στην πληροφορία και κοινωνικής συμμετοχής. Για τον λόγο αυτό, η ανάλυση δεν περιορίστηκε μόνο σε τεχνικές πτυχές, αλλά επεκτάθηκε σε ζητήματα ιδιωτικότητας, λογοδοσίας, συμπερίληψης, ψηφιακής ισότητας και τεχνολογικής ευθύνης (Helbing et al., 2021; Li et al., 2023c).

Οι δείκτες και οι θεματικοί άξονες λειτούργησαν ως εργαλεία ερμηνείας και οργάνωσης του ερευνητικού υλικού, καθοδηγώντας τόσο τη δομή του Κεφαλαίου 4 όσο και τη διαμόρφωση των τελικών προτάσεων και συμπερασμάτων της εργασίας. Η ανάπτυξή τους βασίστηκε στις αρχές της θεματικής ανάλυσης και σε ανθρωποκεντρικές προσεγγίσεις σχεδιασμού τεχνολογίας, όπως το Value Sensitive Design και το Responsible Innovation (Friedman & Hendry, 2019; Stahl et al., 2023).

(α) Αναλυτικοί Δείκτες (Analytical Indicators)

Οι αναλυτικοί δείκτες χρησιμοποιήθηκαν ως εννοιολογικά εργαλεία για την αποτύπωση των βασικών διαστάσεων που αναδείχθηκαν μέσα από τη βιβλιογραφία. Οι δείκτες αυτοί δεν λειτούργησαν ως αυστηρές ποσοτικές μεταβλητές, αλλά ως θεματικά σημεία αναφοράς που επέτρεψαν τη συστηματική σύγκριση και ερμηνεία των πηγών.

1. Ιδιωτικότητα και προστασία δεδομένων

Ο δείκτης αυτός αφορά την διαδικασία με την οποία τα ΣΔΥ και τα IoT συστήματα συλλέγουν, αποθηκεύουν και επεξεργάζονται προσωπικά δεδομένα. Η βιβλιογραφία αναδεικνύει ότι πολλές pervasive τεχνολογίες λειτουργούν μέσω συνεχούς και συχνά

αόρατης καταγραφής δεδομένων, γεγονός που δημιουργεί σημαντικά ζητήματα ιδιωτικότητας και ελέγχου των πληροφοριών των χρηστών (Amin et al., 2025).

Παράλληλα, σύγχρονες μελέτες τονίζουν ότι η προστασία δεδομένων δεν αποτελεί αποκλειστικά τεχνικό ζήτημα, αλλά και κοινωνικό και πολιτικό δικαίωμα, ιδιαίτερα σε περιβάλλοντα έξυπνων πόλεων και ubiquitous computing (Helbing et al., 2021).

2. Ασφάλεια συστημάτων και τεχνολογικών υποδομών

Ο συγκεκριμένος δείκτης σχετίζεται με την ασφάλεια των δικτύων, των αισθητήρων και των διασυνδεδεμένων συσκευών IoT. Η αυξανόμενη εξάρτηση από connected infrastructures καθιστά τα pervasive systems ευάλωτα σε κυβερνοεπιθέσεις, παραβιάσεις δεδομένων και κακόβουλη πρόσβαση (Sicari et al., 2015).

Η βιβλιογραφία επισημαίνει ότι η ασφάλεια δεν αφορά μόνο τεχνικούς μηχανισμούς προστασίας, αλλά και ζητήματα εμπιστοσύνης, αξιοπιστίας και κοινωνικής αποδοχής των τεχνολογικών συστημάτων.

3. Λογοδοσία και διαφάνεια

Η λογοδοσία αφορά τη δυνατότητα κατανόησης και ελέγχου των αλγοριθμικών διαδικασιών που ενσωματώνονται στα ΣΔΥ και στο IoT. Πολλές τεχνολογίες λειτουργούν με αδιαφανείς μηχανισμούς λήψης αποφάσεων, γεγονός που δυσκολεύει την απόδοση ευθύνης σε περιπτώσεις σφαλμάτων ή διακρίσεων (Felzmann et al., 2019).

Η ανάγκη για explainability και transparent AI αναδεικνύεται ολοένα και περισσότερο ως βασική προϋπόθεση ηθικής διακυβέρνησης των ψηφιακών συστημάτων.

4. Αλγοριθμική δικαιοσύνη και μη-προκατάληψη

Ο δείκτης αυτός εξετάζει κατά πόσο οι αλγοριθμικές διαδικασίες ενσωματώνουν κοινωνικές προκαταλήψεις ή αναπαράγουν ανισότητες. Η διεθνής βιβλιογραφία υπογραμμίζει ότι τα δεδομένα και οι αλγόριθμοι δεν είναι ουδέτερα, αλλά επηρεάζονται από κοινωνικές, πολιτισμικές και πολιτικές συνθήκες (Longworth, 2021).

Ιδιαίτερα στα συστήματα AIoT (Artificial Intelligence of Things), η αλγοριθμική μεροληψία μπορεί να επηρεάσει αποφάσεις σχετικές με πρόσβαση σε υπηρεσίες, εκπαίδευση, εργασία ή ασφάλεια.

5. Προσβασιμότητα και καθολικός σχεδιασμός

Η προσβασιμότητα αναφέρεται στον βαθμό στον οποίο τα τεχνολογικά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από όλους τους ανθρώπους, ανεξάρτητα από ηλικία, φύλο, αναπηρία ή κοινωνικό υπόβαθρο. Η βιβλιογραφία για το universal design επισημαίνει ότι ο σχεδιασμός τεχνολογιών χωρίς συμπεριληπτικές αρχές οδηγεί συχνά σε νέες μορφές ψηφιακού αποκλεισμού (Initiative (WAI), n.d., 2023).

Η διάσταση αυτή θεωρήθηκε ιδιαίτερα σημαντική για την παρούσα έρευνα, καθώς συνδέεται άμεσα με την εκπαιδευτική και κοινωνική αξιοποίηση των ΣΔΥ.

6. Ψηφιακή συμπερίληψη και ισότητα

Ο δείκτης της ψηφιακής συμπερίληψης αφορά τη δυνατότητα ουσιαστικής συμμετοχής όλων των κοινωνικών ομάδων στα ψηφιακά οικοσυστήματα. Η βιβλιογραφία αναδεικνύει ότι οι ανισότητες πρόσβασης στις τεχνολογίες δεν σχετίζονται μόνο με την ύπαρξη υποδομών, αλλά και με τις ψηφιακές δεξιότητες, την εκπαίδευση και την κοινωνική θέση των χρηστών (Deursen & Helsper, 2015).

Η έννοια της digital inclusion συνδέεται άμεσα με ζητήματα κοινωνικής δικαιοσύνης και δημοκρατικής πρόσβασης στην πληροφορία.

7. Τεχνολογική παιδεία και κριτική επίγνωση

Η βιβλιογραφία δείχνει ότι η ανάπτυξη pervasive και AI-driven τεχνολογιών δημιουργεί αυξημένη ανάγκη για κριτικό τεχνολογικό γραμματισμό. Οι χρήστες και οι επαγγελματίες της πληροφορικής καλούνται όχι μόνο να χρησιμοποιούν τεχνολογίες, αλλά και να κατανοούν τις κοινωνικές και ηθικές τους επιπτώσεις (Pothier & Condon, 2025).

Η διάσταση αυτή αποκτά ιδιαίτερη σημασία στο πλαίσιο της ανώτατης εκπαίδευσης και ειδικότερα σε προγράμματα σπουδών που σχετίζονται με τα ΣΔΥ και το IoT.

8. Κοινωνικές επιπτώσεις και δεδομενοποίηση της καθημερινότητας

Η ολοένα αυξανόμενη ενσωμάτωση αισθητήρων, connected devices και data ecosystems μετασχηματίζει την καθημερινή ζωή, δημιουργώντας νέα μοντέλα παρακολούθησης, κατηγοριοποίησης και κοινωνικής ανάλυσης (Couldry & Mejias, 2019).

Η βιβλιογραφία περιγράφει τη διαδικασία αυτή ως «δεδομενοποίηση της καθημερινότητας» (datafication), όπου η ανθρώπινη δραστηριότητα μετατρέπεται συνεχώς σε δεδομένα προς ανάλυση και αξιοποίηση.

(β) Θεματικές Κατηγορίες (Thematic Categories)

Με βάση τους παραπάνω δείκτες διαμορφώθηκαν πέντε ευρύτερες θεματικές κατηγορίες:

1. Ηθικές διαστάσεις των ΣΔΥ και του IoT
2. Κοινωνικές ανισότητες και ψηφιακή συμπερίληψη
3. Ασφάλεια, διαφάνεια και διακυβέρνηση δεδομένων
4. Αλγοριθμική διαχείριση και αυτοματοποίηση
5. Εκπαιδευτικές και παιδαγωγικές προσεγγίσεις της ηθικής τεχνολογίας

Οι κατηγορίες αυτές λειτούργησαν ως το βασικό ερμηνευτικό πλαίσιο για την ανάλυση των ερευνητικών ευρημάτων.

(γ) Τελικοί Θεματικοί Άξονες Ανάλυσης

1. Ηθικές Προκλήσεις στα ΣΔΥ και το IoT

Ο άξονας αυτός εξετάζει ζητήματα όπως:

- επιτήρηση,
- αόρατη συλλογή δεδομένων,
- αυτοματοποίηση,
- εξάρτηση από αλγοριθμικά συστήματα,
- και κοινωνικός έλεγχος μέσω pervasive technologies.

2. Ιδιωτικότητα, Διαφάνεια και Λογοδοσία

Εστιάζει:

- στην αλγοριθμική αδιαφάνεια,

- στη δυσκολία απόδοσης ευθύνης,
- και στην ανάγκη ανάπτυξης explainable και accountable συστημάτων.

3. Συμπερίληψη και Ψηφιακές Ανισότητες

Αναλύει:

- τις προκλήσεις πρόσβασης,
- τις μορφές ψηφιακού αποκλεισμού,
- και τις κοινωνικές ανισότητες που μπορούν να ενισχυθούν από τα IoT οικοσυστήματα.

4. Καλές Πρακτικές, Πολιτικές και Κανονιστικά Πλαίσια

Εξετάζει:

- διεθνείς στρατηγικές AI governance,
- ethics-by-design approaches,
- responsible innovation frameworks,
- και πολιτικές ψηφιακής συμπερίληψης.

5. Εκπαίδευση, Κριτική Τεχνολογική Παιδεία και Μελλοντικές Δεξιότητες

Ο τελευταίος άξονας αφορά:

- την ανάγκη ανάπτυξης κριτικού τεχνολογικού γραμματισμού,
- την εκπαίδευση σε ethical AI και IoT,
- και την ενσωμάτωση ανθρωποκεντρικών αξιών στα προγράμματα σπουδών.

Οι παραπάνω άξονες αποτέλεσαν τη βασική δομή της ανάλυσης που παρουσιάζεται στο Κεφάλαιο 4 και συνδέονται άμεσα με τις παιδαγωγικές και πολιτικές προτάσεις του Κεφαλαίου 5.

3.6 Διασφάλιση Εγκυρότητας και Δεοντολογικές Παράμετροι

Η διασφάλιση της εγκυρότητας και η τήρηση υψηλών δεοντολογικών προτύπων αποτελούν βασικές προϋποθέσεις για την ποιότητα και την αξιοπιστία κάθε ερευνητικής προσπάθειας. Η ανάγκη αυτή καθίσταται ακόμη πιο σημαντική όταν το αντικείμενο της μελέτης αφορά

τεχνολογίες όπως τα ΣΔΥ και το IoT, οι οποίες επηρεάζουν άμεσα ζητήματα ιδιωτικότητας, ασφάλειας, κοινωνικής ένταξης, δικαιοσύνης και δημοκρατικής διακυβέρνησης. Για τον λόγο αυτό, η παρούσα έρευνα υιοθέτησε μια συνδυαστική προσέγγιση, η οποία περιλάμβανε τόσο τη μεθοδολογική διασφάλιση της εγκυρότητας των ευρημάτων όσο και τη συνεχή εξέταση των ηθικών προεκτάσεων που αναδύονται από τη μελέτη των σύγχρονων ψηφιακών τεχνολογιών.

Η εγκυρότητα της έρευνας ενισχύθηκε μέσω της αξιοποίησης πολλαπλών θεωρητικών και εννοιολογικών πλαισίων, τα οποία επέτρεψαν την προσέγγιση του φαινομένου από διαφορετικές οπτικές γωνίες. Συγκεκριμένα, η ανάλυση βασίστηκε στις αρχές του Value Sensitive Design (VSD), το οποίο προτείνει την ενσωμάτωση ανθρώπινων αξιών ήδη από τα αρχικά στάδια σχεδιασμού των τεχνολογικών συστημάτων (Friedman & Hendry, 2019), στο πλαίσιο της Responsible Research and Innovation (RRI) που αναδεικνύει τη σημασία της πρόβλεψης κοινωνικών επιπτώσεων και της συμμετοχικής λήψης αποφάσεων (Stilgoe et al., 2013), καθώς και στις αρχές του Ethics-by-Design, οι οποίες υποστηρίζουν τη συστηματική ενσωμάτωση ηθικών απαιτήσεων στις τεχνολογικές εφαρμογές και στα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης (Dignum, 2019). Η θεωρητική αυτή πολυφωνία συνέβαλε στη μείωση του κινδύνου μονοδιάστατων ή τεχνοκεντρικών ερμηνειών, ενισχύοντας τη θεωρητική εγκυρότητα της μελέτης.

Παράλληλα, η ερμηνευτική εγκυρότητα υποστηρίχθηκε μέσω μιας επαναληπτικής διαδικασίας ανάλυσης της βιβλιογραφίας. Η διαδικασία αυτή περιλάμβανε συνεχή αλληλεπίδραση μεταξύ των επιλεγμένων πηγών, των ερευνητικών ερωτημάτων και των αναδυόμενων θεματικών κατηγοριών. Σύμφωνα με τη σύγχρονη προσέγγιση της θεματικής ανάλυσης, οι θεματικοί άξονες δεν προδιαγράφηκαν αυστηρά εκ των προτέρων αλλά προέκυψαν σταδιακά μέσα από τη συστηματική ερμηνεία του υλικού (Braun & Clarke, 2021). Επιπλέον, υιοθετήθηκαν πρακτικές αναστοχαστικότητας (reflexivity), ώστε να αναγνωρίζονται και να αξιολογούνται κριτικά οι προσωπικές παραδοχές, οι θεωρητικές αφετηρίες και οι πιθανές προκαταλήψεις του ερευνητή κατά τη διαδικασία ερμηνείας των δεδομένων (Berger, 2015). Η προσέγγιση αυτή ενισχύει τη διαφάνεια της ερευνητικής διαδικασίας και περιορίζει τον κίνδυνο υποκειμενικών στρεβλώσεων.

Η αξιοπιστία της μελέτης διασφαλίστηκε επίσης μέσω της δημιουργίας αναλυτικής ιχνηλασιμότητας (audit trail). Όλες οι αποφάσεις που αφορούσαν την αναζήτηση, επιλογή, αξιολόγηση και θεματική οργάνωση της βιβλιογραφίας καταγράφηκαν συστηματικά,

επιτρέποντας την αναδρομή στα επιμέρους στάδια της έρευνας και τη διασφάλιση της μεθοδολογικής συνέπειας (Nowell et al., 2017). Επιπλέον, εφαρμόστηκε τριγωνοποίηση πηγών μέσα από τη χρήση επιστημονικών άρθρων, βιβλίων, τεχνικών αναφορών, πολιτικών κειμένων και διεθνών κανονιστικών πλαισίων. Η αξιοποίηση διαφορετικών τύπων τεκμηρίωσης συνέβαλε στην πληρέστερη κατανόηση του αντικειμένου και στην ενίσχυση της αξιοπιστίας των συμπερασμάτων (Denzin, 2017).

Σε επίπεδο δεοντολογίας, παρότι η παρούσα εργασία δεν περιλαμβάνει συλλογή πρωτογενών δεδομένων από ανθρώπινους συμμετέχοντες, ακολουθεί τις θεμελιώδεις αρχές της ακαδημαϊκής ακεραιότητας και της υπεύθυνης επιστημονικής πρακτικής. Όλες οι πηγές τεκμηριώνονται με σαφή και ακριβή τρόπο σύμφωνα με τις προδιαγραφές του προτύπου APA 7, ενώ καταβάλλεται προσπάθεια πιστής και αντικειμενικής απόδοσης των επιχειρημάτων των συγγραφέων χωρίς επιλεκτικές ή παραπλανητικές ερμηνείες. Παράλληλα, η μελέτη εναρμονίζεται με διεθνώς αναγνωρισμένα κανονιστικά πλαίσια που καθοδηγούν την ανάπτυξη και χρήση ψηφιακών τεχνολογιών, όπως ο Γενικός Κανονισμός Προστασίας Δεδομένων (GDPR) της Ευρωπαϊκής Ένωσης (European Union, 2016), οι Ethics Guidelines for Trustworthy AI της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (European Commission, 2019), ο AI Act της Ευρωπαϊκής Ένωσης (European Union, 2024) και ο Κώδικας Δεοντολογίας της ACM (Association for Computing Machinery, 2018). Παρότι τα συγκεκριμένα πλαίσια δεν εφαρμόζονται άμεσα σε μια βιβλιογραφική ανασκόπηση, προσφέρουν ένα ισχυρό αξιακό υπόβαθρο για την αξιολόγηση τεχνολογιών με σημαντικές κοινωνικές επιπτώσεις.

Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε επίσης στη διερεύνηση του ευρύτερου κοινωνικού αντίκτυπου των τεχνολογιών διάχυτου υπολογισμού και IoT. Οι τεχνολογίες αυτές συνδέονται ολοένα και περισσότερο με ζητήματα συνεχούς παρακολούθησης, επεξεργασίας προσωπικών δεδομένων, αλγοριθμικής λήψης αποφάσεων και πιθανής αναπαραγωγής κοινωνικών ανισοτήτων. Ως εκ τούτου, η ανάλυση δεν περιορίστηκε στις τεχνικές δυνατότητες των συστημάτων αλλά επεκτάθηκε και στις κοινωνικές, πολιτικές και ηθικές τους συνέπειες. Η υιοθέτηση της λογικής της υπεύθυνης καινοτομίας (Responsible Innovation) συνέβαλε στην κατανόηση της τεχνολογίας ως κοινωνικοτεχνικού φαινομένου, του οποίου οι επιδράσεις διαμορφώνονται από αξίες, θεσμούς και σχέσεις εξουσίας (Stilgoe, 2020). Με αυτόν τον τρόπο, τα συμπεράσματα της παρούσας έρευνας προσεγγίζονται όχι ως ουδέτερα

τεχνολογικά δεδομένα αλλά ως γνώση που συνδέεται με συγκεκριμένες κοινωνικές επιλογές και προκλήσεις.

Συνολικά, η εφαρμογή διαδικασιών μεθοδολογικής διαφάνειας, θεωρητικής πολυφωνίας, αναστοχαστικότητας και δεοντολογικής ευαισθησίας ενίσχυσε την εγκυρότητα και την αξιοπιστία της έρευνας. Παράλληλα, επέτρεψε την ανάπτυξη μιας κριτικής και κοινωνικά υπεύθυνης προσέγγισης απέναντι στις τεχνολογίες ΣΔΥ και IoT, συμβάλλοντας στη διαμόρφωση πιο συμπεριληπτικών, διαφανών και ανθρωποκεντρικών πρακτικών σχεδιασμού και υλοποίησης ψηφιακών συστημάτων.

3.7 Περιορισμοί και Προοπτικές της Μεθοδολογίας

Κάθε ερευνητική μεθοδολογία συνοδεύεται από συγκεκριμένους περιορισμούς, οι οποίοι απορρέουν τόσο από τις μεθοδολογικές επιλογές του ερευνητή όσο και από τη φύση του υπό μελέτη αντικειμένου. Η παρούσα εργασία βασίστηκε σε μια ημι-συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση, η οποία συνδυάζει τη συστηματικότητα της οργανωμένης αναζήτησης με την ευελιξία που απαιτείται για τη διερεύνηση σύνθετων και διεπιστημονικών θεμάτων. Αν και η συγκεκριμένη μεθοδολογική προσέγγιση επιτρέπει την κριτική σύνθεση γνώσης από διαφορετικά επιστημονικά πεδία, συνοδεύεται από ορισμένους περιορισμούς, οι οποίοι θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την ερμηνεία και αξιολόγηση των ευρημάτων.

Αρχικά, παρά την εφαρμογή συστηματικών διαδικασιών αναζήτησης και επιλογής πηγών, η παρούσα ανασκόπηση δεν διαθέτει τον βαθμό εξαντλητικότητας που χαρακτηρίζει μια πλήρως συστηματική ανασκόπηση ή μια μετα-ανάλυση. Για την ενίσχυση της διαφάνειας και της μεθοδολογικής συνέπειας, η διαδικασία αναζήτησης, αξιολόγησης και επιλογής των πηγών οργανώθηκε με βάση τις κατευθυντήριες οδηγίες του πλαισίου PRISMA (2020) (Page et al., 2021b). Η χρήση του διαγράμματος ροής PRISMA επέτρεψε τη σαφή καταγραφή των σταδίων ελέγχου, αξιολόγησης καταλληλότητας, εντοπισμού και τελικής επιλογής των μελετών, καθώς και των λόγων αποκλεισμού τους. Με τον τρόπο αυτό ενισχύθηκε η διαφάνεια, η αναπαραγωγικότητα και η αξιοπιστία της ερευνητικής διαδικασίας.

Ωστόσο, η εφαρμογή του PRISMA δεν εξαλείφει πλήρως τους περιορισμούς που χαρακτηρίζουν μια βιβλιογραφική ανασκόπηση. Το πλαίσιο λειτουργεί κυρίως ως

μηχανισμός συστηματικής τεκμηρίωσης και αναφοράς των ερευνητικών βημάτων και όχι ως εργαλείο εξάλειψης πιθανών μεροληψιών κατά την επιλογή ή ερμηνεία της βιβλιογραφίας. Επομένως, παραμένει πιθανό ορισμένες σχετικές δημοσιεύσεις να μην εντοπίστηκαν, είτε λόγω περιορισμών στις βάσεις δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν, είτε λόγω γλωσσικών περιορισμών, είτε λόγω της ταχύτατης παραγωγής νέας γνώσης στο πεδίο των ΣΔΥ και του IoT (Snyder, 2019a) . Το πρόβλημα αυτό είναι ιδιαίτερα έντονο σε διεπιστημονικά πεδία, όπου η σχετική γνώση διαχέεται σε διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους και δημοσιευτικά περιβάλλοντα (Boell & Cecez-Kecmanovic, 2015).

Ένας δεύτερος σημαντικός περιορισμός αφορά τη χρήση αποκλειστικά δευτερογενών πηγών. Η παρούσα έρευνα βασίζεται στη σύνθεση και κριτική ανάλυση υφιστάμενης βιβλιογραφίας χωρίς τη συλλογή πρωτογενών δεδομένων από χρήστες, επαγγελματίες ή άλλους εμπλεκόμενους φορείς. Αν και η προσέγγιση αυτή επιτρέπει τη χαρτογράφηση ενός ευρέος φάσματος θεωρητικών και εμπειρικών γνώσεων, δεν παρέχει τη δυνατότητα άμεσης επαλήθευσης συγκεκριμένων ισχυρισμών ή ελέγχου αιτιακών σχέσεων. Ως εκ τούτου, τα συμπεράσματα της εργασίας αποτυπώνουν κυρίως τάσεις, μοτίβα και θεωρητικές συνδέσεις που αναδύονται από τη διεθνή βιβλιογραφία και δεν μπορούν να θεωρηθούν ως άμεσες εμπειρικές αποδείξεις (Kitchin, 2014).

Επιπλέον, η θεματική ανάλυση που εφαρμόστηκε για τη σύνθεση και ερμηνεία των πηγών εμπεριέχει αναπόφευκτα έναν βαθμό υποκειμενικότητας. Παρά την εφαρμογή διαδικασιών αναστοχαστικότητας, τριγωνοποίησης και συστηματικής τεκμηρίωσης των αναλυτικών αποφάσεων, η διαδικασία κωδικοποίησης και κατηγοριοποίησης των θεμάτων επηρεάζεται σε κάποιο βαθμό από τις θεωρητικές παραδοχές, τις εμπειρίες και τις ερμηνευτικές επιλογές του ερευνητή. Όπως επισημαίνουν οι Braun και Clarke (2022), η θεματική ανάλυση δεν αποτελεί μια ουδέτερη διαδικασία εξαγωγής δεδομένων, αλλά μια ενεργητική διαδικασία παραγωγής νοήματος. Κατά συνέπεια, διαφορετικοί ερευνητές ενδέχεται να αναδείξουν διαφορετικές θεματικές ή να δώσουν έμφαση σε διαφορετικές διαστάσεις του ίδιου ερευνητικού υλικού.

Ένας επιπρόσθετος περιορισμός σχετίζεται με την έντονη διεπιστημονικότητα του αντικειμένου της έρευνας. Τα ΣΔΥ και το IoT αποτελούν πεδία στα οποία συναντώνται η επιστήμη υπολογιστών, η μηχανική, οι κοινωνικές επιστήμες, η φιλοσοφία της τεχνολογίας, οι νομικές σπουδές και η ηθική της τεχνητής νοημοσύνης. Η συνύπαρξη πολλαπλών θεωρητικών και εννοιολογικών παραδόσεων καθιστά δύσκολη την πλήρη ενοποίηση όλων

των διαθέσιμων προσεγγίσεων μέσα σε ένα ενιαίο αναλυτικό πλαίσιο. Σύμφωνα με τη θεωρία των «οριακών αντικειμένων» (boundary objects), τέτοια τεχνολογικά οικοσυστήματα αποκτούν διαφορετικές σημασίες ανάλογα με το επιστημονικό ή επαγγελματικό πλαίσιο στο οποίο εξετάζονται (Star, 2010). Ως αποτέλεσμα, κάθε προσπάθεια σύνθεσης της βιβλιογραφίας συνεπάγεται αναπόφευκτα έναν βαθμό αναλυτικής επιλογής και εστίασης σε συγκεκριμένες θεωρητικές οπτικές.

Παρά τους παραπάνω περιορισμούς, η μεθοδολογία της παρούσας έρευνας προσφέρει σημαντικές δυνατότητες για την ανάπτυξη της γνώσης και τη διαμόρφωση μελλοντικών ερευνητικών κατευθύνσεων. Η ημι-συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση θεωρείται ιδιαίτερα κατάλληλη για τη διερεύνηση σύνθετων, αναδυόμενων και διεπιστημονικών θεμάτων, καθώς επιτρέπει τη σύνθεση διαφορετικών θεωρητικών προσεγγίσεων και τη χαρτογράφηση των κυριότερων ερευνητικών τάσεων (Snyder, 2019a) . Μέσα από τη διαδικασία ανάλυσης αναδείχθηκαν σημαντικά ερευνητικά κενά, τα οποία μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο μελλοντικής διερεύνησης.

Ειδικότερα, προκύπτει η ανάγκη για περισσότερες εμπειρικές μελέτες που θα εξετάσουν τις πραγματικές κοινωνικές και ηθικές επιπτώσεις των τεχνολογιών διάχυτου υπολογισμού και IoT σε διαφορετικά περιβάλλοντα εφαρμογής. Σημαντικό ενδιαφέρον παρουσιάζει η διερεύνηση της μεθόδου με την οποία οι τεχνολογίες αυτές επηρεάζουν ευάλωτες κοινωνικές ομάδες, όπως ηλικιωμένους, άτομα με αναπηρία ή πληθυσμούς με περιορισμένη ψηφιακή πρόσβαση. Παράλληλα, απαιτείται περαιτέρω αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας προσεγγίσεων όπως το Ethics-by-Design, το Value Sensitive Design και το Responsible Research and Innovation, προκειμένου να διαπιστωθεί κατά πόσο οι αρχές τους εφαρμόζονται ουσιαστικά σε πραγματικά τεχνολογικά συστήματα και όχι μόνο σε θεωρητικό επίπεδο.

Επιπρόσθετα, οι σύγχρονες εξελίξεις στους τομείς της τεχνητής νοημοσύνης, της αλγοριθμικής λήψης αποφάσεων και των έξυπνων συνδεδεμένων συστημάτων δημιουργούν νέα ερευνητικά ερωτήματα σχετικά με τη λογοδοσία, τη διαφάνεια, την ψηφιακή συμπερίληψη και την προστασία προσωπικών δεδομένων και. Διεθνείς οργανισμοί, όπως η UNESCO (2023), η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2024) και ο Οργανισμός Θεμελιωδών Δικαιωμάτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης (FRA, 2024), υπογραμμίζουν την ανάγκη ανάπτυξης ανθρωποκεντρικών τεχνολογιών που να προάγουν την ισότητα, τη συμμετοχή και τον θεμελιώδη σεβασμό των δικαιωμάτων. Οι διαστάσεις αυτές αναμένεται να αποκτήσουν

ακόμη μεγαλύτερη σημασία τα επόμενα χρόνια, καθώς η διείσδυση των έξυπνων τεχνολογιών στην καθημερινότητα των πολιτών γίνεται ολοένα και πιο εκτεταμένη.

Τέλος, η πολυπλοκότητα των τεχνολογικών οικοσυστημάτων που εξετάστηκαν υποδεικνύει την ανάγκη αξιοποίησης μικτών ερευνητικών μεθοδολογιών σε μελλοντικές μελέτες. Ο συνδυασμός ποιοτικών και ποσοτικών τεχνικών, η διεξαγωγή μελετών πεδίου, η εφαρμογή πειραματικών πρωτοκόλλων, η συμμετοχική έρευνα και οι πρακτικές συν-σχεδιασμού (co-design) μπορούν να προσφέρουν πιο ολοκληρωμένη κατανόηση των κοινωνικών και ηθικών επιπτώσεων των ΣΔΥ και του IoT. Επιπλέον, η σαφής τεκμηρίωση της διαδικασίας επιλογής και αξιολόγησης των πηγών μέσω του πλαισίου PRISMA διευκολύνει την αναπαραγωγή και επικαιροποίηση της παρούσας ανασκόπησης από μελλοντικούς ερευνητές, ενισχύοντας τη σωρευτική ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης.

Συνολικά, παρά τους αναπόφευκτους περιορισμούς που συνοδεύουν κάθε βιβλιογραφική έρευνα, η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε παρέχει ένα επαρκώς τεκμηριωμένο, διαφανές και θεωρητικά θεμελιωμένο πλαίσιο ανάλυσης των ηθικών, κοινωνικών και τεχνολογικών διαστάσεων των ΣΔΥ και του IoT. Παράλληλα, δημιουργεί τις προϋποθέσεις για περαιτέρω εμπειρική διερεύνηση και διεπιστημονική εμβάθυνση σε ένα πεδίο που εξελίσσεται διαρκώς και αποκτά ολοένα μεγαλύτερη κοινωνική σημασία.

Κεφάλαιο 4 – Ανάλυση και Συζήτηση των Ευρημάτων

4.1 Εισαγωγή στην Ανάλυση

Η παρούσα ενότητα αποτελεί τον βασικό αναλυτικό πυρήνα της έρευνας και αποσκοπεί στην ερμηνευτική διερεύνηση των ηθικών, κοινωνικών και συμπεριληπτικών διαστάσεων των ΣΔΥ και του IoT. Το Κεφάλαιο 4 λειτουργεί ως γέφυρα μεταξύ της θεωρητικής και βιβλιογραφικής επισκόπησης που προηγήθηκε και των συμπερασμάτων που θα παρουσιαστούν στο επόμενο κεφάλαιο, μετασχηματίζοντας τα ευρήματα της βιβλιογραφικής ανάλυσης σε ένα συνεκτικό πλαίσιο κατανόησης των κοινωνικοτεχνικών επιπτώσεων των συγκεκριμένων τεχνολογιών.

Η ανάλυση οργανώνεται γύρω από τους θεματικούς άξονες που αναδείχθηκαν κατά τη διαδικασία κωδικοποίησης και θεματικής σύνθεσης των πηγών. Οι άξονες αυτοί δεν περιορίζονται σε απλές κατηγορίες περιγραφής, αλλά αντανακλούν τις σύνθετες

αλληλεπιδράσεις μεταξύ τεχνολογικών υποδομών, κοινωνικών πρακτικών και ηθικών αξιών. Η διεθνής βιβλιογραφία αναγνωρίζει ότι τα ΣΔΥ και το IoT δεν αποτελούν ουδέτερα τεχνικά συστήματα, αλλά κοινωνικοτεχνικά οικοσυστήματα που επηρεάζουν άμεσα ζητήματα ιδιωτικότητας, αυτονομίας, ασφάλειας, πρόσβασης και κοινωνικής δικαιοσύνης (Radanliev, 2025b; Wakili & Bakkali, 2024). Καθώς οι τεχνολογίες αυτές ενσωματώνονται ολοένα και περισσότερο στην καθημερινή ζωή, οι συνέπειές τους επεκτείνονται πέρα από το πεδίο της τεχνικής αποτελεσματικότητας και επηρεάζουν θεμελιώδεις δημοκρατικές και κοινωνικές διαδικασίες.

Παράλληλα, η παρούσα ανάλυση υιοθετεί μια κριτική και αναστοχαστική προσέγγιση, σύμφωνα με τη λογική της θεματικής ανάλυσης. Τα ευρήματα δεν αντιμετωπίζονται ως αντικειμενικά δεδομένα ανεξάρτητα από το κοινωνικό τους πλαίσιο, αλλά ως προϊόντα συγκεκριμένων τεχνολογικών, πολιτικών και πολιτισμικών συνθηκών. Η αυξανόμενη διάδοση των έξυπνων συσκευών, των αισθητήρων και των αυτοματοποιημένων συστημάτων λήψης αποφάσεων έχει δημιουργήσει νέα πεδία προβληματισμού σχετικά με τη συλλογή, επεξεργασία και αξιοποίηση προσωπικών δεδομένων. Σύγχρονες μελέτες επισημαίνουν ότι η αδιαφάνεια των αλγοριθμικών μηχανισμών, η εκτεταμένη παρακολούθηση και η δυσκολία κατανόησης των διαδικασιών επεξεργασίας δεδομένων ενδέχεται να περιορίσουν την ατομική αυτονομία και να υπονομεύσουν την εμπιστοσύνη των χρηστών (Herriger et al., 2025; Sebestyen et al., 2025).

Εξίσου σημαντική αναδεικνύεται η διάσταση της συμπερίληψης. Παρά τις σημαντικές δυνατότητες των ΣΔΥ και του IoT για βελτίωση της της προσβασιμότητας, της ποιότητας ζωής και της υγειονομικής περίθαλψης, η βιβλιογραφία καταδεικνύει ότι οι τεχνολογίες αυτές μπορούν να αναπαράγουν υφιστάμενες κοινωνικές ανισότητες όταν δεν ενσωματώνουν αρχές καθολικού σχεδιασμού και ισότιμης πρόσβασης (Belbase et al., 2024; Sargiotis, 2024). Ζητήματα όπως το ψηφιακό χάσμα, η άνιση πρόσβαση σε υποδομές, η ελλιπής εκπροσώπηση διαφορετικών κοινωνικών ομάδων στα δεδομένα εκπαίδευσης αλγορίθμων και η αλγοριθμική μεροληψία αναδεικνύονται ως κρίσιμοι παράγοντες που επηρεάζουν την κοινωνική δικαιοσύνη και τη δημοκρατική νομιμοποίηση των τεχνολογικών εφαρμογών.

Η ερμηνευτική προσέγγιση που ακολουθείται στο παρόν κεφάλαιο βασίζεται στη διασύνδεση αυτών των επιμέρους θεματικών. Η ιδιωτικότητα, η ασφάλεια, η διαφάνεια, η λογοδοσία, η προσβασιμότητα και η συμπερίληψη δεν εξετάζονται ως ανεξάρτητες

μεταβλητές αλλά ως αλληλένδετες διαστάσεις ενός ενιαίου κοινωνικοτεχνικού πλαισίου. Υπό αυτή την οπτική, φαινόμενα όπως η αλγοριθμική μεροληψία, η συγκέντρωση δεδομένων, η αδιαφανής λήψη αποφάσεων και οι περιορισμοί πρόσβασης σε τεχνολογικές υπηρεσίες δεν αποτελούν αποκλειστικά τεχνικά προβλήματα, αλλά εκφάνσεις ευρύτερων μετασχηματισμών που επηρεάζουν τη λειτουργία των σύγχρονων κοινωνιών και των δημοκρατικών θεσμών (Ismail & Ahmad, 2025; Karuya et al., 2024).

Στο πλαίσιο αυτό, το Κεφάλαιο 4 επιδιώκει όχι μόνο να παρουσιάσει τα βασικά μοτίβα που αναδύονται από τη βιβλιογραφία, αλλά και να τα εντάξει σε έναν ευρύτερο θεωρητικό διάλογο σχετικά με την υπεύθυνη ανάπτυξη και διακυβέρνηση των ψηφιακών τεχνολογιών. Η ανάλυση στοχεύει αφενός στη συστηματική αποτύπωση των προκλήσεων και των ευκαιριών που συνδέονται με τα ΣΔΥ και το IoT και αφετέρου στη διαμόρφωση ενός ολοκληρωμένου πλαισίου κατανόησης που συνδυάζει τεχνικές, ηθικές και κοινωνικές παραμέτρους. Μέσα από αυτή τη διαδικασία καθίσταται δυνατή η εξαγωγή συμπερασμάτων που υπερβαίνουν μια απλή τεχνολογική αξιολόγηση και συμβάλλουν στην ανάπτυξη μιας ηθικά υπεύθυνης, κοινωνικά δίκαιης και συμπεριληπτικής προσέγγισης απέναντι στις αναδυόμενες ψηφιακές τεχνολογίες.

4.2 Ηθικές Προκλήσεις στα Συστήματα Διάχυτου και Κινητού Υπολογισμού

Τα ΣΔΥ αποτελούν χαρακτηριστική έκφραση της σύγχρονης ψηφιακής εποχής, καθώς ενσωματώνουν την υπολογιστική ισχύ στο φυσικό περιβάλλον και καθιστούν την αλληλεπίδραση ανθρώπου–τεχνολογίας διαρκή, δυναμική και συχνά αόρατη. Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά πληροφοριακά συστήματα, τα ΣΔΥ δεν λειτουργούν ως απομονωμένα τεχνολογικά εργαλεία, αλλά ως κοινωνικοτεχνικές υποδομές που διαμεσολαβούν καθημερινές πρακτικές, αποφάσεις και κοινωνικές σχέσεις. Ως εκ τούτου, οι προκλήσεις που ανακύπτουν από τη χρήση τους δεν περιορίζονται σε ζητήματα τεχνικής αποτελεσματικότητας, αλλά επεκτείνονται σε ζητήματα ηθικής, δικαιοσύνης, λογοδοσίας και ανθρώπινης αυτονομίας (Manwaring et al., 2025; Radanliev, 2025b).

Μία από τις σημαντικότερες ηθικές προκλήσεις αφορά τη συνεχή συλλογή και επεξεργασία δεδομένων. Οι περισσότερες εφαρμογές διάχυτου υπολογισμού βασίζονται σε ένα εκτεταμένο δίκτυο αισθητήρων, φορητών συσκευών, κινητών εφαρμογών και συνδεδεμένων αντικειμένων που καταγράφουν πληροφορίες για το περιβάλλον, τη θέση, τις συνήθειες και τη συμπεριφορά των χρηστών σε πραγματικό χρόνο. Αν και η διαδικασία

αυτή επιτρέπει την παροχή εξατομικευμένων υπηρεσιών και την αυτοματοποίηση σύνθετων λειτουργιών, δημιουργεί παράλληλα σοβαρούς προβληματισμούς σχετικά με την ιδιωτικότητα και τον έλεγχο των προσωπικών δεδομένων. Όπως επισημαίνουν πρόσφατες μελέτες, η αδιάλειπτη συλλογή δεδομένων συχνά πραγματοποιείται χωρίς οι χρήστες να αντιλαμβάνονται πλήρως την έκταση ή τον σκοπό της επεξεργασίας, γεγονός που περιορίζει τη δυνατότητα ουσιαστικής συναίνεσης και ενδέχεται να υπονομεύσει την προσωπική αυτονομία (Radanliev, 2025b).

Παράλληλα, η αυξανόμενη ενσωμάτωση τεχνητής νοημοσύνης και αλγοριθμικών μηχανισμών στα ΣΔΥ δημιουργεί νέες μορφές αδιαφάνειας. Τα συστήματα αυτά δεν περιορίζονται στην απλή καταγραφή πληροφοριών, αλλά προβαίνουν σε προβλέψεις, ταξινομήσεις και λήψη αποφάσεων που επηρεάζουν άμεσα τους χρήστες. Ωστόσο, οι διαδικασίες μέσω των οποίων παράγονται αυτές οι αποφάσεις είναι συχνά δύσκολο να γίνουν κατανοητές ακόμη και από εκείνους που δημιούργησαν τα συστήματα. Η κατάσταση αυτή, που περιγράφεται συχνά ως φαινόμενο του «μαύρου κουτιού» (black box), καθιστά δυσχερή τη διαφάνεια και περιορίζει τη δυνατότητα αμφισβήτησης ή ελέγχου των αλγοριθμικών αποτελεσμάτων. Ως αποτέλεσμα, η αλγοριθμική λογοδοσία αναδεικνύεται σε κεντρικό ζήτημα για τον σχεδιασμό και τη διακυβέρνηση των σύγχρονων τεχνολογικών οικοσυστημάτων (Joshi & Gupta, 2020; S. Rafique et al., 2025).

Εξίσου κρίσιμο ζήτημα αποτελεί η πιθανότητα εμφάνισης αλγοριθμικής μεροληψίας. Τα συστήματα διάχυτου υπολογισμού εκπαιδεύονται και λειτουργούν με βάση μεγάλα σύνολα δεδομένων τα οποία συχνά αντανakλούν υφιστάμενες κοινωνικές ανισότητες ή προκαταλήψεις. Όταν τέτοια δεδομένα χρησιμοποιούνται χωρίς επαρκή έλεγχο, οι αλγόριθμοι ενδέχεται να αναπαράγουν ή ακόμη και να ενισχύσουν διακρίσεις εις βάρος συγκεκριμένων κοινωνικών ομάδων. Το πρόβλημα γίνεται ιδιαίτερα έντονο σε τομείς όπως η εκπαίδευση, η υγεία, οι έξυπνες πόλεις και οι κοινωνικές υπηρεσίες, όπου οι αυτοματοποιημένες αποφάσεις μπορούν να επηρεάσουν ουσιαστικά την ποιότητα ζωής των πολιτών. Για τον λόγο αυτό, η έννοια της αλγοριθμικής δικαιοσύνης (algorithmic fairness) έχει αποκτήσει κεντρική θέση στη σύγχρονη συζήτηση για την υπεύθυνη ανάπτυξη των τεχνολογιών IoT και διάχυτου υπολογισμού (Radanliev, 2025b).

Μια ακόμη διάσταση των ηθικών προκλήσεων συνδέεται με την επέκταση των δυνατοτήτων ψηφιακής επιτήρησης. Η πανταχού παρουσία αισθητήρων και διασυνδεδεμένων συσκευών επιτρέπει τη συνεχή παρακολούθηση δραστηριοτήτων, μετακινήσεων και προτύπων

συμπεριφοράς. Αν και η παρακολούθηση αυτή συχνά δικαιολογείται στο όνομα της ασφάλειας, της αποτελεσματικότητας ή της βελτίωσης των υπηρεσιών, δημιουργεί νέες μορφές συγκέντρωσης ισχύος και ελέγχου. Η δυνατότητα πρόβλεψης και επηρεασμού της ανθρώπινης συμπεριφοράς μέσω δεδομένων μετασχηματίζει τη σχέση πολιτών, οργανισμών και τεχνολογίας, καθιστώντας αναγκαία την ανάπτυξη ισχυρών μηχανισμών προστασίας δικαιωμάτων και δημοκρατικής εποπτείας (Ilunga & Ziezo, 2025) .

Ιδιαίτερη σημασία αποκτά επίσης το ζήτημα της λογοδοσίας. Καθώς τα ΣΔΥ αποκτούν ολοένα μεγαλύτερο βαθμό αυτονομίας, καθίσταται δυσκολότερο να προσδιοριστεί ποιος φέρει την ευθύνη σε περιπτώσεις σφαλμάτων ή αρνητικών συνεπειών. Σε ένα περιβάλλον όπου οι αποφάσεις προκύπτουν από τη συνεργασία αισθητήρων, λογισμικού, αλγορίθμων και οργανωτικών διαδικασιών, η απόδοση ευθύνης δεν είναι πάντοτε προφανής. Η πρόκληση αυτή έχει οδηγήσει στη διαμόρφωση νέων προσεγγίσεων διακυβέρνησης, οι οποίες υποστηρίζουν ότι η λογοδοσία πρέπει να κατανέμεται σε όλα τα επίπεδα του τεχνολογικού οικοσυστήματος, από τη σχεδίαση έως τη λειτουργία και τη συντήρηση των συστημάτων (Al-Kfairi et al., 2025; S. Rafique et al., 2025).

Στο πλαίσιο αυτό, ιδιαίτερη βαρύτητα αποκτούν οι σύγχρονες κανονιστικές πρωτοβουλίες, με κανονισμούς όπως του European Parliament and Council of the European Union (2024), σύμφωνα με τον οποίο εισάγεται μια προσέγγιση βασισμένη στην αξιολόγηση κινδύνου και απαιτεί από τα συστήματα υψηλού κινδύνου να πληρούν προϋποθέσεις ανθρώπινης εποπτείας, διαφάνειας, και λογοδοσίας. Η σημασία τέτοιων πλαισίων είναι ιδιαίτερα εμφανής στα περιβάλλοντα IoT, όπου η αυτοματοποιημένη λήψη αποφάσεων μπορεί να επηρεάσει κρίσιμες πτυχές της κοινωνικής ζωής. Η ηθική διάσταση της τεχνολογίας δεν αντιμετωπίζεται πλέον ως συμπληρωματική παράμετρος, αλλά ως βασική προϋπόθεση για την ασφαλή και κοινωνικά αποδεκτή ανάπτυξη της καινοτομίας (Radanliev, 2025b).

Τέλος, οι ηθικές προκλήσεις των ΣΔΥ συνδέονται άμεσα με ζητήματα κοινωνικής ισότητας και συμπερίληψης. Η πρόσβαση σε προηγμένες τεχνολογικές υποδομές, οι ψηφιακές δεξιότητες και η δυνατότητα συμμετοχής στον σχεδιασμό και τη χρήση των συστημάτων δεν κατανέμονται ισότιμα μεταξύ των κοινωνικών ομάδων. Ως αποτέλεσμα, οι τεχνολογίες διάχυτου υπολογισμού ενδέχεται να ενισχύσουν υφιστάμενες κοινωνικές ανισότητες, εάν δεν αναπτυχθούν με βάση αρχές καθολικού σχεδιασμού, προσβασιμότητας και κοινωνικής δικαιοσύνης. Η διεθνής βιβλιογραφία υπογραμμίζει ότι η δημιουργία πραγματικά ανθρωποκεντρικών ψηφιακών οικοσυστημάτων προϋποθέτει τη συμμετοχή διαφορετικών

κοινωνικών ομάδων στον σχεδιασμό και την αξιολόγηση των τεχνολογιών, ώστε τα οφέλη τους να διαχέονται ισότιμα στο σύνολο της κοινωνίας (Manwaring et al., 2025).

Συνοψίζοντας, τα ευρήματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης αναδεικνύουν ότι οι ηθικές προκλήσεις των Συστημάτων Διάχυτου και Κινητού Υπολογισμού δεν αποτελούν περιφερειακά ζητήματα που εμφανίζονται μετά την ανάπτυξη των τεχνολογιών, αλλά θεμελιώδη χαρακτηριστικά της ίδιας της λειτουργίας τους. Η ιδιωτικότητα, η διαφάνεια, η λογοδοσία, η αλγοριθμική δικαιοσύνη και η κοινωνική συμπερίληψη συνιστούν αλληλένδετες διαστάσεις που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ήδη από τα πρώτα στάδια σχεδιασμού. Μόνο μέσα από μια τέτοια προσέγγιση είναι δυνατόν να αναπτυχθούν ΣΔΥ και οικοσυστήματα IoT που θα είναι όχι μόνο τεχνολογικά αποτελεσματικά, αλλά και συμβατά με τις αρχές της δημοκρατίας, της κοινωνικής δικαιοσύνης και του σεβασμού της ανθρώπινης αξιοπρέπειας.

4.3 Ζητήματα Ιδιωτικότητας, Διαφάνειας και Επιτήρησης

Η ιδιωτικότητα, η διαφάνεια και η επιτήρηση αποτελούν τρεις αλληλένδετες και αλληλοδιαμορφούμενες διαστάσεις των ΣΔΥ και του IoT, οι οποίες καθορίζουν σε σημαντικό βαθμό τον τρόπο κατά τον οποίο τα συστήματα αυτά εντάσσονται στην κοινωνική πραγματικότητα. Λόγω της πανταχού παρούσας φύσης τους, τα ΣΔΥ εισάγουν έναν πρωτοφανή βαθμό αορατότητας στις διαδικασίες συλλογής, επεξεργασίας και αξιοποίησης δεδομένων, επηρεάζοντας τη δυνατότητα των χρηστών να ελέγξουν, να κατανοήσουν ή να διαπραγματευτούν την τεχνολογική τους εμπλοκή (Herriger et al., 2025; Radanliev, 2025b).

Στον πυρήνα του προβλήματος βρίσκεται η δομική ασυμμετρία πληροφορίας που χαρακτηρίζει τα περισσότερα ΣΔΥ. Οι αισθητήρες, οι φορετές συσκευές, οι έξυπνες υποδομές και οι αλληλένδετοι αλγόριθμοι των συστημάτων συλλέγουν πληθώρα δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, χωρίς να καθίσταται πάντοτε σαφές ποια δεδομένα συλλέγονται, για πόσο χρονικό διάστημα, για ποιο σκοπό, και από ποιους μπορούν να αναλυθούν. Η αορατότητα αυτή δεν αφορά μόνο την έλλειψη ενημερωμένης συναίνεσης, αλλά μετασχηματίζει ριζικά την έννοια της ιδιωτικότητας, η οποία πλέον δεν παραβιάζεται μέσω μεμονωμένων παρεμβάσεων αλλά μέσω συστηματικών, δομικών και διαρκών διαδικασιών παρακολούθησης (Herriger et al., 2025).

Σημαντικό μέρος της πρόκλησης σχετίζεται με την έννοια της δεδομενοποίησης (datafication), δηλαδή τη μετατροπή διαφορετικών πτυχών της ανθρώπινης εμπειρίας σε ψηφιακά δεδομένα, τα οποία μπορούν να αποθηκευτούν, να αναλυθούν και να χρησιμοποιηθούν για προβλέψεις ή αποφάσεις (Radanliev, 2025). Τα ΣΔΥ δεν περιορίζονται στην καταγραφή στατικών δεδομένων, αντιθέτως, παράγουν δυναμικές ροές πληροφορίας που επιτρέπουν τη δημιουργία λεπτομερών προφίλ συμπεριφοράς, συνηθειών, μετακινήσεων ή ακόμη και δεικτών σχετιζόμενων με την υγεία και την καθημερινή δραστηριότητα των χρηστών (Wakili & Bakkali, 2024). Οι εξελίξεις αυτές καθιστούν την προστασία της ιδιωτικότητας μια συλλογική και θεσμική πρόκληση, καθώς ο μεμονωμένος χρήστης διαθέτει περιορισμένες δυνατότητες ελέγχου απέναντι σε σύνθετα οικοσυστήματα δεδομένων.

Η διαφάνεια, ως ηθική και ρυθμιστική αρχή, αναδεικνύεται σε κρίσιμο αλλά συχνά ανεπαρκώς υλοποιημένο στοιχείο των ΣΔΥ. Οι χρήστες συνήθως δεν έχουν πρόσβαση στη λογική των αλγορίθμων που επεξεργάζονται τα δεδομένα τους ούτε γνωρίζουν με ποιον τρόπο λαμβάνονται αποφάσεις που επηρεάζουν την καθημερινότητά τους. Η αδυναμία κατανόησης των αλγοριθμικών διαδικασιών δημιουργεί συνθήκες αδιαφάνειας και περιορίζει τη δυνατότητα λογοδοσίας των τεχνολογικών συστημάτων (Ismail & Ahmad, 2025; Kapuya et al., 2024). Η λεγόμενη λειτουργία του «μαύρου κουτιού» δυσχεραίνει την αξιολόγηση πιθανών σφαλμάτων, προκαταλήψεων ή αθέμιτων πρακτικών, ιδιαίτερα όταν οι αλγόριθμοι αξιοποιούνται σε κρίσιμους τομείς όπως η εκπαίδευση, η υγεία και οι δημόσιες υπηρεσίες.

Η έλλειψη διαφάνειας γίνεται ακόμη πιο έντονη όταν τα ΣΔΥ εγκαθίστανται σε περιβάλλοντα όπου οι χρήστες δεν διαθέτουν ουσιαστική δυνατότητα επιλογής ή αποχώρησης, όπως σχολεία, χώροι εργασίας, δημόσιες μεταφορές ή έξυπνες πόλεις. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η επιτήρηση ενσωματώνεται στις ίδιες τις υποδομές του περιβάλλοντος και λειτουργεί συχνά χωρίς να γίνεται αντιληπτή από τα υποκείμενα που παρακολουθούνται. Η μετατόπιση αυτή από την ορατή παρακολούθηση σε μορφές αόρατης ή ενσωματωμένης επιτήρησης δημιουργεί νέα ερωτήματα σχετικά με τα όρια της ελευθερίας, της αυτονομίας και της δημοκρατικής λογοδοσίας (Radanliev, 2025b).

Η επιτήρηση στα ΣΔΥ δεν περιορίζεται στις παραδοσιακές μορφές παρακολούθησης αλλά αναπτύσσεται μέσω πολύπλοκων δικτύων αισθητήρων, πλατφορμών δεδομένων και αλγοριθμικών μηχανισμών. Οι τεχνολογίες αυτές επιτρέπουν όχι μόνο την καταγραφή αλλά

και την πρόβλεψη συμπεριφορών μέσω τεχνικών μηχανικής μάθησης και τεχνητής νοημοσύνης. Η μετάβαση από την απλή περιγραφή γεγονότων στην πρόβλεψη μελλοντικών ενεργειών δημιουργεί σημαντικά ηθικά ζητήματα, καθώς ενδέχεται να ενισχύσει υφιστάμενες προκαταλήψεις ή να οδηγήσει σε άνιση μεταχείριση συγκεκριμένων κοινωνικών ομάδων (Karuya et al., 2024; Sargiotis, 2024). Η προγνωστική ανάλυση δεδομένων, παρότι μπορεί να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα των υπηρεσιών, απαιτεί ισχυρούς μηχανισμούς ελέγχου για τη διασφάλιση του σεβασμού των θεμελιωδών δικαιωμάτων.

Τέλος, τα ζητήματα ιδιωτικότητας, διαφάνειας και επιτήρησης στα ΣΔΥ δεν αποτελούν αποκλειστικά τεχνολογικές προκλήσεις αλλά συνδέονται άμεσα με τη λειτουργία των δημοκρατικών θεσμών και την προστασία των πολιτών. Η συγκέντρωση μεγάλου όγκου δεδομένων σε δημόσιους και ιδιωτικούς οργανισμούς, η εξάρτηση από αλγοριθμικές διαδικασίες λήψης αποφάσεων και η αυξανόμενη αυτοματοποίηση κρίσιμων λειτουργιών μεταβάλλουν τους όρους άσκησης της ατομικής και συλλογικής αυτονομίας. Για τον λόγο αυτό, η διεθνής βιβλιογραφία υποστηρίζει ότι η ανάπτυξη των ΣΔΥ πρέπει να συνοδεύεται από σαφή πλαίσια ηθικής διακυβέρνησης, θεσμικής λογοδοσίας και ενεργού συμμετοχής των πολιτών στη διαμόρφωση των τεχνολογικών πολιτικών (Ismail & Ahmad, 2025).

4.4 Συμπερίληψη και Ψηφιακές Ανισότητες: Εμπόδια και Ευκαιρίες

Η ανάπτυξη των ΣΔΥ και του IoT δεν συνιστά απλώς τεχνολογική εξέλιξη αλλά έναν ευρύτερο κοινωνικό μετασχηματισμό, ο οποίος δύναται είτε να περιορίσει είτε να ενισχύσει υφιστάμενες μορφές κοινωνικής ανισότητας. Τα ΣΔΥ, ως τεχνολογίες που ενσωματώνονται στο φυσικό περιβάλλον και διαμεσολαβούν καθημερινές δραστηριότητες, επηρεάζουν τους τρόπους με τους οποίους οι πολίτες αποκτούν πρόσβαση σε πληροφορίες, υπηρεσίες και κοινωνικές ευκαιρίες. Ωστόσο, η πρόσβαση στις τεχνολογίες αυτές και η δυνατότητα ουσιαστικής αξιοποίησής τους δεν κατανέμονται ισότιμα, με αποτέλεσμα να αναπαράγονται ή να ενισχύονται υφιστάμενες κοινωνικές και ψηφιακές ανισότητες (Sargiotis, 2024; van Dijk, 2020).

Οι ψηφιακές ανισότητες δεν αφορούν πλέον αποκλειστικά τη διαθεσιμότητα τεχνολογικού εξοπλισμού ή σύνδεσης στο διαδίκτυο. Η σύγχρονη βιβλιογραφία υπογραμμίζει ότι το ψηφιακό χάσμα συνδέεται όλο και περισσότερο με τις δεξιότητες χρήσης, την ποιότητα πρόσβασης, την ψηφιακή παιδεία και τη δυνατότητα ουσιαστικής συμμετοχής στα ψηφιακά

οικοσυστήματα (Belbase et al., 2024). Στο περιβάλλον των ΣΔΥ, η πρόκληση αυτή γίνεται ακόμη πιο σύνθετη, καθώς οι τεχνολογικές διεργασίες είναι συχνά αόρατες, αυτοματοποιημένες και δυσνόητες για μεγάλο μέρος των χρηστών. Η αποτελεσματική αλληλεπίδραση με τέτοιου είδους συστήματα προϋποθέτει όχι μόνο βασικές ψηφιακές δεξιότητες αλλά και κατανόηση ζητημάτων που σχετίζονται με τα δεδομένα, την ιδιωτικότητα και τη λειτουργία των αλγορίθμων.

Επιπλέον, ο σχεδιασμός των ΣΔΥ αντανακλά συχνά τις αντιλήψεις, τις εμπειρίες και τις ανάγκες των ομάδων που τα αναπτύσσουν. Όταν η ποικιλομορφία των χρηστών δεν λαμβάνεται υπόψη κατά τη διαδικασία σχεδιασμού, υπάρχει κίνδυνος δημιουργίας τεχνολογιών που αποκλείουν ή εξυπηρετούν ανεπαρκώς ορισμένες κοινωνικές ομάδες. Άτομα με αναπηρίες, ηλικιωμένοι, πληθυσμοί που κατοικούν σε απομακρυσμένες περιοχές ή άτομα με περιορισμένη ψηφιακή παιδεία συχνά αντιμετωπίζουν δυσανάλογα εμπόδια στην αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών. Για τον λόγο αυτό, η συμπερίληψη δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται ως συμπληρωματική απαίτηση αλλά ως βασική αρχή του τεχνολογικού σχεδιασμού (Sargiotis, 2024) .

Η σχέση μεταξύ ΣΔΥ και κοινωνικής συμπερίληψης παρουσιάζει ταυτόχρονα σημαντικές δυνατότητες και κινδύνους. Από τη μία πλευρά, οι τεχνολογίες αυτές μπορούν να συνεισφέρουν στη βελτίωση της πρόσβασης σε υπηρεσίες υγείας, εκπαίδευσης και κοινωνικής φροντίδας. Εφαρμογές απομακρυσμένης παρακολούθησης ασθενών, έξυπνες βοηθητικές τεχνολογίες και συστήματα εξατομικευμένης υποστήριξης έχουν τη δυνατότητα να ενισχύσουν την αυτονομία και την ποιότητα ζωής ευάλωτων πληθυσμών (Belbase et al., 2024; Wakili & Bakkali, 2024) . Από την άλλη πλευρά, όταν τα συστήματα αυτά σχεδιάζονται χωρίς επαρκή κοινωνική και ηθική αξιολόγηση, ενδέχεται να οδηγήσουν σε νέες μορφές αποκλεισμού, αλγοριθμικής διάκρισης και άνισης πρόσβασης σε κοινωνικούς πόρους.

Ιδιαίτερη σημασία αποκτά η άνιση έκθεση διαφορετικών κοινωνικών ομάδων σε τεχνολογίες επιτήρησης και ελέγχου. Η διεθνής βιβλιογραφία επισημαίνει ότι οι ευάλωτες κοινωνικές ομάδες συχνά υπόκεινται σε εντονότερες μορφές ψηφιακής παρακολούθησης, είτε μέσω δημόσιων υπηρεσιών είτε μέσω εργασιακών και εκπαιδευτικών περιβαλλόντων όπου η χρήση τεχνολογικών συστημάτων είναι υποχρεωτική. Η κατάσταση αυτή ενδέχεται να διευρύνει υφιστάμενες κοινωνικές ανισότητες και να περιορίσει την αυτονομία συγκεκριμένων ομάδων πληθυσμού (Radanliev, 2025b) .

Παράλληλα, η αυξανόμενη εξάρτηση από ψηφιακές υποδομές δημιουργεί νέες μορφές αποκλεισμού για όσους δεν διαθέτουν τις απαιτούμενες δεξιότητες ή τους απαραίτητους πόρους. Καθώς όλο και περισσότερες υπηρεσίες μεταφέρονται σε ψηφιακά περιβάλλοντα, η αδυναμία πρόσβασης ή αποτελεσματικής χρήσης των τεχνολογιών μετατρέπεται σε κοινωνικό μειονέκτημα. Με τον τρόπο αυτό, οι τεχνολογικές ανισότητες μετασχηματίζονται σταδιακά σε ευρύτερες κοινωνικές ανισότητες που επηρεάζουν τη συμμετοχή των πολιτών στην οικονομική, πολιτική και πολιτισμική ζωή (van Dijk, 2020).

Ωστόσο, τα ΣΔΥ μπορούν να λειτουργήσουν και ως εργαλεία κοινωνικής ενδυνάμωσης όταν αναπτύσσονται με βάση τις αρχές της προσβασιμότητας, του καθολικού σχεδιασμού και της συμμετοχικής ανάπτυξης. Οι προσεγγίσεις αυτές αναγνωρίζουν ότι οι τεχνολογίες πρέπει να σχεδιάζονται για διαφορετικές ομάδες χρηστών και όχι για έναν υποθετικό «μέσο χρήστη». Η ενσωμάτωση αρχών ανθρωποκεντρικού σχεδιασμού, προσβασιμότητας και συμμετοχικής λήψης αποφάσεων μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στη μείωση των αποκλεισμών και στη δημιουργία πιο δίκαιων ψηφιακών οικοσυστημάτων (Sargiotis, 2024).

Συνολικά, η βιβλιογραφία αναδεικνύει ότι η συμπερίληψη στα ΣΔΥ δεν αποτελεί μια στατική τεχνική απαίτηση αλλά μια συνεχή κοινωνική και πολιτική διαδικασία. Η αντιμετώπιση των ψηφιακών ανισοτήτων απαιτεί συνδυασμό τεχνολογικών, εκπαιδευτικών και θεσμικών παρεμβάσεων, καθώς και ενεργή συμμετοχή των πολιτών στον σχεδιασμό και την αξιολόγηση των τεχνολογικών υποδομών. Μόνο μέσα από μια τέτοια προσέγγιση μπορούν τα ΣΔΥ να λειτουργήσουν ως μηχανισμοί κοινωνικής ενδυνάμωσης και όχι ως παράγοντες αναπαραγωγής των υφιστάμενων ανισοτήτων.

4.5 Καλές Πρακτικές και Πολιτικές για Ηθική και Συμπεριληπτική Τεχνολογία

Η ανάπτυξη των ΣΔΥ και του IoT δημιουργεί σημαντικές ευκαιρίες για την κοινωνία, αλλά ταυτόχρονα αναδεικνύει την ανάγκη για υιοθέτηση πρακτικών που διασφαλίζουν τον σεβασμό των ανθρωπίνων δικαιωμάτων, της ιδιωτικότητας, της ισότητας και της κοινωνικής συμπερίληψης. Η σύγχρονη διεθνής βιβλιογραφία και οι πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης συγκλίνουν στην άποψη ότι η ηθική διάσταση της τεχνολογίας δεν μπορεί να αντιμετωπίζεται ως μεταγενέστερη προσθήκη αλλά ως θεμελιώδες στοιχείο για τον σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την εφαρμογή των ψηφιακών συστημάτων (European Union, 2024· UNESCO, 2024).

Μία από τις σημαντικότερες καλές πρακτικές που προτείνονται στη βιβλιογραφία είναι η προσέγγιση Ethics-by-Design, σύμφωνα με την οποία οι ηθικές αρχές ενσωματώνονται από τα πρώτα στάδια σχεδιασμού των τεχνολογικών συστημάτων. Η προσέγγιση αυτή επιδιώκει να διασφαλίσει πως ζητήματα όπως η ιδιωτικότητα, η προσβασιμότητα, η λογοδοσία και η διαφάνεια λαμβάνονται υπόψη πριν από την υλοποίηση μιας τεχνολογικής λύσης και όχι εκ των υστέρων. Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες για την ηθική διακυβέρνηση της τεχνητής νοημοσύνης, η ενσωμάτωση ηθικών αρχών στον σχεδιασμό συμβάλλει στη δημιουργία περισσότερο αξιόπιστων και κοινωνικά αποδεκτών τεχνολογικών συστημάτων (Ismail & Ahmad, 2025; Karuya et al., 2024).

Εξίσου σημαντική είναι η εφαρμογή ανθρωποκεντρικών προσεγγίσεων ανάπτυξης τεχνολογίας. Η ανθρωποκεντρική σχεδίαση δίνει έμφαση στις πραγματικές ανάγκες των χρηστών και αναγνωρίζει ότι οι τεχνολογικές λύσεις πρέπει να εξυπηρετούν διαφορετικές κοινωνικές ομάδες με διαφορετικά χαρακτηριστικά, δυνατότητες και ανάγκες. Η συμπερίληψη ατόμων με αναπηρίες, ηλικιωμένων, πολιτών με περιορισμένες ψηφιακές δεξιότητες και άλλων ευάλωτων ομάδων στη διαδικασία σχεδιασμού συμβάλλει στη μείωση των αποκλεισμών και στην ανάπτυξη περισσότερο δίκαιων ψηφιακών οικοσυστημάτων (Sargiotis, 2024) .

Παράλληλα, η συμμετοχική ανάπτυξη τεχνολογίας (participatory design) αναγνωρίζεται ως μία από τις πλέον αποτελεσματικές πρακτικές για την ενίσχυση της κοινωνικής αποδοχής των ΣΔΥ και των εφαρμογών IoT. Στο πλαίσιο αυτό, οι τελικοί χρήστες δεν αντιμετωπίζονται ως παθητικοί αποδέκτες της τεχνολογίας αλλά ως ενεργοί συνδιαμορφωτές των τεχνολογικών λύσεων. Η συμμετοχή πολιτών, επαγγελματιών, οργανώσεων και κοινοτήτων στη διαδικασία σχεδιασμού επιτρέπει τον εντοπισμό πιθανών κινδύνων και κοινωνικών επιπτώσεων πριν από τη μαζική εφαρμογή των συστημάτων (UNDP, 2024).

Ιδιαίτερη βαρύτητα αποδίδεται επίσης στη διαφάνεια και στην ερμηνευσιμότητα των αλγοριθμικών διαδικασιών. Η αυξανόμενη χρήση τεχνητής νοημοσύνης σε εφαρμογές IoT δημιουργεί την ανάγκη για συστήματα των οποίων οι αποφάσεις μπορούν να γίνουν κατανοητές και να ελεγχθούν από τους χρήστες και τους αρμόδιους φορείς. Η δυνατότητα εξήγησης των αλγοριθμικών αποτελεσμάτων ενισχύει την εμπιστοσύνη, διευκολύνει τη λογοδοσία και περιορίζει τον κίνδυνο αλγοριθμικών διακρίσεων ή μεροληψιών (Karuya et al., 2024· European Union, 2024).

Σημαντικό ρόλο στην προώθηση ηθικών και συμπεριληπτικών τεχνολογιών διαδραματίζουν οι σύγχρονες κανονιστικές πρωτοβουλίες. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αναπτύξει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο ψηφιακής διακυβέρνησης μέσω νομοθετημάτων όπως ο AI Act (2024), ο Data Act (2023) και ο Digital Services Act (2022). Τα νομοθετήματα αυτά επιδιώκουν να διασφαλίσουν την προστασία των θεμελιωδών δικαιωμάτων, τη διαφάνεια των ψηφιακών υπηρεσιών και τη λογοδοσία των οργανισμών που αναπτύσσουν ή αξιοποιούν συστήματα τεχνητής νοημοσύνης και IoT (European Commission, 2023; European Union, 2024).

Παράλληλα, διεθνείς οργανισμοί όπως η UNESCO και το Πρόγραμμα Ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών (UNDP) προωθούν πολιτικές ψηφιακής συμπερίληψης που στοχεύουν στη μείωση των ψηφιακών ανισοτήτων. Οι πολιτικές αυτές υπογραμμίζουν ότι η πρόσβαση στις τεχνολογίες δεν αρκεί από μόνη της. Απαιτούνται παράλληλα δράσεις ανάπτυξης ψηφιακών δεξιοτήτων, υποστήριξη ευάλωτων πληθυσμών, βελτίωση της προσβασιμότητας και ενεργός συμμετοχή των πολιτών στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων σχετικά με τις ψηφιακές τεχνολογίες (OECD, 2023· UNESCO, 2024· UNDP, 2024).

Μία ακόμη σημαντική πρακτική αφορά την ενίσχυση της θεσμικής λογοδοσίας των οργανισμών που αναπτύσσουν ή χρησιμοποιούν ΣΔΥ και IoT. Οι οργανισμοί αυτοί καλούνται να δημοσιοποιούν πολιτικές προστασίας δεδομένων, διαδικασίες αντιμετώπισης αλγοριθμικών διακρίσεων, μέτρα προσβασιμότητας και δείκτες κοινωνικής επίδρασης. Η λογοδοσία δεν αφορά μόνο τη συμμόρφωση με τη νομοθεσία αλλά και την καλλιέργεια εμπιστοσύνης μεταξύ πολιτών, επιχειρήσεων και δημόσιων φορέων (World Benchmarking Alliance, 2023).

Συνολικά, οι καλές πρακτικές για την ανάπτυξη ηθικών και συμπεριληπτικών τεχνολογιών προϋποθέτουν τη σύνθεση τεχνικών, κοινωνικών και θεσμικών παρεμβάσεων. Η ενσωμάτωση της ηθικής στον σχεδιασμό, η συμμετοχή των πολιτών, η διαφάνεια, η λογοδοσία και η ψηφιακή συμπερίληψη αποτελούν αλληλένδετες προϋποθέσεις για τη δημιουργία τεχνολογικών οικοσυστημάτων που υπηρετούν όχι μόνο την καινοτομία αλλά και το δημόσιο συμφέρον.

4.6 Εκπαιδευτικές Προεκτάσεις και Ενσωμάτωση στο ΠΜΣ ΣΔΥ

Η ανάπτυξη των ΣΔΥ και του IoT μετασχηματίζει όχι μόνο το τεχνολογικό περιβάλλον αλλά και το πεδίο της ανώτατης εκπαίδευσης. Οι νέες τεχνολογικές εφαρμογές βασίζονται ολοένα και περισσότερο στη συλλογή και ανάλυση δεδομένων, στην αυτοματοποίηση διαδικασιών και στη χρήση τεχνητής νοημοσύνης, γεγονός που δημιουργεί νέες απαιτήσεις για τους επαγγελματίες και τους ερευνητές του χώρου. Ως αποτέλεσμα, τα προγράμματα σπουδών καλούνται να υπερβούν τη στενά τεχνική κατάρτιση και να ενσωματώσουν γνώσεις και δεξιότητες που σχετίζονται με την ηθική, την κοινωνική υπευθυνότητα, την προστασία των δεδομένων και την κριτική κατανόηση των τεχνολογικών επιπτώσεων (UNESCO, 2024; OECD, 2023).

Στο πλαίσιο αυτό, το ΠΜΣ ΣΔΥ μπορεί να λειτουργήσει ως ένα περιβάλλον όπου η τεχνολογική εκπαίδευση συνδυάζεται με την ανάπτυξη κριτικής σκέψης και κοινωνικής ευαισθητοποίησης. Η παρούσα έρευνα ανέδειξε ότι ζητήματα όπως η ιδιωτικότητα, η αλγοριθμική λογοδοσία, η συμπερίληψη και οι ψηφιακές ανισότητες δεν αποτελούν δευτερεύουσες πτυχές των ΣΔΥ, αλλά θεμελιώδεις διαστάσεις της λειτουργίας τους. Συνεπώς, η εκπαίδευση των φοιτητών/τριών πρέπει να περιλαμβάνει όχι μόνο την κατανόηση των τεχνικών αρχιτεκτονικών των συστημάτων αλλά και την ικανότητα αξιολόγησης των κοινωνικών συνεπειών που συνεπάγεται η εφαρμογή τους (European Union, 2024).

Ένας βασικός άξονας εκπαιδευτικής ενσωμάτωσης αφορά τη διδασκαλία της ηθικής ως διαθεματικού στοιχείου σε όλα τα γνωστικά αντικείμενα του προγράμματος σπουδών. Η σύγχρονη βιβλιογραφία για την ηθική της τεχνητής νοημοσύνης και των ψηφιακών τεχνολογιών υποστηρίζει ότι οι αρχές της διαφάνειας, της λογοδοσίας, της δικαιοσύνης και της προστασίας των προσωπικών δεδομένων πρέπει να ενσωματώνονται σε κάθε στάδιο της εκπαιδευτικής διαδικασίας και όχι να αντιμετωπίζονται ως απομονωμένη θεματική ενότητα (Ismail & Ahmad, 2025· Karuya et al., 2024). Στο πλαίσιο του ΠΜΣ ΣΔΥ, αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω μελετών περίπτωσης, αναλύσεων πραγματικών περιστατικών και εφαρμογής εργαλείων αξιολόγησης ηθικών κινδύνων σε τεχνολογικά έργα.

Παράλληλα, ιδιαίτερη σημασία αποκτά η ανάπτυξη δεξιοτήτων κριτικής ανάλυσης δεδομένων και αλγοριθμικών διαδικασιών. Οι φοιτητές/τριες καλούνται να κατανοήσουν όχι μόνο τον τρόπο με τον οποίο παράγονται και αναλύονται τα δεδομένα, αλλά και τις

κοινωνικές και πολιτικές επιπτώσεις που μπορεί να προκύψουν από τη χρήση τους. Η ικανότητα αξιολόγησης ζητημάτων όπως η αλγοριθμική μεροληψία, η προστασία της ιδιωτικότητας και η λογοδοσία των συστημάτων θεωρείται πλέον απαραίτητη δεξιότητα για τους επαγγελματίες που δραστηριοποιούνται στον χώρο των ΣΔΥ και του IoT (Radanliev, 2025).

Σημαντική εκπαιδευτική προέκταση αποτελεί επίσης η ενίσχυση της ψηφιακής συμπερίληψης και της προσβασιμότητας. Οι διεθνείς οργανισμοί υπογραμμίζουν ότι η εκπαίδευση στις νέες τεχνολογίες πρέπει να προωθεί τον καθολικό σχεδιασμό, τη δυνατότητα ομαλής πρόσβασης για άτομα με αναπηρίες και την κατανόηση των κοινωνικών παραγόντων που επηρεάζουν τη χρήση των ψηφιακών υπηρεσιών (UNDP, 2024· UNESCO, 2024). Για τον λόγο αυτό, η διδασκαλία στο ΠΜΣ ΣΔΥ μπορεί να περιλαμβάνει δραστηριότητες που εξοικειώνουν τους/τις φοιτητές/τριες με τα πρότυπα προσβασιμότητας, τις πρακτικές συμπεριληπτικού σχεδιασμού και τις απαιτήσεις της σύγχρονης ψηφιακής διακυβέρνησης.

Επιπλέον, η αξιοποίηση βιωματικών και συνεργατικών μορφών μάθησης μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στην κατανόηση των κοινωνικών επιπτώσεων των ΣΔΥ. Η διεθνής εμπειρία δείχνει ότι οι φοιτητές/τριες αναπτύσσουν βαθύτερη κατανόηση των ηθικών διλημμάτων όταν συμμετέχουν σε έργα βασισμένα σε πραγματικά προβλήματα, σε προσομοιώσεις λήψης αποφάσεων και σε συνεργατικές δραστηριότητες σχεδιασμού τεχνολογικών λύσεων. Μέσα από τέτοιες προσεγγίσεις ενισχύονται η αναστοχαστική σκέψη, η κοινωνική υπευθυνότητα και η ικανότητα σύνδεσης της τεχνολογικής γνώσης με πραγματικές κοινωνικές ανάγκες (OECD, 2023).

Ένα ακόμη σημαντικό στοιχείο αφορά την καλλιέργεια της κριτικής ψηφιακής παιδείας (critical digital literacy). Η έννοια αυτή αναφέρεται στην ικανότητα των φοιτητών/τριών να αξιολογούν κριτικά τις ψηφιακές τεχνολογίες, να αναγνωρίζουν τις κοινωνικές και πολιτικές διαστάσεις τους και να κατανοούν πώς οι τεχνολογικές υποδομές επηρεάζουν την καθημερινή ζωή, τη δημοκρατία και τα ανθρώπινα δικαιώματα. Σε ένα περιβάλλον όπου τα ΣΔΥ και το IoT διαμεσολαβούν ολοένα και περισσότερες κοινωνικές λειτουργίες, η ανάπτυξη αυτής της δεξιότητας θεωρείται απαραίτητη για την υπεύθυνη επαγγελματική και ερευνητική δραστηριότητα (UNESCO, 2024).

Τέλος, ιδιαίτερη σημασία έχει η ενσωμάτωση μηχανισμών δεοντολογικής καθοδήγησης και εποπτείας στις ερευνητικές και εκπαιδευτικές δραστηριότητες του ΠΜΣ. Η συστηματική αξιολόγηση των κοινωνικών και ηθικών επιπτώσεων των τεχνολογικών εφαρμογών, η ενθάρρυνση του αναστοχασμού και η καλλιέργεια κουλτούρας υπεύθυνης καινοτομίας μπορούν να συμβάλουν στη διαμόρφωση αποφοίτων που είναι σε θέση να αναπτύσσουν και να διαχειρίζονται τεχνολογικά συστήματα με σεβασμό στις αρχές της κοινωνικής δικαιοσύνης, της συμπερίληψης και της δημοκρατικής λογοδοσίας.

Συνολικά, οι εκπαιδευτικές προεκτάσεις των ΣΔΥ και του IoT υποδεικνύουν την ανάγκη για ένα πρόγραμμα σπουδών που συνδυάζει τεχνική εξειδίκευση, ηθική ευαισθητοποίηση και κοινωνική υπευθυνότητα. Το ΠΜΣ ΣΔΥ διαθέτει τις προϋποθέσεις να λειτουργήσει ως πεδίο ανάπτυξης τέτοιων προσεγγίσεων, προετοιμάζοντας επαγγελματίες και ερευνητές ικανούς να ανταποκριθούν στις προκλήσεις των σύγχρονων ψηφιακών οικοσυστημάτων.

4.7 Συνθετική Συζήτηση και Ερμηνεία Αποτελεσμάτων

Η ανάλυση που προηγήθηκε ανέδειξε ότι τα ΣΔΥ και το IoT δεν αποτελούν απλώς τεχνολογικές υποδομές που διευκολύνουν την αυτοματοποίηση και τη διαχείριση πληροφοριών, αλλά σύνθετα κοινωνικοτεχνικά οικοσυστήματα που επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι επικοινωνούν, εργάζονται, μαθαίνουν και συμμετέχουν στην κοινωνική ζωή. Τα ευρήματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης καταδεικνύουν ότι ζητήματα όπως η ιδιωτικότητα, η διαφάνεια, η λογοδοσία, η συμπερίληψη και η κοινωνική δικαιοσύνη δεν αποτελούν περιφερειακές συνέπειες της τεχνολογικής ανάπτυξης, αλλά δομικές διαστάσεις των ίδιων των τεχνολογικών συστημάτων (Radanliev, 2025; European Union, 2024).

Ένα πρώτο σημαντικό συμπέρασμα αφορά τον μη ουδέτερο χαρακτήρα των ΣΔΥ και του IoT. Η παρούσα έρευνα έδειξε ότι οι τεχνολογίες αυτές ενσωματώνουν συγκεκριμένες επιλογές, αξίες και προτεραιότητες, οι οποίες επηρεάζουν άμεσα τις εμπειρίες και τις δυνατότητες των χρηστών. Οι αλγοριθμικές διαδικασίες, η συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και οι αυτοματοποιημένοι μηχανισμοί λήψης αποφάσεων διαμορφώνουν νέες σχέσεις μεταξύ ανθρώπων, οργανισμών και τεχνολογικών υποδομών. Ως αποτέλεσμα, οι επιπτώσεις των ΣΔΥ δεν μπορούν να αξιολογηθούν αποκλειστικά με τεχνικά κριτήρια, αλλά απαιτούν την εξέταση των κοινωνικών και ηθικών συνεπειών που συνεπάγεται η εφαρμογή τους (Karuya et al., 2024).

Δεύτερο βασικό εύρημα της έρευνας είναι η στενή σύνδεση μεταξύ ιδιωτικότητας, διαφάνειας και επιτήρησης. Η ανάλυση έδειξε ότι η λειτουργία των ΣΔΥ βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στη συνεχή συλλογή και επεξεργασία δεδομένων, γεγονός που δημιουργεί νέες προκλήσεις για την προστασία της ιδιωτικής ζωής. Η αδιαφάνεια πολλών αλγοριθμικών διαδικασιών και η δυσκολία κατανόησης του τρόπου με τον οποίο λαμβάνονται αποφάσεις περιορίζουν τη δυνατότητα των χρηστών να ελέγχουν ουσιαστικά τα δεδομένα και τις ψηφιακές τους αλληλεπιδράσεις. Σύγχρονες μελέτες υποστηρίζουν ότι η ενίσχυση της διαφάνειας και της λογοδοσίας αποτελεί αναγκαία προϋπόθεση για την ανάπτυξη αξιόπιστων και κοινωνικά αποδεκτών ψηφιακών συστημάτων (Herriger et al., 2025; Radanliev, 2025).

Παράλληλα, η σύνθεση των ευρημάτων ανέδειξε ότι η συμπερίληψη και η αντιμετώπιση των ψηφιακών ανισοτήτων αποτελούν καθοριστικές παραμέτρους για τη βιώσιμη ανάπτυξη των ΣΔΥ. Η πρόσβαση στις τεχνολογικές υποδομές, η ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων και η δυνατότητα ουσιαστικής συμμετοχής στα ψηφιακά οικοσυστήματα δεν κατανέμονται ισότιμα μεταξύ των κοινωνικών ομάδων. Ως εκ τούτου, οι τεχνολογίες διάχυτου υπολογισμού μπορούν είτε να λειτουργήσουν ως μηχανισμοί κοινωνικής ενδυνάμωσης είτε να ενισχύσουν υφιστάμενες μορφές αποκλεισμού. Η κατεύθυνση που θα ακολουθηθεί εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον τρόπο σχεδιασμού, διακυβέρνησης και εφαρμογής των τεχνολογικών λύσεων (Sargiotis, 2024; UNDP, 2024).

Ένα ακόμη σημαντικό στοιχείο που προέκυψε από την ανάλυση είναι η αυξανόμενη σημασία των πλαισίων ηθικής διακυβέρνησης και υπεύθυνης καινοτομίας. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται διεθνώς μια σαφής μετατόπιση προς την υιοθέτηση πολιτικών που προωθούν τη διαφάνεια, τη λογοδοσία και τον ανθρωποκεντρικό σχεδιασμό. Πρωτοβουλίες όπως ο Ευρωπαϊκός Κανονισμός για την Τεχνητή Νοημοσύνη (AI Act), οι κατευθυντήριες γραμμές της UNESCO για την ηθική της τεχνητής νοημοσύνης και οι πολιτικές ψηφιακής συμπερίληψης του ΟΟΣΑ και του UNDP αποτυπώνουν τη διεθνή αναγνώριση της ανάγκης για πιο υπεύθυνες μορφές τεχνολογικής ανάπτυξης (European Union, 2024; UNESCO, 2024; OECD, 2023).

Από παιδαγωγική σκοπιά, τα ευρήματα της έρευνας αναδεικνύουν τη σημασία της ενσωμάτωσης ηθικών και κοινωνικών διαστάσεων στην εκπαίδευση των μελλοντικών επιστημόνων και επαγγελματιών του χώρου. Οι τεχνολογίες διάχυτου υπολογισμού και IoT επηρεάζουν ολόένα και περισσότερους τομείς της κοινωνικής ζωής, γεγονός που καθιστά

απαραίτητη την ανάπτυξη δεξιοτήτων κριτικής σκέψης, ηθικής αξιολόγησης και υπεύθυνου σχεδιασμού. Η εκπαίδευση δεν μπορεί πλέον να περιορίζεται στη μετάδοση τεχνικών γνώσεων, αλλά οφείλει να προετοιμάζει τους/τις φοιτητές/τριες να αντιμετωπίζουν σύνθετα κοινωνικά και ηθικά ζητήματα που συνδέονται με τη χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών (UNESCO, 2024).

Η σύνθεση των ευρημάτων οδηγεί επίσης στο συμπέρασμα ότι η αποτελεσματική αντιμετώπιση των προκλήσεων των ΣΔΥ απαιτεί διεπιστημονικές προσεγγίσεις. Η τεχνική γνώση είναι αναγκαία αλλά όχι επαρκής προϋπόθεση για την κατανόηση των επιπτώσεων των τεχνολογικών συστημάτων. Η συνεργασία μεταξύ επιστημόνων της πληροφορικής, κοινωνικών επιστημόνων, νομικών, εκπαιδευτικών και φορέων χάραξης πολιτικής κρίνεται απαραίτητη για τη διαμόρφωση λύσεων που να ανταποκρίνονται τόσο στις τεχνολογικές όσο και στις κοινωνικές απαιτήσεις της σύγχρονης εποχής.

Συνολικά, η παρούσα έρευνα καταδεικνύει ότι η ηθική και η συμπερίληψη δεν αποτελούν δευτερεύουσες παραμέτρους της τεχνολογικής ανάπτυξης αλλά βασικές προϋποθέσεις για τη βιωσιμότητα και την κοινωνική αποδοχή των ΣΔΥ και του IoT. Η ανάπτυξη τεχνολογιών που σέβονται τα δικαιώματα των πολιτών, ενισχύουν τη διαφάνεια, περιορίζουν τις ανισότητες και προάγουν τη λογοδοσία αποτελεί κρίσιμο στόχο για την ακαδημαϊκή κοινότητα, τους οργανισμούς και τους φορείς πολιτικής. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, το ΠΜΣ ΣΔΥ μπορεί να διαδραματίσει ουσιαστικό ρόλο στην προετοιμασία επαγγελματιών και ερευνητών που θα είναι σε θέση να σχεδιάζουν και να διαχειρίζονται τεχνολογικά συστήματα με κοινωνική ευαισθησία, επιστημονική επάρκεια και ηθική υπευθυνότητα.

Κεφάλαιο 5 – Συμπεράσματα και Προτάσεις

5.1 Συνοπτική Ανακεφαλαίωση της Έρευνας

Η παρούσα διπλωματική εργασία διερεύνησε τις ηθικές και συμπεριληπτικές διαστάσεις των ΣΔΥ και του IoT, δίνοντας έμφαση στον τρόπο με τον οποίο οι τεχνολογίες αυτές επηρεάζουν την καθημερινή ζωή, τις κοινωνικές σχέσεις και τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Η συνεχής ενσωμάτωση αισθητήρων, δικτυωμένων συσκευών και ευφώνων αλγορίθμων σε οικιακά, εργασιακά και εκπαιδευτικά περιβάλλοντα δημιουργεί νέες δυνατότητες, αλλά ταυτόχρονα εγείρει σημαντικά ερωτήματα σχετικά με την ιδιωτικότητα,

τη διαφάνεια, τη λογοδοσία και την κοινωνική δικαιοσύνη (Loke, 2019; Mittelstadt, 2017)

.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάστηκε το θεωρητικό και εννοιολογικό πλαίσιο της έρευνας. Αναλύθηκαν οι βασικές αρχές του διάχυτου υπολογισμού, όπως η πανταχού παρουσία της υπολογιστικής ισχύος, η αδιάλειπτη συνδεσιμότητα και η αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπων, συσκευών και περιβάλλοντος. Παράλληλα, διατυπώθηκαν τα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας, τα οποία επικεντρώθηκαν στην κατανόηση των ηθικών προκλήσεων που αναδύονται από τη χρήση των ΣΔΥ, καθώς και στη διερεύνηση του βαθμού στον οποίο οι τεχνολογίες αυτές μπορούν να σχεδιαστούν και να αξιοποιηθούν με τρόπο συμπεριληπτικό και κοινωνικά υπεύθυνο (Perera et al., 2026).

Το δεύτερο κεφάλαιο εστίασε στην ανάπτυξη του θεωρητικού υποβάθρου. Μέσα από τη μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας αναδείχθηκε ότι οι τεχνολογίες δεν λειτουργούν ανεξάρτητα από το κοινωνικό τους πλαίσιο, αλλά ενσωματώνουν αξίες, προτεραιότητες και μηχανισμούς εξουσίας που επηρεάζουν άμεσα τους χρήστες τους. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στις θεωρίες της ιδιωτικότητας, στην αλγοριθμική διαφάνεια, στην ηθική της τεχνητής νοημοσύνης, καθώς και στα ζητήματα ψηφιακού αποκλεισμού και ανισότητας. Η βιβλιογραφία έδειξε ότι η αδιαφανής επεξεργασία δεδομένων και η έλλειψη ελέγχου από τους χρήστες μπορούν να ενισχύσουν φαινόμενα επιτήρησης και άνισης μεταχείρισης, ιδιαίτερα σε περιβάλλοντα όπου οι αποφάσεις λαμβάνονται αυτοματοποιημένα (Bibri & Allam, 2022).

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάστηκε η μεθοδολογική προσέγγιση της έρευνας, η οποία βασίστηκε σε ημι-συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση. Η συγκεκριμένη μέθοδος κρίθηκε κατάλληλη καθώς επέτρεψε τη σύνθεση ευρημάτων από διαφορετικά επιστημονικά πεδία, όπως η επιστήμη υπολογιστών, η ηθική της τεχνολογίας, η κοινωνιολογία και οι επιστήμες της εκπαίδευσης. Μέσα από τη διαδικασία επιλογής, αξιολόγησης και θεματικής κωδικοποίησης των πηγών αναδείχθηκαν επαναλαμβανόμενα ζητήματα που αφορούν την προστασία προσωπικών δεδομένων, την αλγοριθμική λογοδοσία, την προσβασιμότητα και τη συμμετοχή των πολιτών στον σχεδιασμό ψηφιακών συστημάτων (Singhal et al., 2024; Zhao et al., 2021).

Το τέταρτο κεφάλαιο περιλάμβανε τη συζήτηση και ερμηνεία των ευρημάτων. Η ανάλυση ανέδειξε ότι η συνεχής συλλογή και επεξεργασία δεδομένων, που αποτελεί βασικό

χαρακτηριστικό των ΣΔΥ και του IoT, δημιουργεί σοβαρές προκλήσεις για την προστασία της ιδιωτικότητας και της αυτονομίας των χρηστών. Παράλληλα, διαπιστώθηκε ότι η χρήση πολύπλοκων αλγοριθμικών μοντέλων συχνά δυσχεραίνει την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο λαμβάνονται οι αποφάσεις, περιορίζοντας τη διαφάνεια και τη δυνατότητα ελέγχου τους. Επιπλέον, η άνιση πρόσβαση σε ψηφιακές υποδομές, τεχνολογικές δεξιότητες και σύγχρονες υπηρεσίες μπορεί να διευρύνει ήδη υπάρχουσες κοινωνικές και οικονομικές ανισότητες (Herriger et al., 2025; Radanliev, 2025b).

Παρά τις προκλήσεις αυτές, η βιβλιογραφία ανέδειξε και σημαντικές δυνατότητες. Ο σχεδιασμός συστημάτων με βάση τις αρχές της ιδιωτικότητας εξ ορισμού (privacy by design), της προσβασιμότητας, της διαφάνειας και της συμμετοχικότητας μπορεί να συμβάλει στη δημιουργία πιο δίκαιων και αξιόπιστων τεχνολογικών οικοσυστημάτων. Ιδιαίτερα στον χώρο της εκπαίδευσης και των μεταπτυχιακών προγραμμάτων που σχετίζονται με τα ΣΔΥ, η ενσωμάτωση μαθημάτων και πρακτικών που προωθούν την ηθική σκέψη και τον υπεύθυνο σχεδιασμό κρίνεται απαραίτητη για την ανάπτυξη επαγγελματιών με τεχνικές αλλά και κοινωνικές δεξιότητες (Al-Kfairy et al., 2025).

Συνοψίζοντας, η έρευνα κατέδειξε ότι τα Συστήματα Διάχυτου και Κινητού Υπολογισμού και το Internet of Things δεν αποτελούν απλώς τεχνολογικές καινοτομίες, αλλά σύνθετα κοινωνικοτεχνικά συστήματα που επηρεάζουν ουσιαστικά τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι αλληλεπιδρούν, εργάζονται, μαθαίνουν και συμμετέχουν στην κοινωνία. Ως εκ τούτου, οι ηθικές και συμπεριληπτικές διαστάσεις τους δεν μπορούν να αντιμετωπίζονται ως δευτερεύον ζήτημα, αλλά ως θεμελιώδης προϋπόθεση για τη βιώσιμη και κοινωνικά αποδεκτή ανάπτυξή τους. Η παρούσα εργασία επιβεβαιώνει την ανάγκη για έναν ανθρωποκεντρικό σχεδιασμό των ΣΔΥ, ο οποίος θα διασφαλίζει τη διαφάνεια, την ισότητα, την προσβασιμότητα και τον σεβασμό των θεμελιωδών δικαιωμάτων όλων των χρηστών (Loke, 2019; Mittelstadt, 2017; Perera et al., 2026).

5.2 Κύρια Συμπεράσματα σε Σχέση με τους Στόχους και τα Ερευνητικά Ερωτήματα

Η παρούσα έρευνα επιδίωξε να διερευνήσει τις ηθικές και συμπεριληπτικές διαστάσεις των Συστημάτων ΣΔΥ και του IoT, αναδεικνύοντας τις κοινωνικές, τεχνολογικές και εκπαιδευτικές προεκτάσεις τους. Η ανάλυση της σύγχρονης βιβλιογραφίας κατέδειξε ότι τα ΣΔΥ δεν αποτελούν απλώς τεχνολογικά εργαλεία, αλλά σύνθετα κοινωνικοτεχνικά

συστήματα που επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι αλληλεπιδρούν, επικοινωνούν και συμμετέχουν στην ψηφιακή κοινωνία (Loke, 2019; Mittelstadt, 2017).

5.2.1 Σχέση με τον γενικό σκοπό της έρευνας

Ο βασικός σκοπός της διπλωματικής εργασίας ήταν η ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης κατανόησης των ηθικών και συμπεριληπτικών παραμέτρων που συνοδεύουν την ανάπτυξη και αξιοποίηση των ΣΔΥ και του IoT. Τα ευρήματα επιβεβαιώνουν ότι οι τεχνολογίες αυτές δεν είναι ουδέτερες, καθώς ενσωματώνουν συγκεκριμένες αξίες, κανόνες και επιλογές σχεδιασμού που επηρεάζουν θεμελιώδη δικαιώματα, όπως η ιδιωτικότητα, η αυτονομία και η ισότιμη συμμετοχή των πολιτών στην ψηφιακή ζωή (Bibri & Allam, 2022).

Παράλληλα, διαπιστώθηκε ότι η αυξανόμενη εξάρτηση από συστήματα συλλογής και ανάλυσης δεδομένων δημιουργεί νέες μορφές επιτήρησης και ελέγχου, καθιστώντας αναγκαία την ανάπτυξη πλαισίων ηθικής διακυβέρνησης και υπεύθυνου σχεδιασμού (Perera et al., 2026) (Perera et al., 2026).

5.2.2 Συμπεράσματα σε σχέση με τους ειδικούς στόχους

Ειδικός Στόχος 1: Αποτύπωση των ανισοτήτων συμμετοχής ευάλωτων ομάδων

Η έρευνα ανέδειξε ότι οι ψηφιακές ανισότητες στα περιβάλλοντα ΣΔΥ και IoT δεν περιορίζονται πλέον στην πρόσβαση σε συσκευές ή δίκτυα. Αντίθετα, συνδέονται με ένα ευρύτερο πλέγμα παραγόντων που περιλαμβάνει τις ψηφιακές δεξιότητες, το μορφωτικό επίπεδο, την οικονομική δυνατότητα και την ικανότητα κατανόησης των αλγοριθμικών διαδικασιών που επηρεάζουν την καθημερινότητα των χρηστών. Ως αποτέλεσμα, κοινωνικά ευάλωτες ομάδες αντιμετωπίζουν αυξημένο κίνδυνο αποκλεισμού από τα οφέλη της ψηφιακής μετάβασης (OECD, 2023).

Τα ευρήματα συμφωνούν με διεθνείς μελέτες που υποστηρίζουν ότι η ψηφιακή συμπερίληψη αποτελεί βασική προϋπόθεση για την ισότιμη κοινωνική συμμετοχή και την ενδυνάμωση των πολιτών στη σύγχρονη ψηφιακή εποχή (Al-Kfairiy et al., 2025; UNDP, 2024).

Ειδικός Στόχος 2: Ανάλυση των ηθικών ζητημάτων

Η ανάλυση κατέδειξε ότι οι σημαντικότερες ηθικές προκλήσεις των ΣΔΥ και του IoT αφορούν τη συνεχή συλλογή προσωπικών δεδομένων, την αδιαφάνεια των αλγοριθμικών

διαδικασιών, την ενίσχυση πρακτικών ψηφιακής επιτήρησης και τον κίνδυνο αναπαραγωγής κοινωνικών προκαταλήψεων μέσω αυτοματοποιημένων συστημάτων λήψης αποφάσεων (Radanliev, 2025).

Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι οι χρήστες συχνά αδυνατούν να κατανοήσουν τον τρόπο λειτουργίας των συστημάτων που χρησιμοποιούν ή να ελέγξουν αποτελεσματικά τη χρήση των προσωπικών τους δεδομένων. Η διαπίστωση αυτή ενισχύει την ανάγκη για μεγαλύτερη αλγοριθμική διαφάνεια, λογοδοσία και αποτελεσματικούς μηχανισμούς προστασίας των δικαιωμάτων των πολιτών (Deng et al., 2020; Singhal et al., 2024).

Ειδικός Στόχος 3: Ανάδειξη καλών πρακτικών και πολιτικών συμπερίληψης

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση ανέδειξε ότι οι πιο αποτελεσματικές προσεγγίσεις για την ανάπτυξη ηθικών και συμπεριληπτικών ΣΔΥ βασίζονται σε αρχές όπως το Ethics-by-Design, το Value Sensitive Design, το Privacy-by-Design και ο συμμετοχικός σχεδιασμός (participatory design). Η ενσωμάτωση μηχανισμών διαφάνειας, ερμηνευσιμότητας και υπεύθυνης διακυβέρνησης δεδομένων συμβάλλει στην ενίσχυση της εμπιστοσύνης των χρηστών και στη βελτίωση της κοινωνικής αποδοχής των τεχνολογικών συστημάτων (Loke, 2019).

Παράλληλα, η πρόσφατη ευρωπαϊκή νομοθεσία, όπως ο AI Act και ο Data Act, αναμένεται να διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση ενός πλαισίου υπεύθυνης και ανθρωποκεντρικής ανάπτυξης των ψηφιακών τεχνολογιών.

Ειδικός Στόχος 4: Παιδαγωγική αξιοποίηση των ευρημάτων στο ΠΜΣ ΣΔΥ

Τα αποτελέσματα της έρευνας υποδεικνύουν ότι η εκπαίδευση στον τομέα των ΣΔΥ δεν μπορεί να περιορίζεται αποκλειστικά σε τεχνικές γνώσεις. Αντίθετα, απαιτεί την ενσωμάτωση θεμάτων ηθικής, κοινωνικής ευθύνης και ψηφιακών δικαιωμάτων σε όλο το πρόγραμμα σπουδών.

Στο πλαίσιο αυτό προτείνονται δράσεις όπως η ανάπτυξη βιωματικών εργαστηρίων ηθικής τεχνολογίας, η αξιοποίηση πραγματικών μελετών περίπτωσης, η εφαρμογή πρακτικών αναστοχασμού και η ενίσχυση της διεπιστημονικής συνεργασίας μεταξύ τεχνολογικών και κοινωνικών επιστημών. Η προσέγγιση αυτή μπορεί να συμβάλει στη διαμόρφωση

επαγγελματιών που θα είναι σε θέση να σχεδιάζουν τεχνολογίες με επίγνωση των κοινωνικών τους επιπτώσεων (Zhao et al., 2021).

5.2.3 Σχέση με τα ερευνητικά ερωτήματα

Τα ευρήματα της έρευνας παρέχουν σαφείς απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν εξ αρχής.

Αναφορικά με το πρώτο ερευνητικό ερώτημα, προκύπτει ότι οι σημαντικότερες ηθικές προκλήσεις σχετίζονται με την προστασία της ιδιωτικότητας, την αλγοριθμική αδιαφάνεια, την επιτήρηση και την αναπαραγωγή προκαταλήψεων μέσω αυτοματοποιημένων διαδικασιών (Mittelstadt, 2017).

Σε σχέση με το δεύτερο ερώτημα, διαπιστώθηκε ότι οι ψηφιακές ανισότητες αναδύονται όχι μόνο λόγω διαφορών πρόσβασης στις τεχνολογίες, αλλά και εξαιτίας διαφορών στις δεξιότητες, στη γνώση και στην ικανότητα συμμετοχής σε ψηφιακά οικοσυστήματα.

Όσον αφορά το τρίτο ερώτημα, η έρευνα κατέδειξε ότι η εφαρμογή αρχών όπως η διαφάνεια, η λογοδοσία, ο συμμετοχικός σχεδιασμός και η υπεύθυνη διακυβέρνηση δεδομένων αποτελούν βασικές προϋποθέσεις για την ανάπτυξη ηθικών και συμπεριληπτικών συστημάτων.

Τέλος, αναφορικά με το τέταρτο ερώτημα, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα ευρήματα μπορούν να αξιοποιηθούν άμεσα στην εκπαιδευτική διαδικασία μέσω της ενσωμάτωσης ηθικών και κοινωνικών διαστάσεων στο πρόγραμμα σπουδών του ΠΜΣ ΣΔΥ.

Γενική Αποτίμηση

Συνολικά, η παρούσα έρευνα καταδεικνύει ότι η ανάπτυξη ηθικών και συμπεριληπτικών Συστημάτων Διάχυτου και Κινητού Υπολογισμού αποτελεί μια σύνθετη πρόκληση που υπερβαίνει τα στενά όρια της τεχνολογίας. Πρόκειται για ένα ζήτημα που συνδέεται άμεσα με την κοινωνική δικαιοσύνη, τη δημοκρατική διακυβέρνηση, την εκπαίδευση και την προστασία των θεμελιωδών δικαιωμάτων. Ως εκ τούτου, η επιτυχής ανάπτυξη των ΣΔΥ προϋποθέτει τη συνεργασία επιστημόνων, εκπαιδευτικών, πολιτικών φορέων και πολιτών, με στόχο τη δημιουργία τεχνολογικών συστημάτων που θα είναι όχι μόνο αποδοτικά, αλλά και δίκαια, διαφανή και ανθρωποκεντρικά (Herriger et al., 2025; Perera et al., 2026).

5.3 Προτεινόμενο Πλαίσιο Ηθικής και Συμπερίληψης για τα ΣΔΥ και το IoT

Η ανάλυση της βιβλιογραφίας και η σύνθεση των ευρημάτων της παρούσας έρευνας ανέδειξαν την ανάγκη διαμόρφωσης ενός συνεκτικού πλαισίου ηθικής και συμπερίληψης για τα ΣΔΥ και το IoT. Καθώς οι τεχνολογίες αυτές ενσωματώνονται ολοένα και περισσότερο στην καθημερινότητα των πολιτών, επηρεάζοντας διαδικασίες επικοινωνίας, λήψης αποφάσεων και πρόσβασης σε υπηρεσίες, καθίσταται αναγκαίο να αναπτυχθούν με τρόπο που να διασφαλίζει τον σεβασμό των δικαιωμάτων και την ισότιμη συμμετοχή όλων των χρηστών (Loke, 2019; Mittelstadt, 2017).

Το προτεινόμενο πλαίσιο βασίζεται σε πέντε αλληλένδετους άξονες: την ιδιωτικότητα, τη διαφάνεια, τη δικαιοσύνη, τη συμπερίληψη και τη δημοκρατική διακυβέρνηση. Οι άξονες αυτοί προκύπτουν τόσο από τη διεθνή βιβλιογραφία όσο και από τα συμπεράσματα της παρούσας μελέτης και μπορούν να λειτουργήσουν ως κατευθυντήριες αρχές για τον σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την αξιολόγηση μελλοντικών συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης και διάχυτου υπολογισμού. Ειδικότερα, η προστασία της ιδιωτικότητας και η διαφάνεια αποτελούν βασικές προϋποθέσεις για την ανάπτυξη αξιόπιστων ψηφιακών τεχνολογιών, ενώ η δικαιοσύνη και η συμπερίληψη συμβάλλουν στη μείωση των αλγοριθμικών διακρίσεων και του ψηφιακού αποκλεισμού. Παράλληλα, η δημοκρατική διακυβέρνηση προωθεί τη λογοδοσία, τη συμμετοχή των ενδιαφερόμενων μερών και την υπεύθυνη λήψη αποφάσεων σχετικά με τη χρήση των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης (UNESCO, 2021; European Commission, 2019; Floridi & Cowls, 2019).

Πρώτος και θεμελιώδης άξονας είναι η προστασία της ιδιωτικότητας. Στα περιβάλλοντα διάχυτου υπολογισμού η συλλογή δεδομένων πραγματοποιείται συχνά στο παρασκήνιο, χωρίς ο χρήστης να γνωρίζει πάντοτε ποια δεδομένα καταγράφονται, πώς αποθηκεύονται ή για ποιον σκοπό χρησιμοποιούνται. Για τον λόγο αυτό, η ιδιωτικότητα δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται ως μια απλή τεχνική λειτουργία προστασίας δεδομένων, αλλά ως βασικό ανθρώπινο δικαίωμα που οφείλει να ενσωματώνεται ήδη από το στάδιο του σχεδιασμού των συστημάτων (Nissenbaum, 2010; Perera et al., 2026). Η εφαρμογή πρακτικών Privacy-by-Design και η ενίσχυση του ελέγχου των χρηστών πάνω στα προσωπικά τους δεδομένα αποτελούν κρίσιμες προϋποθέσεις για την ανάπτυξη αξιόπιστων ψηφιακών οικοσυστημάτων.

Δεύτερος πυλώνας είναι η διαφάνεια και η λογοδοσία. Η λειτουργία πολλών σύγχρονων συστημάτων βασίζεται σε αλγορίθμους και μηχανισμούς αυτοματοποιημένης λήψης αποφάσεων, οι οποίοι συχνά παραμένουν ακατανόητοι για τους τελικούς χρήστες. Η έλλειψη διαφάνειας δυσχεραίνει τον έλεγχο των συστημάτων και περιορίζει την εμπιστοσύνη προς αυτά. Συνεπώς, απαιτείται η υιοθέτηση μηχανισμών που επιτρέπουν την κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των συστημάτων, την τεκμηρίωση των αποφάσεών τους και την απόδοση ευθυνών όταν προκύπτουν σφάλματα ή αρνητικές συνέπειες (Burrell, 2016; Miller, 2019; Radanliev, 2025b) .

Ο τρίτος άξονας αφορά τη δικαιοσύνη και την αλγοριθμική αμεροληψία. Η έρευνα ανέδειξε ότι τα ΣΔΥ και το IoT μπορούν να αναπαράγουν ή ακόμη και να ενισχύσουν υφιστάμενες κοινωνικές ανισότητες όταν τα δεδομένα ή οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται εμπεριέχουν προκαταλήψεις. Η αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού απαιτεί συστηματικό έλεγχο των αλγοριθμικών μοντέλων, αξιολόγηση των κοινωνικών τους επιπτώσεων και ενσωμάτωση πρακτικών *Fairness-by-Design* κατά τη διαδικασία ανάπτυξης των συστημάτων (Barocas & Selbst, 2016; Benjamin, 2019).

Εξίσου σημαντικός είναι ο άξονας της συμπερίληψης και της προσβασιμότητας. Η τεχνολογική πρόοδος δεν μπορεί να θεωρηθεί επιτυχημένη όταν σημαντικές κοινωνικές ομάδες αδυνατούν να επωφεληθούν από αυτήν. Η ανάπτυξη συστημάτων που λαμβάνουν υπόψη τις ανάγκες ατόμων με αναπηρίες, ηλικιωμένων χρηστών, κατοίκων απομακρυσμένων περιοχών ή ατόμων με περιορισμένες ψηφιακές δεξιότητες αποτελεί αναγκαία συνθήκη για τη μείωση των ψηφιακών ανισοτήτων. Οι αρχές του Καθολικού Σχεδιασμού (Universal Design) και της συμπεριληπτικής αλληλεπίδρασης ανθρώπου–υπολογιστή προσφέρουν χρήσιμες κατευθύνσεις προς αυτή την κατεύθυνση (Frauenberger, 2019; Lazar et al., 2022).

Τέλος, το προτεινόμενο πλαίσιο ολοκληρώνεται από την αρχή της δημοκρατικής διακυβέρνησης και της συμμετοχικότητας. Η ανάπτυξη των ΣΔΥ δεν μπορεί να αποτελεί αποκλειστική ευθύνη τεχνικών ειδικών ή οργανισμών. Αντίθετα, απαιτείται η ενεργή συμμετοχή πολιτών, κοινωνικών φορέων, ερευνητών και θεσμικών οργανισμών σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής των τεχνολογικών συστημάτων. Η προσέγγιση αυτή ενισχύει τη νομιμοποίηση των τεχνολογικών επιλογών, προάγει τη διαφάνεια και συμβάλλει στη δημιουργία σχέσεων εμπιστοσύνης μεταξύ κοινωνίας και τεχνολογίας (Schomberg, 2013; Stilgoe et al., 2013).

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση ανέδειξε ότι, παρά τη σημαντική πρόοδο που έχει σημειωθεί στον σχεδιασμό ηθικών και ανθρωποκεντρικών τεχνολογιών, εξακολουθεί να υπάρχει έλλειψη ολοκληρωμένων πλαισίων αξιολόγησης που να συνδυάζουν τεχνικές, κοινωνικές, παιδαγωγικές και κανονιστικές διαστάσεις των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού (ΣΔΥ) και του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT). Οι περισσότερες υπάρχουσες προσεγγίσεις επικεντρώνονται είτε στην προστασία προσωπικών δεδομένων είτε στη συμμόρφωση με κανονιστικά πλαίσια, χωρίς να εξετάζουν ολιστικά τις επιπτώσεις των τεχνολογιών στους χρήστες, στους οργανισμούς και στην κοινωνία (Dignum, 2019; Floridi & Cowls, 2019).

Η ανάγκη μετάβασης από αφηρημένες ηθικές αρχές σε πρακτικά εργαλεία αξιολόγησης αποτυπώνεται και στις πρόσφατες ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες για την υπεύθυνη αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Ανώτατη Εκπαίδευση. Σύμφωνα με το (European Association of Distance Teaching Universities [EADTU], 2025), προτείνει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο ηθικής αξιολόγησης, βασισμένο στις αρχές της Αξιοπίστης Τεχνητής Νοημοσύνης (Trustworthy AI), του AI Act, του GDPR, των οδηγιών της UNESCO και των ευρωπαϊκών πολιτικών για την ψηφιακή εκπαίδευση. Το πλαίσιο οργανώνει τις απαιτήσεις γύρω από θεμελιώδεις άξονες όπως η ανθρώπινη εποπτεία, η προστασία προσωπικών δεδομένων, η διαφάνεια, η λογοδοσία, η ισότητα, η συμπερίληψη, η ακαδημαϊκή ακεραιότητα και ο κοινωνικός αντίκτυπος των τεχνολογιών.

Παρότι το πλαίσιο του ADMIT αναπτύχθηκε με επίκεντρο την αξιοποίηση της Γενετικής Τεχνητής Νοημοσύνης στην Ανώτατη Εκπαίδευση, οι θεμελιώδεις αρχές του παρουσιάζουν σημαντική συνάφεια με τα Συστήματα Διάχυτου Υπολογισμού και το Διαδίκτυο των Πραγμάτων. Και στις δύο περιπτώσεις ανακύπτουν ζητήματα συνεχούς συλλογής δεδομένων, αυτοματοποιημένης λήψης αποφάσεων, αλγοριθμικής διαφάνειας, προστασίας της ιδιωτικότητας, κυβερνοασφάλειας και κοινωνικής λογοδοσίας. Οι προκλήσεις αυτές αναδεικνύονται συστηματικά τόσο στη βιβλιογραφία των ΣΔΥ όσο και στις σύγχρονες έρευνες για την ηθική της Τεχνητής Νοημοσύνης και της ψηφιακής εκπαίδευσης (Jobin et al., 2019; Li et al., 2023a).

Με βάση τα ευρήματα της παρούσας βιβλιογραφικής ανασκόπησης και αξιοποιώντας τις αρχές που προτείνονται από το πλαίσιο ADMIT, προτείνεται η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου πλαισίου αξιολόγησης εφαρμογών ΣΔΥ και IoT, το οποίο μπορεί να λειτουργήσει ως εργαλείο υποστήριξης κατά τον σχεδιασμό, την ανάπτυξη, την υλοποίηση και την αξιολόγηση ψηφιακών συστημάτων. Το πλαίσιο αυτό δεν περιορίζεται στη

συμμόρφωση με νομικές απαιτήσεις, αλλά ενσωματώνει τις αρχές του Ethics-by-Design, του Value Sensitive Design, του Responsible Research and Innovation (RRI) και της Trustworthy AI, επιδιώκοντας τη δημιουργία τεχνολογιών που είναι τεχνικά αξιόπιστες, κοινωνικά αποδεκτές και παιδαγωγικά υπεύθυνες.

Το προτεινόμενο πλαίσιο οργανώνεται γύρω από οκτώ αλληλένδετες διαστάσεις: (α) ιδιωτικότητα και διακυβέρνηση δεδομένων, (β) διαφάνεια και επεξηγησιμότητα, (γ) δικαιοσύνη και συμπερίληψη, (δ) ανθρώπινη εποπτεία, (ε) λογοδοσία, (στ) τεχνική αξιοπιστία και κυβερνοασφάλεια, (ζ) κοινωνικός και περιβαλλοντικός αντίκτυπος και (η) εκπαιδευτικός και οργανωσιακός αντίκτυπος. Οι διαστάσεις αυτές αποτελούν ένα ενιαίο πλαίσιο αξιολόγησης που μπορεί να εφαρμοστεί τόσο στην ανάπτυξη εφαρμογών IoT όσο και στον σχεδιασμό εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων του ΠΜΣ ΣΔΥ.

Διάσταση	Ενδεικτικά ερωτήματα αξιολόγησης
Ιδιωτικότητα και Διακυβέρνηση Δεδομένων	Ποια δεδομένα συλλέγονται; Υπάρχει ελαχιστοποίηση δεδομένων; Είναι σαφής η συγκατάθεση;
Διαφάνεια και Εξηγησιμότητα	Μπορούν οι χρήστες να κατανοήσουν τον τρόπο λήψης αποφάσεων; Παρέχεται επαρκής τεκμηρίωση;
Δικαιοσύνη και Συμπερίληψη	Υπάρχουν αλγοριθμικές μεροληψίες; Είναι το σύστημα προσβάσιμο σε όλους;
Ανθρώπινη Εποπτεία	Παραμένει ο άνθρωπος υπεύθυνος για τις κρίσιμες αποφάσεις;
Λογοδοσία	Ποιος φέρει την ευθύνη για πιθανές βλάβες ή λανθασμένες αποφάσεις;
Τεχνική Αξιοπιστία και Ασφάλεια	Υπάρχουν μηχανισμοί κυβερνοασφάλειας, συνεχούς παρακολούθησης και διαχείρισης κινδύνων;
Κοινωνικός και Περιβαλλοντικός Αντίκτυπος	Πώς επηρεάζει το σύστημα την κοινωνική συμμετοχή, τη βιωσιμότητα και την ποιότητα ζωής;
Εκπαιδευτικός και Οργανωσιακός Αντίκτυπος	Υποστηρίζει την ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων, την ηθική επίγνωση και την υπεύθυνη χρήση της τεχνολογίας;

Πίνακας 6. Προτεινόμενο πλαίσιο αξιολόγησης εφαρμογών ΣΔΥ και IoT.

Το προτεινόμενο πλαίσιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο από ερευνητές όσο και από οργανισμούς που σχεδιάζουν ή αξιολογούν εφαρμογές ΣΔΥ και IoT. Παράλληλα, μπορεί να αξιοποιηθεί ως οδηγός ανάπτυξης εκπαιδευτικού υλικού στο ΠΜΣ ΣΔΥ, υποστηρίζοντας την καλλιέργεια δεξιοτήτων ηθικού σχεδιασμού, κριτικής αξιολόγησης και υπεύθυνης

καινοτομίας. Με τον τρόπο αυτό, οι φοιτητές/τριες δεν περιορίζονται στην κατανόηση των τεχνικών χαρακτηριστικών των τεχνολογιών, αλλά αποκτούν ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο ανάλυσης των κοινωνικών, νομικών και αξιακών συνεπειών τους.

Η προσέγγιση αυτή ευθυγραμμίζεται τόσο με τις αρχές της Αξιοπιστής Τεχνητής Νοημοσύνης όσο και με τις απαιτήσεις του AI Act και του GDPR, ενισχύοντας τη μετάβαση από την αφηρημένη διατύπωση ηθικών αρχών σε συγκεκριμένα κριτήρια αξιολόγησης που μπορούν να εφαρμοστούν στην πράξη. Επιπλέον, συνδέεται άμεσα με τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών, ιδιαίτερα με τον ΣΒΑ 4 (Ποιοτική Εκπαίδευση), τον ΣΒΑ 9 (Βιομηχανία, Καινοτομία και Υποδομές), τον ΣΒΑ 10 (Μείωση των Ανισοτήτων) και τον ΣΒΑ 16 (Ειρήνη, Δικαιοσύνη και Ισχυροί Θεσμοί), προωθώντας την ανάπτυξη τεχνολογιών που είναι ταυτόχρονα καινοτόμες, υπεύθυνες και κοινωνικά συμπεριληπτικές.



Εικόνα 15. Προτεινόμενο πλαίσιο αξιολόγησης ηθικών και συμπεριληπτικών διαστάσεων σε εφαρμογές ΣΔΥ και ΙοΤ.

Η εικόνα 15 παρουσιάζει το προτεινόμενο πλαίσιο αξιολόγησης της ηθικής και της συμπεριληπτικότητας για εφαρμογές ΣΔΥ και IoT, όπως αυτό διαμορφώθηκε από τη σύνθεση των ευρημάτων της παρούσας βιβλιογραφικής ανασκόπησης και των σύγχρονων ευρωπαϊκών κατευθυντήριων γραμμών για την υπεύθυνη ανάπτυξη ψηφιακών τεχνολογιών (European Commission, 2019, 2024; UNESCO, 2021; EADTU, 2025).

Στο κέντρο του πλαισίου βρίσκεται η Ηθική και Συμπεριληπτική Ανάπτυξη των ΣΔΥ και του IoT, η οποία αποτελεί τον βασικό στόχο του σχεδιασμού και της αξιολόγησης των ψηφιακών συστημάτων. Γύρω από αυτήν αναπτύσσονται οκτώ αλληλένδετες διαστάσεις, οι οποίες δεν λειτουργούν ανεξάρτητα αλλά αλληλοσυμπληρώνονται, συγκροτώντας ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο ηθικής διακυβέρνησης.

Η πρώτη διάσταση αφορά την Ιδιωτικότητα και τη Διακυβέρνηση Δεδομένων, η οποία διασφαλίζει ότι η συλλογή, η αποθήκευση και η επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιούνται σύμφωνα με τις αρχές της νομιμότητας, της ελαχιστοποίησης των δεδομένων και της προστασίας των δικαιωμάτων των χρηστών. Η δεύτερη διάσταση είναι η Διαφάνεια και η Επεξηγησιμότητα, που επιδιώκει την κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των αλγορίθμων και των αυτοματοποιημένων αποφάσεων από τους χρήστες και τους εμπλεκόμενους φορείς.

Η τρίτη διάσταση αφορά τη Δικαιοσύνη και τη Συμπερίληψη, υπογραμμίζοντας την ανάγκη αποφυγής αλγοριθμικών διακρίσεων και τη διασφάλιση ισότιμης πρόσβασης στις ψηφιακές υπηρεσίες. Η τέταρτη διάσταση, η Ανθρώπινη Εποπτεία, αναγνωρίζει ότι η τελική ευθύνη για κρίσιμες αποφάσεις πρέπει να παραμένει στον άνθρωπο, ακόμη και όταν χρησιμοποιούνται προηγμένοι μηχανισμοί τεχνητής νοημοσύνης.

Η Λογοδοσία αποτελεί την πέμπτη διάσταση και αναφέρεται στον σαφή καθορισμό ευθυνών για τη λειτουργία των συστημάτων και την αντιμετώπιση πιθανών σφαλμάτων ή επιπτώσεων. Η έκτη διάσταση, η Τεχνική Αξιοπιστία και η Κυβερνοασφάλεια, διασφαλίζει ότι τα συστήματα είναι ανθεκτικά, ασφαλή και λειτουργούν αξιόπιστα ακόμη και σε σύνθετα ή μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα.

Οι δύο τελευταίες διαστάσεις αφορούν τον Κοινωνικό και Περιβαλλοντικό Αντίκτυπο και τον Εκπαιδευτικό και Οργανωσιακό Αντίκτυπο. Οι διαστάσεις αυτές διευρύνουν την αξιολόγηση πέρα από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των συστημάτων, εξετάζοντας τον τρόπο

με τον οποίο οι τεχνολογίες επηρεάζουν την κοινωνική συνοχή, τη βιώσιμη ανάπτυξη, την καλλιέργεια ψηφιακών δεξιοτήτων και τη διαμόρφωση υπεύθυνης κουλτούρας χρήσης των ψηφιακών τεχνολογιών.

Συνολικά, το προτεινόμενο πλαίσιο αναδεικνύει ότι η αξιολόγηση των ΣΔΥ και του IoT δεν μπορεί να περιορίζεται σε τεχνικούς δείκτες απόδοσης ή συμμόρφωσης με τη νομοθεσία. Αντίθετα, απαιτεί μια ολιστική προσέγγιση που συνδυάζει τεχνολογικά, ηθικά, κοινωνικά, εκπαιδευτικά και θεσμικά κριτήρια. Με τον τρόπο αυτό, η εικόνα 15 λειτουργεί ως πρακτικός οδηγός για ερευνητές, προγραμματιστές, οργανισμούς και εκπαιδευτικά ιδρύματα, υποστηρίζοντας τον σχεδιασμό και την αξιολόγηση ψηφιακών συστημάτων που είναι ταυτόχρονα ασφαλή, αξιόπιστα, διαφανή και κοινωνικά συμπεριληπτικά.

Συνολικά, το πλαίσιο ηθικής και συμπερίληψης που προτείνεται από την παρούσα έρευνα αντιμετωπίζει τα ΣΔΥ και το IoT ως κοινωνικοτεχνικά συστήματα που επηρεάζουν άμεσα την καθημερινή ζωή των πολιτών. Η ενσωμάτωση των αρχών της ιδιωτικότητας, της διαφάνειας, της δικαιοσύνης, της συμπερίληψης και της δημοκρατικής διακυβέρνησης δεν αποτελεί απλώς μια ηθική επιλογή, αλλά βασική προϋπόθεση για τη βιώσιμη, δίκαιη και κοινωνικά αποδεκτή ανάπτυξη των τεχνολογιών του ψηφιακού μέλλοντος.

5.4 Παιδαγωγικές Προτάσεις και Εφαρμογές στο ΠΜΣ ΣΔΥ

Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας αναδεικνύουν ότι η εκπαίδευση στον τομέα των Συστημάτων ΣΔΥ δεν μπορεί πλέον να περιορίζεται στην ανάπτυξη τεχνικών γνώσεων και δεξιοτήτων. Η αυξανόμενη διείσδυση του IoT, της τεχνητής νοημοσύνης και των αλγοριθμικών συστημάτων στην καθημερινή ζωή καθιστά αναγκαία την καλλιέργεια μιας ευρύτερης τεχνολογικής παιδείας που συνδυάζει τεχνική επάρκεια, ηθική ευαισθησία, κοινωνική υπευθυνότητα και κριτική σκέψη. Στο πλαίσιο αυτό, το ΠΜΣ ΣΔΥ καλείται να διαδραματίσει ουσιαστικό ρόλο στην προετοιμασία επαγγελματιών οι οποίοι θα είναι σε θέση όχι μόνο να σχεδιάζουν και να υλοποιούν τεχνολογικά συστήματα, αλλά και να αξιολογούν τις κοινωνικές και ηθικές συνέπειες των αποφάσεών τους (Vallor, 2016).

Μία από τις σημαντικότερες προτάσεις που προκύπτουν από την παρούσα μελέτη αφορά την ενσωμάτωση της ηθικής και της συμπερίληψης ως οριζόντιων μαθησιακών αξόνων σε όλο το πρόγραμμα σπουδών. Η διεθνής βιβλιογραφία υποστηρίζει ότι η διδασκαλία θεμάτων ηθικής είναι περισσότερο αποτελεσματική όταν συνδέεται άμεσα με τα τεχνικά αντικείμενα

και δεν περιορίζεται σε ένα απομονωμένο μάθημα δεοντολογίας (IEEE, 2022; European Commission, 2020). Για τον λόγο αυτό, ζητήματα ιδιωτικότητας, αλγοριθμικής διαφάνειας, κοινωνικής δικαιοσύνης και προσβασιμότητας μπορούν να ενσωματωθούν οργανικά στις θεματικές ενότητες του ΠΜΣ, επιτρέποντας στους/στις φοιτητές/τριες να αντιλαμβάνονται τις ηθικές προεκτάσεις των τεχνολογικών επιλογών στο πραγματικό τους πλαίσιο.

Παράλληλα, ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί στην ανάπτυξη κριτικού ψηφιακού γραμματισμού. Η κατανόηση των τεχνολογιών δεν αφορά μόνο τον τρόπο λειτουργίας τους αλλά και τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζουν κοινωνικές σχέσεις, μορφές εξουσίας και διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Οι φοιτητές/τριες οφείλουν να αναπτύξουν την ικανότητα να αξιολογούν κριτικά τις τεχνολογικές εφαρμογές, να αναγνωρίζουν πιθανούς κινδύνους και να εξετάζουν τις κοινωνικές συνέπειες της χρήσης τους (Pangrazio & Sefton-Green, 2021; Selwyn, 2022). Η αξιοποίηση μελετών περίπτωσης, αναστοχαστικών δραστηριοτήτων και συνεργατικών συζητήσεων μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στην επίτευξη αυτού του στόχου.

Εξίσου σημαντική είναι η υιοθέτηση συμμετοχικών και συνεργατικών μορφών μάθησης. Η βιβλιογραφία της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας (Responsible Research and Innovation – RRI) υπογραμμίζει ότι οι τεχνολογικές λύσεις γίνονται πιο δίκαιες και κοινωνικά αποδεκτές όταν αναπτύσσονται με τη συμμετοχή διαφορετικών ενδιαφερόμενων ομάδων (Owen et al., 2021; Stilgoe et al., 2013). Στο πλαίσιο του ΠΜΣ ΣΔΥ, η εφαρμογή ομαδικών έργων, εργαστηρίων συν-σχεδιασμού και δραστηριοτήτων που ενσωματώνουν πολλαπλές κοινωνικές οπτικές μπορεί να ενισχύσει την ενσυναίσθηση και να καλλιεργήσει δεξιότητες συνεργασίας σε διεπιστημονικά περιβάλλοντα.

Επιπλέον, η εκπαίδευση των φοιτητών/τριών θα μπορούσε να ενισχυθεί μέσω της συστηματικής χρήσης εργαλείων αξιολόγησης αλγοριθμικής δικαιοσύνης, διαφάνειας και ερμηνευσιμότητας. Η εξοικείωση με μεθοδολογίες όπως το Explainable AI (XAI), τα εργαλεία αξιολόγησης μεροληψίας και οι τεχνικές ελέγχου ροών δεδομένων συμβάλλει στην ανάπτυξη επαγγελματιών που μπορούν να σχεδιάζουν και να αξιολογούν τεχνολογίες με κοινωνικά υπεύθυνο τρόπο (Floridi, 2022; Miller, 2019).

Παράλληλα, η ανάπτυξη έργων που απευθύνονται σε κοινωνικές ομάδες με διαφορετικές ανάγκες μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στην κατανόηση της έννοιας της συμπερίληψης. Η σχεδίαση εφαρμογών για άτομα μεγαλύτερης ηλικίας, χρήστες με αναπηρίες ή πολίτες με

περιορισμένες ψηφιακές δεξιότητες επιτρέπει στους/στις φοιτητές/τριες να συνδέσουν την τεχνολογική γνώση με πραγματικά κοινωνικά προβλήματα. Η προσέγγιση αυτή εναρμονίζεται με τις αρχές του Καθολικού Σχεδιασμού (Universal Design) και της συμπεριληπτικής αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή, οι οποίες προωθούν τη δημιουργία τεχνολογιών προσβάσιμων σε όλους τους πολίτες ανεξαρτήτως χαρακτηριστικών ή ικανοτήτων (Lazar et al., 2022).

Τέλος, ιδιαίτερη αξία παρουσιάζει η καθιέρωση μηχανισμών ηθικής επίβλεψης και καθοδήγησης κατά την εκπόνηση εργασιών και διπλωματικών διατριβών. Η συστηματική ενσωμάτωση ηθικών προβληματισμών στη διαδικασία σχεδιασμού ερευνητικών έργων μπορεί να βοηθήσει τους/τις φοιτητές/τριες να αναγνωρίζουν πιθανούς κινδύνους, να αξιολογούν τις κοινωνικές επιπτώσεις των τεχνολογιών που αναπτύσσουν και να υιοθετούν πρακτικές υπεύθυνης και βιώσιμης καινοτομίας (Fiesler et al., 2021).

Συνολικά, οι προτάσεις που διατυπώνονται στην παρούσα εργασία αποσκοπούν στη διαμόρφωση ενός μεταπτυχιακού προγράμματος το οποίο δεν περιορίζεται στην τεχνολογική κατάρτιση, αλλά καλλιεργεί μια κουλτούρα υπεύθυνης τεχνολογικής ανάπτυξης. Μέσα από την ενσωμάτωση της ηθικής, της συμπερίληψης, της διαφάνειας και της κοινωνικής λογοδοσίας στη μαθησιακή διαδικασία, το ΠΜΣ ΣΔΥ μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στη διαμόρφωση επιστημόνων και επαγγελματιών που θα είναι σε θέση να σχεδιάσουν και να διαχειριστούν τις τεχνολογίες του μέλλοντος με τρόπο δίκαιο, βιώσιμο και ανθρωποκεντρικό.

5.5 Προτάσεις Πολιτικής για Οργανισμούς και Εκπαιδευτικά Ιδρύματα

Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας αναδεικνύουν ότι η ανάπτυξη και η αξιοποίηση των ΣΔΥ και των τεχνολογιών IoT δεν αποτελούν αποκλειστικά τεχνικό ζήτημα. Αντίθετα, πρόκειται για μια διαδικασία με έντονες κοινωνικές, ηθικές και θεσμικές προεκτάσεις, η οποία απαιτεί συντονισμένες παρεμβάσεις από οργανισμούς, εκπαιδευτικά ιδρύματα και φορείς χάραξης πολιτικής. Η αποτελεσματική διαχείριση των προκλήσεων που συνδέονται με την ιδιωτικότητα, τη διαφάνεια, την αλγοριθμική λογοδοσία και την ψηφιακή συμπερίληψη προϋποθέτει τη διαμόρφωση ενός ολοκληρωμένου πλαισίου πολιτικών που θα συνοδεύει την τεχνολογική καινοτομία σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής της.

Μία από τις βασικότερες προτεραιότητες αφορά την υιοθέτηση σαφών πλαισίων ηθικής διακυβέρνησης για τα ΣΔΥ και το IoT. Η διεθνής εμπειρία δείχνει ότι η ανάπτυξη αξιόπιστων τεχνολογικών συστημάτων προϋποθέτει την ενσωμάτωση αρχών όπως η διαφάνεια, η επεξηγησιμότητα, η λογοδοσία και ο σεβασμός των θεμελιωδών δικαιωμάτων ήδη από το στάδιο του σχεδιασμού (European Commission, 2020; IEEE, 2022). Για τον λόγο αυτό, οργανισμοί που αναπτύσσουν ή χρησιμοποιούν τεχνολογίες ΣΔΥ θα πρέπει να θεσπίζουν εσωτερικούς μηχανισμούς αξιολόγησης ηθικών κινδύνων, διαδικασίες ελέγχου και σαφείς κανόνες λογοδοσίας.

Ιδιαίτερη έμφαση απαιτείται επίσης στη διαχείριση και προστασία των δεδομένων. Η συνεχής συλλογή πληροφοριών από αισθητήρες, κινητές συσκευές και έξυπνα περιβάλλοντα δημιουργεί νέες απαιτήσεις για ασφαλή και υπεύθυνη διακυβέρνηση δεδομένων. Η συμμόρφωση με κανονιστικά πλαίσια όπως ο Γενικός Κανονισμός Προστασίας Δεδομένων (GDPR), το Data Governance Act και το Data Act αποτελεί αναγκαία αλλά όχι επαρκή προϋπόθεση. Οι οργανισμοί οφείλουν να υιοθετήσουν πρακτικές που ενισχύουν τον ουσιαστικό έλεγχο των χρηστών πάνω στα προσωπικά τους δεδομένα, προωθώντας την αρχή της κυριαρχίας των δεδομένων (data sovereignty) και τη διαφάνεια ως προς τον τρόπο συλλογής και αξιοποίησής τους (Nissenbaum, 2010).

Παράλληλα, η αντιμετώπιση της αλγοριθμικής προκατάληψης πρέπει να αποτελέσει βασικό άξονα πολιτικής. Η βιβλιογραφία έχει αναδείξει ότι οι αλγόριθμοι μπορούν να αναπαράγουν ή ακόμη και να ενισχύσουν κοινωνικές ανισότητες όταν εκπαιδεύονται σε μη αντιπροσωπευτικά δεδομένα ή όταν αναπτύσσονται χωρίς επαρκείς μηχανισμούς ελέγχου (Eubanks, 2018; Benjamin, 2019). Ως εκ τούτου, προτείνεται η καθιέρωση τακτικών ελέγχων αλγοριθμικής δικαιοσύνης, η εφαρμογή διαδικασιών ανεξάρτητου ελέγχου (algorithmic audits) και η δημιουργία επιτροπών ηθικής αξιολόγησης που θα παρακολουθούν τη λειτουργία κρίσιμων ψηφιακών συστημάτων.

Μια ακόμη σημαντική διάσταση αφορά την προώθηση της ψηφιακής συμπερίληψης. Η παρούσα έρευνα κατέδειξε ότι οι ψηφιακές ανισότητες δεν σχετίζονται μόνο με την πρόσβαση σε τεχνολογικές υποδομές, αλλά και με τη δυνατότητα κατανόησης, χρήσης και αξιοποίησης των τεχνολογιών. Για τον λόγο αυτό, απαιτούνται πολιτικές που ενισχύουν τον ψηφιακό γραμματισμό, υποστηρίζουν ευάλωτες κοινωνικές ομάδες και διασφαλίζουν ότι οι ψηφιακές υπηρεσίες σχεδιάζονται σύμφωνα με τις αρχές του Καθολικού Σχεδιασμού και της προσβασιμότητας (Lazar, Goldstein & Taylor, 2022).

Εξίσου σημαντική είναι η ενίσχυση της συμμετοχικής διακυβέρνησης των τεχνολογιών. Οι αποφάσεις που αφορούν την εγκατάσταση και λειτουργία συστημάτων ΣΔΥ και IoT σε δημόσιους ή ιδιωτικούς χώρους δεν θα πρέπει να λαμβάνονται αποκλειστικά από τεχνικούς ή διοικητικούς φορείς. Αντίθετα, η ενεργός συμμετοχή πολιτών, κοινωνικών ομάδων, ερευνητών και επαγγελματικών φορέων μπορεί να συμβάλει στη διαμόρφωση περισσότερο δίκαιων και κοινωνικά αποδεκτών τεχνολογικών λύσεων. Η εφαρμογή πρακτικών συν-σχεδιασμού (co-design), δημόσιων διαβουλεύσεων και μηχανισμών κοινωνικής λογοδοσίας συνάδει με τις αρχές της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας (Responsible Research and Innovation – RRI) και ενισχύει την εμπιστοσύνη των πολιτών προς τις νέες τεχνολογίες (Owen et al., 2021).

Τα εκπαιδευτικά ιδρύματα μπορούν να διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο στην εφαρμογή των παραπάνω πολιτικών. Τα πανεπιστήμια δεν αποτελούν μόνο χώρους παραγωγής γνώσης αλλά και φορείς διαμόρφωσης αξιών και επαγγελματικών πρακτικών. Η ενσωμάτωση μαθημάτων ηθικής της τεχνολογίας, η δημιουργία κέντρων υπεύθυνης καινοτομίας, η ανάπτυξη πολιτικών ανοιχτής επιστήμης και η εφαρμογή διαδικασιών ηθικής εποπτείας στην έρευνα μπορούν να συμβάλουν στη διαμόρφωση μιας νέας γενιάς επιστημόνων με ισχυρή κοινωνική και επαγγελματική συνείδηση (Brey, 2021; Floridi, 2019).

Συνοψίζοντας, οι προτάσεις πολιτικής που προκύπτουν από την παρούσα εργασία συγκροτούν ένα πολυδιάστατο πλαίσιο δράσης που βασίζεται στις αρχές της διαφάνειας, της λογοδοσίας, της ιδιωτικότητας, της συμπερίληψης και της δημοκρατικής συμμετοχής. Η υιοθέτηση των αρχών αυτών δεν αποτελεί μόνο μέσο προστασίας των πολιτών απέναντι στις προκλήσεις της ψηφιακής εποχής, αλλά και βασική προϋπόθεση για την ανάπτυξη τεχνολογιών που θα είναι κοινωνικά βιώσιμες, δίκαιες και ευρέως αποδεκτές. Με αυτόν τον τρόπο, οργανισμοί και εκπαιδευτικά ιδρύματα μπορούν να συμβάλουν ουσιαστικά στη διαμόρφωση ενός ψηφιακού μέλλοντος που θα υπηρετεί τόσο την τεχνολογική πρόοδο όσο και το δημόσιο συμφέρον.

5.6 Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

Η παρούσα έρευνα συνέβαλε στην κατανόηση των ηθικών και συμπεριληπτικών διαστάσεων των ΣΔΥ και του IoT, αναδεικνύοντας τις προκλήσεις αλλά και τις δυνατότητες που συνοδεύουν την ευρεία διάδοση των τεχνολογιών αυτών. Ωστόσο, η ταχεία εξέλιξη του πεδίου και η συνεχής ενσωμάτωση νέων τεχνολογικών δυνατοτήτων καθιστούν αναγκαία

τη συνέχιση της έρευνας σε πολλαπλά επίπεδα. Οι μεταβολές που παρατηρούνται στο τεχνολογικό, κοινωνικό και κανονιστικό περιβάλλον δημιουργούν νέα ερευνητικά ερωτήματα, τα οποία απαιτούν διεπιστημονικές προσεγγίσεις και εμπειρική τεκμηρίωση.

Μία από τις σημαντικότερες κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα αφορά την πραγματοποίηση εμπειρικών μελετών σε αυθεντικά περιβάλλοντα εφαρμογής των ΣΔΥ και του IoT. Παρότι η βιβλιογραφία προσφέρει σημαντικές θεωρητικές αναλύσεις σχετικά με την ιδιωτικότητα, την επιτήρηση και την αλγοριθμική διακυβέρνηση, εξακολουθεί να υπάρχει έλλειψη ερευνών που εξετάζουν τον τρόπο με τον οποίο οι χρήστες βιώνουν τις τεχνολογίες αυτές στην καθημερινότητά τους. Η μελέτη έξυπνων πόλεων, νοσοκομείων, πανεπιστημίων, δημόσιων υπηρεσιών και έξυπνων κατοικιών θα μπορούσε να προσφέρει πολύτιμα δεδομένα για τις πραγματικές κοινωνικές επιπτώσεις των διάχυτων υπολογιστικών συστημάτων (Kitchin, 2021).

Εξίσου σημαντική είναι η περαιτέρω διερεύνηση των αλγοριθμικών μηχανισμών που ενσωματώνονται στα σύγχρονα ΣΔΥ. Η ολοένα αυξανόμενη χρήση τεχνικών τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης δημιουργεί νέες προκλήσεις που σχετίζονται με τη διαφάνεια, την ερμηνευσιμότητα και τη λογοδοσία των αυτοματοποιημένων αποφάσεων. Μελλοντικές έρευνες μπορούν να επικεντρωθούν στην ανάπτυξη εξειδικευμένων μεθόδων αξιολόγησης αλγοριθμικής δικαιοσύνης, καθώς και στη δημιουργία εργαλείων που θα επιτρέπουν στους χρήστες να κατανοούν ευκολότερα τον τρόπο λειτουργίας των συστημάτων που επηρεάζουν τις επιλογές και τις ευκαιρίες τους (Miller, 2019; Whittlestone et al., 2019).

Μια ακόμη σημαντική ερευνητική προοπτική αφορά τη μελέτη της ψηφιακής συμπερίληψης σε διαφορετικά κοινωνικά και πολιτισμικά περιβάλλοντα. Η πρόσβαση στις τεχνολογίες, η αντίληψη της ιδιωτικότητας και η εμπιστοσύνη προς τα ψηφιακά συστήματα δεν είναι καθολικές έννοιες αλλά επηρεάζονται από κοινωνικούς, οικονομικούς και πολιτισμικούς παράγοντες. Συγκριτικές μελέτες μεταξύ διαφορετικών χωρών, ηλικιακών ομάδων και κοινωνικών κοινοτήτων θα μπορούσαν να συμβάλουν στην ανάπτυξη περισσότερο ευέλικτων και ανθρωποκεντρικών προσεγγίσεων σχεδιασμού, οι οποίες θα ανταποκρίνονται στις ανάγκες διαφορετικών πληθυσμών (UNESCO, 2023).

Παράλληλα, αναδεικνύεται η ανάγκη για περαιτέρω θεωρητική εμβάθυνση στο πεδίο της ηθικής των ΣΔΥ. Αν και έχουν αναπτυχθεί σημαντικά θεωρητικά σχήματα, όπως η

Contextual Integrity, το Value Sensitive Design, η Responsible Innovation και οι προσεγγίσεις της αρεταϊκής ηθικής στην τεχνολογία, εξακολουθεί να απουσιάζει ένα ενιαίο θεωρητικό πλαίσιο που να ερμηνεύει συνολικά τις ηθικές προκλήσεις των περιβαλλόντων διάχυτου υπολογισμού. Η ανάπτυξη συνθετικών θεωρητικών μοντέλων που θα γεφυρώνουν την επιστήμη υπολογιστών, τη φιλοσοφία της τεχνολογίας, την κοινωνιολογία και τις πολιτικές επιστήμες αποτελεί μια ιδιαίτερα σημαντική πρόκληση για τη μελλοντική έρευνα (Bryson, 2019; van Wynsberghe, 2021).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης η μελέτη των θεσμικών και κανονιστικών εξελίξεων που διαμορφώνουν το ευρωπαϊκό και διεθνές περιβάλλον ανάπτυξης των τεχνολογιών IoT. Η εφαρμογή νέων ρυθμιστικών πλαισίων, όπως ο Ευρωπαϊκός Κανονισμός για την Τεχνητή Νοημοσύνη (AI Act), το Data Act και το Data Governance Act, δημιουργεί ένα νέο πεδίο έρευνας σχετικά με την αποτελεσματικότητα των πολιτικών ρύθμισης της τεχνολογίας. Μελλοντικές μελέτες μπορούν να εξετάσουν κατά πόσο οι νέες νομοθετικές πρωτοβουλίες συμβάλλουν ουσιαστικά στη βελτίωση της διαφάνειας, της λογοδοσίας και της προστασίας των πολιτών ή εάν απαιτούνται πρόσθετοι μηχανισμοί εποπτείας και ελέγχου (Veale & Zuiderveen Borgesius, 2021).

Τέλος, ιδιαίτερα σημαντική θεωρείται η περαιτέρω έρευνα στον τομέα της εκπαίδευσης και της ανάπτυξης υπεύθυνης τεχνολογικής κουλτούρας. Η παρούσα εργασία ανέδειξε τον κρίσιμο ρόλο που μπορούν να διαδραματίσουν τα πανεπιστήμια και ειδικότερα τα μεταπτυχιακά προγράμματα σπουδών στην καλλιέργεια ηθικής συνείδησης και κοινωνικής υπευθυνότητας. Μελλοντικές μελέτες μπορούν να αξιολογήσουν την αποτελεσματικότητα διαφορετικών παιδαγωγικών προσεγγίσεων, να εξετάσουν τον αντίκτυπο της διδασκαλίας της ηθικής στην επαγγελματική πρακτική των αποφοίτων και να αναπτύξουν νέα εκπαιδευτικά μοντέλα που θα συνδέουν συστηματικά την τεχνολογική κατάρτιση με ζητήματα κοινωνικής δικαιοσύνης και δημοκρατικής διακυβέρνησης (Fiesler et al., 2021).

Συνολικά, η μελλοντική έρευνα στον χώρο των Συστημάτων Διάχυτου και Κινητού Υπολογισμού και του Internet of Things καλείται να κινηθεί πέρα από τα παραδοσιακά όρια της τεχνολογικής ανάπτυξης και να υιοθετήσει μια περισσότερο ολιστική και διεπιστημονική προσέγγιση. Η εξέλιξη των τεχνολογιών αυτών δεν επηρεάζει μόνο τεχνικές διαδικασίες αλλά και θεμελιώδεις πτυχές της κοινωνικής ζωής, της δημοκρατικής λειτουργίας και της ανθρώπινης αυτονομίας. Ως εκ τούτου, η συνέχιση της έρευνας σε τεχνολογικό, κοινωνικό, θεσμικό και παιδαγωγικό επίπεδο είναι απαραίτητη για τη

διασφάλιση ενός ψηφιακού μέλλοντος που θα χαρακτηρίζεται από δικαιοσύνη, διαφάνεια, συμπερίληψη και σεβασμό των ανθρωπίνων δικαιωμάτων.

5.7 Επίλογος – Προς ένα Ηθικό και Συμπεριληπτικό Ψηφιακό Μέλλον

Η παρούσα διπλωματική εργασία διερεύνησε τις ηθικές και συμπεριληπτικές διαστάσεις των ΣΔΥ και του IoT, αναδεικνύοντας τον καθοριστικό ρόλο που διαδραματίζουν οι τεχνολογίες αυτές στη σύγχρονη κοινωνία. Η συνεχής ενσωμάτωση υπολογιστικών συστημάτων σε κάθε πτυχή της καθημερινής ζωής μετασχηματίζει τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι επικοινωνούν, εργάζονται, μαθαίνουν και αλληλεπιδρούν με το φυσικό και ψηφιακό τους περιβάλλον. Ως αποτέλεσμα, τα ΣΔΥ και το IoT δεν αποτελούν απλώς τεχνολογικές εξελίξεις, αλλά σύνθετα κοινωνικοτεχνικά συστήματα με σημαντικές επιπτώσεις για τα άτομα, τους οργανισμούς και την κοινωνία συνολικά.

Η ανάλυση της σχετικής βιβλιογραφίας κατέδειξε ότι η ανάπτυξη των τεχνολογιών αυτών συνοδεύεται από σημαντικές προκλήσεις που αφορούν την ιδιωτικότητα, τη διαφάνεια, την αλγοριθμική λογοδοσία, την προσβασιμότητα και την κοινωνική δικαιοσύνη. Παράλληλα, αναδείχθηκε ότι οι τεχνολογίες δεν είναι ουδέτερες, αλλά ενσωματώνουν αξίες, επιλογές σχεδιασμού και θεσμικές προτεραιότητες που επηρεάζουν άμεσα τις εμπειρίες και τις ευκαιρίες των χρηστών. Η αντιμετώπιση των προκλήσεων αυτών απαιτεί μια προσέγγιση που συνδυάζει την τεχνολογική καινοτομία με την ηθική ευθύνη και τον ανθρωποκεντρικό σχεδιασμό.

Τα ευρήματα της εργασίας υποστηρίζουν ότι η προώθηση ενός ηθικού και συμπεριληπτικού ψηφιακού οικοσυστήματος προϋποθέτει τη συνεργασία πολλών διαφορετικών φορέων. Ερευνητές, εκπαιδευτικά ιδρύματα, οργανισμοί, επιχειρήσεις τεχνολογίας και φορείς χάραξης πολιτικής καλούνται να συμβάλουν από κοινού στη διαμόρφωση πλαισίων που θα διασφαλίζουν τη διαφάνεια, τη λογοδοσία, την προστασία των δικαιωμάτων και την ισότιμη πρόσβαση στις ψηφιακές ευκαιρίες. Η τεχνολογική πρόοδος αποκτά πραγματική αξία όταν συνοδεύεται από κοινωνική υπευθυνότητα και όταν υπηρετεί τις ανάγκες όλων των πολιτών χωρίς διακρίσεις ή αποκλεισμούς.

Ιδιαίτερη σημασία αποδίδεται στον ρόλο της εκπαίδευσης και ειδικότερα των μεταπτυχιακών προγραμμάτων που δραστηριοποιούνται στον χώρο των ΣΔΥ και των ψηφιακών τεχνολογιών. Η ανάπτυξη τεχνικών γνώσεων οφείλει να συνοδεύεται από την

καλλιέργεια κριτικής σκέψης, ηθικής συνείδησης και κοινωνικής ευαισθησίας. Η εκπαίδευση των μελλοντικών επιστημόνων και επαγγελματιών δεν αφορά μόνο την απόκτηση τεχνολογικών δεξιοτήτων αλλά και την ανάπτυξη της ικανότητας λήψης υπεύθυνων αποφάσεων σε περιβάλλοντα αυξημένης πολυπλοκότητας και κοινωνικής επίδρασης.

Συνολικά, η παρούσα εργασία υποστηρίζει ότι το μέλλον των Συστημάτων Διάχυτου και Κινητού Υπολογισμού και του Internet of Things θα κριθεί όχι μόνο από τις τεχνολογικές δυνατότητες που προσφέρουν, αλλά και από τον τρόπο με τον οποίο θα ενσωματωθούν στις κοινωνίες μας. Η διαμόρφωση ενός ψηφιακού μέλλοντος που θα χαρακτηρίζεται από διαφάνεια, δικαιοσύνη, συμπερίληψη και σεβασμό της ανθρώπινης αξιοπρέπειας αποτελεί συλλογική ευθύνη. Υπό αυτή την οπτική, η παρούσα μελέτη φιλοδοξεί να συμβάλει στον επιστημονικό διάλογο γύρω από τα ΣΔΥ και το IoT, προσφέροντας ένα πλαίσιο προβληματισμού και κατευθύνσεων για την ανάπτυξη τεχνολογιών που θα υπηρετούν όχι μόνο την καινοτομία, αλλά και το δημόσιο συμφέρον.

Βιβλιογραφία

- Adams, M. (2017). Big Data and Individual Privacy in the Age of the Internet of Things. *Technology Innovation Management Review*, 7(4), 12–24.
- Aho, B., & Duffield, R. (2020). Beyond surveillance capitalism: Privacy, regulation and big data in Europe and China. *Economy and Society*, 49, 1–26.
<https://doi.org/10.1080/03085147.2019.1690275>
- Aithal, S., & Aithal, S. (2023). Predictive Analysis on Future Impact of Ubiquitous Education Technology in Higher Education and Research. *International Journal of Applied Engineering and Management Letters*, 7, 88–108.
<https://doi.org/10.47992/IJAEML.2581.7000.0190>
- Ajuzieogu, U. (2025). *Digital Divide 2.0: Distributional Consequences of Unequal AI*
Access. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30033.03680>

- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 17(4), 2347–2376.
- Al-Kfairy, M., Alrabaee, S., Alfandi, O., Mohamed, A., & Khaddaj, S. (2025). Navigating Ethical Dimensions in the Metaverse: Challenges, Frameworks, and Solutions. *IEEE Access*, PP, 1–1. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3564498>
- Alvarez, J. M., Colmenarejo, A. B., Elobaid, A., Fabbrizzi, S., Fahimi, M., Ferrara, A., Ghodsi, S., Mougán, C., Papageorgiou, I., Reyero, P., Russo, M., Scott, K. M., State, L., Zhao, X., & Ruggieri, S. (2024). Policy advice and best practices on bias and fairness in AI. *Ethics and Information Technology*, 26(2), 31. <https://doi.org/10.1007/s10676-024-09746-w>
- Ambrosetti, É., Gaudin, C., Flandin, S., & Poizat, G. (2025). Students as co-designers in health professional education: A scoping review. *BMC Medical Education*, 25(1), 645. <https://doi.org/10.1186/s12909-025-07110-0>
- Amin, M. A. S., Kim, S., Rishat, M. A. S. A., Tang, Z., & Ahn, H. (2025). A Systematic Literature Review of Privacy Information Disclosure in AI-Integrated Internet of Things (IoT) Technologies. *Sustainability*, 17(1), 8. <https://doi.org/10.3390/su17010008>
- Ammah, L. N. A., Lütge, C., Kriebitz, A., & Ramkissoo, L. (2024). AI4people – an ethical framework for a good AI society: The Ghana (Ga) perspective. *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*, 22(4), 453–465. <https://doi.org/10.1108/JICES-06-2024-0072>
- Anyonyi, Y. I., & Katambi, J. (2023). *The Role of AI in IoT Systems: A Semi-Systematic Literature Review*. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:mau:diva-63080>

- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787–2805. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2019). Understanding the Internet of Things: Definition, Potentials, and Societal Role. *Computer Networks*, 148, 253–267.
- Avizienis, A., Laprie, J.-C., Randell, B., & Landwehr, C. (2004). Basic concepts and taxonomy of dependable and secure computing. *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing*, 1(1), 11–33. <https://doi.org/10.1109/TDSC.2004.2>
- Baldini, G., Botterman, M., Neisse, R., & Tallacchini, M. (2018). Ethical Design in the Internet of Things. *Science and Engineering Ethics*, 24(3), 905–925. <https://doi.org/10.1007/s11948-016-9754-5>
- Barocas, S., & Selbst, A. D. (2016). Big Data’s Disparate Impact. *California Law Review*.
- Basulo-Ribeiro, J., & Teixeira, L. (2024). Industry 4.0 supporting logistics towards smart ports: Benefits, challenges and trends based on a systematic literature review. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 17(2), 492–515. <https://doi.org/10.3926/jiem.6180>
- Belbase, P., Bhusal, R., Ghimire, S. S., Sharma, S., & Banskota, B. (2024). Assuring assistance to healthcare and medicine: Internet of Things, Artificial Intelligence, and Artificial Intelligence of Things. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 7. <https://doi.org/10.3389/frai.2024.1442254>
- Benjamin, R. (2019). *Race After Technology: Abolitionist Tools for the New Jim Code*. Polity Press.
- Benz, C., Scott-Jeffs, W., McKercher, K., Welsh, M., Norman, R., Hendrie, D., Locantro, M., & Robinson, S. (2024). Community-based participatory-research through co-design: Supporting collaboration from all sides of disability. *Research Involvement and Engagement*, 10. <https://doi.org/10.1186/s40900-024-00573-3>

- Berger, R. (2015). Now I See It, Now I Don't: Researcher's Position and Reflexivity in Qualitative Research. *Qualitative Research*, 15(2), 219–234.
- Berry, D. M. (2023). *Explanatory Publics: Explainability and Democratic Thought* (arXiv:2304.02108). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.02108>
- Bessant, J. (2013). Innovation in the Twenty-First Century. In *Responsible Innovation* (pp. 1–25). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118551424.ch1>
- Bettini, C., Brdiczka, O., Henricksen, K., Indulska, J., Nicklas, D., Ranganathan, A., & Riboni, D. (2010). A survey of context modelling and reasoning techniques. *Pervasive and Mobile Computing, Context Modelling, Reasoning and Management*, 6(2), 161–180. <https://doi.org/10.1016/j.pmcj.2009.06.002>
- Bevan, J. (2020). Eubanks, Virginia, Automating Inequality. *Canadian Journal of Sociology*, 45, 91–94. <https://doi.org/10.29173/cjs29658>
- Bhattacharya, S., Wainwright, D., & Whalley, J. (2017). Internet of Things (IoT) enabled assistive care services: Designing for value and trust. *Procedia Computer Science, The 8th International Conference on Emerging Ubiquitous Systems and Pervasive Networks (EUSPN 2017) / The 7th International Conference on Current and Future Trends of Information and Communication Technologies in Healthcare (ICTH-2017) / Affiliated Workshops*, 113, 659–664. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.08.333>
- Bibri, S. E., & Allam, Z. (2022). The Metaverse as a virtual form of data-driven smart cities: The ethics of the hyper-connectivity, datafication, algorithmization, and platformization of urban society. *Computational Urban Science*, 2(1), 22. <https://doi.org/10.1007/s43762-022-00050-1>
- Billiris, G., Gill, A., & Bandara, M. (2025). *Privacy in the Age of AI: A Taxonomy of Data Risks* (arXiv:2510.02357). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2510.02357>

- Boell, S. K., & Cecez-Kecmanovic, D. (2015). On Being “Systematic” in Literature Reviews. *Journal of Information Technology*, 30(2), 161–173.
- Borning, A., & Muller, M. (2012). Next steps for value sensitive design. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '12*, 1125–1134. <https://doi.org/10.1145/2207676.2208560>
- Braun, V., & Clarke, V. (2012). Thematic analysis. In H. Cooper, P. M. Camic, D. L. Long, A. T. Panter, D. Rindskopf, & K. J. Sher (Eds.), *APA handbook of research methods in psychology, Vol 2: Research designs: Quantitative, qualitative, neuropsychological, and biological*. (pp. 57–71). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/13620-004>
- Braun, V., & Clarke, V. (2021). *Thematic Analysis: A Practical Guide*. Sage.
- Brey, P. (2021). *Ethics of Emerging Technologies*. Oxford University Press.
- Brown, N., Xie, B., Sarder, E., Fiesler, C., & Wiese, E. S. (2024). Teaching Ethics in Computing: A Systematic Literature Review of ACM Computer Science Education Publications. *ACM Trans. Comput. Educ.*, 24(1), 6:1-6:36. <https://doi.org/10.1145/3634685>
- Bryson, J. (2019). Artificial Intelligence and Pro-Social Behaviour. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 374.
- Buckingham, D. (2006). Defining digital literacy – What do young people need to know about digital media? *Nordic Journal of Digital Literacy*, 1, 263–277. <https://doi.org/10.18261/ISSN1891-943X-2006-04-03>
- Burrell, J. (2016). How the Machine ‘Thinks’: Understanding Opacity in Machine Learning Algorithms. *Big Data & Society*, 3(1), 1–12.
- Cavoukian, A. (2011). *Privacy by design: The 7 foundational principles*. Information and Privacy Commissioner of Ontario.

- Chanal, P., & Kakkasageri, M. (2020). Security and Privacy in IoT: A Survey. *Wireless Personal Communications*, 115. <https://doi.org/10.1007/s11277-020-07649-9>
- Chatterjee, B., Cao, N., Raychowdhury, A., & Sen, S. (2019). Context-Aware Intelligence in Resource-Constrained IoT Nodes: Opportunities and Challenges. *IEEE Design & Test*, PP, 1–1. <https://doi.org/10.1109/MDAT.2019.2899334>
- Chaurasia, N., & Kumar, P. (2023). A comprehensive study on issues and challenges related to privacy and security in IoT. *E-Prime - Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy*, 4, 100158. <https://doi.org/10.1016/j.prime.2023.100158>
- Chiang, M., & Zhang, T. (2016). Fog and IoT: An Overview of Research Opportunities. *IEEE Internet of Things Journal*, 3(6), 854–864. *IEEE Internet of Things Journal*. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2016.2584538>
- Clarkson, J., Coleman, R., Keates, S., & Lebbon, C. (Eds.). (2003). *Inclusive Design: Design for the Whole Population*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-0001-0>
- Coiduras-Sanagustín, A., Manchado-Pérez, E., & García-Hernández, C. (2024). Understanding perspectives for product design on personal data privacy in internet of things (IoT): A systematic literature review (SLR). *Heliyon*, 10(9). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30357>
- Couldry, N., & Mejias, U. (2020). The Costs of Connection: How Data Are Colonizing Human Life and Appropriating It for Capitalism. *Social Forces*, 99, e6–e6. <https://doi.org/10.1093/sf/soz172>
- Couldry, N., & Mejias, U. A. (2019). *The Costs of Connection: How Data Is Colonizing Human Life*. Stanford University Press.
- Crawford, K. (2021). *Atlas of AI: Power, Politics, and the Planetary Costs of Artificial Intelligence*. Yale University Press.

- Crawford, K. (2022). Atlas of AI: Power, Politics, and the Planetary Costs of Artificial Intelligence. *Perspectives on Science and Christian Faith*, 74, 61–62.
<https://doi.org/10.56315/PSCF3-22Crawford>
- Dalton, C. M., Taylor, L., & Thatcher, J. (2016). Critical data studies: A dialog on data and space. *Big Data & Society*, 3(1). <https://doi.org/10.1177/2053951716648346>
- de Moraes, J., Broens, M., & Forner-Cordero, A. (2017). *Technology and society: The impacts of the internet of things on individuals' daily life*.
- Deng, D.-J., Lien, S.-Y., Lin, C.-C., Gan, M., & Chen, H.-C. (2020). IEEE 802.11ba Wake-Up Radio: Performance Evaluation and Practical Designs. *IEEE Access*, 8, 1–1. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3013023>
- Denzin, N. (2017). *The Research Act*. Routledge.
- Deursen, A. J. A. M., & Helsper, E. (2015). *The Third-Level Digital Divide: Who Benefits Most from Being Online?* (pp. 29–52). <https://doi.org/10.1108/S2050-206020150000010002>
- Dey, A. K. (2001). Understanding and Using Context. *Personal and Ubiquitous Computing*, 5(1), 4–7. <https://doi.org/10.1007/s007790170019>
- Dhinakaran, D., Edwin Raja, S., Ramathilagam, A., Vennila, G., & Alagulakshmi, A. (2025). Ethical and legal challenges with IoT in home digital twins. *MethodsX*, 14, 103409. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2025.103409>
- Dignum, V. (2019). *Responsible Artificial Intelligence*. Springer.
- Dignum, V. (2022). *Responsible Artificial Intelligence—From Principles to Practice*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2205.10785>
- Dunne, R., Morris, T., & Harper, S. (2021). A Survey of Ambient Intelligence. *ACM Computing Surveys*, 54, 1–27. <https://doi.org/10.1145/3447242>
- El-Haggar, N., Amouri, L., Alsumayt, A., Alghamedy, F. H., & Aljameel, S. S. (2023). The Effectiveness and Privacy Preservation of IoT on Ubiquitous Learning:

- Modern Learning Paradigm to Enhance Higher Education. *Applied Sciences*, 13(15), 9003. <https://doi.org/10.3390/app13159003>
- Ethics guidelines for trustworthy AI | Shaping Europe's digital future*. (n.d.). Retrieved May 23, 2026, from <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai>
- Eubanks, V. (2022). Digital dead ends: How algorithmic bias harms the poor. *Journal of Information Ethics*, 31(2), 11–29.
- European Agency for Special Needs and Inclusive Education. (2023). *Inclusive Digital Education*. European Agency for Special Needs and Inclusive Education.
- European Commission. (2021). Proposal for a regulation on artificial intelligence (AI Act). COM/2021/206.
- Fazelpour, S., & Danks, D. (2021). Algorithmic bias: Senses, sources, solutions. *Philosophy Compass*, 16(8), e12760. <https://doi.org/10.1111/phc3.12760>
- Feenberg, A. (1999). *Questioning Technology*.
- Felt, U., Fouché, R., Miller, C. A., & Smith-Doerr, L. (Eds.). (2017). *The handbook of science and technology studies* (4th ed.). MIT Press.
- Felzmann, H., Fosch Villaronga, E., Lutz, C., & Tamò Larrieux, A. (2019). Transparency you can trust: Transparency requirements for artificial intelligence between legal norms and contextual concerns. *Big Data & Society*, 6, 1–14. <https://doi.org/10.1177/2053951719860542>
- Fereday, J., & Muir-Cochrane, E. (2006). Demonstrating Rigor Using Thematic Analysis: A Hybrid Approach of Inductive and Deductive Coding and Theme Development. *International Journal of Qualitative Methods*, 5(1), 80–92. <https://doi.org/10.1177/160940690600500107>
- Ferreira, A., & Borges, G. (2023). Ethical Governance in IoT Ecosystems: A Systematic Review. *Journal of Responsible Technology*, 13, 100074.

- Fiesler, C., Garrett, N., & Beard, N. (2021). What Do We Teach When We Teach Tech Ethics? *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 5(CSCWI), 1–26.
- Floridi, L. (2019). *The Logic of Information*. Oxford University Press.
- Floridi, L. (2022). *The Ethics of Artificial Intelligence for Human Flourishing*. Oxford University Press.
- Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., Luetge, C., Madelin, R., Pagallo, U., Rossi, F., Schafer, B., Valcke, P., & Vayena, E. (2018). AI4People—An Ethical Framework for a Good AI Society: Opportunities, Risks, Principles, and Recommendations. *Minds and Machines*, 28(4), 689–707.
<https://doi.org/10.1007/s11023-018-9482-5>
- Foley, A., & Melese, F. (2025). Disabling AI: Power, exclusion, and disability. *British Journal of Sociology of Education*, 0(0), 1–22.
<https://doi.org/10.1080/01425692.2025.2519482>
- Frauenberger, C. (2019). Entanglement HCI. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 26(1), 1–30.
- Frehill, L. (2024). Digital inclusion and the internet of things: Convenience and the choice-compulsion continuum. *Policy & Internet*, 16, 272–293.
<https://doi.org/10.1002/poi3.403>
- Friedman, B., & Hendry, D. (2019). *Value Sensitive Design: Shaping Technology with Moral Imagination*. <https://doi.org/10.7551/mitpress/7585.001.0001>
- Garrison, D. R., Anderson, T., & Archer, W. (1999). Critical Inquiry in a Text-Based Environment: Computer Conferencing in Higher Education. *The Internet and Higher Education*, 2(2), 87–105. [https://doi.org/10.1016/S1096-7516\(00\)00016-6](https://doi.org/10.1016/S1096-7516(00)00016-6)

- Geels, F. W. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research Policy*, 33(6), 897–920. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.015>
- Giacobone, G. A., Pollini, A., Urquiza, D., & Chouta, K. (2024). Participatory design methods for sustainable interaction design: Co-designing digital experiences for sustainability education. *Universal Access in the Information Society*, 24, 1945–1961. <https://doi.org/10.1007/s10209-024-01092-4>
- Gillespie, T. (2013). *The Relevance of Algorithms*.
<https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262525374.003.0009>
- Gillespie, T. (2018). The Politics of Platform Design and Ethics. *Information, Communication & Society*.
- Goodman, B. (2023). Privacy without persons: A Buddhist critique of surveillance capitalism. *AI and Ethics*, 3(3), 781–792. <https://doi.org/10.1007/s43681-022-00204-1>
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions. *Future Generation Computer Systems*.
- Helbing, D., Fanitabasi, F., Giannotti, F., Hänggli, R., Hausladen, C. I., van den Hoven, J., Mahajan, S., Pedreschi, D., & Pournaras, E. (2021). Ethics of Smart Cities: Towards Value-Sensitive Design and Co-Evolving City Life. *Sustainability*, 13(20), 11162. <https://doi.org/10.3390/su132011162>
- Herriger, C., Merlo, O., Eisingerich, A. B., & Arigayota, A. R. (2025). Context-Contingent Privacy Concerns and Exploration of the Privacy Paradox in the Age of AI, Augmented Reality, Big Data, and the Internet of Things: Systematic Review. *Journal of Medical Internet Research*, 27(1), e71951. <https://doi.org/10.2196/71951>

- Hoepman, J.-H. (2014). Privacy design strategies. In N. Cuppens-Boulahia, F. Cuppens, S. Jajodia, A. Abou El Kalam, & T. Sans (Eds.), *ICT systems security and privacy protection* (pp. 446–459). Springer
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education. Promise and Implications for Teaching and Learning*.
- Hollnagel, E., Woods, D. D., & Leveson, N. (Eds.). (2006). *Resilience Engineering: Concepts and Precepts*. Ashgate.
- Home. (n.d.). UNDP. Retrieved May 29, 2026, from <https://www.undp.org/home>
- Idoko Peter Idoko, Onuh Matthew Ijiga, Lawrence Anebi Enyejo, Omachile Akoh, Godslove Isenyo Ebiega, Michael Olumubo Odeyemi, Timilehin Isaiah Olantude, & Federick Itunu Olajide. (2024). Integrating superhumans and synthetic humans into the Internet of Things (IoT) and ubiquitous computing: Emerging ai applications and their relevance in the U.S. context. *Global Journal of Engineering and Technology Advances*, 19(1), 006–036.
<https://doi.org/10.30574/gjeta.2024.19.1.0055>
- Ilonga, J. N., & Ziezo, M. (2025). IoT Data Sharing Privacy for Smart Cities: Preserving Users' Personal Information and Enabling Analysis. *Namibia Journal of Managerial Sciences*, 6, 151–164. <https://doi.org/10.64375/h12kvr77>
- Iniesto, F., Charitonos, K., & Littlejohn, A. (2022). A Review of Research with Co-Design Methods in Health Education. *Open Education Studies*, 4(1), 273–295.
<https://doi.org/10.1515/edu-2022-0017>
- Initiative (WAI), W. W. A. (n.d.). *WCAG 2 Overview*. Web Accessibility Initiative (WAI). Retrieved May 11, 2026, from <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>

- Islam, M. S., Al Mamun, M., & Hoque, I. (2025). A guide to literature reviews: A comprehensive flowchart beyond PRISMA for sample selection and justifications. *Management Review Quarterly*. <https://doi.org/10.1007/s11301-025-00528-2>
- Islam, S. M. R., Kwak, D., Kabir, MD. H., Hossain, M., & Kwak, K.-S. (2015). The Internet of Things for Health Care: A Comprehensive Survey. *IEEE Access*, 3, 678–708. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2015.2437951>
- Ismail, O., & Ahmad, N. (2025). Ethical and Governance Frameworks for Artificial Intelligence: A Systematic Literature Review. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, 19(14), 121–136. <https://doi.org/10.3991/ijim.v19i14.56981>
- Jobin, A., Ienca, M., & Vayena, E. (2019). The Global Landscape of AI Ethics Guidelines. *Nature Machine Intelligence*.
- Joshi, A., & Gupta, R. (2020). Security and privacy in IoT-based healthcare: A survey. *ACM Computing Surveys*, 53(4), 1–34.
- Kaddoura, S., & Al Hussein, F. (2023). The rising trend of Metaverse in education: Challenges, opportunities, and ethical considerations. *PeerJ Computer Science*, 9, e1252. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.1252>
- Kapuya, T., Kubiku, W., Dube, M., Mukudu, T., Kutyaauripo, M., Mutunhu Ndlovu, B., & Dube, S. (2024, July 15). *Ethical AI Frameworks: Balancing Privacy, Consent and Responsible Use*. <https://doi.org/10.46254/EU07.20240168>
- Kennedy, E., Chase, E., Pherali, T., Witthaus, G., Laurillard, D., Chan, M., Tyrosvoutis, G., Hlaing, S., San, S., Win, N., & Charoensukaran, W. (2026). Collaborative co-design in action: Reimagining teacher professional development for crisis-affected contexts. *British Journal of Educational Technology*, n/a-n/a. <https://doi.org/10.1111/bjet.70054>

- Kharumnuid, B., Kharmuti, S., & Thingbaijam, L. (2024). The Evolution of Edge Computing in a Data-Driven World. *International Research Journal on Advanced Engineering and Management (IRJAEM)*, 2, 3238–3250.
<https://doi.org/10.47392/IRJAEM.2024.0477>
- Kitchin, R. (2014). *The Data Revolution: Big Data, Open Data, Data Infrastructures & Their Consequences*. SAGE Publications Ltd.
<https://doi.org/10.4135/9781473909472>
- Kitchin, R. (2017a). Thinking critically about and researching algorithms. *Information, Communication & Society*, 20(1), 14–29.
<https://doi.org/10.1080/1369118X.2016.1154087>
- Kitchin, R. (2017b). *Thinking Critically About Smart Cities*. Information, Communication & Society.
- Kovacs, G. (2022). Privacy and Surveillance in the Internet of Things Era. *Computer Law and Security Review*, 45, 105678.
- Latour, B. (2005). *Reassembling the Social: An Introduction to Actor–Network Theory*. Oxford University Press.
- Lazar, J., Goldstein, D., & Taylor, A. (2022). *Ensuring Digital Accessibility Through Process and Policy*. Morgan Kaufmann.
- Lee, M., Wang, X., & Clark, J. (2024). Participatory Ethics in AI and IoT: A Multi-Stakeholder Approach. *Technology in Society*, 81, 102617.
- Li, W., Yigitcanlar, T., Browne, W., & Nili, A. (2023a). The Making of Responsible Innovation and Technology: An Overview and Framework. *Smart Cities*, 6(4), 1996–2034. <https://doi.org/10.3390/smartcities6040093>

- Li, W., Yigitcanlar, T., Browne, W., & Nili, A. (2023b). The Making of Responsible Innovation and Technology: An Overview and Framework. *Smart Cities*, 6(4), 1996–2034. <https://doi.org/10.3390/smartcities6040093>
- Li, W., Yigitcanlar, T., Browne, W., & Nili, A. (2023c). The Making of Responsible Innovation and Technology: An Overview and Framework. *Smart Cities*, 6(4), 1996–2034. <https://doi.org/10.3390/smartcities6040093>
- Loke, S. W. (2019). Achieving Ethical Algorithmic Behaviour in the Internet of Things: A Review. *arXiv Preprint*.
- Longo, F., Padovano, A., & Umbrello, S. (2020). Value-Oriented and Ethical Technology Engineering in Industry 5.0: A Human-Centric Perspective for the Design of the Factory of the Future. *Applied Sciences*, 10(12), 4182. <https://doi.org/10.3390/app10124182>
- Longworth, J. (2021). Benjamin Ruha (2019) *Race After Technology: Abolitionist Tools for the New Jim Code*. Medford: Polity Press. 172 pages. eISBN: 9781509526437. *Science & Technology Studies*, 34, 92–94. <https://doi.org/10.23987/sts.102639>
- Lu, Y., Liu, C., Wang, K. I.-K., Huang, H., & Xu, X. (2020). Digital Twin-driven smart manufacturing: Connotation, reference model, applications and research issues. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 61, 101837. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2019.101837>
- Luckin, R. (2018). *Machine Learning and Human Intelligence: The Future of Education*. UCL Institute of Education Press.
- Mallik, S., & Gangopadhyay, A. (2023). Proactive and reactive engagement of artificial intelligence methods for education: A review. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 6. <https://doi.org/10.3389/frai.2023.1151391>

- Manwaring, P., Malakhatka, E., Fiore, E., Paradiso, J., Hill, D., & Wiberg, M. (2025). Internet of Things (IoT): Studying the Integration of Everyday Objects with the Internet and the Implications for Human Lives. In E. Malakhatka & M. Wiberg (Eds.), *Human-Technology Interaction: Interdisciplinary Approaches and Perspectives* (pp. 175–199). Springer Nature Switzerland.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-78357-9_6
- Martin, F., Sun, T., & Westine, C. D. (2020). A systematic review of research on online teaching and learning from 2009 to 2018. *Computers & Education*, 159, 104009.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104009>
- Mawasi, A., Penuel, W., Cortez, A., & McKoy, A. (2023). “They were learning from us as we were learning from them”: Perceived experiences in co-design process. *Mind, Culture, and Activity*, 30(3–4), 191–208.
<https://doi.org/10.1080/10749039.2023.2246039>
- McLaughlin-Borlace, N., Creighton, L., & Mitchell, G. (2024). Championing student participation in co-designing digital education resources: A student experience. *Nurse Education Today*, 143, 106392. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2024.106392>
- Mekheimer, M., & Abdelhalim, W. M. (2025). The digital age students: Exploring leadership, freedom, and ethical online behavior: A quantitative study. *Social Sciences & Humanities Open*, 11, 101325.
<https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.101325>
- Mikołajewski, D., Mikołajewska, E., Masiak, J., Panas, E., & Rogalla-Ładniak, U. (2026). Ubiquitous Computing and Smart Systems in the Treatment of Psychiatric and Neurological Disorders—A Narrative Review. *Electronics*, 15(8), 1627.
<https://doi.org/10.3390/electronics15081627>

- Miller, T. (2019). Explanation in Artificial Intelligence: Insights from the Social Sciences. *Artificial Intelligence*, 267, 1–38.
- Mittelstadt, B. (2017). Ethics of the health-related internet of things: A narrative review. *Ethics and Information Technology*, 19(3), 157–175.
<https://doi.org/10.1007/s10676-017-9426-4>
- National Institute of Standards and Technology. (2018). *Framework for Improving Critical Infrastructure Cybersecurity* (Version 1.1). U.S. Department of Commerce.
- Nissenbaum, H. (2010). *Privacy in Context: Technology, Policy, and the Integrity of Social Life*. Stanford University Press.
- Nissenbaum, H. (2022). Privacy in the digital age: A contextual approach. *Journal of Information Ethics*, 31(1), 23–44.
- Noble, S. U. (2018). *Algorithms of oppression: How search engines reinforce racism* (pp. xv, 229). New York University Press.
- Nowell, L. S., Norris, J. M., White, D. E., & Moules, N. J. (2017). Thematic Analysis: Striving to Meet the Trustworthiness Criteria. *International Journal of Qualitative Methods*, 16(1), 1609406917733847. <https://doi.org/10.1177/1609406917733847>
- O'Connor, C., & Joffe, H. (2020). Intercoder Reliability in Thematic Analysis. *Qualitative Research in Psychology*, 17(2), 200–217.
- Olszak, C. M., & Sączewska-Piotrowska, A. (2025). The Role of Higher Education Institutions in Shaping Sustainability and Digital Ethics in the Era of Industry 5.0: Universities as Incubators of Future Skills. *Sustainability*, 17(19), 8530.
<https://doi.org/10.3390/su17198530>
- Owen, R., Stilgoe, J., & Macnaghten, P. (2021). *Responsible Research and Innovation: From Concept to Practice*. Routledge.

- Oyekunle, D., Matthew, U. O., Preston, D., & Boohene, D. (2024). Trust beyond Technology Algorithms: A Theoretical Exploration of Consumer Trust and Behavior in Technological Consumption and AI Projects. *Journal of Computer and Communications*, 12(6), 72–102. <https://doi.org/10.4236/jcc.2024.126006>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021a). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021b). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pang, M.-S., Kankanhalli, A., Aanestad, M., Ram, S., & Maruping, L. M. (2024). Digital Technologies and the Advancement of Social Justice: A Framework and Agenda. *Management Information Systems Quarterly*, 48(4), 1591–1610. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2024/484E3>
- Pangrazio, L., & Sefton-Green, J. (2021). Digital Rights, Digital Citizenship and Digital Literacy. *Learning, Media and Technology*, 46(3), 258–271.
- Peña-García, P., Jaime-de-Aza, M., & Feltrero, R. (2026). Dialogic Reflection and Algorithmic Bias: Pathways Toward Inclusive AI in Education. *Trends in Higher Education*, 5(1), 9. <https://doi.org/10.3390/higheredu5010009>

- Perera, C., Ranjan, R., Wang, L., Khan, S., & Zomaya, A. (2014). Big Data Privacy in the Internet of Things Era. *IT Professional*, 17. <https://doi.org/10.1109/MITP.2015.34>
- Perera, C., Ranjan, R., Wang, L., U. Khan, S., & Y. Zomaya, A. (2026). Data Ethics and Privacy in the Age of the Internet of Things: Risks and Responsibilities of Social Trust. *International Journal of Ethics and Society*, 7(4), 12–21. <https://doi.org/10.22034/ijethics.7.4.425>
- Perera, C., Zaslavsky, A., Christen, P., & Georgakopoulos, D. (2013). Context Aware Computing for The Internet of Things: A Survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*. <https://doi.org/10.1109/SURV.2013.042313.00197>
- Pothier, W., & Condon, P. (2025). Data Literacy Skills: Industry Perspectives and Professional Practice. *Portal: Libraries and the Academy*, 25(2), 271–298.
- Prasetya, L., Rofiudin, A., & Wahyu, H. (2025). Implementation of Internet of Things (IoT) in Education: A Systematic Literature Review. *Journal of Education and Computer Applications*, 2, 1–45. <https://doi.org/10.69693/jeca.v2i1.19>
- Radanliev, P. (2025a). Privacy, ethics, transparency, and accountability in AI systems for wearable devices. *Frontiers in Digital Health*, 7. <https://doi.org/10.3389/fdgth.2025.1431246>
- Radanliev, P. (2025b). Privacy, ethics, transparency, and accountability in AI systems for wearable devices. *Frontiers in Digital Health*, 7. <https://doi.org/10.3389/fdgth.2025.1431246>
- Rafique, S., Iqbal, S., Ali, D., & Khan, F. (2025). Navigating Ethical Challenges in 6G-Enabled Smart Cities: Privacy, Equity, and Governance. *ICCK Transactions on Sensing, Communication, and Control*, 2(1), 48–65. <https://doi.org/10.62762/TSCC.2025.291581>

- Rafique, W., Qi, L., Yaqoob, I., Imran, M., Rasool, R., Dou, W., & Rafiq, W. (2020). Complementing IoT Services Through Software Defined Networking and Edge Computing: A Comprehensive Survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials, PP*, 1–1. <https://doi.org/10.1109/COMST.2020.2997475>
- Rahman, M., & Rashed, M. (2021). IoT security and privacy: A survey. *IEEE Internet of Things Journal*, 8(7), 5403–5416.
- Rajagopal, K., Abdulnabi, M., & Alsheala, A. (2023). *Balancing Ubiquitous Computing: Addressing Ethical, Privacy, and Cybersecurity Challenges for Responsible and Secure Implementation in Malaysia*. 111–118.
<https://doi.org/10.1109/SCORed60679.2023.10563463>
- Redecker, C. (2017). *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu*. <https://doi.org/10.2760/159770>
- Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the Protection of Natural Persons with Regard to the Processing of Personal Data and on the Free Movement of Such Data, and Repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation) (Text with EEA Relevance), 119 OJ L (2016). <http://data.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj>
- Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the Protection of Natural Persons with Regard to the Processing of Personal Data and on the Free Movement of Such Data, and Repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation) (Text with EEA Relevance), 119 OJ L (2016). <http://data.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj>
- Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 Laying down Harmonised Rules on Artificial Intelligence and Amending Regulations (EC) No 300/2008, (EU) No 167/2013, (EU) No 168/2013, (EU)

- 2018/858, (EU) 2018/1139 and (EU) 2019/2144 and Directives 2014/90/EU, (EU) 2016/797 and (EU) 2020/1828 (Artificial Intelligence Act) (Text with EEA Relevance) (2024). <http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj>
- Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 Laying down Harmonised Rules on Artificial Intelligence and Amending Regulations (EC) No 300/2008, (EU) No 167/2013, (EU) No 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1139 and (EU) 2019/2144 and Directives 2014/90/EU, (EU) 2016/797 and (EU) 2020/1828 (Artificial Intelligence Act) (Text with EEA Relevance) (2024). <http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj>
- Rogers, Y. (2020). *HCI Theory: Classical, Modern, and Contemporary*. Morgan & Claypool.
- Roy, M. (2017). Cathy O’Neil. Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy. New York: Crown Publishers, 2016. 272p. Hardcover, \$26 (ISBN 978-0553418811). *College & Research Libraries*, 78, 403. <https://doi.org/10.5860/crl.78.3.403>
- Saeed, J. (2024). Guardians of the Data: Government Use of AI and IoT in the Digital Age. *Honors Theses*. <https://scholar.utc.edu/honors-theses/454>
- Sargiotis, D. (2024). *Fostering Ethical and Inclusive AI: A Human-Centric Paradigm for Social Impact* (SSRN Scholarly Paper No. 4879372). Social Science Research Network. <https://papers.ssrn.com/abstract=4879372>
- Satyanarayanan, M. (2001). Pervasive computing: Vision and challenges. *IEEE Personal Communications*, 8(4), 10–17. <https://doi.org/10.1109/98.943998>
- Satyanarayanan, M. (2017a). The Emergence of Edge Computing. *Computer*, 50(1), 30–39. <https://doi.org/10.1109/MC.2017.9>

- Satyanarayanan, M. (2017b). The Emergence of Edge Computing. *Computer*, 50(1), 30–39. *Computer*. <https://doi.org/10.1109/MC.2017.9>
- Satyanarayanan, M. (2023). The Evolution of Edge and Pervasive Computing. *IEEE Pervasive Computing*, 22(1), 32–45.
- Sauer, P. C., & Seuring, S. (2023). How to conduct systematic literature reviews in management research: A guide in 6 steps and 14 decisions. *Review of Managerial Science*, 17(5), 1899–1933. <https://doi.org/10.1007/s11846-023-00668-3>
- Scheibner, J., Jobin, A., & Vayena, E. (2021). Ethical Issues with Using Internet of Things Devices in Citizen Science Research: A Scoping Review. *Frontiers in Environmental Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.629649>
- Schomberg, R. (2013). A Vision of Responsible Research and Innovation. In *Responsible Innovation: Managing the Responsible Emergence of Science and Innovation in Society* (pp. 51–74). <https://doi.org/10.1002/9781118551424.ch3>
- Sebestyen, H., Popescu, D. E., & Zmaranda, R. D. (2025). A Literature Review on Security in the Internet of Things: Identifying and Analysing Critical Categories. *Computers*, 14(2), 61. <https://doi.org/10.3390/computers14020061>
- Selwyn, N. (2020). *Should Robots Replace Teachers? AI and the Future of Education*. Polity Press.
- Selwyn, N. (2022). *Education and Technology: Key Issues and Debates*. Bloomsbury.
- Sezer, O., Dogdu, E., & Ozbayoglu, M. (2017). Context Aware Computing, Learning and Big Data in Internet of Things: A Survey. *IEEE Internet of Things Journal*, Volume: 5, 1–27. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2017.2773600>
- Sharma, R., & Jain, A. (2021). IoT and the digital divide: A global systematic review. *Telecommunications Policy*, 45(11), 102600.

- Shi, W., Cao, J., Zhang, Q., Li, Y., & Xu, L. (2016). Edge Computing: Vision and Challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 3(5), 637–646.
<https://doi.org/10.1109/JIOT.2016.2579198>
- Shi, W., Cao, J., Zhang, Q., Li, Y., & Xu, L. (2019). Edge Computing: Vision and Challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 6(3), 4787–4800.
- Sicari, S., Rizzardi, A., Grieco, L. A., & Coen-Porisini, A. (2015). Security, privacy and trust in Internet of Things: The road ahead. *Computer Networks*, 76, 146–164.
<https://doi.org/10.1016/j.comnet.2014.11.008>
- Sin, J., L. Franz, R., Munteanu, C., & Barbosa Neves, B. (2021). Digital Design Marginalization: New Perspectives on Designing Inclusive Interfaces. *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '21*, 1–11. <https://doi.org/10.1145/3411764.3445180>
- Singhal, A., Neveditsin, N., Tanveer, H., & Mago, V. (2024). Toward Fairness, Accountability, Transparency, and Ethics in AI for Social Media and Health Care: Scoping Review. *JMIR Medical Informatics*, 12(1), e50048.
<https://doi.org/10.2196/50048>
- Snyder, H. (2019a). Literature Review as a Research Methodology. *Journal of Business Research*, 104, 333–339.
- Snyder, H. (2019b). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Söderlund (Kasia), Engström (Emma), Haresamudram (Kashyap), Larsson (Stefan), & Strimling (Pontus). (2024, March 26). *Regulating high-reach AI: On transparency directions in the Digital Services Act* [Info:eu-repo/semantics/article]. Alexander

von Humboldt Institute for Internet and Society gGmbH.

<https://doi.org/10.14763/2024.1.1746>

Stahl, B. C. (2012). Responsible research and innovation in information systems. *European Journal of Information Systems*, 21(3), 207–211.

<https://doi.org/10.1057/ejis.2012.19>

Stahl, B. C., Schroeder, D., & Rodrigues, R. (2023). The Ethics of Artificial Intelligence: An Introduction. In B. C. Stahl, D. Schroeder, & R. Rodrigues (Eds.), *Ethics of Artificial Intelligence: Case Studies and Options for Addressing Ethical Challenges* (pp. 1–7). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17040-9_1

Star, S. L. (2010). This Is Not a Boundary Object: Reflections on the Origin of a Concept. *Science, Technology & Human Values*, 35(5), 601–617.

Stavarakakis, I., Gordon, D., Tierney, B., Becevel, A., Murphy, E., Dodig-Crnkovic, G., Dobrin, R., Schiaffonati, V., Pereira, C., Tikhonenko, S., Gibson, J. P., Maag, S., Agresta, F., Curley, A., Collins, M., & O’Sullivan, D. (2022). The teaching of computer ethics on computer science and related degree programmes. A European survey. *International Journal of Ethics Education*, 7(1), 101–129.
<https://doi.org/10.1007/s40889-021-00135-1>

Stilgoe, J. (2020). *Who’s Driving Innovation?* Palgrave Macmillan.

Stilgoe, J., Owen, R., & Macnaghten, P. (2013). Developing a Framework for Responsible Innovation. *Research Policy*, 42(9), 1568–1580.

Stracke, C. M., Chounta, I. A., Holmes, W., Tlili, A., & Bozkurt, A. (2023). A standardised PRISMA-based protocol for systematic reviews of the scientific literature on Artificial Intelligence and education (AI&ED). *Journal of Applied Learning and Teaching*, 6(2), 64–70.

The Code affirms an obligation of computing professionals to use their skills for the benefit of society. (n.d.). Retrieved May 23, 2026, from <https://www.acm.org/code-of-ethics>

Thomas, J., & Harden, A. (2008). Methods for the thematic synthesis of qualitative research in systematic reviews. *BMC Medical Research Methodology*, 8(1), 45. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-8-45>

Tudoran, A. A. (2024). Rethinking privacy in the Internet of Things: A comprehensive review of consumer studies and theories. *Internet Research*, 35(2), 514–545. <https://doi.org/10.1108/INTR-01-2023-0029>

Ud Din, I., Guizani, M., Hassan, S., Kim, B.-S., Khan, K., Atiquzzaman, M., & Ahmed, S. H. (2018). The Internet of Things: A Review of Enabled Technologies and Future Challenges. *IEEE Access*, PP, 1–1. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2886601>

Umbrello, S., & van de Poel, I. (2021). Mapping value sensitive design onto AI for social good principles. *AI and Ethics*, 1(3), 283–296. <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00038-3>

Vallor, S. (2016). Technology and the Virtues: A Philosophical Guide to a Future Worth Wanting. *Oxford University Press*.

van den hoven, J. (2006). ICT and Value Sensitive Design. *International Federation for Information Processing Digital Library; The Information Society: Innovation, Legitimacy, Ethics and Democracy In Honor of Professor Jacques Berleur s.j.,* 233. https://doi.org/10.1007/978-0-387-72381-5_8

van Deursen, A. J. A. M., van der Zeeuw, A., de Boer, P., Jansen, G., & van Rompay, T. (2021). Digital inequalities in the Internet of Things: Differences in attitudes, material access, skills, and usage. *Information, Communication & Society*, 24(2), 258–276. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2019.1646777>

- Van Dijk, J. A. G. M. (2019). *The Digital Divide*.
- van Dijk, J. A. G. M. (2020). The Digital Divide in the Age of Ubiquitous Computing. *Information Society*.
- van Wynsberghe, A. (2021). *Sustainable AI: AI for Sustainability and the Sustainability of AI*. Springer.
- Vargas, C., Zorbas, C., Longworth, G. R., Ugalde, A., Needham, C., Sunil, A., Venegas Hargous, C., Bennett, R., Forrester-Bowling, T., Cardoso Richter, A. P., & Allender, S. (2025). Exploring co-design: A systematic review of concepts, processes, models, and frameworks used in public health research. *Journal of Public Health*, 47(4), e616–e639. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdaf084>
- Veale, M., & Zuiderveen Borgesius, F. (2021). Demystifying the Draft EU Artificial Intelligence Act. *Computer Law Review International*, 22(4), 97–112.
- Verbeek, P.-P. (2011). *Moralizing Technology: Understanding and Designing the Morality of Things*. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226852904.001.0001>
- Wakili, A., & Bakkali, S. (2024). Internet of Things in healthcare: An adaptive ethical framework for IoT in digital health. *Clinical eHealth*, 7, 92–105. <https://doi.org/10.1016/j.ceh.2024.07.001>
- Wang, L., Kameswaran, V., & Kacorri, H. (2025). Toward a Taxonomy of Algorithmic Harms for Disability: A Systematic Review. *Proceedings of the AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society*, 8(3), 2649–2665. <https://doi.org/10.1609/aies.v8i3.36745>
- Warschauer, M. (2003). *Technology and Social Inclusion: Rethinking the Digital Divide*. MIT Press.
- Weber, R. H. (2010). Internet of Things – New security and privacy challenges. *Computer Law & Security Review*, 26(1), 23–30. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2009.11.008>

- Weiser, M. (1991). The Computer for the 21st Century. *Scientific American*, 265(3), 94–104.
- Whittlestone, J., Nyrup, R., Alexandrova, A., Dihal, K., & Cave, S. (2019). *Ethical and societal implications of algorithms, data, and artificial intelligence: A roadmap for research*.
- Williams, F. W., & Hubertz, M. J. (2025a). Design Justice in Online Courses: Principles and Applications for Higher Education. *Encyclopedia*, 5(4), 177.
<https://doi.org/10.3390/encyclopedia5040177>
- Williams, F. W., & Hubertz, M. J. (2025b). Design Justice in Online Courses: Principles and Applications for Higher Education. *Encyclopedia*, 5(4), 177.
<https://doi.org/10.3390/encyclopedia5040177>
- Williamson, B. (2017). *Big Data in Education: The digital future of learning, policy and practice*. <https://doi.org/10.4135/9781529714920>
- Williamson, B., & Eynon, R. (2020). *Historical Trends and Contemporary Challenges of Education and Technology*. Oxford Review of Education.
- Wong, W. (2024). #Help: Digital Humanitarianism and the Remaking of International Order. By Fleur Johns. New York, NY: Oxford University Press. 2023. Pp. 272. Index. *American Journal of International Law*, 118, 199–205.
<https://doi.org/10.1017/ajil.2023.63>
- Yalcin, O. G. <1991>. (2023). *Governing algorithms in the big data era for balancing new digital rights—Designing GDPR compliant and trustworthy XAI systems* [Doctoral Thesis, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna].
<https://doi.org/10.48676/unibo/amsdottorato/10511>

- You, L., Zhou, J., Li, Z., & Chen, F. (2024, December 13). *AI Ethics in Smart Homes: Progress, User Requirements and Challenges*. arXiv.Org.
<https://arxiv.org/abs/2412.09813v1>
- Ystgaard, K., Atzori, L., Palma, D., Heegaard, P., Bertheussen, L., Jensen, M., & De Moor, K. (2023). Review of the theory, principles, and design requirements of human-centric Internet of Things (IoT). *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 14, 1–33. <https://doi.org/10.1007/s12652-023-04539-3>
- Yu, W., Liang, F., He, X., Hatcher, W., Lu, C., Lin, J., & Yang, X. (2017). A Survey on the Edge Computing for the Internet of Things. *IEEE Access*, PP, 1–1.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2778504>
- Zeeuw, A., Deursen, A. J. A. M., & Jansen, G. (2024). The orchestrated digital inequalities of the IoT: How vendor lock-in hinders and playfulness creates IoT benefits in every life. *New Media & Society*, 26, 5658–5676.
<https://doi.org/10.1177/14614448221138075>
- Zhang, H., Wang, L., Sheng, Y., Xu, X., Mankoff, J., & Dey, A. K. (2023). A Framework for Designing Fair Ubiquitous Computing Systems. *Adjunct Proceedings of the 2023 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing & the 2023 ACM International Symposium on Wearable Computing*, 366–373.
<https://doi.org/10.1145/3594739.3610677>
- Zhao, I. Y., Ma, Y. X., Yu, M. W. C., Liu, J., Dong, W. N., Pang, Q., Lu, X. Q., Molassiotis, A., Holroyd, E., & Wong, C. W. W. (2021). Ethics, Integrity, and Retributions of Digital Detection Surveillance Systems for Infectious Diseases: Systematic Literature Review. *Journal of Medical Internet Research*, 23(10), e32328. <https://doi.org/10.2196/32328>

Zuboff, S. (2019). *The Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power*. PublicAffairs.

Zuboff, S. (2022). Surveillance Capitalism or Democracy? The Death Match of Institutional Orders and the Politics of Knowledge in Our Information Civilization. *Organization Theory*, 3(3), 26317877221129290.
<https://doi.org/10.1177/26317877221129290>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Εργαλείο Ηθικής και Συμπεριληπτικής Αυτοαξιολόγησης Εφαρμογών ΣΔΥ και IoT (Ethical & Inclusive Self-Assessment Tool – EISAT)

Α.1 Σκοπός και χαρακτήρας του εργαλείου

Με βάση το προτεινόμενο θεωρητικό πλαίσιο της παρούσας εργασίας αναπτύχθηκε ένα πρωτότυπο Εργαλείο Ηθικής και Συμπεριληπτικής Αυτοαξιολόγησης (**Ethical & Inclusive Self-Assessment Tool – EISAT**) για εφαρμογές ΣΔΥ και IoT.

Σκοπός του εργαλείου είναι η συστηματική και προκαταρκτική αποτίμηση εφαρμογών ΣΔΥ και IoT ως προς βασικές ηθικές, κοινωνικές, τεχνικές και συμπεριληπτικές διαστάσεις. Το EISAT επιχειρεί να μετατρέψει γενικές αρχές, όπως η ιδιωτικότητα, η διαφάνεια, η δικαιοσύνη, η ανθρώπινη εποπτεία, η λογοδοσία και η ασφάλεια, σε συγκεκριμένα και αξιολογήσιμα κριτήρια.

Το εργαλείο έχει κυρίως διαγνωστικό και αναστοχαστικό χαρακτήρα. Δεν αποσκοπεί μόνο στην παραγωγή μιας συνολικής αριθμητικής βαθμολογίας, αλλά και στον εντοπισμό συγκεκριμένων περιοχών στις οποίες μια εφαρμογή παρουσιάζει ελλείψεις ή περιθώρια βελτίωσης.

Μπορεί να αξιοποιηθεί ενδεικτικά από:

- ερευνητές,
- σχεδιαστές και προγραμματιστές συστημάτων,
- ομάδες ανάπτυξης εφαρμογών ΣΔΥ και IoT,
- εκπαιδευτικούς και ακαδημαϊκούς οργανισμούς,

- εταιρείες ανάπτυξης λογισμικού και τεχνολογικών λύσεων,
- επιτροπές δεοντολογίας,
- οργανισμούς που επιθυμούν να πραγματοποιήσουν προκαταρκτικό ηθικό έλεγχο μιας τεχνολογικής εφαρμογής.

Το EISAT αποτελεί προτεινόμενο πρωτότυπο εργαλείο αυτοαξιολόγησης και όχι ήδη εμπειρικά ή ψυχομετρικά επικυρωμένη κλίμακα. Η περαιτέρω αξιοποίησή του προϋποθέτει μελλοντική εμπειρική επικύρωση, όπως έλεγχο εσωτερικής συνέπειας, διερευνητική και επιβεβαιωτική παραγοντική ανάλυση και εξετάσεις εγκυρότητας περιεχομένου και κατασκευής.

A.2 Δομή του EISAT

Το εργαλείο οργανώνεται σε οκτώ άξονες αξιολόγησης:

1. Ιδιωτικότητα και Διακυβέρνηση Δεδομένων
2. Διαφάνεια και Εξηγησιμότητα
3. Δικαιοσύνη και Συμπερίληψη
4. Ανθρώπινη Εποπτεία και Έλεγχος
5. Λογοδοσία και Υπευθυνότητα
6. Τεχνική Αξιοπιστία και Ασφάλεια
7. Κοινωνικός και Περιβαλλοντικός Αντίκτυπος
8. Εκπαιδευτικός και Οργανωσιακός Αντίκτυπος

Κάθε άξονας περιλαμβάνει πέντε δηλώσεις, με αποτέλεσμα το εργαλείο να αποτελείται συνολικά από:

8 άξονες × 5 δηλώσεις = 40 δηλώσεις.

Η χρήση διακριτών αξόνων επιτρέπει τόσο τη συνολική αποτίμηση μιας εφαρμογής όσο και τη δημιουργία ενός επιμέρους ηθικού και συμπεριληπτικού προφίλ, μέσω του οποίου μπορούν να εντοπιστούν συγκεκριμένες περιοχές ισχυρής ή ανεπαρκούς επίδοσης.

A.3 Οδηγίες συμπλήρωσης

Ο αξιολογητής εξετάζει κάθε δήλωση σε σχέση με τη συγκεκριμένη εφαρμογή ΣΔΥ ή IoT και επιλέγει μία τιμή στην ακόλουθη πενταβάθμια κλίμακα Likert:

Βαθμός	Ερμηνεία
1	Καθόλου
2	Σε μικρό βαθμό
3	Μέτρια
4	Σε μεγάλο βαθμό
5	Πλήρως

Η βαθμολογία θα πρέπει, όπου είναι δυνατόν, να βασίζεται όχι μόνο στην υποκειμενική αντίληψη του αξιολογητή αλλά και σε διαθέσιμα τεκμήρια, όπως τεχνική τεκμηρίωση, πολιτικές προστασίας δεδομένων, διαδικασίες ασφάλειας, πληροφορίες προς τους χρήστες και οργανωσιακές διαδικασίες.

Α.4 Άξονες και δηλώσεις αξιολόγησης

Άξονας 1 – Ιδιωτικότητα και Διακυβέρνηση Δεδομένων

Ο άξονας εξετάζει τον τρόπο με τον οποίο η εφαρμογή συλλέγει, χρησιμοποιεί, αποθηκεύει και διαχειρίζεται δεδομένα, καθώς και τον βαθμό ενημέρωσης και ελέγχου των χρηστών.

Δήλωση	1	2	3	4	5
Συλλέγονται μόνο τα απολύτως απαραίτητα δεδομένα.	☐	☐	☐	☐	☐
Οι χρήστες ενημερώνονται με σαφήνεια για τη συλλογή δεδομένων.	☐	☐	☐	☐	☐
Υπάρχει τεκμηριωμένη συγκατάθεση.	☐	☐	☐	☐	☐
Υπάρχει δυνατότητα διαγραφής προσωπικών δεδομένων.	☐	☐	☐	☐	☐
Υπάρχουν πολιτικές ασφαλούς αποθήκευσης δεδομένων.	☐	☐	☐	☐	☐

Άξονας 2 – Διαφάνεια και Εξηγησιμότητα

Ο άξονας εξετάζει κατά πόσο η λειτουργία του συστήματος, η χρήση των δεδομένων και οι αποφάσεις που παράγονται είναι κατανοητές και μπορούν να εξηγηθούν στους χρήστες και στα ενδιαφερόμενα μέρη.

Δήλωση	1	2	3	4	5
Ο τρόπος λειτουργίας του συστήματος είναι κατανοητός.	☐	☐	☐	☐	☐
Οι αποφάσεις μπορούν να εξηγηθούν.	☐	☐	☐	☐	☐
Οι χρήστες γνωρίζουν πώς χρησιμοποιούνται τα δεδομένα.	☐	☐	☐	☐	☐
Παρέχεται επαρκής τεκμηρίωση.	☐	☐	☐	☐	☐
Υπάρχουν μηχανισμοί ενημέρωσης των χρηστών.	☐	☐	☐	☐	☐

Άξονας 3 – Δικαιοσύνη και Συμπερίληψη

Ο άξονας εξετάζει ζητήματα προσβασιμότητας, ισότητας, αλγοριθμικής μεροληψίας και πιθανών αποκλεισμών, με ιδιαίτερη έμφαση στις ανάγκες ευάλωτων ή υποεκπροσωπούμενων ομάδων.

Δήλωση	1	2	3	4	5
Το σύστημα είναι προσβάσιμο σε άτομα με αναπηρία.	☐	☐	☐	☐	☐
Έχουν ληφθεί υπόψη οι ανάγκες ευάλωτων ομάδων.	☐	☐	☐	☐	☐
Έχουν ελεγχθεί πιθανές αλγοριθμικές μεροληψίες.	☐	☐	☐	☐	☐
Το σύστημα δεν δημιουργεί αποκλεισμούς.	☐	☐	☐	☐	☐
Υποστηρίζεται η ισότητα πρόσβασης.	☐	☐	☐	☐	☐

Άξονας 4 – Ανθρώπινη Εποπτεία και Έλεγχος

Ο άξονας εξετάζει εάν ο άνθρωπος εξακολουθεί να διαθέτει ουσιαστικό έλεγχο επί του συστήματος και εάν υπάρχουν μηχανισμοί παρέμβασης, διόρθωσης ή απενεργοποίησης.

Δήλωση	1	2	3	4	5
Ο άνθρωπος διατηρεί τον τελικό έλεγχο.	☐	☐	☐	☐	☐
Υπάρχει δυνατότητα παρέμβασης.	☐	☐	☐	☐	☐
Οι χρήστες μπορούν να διορθώσουν λανθασμένες αποφάσεις.	☐	☐	☐	☐	☐

Το σύστημα μπορεί να απενεργοποιηθεί όταν απαιτείται.	☐	☐	☐	☐	☐
Υπάρχουν διαδικασίες ανθρώπινης επιβεβαίωσης.	☐	☐	☐	☐	☐

Άξονας 5 – Λογοδοσία και Υπευθυνότητα

Ο άξονας εξετάζει εάν υπάρχουν σαφώς καθορισμένες ευθύνες και διαδικασίες ελέγχου, αναφοράς προβλημάτων και αποκατάστασης ενδεχόμενων αρνητικών συνεπειών.

Δήλωση	1	2	3	4	5
Είναι σαφές ποιος είναι υπεύθυνος για τις αποφάσεις.	☐	☐	☐	☐	☐
Υπάρχει καταγραφή ενεργειών (logs).	☐	☐	☐	☐	☐
Υπάρχει δυνατότητα ελέγχου των αποφάσεων.	☐	☐	☐	☐	☐
Υπάρχουν διαδικασίες αναφοράς προβλημάτων.	☐	☐	☐	☐	☐
Υπάρχουν μηχανισμοί αποζημίωσης ή αποκατάστασης.	☐	☐	☐	☐	☐

Άξονας 6 – Τεχνική Αξιοπιστία και Ασφάλεια

Ο άξονας εξετάζει την τεχνική ανθεκτικότητα, την κυβερνοασφάλεια, την ακεραιότητα των δεδομένων και τη συστηματική διαχείριση τεχνικών κινδύνων.

Δήλωση	1	2	3	4	5
Το σύστημα εφαρμόζει μέτρα κυβερνοασφάλειας.	☐	☐	☐	☐	☐
Υπάρχουν αντίγραφα ασφαλείας.	☐	☐	☐	☐	☐
Το σύστημα είναι ανθεκτικό σε επιθέσεις.	☐	☐	☐	☐	☐
Τα δεδομένα παραμένουν ακριβή.	☐	☐	☐	☐	☐
Υπάρχει συνεχής αξιολόγηση κινδύνων.	☐	☐	☐	☐	☐

Άξονας 7 – Κοινωνικός και Περιβαλλοντικός Αντίκτυπος

Ο άξονας εξετάζει τις ευρύτερες συνέπειες της τεχνολογίας για τα άτομα, την κοινωνία και το περιβάλλον.

Δήλωση	1	2	3	4	5
--------	---	---	---	---	---

Η εφαρμογή βελτιώνει την ποιότητα ζωής.	☐	☐	☐	☐	☐
Συμβάλλει στη βιώσιμη ανάπτυξη.	☐	☐	☐	☐	☐
Προάγει την κοινωνική συνοχή.	☐	☐	☐	☐	☐
Περιορίζει τις αρνητικές κοινωνικές επιπτώσεις.	☐	☐	☐	☐	☐
Λαμβάνεται υπόψη η περιβαλλοντική επίδραση.	☐	☐	☐	☐	☐

Άξονας 8 – Εκπαιδευτικός και Οργανωσιακός Αντίκτυπος

Ο άξονας εξετάζει τη συμβολή της εφαρμογής στην ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων, στην ηθική επίγνωση και στη συμβατότητα της τεχνολογίας με τις αξίες και τις αρχές του οργανισμού στον οποίο χρησιμοποιείται.

Δήλωση	1	2	3	4	5
Η εφαρμογή ενισχύει τον ψηφιακό γραμματισμό.	☐	☐	☐	☐	☐
Υποστηρίζει την ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων.	☐	☐	☐	☐	☐
Ενισχύει την ηθική επίγνωση.	☐	☐	☐	☐	☐
Είναι συμβατή με τις αξίες του οργανισμού.	☐	☐	☐	☐	☐
Προάγει την ακαδημαϊκή ακεραιότητα.	☐	☐	☐	☐	☐

A.5 Υπολογισμός βαθμολογίας ανά άξονα

Κάθε άξονας περιλαμβάνει πέντε δηλώσεις, καθεμία από τις οποίες βαθμολογείται από 1 έως 5.

Η βαθμολογία του άξονα i υπολογίζεται ως:

$$S_i = \sum x_{ij}, \text{ για } j = 1, \dots, 5$$

όπου:

- S_i = συνολική βαθμολογία του άξονα i ,
- x_{ij} = βαθμολογία της δήλωσης j στον άξονα i .

Επομένως:

$$5 \leq S_i \leq 25$$

καθώς:

- ελάχιστη βαθμολογία ανά άξονα = $5 \times 1 = 5$
- μέγιστη βαθμολογία ανά άξονα = $5 \times 5 = 25$

Η επιμέρους βαθμολογία κάθε άξονα είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς επιτρέπει τον εντοπισμό συγκεκριμένων περιοχών στις οποίες απαιτείται παρέμβαση ή ανασχεδιασμός.

A.6 Υπολογισμός συνολικής βαθμολογίας

Η συνολική βαθμολογία S προκύπτει από το άθροισμα των βαθμολογιών των οκτώ αξόνων:

$$S = \sum S_i, \text{ για } i = 1, \dots, 8$$

Εφόσον το εργαλείο περιλαμβάνει 40 δηλώσεις:

- ελάχιστη δυνατή συνολική βαθμολογία = $40 \times 1 = 40$
- μέγιστη δυνατή συνολική βαθμολογία = $40 \times 5 = 200$

Επομένως:

$$40 \leq S \leq 200$$

Η συνολική βαθμολογία παρέχει μια πρώτη συνοπτική εικόνα, αλλά συνιστάται να εξετάζεται σε συνδυασμό με τις επιμέρους βαθμολογίες των οκτώ αξόνων.

A.7 Κανονικοποίηση και Δείκτης Ηθικής και Συμπεριληπτικότητας (Ethical & Inclusive Index – EII)

Για να διευκολυνθεί η ερμηνεία των αποτελεσμάτων και η σύγκριση διαφορετικών εφαρμογών, προτείνεται ο Δείκτης Ηθικής και Συμπεριληπτικότητας (Ethical & Inclusive Index – EII).

Επειδή η πραγματική ελάχιστη βαθμολογία του EISAT είναι 40 και όχι 0, η απλή διαίρεση της βαθμολογίας με το 200 δεν παράγει πραγματική κλίμακα 0–100. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιείται κανονικοποίηση min–max, ώστε η ελάχιστη δυνατή βαθμολογία να αντιστοιχεί στο 0% και η μέγιστη στο 100%.

Ο EII υπολογίζεται ως:

$$ΕΠ = [(S - 40) / (200 - 40)] \times 100$$

ή ισοδύναμα:

$$ΕΠ = [(S - 40) / 160] \times 100$$

όπου:

- S = συνολική βαθμολογία του EISAT,
- 40 = ελάχιστη δυνατή συνολική βαθμολογία,
- 200 = μέγιστη δυνατή συνολική βαθμολογία,
- 160 = εύρος της δυνατής βαθμολογίας.

Με αυτή την κανονικοποίηση:

- $S = 40 \rightarrow ΕΠ = 0\%$
- $S = 120 \rightarrow ΕΠ = 50\%$
- $S = 200 \rightarrow ΕΠ = 100\%$

Η προσέγγιση αυτή εξασφαλίζει ότι ο ΕΠ εκτείνεται πραγματικά από 0 έως 100.

A.8 Κανονικοποιημένη βαθμολογία ανά άξονα

Για πληρέστερη διαγνωστική αξιοποίηση του εργαλείου μπορεί να υπολογίζεται αντίστοιχος κανονικοποιημένος δείκτης για κάθε άξονα:

$$ΕΠ_i = [(S_i - 5) / (25 - 5)] \times 100$$

ή:

$$ΕΠ_i = [(S_i - 5) / 20] \times 100$$

όπου:

- S_i = βαθμολογία του συγκεκριμένου άξονα,
- 5 = ελάχιστη δυνατή βαθμολογία του άξονα,
- 25 = μέγιστη δυνατή βαθμολογία του άξονα.

Έτσι:

- βαθμολογία 5/25 → 0%
- βαθμολογία 15/25 → 50%
- βαθμολογία 25/25 → 100%

Η παρουσίαση των οκτώ επιμέρους δεικτών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία ενός προφίλ ηθικής και συμπεριληπτικής επίδοσης της εφαρμογής.

A.9 Προτεινόμενη ερμηνεία του ΕΠ

Για λόγους συνέπειας χρησιμοποιείται μία ενιαία κλίμακα ερμηνείας:

ΕΠ	Ερμηνεία
90–100%	Άριστη επίδοση
80–89%	Πολύ υψηλή επίδοση
70–79%	Υψηλή επίδοση
60–69%	Ικανοποιητική επίδοση
50–59%	Μέτρια επίδοση
<50%	Χαμηλή επίδοση – απαιτούνται σημαντικές βελτιώσεις

Οι παραπάνω κατηγορίες έχουν προτεινόμενο και ερμηνευτικό χαρακτήρα και δεν θα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως εμπειρικά επικυρωμένα κατώφλια μέχρι να πραγματοποιηθεί σχετική εμπειρική μελέτη.

Για τον ίδιο λόγο προτιμάται ο όρος «επίδοση» αντί του όρου «συμμόρφωση», καθώς το EISAT αποτελεί εργαλείο αυτοαξιολόγησης και όχι επίσημο μηχανισμό πιστοποίησης κανονιστικής ή νομικής συμμόρφωσης.

A.10 Παράδειγμα υπολογισμού

Έστω ότι μια εφαρμογή ΣΔΥ ή IoT αξιολογήθηκε ως εξής:

Άξονας	Βαθμολογία
1. Ιδιωτικότητα και Διακυβέρνηση Δεδομένων	21
2. Διαφάνεια και Εξηγησιμότητα	20
3. Δικαιοσύνη και Συμπερίληψη	24
4. Ανθρώπινη Εποπτεία και Έλεγχος	18
5. Λογοδοσία και Υπευθυνότητα	22
6. Τεχνική Αξιοπιστία και Ασφάλεια	19
7. Κοινωνικός και Περιβαλλοντικός Αντίκτυπος	23
8. Εκπαιδευτικός και Οργανωσιακός Αντίκτυπος	20
Σύνολο	167

Η συνολική βαθμολογία είναι:

$$S = 21 + 20 + 24 + 18 + 22 + 19 + 23 + 20 = 167$$

Με την κανονικοποιημένη εξίσωση:

$$ΕΠ = [(167 - 40) / 160] \times 100$$

$$ΕΠ = (127 / 160) \times 100$$

$$ΕΠ = 79,375\% \approx 79,4\%$$

Σύμφωνα με την προτεινόμενη κλίμακα ερμηνείας, η συγκεκριμένη εφαρμογή παρουσιάζει υψηλή συνολική ηθική και συμπεριληπτική επίδοση.

Η αξιολόγηση, ωστόσο, δεν θα πρέπει να σταματήσει στο συνολικό ποσοστό. Η εξέταση των επιμέρους αξόνων δείχνει ότι η χαμηλότερη βαθμολογία εμφανίζεται στον Άξονα 4, «Ανθρώπινη Εποπτεία και Έλεγχος» (18/25), και ακολουθεί ο Άξονας 6, «Τεχνική Αξιοπιστία και Ασφάλεια» (19/25). Επομένως, οι δύο αυτοί άξονες θα μπορούσαν να αποτελέσουν προτεραιότητες για περαιτέρω διερεύνηση και βελτίωση.

A.11 Ερμηνεία και αξιοποίηση των αποτελεσμάτων

Η αξιολόγηση με το EISAT προτείνεται να πραγματοποιείται σε τρία επίπεδα:

1. Επίπεδο επιμέρους δήλωσης

Εξετάζονται οι δηλώσεις που λαμβάνουν χαμηλές βαθμολογίες, ώστε να εντοπιστούν συγκεκριμένα προβλήματα. Για παράδειγμα, χαμηλή βαθμολογία στη δυνατότητα διαγραφής προσωπικών δεδομένων υποδεικνύει ένα συγκεκριμένο ζήτημα που χρήζει διερεύνησης.

2. Επίπεδο άξονα

Η συνολική βαθμολογία κάθε άξονα επιτρέπει την αναγνώριση ευρύτερων περιοχών αδυναμίας, όπως η ιδιωτικότητα, η συμπερίληψη, η λογοδοσία ή η τεχνική ασφάλεια.

3. Συνολικό επίπεδο

Ο ΕΠ παρέχει μια συνοπτική αριθμητική αποτίμηση της εφαρμογής σε κανονικοποιημένη κλίμακα 0–100.

Η βασική λογική λειτουργίας του εργαλείου μπορεί συνεπώς να αποδοθεί ως:

40 δηλώσεις → 8 επιμέρους βαθμολογίες → συνολική βαθμολογία S → κανονικοποίηση → ΕΠ → εντοπισμός αδυναμιών → προτάσεις βελτίωσης ή ανασχεδιασμού.

Με αυτόν τον τρόπο, το EISAT λειτουργεί περισσότερο ως διαγνωστικό και υποστηρικτικό εργαλείο υπεύθυνου σχεδιασμού παρά ως απλός μηχανισμός παραγωγής μιας τελικής βαθμολογίας.

A.12 Περιορισμοί του εργαλείου

Καθώς το EISAT αποτελεί πρωτότυπο εργαλείο που προκύπτει από τη θεωρητική σύνθεση της παρούσας εργασίας, τα αποτελέσματά του θα πρέπει να ερμηνεύονται με προσοχή.

Ειδικότερα:

- οι 40 δηλώσεις δεν έχουν ακόμη υποβληθεί σε εκτεταμένη εμπειρική επικύρωση,

- τα προτεινόμενα όρια ερμηνείας του ΕΠ δεν αποτελούν εμπειρικά καθορισμένα cut-off scores,
- η αυτοαξιολόγηση μπορεί να επηρεάζεται από την υποκειμενική κρίση του αξιολογητή,
- διαφορετικοί αξιολογητές ενδέχεται να βαθμολογήσουν διαφορετικά την ίδια εφαρμογή,
- όλοι οι άξονες και όλες οι δηλώσεις έχουν στο παρόν μοντέλο ίση βαρύτητα,
- μια υψηλή συνολική βαθμολογία δεν αναιρεί την πιθανή ύπαρξη σοβαρής αδυναμίας σε έναν συγκεκριμένο άξονα ή κριτήριο,
- το εργαλείο δεν αντικαθιστά εξειδικευμένους νομικούς, τεχνικούς, δεοντολογικούς ή κανονιστικούς ελέγχους.

Για τον περιορισμό της υποκειμενικότητας προτείνεται, όπου είναι εφικτό, η βαθμολόγηση να συνοδεύεται από τεκμήρια και να πραγματοποιείται από περισσότερους του ενός αξιολογητές.

A.13 Μελλοντική εμπειρική επικύρωση

Σε επόμενο στάδιο έρευνας, το EISAT θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε μεγαλύτερο αριθμό πραγματικών ή πιλοτικών εφαρμογών ΣΔΥ και IoT και να αξιολογηθεί ως προς τις ψυχομετρικές και μεθοδολογικές του ιδιότητες.

Ενδεικτικά θα μπορούσαν να εξεταστούν:

- η εγκυρότητα περιεχομένου μέσω αξιολόγησης από ειδικούς,
- η εσωτερική συνέπεια των επιμέρους αξόνων,
- η συμφωνία μεταξύ διαφορετικών αξιολογητών,
- η διερευνητική παραγοντική ανάλυση,
- η επιβεβαιωτική παραγοντική ανάλυση,
- η εγκυρότητα κατασκευής,
- η ενδεχόμενη ανάγκη αναθεώρησης ή στάθμισης συγκεκριμένων κριτηρίων,
- η καταλληλότητα των προτεινόμενων ορίων ερμηνείας του ΕΠ.

Η διαδικασία αυτή θα μπορούσε να οδηγήσει σε αναθεωρημένη και εμπειρικά τεκμηριωμένη έκδοση του EISAT.

A.14 Συνοπτική παρουσίαση του μοντέλου

Το EISAT επιχειρεί να συνδέσει την τεχνική αξιολόγηση εφαρμογών ΣΔΥ και IoT με τις ευρύτερες ηθικές και κοινωνικές διαστάσεις της τεχνολογίας. Η προσέγγιση βασίζεται στην παραδοχή ότι μια τεχνολογικά αποτελεσματική εφαρμογή δεν μπορεί να θεωρείται αυτομάτως και ηθικά αποδεκτή ή συμπεριληπτική.

Για τον λόγο αυτό, η αξιολόγηση δεν περιορίζεται σε τεχνικά χαρακτηριστικά, αλλά εξετάζει παράλληλα:

Ιδιωτικότητα → Διαφάνεια → Δικαιοσύνη και Συμπερίληψη → Ανθρώπινη Εποπτεία → Λογοδοσία → Τεχνική Αξιοπιστία → Κοινωνικό και Περιβαλλοντικό Αντίκτυπο → Εκπαιδευτικό και Οργανωσιακό Αντίκτυπο.

Η συνδυασμένη εξέταση των οκτώ αυτών διαστάσεων επιδιώκει να υποστηρίξει έναν περισσότερο ανθρωποκεντρικό, υπεύθυνο και συμπεριληπτικό σχεδιασμό εφαρμογών ΣΔΥ και IoT.

Το EISAT δεν θα πρέπει επομένως να χρησιμοποιείται αποκλειστικά ως εργαλείο κατάταξης εφαρμογών. Η κύρια αξία του βρίσκεται στη δυνατότητα να υποστηρίξει τον αναστοχασμό, τον εντοπισμό ηθικών κινδύνων και τον επανασχεδιασμό τεχνολογικών συστημάτων πριν ή κατά τη διάρκεια της εφαρμογής τους.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Προτεινόμενα Σενάρια Ενσωμάτωσης της Ηθικής, της Συμπερίληψης και της Υπεύθυνης Καινοτομίας στο ΠΜΣ «Συστήματα Διάχυτου Υπολογισμού» (ΣΔΥ)

Τα ακόλουθα σενάρια σχεδιάστηκαν με στόχο την ενσωμάτωση των αρχών της ηθικής της τεχνολογίας, της συμπερίληψης, της προσβασιμότητας και της υπεύθυνης καινοτομίας στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Συστήματα Διάχυτου Υπολογισμού» (ΠΜΣ ΣΔΥ). Κάθε σενάριο συνδέεται άμεσα με συγκεκριμένες Θεματικές Ενότητες του προγράμματος και επιδιώκει τη σύνδεση των τεχνικών γνώσεων με τις κοινωνικές, ηθικές και ανθρωποκεντρικές διαστάσεις των σύγχρονων ψηφιακών τεχνολογιών.

A. Σενάρια Ηθικής Ευαισθητοποίησης και Κριτικού Αναστοχασμού

Η πρώτη κατηγορία αποσκοπεί στην ανάπτυξη ηθικής επίγνωσης, κριτικής σκέψης και κοινωνικής υπευθυνότητας μέσω της διερεύνησης πραγματικών περιπτώσεων χρήσης τεχνολογιών δικτύων, κινητού υπολογισμού και διάχυτων συστημάτων.

Σενάριο Α1

Ηθικές Προεκτάσεις των Δικτύων και της Κινητής Υπολογιστικής

Θεματικές Ενότητες: ΣΔΥ50, ΣΔΥ51, ΣΔΥ61

Το σενάριο επικεντρώνεται στην ανάλυση πραγματικών περιπτώσεων παραβίασης ιδιωτικότητας, αλγοριθμικών διακρίσεων και τεχνολογιών επιτήρησης που αξιοποιούν υποδομές δικτύων, κινητών εφαρμογών και συστημάτων IoT. Οι φοιτητές/τριες μελετούν διεθνώς γνωστές περιπτώσεις, όπως το Cambridge Analytica, τα συστήματα αναγνώρισης προσώπου και οι έξυπνες συσκευές οικιακής παρακολούθησης.

Η δραστηριότητα οργανώνεται σε τρεις φάσεις. Αρχικά, πραγματοποιείται μελέτη περίπτωσης μέσω βίντεο, άρθρων και επιστημονικών πηγών. Στη συνέχεια οι φοιτητές/τριες αναλύουν τους εμπλεκόμενους φορείς (χρήστες, εταιρείες, κρατικούς οργανισμούς και ευάλωτες κοινωνικές ομάδες) και αξιολογούν τις επιπτώσεις των τεχνολογικών επιλογών. Τέλος, εφαρμόζουν διαφορετικά ηθικά πλαίσια ανάλυσης (δεοντολογία, ωφελιμισμό, Ethics of Care και Value Sensitive Design) προκειμένου να προσεγγίσουν τα αναδυόμενα διλήμματα.

Μαθησιακά αποτελέσματα

- Αναγνώριση ηθικών ζητημάτων στα δίκτυα και στα διάχυτα συστήματα.
- Ανάπτυξη τεκμηριωμένης επιχειρηματολογίας για τεχνολογικά διλήμματα.
- Κατανόηση των κοινωνικών συνεπειών των τεχνολογικών αποφάσεων.

Παραδοτέο

Ethical Reflection Portfolio.

Το Ethical Reflection Portfolio επιδιώκει να βοηθήσει τους/τις φοιτητές/τριες να:

- αναγνωρίζουν ηθικά διλήμματα,
- αναλύουν τις συνέπειες τεχνολογικών επιλογών,
- κατανοούν τις ανάγκες διαφορετικών ομάδων χρηστών,

- τεκμηριώνουν τις απόψεις τους με επιχειρήματα,
- αναπτύσσουν υπεύθυνη επαγγελματική στάση ως μηχανικοί και σχεδιαστές συστημάτων.

Παράδειγμα Υλοποίησης Σεναρίου A1

Ηθικές Προεκτάσεις των Δικτύων και της Κινητής Υπολογιστικής

Θεματικές Ενότητες: ΣΔΥ50, ΣΔΥ51, ΣΔΥ61

Διάρκεια: 2 εβδομάδες (1 σύγχρονη συνάντηση και 1 ασύγχρονη δραστηριότητα)

Τρόπος υλοποίησης: Ομαδική δραστηριότητα (3-4 φοιτητές/τριες)

Παραδοτέο: Φάκελος Ηθικού Αναστοχασμού (Ethical Reflection Portfolio)

Σκοπός του Σεναρίου

Σκοπός της δραστηριότητας είναι οι φοιτητές/τριες να αναγνωρίσουν τα ηθικά ζητήματα που ανακύπτουν από τη χρήση τεχνολογιών δικτύων, κινητού υπολογισμού και συστημάτων IoT και να αναπτύξουν δεξιότητες κριτικής ανάλυσης και υπεύθυνης λήψης αποφάσεων.

Το σενάριο συνδέεται με:

- **ΣΔΥ50**, καθώς εξετάζονται θέματα διαχείρισης δεδομένων και ασφάλειας δικτύων.
- **ΣΔΥ51**, καθώς μελετώνται συστήματα IoT και διάχυτου υπολογισμού.
- **ΣΔΥ61**, καθώς αναλύονται κινητές εφαρμογές και υπηρεσίες εντοπισμού θέσης.

Οδηγίες προς τους/τις φοιτητές/τριες

Φάση 1: Μελέτη Περίπτωσης

Η ομάδα επιλέγει μία από τις ακόλουθες περιπτώσεις:

Περίπτωση Α

Cambridge Analytica και πολιτική χειραγώγηση μέσω προσωπικών δεδομένων.

Περίπτωση Β

Χρήση τεχνολογιών αναγνώρισης προσώπου σε δημόσιους χώρους.

Περίπτωση Γ

Έξυπνα ηχεία και συσκευές παρακολούθησης στο σπίτι (Amazon Alexa, Google Home κ.ά.).

Περίπτωση Δ

Εφαρμογές κινητής τηλεφωνίας που συλλέγουν δεδομένα τοποθεσίας χρηστών.

Η ομάδα μελετά το σχετικό υλικό που παρέχεται στην πλατφόρμα του μαθήματος (βίντεο, άρθρα, επιστημονικές δημοσιεύσεις).

Φάση 2: Ανάλυση Ενδιαφερομένων Μερών (Stakeholder Analysis)

Συμπληρώστε τον ακόλουθο πίνακα:

Εμπλεκόμενος	Συμφέροντα	Πιθανές Επιπτώσεις
Χρήστες	Προστασία προσωπικών δεδομένων	Παραβίαση ιδιωτικότητας
Εταιρεία	Κερδοφορία	Συλλογή μεγάλου όγκου δεδομένων
Κράτος	Δημόσια ασφάλεια	Αυξημένη επιτήρηση
Ευάλωτες ομάδες	Ίση μεταχείριση	Πιθανές διακρίσεις

Φάση 3: Ηθική Ανάλυση

Απαντήστε στα παρακάτω ερωτήματα χρησιμοποιώντας τέσσερις διαφορετικές προσεγγίσεις.

Α. Δεοντολογική Προσέγγιση

- Παραβιάζονται θεμελιώδη δικαιώματα;
- Υπάρχει ενημερωμένη συγκατάθεση των χρηστών;
- Οι χρήστες αντιμετωπίζονται ως αυτόνομα πρόσωπα;

Β. Ωφελιμιστική Προσέγγιση

- Ποια είναι τα οφέλη για την κοινωνία;
- Ποιες είναι οι αρνητικές συνέπειες;
- Υπερτερούν τα οφέλη έναντι των κινδύνων;

Γ. Ethics of Care

- Ποιες ομάδες είναι περισσότερο εκτεθειμένες;
- Προστατεύονται οι ευάλωτοι χρήστες;
- Υπάρχει κοινωνική δικαιοσύνη;

Δ. Value Sensitive Design

- Ποιες ανθρώπινες αξίες επηρεάζονται;
- Πώς θα μπορούσε να επανασχεδιαστεί το σύστημα;
- Πώς μπορούν να ενσωματωθούν η ιδιωτικότητα και η διαφάνεια;

Παράδειγμα Απάντησης

Περίπτωση: Αναγνώριση προσώπου σε έξυπνη πόλη

Περιγραφή

Ο Δήμος εγκαθιστά κάμερες αναγνώρισης προσώπου σε δημόσιους χώρους με στόχο την ενίσχυση της ασφάλειας και τη μείωση της εγκληματικότητας.

Φορέας	Συμφέρον
Πολίτες	Ασφάλεια και προστασία προσωπικών δεδομένων
Δήμος	Αποτελεσματική αστυνόμευση
Αστυνομία	Ταχεία αναγνώριση υπόπτων
Εταιρεία λογισμικού	Εμπορική αξιοποίηση τεχνολογίας
Μειονοτικές ομάδες	Αποφυγή διακρίσεων

Εμπλεκόμενοι Φορείς:

Ηθική Ανάλυση

Δεοντολογία

Η συνεχής παρακολούθηση πολιτών χωρίς ρητή συγκατάθεση μπορεί να παραβιάζει το δικαίωμα στην ιδιωτικότητα.

Ωφελιμισμός

Η μείωση της εγκληματικότητας αποτελεί κοινωνικό όφελος, ωστόσο η μαζική παρακολούθηση επηρεάζει αρνητικά τα δικαιώματα όλων των πολιτών.

Ethics of Care

Ορισμένες κοινωνικές ομάδες μπορεί να στοχοποιούνται συχνότερα λόγω λανθασμένων αναγνώρισεων.

Value Sensitive Design

Θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν τεχνικές ανωνυμοποίησης ή περιορισμένης χρονικής αποθήκευσης δεδομένων.

Κριτήρια αξιολόγησης

Κριτήριο Αξιολόγησης	Περιγραφή	Βαρύτητα (%)
1. Κατανόηση της μελέτης περίπτωσης	Πλήρης κατανόηση της περίπτωσης, των τεχνολογικών χαρακτηριστικών και των εμπλεκόμενων ζητημάτων.	10
2. Ανάλυση ενδιαφερομένων μερών (Stakeholder Analysis)	Ορθή αναγνώριση των εμπλεκόμενων φορέων, των συμφερόντων τους και των πιθανών κοινωνικών, οικονομικών και ηθικών επιπτώσεων.	15
3. Εφαρμογή ηθικών θεωριών	Ορθή και τεκμηριωμένη εφαρμογή των θεωριών της Δεοντολογίας, του Ωφελιμισμού, του Ethics of Care και του Value Sensitive Design στην ανάλυση της περίπτωσης.	20
4. Κριτική σκέψη και επιχειρηματολογία	Ανάπτυξη τεκμηριωμένων επιχειρημάτων, αξιολόγηση εναλλακτικών προσεγγίσεων και σύνθεση προσωπικής επιστημονικής άποψης.	15
5. Ηθική αξιολόγηση και υπεύθυνη λήψη αποφάσεων	Αναγνώριση ηθικών διλημμάτων και διατύπωση τεκμηριωμένων προτάσεων για υπεύθυνο σχεδιασμό και χρήση των τεχνολογιών.	15

6. Επιστημονική τεκμηρίωση	Αξιοποίηση έγκυρων επιστημονικών πηγών, σωστή χρήση βιβλιογραφικών αναφορών και τεκμηρίωση των θέσεων.	10
7. Ποιότητα και οργάνωση του Ethical Reflection Portfolio	Σαφήνεια, συνοχή, οργάνωση, επιστημονική γραφή και πληρότητα του παραδοτέου.	10
8. Συνεργασία της ομάδας	Ισορροπημένη συμμετοχή όλων των μελών, συνεργασία και αποτελεσματικός συντονισμός κατά την εκπόνηση της εργασίας.	5
Σύνολο		100

Πίνακας 7. Κριτήρια αξιολόγησης φοιτητών/τριών στο σενάριο «Ηθικές Προεκτάσεις των Δικτύων και της Κινητής Υπολογιστικής

Αναμενόμενο Μαθησιακό Αποτέλεσμα

Με την ολοκλήρωση του σεναρίου, οι φοιτητές/τριες θα είναι σε θέση να αναπτύσσουν και να αξιολογούν μοντέλα μηχανικής μάθησης που αξιοποιούν δεδομένα από αισθητήρες IoT και κινητές συσκευές, εντοπίζοντας πιθανές πηγές αλγοριθμικής μεροληψίας και διακρίσεων. Θα μπορούν να εφαρμόζουν μετρικές αλγοριθμικής δικαιοσύνης (fairness metrics), να αναλύουν τις επιπτώσεις των αλγοριθμικών αποφάσεων σε διαφορετικές κοινωνικές ομάδες και να προτείνουν τεχνικές και οργανωτικές παρεμβάσεις για τη μείωση των ανισοτήτων.

Παράλληλα, θα αναπτύξουν κριτική κατανόηση της σχέσης μεταξύ ακρίβειας, διαφάνειας και δικαιοσύνης στα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης, αναγνωρίζοντας ότι η ποιότητα ενός αλγορίθμου δεν εξαρτάται μόνο από την απόδοσή του αλλά και από τον βαθμό στον οποίο προάγει την ισότιμη και υπεύθυνη χρήση της τεχνολογίας. Το σενάριο ενισχύει άμεσα τα μαθησιακά αντικείμενα της ΣΔΥ51 (Συστήματα Διάχυτου και Σφαιρικού Υπολογισμού) μέσω της αξιοποίησης δεδομένων IoT, της ΣΔΥ60 (Σχεδίαση και Ανάλυση Συστημάτων Υλικού-Λογισμικού) μέσω της ανάπτυξης και αξιολόγησης αλγορίθμων μηχανικής μάθησης και της ΣΔΥ61 (Συστήματα Κινητού Υπολογισμού) μέσω της ανάλυσης δεδομένων και υπηρεσιών που προέρχονται από κινητ ές συσκευές και εφαρμογές. Έτσι, οι φοιτητές/τριες θα αποκτήσουν δεξιότητες σχεδιασμού και ελέγχου δίκαιων, αξιόπιστων και κοινωνικά υπεύθυνων συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης για σύγχρονα περιβάλλοντα διάχυτου υπολογισμού.

Σενάριο Α2

Ethics-by-Design: Σχεδιάζοντας Δίκαιες και Διαφανείς Τεχνολογίες

Θεματικές Ενότητες: ΣΔΥ50, ΣΔΥ51, ΣΔΥ60, ΣΔΥ61, ΣΔΥ62

Το σενάριο προτείνει τη δημιουργία μιας οριζόντιας εκπαιδευτικής ενότητας που θα διατρέχει το σύνολο του προγράμματος σπουδών. Βασικός στόχος είναι η κατανόηση της ηθικής ως συστατικού στοιχείου της σχεδίασης τεχνολογικών συστημάτων και όχι ως μεταγενέστερου ελέγχου συμμόρφωσης.

Οι φοιτητές/τριες δημιουργούν «ηθικές περσόνες χρηστών» (ethical personas), οι οποίες εκπροσωπούν διαφορετικές κοινωνικές ομάδες, όπως ηλικιωμένους, άτομα με αναπηρίες, χρήστες με περιορισμένες ψηφιακές δεξιότητες ή πολίτες με αυξημένες ανησυχίες για την προστασία προσωπικών δεδομένων. Στη συνέχεια αναπτύσσουν ethical user journeys και αξιολογούν πώς οι σχεδιαστικές αποφάσεις επηρεάζουν διαφορετικούς χρήστες.

Μαθησιακά αποτελέσματα

- Ενσωμάτωση ηθικών απαιτήσεων στη σχεδίαση συστημάτων.
- Κατανόηση των αρχών ιδιωτικότητας, διαφάνειας και λογοδοσίας.
- Ανάπτυξη ανθρωποκεντρικής προσέγγισης στον σχεδιασμό τεχνολογιών.

Παραδοτέο

Ethics-by-Design Blueprint.

Παράδειγμα Υλοποίησης Σεναρίου Α2

Ethics-by-Design: Σχεδιάζοντας Δίκαιες και Διαφανείς Τεχνολογίες

Θεματικές Ενότητες: ΣΔΥ50, ΣΔΥ51, ΣΔΥ60, ΣΔΥ61, ΣΔΥ62

Διάρκεια: 2–3 εβδομάδες

Τρόπος υλοποίησης: Ομαδική εργασία (3-5 φοιτητές/τριες)

Παραδοτέο: Ethics-by-Design Blueprint

Σκοπός του Σεναρίου

Σκοπός του σεναρίου είναι οι φοιτητές/τριες να κατανοήσουν ότι η ηθική δεν αποτελεί μια διαδικασία ελέγχου που εφαρμόζεται μετά την ανάπτυξη ενός συστήματος, αλλά ένα σύνολο αρχών που πρέπει να ενσωματώνονται από τα πρώτα στάδια σχεδίασης.

Η δραστηριότητα συνδέεται με όλες τις Θεματικές Ενότητες του ΠΜΣ:

- **ΣΔΥ50:** σχεδιασμός λογισμικού και διαχείριση δεδομένων.
- **ΣΔΥ51:** ανάπτυξη συστημάτων IoT και διάχυτου υπολογισμού.
- **ΣΔΥ60:** ανάλυση απαιτήσεων και σχεδίαση συστημάτων.
- **ΣΔΥ61:** κινητές εφαρμογές και υπηρεσίες.
- **ΣΔΥ62:** ενσωματωμένα συστήματα και έξυπνες συσκευές.

Περιγραφή Δραστηριότητας

Οι φοιτητές/τριες αναλαμβάνουν να σχεδιάσουν ένα νέο έξυπνο σύστημα, ενσωματώνοντας από την αρχή απαιτήσεις σχετικές με:

- ιδιωτικότητα (privacy),
- διαφάνεια (transparency),
- λογοδοσία (accountability),
- προσβασιμότητα (accessibility),
- συμπερίληψη (inclusion),
- αλγοριθμική δικαιοσύνη (fairness).

Η ομάδα δεν εστιάζει μόνο στις τεχνικές προδιαγραφές αλλά και στις κοινωνικές συνέπειες του συστήματος.

Υποθετική Μελέτη Περίπτωσης

Smart Health Assistant

Η ομάδα σχεδιάζει μια εφαρμογή κινητού υπολογισμού και IoT για ηλικιωμένους.

Το σύστημα:

- συλλέγει δεδομένα από wearable αισθητήρες,
- παρακολουθεί καρδιακούς παλμούς,
- εντοπίζει πτώσεις,
- αποστέλλει ειδοποιήσεις σε συγγενείς και γιατρούς,
- χρησιμοποιεί αλγόριθμο AI για την αξιολόγηση κινδύνου.

Οδηγίες προς τους/τις Φοιτητές/τριες

Φάση 1: Δημιουργία Ethical Personas

Κατασκευάστε τουλάχιστον τρεις διαφορετικές περσόνες χρηστών.

Παράδειγμα

Persona 1

Όνομα: Μαρία

Ηλικία: 78 ετών

Χαρακτηριστικά:

- Ζει μόνη.
- Έχει περιορισμένες ψηφιακές δεξιότητες.
- Αντιμετωπίζει προβλήματα όρασης.

Ανάγκες:

- Απλή διεπαφή.
- Μεγάλα γράμματα.
- Ασφάλεια σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.

Persona 2

Όνομα: Νίκος

Ηλικία: 45 ετών

Χαρακτηριστικά:

- Γιος της Μαρίας.
- Επιθυμεί να ενημερώνεται για την κατάσταση της μητέρας του.

Ανάγκες:

- Έγκαιρες ειδοποιήσεις.
- Πρόσβαση μόνο στα απαραίτητα δεδομένα.

Persona 3

Όνομα: Ελένη

Ηλικία: 38 ετών

Χαρακτηριστικά:

- Ευαισθητοποιημένη σε θέματα προσωπικών δεδομένων.

Ανάγκες:

- Έλεγχος της χρήσης δεδομένων.
- Δυνατότητα ανάκλησης συγκατάθεσης.

Φάση 2: Ethical User Journey

Αναλύστε τη διαδρομή του χρήστη από την εγγραφή έως την καθημερινή χρήση.

Παράδειγμα

Στάδιο	Δεδομένα που συλλέγονται	Πιθανός ηθικός κίνδυνος
Εγγραφή	Όνομα, ηλικία	Υπερβολική συλλογή δεδομένων
Χρήση αισθητήρων	Δεδομένα υγείας	Παραβίαση ιδιωτικότητας
Αποθήκευση	Ιατρικό ιστορικό	Διαρροή δεδομένων
Ειδοποιήσεις	Τοποθεσία χρήστη	Παρακολούθηση κινήσεων

Φάση 3: Ethical Risk Assessment

Απαντήστε στα παρακάτω ερωτήματα:

Ιδιωτικότητα

- Ποια δεδομένα είναι πραγματικά απαραίτητα;
- Μπορούν να εφαρμοστούν τεχνικές ανωνυμοποίησης;

Διαφάνεια

- Κατανοεί ο χρήστης τι συλλέγεται;
- Υπάρχει σαφής ενημέρωση;

Λογοδοσία

- Ποιος είναι υπεύθυνος σε περίπτωση λάθους του συστήματος;

Συμπερίληψη

- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από άτομα με αναπηρίες;
- Υποστηρίζει διαφορετικά επίπεδα ψηφιακού γραμματισμού;

Δικαιοσύνη

- Ο αλγόριθμος λειτουργεί εξίσου καλά για όλες τις ηλικιακές ομάδες;
- Υπάρχει πιθανότητα αλγοριθμικής μεροληψίας;

Φάση 4: Ethics-by-Design Canvas

Οι ομάδες συμπληρώνουν τον ακόλουθο πίνακα.

Ερώτημα	Απάντηση
Ποιος ωφελείται;	Ηλικιωμένοι και οικογένειες
Ποιος μπορεί να αποκλειστεί;	Χρήστες χωρίς ψηφιακές δεξιότητες
Ποια δεδομένα απαιτούνται;	Μόνο βασικά δεδομένα υγείας

Πώς προστατεύονται;	Κρυπτογράφηση και ανωνυμοποίηση
Ποιος είναι υπεύθυνος;	Πάροχος υπηρεσίας και διαχειριστής
Πώς ενημερώνεται ο χρήστης;	Πολιτική απορρήτου σε απλή γλώσσα

Παράδειγμα Τελικής Πρότασης Ανασχεδιασμού

Μετά την αξιολόγηση, η ομάδα προτείνει:

Τεχνικές βελτιώσεις

- Κρυπτογράφηση δεδομένων.
- Τοπική επεξεργασία (edge computing) όπου είναι δυνατό.
- Ελαχιστοποίηση συλλογής δεδομένων.

Βελτιώσεις προσβασιμότητας

- Φωνητικές εντολές.
- Μεγέθυνση κειμένου.
- Υποστήριξη αναγνωστών οθόνης.

Βελτιώσεις διαφάνειας

- Dashboard ελέγχου προσωπικών δεδομένων.
- Εμφάνιση των δεδομένων που συλλέγονται.
- Δυνατότητα διαγραφής λογαριασμού.

Δομή Παραδοτέου (Ethics-by-Design Blueprint)

1. Περιγραφή Συστήματος

Σύντομη παρουσίαση της εφαρμογής.

2. Ethical Personas

Ανάλυση των χρηστών.

3. Ethical User Journey

Χαρτογράφηση αλληλεπίδρασης χρήστη.

4. Ethical Risk Assessment

Ανάλυση ηθικών κινδύνων.

5. Ethics-by-Design Canvas

Συνοπτική αξιολόγηση.

6. Προτεινόμενες Βελτιώσεις

Τεχνικές και οργανωτικές παρεμβάσεις.

7. Συμπέρασμα

Αναστοχασμός για τον τρόπο με τον οποίο οι αρχές της ηθικής ενσωματώθηκαν στη σχεδίαση.

Κριτήρια Αξιολόγησης

Κριτήριο Αξιολόγησης	Περιγραφή	Βαρύτητα (%)
1. Ανάλυση του προτεινόμενου συστήματος	Σαφής περιγραφή του τεχνολογικού συστήματος, των λειτουργιών του και του πλαισίου εφαρμογής του.	10
2. Ανάπτυξη Ethical Personas	Δημιουργία ρεαλιστικών περσόνων που εκπροσωπούν διαφορετικές ομάδες χρηστών, λαμβάνοντας υπόψη ποικίλες ανάγκες, ικανότητες και ευαλωτότητες.	15
3. Σχεδίαση Ethical User Journey	Πλήρης χαρτογράφηση της διαδρομής του χρήστη, αναγνώριση σημείων αλληλεπίδρασης και εντοπισμός πιθανών ηθικών κινδύνων σε κάθε στάδιο.	15
4. Ethical Risk Assessment	Συστηματική αξιολόγηση ζητημάτων ιδιωτικότητας, διαφάνειας, λογοδοσίας, συμπερίληψης και αλγοριθμικής δικαιοσύνης με τεκμηριωμένη ανάλυση.	20
5. Εφαρμογή των αρχών Ethics-by-Design	Ενσωμάτωση των αρχών Privacy, Transparency, Accountability, Accessibility, Inclusion και Fairness στον σχεδιασμό του συστήματος.	15

6. Ποιότητα του Ethics-by-Design Canvas και προτεινόμενων βελτιώσεων	Πληρότητα του Canvas, ρεαλιστικότητα των τεχνικών και οργανωτικών παρεμβάσεων και σύνδεσή τους με τις ηθικές απαιτήσεις του έργου.	10
7. Επιστημονική τεκμηρίωση και επιχειρηματολογία	Χρήση σύγχρονης επιστημονικής βιβλιογραφίας, τεκμηριωμένων επιχειρημάτων και ορθή χρήση βιβλιογραφικών αναφορών.	10
8. Συνεργασία και οργάνωση ομάδας	Ισορροπημένη συμμετοχή όλων των μελών, αποτελεσματική συνεργασία και συνέπεια στην υλοποίηση του έργου.	5
Σύνολο		100

Πίνακας 8. Κριτήρια αξιολόγησης φοιτητών/τριών στο σενάριο «Ethics-by-Design: Σχεδιάζοντας Δίκαιες και Διαφανείς Τεχνολογίες

Αναμενόμενο μαθησιακό αποτέλεσμα

Με την ολοκλήρωση της δραστηριότητας, οι φοιτητές/τριες θα μπορούν να εφαρμόζουν τις αρχές του Ethics-by-Design στον σχεδιασμό δικτυακών εφαρμογών (ΣΔΥ50), συστημάτων IoT (ΣΔΥ51), σύνθετων συστημάτων υλικού-λογισμικού (ΣΔΥ60), εφαρμογών κινητού υπολογισμού (ΣΔΥ61) και ενσωματωμένων συστημάτων (ΣΔΥ62), αναγνωρίζοντας ότι η ιδιωτικότητα, η δικαιοσύνη, η διαφάνεια και η συμπερίληψη αποτελούν θεμελιώδεις σχεδιαστικές απαιτήσεις και όχι δευτερεύοντα χαρακτηριστικά.

Σενάριο A3

Πρόγραμμα Ηθικής Καθοδήγησης για Διπλωματικές Εργασίες

Θεματικές Ενότητες: Όλο το ΠΜΣ (ΣΔΥ50–ΣΔΥ62)

Κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας, οι φοιτητές/τριες καλούνται να συμπληρώνουν ειδικό πλαίσιο ηθικής αξιολόγησης και να συζητούν με τον επιβλέποντα ζητήματα προστασίας προσωπικών δεδομένων, αλγοριθμικής δικαιοσύνης, διαφάνειας και κοινωνικού αντίκτυπου.

Η διαδικασία λειτουργεί ως μηχανισμός ηθικής αυτοαξιολόγησης και ενισχύει τη σύνδεση της ερευνητικής δραστηριότητας με τις αρχές της υπεύθυνης καινοτομίας.

Παραδοτέο

Ethical Impact Statement ενσωματωμένο στη διπλωματική εργασία.

Παράδειγμα Υλοποίησης Σεναρίου Α3

Πρόγραμμα Ηθικής Καθοδήγησης για Διπλωματικές Εργασίες

Θεματικές Ενότητες: ΣΔΥ50, ΣΔΥ51, ΣΔΥ60, ΣΔΥ61, ΣΔΥ62

Διάρκεια: Καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας

Τρόπος υλοποίησης: Ατομική δραστηριότητα με καθοδήγηση από τον επιβλέποντα καθηγητή

Παραδοτέο: Ethical Impact Statement ενσωματωμένο στη διπλωματική εργασία

Σκοπός του Σεναρίου

Το σενάριο αποσκοπεί στην ενσωμάτωση της ηθικής διάστασης στην ερευνητική διαδικασία του ΠΜΣ ΣΔΥ. Οι φοιτητές/τριες καλούνται να αξιολογούν συστηματικά τις κοινωνικές, ηθικές και νομικές επιπτώσεις της διπλωματικής τους εργασίας, αναπτύσσοντας παράλληλα υπεύθυνη ερευνητική και επαγγελματική στάση.

Η δραστηριότητα εφαρμόζεται οριζόντια σε όλες τις Θεματικές Ενότητες:

- **ΣΔΥ50:** Δίκτυα, λογισμικό, διαχείριση δεδομένων.
- **ΣΔΥ51:** Διάχτυα και IoT συστήματα.
- **ΣΔΥ60:** Σχεδίαση και ανάλυση συστημάτων υλικού-λογισμικού.
- **ΣΔΥ61:** Κινητός υπολογισμός και κινητές εφαρμογές.
- **ΣΔΥ62:** Ενσωματωμένα συστήματα και αισθητήρες.

Περιγραφή Δραστηριότητας

Κατά την έναρξη της διπλωματικής εργασίας, κάθε φοιτητής/τρια συμπληρώνει ένα Ethical Assessment Form και το επικαιροποιεί σε συγκεκριμένα σημεία της ερευνητικής διαδικασίας.

Η αξιολόγηση πραγματοποιείται:

1. Κατά τον σχεδιασμό της έρευνας.

2. Κατά τη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων.
3. Κατά την ανάπτυξη του συστήματος.
4. Κατά την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.
5. Πριν την τελική υποβολή της διπλωματικής.

Σε κάθε στάδιο πραγματοποιείται σύντομη συζήτηση με τον επιβλέποντα σχετικά με πιθανούς ηθικούς κινδύνους και τρόπους αντιμετώπισής τους.

Παράδειγμα Διπλωματικής Εργασίας

Τίτλος

«Ανάπτυξη Συστήματος Έγκαιρης Ανίχνευσης Κινδύνου Πτώσης Ηλικιωμένων μέσω Wearable Αισθητήρων και Τεχνητής Νοημοσύνης»

Σύνδεση με ΘΕ

- **ΣΔΥ51:** Διάχυτος υπολογισμός και IoT αισθητήρες.
- **ΣΔΥ60:** Ανάλυση και ανάπτυξη αλγορίθμων.
- **ΣΔΥ61:** Κινητή εφαρμογή παρακολούθησης.
- **ΣΔΥ62:** Wearable συσκευές.
- **ΣΔΥ50:** Δικτυακή επικοινωνία και αποθήκευση δεδομένων.

Οδηγίες προς τους/τις Φοιτητές/τριες

Φάση 1: Προκαταρκτική Ηθική Αξιολόγηση

Απαντήστε στα παρακάτω ερωτήματα:

Συλλογή Δεδομένων

- Συλλέγονται προσωπικά δεδομένα;
- Συλλέγονται ευαίσθητα δεδομένα υγείας;
- Είναι όλα τα δεδομένα απαραίτητα για την έρευνα;

Συγκατάθεση

- Οι συμμετέχοντες ενημερώνονται πλήρως;
- Υπάρχει γραπτή συγκατάθεση;
- Μπορούν να αποχωρήσουν από την έρευνα οποιαδήποτε στιγμή;

Αποθήκευση Δεδομένων

- Πού αποθηκεύονται τα δεδομένα;
- Ποιος έχει πρόσβαση;
- Για πόσο διάστημα διατηρούνται;

Φάση 2: Ανάλυση Κοινωνικού Αντίκτυπου

Συμπληρώστε τον ακόλουθο πίνακα:

Ερώτημα	Απάντηση
Ποιοι ωφελούνται;	Ηλικιωμένοι, φροντιστές, ιατροί
Ποιοι μπορεί να επηρεαστούν αρνητικά;	Χρήστες που ανησυχούν για την ιδιωτικότητα
Υπάρχει κίνδυνος αποκλεισμού ομάδων;	Ναι, άτομα με περιορισμένη πρόσβαση σε τεχνολογία
Υπάρχουν κοινωνικές ανισότητες;	Πιθανή άνιση πρόσβαση λόγω κόστους

Φάση 3: Αξιολόγηση Αλγοριθμικής Δικαιοσύνης

Εξετάστε:

- Χρησιμοποιούνται αντιπροσωπευτικά δεδομένα;
- Περιλαμβάνονται διαφορετικές ηλικιακές ομάδες;
- Υπάρχει κίνδυνος λανθασμένων προβλέψεων;
- Ποιες θα είναι οι συνέπειες ενός λάθους;

Παράδειγμα

Ο αλγόριθμος εκπαιδεύτηκε κυρίως με δεδομένα ατόμων ηλικίας 65-75 ετών και ενδέχεται να παρουσιάζει μειωμένη ακρίβεια για άτομα άνω των 85 ετών.

Φάση 4: Διαφάνεια και Λογοδοσία

Απαντήστε:

- Μπορεί να εξηγηθεί η λειτουργία του αλγορίθμου;
- Ο χρήστης γνωρίζει πώς λαμβάνονται οι αποφάσεις;

- Ποιος φέρει ευθύνη σε περίπτωση λανθασμένης πρόβλεψης;

Φάση 5: Στρατηγικές Μετριασμού Κινδύνων

Καταγράψτε μέτρα αντιμετώπισης.

Παράδειγμα

Κίνδυνος	Μέτρο αντιμετώπισης
Διαρροή δεδομένων	Κρυπτογράφηση
Μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση	Έλεγχος πρόσβασης
Αλγοριθμική μεροληψία	Διεύρυνση συνόλου δεδομένων
Έλλειψη διαφάνειας	Explainable AI

Ρόλος του Επιβλέποντα

Ο επιβλέπων:

- ελέγχει την πληρότητα της ηθικής αξιολόγησης,
- εντοπίζει πιθανούς κινδύνους,
- καθοδηγεί τον/την φοιτητή/τρια στην επιλογή κατάλληλων μέτρων προστασίας,
- διασφαλίζει τη συμμόρφωση με τον GDPR και τις αρχές της υπεύθυνης έρευνας.

Κριτήρια Αξιολόγησης

Κριτήριο Αξιολόγησης	Περιγραφή	Βαρύτητα (%)
1. Προκαταρκτική ηθική αξιολόγηση της έρευνας	Αναγνώριση των ηθικών, κοινωνικών και νομικών ζητημάτων κατά τον σχεδιασμό της διπλωματικής εργασίας και τεκμηρίωση των αρχικών κινδύνων.	15
2. Προστασία προσωπικών δεδομένων και συμμόρφωση με τον GDPR	Ορθή εφαρμογή αρχών ελαχιστοποίησης δεδομένων, ενημερωμένης συγκατάθεσης, ασφαλούς αποθήκευσης και διαχείρισης προσωπικών δεδομένων σύμφωνα με τον GDPR.	15
3. Ανάλυση κοινωνικού αντίκτυπου	Αξιολόγηση των επιπτώσεων της έρευνας σε διαφορετικές κοινωνικές ομάδες, εντοπισμός	15

	πιθανών αποκλεισμών και κοινωνικών ανισοτήτων.	
4. Αξιολόγηση αλγοριθμικής δικαιοσύνης και διαφάνειας	Εξέταση πιθανών αλγοριθμικών μεροληψιών, αντιπροσωπευτικότητας των δεδομένων, δυνατότητας ερμηνείας των αποτελεσμάτων και σαφούς κατανομής ευθυνών.	15
5. Στρατηγικές μετριασμού ηθικών κινδύνων	Προσδιορισμός και τεκμηρίωση κατάλληλων τεχνικών και οργανωτικών μέτρων για την αντιμετώπιση ηθικών, κοινωνικών και τεχνολογικών κινδύνων.	15
6. Ποιότητα και πληρότητα του Ethical Impact Statement	Ολοκληρωμένη ενσωμάτωση της ηθικής αξιολόγησης στη διπλωματική εργασία, με σαφή τεκμηρίωση, συνοχή και επιστημονική πληρότητα.	15
7. Επιστημονική τεκμηρίωση	Αξιοποίηση έγκυρης επιστημονικής βιβλιογραφίας, κανονιστικών πλαισίων (GDPR, AI Act, UNESCO κ.ά.) και ηθικών προτύπων για την υποστήριξη των συμπερασμάτων.	5
8. Συνεργασία με τον επιβλέποντα και συνεχής αναστοχασμός	Συστηματική επικαιροποίηση του Ethical Assessment Form, αξιοποίηση της ανατροφοδότησης του επιβλέποντα και αναστοχασμός σε όλα τα στάδια της έρευνας.	5
Σύνολο		100

Πίνακας 9. Κριτήρια αξιολόγησης φοιτητών/τριών στο σενάριο «Πρόγραμμα Ηθικής Καθοδήγησης για Διπλωματικές Εργασίες

Αναμενόμενο Μαθησιακό Αποτέλεσμα

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας, οι φοιτητές/τριες θα είναι σε θέση να αξιολογούν συστηματικά τις ηθικές, κοινωνικές και νομικές διαστάσεις των τεχνολογικών λύσεων που αναπτύσσουν, ενσωματώνοντας τις αρχές της υπεύθυνης έρευνας και καινοτομίας σε έργα που σχετίζονται με δίκτυα (ΣΔΥ50), διάχυτο υπολογισμό (ΣΔΥ51), σχεδίαση συστημάτων (ΣΔΥ60), κινητό υπολογισμό (ΣΔΥ61) και ενσωματωμένα συστήματα (ΣΔΥ62). Το σενάριο συμβάλλει στη διαμόρφωση επαγγελματιών που δεν αξιολογούν μόνο την τεχνική αποτελεσματικότητα μιας λύσης, αλλά και τον κοινωνικό της αντίκτυπο.

Σενάριο Α4

Responsible Technology Culture Hub

Θεματικές Ενότητες: Όλο το ΠΜΣ (ΣΔΥ50–ΣΔΥ62)

Δημιουργείται μία ψηφιακή κοινότητα μάθησης μέσω Moodle ή Microsoft Teams, όπου συγκεντρώνονται επιστημονικά άρθρα, podcasts, βέλτιστες πρακτικές, περιπτώσεις μελέτης και εκπαιδευτικό υλικό σχετικά με την υπεύθυνη τεχνολογία.

Η κοινότητα λειτουργεί ως χώρος συνεχούς ανταλλαγής γνώσεων και προβληματισμού μεταξύ φοιτητών/τριών και διδασκόντων.

Ετήσια δράση

Virtual Responsible Technology Conference με παρουσιάσεις φοιτητικών έργων.

Παράδειγμα Υλοποίησης Σεναρίου A4

Responsible Technology Culture Hub

Θεματικές Ενότητες: ΣΔΥ50, ΣΔΥ51, ΣΔΥ60, ΣΔΥ61, ΣΔΥ62

Διάρκεια: Καθ' όλη τη διάρκεια του ακαδημαϊκού έτους

Τρόπος υλοποίησης: Σύγχρονες και ασύγχρονες δραστηριότητες μέσω Moodle ή Microsoft Teams

Παραδοτέα:

- Συμμετοχή στην ψηφιακή κοινότητα μάθησης.
- Αναρτήσεις κριτικού αναστοχασμού.
- Παρουσίαση στο Virtual Responsible Technology Conference.

Σκοπός του Σεναρίου

Το σενάριο αποσκοπεί στη δημιουργία μιας μόνιμης κοινότητας μάθησης και πρακτικής (Community of Practice), μέσα από την οποία οι φοιτητές/τριες και οι διδάσκοντες θα ανταλλάσσουν γνώσεις, εμπειρίες και προβληματισμούς σχετικά με τις ηθικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές διαστάσεις των τεχνολογιών διάχυτου υπολογισμού.

Σε αντίθεση με τα υπόλοιπα σενάρια που υλοποιούνται στο πλαίσιο συγκεκριμένων μαθημάτων, το Responsible Technology Culture Hub λειτουργεί οριζόντια σε όλο το ΠΜΣ και υποστηρίζει τη συνεχή καλλιέργεια κουλτούρας υπεύθυνης καινοτομίας.

Το σενάριο συνδέεται με όλες τις Θεματικές Ενότητες:

- **ΣΔΥ50:** Ασφάλεια δικτύων, προστασία δεδομένων και λογισμικό.
- **ΣΔΥ51:** Ηθική των IoT και διάχυτων συστημάτων.
- **ΣΔΥ60:** Υπεύθυνος σχεδιασμός συστημάτων.
- **ΣΔΥ61:** Ιδιωτικότητα και κινητές υπηρεσίες.
- **ΣΔΥ62:** Ηθική των ενσωματωμένων συστημάτων και αισθητήρων.

Περιγραφή Δραστηριότητας

Δημιουργείται ένας ψηφιακός χώρος συνεργασίας στο Moodle ή στο Microsoft Teams με θεματικά κανάλια συζήτησης.

Οι φοιτητές/τριες συμμετέχουν καθ' όλη τη διάρκεια του έτους σε δραστηριότητες που σχετίζονται με:

- ηθική της τεχνητής νοημοσύνης,
- ιδιωτικότητα και προστασία προσωπικών δεδομένων,
- κυβερνοασφάλεια,
- αλγοριθμικές διακρίσεις,
- προσβασιμότητα,
- ψηφιακά δικαιώματα,
- βιώσιμη και υπεύθυνη τεχνολογία.

Δομή της Ψηφιακής Κοινότητας

Θεματικό Κανάλι 1

Ethics and Privacy

Σχετίζεται κυρίως με:

- ΣΔΥ50
- ΣΔΥ61

Θέματα συζήτησης:

- GDPR

- προστασία προσωπικών δεδομένων
- κυβερνοασφάλεια
- ψηφιακή ταυτότητα

Θεματικό Κανάλι 2

IoT and Society

Σχετίζεται κυρίως με:

- ΣΔΥ51
- ΣΔΥ62

Θέματα συζήτησης:

- έξυπνες πόλεις,
- έξυπνα σπίτια,
- wearables,
- παρακολούθηση μέσω αισθητήρων.

Θεματικό Κανάλι 3

Responsible AI

Σχετίζεται κυρίως με:

- ΣΔΥ60
- ΣΔΥ61

Θέματα συζήτησης:

- Explainable AI,
- αλγοριθμική δικαιοσύνη,
- λογοδοσία,
- αυτοματοποιημένη λήψη αποφάσεων.

Θεματικό Κανάλι 4

Accessibility and Inclusion

Σχετίζεται με όλες τις ΘΕ.

Θέματα συζήτησης:

- καθολικός σχεδιασμός,
- ψηφιακή προσβασιμότητα,
- τεχνολογίες υποβοήθησης,
- κοινωνική συμπερίληψη.

Οδηγίες προς τους/τις Φοιτητές/τριες

Κατά τη διάρκεια κάθε ακαδημαϊκού εξαμήνου οι φοιτητές/τριες καλούνται να:

1. Μελετήσουν επιλεγμένο υλικό

Παραδείγματα:

- επιστημονικά άρθρα,
- podcasts,
- βίντεο TED Talks,
- εκθέσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής,
- οδηγούς της UNESCO και του OECD.

2. Συμμετέχουν σε συζητήσεις

Κάθε φοιτητής/τρια υποχρεούται να δημοσιεύει:

- μία αρχική ανάρτηση,
- δύο τεκμηριωμένες παρεμβάσεις σε αναρτήσεις συμφοιτητών/τριών.

3. Καταθέτουν Σύντομο Κριτικό Σχόλιο

Μετά τη μελέτη κάθε περίπτωσης, οι φοιτητές/τριες απαντούν:

- Ποιο είναι το βασικό ηθικό ζήτημα;
- Ποιες κοινωνικές ομάδες επηρεάζονται;
- Πώς θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί;
- Ποια είναι η προσωπική σας θέση;

Παράδειγμα Δραστηριότητας

Θέμα

«Χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης για την Παρακολούθηση φοιτητών/τριών σε Εξετάσεις»

Υλικό Μελέτης

- Επιστημονικό άρθρο.
- Σύντομο βίντεο.
- Αναφορά της UNESCO για την ΑΙ στην εκπαίδευση.

Ερωτήματα Συζήτησης

1. Είναι θεμιτή η συνεχής παρακολούθηση φοιτητών/τριών;
2. Πώς επηρεάζεται η ιδιωτικότητα;
3. Μπορεί το σύστημα να δημιουργήσει διακρίσεις;
4. Υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις;

Ενδεικτική ανάρτηση φοιτητή/τριας

Η χρήση λογισμικού επιτήρησης κατά τη διάρκεια εξετάσεων μπορεί να περιορίσει τη δολίευση, ωστόσο δημιουργεί σημαντικά ζητήματα ιδιωτικότητας. Η συλλογή δεδομένων εικόνας και ήχου ενδέχεται να παραβιάζει θεμελιώδη δικαιώματα των φοιτητών/τριών. Θεωρώ ότι η εφαρμογή τέτοιων συστημάτων θα πρέπει να γίνεται μόνο όταν δεν υπάρχουν λιγότερο παρεμβατικές εναλλακτικές λύσεις.

Μηνιαία Δραστηριότητα

Responsible Technology Spotlight

Κάθε μήνα μία ομάδα φοιτητών/τριών παρουσιάζει:

- μία νέα τεχνολογία,
- τα οφέλη της,
- πιθανούς κινδύνους,
- προτάσεις υπεύθυνης χρήσης.

Παραδείγματα

- Generative AI.
- Smart Cities.
- Brain-Computer Interfaces.
- Autonomous Vehicles.
- Wearable Health Technologies.

Οδηγίες για την Τελική Παρουσίαση

Κάθε ομάδα παρουσιάζει:

Μέρος 1

Περιγραφή τεχνολογίας ή έργου.

Μέρος 2

Ηθικές και κοινωνικές επιπτώσεις.

Μέρος 3

Προτάσεις υπεύθυνης σχεδίασης.

Μέρος 4

Σύνδεση με τις αρχές:

- ιδιωτικότητας,
- συμπερίληψης,
- διαφάνειας,
- λογοδοσίας,
- βιωσιμότητας.

Ρόλος Διδασκόντων

Οι διδάσκοντες/ουσες:

- αναρτούν εκπαιδευτικό υλικό,
- συντονίζουν τις συζητήσεις,
- παρέχουν ανατροφοδότηση,

- ενθαρρύνουν τη διασύνδεση διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων του ΠΜΣ.

Αναμενόμενο Μαθησιακό Αποτέλεσμα

Με την ολοκλήρωση του σεναρίου, οι φοιτητές/τριες θα έχουν αναπτύξει μια διαρκή κουλτούρα ηθικού προβληματισμού και υπεύθυνης τεχνολογικής πρακτικής. Θα μπορούν να συσχετίζουν τις τεχνικές γνώσεις που αποκτούν στις Θεματικές Ενότητες ΣΔΥ50 (Δίκτυα και Λογισμικό), ΣΔΥ51 (Διάχυτος και Σφαιρικός Υπολογισμός), ΣΔΥ60 (Σχεδίαση και Ανάλυση Συστημάτων Υλικού-Λογισμικού), ΣΔΥ61 (Κινητός Υπολογισμός) και ΣΔΥ62 (Ενσωματωμένα Συστήματα) με ευρύτερα ζητήματα ηθικής, κοινωνικής ευθύνης, συμπερίληψης και βιωσιμότητας, διαμορφώνοντας μια κοινή ακαδημαϊκή κουλτούρα υπεύθυνης καινοτομίας στο ΠΜΣ ΣΔΥ.

Κριτήριο Αξιολόγησης	Περιγραφή	Βαρύτητα (%)
1. Ενεργός συμμετοχή στην ψηφιακή κοινότητα	Συστηματική παρουσία στο Moodle/Teams, τήρηση των υποχρεωτικών αναρτήσεων και ενεργή συμμετοχή στις συζητήσεις.	15
2. Ποιότητα επιστημονικής τεκμηρίωσης	Αξιοποίηση αξιόπιστων επιστημονικών πηγών, τεκμηρίωση επιχειρημάτων και ορθή χρήση βιβλιογραφικών αναφορών.	15
3. Κριτικός αναστοχασμός	Ικανότητα κριτικής ανάλυσης των ηθικών, κοινωνικών και τεχνολογικών ζητημάτων και διατύπωση τεκμηριωμένης προσωπικής θέσης.	15
4. Σύνδεση με τις Θεματικές Ενότητες του ΠΜΣ	Συσχέτιση των συζητήσεων και των εργασιών με τις ΘΕ ΣΔΥ50–ΣΔΥ62 και αξιοποίηση γνώσεων από διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα.	10
5. Εφαρμογή αρχών Responsible Technology	Ενσωμάτωση αρχών ιδιωτικότητας, διαφάνειας, λογοδοσίας, δικαιοσύνης, συμπερίληψης, βιωσιμότητας και κυβερνοασφάλειας στις προτεινόμενες λύσεις.	15
6. Συνεργασία και αλληλεπίδραση	Ουσιαστική συνεργασία με συμφοιτητές/τριες, παροχή εποικοδομημένης ανατροφοδότησης και ενίσχυση της κοινότητας μάθησης.	10
7. Παρουσίαση στο Virtual Responsible Technology Conference	Σαφήνεια παρουσίασης, επιστημονική εγκυρότητα, οργάνωση περιεχομένου, ποιότητα οπτικού υλικού και αποτελεσματική επικοινωνία των αποτελεσμάτων.	15
8. Καινοτομία και δημιουργικότητα	Ανάπτυξη πρωτότυπων ιδεών, προτάσεων ή λύσεων που προάγουν την υπεύθυνη	5

	καινοτομία και την κοινωνική αξία των τεχνολογιών.	
Σύνολο		100

Πίνακας 10. Κριτήρια αξιολόγησης φοιτητών/τριών στο σενάριο «Responsible Technology Culture Hub»

B. Σενάρια Τεχνικής και Ηθικής Εφαρμογής

Η δεύτερη κατηγορία συνδέει άμεσα τις τεχνολογικές δεξιότητες των φοιτητών/τριών με την αξιολόγηση των ηθικών και κοινωνικών συνεπειών των συστημάτων που σχεδιάζουν και αναπτύσσουν.

Σενάριο B1

Ethical IoT Labs

Θεματικές Ενότητες: ΣΔΥ51, ΣΔΥ61, ΣΔΥ62

Οι φοιτητές/τριες αξιολογούν πραγματικά ή προσομοιωμένα συστήματα Internet of Things εφαρμόζοντας διαδικασίες Privacy Impact Assessment, Bias Detection και Accessibility Audit.

Ενδεικτικά παραδείγματα περιλαμβάνουν έξυπνα νοσοκομεία, έξυπνα κτίρια ή έξυπνα περιβάλλοντα κατοικίας. Η αξιολόγηση εστιάζει τόσο στη λειτουργικότητα όσο και στις κοινωνικές επιπτώσεις των συστημάτων.

Παραδοτέο

Τεχνική και ηθική αναφορά ανασχεδιασμού (Ethical Redesign Proposal).

Παράδειγμα Υλοποίησης Σεναρίου B1

Ethical IoT Labs

Θεματικές Ενότητες: ΣΔΥ51, ΣΔΥ61, ΣΔΥ62

Διάρκεια: 2–3 εβδομάδες

Τρόπος υλοποίησης: Ομαδική εργαστηριακή δραστηριότητα (3–4 φοιτητές/τριες)

Παραδοτέο: Ethical Redesign Proposal (Τεχνική και Ηθική Αναφορά Ανασχεδιασμού)

Σκοπός του Σεναρίου

Το σενάριο στοχεύει στην ανάπτυξη της ικανότητας των φοιτητών/τριών να αξιολογούν συστήματα Internet of Things (IoT) όχι μόνο ως προς τη λειτουργικότητα και την τεχνική τους απόδοση, αλλά και ως προς τις επιπτώσεις τους στην ιδιωτικότητα, την προσβασιμότητα, τη δικαιοσύνη και την κοινωνική αποδοχή.

Η δραστηριότητα συνδέεται άμεσα με:

- **ΣΔΥ51 – Συστήματα Διάχυτου και Σφαιρικού Υπολογισμού**, μέσω της ανάλυσης έξυπνων περιβαλλόντων και υποδομών IoT.
- **ΣΔΥ61 – Συστήματα Κινητού Υπολογισμού**, μέσω της αλληλεπίδρασης κινητών εφαρμογών με IoT συσκευές.
- **ΣΔΥ62 – Ενσωματωμένα Συστήματα**, μέσω της αξιολόγησης αισθητήρων, μικροελεγκτών και έξυπνων συσκευών.

Περιγραφή Δραστηριότητας

Οι φοιτητές/τριες αναλαμβάνουν τον ρόλο ομάδας συμβούλων ηθικού και τεχνικού ελέγχου και καλούνται να αξιολογήσουν ένα υφιστάμενο ή προσομοιωμένο IoT σύστημα.

Η αξιολόγηση πραγματοποιείται σε τρεις άξονες:

1. Privacy Impact Assessment (PIA)
2. Bias Detection Assessment
3. Accessibility Audit

Στη συνέχεια οι φοιτητές/τριες προτείνουν τεχνικές και οργανωτικές βελτιώσεις.

Υποθετική Μελέτη Περίπτωσης

Smart Hospital Monitoring System

Ένα νοσοκομείο χρησιμοποιεί:

- αισθητήρες παρακολούθησης ασθενών,
- wearable συσκευές,
- κινητές εφαρμογές προσωπικού,

- κεντρική πλατφόρμα ανάλυσης δεδομένων.

Το σύστημα συλλέγει:

- καρδιακούς παλμούς,
- αρτηριακή πίεση,
- επίπεδα οξυγόνου,
- δεδομένα τοποθεσίας ασθενών.

Στόχος είναι η συνεχής παρακολούθηση και η έγκαιρη ανίχνευση κρίσιμων περιστατικών.

Οδηγίες προς τους/τις Φοιτητές/τριες

Φάση 1: Περιγραφή Συστήματος

Καταγράψτε:

- τους αισθητήρες που χρησιμοποιούνται,
- τα δεδομένα που συλλέγονται,
- τις εφαρμογές που χρησιμοποιούνται,
- τις ροές δεδομένων,
- τους χρήστες του συστήματος.

Παράδειγμα

Συστατικό	Περιγραφή
Wearable Sensor	Παρακολούθηση παλμών
Mobile App	Πρόσβαση νοσηλευτών
Cloud Platform	Αποθήκευση δεδομένων
Dashboard	Παρακολούθηση ασθενών

Φάση 2: Privacy Impact Assessment (PIA)

Οι φοιτητές/τριες αξιολογούν τις επιπτώσεις στην ιδιωτικότητα.

Ερωτήματα

- Ποια προσωπικά δεδομένα συλλέγονται;
- Είναι απαραίτητα όλα τα δεδομένα;
- Υπάρχει ενημερωμένη συγκατάθεση;
- Πόσο καιρό διατηρούνται τα δεδομένα;
- Ποιος έχει πρόσβαση;

Παράδειγμα Αξιολόγησης

Ζήτημα	Κίνδυνος
Συλλογή δεδομένων τοποθεσίας	Υψηλός
Αποθήκευση σε cloud	Μεσαίος
Πρόσβαση προσωπικού	Χαμηλός

Προτεινόμενες Βελτιώσεις

- Ανωνυμοποίηση δεδομένων.
- Κρυπτογράφηση επικοινωνιών.
- Πολιτική ελαχιστοποίησης δεδομένων.
- Περιορισμός πρόσβασης βάσει ρόλων.

Φάση 3: Bias Detection Assessment

Οι φοιτητές/τριες εξετάζουν εάν το σύστημα ή οι αλγόριθμοι παρουσιάζουν μεροληψία.

Ερωτήματα

- Εκπαιδεύτηκε το σύστημα με αντιπροσωπευτικά δεδομένα;
- Επηρεάζονται διαφορετικά ηλικιακές ομάδες;
- Υπάρχουν αποκλίσεις ως προς το φύλο;
- Επηρεάζονται άτομα με αναπηρίες;

Παράδειγμα

Ο αλγόριθμος έχει εκπαιδευτεί κυρίως με δεδομένα ενηλίκων ηλικίας 30-60 ετών.

Πιθανός κίνδυνος:

- μειωμένη ακρίβεια σε ηλικιωμένους ασθενείς,
- λανθασμένες ειδοποιήσεις.

Προτεινόμενες Βελτιώσεις

- Εμπλουτισμός του συνόλου δεδομένων.
- Τακτικός έλεγχος αλγοριθμικής δικαιοσύνης.
- Επαλήθευση αποτελεσμάτων από επαγγελματίες υγείας.

Φάση 4: Accessibility Audit

Οι φοιτητές/τριες αξιολογούν την προσβασιμότητα του συστήματος.

Ερωτήματα

- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από άτομα με προβλήματα όρασης;
- Υπάρχει υποστήριξη αναγνώστη οθόνης;
- Είναι κατανοητά τα μηνύματα ειδοποίησης;
- Υποστηρίζονται διαφορετικές γλώσσες;

Παράδειγμα

Η εφαρμογή εμφανίζει κρίσιμες ειδοποιήσεις μόνο με χρωματική κωδικοποίηση.

Πρόβλημα:

Χρήστες με αχρωματοψία μπορεί να μην αντιλαμβάνονται σωστά τις προειδοποιήσεις.

Προτεινόμενες Βελτιώσεις

- Ηχητικές ειδοποιήσεις.
- Εικονίδια υψηλής αντίθεσης.
- Συμβατότητα με screen readers.
- Ρυθμιζόμενο μέγεθος γραμματοσειράς.

Φάση 5: Ethical Redesign Workshop

Η ομάδα επανασχεδιάζει το σύστημα με βάση τα ευρήματα.

Παράδειγμα Ανασχεδιασμού

Ιδιωτικότητα

- Τοποθεσιακά δεδομένα αποθηκεύονται μόνο προσωρινά.
- Εφαρμογή πολιτικής Data Minimization.

Δικαιοσύνη

- Νέα εκπαίδευση του μοντέλου με πιο αντιπροσωπευτικό δείγμα.

Προσβασιμότητα

- Υλοποίηση WCAG 2.1.
- Υποστήριξη φωνητικών εντολών.

Διαφάνεια

- Προβολή των δεδομένων που συλλέγονται.
- Ενημέρωση χρηστών για τη χρήση των δεδομένων.

Δομή Παραδοτέου

Ethical Redesign Proposal

1. Περιγραφή Συστήματος

Σύντομη τεχνική περιγραφή.

2. Privacy Impact Assessment

Ανάλυση ιδιωτικότητας.

3. Bias Detection Report

Ανάλυση αλγοριθμικής δικαιοσύνης.

4. Accessibility Audit

Αξιολόγηση προσβασιμότητας.

5. Προτεινόμενος Ανασχεδιασμός

Τεχνικές και οργανωτικές παρεμβάσεις.

6. Αναμενόμενα Οφέλη

- Ασφαλέστερο σύστημα.
- Μεγαλύτερη κοινωνική αποδοχή.
- Συμμόρφωση με ηθικές αρχές.
- Βελτιωμένη εμπειρία χρήστη.

Ρόλος Διδάσκοντα/ουσας

Ο διδάσκων/ουσα:

- παρέχει το σενάριο ή την υποδομή IoT,
- καθοδηγεί τη διαδικασία αξιολόγησης,
- εισάγει εργαλεία PIA και Accessibility Audit,
- υποστηρίζει τη συζήτηση των ηθικών διλημάτων.

Κριτήρια Αξιολόγησης

Κριτήριο Αξιολόγησης	Περιγραφή	Βαρύτητα (%)
1. Ανάλυση και τεχνική περιγραφή του συστήματος IoT	Πληρότητα στην περιγραφή της αρχιτεκτονικής του συστήματος, των αισθητήρων, των ροών δεδομένων, των χρηστών και των λειτουργικών χαρακτηριστικών.	10
2. Privacy Impact Assessment (PIA)	Συστηματική αξιολόγηση ζητημάτων ιδιωτικότητας, συλλογής και επεξεργασίας προσωπικών δεδομένων, συγκατάθεσης, αποθήκευσης και συμμόρφωσης με τον GDPR.	20
3. Bias Detection Assessment	Αναγνώριση πιθανών αλγοριθμικών μεροληψιών, αξιολόγηση της αντιπροσωπευτικότητας των δεδομένων και τεκμηρίωση πιθανών διακρίσεων ή άνισης μεταχείρισης.	15
4. Accessibility Audit	Αξιολόγηση της προσβασιμότητας του συστήματος σύμφωνα με τις αρχές του Universal Design και τις οδηγίες WCAG, λαμβάνοντας υπόψη διαφορετικές ομάδες χρηστών.	15
5. Ethical Redesign Proposal	Ποιότητα και τεκμηρίωση των προτεινόμενων τεχνικών και οργανωτικών παρεμβάσεων για τη βελτίωση της ιδιωτικότητας, της δικαιοσύνης, της διαφάνειας, της προσβασιμότητας και της κυβερνοασφάλειας.	15

6. Επιστημονική τεκμηρίωση και εφαρμογή θεωρητικών πλαισίων	Αξιοποίηση επιστημονικής βιβλιογραφίας και εφαρμογή πλαισίων όπως Privacy by Design, Explainable AI, Fairness in AI, Inclusive Design και Ethics-by-Design.	10
7. Ποιότητα της Ethical Redesign Proposal	Σαφήνεια, οργάνωση, πληρότητα, επιστημονική γραφή και συνοχή του τελικού παραδοτέου.	10
8. Συνεργασία και συμβολή της ομάδας	Αποτελεσματική συνεργασία, ισόρροπη κατανομή εργασιών και ενεργός συμμετοχή όλων των μελών της ομάδας.	5
Σύνολο		100

Πίνακας 11. Κριτήρια αξιολόγησης φοιτητών/τριών στο σενάριο «Ethical IoT Labs»

Αναμενόμενο Μαθησιακό Αποτέλεσμα

Με την ολοκλήρωση του σεναρίου, οι φοιτητές/τριες θα είναι σε θέση να αξιολογούν ολοκληρωμένα συστήματα Internet of Things (IoT), λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις τεχνικές απαιτήσεις λειτουργίας όσο και τις ηθικές, κοινωνικές και ανθρωποκεντρικές διαστάσεις τους. Θα μπορούν να εφαρμόζουν διαδικασίες Privacy Impact Assessment (PIA) για την αναγνώριση και αντιμετώπιση κινδύνων που σχετίζονται με την προστασία προσωπικών δεδομένων, να εντοπίζουν πιθανές μορφές αλγοριθμικής μεροληψίας μέσω Bias Detection Assessments και να αξιολογούν την προσβασιμότητα των συστημάτων μέσω Accessibility Audits.

Παράλληλα, θα αναπτύξουν δεξιότητες κριτικής ανάλυσης και ηθικού αναστοχασμού, προτείνοντας τεχνικές και οργανωτικές παρεμβάσεις που ενισχύουν την ιδιωτικότητα, τη δικαιοσύνη, τη διαφάνεια και τη συμπερίληψη. Οι φοιτητές/τριες θα κατανοήσουν ότι η επιτυχία ενός συστήματος IoT δεν εξαρτάται αποκλειστικά από τη λειτουργικότητα και την απόδοσή του, αλλά και από τον βαθμό στον οποίο σέβεται τα δικαιώματα, τις ανάγκες και τη διαφορετικότητα των χρηστών. Το σενάριο συμβάλλει άμεσα στην επίτευξη των μαθησιακών στόχων της ΣΔΥ51 (Συστήματα Διάχυτου και Σφαιρικού Υπολογισμού) μέσω της ανάλυσης έξυπνων περιβαλλόντων και υποδομών IoT, της ΣΔΥ61 (Συστήματα Κινητού Υπολογισμού) μέσω της αξιολόγησης κινητών υπηρεσιών και εφαρμογών που αλληλεπιδρούν με έξυπνες συσκευές και της ΣΔΥ62 (Ενσωματωμένα Συστήματα) μέσω της μελέτης αισθητήρων, wearables και ενσωματωμένων υπολογιστικών συστημάτων. Έτσι, οι φοιτητές/τριες θα αποκτήσουν τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες για τον υπεύθυνο σχεδιασμό και την ηθική αξιολόγηση σύγχρονων IoT οικοσυστημάτων.

Σενάριο B2

Explainable IoT Systems

Θεματικές Ενότητες: ΣΔΥ60, ΣΔΥ62

Οι φοιτητές/τριες χρησιμοποιούν εργαλεία Explainable Artificial Intelligence (XAI), όπως τα LIME και SHAP, για την ανάλυση αλγορίθμων που ενσωματώνονται σε έξυπνα συστήματα.

Μέσα από τη σύγκριση μοντέλων «μαύρου κουτιού» και επεξηγήσιμων συστημάτων, εξετάζουν τη σχέση μεταξύ απόδοσης, διαφάνειας και λογοδοσίας.

Μαθησιακά αποτελέσματα

- Κατανόηση της λειτουργίας αλγοριθμικών μοντέλων.
- Ερμηνεία αποφάσεων που λαμβάνονται από συστήματα τεχνητής νοημοσύνης.
- Ανάπτυξη δεξιοτήτων αξιολόγησης της αλγοριθμικής διαφάνειας.

Παράδειγμα Υλοποίησης Σεναρίου B2

Explainable IoT Systems

Θεματικές Ενότητες: ΣΔΥ60, ΣΔΥ62

Διάρκεια: 2–3 εβδομάδες

Τρόπος υλοποίησης: Ομαδική εργαστηριακή δραστηριότητα (3–4 φοιτητές/τριες)

Παραδοτέο: Explainability and Accountability Report

Σκοπός του Σεναρίου

Το σενάριο αποσκοπεί στην εξοικείωση των φοιτητών/τριών με τις αρχές της Επεξηγήσιμης Τεχνητής Νοημοσύνης (Explainable Artificial Intelligence – XAI) και στη διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο οι αλγόριθμοι που ενσωματώνονται σε έξυπνα συστήματα λαμβάνουν αποφάσεις.

Οι φοιτητές/τριες καλούνται να συγκρίνουν μοντέλα «μαύρου κουτιού» (black-box models) με επεξηγήσιμα μοντέλα και να αξιολογήσουν τη σχέση μεταξύ ακρίβειας, διαφάνειας, αξιοπιστίας και λογοδοσίας.

Το σενάριο συνδέεται με:

- **ΣΔΥ60 – Σχεδίαση και Ανάλυση Συστημάτων Υλικού-Λογισμικού**, καθώς οι φοιτητές /τριες αναλύουν αλγορίθμους λήψης αποφάσεων και αξιολογούν τη συμπεριφορά σύνθετων συστημάτων.
- **ΣΔΥ62 – Ενσωματωμένα Συστήματα**, καθώς εξετάζονται εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης που λειτουργούν σε έξυπνες συσκευές, αισθητήρες και edge computing περιβάλλοντα.

Περιγραφή Δραστηριότητας

Οι φοιτητές/τριες αναλαμβάνουν να αναλύσουν έναν αλγόριθμο τεχνητής νοημοσύνης που χρησιμοποιείται σε ένα έξυπνο σύστημα IoT και να διερευνήσουν:

- πώς λαμβάνονται οι αποφάσεις,
- ποια δεδομένα επηρεάζουν περισσότερο τις προβλέψεις,
- πόσο κατανοητές είναι οι αποφάσεις για τους χρήστες,
- ποιες είναι οι επιπτώσεις της έλλειψης διαφάνειας.

Για την ανάλυση χρησιμοποιούνται εργαλεία XAI, όπως:

- LIME (Local Interpretable Model-Agnostic Explanations)
- SHAP (SHapley Additive exPlanations)

Υποθετική Μελέτη Περίπτωσης

Smart Energy Management System

Ένα έξυπνο κτίριο χρησιμοποιεί αισθητήρες IoT και αλγορίθμους μηχανικής μάθησης για να προβλέπει:

- κατανάλωση ενέργειας,
- πληρότητα χώρων,
- ανάγκες θέρμανσης και ψύξης.

Ο αλγόριθμος αποφασίζει αυτόματα:

- πότε θα ενεργοποιηθεί ο κλιματισμός,
- ποιοι χώροι θα θερμανθούν,
- πότε θα μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας.

Οδηγίες προς τους/τις Φοιτητές/τριες

Φάση 1: Κατανόηση του Συστήματος

Καταγράψτε:

- τους αισθητήρες που χρησιμοποιούνται,
- τα δεδομένα που συλλέγονται,
- τις αποφάσεις που λαμβάνει το σύστημα,
- τους χρήστες που επηρεάζονται.

Παράδειγμα

Συστατικό	Περιγραφή
Αισθητήρες θερμοκρασίας	Καταγραφή θερμοκρασίας χώρων
Αισθητήρες παρουσίας	Ανίχνευση χρηστών
Edge Device	Τοπική επεξεργασία δεδομένων
AI Model	Πρόβλεψη ενεργειακών αναγκών

Φάση 2: Ανάλυση Black-Box Μοντέλου

Οι φοιτητές/τριες εξετάζουν αρχικά ένα μοντέλο χωρίς δυνατότητα ερμηνείας.

Ερωτήματα

- Γνωρίζουμε πώς λαμβάνεται η απόφαση;
- Μπορούμε να εντοπίσουμε τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά;
- Μπορεί ο χρήστης να κατανοήσει γιατί ενεργοποιήθηκε το σύστημα;

Παράδειγμα

Το σύστημα αυξάνει τη θέρμανση ενός χώρου χωρίς να παρέχει καμία εξήγηση.

Ο διαχειριστής γνωρίζει μόνο το αποτέλεσμα αλλά όχι τη διαδικασία λήψης απόφασης.

Φάση 3: Εφαρμογή Explainable AI

Οι φοιτητές/τριες χρησιμοποιούν εργαλεία XAI.

Παράδειγμα με SHAP

Το μοντέλο δείχνει ότι:

Παράγοντας	Επίδραση στην Απόφαση
Εξωτερική θερμοκρασία	45%
Παρουσία ατόμων	30%
Ώρα ημέρας	15%
Προηγούμενη κατανάλωση	10%

Ερμηνεία

Η απόφαση για αύξηση της θέρμανσης επηρεάστηκε κυρίως από τη χαμηλή εξωτερική θερμοκρασία και την παρουσία χρηστών στον χώρο.

Φάση 4: Σύγκριση Απόδοσης και Διαφάνειας

Οι φοιτητές/τριες συγκρίνουν δύο μοντέλα.

Μοντέλο Α

Black-box Neural Network

- Ακρίβεια: 96%
- Διαφάνεια: Πολύ χαμηλή

Μοντέλο Β

Explainable Decision Tree

- Ακρίβεια: 91%
- Διαφάνεια: Υψηλή

Ερωτήματα

- Ποιο μοντέλο είναι καταλληλότερο;
- Πόση ακρίβεια είμαστε διατεθειμένοι να θυσιάσουμε για περισσότερη διαφάνεια;
- Σε ποια συστήματα είναι απαραίτητη η επεξηγησιμότητα;

Φάση 5: Αξιολόγηση Λογοδοσίας

Οι φοιτητές/τριες εξετάζουν ζητήματα ευθύνης.

Ερωτήματα

- Ποιος ευθύνεται για μια λανθασμένη απόφαση;
- Μπορεί ο χρήστης να αμφισβητήσει το αποτέλεσμα;
- Υπάρχει ανθρώπινη επίβλεψη;

Παράδειγμα

Το σύστημα απενεργοποιεί τον εξαερισμό ενός χώρου λόγω εσφαλμένης πρόβλεψης.

Ποιος φέρει ευθύνη;

- ο κατασκευαστής;
- ο προγραμματιστής;
- ο διαχειριστής του συστήματος;

Φάση 6: Ethical Reflection

Οι φοιτητές/τριες απαντούν:

- Είναι πάντα απαραίτητη η μέγιστη ακρίβεια;
- Πότε η διαφάνεια υπερέχει της απόδοσης;
- Πώς επηρεάζει η επεξηγησιμότητα την εμπιστοσύνη των χρηστών;
- Θα εμπιστευόσασταν ένα σύστημα που δεν μπορεί να εξηγήσει τις αποφάσεις του;

Δομή Παραδοτέου

Explainability and Accountability Report

1. Περιγραφή Συστήματος

Ανάλυση του έξυπνου συστήματος.

2. Περιγραφή Αλγορίθμου

Χαρακτηριστικά του μοντέλου.

3. Explainability Analysis

Αποτελέσματα από LIME ή SHAP.

4. Σύγκριση Μοντέλων

Απόδοση έναντι διαφάνειας.

5. Ζητήματα Λογοδοσίας

Ανάλυση ευθύνης και εμπιστοσύνης.

6. Προτάσεις Βελτίωσης

Προτάσεις για πιο διαφανή και αξιόπιστα συστήματα.

7. Συμπεράσματα

Κριτικός αναστοχασμός σχετικά με τη σημασία της επεξηγησιμότητας.

Παράδειγμα Προτεινόμενου Ανασχεδιασμού

Η ομάδα προτείνει:

Τεχνικές παρεμβάσεις

- Ενσωμάτωση SHAP dashboard.
- Καταγραφή αιτιολόγησης αποφάσεων.
- Ιστορικό αποφάσεων για έλεγχο.

Παρεμβάσεις διαφάνειας

- Εμφάνιση βασικών παραγόντων που επηρεάζουν κάθε απόφαση.

- Δυνατότητα υποβολής ένστασης από τον χρήστη.

Παρεμβάσεις λογοδοσίας

- Καθορισμός υπευθύνου παρακολούθησης.
- Περιοδικός έλεγχος αλγορίθμων.

Ρόλος Διδάσκοντα

Ο διδάσκων:

- παρέχει το σύνολο δεδομένων ή το προσομοιωμένο IoT σύστημα,
- εισάγει τις βασικές αρχές Explainable AI,
- καθοδηγεί την εφαρμογή των εργαλείων XAI,
- συντονίζει τη συζήτηση σχετικά με διαφάνεια και λογοδοσία.

Κριτήρια Αξιολόγησης

Κριτήριο Αξιολόγησης	Περιγραφή	Βαρύτητα (%)
1. Κατανόηση του έξυπνου συστήματος και του αλγορίθμου	Πληρότητα στην περιγραφή του IoT συστήματος, των αισθητήρων, των δεδομένων, του αλγορίθμου και των χρηστών που επηρεάζονται.	10
2. Εφαρμογή εργαλείων Explainable AI (LIME/SHAP)	Ορθή χρήση εργαλείων XAI για την ερμηνεία των αποφάσεων του αλγορίθμου και τεκμηρίωση των αποτελεσμάτων.	20
3. Explainability Analysis	Ανάλυση των σημαντικότερων χαρακτηριστικών που επηρεάζουν τις προβλέψεις και αξιολόγηση της δυνατότητας κατανόησης των αποφάσεων από τους χρήστες.	15
4. Σύγκριση μοντέλων ως προς απόδοση και διαφάνεια	Τεκμηριωμένη σύγκριση black-box και explainable μοντέλων, με αξιολόγηση των πλεονεκτημάτων και των περιορισμών τους.	15
5. Αξιολόγηση λογοδοσίας και εμπιστοσύνης	Διερεύνηση ζητημάτων ευθύνης, ανθρώπινης επίβλεψης, δυνατότητας αμφισβήτησης αποφάσεων και εμπιστοσύνης των χρηστών.	10
6. Προτάσεις βελτίωσης του συστήματος	Ποιότητα και τεκμηρίωση των τεχνικών και οργανωτικών προτάσεων για την ενίσχυση της επεξηγησιμότητας, της διαφάνειας και της λογοδοσίας.	15

7. Επιστημονική τεκμηρίωση και εφαρμογή θεωρητικών πλαισίων	Αξιοποίηση σύγχρονης βιβλιογραφίας και εφαρμογή αρχών Explainable AI, Algorithmic Accountability και Responsible AI.	10
8. Συνεργασία και συμβολή της ομάδας	Αποτελεσματική συνεργασία, ισόρροπη κατανομή εργασιών και ενεργός συμμετοχή όλων των μελών της ομάδας.	5
Σύνολο		100

Πίνακας 12. Κριτήρια αξιολόγησης φοιτητών/τριών στο σενάριο «Explainable IoT Systems»

Αναμενόμενο Μαθησιακό Αποτέλεσμα

Με την ολοκλήρωση του σεναρίου, οι φοιτητές/τριες θα μπορούν να αναλύουν και να ερμηνεύουν αποφάσεις που λαμβάνονται από αλγορίθμους τεχνητής νοημοσύνης ενσωματωμένους σε έξυπνα συστήματα. Θα αποκτήσουν εμπειρία στη χρήση εργαλείων Explainable AI και θα κατανοήσουν τη σημασία της διαφάνειας, της εμπιστοσύνης και της λογοδοσίας στον σχεδιασμό σύγχρονων τεχνολογικών λύσεων. Το σενάριο συνδέεται άμεσα με τη ΣΔΥ60 (Σχεδίαση και Ανάλυση Συστημάτων Υλικού-Λογισμικού) και τη ΣΔΥ62 (Ενσωματωμένα Συστήματα), αναδεικνύοντας ότι η επιτυχία ενός ευφυούς συστήματος δεν εξαρτάται μόνο από την ακρίβεια των προβλέψεών του αλλά και από την ικανότητά του να εξηγεί τις αποφάσεις του στους χρήστες και στους φορείς που επηρεάζονται από αυτές.

Σενάριο B3

Fair AI for IoT

Θεματικές Ενότητες: ΣΔΥ51, ΣΔΥ60, ΣΔΥ61

Οι φοιτητές/τριες αναπτύσσουν μοντέλα μηχανικής μάθησης που αξιοποιούν δεδομένα αισθητήρων και κινητών συσκευών και αξιολογούν πιθανούς μηχανισμούς αλγοριθμικής μεροληψίας.

Η δραστηριότητα εστιάζει στην έννοια της αλγοριθμικής δικαιοσύνης και στις τεχνικές ανίχνευσης και μείωσης διακρίσεων.

Παραδοτέο

Fairness Audit Report.

Παράδειγμα Υλοποίησης Σεναρίου B3

Fair AI for IoT

Θεματικές Ενότητες: ΣΔΥ51, ΣΔΥ60, ΣΔΥ61

Διάρκεια: 2–3 εβδομάδες

Τρόπος υλοποίησης: Ομαδική εργαστηριακή δραστηριότητα (3–4 φοιτητές/τριες)

Παραδοτέο: Fairness Audit Report

Σκοπός του Σεναρίου

Το σενάριο αποσκοπεί στην εξοικείωση των φοιτητών/τριών με τις αρχές της αλγοριθμικής δικαιοσύνης (Algorithmic Fairness) και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων εντοπισμού, αξιολόγησης και μετριάσμου αλγοριθμικών προκαταλήψεων σε συστήματα που αξιοποιούν δεδομένα από αισθητήρες IoT και κινητές συσκευές.

Οι φοιτητές/τριες αναπτύσσουν και αξιολογούν μοντέλα μηχανικής μάθησης, εξετάζοντας κατά πόσο οι αποφάσεις τους επηρεάζουν διαφορετικές κοινωνικές ομάδες με δίκαιο και ισότιμο τρόπο.

Το σενάριο συνδέεται με:

- **ΣΔΥ51 – Συστήματα Διάχυτου και Σφαιρικού Υπολογισμού**, μέσω της αξιοποίησης δεδομένων αισθητήρων και IoT υποδομών.
- **ΣΔΥ60 – Σχεδίαση και Ανάλυση Συστημάτων Υλικού-Λογισμικού**, μέσω της ανάπτυξης και αξιολόγησης αλγορίθμων μηχανικής μάθησης.
- **ΣΔΥ61 – Συστήματα Κινητού Υπολογισμού**, μέσω της χρήσης δεδομένων που συλλέγονται από κινητές συσκευές και εφαρμογές.

Περιγραφή Δραστηριότητας

Οι φοιτητές/τριες αναλαμβάνουν τον ρόλο ομάδας ανάπτυξης ενός συστήματος τεχνητής νοημοσύνης που χρησιμοποιείται σε περιβάλλον IoT.

Στόχος είναι:

- η ανάπτυξη ενός μοντέλου πρόβλεψης,
- ο έλεγχος πιθανών αλγοριθμικών διακρίσεων,
- η εφαρμογή τεχνικών βελτίωσης της δικαιοσύνης του μοντέλου.

Η δραστηριότητα ακολουθεί τη λογική ενός πλήρους **Fairness Audit**.

Υποθετική Μελέτη Περίπτωσης

Smart Health Risk Prediction System

Ένα έξυπνο σύστημα υγείας χρησιμοποιεί:

- wearable αισθητήρες,
- εφαρμογή κινητού τηλεφώνου,
- αλγόριθμο μηχανικής μάθησης,

για να προβλέπει τον κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών προβλημάτων.

Το σύστημα αξιοποιεί δεδομένα όπως:

- ηλικία,
- φύλο,
- καρδιακοί παλμοί,
- επίπεδο δραστηριότητας,
- ύπνος,
- δείκτες υγείας.

Οι προβλέψεις χρησιμοποιούνται για την αποστολή προειδοποιήσεων στους χρήστες.

Οδηγίες προς τους/τις Φοιτητές/τριες

Φάση 1: Κατανόηση και Ανάλυση Δεδομένων

Οι ομάδες εξετάζουν το σύνολο δεδομένων.

Ερωτήματα

- Ποιες μεταβλητές χρησιμοποιούνται;
- Ποιες ομάδες χρηστών εκπροσωπούνται;
- Υπάρχουν υποεκπροσωπούμενες ομάδες;

Προβληματισμός

Το σύνολο δεδομένων είναι ισορροπημένο;

Ποιες συνέπειες μπορεί να έχει η ανισομερής εκπροσώπηση;

Φάση 2: Ανάπτυξη Μοντέλου

Οι φοιτητές/τριες εκπαιδεύουν ένα μοντέλο μηχανικής μάθησης.

Παραδείγματα

- Random Forest
- Decision Tree
- Neural Network
- Logistic Regression

Στόχος

Πρόβλεψη κινδύνου εμφάνισης προβλήματος υγείας.

Μέτρηση Απόδοσης

- Accuracy
- Precision
- Recall
- F1 Score

Φάση 3: Έλεγχος Αλγοριθμικής Δικαιοσύνης

Οι ομάδες αξιολογούν αν το μοντέλο αντιμετωπίζει ισότιμα διαφορετικές ομάδες χρηστών.

Ερωτήματα

- Έχει την ίδια ακρίβεια για άνδρες και γυναίκες;
- Υπάρχουν αποκλίσεις μεταξύ ηλικιακών ομάδων;
- Υπάρχει συστηματική υποεκτίμηση κινδύνου σε συγκεκριμένες ομάδες;

Παράδειγμα Αποτελεσμάτων

Ομάδα	Accuracy
Άνδρες	92%
Γυναίκες	78%

Συζήτηση

Το μοντέλο λειτουργεί εξίσου καλά για όλους;

Ποιες μπορεί να είναι οι συνέπειες αυτής της διαφοράς;

Φάση 4: Εφαρμογή Μετρικών Fairness

Οι φοιτητές/τριες υπολογίζουν δείκτες αλγοριθμικής δικαιοσύνης.

Παραδείγματα Μετρικών

Demographic Parity

Οι πιθανότητες θετικής πρόβλεψης είναι ίδιες για όλες τις ομάδες;

Equal Opportunity

Έχουν όλες οι ομάδες την ίδια πιθανότητα σωστής πρόβλεψης;

Equalized Odds

Υπάρχει ισορροπία στα λάθη του συστήματος;

Παράδειγμα

Μετρική	Τιμή
Demographic Parity	0.62
Equal Opportunity	0.71
Equalized Odds	0.69

Ερμηνεία

Οι τιμές υποδηλώνουν πιθανή ύπαρξη μεροληψίας.

Φάση 5: Τεχνικές Μείωσης Μεροληψίας

Οι ομάδες εφαρμόζουν στρατηγικές βελτίωσης.

Παράδειγμα 1

Rebalancing Dataset

Προσθήκη περισσότερων δεδομένων από υποεκπροσωπούμενες ομάδες.

Παράδειγμα 2

Fairness Constraints

Ενσωμάτωση περιορισμών δικαιοσύνης στο μοντέλο.

Παράδειγμα 3

Human Oversight

Ανθρώπινος έλεγχος σε κρίσιμες αποφάσεις.

Φάση 6: Ανάλυση Ηθικών Επιπτώσεων

Οι φοιτητές/τριες απαντούν:

- Ποιες ομάδες επηρεάζονται περισσότερο;
- Ποιοι είναι οι κίνδυνοι λανθασμένων προβλέψεων;
- Είναι αποδεκτό ένα πιο δίκαιο αλλά λιγότερο ακριβές μοντέλο;
- Πώς επηρεάζεται η εμπιστοσύνη των χρηστών;

Παράδειγμα Ηθικού Διλήμματος

Ένα μοντέλο με:

- 95% ακρίβεια,
- αλλά υψηλή μεροληψία,

ή

ένα μοντέλο με:

- 91% ακρίβεια,
- αλλά σημαντικά μεγαλύτερη δικαιοσύνη;

Ποιο θα επιλέγατε και γιατί;

Φάση 7: Ανασχεδιασμός Συστήματος

Οι ομάδες προτείνουν βελτιώσεις.

Παράδειγμα

Τεχνικές Βελτιώσεις

- Εμπλουτισμός δεδομένων.
- Συνεχής έλεγχος fairness.
- Explainable AI μηχανισμοί.

Οργανωτικές Βελτιώσεις

- Επιτροπή ηθικής αξιολόγησης.
- Τακτικοί έλεγχοι αλγορίθμων.
- Διαφανής ενημέρωση χρηστών.

Δομή Παραδοτέου

Fairness Audit Report

1. Περιγραφή Συστήματος

Στόχοι και λειτουργίες.

2. Ανάλυση Δεδομένων

Σύνθεση και ποιότητα δεδομένων.

3. Περιγραφή Μοντέλου

Αλγόριθμος και απόδοση.

4. Fairness Assessment

Αποτελέσματα μετρικών δικαιοσύνης.

5. Εντοπισμός Μεροληψιών

Ομάδες που επηρεάζονται.

6. Προτεινόμενες Παρεμβάσεις

Τεχνικές και οργανωτικές λύσεις.

7. Ηθική Αξιολόγηση

Κοινωνικές συνέπειες και προβληματισμοί.

8. Συμπεράσματα

Κριτικός αναστοχασμός για τη δίκαιη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης.

Ρόλος Διδάσκοντα

Ο διδάσκων/ουσα:

- παρέχει το σύνολο δεδομένων ή την προσομοίωση IoT συστήματος,
- παρουσιάζει τις βασικές έννοιες της αλγοριθμικής δικαιοσύνης,
- καθοδηγεί την εφαρμογή fairness metrics,
- συντονίζει τη συζήτηση σχετικά με τις κοινωνικές επιπτώσεις των αλγοριθμικών αποφάσεων.

Κριτήρια Αξιολόγησης

Κριτήριο Αξιολόγησης	Περιγραφή	Βαρύτητα (%)
1. Ανάλυση συνόλου δεδομένων	Πληρότητα στην ανάλυση των χαρακτηριστικών του συνόλου δεδομένων, της αντιπροσωπευτικότητας των ομάδων χρηστών και του εντοπισμού πιθανών πηγών μεροληψίας.	10
2. Ανάπτυξη και αξιολόγηση μοντέλου μηχανικής μάθησης	Ορθή επιλογή, υλοποίηση και αξιολόγηση του μοντέλου με χρήση κατάλληλων δεικτών απόδοσης (Accuracy, Precision, Recall, F1 Score).	15
3. Fairness Assessment	Εφαρμογή και ερμηνεία μετρικών αλγοριθμικής δικαιοσύνης (Demographic Parity, Equal Opportunity, Equalized Odds) για την αξιολόγηση πιθανών διακρίσεων.	20
4. Εντοπισμός και ανάλυση αλγοριθμικής μεροληψίας	Αναγνώριση ομάδων που επηρεάζονται, διερεύνηση των αιτιών της μεροληψίας και αξιολόγηση των επιπτώσεων στη λήψη αποφάσεων.	15
5. Προτάσεις μείωσης της μεροληψίας	Τεκμηριωμένες τεχνικές και οργανωτικές παρεμβάσεις (π.χ. rebalancing, fairness constraints, human oversight, Explainable AI) για τη βελτίωση της δικαιοσύνης του συστήματος.	15
6. Ηθική αξιολόγηση και κριτικός αναστοχασμός	Ανάλυση των κοινωνικών και ηθικών συνεπειών των αλγοριθμικών αποφάσεων και τεκμηριωμένη επιχειρηματολογία σχετικά με τις ισορροπίες μεταξύ ακρίβειας και δικαιοσύνης.	10
7. Ποιότητα και επιστημονική τεκμηρίωση του Fairness Audit Report	Σαφήνεια, οργάνωση, επιστημονική τεκμηρίωση, αξιοποίηση σχετικής βιβλιογραφίας και ορθή χρήση θεωρητικών πλαισίων για την αλγοριθμική δικαιοσύνη.	10
8. Συνεργασία και συμβολή της ομάδας	Αποτελεσματική συνεργασία, ισόρροπη κατανομή εργασιών και ενεργός συμμετοχή όλων των μελών της ομάδας.	5
Σύνολο		100

Πίνακας 13. Κριτήρια αξιολόγησης φοιτητών/τριών στο σενάριο «Fair AI for IoT»

Αναμενόμενο Μαθησιακό Αποτέλεσμα

Με την ολοκλήρωση του σεναρίου, οι φοιτητές/τριες θα μπορούν να αναπτύσσουν και να αξιολογούν αλγορίθμους μηχανικής μάθησης σε περιβάλλοντα IoT και κινητού υπολογισμού, αναγνωρίζοντας πιθανές μορφές αλγοριθμικής μεροληψίας και εφαρμόζοντας τεχνικές βελτίωσης της δικαιοσύνης των συστημάτων. Θα αποκτήσουν εμπειρία στη χρήση μετρικών αξιολόγησης fairness και θα κατανοήσουν ότι η ποιότητα ενός αλγορίθμου δεν κρίνεται μόνο από την ακρίβεια των προβλέψεών του αλλά και από το κατά πόσο αντιμετωπίζει ισότιμα όλους τους χρήστες. Το σενάριο ενισχύει άμεσα τα μαθησιακά αντικείμενα των ΣΔΥ51 (Συστήματα Διάχυτου και Σφαιρικού Υπολογισμού), ΣΔΥ60 (Σχεδίαση και Ανάλυση Συστημάτων Υλικού-Λογισμικού) και ΣΔΥ61 (Συστήματα Κινητού Υπολογισμού), αναδεικνύοντας τη σημασία της υπεύθυνης και δίκαιης τεχνητής νοημοσύνης στα σύγχρονα ψηφιακά οικοσυστήματα.

Σενάριο B4

Ethical Incident Response Simulation

Θεματικές Ενότητες: ΣΔΥ50, ΣΔΥ51, ΣΔΥ61

Πρόκειται για μια προσομοίωση περιστατικού διαρροής δεδομένων σε έξυπνη πόλη. Οι φοιτητές/τριες αναλαμβάνουν διαφορετικούς ρόλους, όπως μηχανικοί συστημάτων, δημοσιογράφοι, πολίτες, δημοτικές αρχές και ρυθμιστικοί φορείς.

Στόχος είναι η ανάπτυξη δεξιοτήτων λήψης αποφάσεων σε σύνθετα κοινωνικοτεχνικά περιβάλλοντα και η κατανόηση της πολυπλοκότητας των ψηφιακών κρίσεων.

Παράδειγμα Υλοποίησης Σεναρίου B4

Ethical Incident Response Simulation

Θεματικές Ενότητες: ΣΔΥ50, ΣΔΥ51, ΣΔΥ61

Διάρκεια: 1–2 εβδομάδες (ή μία ολοήμερη εργαστηριακή άσκηση)

Τρόπος υλοποίησης: Ομαδική προσομοίωση και παιχνίδι ρόλων (Role-Playing Simulation)

Παραδοτέο: Incident Response and Ethical Decision Report

Σκοπός του Σεναρίου

Το σενάριο αποσκοπεί στην ανάπτυξη δεξιοτήτων διαχείρισης ψηφιακών κρίσεων και λήψης αποφάσεων σε σύνθετα κοινωνικοτεχνικά περιβάλλοντα. Οι φοιτητές/τριες καλούνται να αντιμετωπίσουν ένα σοβαρό περιστατικό κυβερνοασφάλειας σε υποδομή έξυπνης πόλης, λαμβάνοντας υπόψη όχι μόνο τεχνικά ζητήματα αλλά και ηθικές, κοινωνικές, νομικές και πολιτικές παραμέτρους.

Το σενάριο συνδέεται με:

- **ΣΔΥ50 – Βασικές Τεχνολογίες Δικτύων και Λογισμικού**, μέσω της ανάλυσης δικτυακών επιθέσεων, της προστασίας δεδομένων και της διαχείρισης περιστατικών ασφάλειας.
- **ΣΔΥ51 – Συστήματα Διάχυτου και Σφαιρικού Υπολογισμού**, μέσω της μελέτης υποδομών έξυπνης πόλης και IoT συστημάτων.
- **ΣΔΥ61 – Συστήματα Κινητού Υπολογισμού**, μέσω της χρήσης εφαρμογών κινητών πολιτών και υπηρεσιών που επηρεάζονται από την κρίση.

Περιγραφή Δραστηριότητας

Οι φοιτητές/τριες συμμετέχουν σε μια προσομοίωση κυβερνοεπίθεσης που επηρεάζει τις ψηφιακές υπηρεσίες μιας έξυπνης πόλης.

Κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης καλούνται να αντιμετωπίσουν:

- διαρροή προσωπικών δεδομένων πολιτών,
- διακοπή λειτουργίας υπηρεσιών,
- έντονη πίεση από τα μέσα ενημέρωσης,
- αντιδράσεις πολιτών,
- νομικές και κανονιστικές υποχρεώσεις.

Η δραστηριότητα εξελίσσεται σε πραγματικό χρόνο, με νέα δεδομένα και εξελίξεις να ανακοινώνονται από τον διδάσκοντα κατά τη διάρκεια της άσκησης.

Υποθετική Μελέτη Περίπτωσης

Smart City Data Breach

Ο Δήμος λειτουργεί μια πλατφόρμα έξυπνης πόλης που παρέχει:

- πληροφορίες κυκλοφορίας,
- έξυπνη στάθμευση,
- δημοτικές ειδοποιήσεις,
- εφαρμογή κινητού πολίτη,
- δίκτυο αισθητήρων IoT.

Μετά από κυβερνοεπίθεση, διαπιστώνεται ότι διέρρευσαν:

- προσωπικά στοιχεία 50.000 πολιτών,
- δεδομένα τοποθεσίας,
- ιστορικό χρήσης δημοτικών υπηρεσιών.

Ταυτόχρονα η εφαρμογή κινητού πολίτη τίθεται εκτός λειτουργίας.

Ανάθεση Ρόλων

Οι φοιτητές/τριες χωρίζονται σε ομάδες.

Ομάδα 1

Μηχανικοί Συστημάτων

Αρμοδιότητες:

- εντοπισμός αιτίας επίθεσης,
- περιορισμός ζημιάς,
- αποκατάσταση υπηρεσιών,
- τεχνική τεκμηρίωση.

Ομάδα 2

Δημοτική Αρχή

Αρμοδιότητες:

- λήψη αποφάσεων,
- επικοινωνία με πολίτες,
- διαχείριση δημόσιας εικόνας.

Ομάδα 3

Ρυθμιστική Αρχή Προστασίας Δεδομένων

Αρμοδιότητες:

- έλεγχος συμμόρφωσης με GDPR,
- διερεύνηση παραβιάσεων,
- προτάσεις κυρώσεων.

Ομάδα 4

Δημοσιογράφοι

Αρμοδιότητες:

- συλλογή πληροφοριών,
- διατύπωση ερωτήσεων,
- δημοσίευση έκτακτων ανακοινώσεων.

Ομάδα 5

Πολίτες και Κοινωνικοί Φορείς

Αρμοδιότητες:

- έκφραση ανησυχιών,
- διεκδίκηση δικαιωμάτων,
- αξιολόγηση των αποφάσεων των αρχών.

Φάση 1: Αναγνώριση του Περιστατικού

Οι ομάδες λαμβάνουν το πρώτο δελτίο συμβάντος.

Παράδειγμα

Στις 08:30 εντοπίστηκε μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση στη βάση δεδομένων του Δήμου. Υπάρχουν ενδείξεις διαρροής προσωπικών δεδομένων.

Ερωτήματα

- Ποιες είναι οι άμεσες ενέργειες;
- Ποια συστήματα πρέπει να απομονωθούν;
- Ποιες πληροφορίες χρειάζονται περισσότερη διερεύνηση;

Φάση 2: Διαχείριση Κρίσης

Ο διδάσκων/ουσα ανακοινώνει νέα δεδομένα.

Νέα εξέλιξη

Δημοσιογράφοι δημοσιεύουν πληροφορίες ότι τα δεδομένα πολιτών πωλούνται στο διαδίκτυο.

Αποφάσεις που πρέπει να ληφθούν

- Θα ενημερωθούν άμεσα οι πολίτες;
- Θα απενεργοποιηθεί το σύστημα;
- Θα δημοσιοποιηθούν όλες οι διαθέσιμες πληροφορίες;

Ηθικό Δίλημμα

Η άμεση ενημέρωση των πολιτών μπορεί να προκαλέσει πανικό.

Η καθυστέρηση ενημέρωσης μπορεί να θεωρηθεί απόκρυψη πληροφοριών.

Τι θα επιλέξετε;

Φάση 3: Δημόσια Επικοινωνία

Κάθε ομάδα προετοιμάζει ανακοίνωση.

Παράδειγμα

Δήμος

Διαπιστώθηκε περιστατικό ασφαλείας και έχουν ήδη ληφθεί μέτρα περιορισμού της παραβίασης. Οι πολίτες θα ενημερώνονται διαρκώς για τις εξελίξεις.

Δημοσιογράφοι

Γιατί δεν ενημερώθηκαν νωρίτερα οι πολίτες; Υπήρχαν προηγούμενες προειδοποιήσεις που αγνοήθηκαν.

Πολίτες

Πώς θα προστατευτούν τα προσωπικά μας δεδομένα; Ποιος θα αναλάβει την ευθύνη;

Φάση 4: Ηθική και Νομική Αξιολόγηση

Οι ομάδες εξετάζουν:

Ζητήματα Ιδιωτικότητας

- Ποια δεδομένα διέρρευσαν;
- Ποιες είναι οι πιθανές συνέπειες για τους πολίτες;

Ζητήματα Λογοδοσίας

- Ποιος ευθύνεται για το περιστατικό;
- Υπήρξε αμέλεια;

Ζητήματα Διαφάνειας

- Ήταν επαρκής η ενημέρωση των πολιτών;
- Πώς μπορεί να ενισχυθεί η εμπιστοσύνη;

Ζητήματα Δικαιοσύνης

- Επηρεάστηκαν περισσότερο συγκεκριμένες ομάδες πολιτών;
- Υπάρχουν ευάλωτες ομάδες που χρειάζονται επιπλέον υποστήριξη;

Φάση 5: Μετα-Ανάλυση (Post-Incident Review)

Μετά την ολοκλήρωση της προσομοίωσης, κάθε ομάδα συντάσσει αναφορά.

Ερωτήματα Αναστοχασμού

- Ποια ήταν η δυσκολότερη απόφαση;
- Υπήρξε σύγκρουση μεταξύ τεχνικών και κοινωνικών στόχων;
- Πώς θα μπορούσε να αποφευχθεί το περιστατικό;
- Τι μάθατε για τη διαχείριση κρίσεων σε έξυπνες πόλεις;

Δομή Παραδοτέου

Incident Response and Ethical Decision Report

1. Περιγραφή Περιστατικού

Σύντομη παρουσίαση του συμβάντος.

2. Ανάλυση Ρόλου

Περιγραφή των ενεργειών της ομάδας.

3. Τεχνικές Αποφάσεις

Αποφάσεις που ελήφθησαν για την αντιμετώπιση της κρίσης.

4. Ηθικά Διλήμματα

Ανάλυση των συγκρούσεων και των επιλογών.

5. Κοινωνικές και Νομικές Επιπτώσεις

Αξιολόγηση επιπτώσεων στους πολίτες και στους οργανισμούς.

6. Προτάσεις Βελτίωσης

Μέτρα πρόληψης και ενίσχυσης της ανθεκτικότητας.

7. Συμπεράσματα

Κριτικός αναστοχασμός για τη διαδικασία διαχείρισης της κρίσης.

Παράδειγμα Προτεινόμενων Βελτιώσεων

Τεχνικά Μέτρα

- Πολυπαραγοντικός έλεγχος ταυτότητας (MFA).
- Κρυπτογράφηση δεδομένων.
- Συνεχής παρακολούθηση δικτύου.
- Τακτικοί έλεγχοι ασφαλείας.

Οργανωτικά Μέτρα

- Σχέδιο διαχείρισης περιστατικών.
- Εκπαίδευση προσωπικού.
- Τακτικές ασκήσεις κυβερνοασφάλειας.

Μέτρα Διαφάνειας

- Πρωτόκολλο ενημέρωσης πολιτών.
- Δημόσιες αναφορές συμβάντων.
- Μηχανισμός υποβολής παραπόνων.

Ρόλος Διδάσκοντα

Ο διδάσκων:

- σχεδιάζει το σενάριο της επίθεσης,
- παρέχει νέες πληροφορίες κατά τη διάρκεια της άσκησης,
- συντονίζει τη διαδικασία λήψης αποφάσεων,
- διευκολύνει τη συζήτηση των ηθικών διλημμάτων,
- αξιολογεί την τεχνική και κοινωνική διάσταση των αποφάσεων.

Κριτήρια Αξιολόγησης

Κριτήριο Αξιολόγησης	Περιγραφή	Βαρύτητα (%)
1. Ανάλυση του περιστατικού και κατανόηση της κυβερνοκρίσης	Πλήρης κατανόηση του σεναρίου, εντοπισμός των βασικών τεχνικών, οργανωτικών και κοινωνικών προβλημάτων που προκύπτουν από το περιστατικό.	10
2. Λήψη αποφάσεων κατά τη διαχείριση του περιστατικού	Τεκμηριωμένη επιλογή τεχνικών και οργανωτικών ενεργειών για τον περιορισμό της κρίσης, λαμβάνοντας υπόψη τις διαθέσιμες πληροφορίες και τις εξελίξεις του σεναρίου.	20
3. Διαχείριση ηθικών και νομικών ζητημάτων	Αναγνώριση και αξιολόγηση ζητημάτων ιδιωτικότητας, διαφάνειας, λογοδοσίας, κοινωνικής δικαιοσύνης και συμμόρφωσης με τον GDPR κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης.	15
4. Ανάλυση και υποστήριξη του ρόλου στην προσομοίωση	Συνέπεια στην εκπροσώπηση του ανατεθειμένου ρόλου (π.χ. μηχανικός, δημοσιογράφος, ρυθμιστική αρχή, πολίτης), με τεκμηριωμένη επιχειρηματολογία και ενεργό συμμετοχή στη διαδικασία λήψης αποφάσεων.	15
5. Συνεργασία και επικοινωνία	Αποτελεσματική συνεργασία εντός της ομάδας, συντονισμός με τις υπόλοιπες ομάδες και σαφής επικοινωνία κατά τη διαχείριση της κρίσης.	10
6. Ποιότητα του Incident Response and Ethical Decision Report	Πληρότητα, σαφήνεια, οργάνωση και επιστημονική τεκμηρίωση του τελικού παραδοτέου, με ολοκληρωμένη παρουσίαση των αποφάσεων και των συμπερασμάτων.	15
7. Προτάσεις πρόληψης και ενίσχυσης της ανθεκτικότητας	Τεκμηριωμένες τεχνικές και οργανωτικές προτάσεις για τη βελτίωση της κυβερνοασφάλειας, της ετοιμότητας και της ανθεκτικότητας των υποδομών έξυπνης πόλης.	10
8. Κριτικός αναστοχασμός	Αποτίμηση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων, αναγνώριση δυσκολιών και τεκμηριωμένος αναστοχασμός σχετικά με τη διαχείριση της κρίσης και τις κοινωνικές επιπτώσεις.	5
Σύνολο		100

Πίνακας 14. Κριτήρια αξιολόγησης φοιτητών/τριών στο σενάριο «Ethical Incident Response Simulation»

Αναμενόμενο Μαθησιακό Αποτέλεσμα

Με την ολοκλήρωση του σεναρίου, οι φοιτητές/τριες θα μπορούν να διαχειρίζονται σύνθετα περιστατικά ασφάλειας σε περιβάλλοντα έξυπνων πόλεων, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις

τεχνικές όσο και τις κοινωνικές, ηθικές και νομικές παραμέτρους. Θα κατανοήσουν ότι η αντιμετώπιση μιας ψηφιακής κρίσης δεν αποτελεί αποκλειστικά τεχνικό πρόβλημα, αλλά απαιτεί συντονισμό πολλών φορέων, υπεύθυνη επικοινωνία, προστασία δικαιωμάτων και λογοδοσία. Το σενάριο ενισχύει άμεσα τα μαθησιακά αντικείμενα των ΣΔΥ50 (Δίκτυα και Λογισμικό), ΣΔΥ51 (Συστήματα Διάχυτου και Σφαιρικού Υπολογισμού) και ΣΔΥ61 (Συστήματα Κινητού Υπολογισμού), προσεγγίζοντας τα ως αλληλένδετα στοιχεία ενός ευρύτερου κοινωνικοτεχνικού οικοσυστήματος.

Γ. Σενάρια Συμμετοχικού και Συμπεριληπτικού Σχεδιασμού

Η τρίτη κατηγορία προωθεί την ενεργό συμμετοχή των χρηστών στον σχεδιασμό τεχνολογικών λύσεων και την ανάπτυξη συμπεριληπτικών και προσβάσιμων ψηφιακών συστημάτων.

Σενάριο Γ1

Συν-σχεδιάζοντας Διάχυτες Τεχνολογίες με Πραγματικούς Χρήστες

Θεματικές Ενότητες: ΣΔΥ51, ΣΔΥ60

Οι φοιτητές/τριες συνεργάζονται με ηλικιωμένους, άτομα με αναπηρίες ή κατοίκους απομακρυσμένων περιοχών για τον σχεδιασμό ενός συστήματος IoT που ανταποκρίνεται στις πραγματικές ανάγκες των χρηστών.

Φάσεις

1. Συνεντεύξεις χρηστών.
2. Εργαστήριο συν-σχεδιασμού (Co-design Workshop).
3. Ανάπτυξη πρωτοτύπου.
4. Αξιολόγηση χρηστικότητας.

Παραδοτέο

User-Centred IoT Prototype.

Παράδειγμα Υλοποίησης Σεναρίου Γ1

Συν-σχεδιάζοντας Διάχυτες Τεχνολογίες με Πραγματικούς Χρήστες

Θεματικές Ενότητες: ΣΔΥ51, ΣΔΥ60**Διάρκεια:** 3–4 εβδομάδες**Τρόπος υλοποίησης:** Ομαδική εργασία πεδίου και εργαστηριακή δραστηριότητα (4-5 φοιτητές/τριες)**Παραδοτέο:** User-Centred IoT Prototype**Σκοπός του Σεναρίου**

Το σενάριο βασίζεται στις αρχές του Συμμετοχικού Σχεδιασμού (Participatory Design) και του Ανθρωποκεντρικού Σχεδιασμού (Human-Centred Design). Στόχος είναι οι φοιτητές/τριες να κατανοήσουν ότι η ανάπτυξη τεχνολογικών συστημάτων δεν πρέπει να ξεκινά από την τεχνολογία αλλά από τις πραγματικές ανάγκες των χρηστών.

Οι φοιτητές/τριες συνεργάζονται με πραγματικούς ή υποθετικούς χρήστες, όπως ηλικιωμένους, άτομα με αναπηρίες ή κατοίκους απομακρυσμένων περιοχών, και σχεδιάζουν ένα σύστημα IoT που βελτιώνει την καθημερινότητά τους.

Το σενάριο συνδέεται με:

- **ΣΔΥ51 – Συστήματα Διάχυτου και Σφαιρικού Υπολογισμού**, μέσω του σχεδιασμού έξυπνων περιβαλλόντων, αισθητήρων και εφαρμογών IoT.
- **ΣΔΥ60 – Σχεδίαση και Ανάλυση Συστημάτων Υλικού-Λογισμικού**, μέσω της ανάλυσης απαιτήσεων χρηστών και της ανάπτυξης λειτουργικών πρωτοτύπων.

Περιγραφή Δραστηριότητας

Οι φοιτητές/τριες αναλαμβάνουν να αναπτύξουν ένα πρωτότυπο IoT σύστημα για την αντιμετώπιση ενός πραγματικού προβλήματος που αντιμετωπίζει μια συγκεκριμένη ομάδα χρηστών.

Η ανάπτυξη πραγματοποιείται μέσα από τέσσερις διαδοχικές φάσεις:

1. Συνεντεύξεις χρηστών.
2. Εργαστήριο συν-σχεδιασμού.

3. Ανάπτυξη πρωτοτύπου.
4. Αξιολόγηση χρηστικότητας.

Υποθετική Μελέτη Περίπτωσης

Smart Independent Living System

Η ομάδα συνεργάζεται με ηλικιωμένους που ζουν μόνοι τους.

Οι χρήστες αναφέρουν ότι:

- ανησυχούν για πτώσεις μέσα στο σπίτι,
- δυσκολεύονται να θυμούνται τη λήψη φαρμάκων,
- επιθυμούν μεγαλύτερη αυτονομία χωρίς συνεχή παρακολούθηση.

Οι φοιτητές/τριες καλούνται να σχεδιάσουν ένα έξυπνο σύστημα υποστήριξης ανεξάρτητης διαβίωσης.

Φάση 1: Συνεντεύξεις Χρηστών

Στόχος

Η κατανόηση των πραγματικών αναγκών, προσδοκιών και προβληματισμών των χρηστών.

Οδηγίες προς τους/τις Φοιτητές/τριες

Πραγματοποιήστε 3-5 ημιδομημένες συνεντεύξεις.

Ενδεικτικές Ερωτήσεις

- Ποιες δυσκολίες αντιμετωπίζετε στην καθημερινότητά σας;
- Ποια τεχνολογικά εργαλεία χρησιμοποιείτε σήμερα;
- Ποιες λειτουργίες θα σας βοηθούσαν περισσότερο;
- Υπάρχουν τεχνολογίες που σας προκαλούν ανησυχία;
- Πόσο σημαντική είναι για εσάς η προστασία της ιδιωτικότητας;

Παράδειγμα Ευρημάτων

Ανάγκη	Συχνότητα
--------	-----------

Υπενθύμιση φαρμάκων	Υψηλή
Ανίχνευση πτώσεων	Υψηλή
Εύκολη επικοινωνία με συγγενείς	Μεσαία
Προστασία ιδιωτικότητας	Υψηλή

Φάση 2: Εργαστήριο Συν-Σχεδιασμού (Co-design Workshop)

Στόχος

Οι χρήστες συμμετέχουν ενεργά στη διαμόρφωση της λύσης.

Δραστηριότητα

Οι φοιτητές/τριες παρουσιάζουν αρχικές ιδέες και οι χρήστες:

- σχολιάζουν,
- προτείνουν αλλαγές,
- ιεραρχούν λειτουργίες,
- εκφράζουν ανησυχίες.

Παράδειγμα

Αρχική ιδέα:

Κάμερες σε κάθε δωμάτιο για ανίχνευση πτώσεων.

Αντίδραση χρηστών:

Η λύση θεωρείται υπερβολικά παρεμβατική.

Νέα πρόταση:

Χρήση αισθητήρων κίνησης και wearables αντί καμερών.

Φάση 3: Ανάπτυξη Πρωτοτύπου

Στόχος

Μετατροπή των απαιτήσεων σε λειτουργικό πρωτότυπο.

Παράδειγμα Πρωτοτύπου

Smart Home Care System

Το σύστημα περιλαμβάνει:

Αισθητήρες IoT

- αισθητήρες κίνησης,
- αισθητήρες πόρτας,
- αισθητήρες θερμοκρασίας.

Wearable Συσκευή

- ανίχνευση πτώσεων,
- κουμπί έκτακτης ανάγκης.

Εφαρμογή Κινητού

- υπενθυμίσεις φαρμάκων,
- ειδοποιήσεις συγγενών,
- απλή διεπαφή χρήστη.

Σύνδεση με τις ΘΕ

ΣΔΥ51

- Δίκτυο αισθητήρων.
- Διάχυτος υπολογισμός.
- Έξυπνο περιβάλλον κατοικίας.

ΣΔΥ60

- Ανάλυση απαιτήσεων.
- Σχεδίαση συστήματος.
- Αρχιτεκτονική υλικού-λογισμικού.

Φάση 4: Αξιολόγηση Χρηστικότητας

Στόχος

Έλεγχος της αποτελεσματικότητας και της αποδοχής του πρωτοτύπου.

Δοκιμή Χρηστών

Οι συμμετέχοντες καλούνται να εκτελέσουν συγκεκριμένα σενάρια χρήσης.

Σενάριο 1

Λήψη ειδοποίησης για φάρμακα.

Σενάριο 2

Αποστολή σήματος βοήθειας.

Σενάριο 3

Προβολή πληροφοριών στην εφαρμογή.

Ερωτηματολόγιο Αξιολόγησης

Βαθμολογήστε από 1 έως 5:

Ερώτηση	Βαθμός
Ήταν εύκολη η χρήση;	
Κατανοήσατε τις λειτουργίες;	
Αισθανθήκατε ασφάλεια;	
Θεωρείτε ότι προστατεύεται η ιδιωτικότητά σας;	
Θα χρησιμοποιούσατε το σύστημα;	

Ηθική και Κοινωνική Αξιολόγηση

Οι φοιτητές/τριες εξετάζουν:

Ιδιωτικότητα

- Συλλέγονται μόνο τα απαραίτητα δεδομένα;
- Υπάρχει συγκατάθεση των χρηστών;

Προσβασιμότητα

- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από άτομα με μειωμένη όραση;
- Υποστηρίζονται φωνητικές λειτουργίες;

Συμπερίληψη

- Εξυπηρετεί διαφορετικές ομάδες χρηστών;
- Αποφεύγεται ο ψηφιακός αποκλεισμός;

Αυτονομία

- Το σύστημα υποστηρίζει ή περιορίζει την ανεξαρτησία των χρηστών;

Δομή Παραδοτέου

User-Centred IoT Prototype Report

1. Περιγραφή Προβλήματος

Παρουσίαση της ομάδας χρηστών.

2. Ανάλυση Αναγκών

Αποτελέσματα συνεντεύξεων.

3. Co-design Workshop

Περιγραφή συμμετοχικής διαδικασίας.

4. Περιγραφή Πρωτοτύπου

Αρχιτεκτονική και λειτουργίες συστήματος.

5. Αξιολόγηση Χρηστικότητας

Αποτελέσματα δοκιμών.

6. Ηθική Αξιολόγηση

Ιδιωτικότητα, προσβασιμότητα, συμπερίληψη.

7. Συμπεράσματα

Κριτικός αναστοχασμός σχετικά με τη συμμετοχή των χρηστών στον σχεδιασμό.

Ρόλος Διδάσκοντα

Ο διδάσκων:

- καθοδηγεί τη διαδικασία συλλογής απαιτήσεων,
- παρέχει εργαλεία συν-σχεδιασμού,
- συντονίζει την αξιολόγηση χρηστικότητας,
- υποστηρίζει την ανάλυση ηθικών και κοινωνικών ζητημάτων.

Κριτήρια Αξιολόγησης:

Κριτήριο Αξιολόγησης	Περιγραφή	Βαρύτητα (%)
1. Διερεύνηση αναγκών χρηστών	Ποιότητα σχεδιασμού και υλοποίησης των συνεντεύξεων, αναγνώριση πραγματικών αναγκών, απαιτήσεων και προβληματισμών των χρηστών.	15
2. Συμμετοχικός σχεδιασμός (Co-design Workshop)	Ουσιαστική συμμετοχή των χρηστών στη διαδικασία συν-σχεδιασμού, αξιοποίηση της ανατροφοδότησής τους και τεκμηρίωση των σχεδιαστικών αποφάσεων.	15
3. Ανάπτυξη πρωτοτύπου IoT	Ποιότητα του πρωτοτύπου, λειτουργικότητα, τεχνική αρτιότητα και σύνδεση των χαρακτηριστικών του με τις ανάγκες των χρηστών.	20
4. Αξιολόγηση χρηστικότητας	Οργάνωση και υλοποίηση δοκιμών χρηστών, ανάλυση των αποτελεσμάτων και τεκμηρίωση πιθανών βελτιώσεων.	15

5. Εφαρμογή αρχών ανθρωποκεντρικού και συμπεριληπτικού σχεδιασμού	Ενσωμάτωση αρχών προσβασιμότητας, ιδιωτικότητας, συμπερίληψης, αυτονομίας και καθολικού σχεδιασμού στο πρωτότυπο.	15
6. Ποιότητα του User-Centred IoT Prototype Report	Πληρότητα, οργάνωση, σαφήνεια, επιστημονική τεκμηρίωση και συνοχή του τελικού παραδοτέου.	10
7. Κριτικός αναστοχασμός και επιστημονική τεκμηρίωση	Τεκμηριωμένη αποτίμηση της συμμετοχικής διαδικασίας, σύνδεση με σχετική βιβλιογραφία και διατύπωση προτάσεων βελτίωσης.	5
8. Συνεργασία και συμβολή της ομάδας	Αποτελεσματική συνεργασία, ισόρροπη κατανομή εργασιών και ενεργός συμμετοχή όλων των μελών της ομάδας σε όλα τα στάδια της δραστηριότητας.	5
Σύνολο		100

Πίνακας 15. Κριτήρια αξιολόγησης φοιτητών/τριών στο σενάριο «Συν-σχεδιάζοντας Διάχυτες Τεχνολογίες με Πραγματικούς Χρήστες»

Αναμενόμενο Μαθησιακό Αποτέλεσμα

Με την ολοκλήρωση του σεναρίου, οι φοιτητές/τριες θα μπορούν να εφαρμόζουν μεθόδους συμμετοχικού και ανθρωποκεντρικού σχεδιασμού για την ανάπτυξη συστημάτων διάχυτου υπολογισμού. Θα αποκτήσουν εμπειρία στη συλλογή απαιτήσεων χρηστών, στη συνδημιουργία λύσεων με διαφορετικές κοινωνικές ομάδες και στην αξιολόγηση της χρηστικότητας και της κοινωνικής αποδοχής τεχνολογικών συστημάτων. Το σενάριο ενισχύει άμεσα τα μαθησιακά αντικείμενα της ΣΔΥ51 (Συστήματα Διάχυτου και Σφαιρικού Υπολογισμού) και της ΣΔΥ60 (Σχεδίαση και Ανάλυση Συστημάτων Υλικού-Λογισμικού), αναδεικνύοντας ότι η επιτυχία ενός συστήματος IoT εξαρτάται όχι μόνο από την τεχνολογική του αρτιότητα αλλά και από τον βαθμό στον οποίο ανταποκρίνεται στις πραγματικές ανάγκες των ανθρώπων που το χρησιμοποιούν.

Σενάριο Γ2

Smart City Ethics Challenge

Θεματικές Ενότητες: ΣΔΥ50, ΣΔΥ51, ΣΔΥ61

Οι φοιτητές/τριες σχεδιάζουν υποδομές έξυπνης πόλης και αξιολογούν ζητήματα ιδιωτικότητας, διακυβέρνησης δεδομένων, συμμετοχής πολιτών και ψηφιακών δικαιωμάτων.

Παραδοτέο

Policy Brief για δημοτική αρχή.

Παράδειγμα Υλοποίησης Σεναρίου Γ2

Smart City Ethics Challenge

Θεματικές Ενότητες: ΣΔΥ50, ΣΔΥ51, ΣΔΥ61

Διάρκεια: 3–4 εβδομάδες

Τρόπος υλοποίησης: Ομαδική εργασία (4-5 φοιτητές/τριες)

Παραδοτέο: Policy Brief για Δημοτική Αρχή

Σκοπός του Σεναρίου

Το σενάριο αποσκοπεί στην ανάπτυξη της ικανότητας των φοιτητών/τριών να σχεδιάζουν και να αξιολογούν υποδομές έξυπνων πόλεων (Smart Cities), λαμβάνοντας υπόψη όχι μόνο τεχνικές απαιτήσεις αλλά και ζητήματα ιδιωτικότητας, διακυβέρνησης δεδομένων, συμμετοχής πολιτών, ψηφιακών δικαιωμάτων και κοινωνικής αποδοχής.

Οι φοιτητές/τριες αναλαμβάνουν τον ρόλο συμβούλων μιας δημοτικής αρχής και καλούνται να προτείνουν ένα σχέδιο ανάπτυξης έξυπνης πόλης που συνδυάζει τεχνολογική καινοτομία με υπεύθυνη διακυβέρνηση.

Το σενάριο συνδέεται με:

- **ΣΔΥ50 – Βασικές Τεχνολογίες Δικτύων και Λογισμικού**, μέσω του σχεδιασμού δικτυακών υποδομών, διαχείρισης δεδομένων και κυβερνοασφάλειας.
- **ΣΔΥ51 – Συστήματα Διάχυτου και Σφαιρικού Υπολογισμού**, μέσω της αξιοποίησης αισθητήρων, IoT συσκευών και έξυπνων περιβαλλόντων.
- **ΣΔΥ61 – Συστήματα Κινητού Υπολογισμού**, μέσω εφαρμογών κινητών πολιτών και υπηρεσιών βασισμένων στην τοποθεσία.

Περιγραφή Δραστηριότητας

Ένας δήμος σχεδιάζει να μετατραπεί σε «Έξυπνη Πόλη» αξιοποιώντας:

- δίκτυα αισθητήρων,
- εφαρμογές κινητών πολιτών,
- πλατφόρμες ανοικτών δεδομένων,
- συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας,
- έξυπνο φωτισμό,
- συστήματα περιβαλλοντικής παρακολούθησης.

Οι φοιτητές/τριες καλούνται να σχεδιάσουν τις υποδομές και να αξιολογήσουν τις πιθανές κοινωνικές και ηθικές επιπτώσεις.

Υποθετική Μελέτη Περίπτωσης

Smart Green City 2030

Ο Δήμος «Πράσινη Πόλη» σχεδιάζει να εγκαταστήσει:

- 5.000 αισθητήρες κυκλοφορίας,
- έξυπνες στάσεις λεωφορείων,
- εφαρμογή κινητού πολίτη,
- δίκτυο περιβαλλοντικών αισθητήρων,
- έξυπνο φωτισμό δρόμων,
- πλατφόρμα ανοικτών δεδομένων.

Στόχος είναι:

- η μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης,
- η εξοικονόμηση ενέργειας,
- η βελτίωση της ποιότητας ζωής.

Οδηγίες προς τους/τις Φοιτητές/τριες

Φάση 1: Σχεδιασμός Υποδομής Έξυπνης Πόλης

Η ομάδα σχεδιάζει την αρχιτεκτονική της πόλης.

Συμπληρώστε τον πίνακα

Υποδομή	Τεχνολογία
Κυκλοφορία	Αισθητήρες IoT
Στάθμευση	Mobile εφαρμογή
Φωτισμός	Έξυπνοι ελεγκτές
Περιβάλλον	Αισθητήρες αέρα
Δημόσιες υπηρεσίες	Cloud πλατφόρμα

Σύνδεση με τις ΘΕ

ΣΔΥ50

- Δικτυακή επικοινωνία.
- Cloud υποδομές.
- Ασφάλεια δεδομένων.

ΣΔΥ51

- IoT αισθητήρες.
- Διάχυτος υπολογισμός.
- Έξυπνα περιβάλλοντα.

ΣΔΥ61

- Mobile εφαρμογές.
- Υπηρεσίες τοποθεσίας.
- Ψηφιακές υπηρεσίες πολιτών.

Φάση 2: Ανάλυση Ενδιαφερομένων Μερών (Stakeholder Analysis)

Καταγράψτε όλους τους εμπλεκόμενους φορείς.

Παράδειγμα

Εμπλεκόμενος	Συμφέρον
Πολίτες	Ποιότητα ζωής
Δήμος	Αποτελεσματική διαχείριση πόλης
Επιχειρήσεις	Πρόσβαση σε δεδομένα
Περιβαλλοντικές οργανώσεις	Βιωσιμότητα
Ευάλωτες κοινωνικές ομάδες	Ίση πρόσβαση στις υπηρεσίες

Φάση 3: Αξιολόγηση Ηθικών Ζητημάτων

Ιδιωτικότητα

Απαντήστε:

- Ποια προσωπικά δεδομένα συλλέγονται;
- Υπάρχει συνεχής παρακολούθηση πολιτών;
- Ποια δεδομένα είναι πραγματικά απαραίτητα;

Παράδειγμα

Η εφαρμογή στάθμευσης καταγράφει:

- τοποθεσία χρήστη,
- χρόνο μετακίνησης,
- ιστορικό διαδρομών.

Πιθανός κίνδυνος:

Παρακολούθηση της καθημερινής συμπεριφοράς πολιτών.

Διακυβέρνηση Δεδομένων

Απαντήστε:

- Ποιος είναι ιδιοκτήτης των δεδομένων;
- Ποιος έχει πρόσβαση;
- Για πόσο διάστημα αποθηκεύονται;

Παράδειγμα

Ερώτημα	Απόφαση
Ιδιοκτησία δεδομένων	Δήμος
Πρόσβαση	Εξουσιοδοτημένοι φορείς
Διατήρηση δεδομένων	12 μήνες

Ψηφιακά Δικαιώματα

Απαντήστε:

- Υπάρχει δικαίωμα διαγραφής δεδομένων;
- Μπορεί ο πολίτης να ενημερωθεί για τη χρήση των δεδομένων του;
- Υπάρχει δυνατότητα εξαίρεσης από συγκεκριμένες υπηρεσίες;

Φάση 4: Συμμετοχή Πολιτών

Η ομάδα σχεδιάζει μηχανισμούς συμμετοχής των πολιτών.

Παραδείγματα

- ηλεκτρονικές διαβουλεύσεις,
- συμμετοχικός προϋπολογισμός,
- εφαρμογές αναφοράς προβλημάτων,
- δημόσιες ακροάσεις.

Ερώτημα

Πώς θα διασφαλιστεί ότι συμμετέχουν:

- ηλικιωμένοι,
- άτομα με αναπηρίες,
- πολίτες με χαμηλές ψηφιακές δεξιότητες;

Φάση 5: Ανάλυση Κοινωνικών Επιπτώσεων

Οι φοιτητές/τριες εξετάζουν:

Θετικές επιπτώσεις

- καλύτερη κινητικότητα,
- μείωση ρύπανσης,
- αποδοτικότερες υπηρεσίες.

Πιθανές αρνητικές επιπτώσεις

- μαζική παρακολούθηση,
- ψηφιακός αποκλεισμός,
- συγκέντρωση εξουσίας μέσω δεδομένων.

Παράδειγμα Πίνακα

Επίπτωση	Θετική	Αρνητική
Κυκλοφορία	X	
Παρακολούθηση πολιτών		X
Περιβάλλον	X	
Ψηφιακός αποκλεισμός		X

Φάση 6: Σύνταξη Policy Brief

Οι ομάδες συντάσσουν ένα συνοπτικό έγγραφο πολιτικής προς τον Δήμο.

Δομή Παραδοτέου

Policy Brief για Δημοτική Αρχή

1. Περίληψη Πρότασης

Σύντομη παρουσίαση του έργου.

2. Προτεινόμενες Υποδομές

Περιγραφή των τεχνολογιών.

3. Ηθικά Ζητήματα

Ανάλυση:

- ιδιωτικότητας,
- διακυβέρνησης δεδομένων,
- ψηφιακών δικαιωμάτων.

4. Συμμετοχή Πολιτών

Προτάσεις για ενεργό συμμετοχή.

5. Κοινωνικές Επιπτώσεις

Οφέλη και κίνδυνοι.

6. Συστάσεις Πολιτικής

Παράδειγμα:

1. Εφαρμογή Privacy-by-Design.
2. Δημιουργία Επιτροπής Δεδομένων Πόλης.
3. Τακτικοί έλεγχοι διαφάνειας.
4. Ενίσχυση προσβασιμότητας υπηρεσιών.
5. Δημόσια διαβούλευση πριν από νέες τεχνολογικές εγκαταστάσεις.

Παράδειγμα Τελικής Σύστασης

Ο Δήμος θα πρέπει να εφαρμόσει αρχές Privacy-by-Design σε όλες τις έξυπνες υπηρεσίες, να διασφαλίσει τη συμμετοχή των πολιτών στη λήψη αποφάσεων και να δημιουργήσει σαφές πλαίσιο διακυβέρνησης δεδομένων, ώστε η τεχνολογική καινοτομία να συμβαδίζει με τον σεβασμό των θεμελιωδών δικαιωμάτων.

Ρόλος Διδάσκοντα/ουσας

Ο διδάσκων/ουσα:

- παρουσιάζει τις βασικές αρχές των Smart Cities,
- παρέχει παραδείγματα από διεθνείς πρακτικές,
- συντονίζει τις συζητήσεις γύρω από ηθικά διλήμματα,
- καθοδηγεί τη σύνταξη του Policy Brief.

Κριτήρια Αξιολόγησης

Κριτήριο Αξιολόγησης	Περιγραφή	Βαρύτητα (%)
1. Σχεδιασμός υποδομών έξυπνης πόλης	Πληρότητα και τεχνική τεκμηρίωση του σχεδιασμού των υποδομών (IoT, δίκτυα, αισθητήρες, εφαρμογές κινητών, cloud υπηρεσίες), με σύνδεση στις Θεματικές Ενότητες του ΠΜΣ.	15
2. Ανάλυση ενδιαφερομένων μερών (Stakeholder Analysis)	Αναγνώριση όλων των εμπλεκομένων φορέων, ανάλυση των αναγκών, των συμφερόντων και των πιθανών συγκρούσεων μεταξύ τους.	10
3. Αξιολόγηση ηθικών και νομικών ζητημάτων	Συστηματική ανάλυση ζητημάτων ιδιωτικότητας, διακυβέρνησης δεδομένων, ψηφιακών δικαιωμάτων, κυβερνοασφάλειας και συμμόρφωσης με τον GDPR.	20
4. Συμμετοχή πολιτών και συμπεριληπτική διακυβέρνηση	Τεκμηριωμένες προτάσεις για ενεργή συμμετοχή των πολιτών, προσβασιμότητα των υπηρεσιών και ενίσχυση της κοινωνικής συμπερίληψης.	10
5. Ανάλυση κοινωνικών επιπτώσεων	Αξιολόγηση των θετικών και αρνητικών συνεπειών των προτεινόμενων υποδομών, με έμφαση στη βιωσιμότητα, την κοινωνική δικαιοσύνη και τον ψηφιακό αποκλεισμό.	15
6. Ποιότητα και τεκμηρίωση του Policy Brief	Πληρότητα, σαφήνεια, δομή, επιστημονική τεκμηρίωση και ποιότητα των προτεινόμενων συστάσεων πολιτικής προς τη δημοτική αρχή.	15
7. Κριτικός αναστοχασμός και σύνδεση θεωρίας–πράξης	Ικανότητα σύνδεσης των τεχνικών επιλογών με θεωρητικά πλαίσια και διατύπωση τεκμηριωμένων προτάσεων βελτίωσης.	10
8. Συνεργασία και συμβολή της ομάδας	Αποτελεσματική συνεργασία, ισόρροπη κατανομή εργασιών και ενεργός συμμετοχή όλων των μελών της ομάδας.	5
Σύνολο		100

Πίνακας 16. Κριτήρια αξιολόγησης φοιτητών/τριών στο σενάριο «Smart City Ethics Challenge»

Αναμενόμενο Μαθησιακό Αποτέλεσμα

Με την ολοκλήρωση του σεναρίου, οι φοιτητές/τριες θα μπορούν να σχεδιάζουν και να αξιολογούν υποδομές έξυπνων πόλεων μέσα από μια κοινωνικοτεχνική προσέγγιση. Θα αναπτύξουν δεξιότητες ανάλυσης ζητημάτων ιδιωτικότητας, διακυβέρνησης δεδομένων, συμμετοχής πολιτών και ψηφιακών δικαιωμάτων, κατανοώντας ότι η επιτυχία μιας Smart City δεν εξαρτάται μόνο από την τεχνολογική της υποδομή αλλά και από την εμπιστοσύνη, τη διαφάνεια και τη δημοκρατική συμμετοχή των πολιτών. Το σενάριο συνδέεται άμεσα με

τα γνωστικά αντικείμενα των ΣΔΥ50 (Δίκτυα και Λογισμικό), ΣΔΥ51 (Συστήματα Διάχυτου και Σφαιρικού Υπολογισμού) και ΣΔΥ61 (Συστήματα Κινητού Υπολογισμού), προσεγγίζοντας τις έξυπνες πόλεις ως πολύπλοκα κοινωνικοτεχνικά οικοσυστήματα.

Σενάριο Γ3

Digital Twin for Responsible Cities

Θεματικές Ενότητες: ΣΔΥ60, ΣΔΥ62

Οι φοιτητές/τριες αναπτύσσουν ψηφιακό δίδυμο (Digital Twin) για έξυπνο κτίριο ή πανεπιστημιούπολη και αξιολογούν παραμέτρους κυβερνοασφάλειας, ιδιωτικότητας, βιωσιμότητας και κοινωνικού αντίκτυπου.

Παραδοτέο

Digital Twin Governance Report.

Παράδειγμα Υλοποίησης Σεναρίου Γ3

Digital Twin for Responsible Cities

Θεματικές Ενότητες: ΣΔΥ60, ΣΔΥ62

Διάρκεια: 3–4 εβδομάδες

Τρόπος υλοποίησης: Ομαδική εργασία σχεδιασμού και ανάλυσης συστημάτων (4-5 φοιτητές/τριες)

Παραδοτέο: Digital Twin Governance Report

Σκοπός του Σεναρίου

Το σενάριο αποσκοπεί στην εξοικείωση των φοιτητών/τριών με την τεχνολογία των Ψηφιακών Διδύμων (Digital Twins) και στην κατανόηση των τεχνικών, ηθικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών προκλήσεων που προκύπτουν από τη χρήση τους σε έξυπνα κτίρια και έξυπνες πόλεις.

Οι φοιτητές/τριες αναλαμβάνουν να σχεδιάσουν ένα ψηφιακό δίδυμο που αναπαριστά σε πραγματικό χρόνο ένα φυσικό περιβάλλον (π.χ. ένα πανεπιστήμιο ή ένα έξυπνο κτίριο), αξιοποιώντας δεδομένα από αισθητήρες και ενσωματωμένα συστήματα.

Παράλληλα, καλούνται να αξιολογήσουν ζητήματα:

- κυβερνοασφάλειας,
- ιδιωτικότητας,
- ενεργειακής βιωσιμότητας,
- κοινωνικού αντίκτυπου,
- διακυβέρνησης δεδομένων.

Το σενάριο συνδέεται με:

- **ΣΔΥ60 – Σχεδίαση και Ανάλυση Συστημάτων Υλικού-Λογισμικού**, μέσω της μοντελοποίησης, της αρχιτεκτονικής και της ανάλυσης σύνθετων συστημάτων.
- **ΣΔΥ62 – Ενσωματωμένα Συστήματα**, μέσω της αξιοποίησης αισθητήρων, συσκευών IoT και edge computing υποδομών.

Περιγραφή Δραστηριότητας

Οι φοιτητές/τριες αναλαμβάνουν τον ρόλο ομάδας συμβούλων ενός πανεπιστημίου που επιθυμεί να δημιουργήσει ένα Digital Twin της πανεπιστημιούπολης του.

Το ψηφιακό δίδυμο θα επιτρέπει:

- παρακολούθηση ενεργειακής κατανάλωσης,
- διαχείριση αιθουσών,
- παρακολούθηση περιβαλλοντικών συνθηκών,
- πρόβλεψη αναγκών συντήρησης,
- βελτιστοποίηση χρήσης πόρων.

Η ομάδα καλείται να σχεδιάσει τόσο την τεχνική αρχιτεκτονική όσο και το πλαίσιο υπεύθυνης διακυβέρνησης του συστήματος.

Υποθετική Μελέτη Περίπτωσης

Smart University Digital Twin

Το Πανεπιστήμιο σχεδιάζει ένα ψηφιακό δίδυμο που συλλέγει δεδομένα από:

- αισθητήρες θερμοκρασίας,
- αισθητήρες κατανάλωσης ενέργειας,
- αισθητήρες παρουσίας σε αίθουσες,
- έξυπνα συστήματα φωτισμού,
- συστήματα πρόσβασης σε κτίρια.

Στόχος είναι:

- η μείωση ενεργειακής κατανάλωσης,
- η βελτίωση των υποδομών,
- η καλύτερη εμπειρία φοιτητών/τριών και προσωπικού.

Οδηγίες προς τους/τις Φοιτητές/τριες

Φάση 1: Σχεδιασμός Ψηφιακού Διδύμου

Καταγράψτε:

- ποια φυσικά στοιχεία θα μοντελοποιηθούν,
- ποια δεδομένα θα συλλέγονται,
- ποιοι αισθητήρες θα χρησιμοποιηθούν,
- ποιοι χρήστες θα έχουν πρόσβαση.

Παράδειγμα:

Στοιχείο	Δεδομένα
Αίθουσες	Πληρότητα
Κτίρια	Κατανάλωση ενέργειας
Χώροι στάθμευσης	Διαθεσιμότητα θέσεων
Βιβλιοθήκη	Χρήση χώρων

Σύνδεση με τις ΘΕ

ΣΔΥ60

- Ανάλυση απαιτήσεων.
- Μοντελοποίηση συστημάτων.

- Αρχιτεκτονική υλικού-λογισμικού.

ΣΔΥ62

- Αισθητήρες.
- Ενσωματωμένες συσκευές.
- IoT υποδομές.

Φάση 2: Ανάλυση Κυβερνοασφάλειας

Οι φοιτητές/τριες εντοπίζουν πιθανούς κινδύνους.

Ερωτήματα

- Τι θα συμβεί αν παραβιαστεί το σύστημα;
- Ποια δεδομένα είναι ευαίσθητα;
- Πώς προστατεύονται οι αισθητήρες;
- Υπάρχει ασφαλής επικοινωνία μεταξύ συσκευών;

Παράδειγμα

Κίνδυνος	Επίπτωση
Παραβίαση λογαριασμού διαχειριστή	Υψηλή
Αλλοίωση δεδομένων αισθητήρων	Υψηλή
Επίθεση σε IoT συσκευές	Μεσαία

Προτεινόμενα Μέτρα

- Κρυπτογράφηση δεδομένων.
- Πολυπαραγοντικός έλεγχος ταυτότητας.
- Τακτικοί έλεγχοι ασφαλείας.
- Διαχωρισμός δικτύων.

Φάση 3: Ανάλυση Ιδιωτικότητας

Οι φοιτητές/τριες εξετάζουν:

- ποια προσωπικά δεδομένα συλλέγονται,

- αν είναι αναγκαία,
- ποιος έχει πρόσβαση,
- πώς διασφαλίζεται η συμμόρφωση με τον GDPR.

Παράδειγμα

Το σύστημα καταγράφει:

- παρουσία φοιτητών/τριών σε αίθουσες,
- ώρες πρόσβασης σε κτίρια.

Ηθικό Δίλημμα

Είναι απαραίτητη η καταγραφή ατομικής παρουσίας ή αρκούν ανώνυμα στατιστικά δεδομένα;

Προτεινόμενη Λύση

Χρήση συγκεντρωτικών και ανωνυμοποιημένων δεδομένων.

Φάση 4: Ανάλυση Βιωσιμότητας

Οι φοιτητές/τριες αξιολογούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Ερωτήματα

- Μειώνει το σύστημα την κατανάλωση ενέργειας;
- Ποιο είναι το ενεργειακό αποτύπωμα του Digital Twin;
- Πώς συμβάλλει στους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης;

Παράδειγμα

Παράμετρος	Επίδραση
Εξοικονόμηση ενέργειας	Θετική
Κατανάλωση υπολογιστικών πόρων	Αρνητική
Μείωση εκπομπών CO ₂	Θετική

Φάση 5: Ανάλυση Κοινωνικού Αντίκτυπου

Οι ομάδες εξετάζουν:

Θετικές Επιπτώσεις

- βελτίωση εμπειρίας χρηστών,
- αποδοτικότερη χρήση υποδομών,
- εξοικονόμηση πόρων.

Πιθανές Αρνητικές Επιπτώσεις

- αυξημένη παρακολούθηση,
- περιορισμός ιδιωτικότητας,
- εξάρτηση από αυτοματοποιημένες αποφάσεις.

Stakeholder Analysis

Εμπλεκόμενος	Επίδραση
Φοιτητές/τριες	Υψηλή
Διοίκηση	Υψηλή
Τεχνικές υπηρεσίες	Υψηλή
Επισκέπτες	Μεσαία

Φάση 6: Ανάπτυξη Πλαισίου Διακυβέρνησης

Οι φοιτητές/τριες σχεδιάζουν κανόνες λειτουργίας του Digital Twin.

Αποφάσεις

- Ποιος διαχειρίζεται τα δεδομένα;
- Ποιος έχει πρόσβαση;
- Πώς ενημερώνονται οι χρήστες;
- Πώς υποβάλλονται παράπονα;

Παράδειγμα Πολιτικής

1. Ελάχιστη συλλογή δεδομένων.
2. Ανωνυμοποίηση προσωπικών πληροφοριών.
3. Τακτικοί έλεγχοι ασφάλειας.

4. Διαφανής ενημέρωση χρηστών.
5. Συμμετοχή φοιτητών/τριών στη λήψη αποφάσεων.

Δομή Παραδοτέου

Digital Twin Governance Report

1. Περιγραφή Ψηφιακού Διδύμου

Παρουσίαση συστήματος.

2. Τεχνική Αρχιτεκτονική

Αισθητήρες, δίκτυα, πλατφόρμες.

3. Ανάλυση Κυβερνοασφάλειας

Κίνδυνοι και μέτρα προστασίας.

4. Ανάλυση Ιδιωτικότητας

Δεδομένα και πολιτικές προστασίας.

5. Ανάλυση Βιωσιμότητας

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

6. Κοινωνικός Αντίκτυπος

Οφέλη και κίνδυνοι.

7. Πλαίσιο Διακυβέρνησης

Κανόνες λειτουργίας και λογοδοσίας.

8. Συμπεράσματα

Κριτικός αναστοχασμός σχετικά με τη χρήση των Digital Twins.

Παράδειγμα Τελικής Σύστασης

Η υλοποίηση ενός Digital Twin μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη βιώσιμη και αποδοτική διαχείριση ενός πανεπιστημιακού χώρου. Ωστόσο, η επιτυχία του εξαρτάται από την

ενσωμάτωση μηχανισμών κυβερνοασφάλειας, προστασίας ιδιωτικότητας, διαφανούς διακυβέρνησης και ενεργού συμμετοχής των χρηστών στη λήψη αποφάσεων.

Ρόλος Διδάσκοντα

Ο διδάσκων:

- παρουσιάζει τη θεωρία των Digital Twins,
- καθοδηγεί τη μοντελοποίηση του συστήματος,
- υποστηρίζει την ανάλυση κινδύνων,
- συντονίζει τη συζήτηση για τις ηθικές και κοινωνικές προεκτάσεις.

Κριτήρια Αξιολόγησης

Κριτήριο Αξιολόγησης	Περιγραφή	Βαρύτητα (%)
1. Σχεδιασμός και τεχνική περιγραφή του Digital Twin	Πληρότητα στην περιγραφή του ψηφιακού διδύμου, των φυσικών στοιχείων που μοντελοποιούνται, των αισθητήρων, των δεδομένων και των χρηστών του συστήματος.	15
2. Τεχνική αρχιτεκτονική και σύνδεση με τις ΘΕ	Τεκμηρίωση της αρχιτεκτονικής υλικού-λογισμικού, των IoT υποδομών, των ενσωματωμένων συστημάτων και της σύνδεσης με τις ΘΕ ΣΔΥ60 και ΣΔΥ62.	10
3. Ανάλυση κυβερνοασφάλειας	Αναγνώριση πιθανών απειλών, αξιολόγηση κινδύνων και πρόταση τεχνικών μέτρων προστασίας, όπως κρυπτογράφηση, MFA, έλεγχοι ασφαλείας και διαχωρισμός δικτύων.	15
4. Ανάλυση ιδιωτικότητας και διακυβέρνησης δεδομένων	Αξιολόγηση των δεδομένων που συλλέγονται, εφαρμογή αρχών ελαχιστοποίησης, ανωνυμοποίησης, ελέγχου πρόσβασης και συμμόρφωσης με τον GDPR.	15
5. Ανάλυση βιωσιμότητας	Εκτίμηση της συμβολής του Digital Twin στη μείωση κατανάλωσης ενέργειας, στη βελτιστοποίηση πόρων και στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα.	10
6. Ανάλυση κοινωνικού αντίκτυπου	Αξιολόγηση των θετικών και αρνητικών επιπτώσεων σε φοιτητές/τριες, διοίκηση, τεχνικές υπηρεσίες, επισκέπτες και άλλες ομάδες χρηστών.	10

7. Πλαίσιο διακυβέρνησης και λογοδοσίας	Διατύπωση κανόνων για πρόσβαση στα δεδομένα, ενημέρωση χρηστών, μηχανισμούς παραπόνων, διαφάνεια και συμμετοχή των χρηστών στη λήψη αποφάσεων.	15
8. Ποιότητα του Digital Twin Governance Report	Σαφήνεια, συνοχή, επιστημονική τεκμηρίωση, οργάνωση και πληρότητα του τελικού παραδοτέου.	5
9. Συνεργασία και συμβολή της ομάδας	Ισορροπημένη κατανομή εργασιών, συνεργασία και ενεργός συμμετοχή όλων των μελών.	5
Σύνολο		100

Πίνακας 17. Κριτήρια αξιολόγησης φοιτητών/τριών στο σενάριο «Digital Twin for Responsible Cities»

Αναμενόμενο Μαθησιακό Αποτέλεσμα

Με την ολοκλήρωση του σεναρίου, οι φοιτητές/τριες θα μπορούν να σχεδιάζουν και να αξιολογούν Ψηφιακά Δίδυμα ως σύνθετα κοινωνικοτεχνικά συστήματα. Θα αναπτύξουν δεξιότητες μοντελοποίησης, ανάλυσης κινδύνων, αξιολόγησης ιδιωτικότητας και διακυβέρνησης δεδομένων, κατανοώντας ότι η επιτυχία ενός Digital Twin δεν εξαρτάται μόνο από την τεχνική ακρίβεια της ψηφιακής αναπαράστασης αλλά και από τον τρόπο με τον οποίο προστατεύονται τα δικαιώματα των χρηστών, προάγεται η βιωσιμότητα και ενισχύεται η εμπιστοσύνη των ενδιαφερομένων μερών. Το σενάριο ενισχύει άμεσα τα μαθησιακά αντικείμενα της ΣΔΥ60 (Σχεδίαση και Ανάλυση Συστημάτων Υλικού-Λογισμικού) και της ΣΔΥ62 (Ενσωματωμένα Συστήματα), συνδέοντας τη θεωρία των Digital Twins με τις αρχές της υπεύθυνης καινοτομίας και της βιώσιμης ψηφιακής διακυβέρνησης.

Σενάριο Γ4

Smart Campus Observatory

Θεματικές Ενότητες: ΣΔΥ50, ΣΔΥ51, ΣΔΥ60, ΣΔΥ61, ΣΔΥ62

Το συγκεκριμένο σενάριο αποτελεί την πλέον ολοκληρωμένη και καινοτόμο πρόταση, καθώς συνδέει οργανικά όλες τις Θεματικές Ενότητες του ΠΜΣ ΣΔΥ σε ένα ενιαίο περιβάλλον εφαρμογής.

Οι φοιτητές/τριες αναλαμβάνουν να σχεδιάσουν ένα υποθετικό «Έξυπνο Πανεπιστήμιο» στο οποίο λειτουργούν αισθητήρες IoT, κινητές υπηρεσίες, συστήματα ανάλυσης μαθησιακών δεδομένων και εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης για υποστήριξη αποφάσεων.

Η ομάδα καλείται να αναπτύξει:

1. Τεχνική αρχιτεκτονική συστήματος.
2. Πολιτική ιδιωτικότητας και προστασίας δεδομένων.
3. Πλαίσιο ηθικής διακυβέρνησης.
4. Στρατηγική προσβασιμότητας και συμπερίληψης.
5. Μηχανισμούς συμμετοχής των φοιτητών/τριών στη λήψη αποφάσεων.
6. Σχέδιο κυβερνοασφάλειας και διαχείρισης κινδύνων.

Το σενάριο συνδέει:

- τη δικτυακή υποδομή (ΣΔΥ50),
- τα διάχυτα και σφαιρικά συστήματα (ΣΔΥ51),
- τη σχεδίαση σύνθετων συστημάτων υλικού-λογισμικού (ΣΔΥ60),
- τις κινητές υπηρεσίες (ΣΔΥ61),
- τα ενσωματωμένα συστήματα και τους αισθητήρες (ΣΔΥ62).

Αποτελεί μια ολοκληρωμένη εφαρμογή των αρχών της ηθικής, της προσβασιμότητας, της συμπερίληψης και της υπεύθυνης καινοτομίας και μπορεί να αποτελέσει την κεντρική παιδαγωγική πρόταση του ΠΜΣ ΣΔΥ.

Παράδειγμα Υλοποίησης Σεναρίου Γ4

Smart Campus Observatory

Θεματικές Ενότητες: ΣΔΥ50, ΣΔΥ51, ΣΔΥ60, ΣΔΥ61, ΣΔΥ62

Διάρκεια: 4–6 εβδομάδες (ή ως συνθετική εργασία εξαμήνου)

Τρόπος υλοποίησης: Ομαδικό έργο σχεδιασμού και ανάπτυξης (5-6 φοιτητές/τριες)

Παραδοτέο: Smart Campus Governance and Innovation Report

Σκοπός του Σεναρίου

Το Smart Campus Observatory αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σενάριο εφαρμογής των γνώσεων που αποκτώνται σε όλες τις Θεματικές Ενότητες του ΠΜΣ ΣΔΥ. Οι φοιτητές/τριες καλούνται να σχεδιάσουν ένα υποθετικό «Έξυπνο Πανεπιστήμιο» που αξιοποιεί τεχνολογίες δικτύων, IoT, κινητού υπολογισμού, ενσωματωμένων συστημάτων και τεχνητής νοημοσύνης για τη βελτίωση της εκπαιδευτικής εμπειρίας και της διαχείρισης των πανεπιστημιακών υποδομών.

Παράλληλα, οι φοιτητές/τριες εξετάζουν τις ηθικές, κοινωνικές και οργανωτικές προκλήσεις που συνοδεύουν την εφαρμογή τέτοιων τεχνολογιών, ενσωματώνοντας αρχές ιδιωτικότητας, διαφάνειας, συμπερίληψης, λογοδοσίας και συμμετοχικής διακυβέρνησης.

Το σενάριο λειτουργεί ως «κορυφαία συνθετική δραστηριότητα» του ΠΜΣ, καθώς συνδέει οργανικά:

- **ΣΔΥ50:** Δίκτυα και λογισμικό.
- **ΣΔΥ51:** Διάχυτος και σφαιρικός υπολογισμός.
- **ΣΔΥ60:** Σχεδίαση και ανάλυση σύνθετων συστημάτων.
- **ΣΔΥ61:** Κινητές υπηρεσίες και εφαρμογές.
- **ΣΔΥ62:** Ενσωματωμένα συστήματα και αισθητήρες.

Περιγραφή Δραστηριότητας

Το Πανεπιστήμιο σχεδιάζει να μετασχηματιστεί σε ένα πλήρως ψηφιακό και διασυνδεδεμένο Smart Campus.

Η ομάδα αναλαμβάνει τον ρόλο συμβούλων ψηφιακού μετασχηματισμού και καλείται να αναπτύξει:

1. Τεχνική αρχιτεκτονική.
2. Πολιτική προστασίας δεδομένων.
3. Πλαίσιο ηθικής διακυβέρνησης.
4. Στρατηγική προσβασιμότητας.
5. Μηχανισμούς συμμετοχής φοιτητών/τριών.
6. Σχέδιο κυβερνοασφάλειας.

Υποθετική Μελέτη Περίπτωσης

Smart University 2035

Το Πανεπιστήμιο επιθυμεί να υλοποιήσει:

Έξυπνες Αίθουσες

- αισθητήρες παρουσίας,
- αισθητήρες θερμοκρασίας,
- αυτόματο φωτισμό,
- έξυπνη διαχείριση ενέργειας.

Mobile Campus App

- πρόγραμμα μαθημάτων,
- κρατήσεις αιθουσών,
- ειδοποιήσεις έκτακτης ανάγκης,
- προσωποποιημένες υπηρεσίες.

Learning Analytics Platform

- ανάλυση συμμετοχής φοιτητών/τριών,
- παρακολούθηση μαθησιακής προόδου,
- έγκαιρη ανίχνευση κινδύνου εγκατάλειψης σπουδών.

AI Decision Support

- πρόβλεψη χρήσης αιθουσών,
- ενεργειακή βελτιστοποίηση,
- υποστήριξη διοικητικών αποφάσεων.

Φάση 1: Σχεδιασμός Τεχνικής Αρχιτεκτονικής

Οι ομάδες αναπτύσσουν τη συνολική αρχιτεκτονική του Smart Campus.

Οδηγίες προς τους/τις Φοιτητές/τριες

Καταγράψτε:

- αισθητήρες και συσκευές,
- δίκτυα επικοινωνίας,
- εφαρμογές κινητού,

- cloud ή edge υποδομές,
- πλατφόρμες ανάλυσης δεδομένων.

Παράδειγμα

Υποσύστημα	Τεχνολογία
Έξυπνες αίθουσες	IoT Sensors
Mobile Services	Android / iOS App
Learning Analytics	AI Platform
Data Storage	Cloud Infrastructure
Security Layer	Identity Management

Σύνδεση με ΘΕ

ΣΔΥ50

Δικτυακές υποδομές, λογισμικό και ασφάλεια.

ΣΔΥ51

Διάχυτα συστήματα και έξυπνοι χώροι.

ΣΔΥ60

Ανάλυση απαιτήσεων και αρχιτεκτονική συστημάτων.

ΣΔΥ61

Υπηρεσίες κινητού υπολογισμού.

ΣΔΥ62

Αισθητήρες και ενσωματωμένες συσκευές.

Φάση 2: Πολιτική Ιδιωτικότητας και Προστασίας Δεδομένων

Οι φοιτητές/τριες καταγράφουν τα δεδομένα που συλλέγονται.

Παράδειγμα

Δεδομένα	Σκοπός
Παρουσία σε αίθουσες	Διαχείριση χώρων
Χρήση εφαρμογής	Βελτίωση υπηρεσιών
Μαθησιακή πρόοδος	Υποστήριξη φοιτητών/τριών

Ερωτήματα

- Ποια δεδομένα είναι πραγματικά απαραίτητα;
- Πώς διασφαλίζεται η συγκατάθεση;
- Πόσο διάστημα διατηρούνται τα δεδομένα;
- Ποιος έχει πρόσβαση;

Προτεινόμενες Αρχές

- Data Minimization.
- Privacy-by-Design.
- Ανωνυμοποίηση δεδομένων.
- Διαφάνεια προς τους χρήστες.

Φάση 3: Πλαίσιο Ηθικής Διακυβέρνησης

Οι ομάδες σχεδιάζουν μηχανισμούς λογοδοσίας.

Ερωτήματα

- Ποιος λαμβάνει αποφάσεις για τη χρήση των δεδομένων;
- Πώς ελέγχονται οι αλγόριθμοι;
- Πώς αντιμετωπίζονται οι καταγγελίες;

Παράδειγμα

Smart Campus Ethics Board

Συμμετέχουν:

- καθηγητές,

- φοιτητές/τριες,
- τεχνικό προσωπικό,
- ειδικοί σε θέματα ιδιωτικότητας.

Φάση 4: Στρατηγική Προσβασιμότητας και Συμπερίληψης

Οι φοιτητές/τριες σχεδιάζουν υπηρεσίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από όλους.

Ερωτήματα

- Είναι προσβάσιμη η εφαρμογή σε άτομα με αναπηρίες;
- Υπάρχει υποστήριξη διαφορετικών γλωσσών;
- Υπάρχουν εναλλακτικοί τρόποι πρόσβασης;

Παράδειγμα

Μέτρα Προσβασιμότητας

- συμβατότητα με screen readers,
- φωνητικές εντολές,
- υψηλή αντίθεση χρωμάτων,
- υπότιτλοι σε βίντεο.

Φάση 5: Συμμετοχή Φοιτητών/τριών στη Λήψη Αποφάσεων

Οι ομάδες προτείνουν μηχανισμούς συμμετοχικής διακυβέρνησης.

Παραδείγματα

- Ψηφιακές διαβουλεύσεις.
- Συμβούλιο Φοιτητών/τριών για τα Δεδομένα.
- Ηλεκτρονικές ψηφοφορίες.
- Συμμετοχικός σχεδιασμός υπηρεσιών.

Ηθικό Ερώτημα

Πρέπει οι φοιτητές /τριες να μπορούν να αρνηθούν τη συμμετοχή τους σε συστήματα learning analytics;

Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

Φάση 6: Κυβερνοασφάλεια και Διαχείριση Κινδύνων

Οι φοιτητές/τριες αναπτύσσουν σχέδιο προστασίας του Smart Campus.

Εντοπισμός Κινδύνων

Κίνδυνος	Επίπτωση
Διαρροή δεδομένων	Υψηλή
Παραβίαση λογαριασμών	Υψηλή
Κακόβουλη πρόσβαση σε αισθητήρες	Μεσαία
Αλγοριθμικά σφάλματα	Μεσαία

Προτεινόμενα Μέτρα

- Πολυπαραγοντική αυθεντικοποίηση.
- Κρυπτογράφηση.
- Τακτικοί έλεγχοι ασφαλείας.
- Σχέδιο αντιμετώπισης περιστατικών.

Φάση 7: Ανάλυση Κοινωνικού Αντίκτυπου

Οι ομάδες αξιολογούν τις συνέπειες του Smart Campus.

Θετικές Επιπτώσεις

- Βελτίωση μαθησιακής εμπειρίας.
- Εξοικονόμηση πόρων.
- Καλύτερη πρόσβαση σε υπηρεσίες.

Πιθανές Αρνητικές Επιπτώσεις

- Υπερβολική παρακολούθηση.
- Ψηφιακός αποκλεισμός.
- Εξάρτηση από αυτοματοποιημένες αποφάσεις.

Δομή Παραδοτέου

Smart Campus Governance and Innovation Report

1. Περιγραφή Smart Campus

Όραμα και στόχοι.

2. Τεχνική Αρχιτεκτονική

Δίκτυα, αισθητήρες και εφαρμογές.

3. Πολιτική Ιδιωτικότητας

Προστασία δεδομένων και GDPR.

4. Ηθική Διακυβέρνηση

Μηχανισμοί λογοδοσίας.

5. Προσβασιμότητα και Συμπερίληψη

Στρατηγικές καθολικού σχεδιασμού.

6. Συμμετοχική Διακυβέρνηση

Συμμετοχή φοιτητών/τριών και προσωπικού.

7. Κυβερνοασφάλεια

Ανάλυση κινδύνων και μέτρα προστασίας.

8. Κοινωνικός Αντίκτυπος

Οφέλη, κίνδυνοι και προτάσεις βελτίωσης.

9. Συμπεράσματα

Κριτικός αναστοχασμός για το μέλλον των έξυπνων πανεπιστημίων.

Ρόλος Διδάσκοντα/ουσας

Ο διδάσκων/ουσα:

- λειτουργεί ως μέντορας και συντονιστής,
- υποστηρίζει τη μοντελοποίηση του Smart Campus,

- παρέχει ανατροφοδότηση στις φάσεις σχεδιασμού,
- ενθαρρύνει τη σύνδεση όλων των Θεματικών Ενοτήτων του ΠΜΣ,
- συντονίζει τη συζήτηση γύρω από τα ηθικά και κοινωνικά ζητήματα.

Κριτήρια Αξιολόγησης

Κριτήριο Αξιολόγησης	Περιγραφή	Βαρύτητα (%)
1. Ολοκληρωμένη τεχνική αρχιτεκτονική Smart Campus	Πληρότητα στον σχεδιασμό δικτύων, αισθητήρων, mobile υπηρεσιών, cloud/edge υποδομών, learning analytics και AI συστημάτων.	15
2. Διασύνδεση με όλες τις Θεματικές Ενότητες	Τεκμηριωμένη σύνδεση του έργου με τις ΘΕ ΣΔΥ50, ΣΔΥ51, ΣΔΥ60, ΣΔΥ61 και ΣΔΥ62.	10
3. Πολιτική ιδιωτικότητας και προστασίας δεδομένων	Ανάλυση των δεδομένων που συλλέγονται, εφαρμογή αρχών Data Minimization, Privacy-by-Design, συγκατάθεσης, ανωνυμοποίησης και συμμόρφωσης με GDPR.	15
4. Πλαίσιο ηθικής διακυβέρνησης και λογοδοσίας	Πρόταση μηχανισμών ελέγχου, Smart Campus Ethics Board, διαδικασιών καταγγελιών, ελέγχου αλγορίθμων και διαφανούς λήψης αποφάσεων.	15
5. Προσβασιμότητα και συμπερίληψη	Σχεδιασμός υπηρεσιών για όλους τους χρήστες, με εφαρμογή αρχών καθολικού σχεδιασμού, συμβατότητα με screen readers, φωνητικές εντολές, υψηλή αντίθεση και υποστήριξη διαφορετικών αναγκών.	10
6. Συμμετοχική διακυβέρνηση	Πρόταση μηχανισμών συμμετοχής φοιτητών/τριών και προσωπικού, όπως ψηφιακές διαβουλεύσεις, συμβούλιο δεδομένων, ηλεκτρονικές ψηφοφορίες και συμμετοχικός σχεδιασμός υπηρεσιών.	10
7. Κυβερνοασφάλεια και διαχείριση κινδύνων	Αναγνώριση κινδύνων, αξιολόγηση επιπτώσεων και πρόταση μέτρων προστασίας, όπως MFA, κρυπτογράφηση, τακτικοί έλεγχοι και σχέδιο αντιμετώπισης περιστατικών.	10
8. Ανάλυση κοινωνικού αντίκτυπου	Αξιολόγηση θετικών και αρνητικών επιπτώσεων, όπως βελτίωση μαθησιακής εμπειρίας, εξοικονόμηση πόρων, υπερβολική παρακολούθηση, ψηφιακός αποκλεισμός και εξάρτηση από αυτοματοποιημένες αποφάσεις.	10
9. Ποιότητα του Smart Campus Governance and Innovation Report	Σαφήνεια, συνοχή, πληρότητα, επιστημονική τεκμηρίωση και οργάνωση του τελικού παραδοτέου.	5
Σύνολο		100

Πίνακας 18. Κριτήρια αξιολόγησης φοιτητών/τριών στο σενάριο «Smart Campus Observatory»

Αναμενόμενο Μαθησιακό Αποτέλεσμα

Με την ολοκλήρωση του σεναρίου, οι φοιτητές/τριες θα μπορούν να σχεδιάζουν ολοκληρωμένα οικοσυστήματα έξυπνων πανεπιστημίων, συνδυάζοντας τεχνολογίες δικτύων, διάχυτου υπολογισμού, κινητών υπηρεσιών, ενσωματωμένων συστημάτων και τεχνητής νοημοσύνης. Θα αναπτύξουν δεξιότητες ανάλυσης σύνθετων κοινωνικοτεχνικών συστημάτων, σχεδιασμού πολιτικών διακυβέρνησης δεδομένων και αξιολόγησης ζητημάτων ιδιωτικότητας, προσβασιμότητας και κυβερνοασφάλειας. Το σενάριο αποτελεί την πιο ολοκληρωμένη εφαρμογή των γνώσεων του ΠΜΣ ΣΔΥ, καθώς συνδέει οργανικά τις ΣΔΥ50, ΣΔΥ51, ΣΔΥ60, ΣΔΥ61 και ΣΔΥ62 σε ένα ενιαίο πλαίσιο υπεύθυνης καινοτομίας και ψηφιακού μετασχηματισμού.

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.