



ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ (ΣΘΕΤ)

Συστήματα Κινητού και Διάχυτου Υπολογισμού (ΣΔΥ)

Διπλωματική Εργασία

Η Εκπαίδευση στην Εποχή των Συστημάτων Διάχυτου
Υπολογισμού και του Διαδικτύου των Πραγμάτων: Προγράμματα
Σπουδών, Καλές Πρακτικές και Επιμορφωτικές Ανάγκες των
Εκπαιδευτικών

Ευάγγελος Νταούτης

Επιβλέπων καθηγητής: Αχιλλέας Καμέας

Πάτρα, Σεπτέμβριος 2026

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



Η Εκπαίδευση στην Εποχή των Συστημάτων Διάχυτου
Υπολογισμού και του Διαδικτύου των Πραγμάτων: Προγράμματα
Σπουδών, Καλές Πρακτικές και Επιμορφωτικές Ανάγκες των
Εκπαιδευτικών

Ευάγγελος Νταούτης

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής
Αχιλλέας Καμέας
Καθηγητής ΕΑΠ, Διευθυντής
Προγράμματος Σπουδών

Συν-Επιβλέπων Καθηγητής
Περικλής Χατζημίσιος
Καθηγητής ΕΑΠ, Συντονιστής Θ.Ε.

Πάτρα, Σεπτέμβριος 2026

*«Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Προγράμματος Σπουδών του
Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου.»*

Περίληψη

Η ραγδαία ανάπτυξη των τεχνολογιών του Internet of Things (IoT) και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού (ΣΔΥ) μετασχηματίζει τα σύγχρονα μαθησιακά περιβάλλοντα και επαναπροσδιορίζει τον επαγγελματικό ρόλο των εκπαιδευτικών. Παρότι έχουν αναπτυχθεί διεθνώς αναγνωρισμένα πλαίσια ψηφιακών ικανοτήτων, δεν έχει διαμορφωθεί έως σήμερα ένα συστηματικά τεκμηριωμένο πλαίσιο που να εστιάζει ειδικά στην εκπαιδευτική αξιοποίηση των τεχνολογιών αυτών και στις επιμέρους διαστάσεις της.

Η μελέτη βασίζεται σε συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση, σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες PRISMA 2020, με κύριο χρονικό εύρος το 2015–2024 και με περιορισμένες, τεκμηριωμένες εξαιρέσεις για πηγές ιδιαίτερης θεμελιώδους ή επικαιροποιητικής συνάφειας. Από ένα αρχικό σύνολο 327 δημοσιεύσεων, 41 μελέτες εντάχθηκαν στο τελικό δείγμα και υποβλήθηκαν σε θεματική ανάλυση. Η σύνθεση των ευρημάτων ανέδειξε ότι η αποτελεσματική ενσωμάτωση των τεχνολογιών IoT στην εκπαίδευση προϋποθέτει τον συνδυασμό τεχνολογικής επάρκειας, παιδαγωγικού σχεδιασμού, διαχείρισης μαθησιακών δεδομένων, ψηφιακής ασφάλειας και ηθικής επίγνωσης. Παράλληλα, η μελέτη χαρτογραφεί τις εκπαιδευτικές πρακτικές που εφαρμόζονται στην πρωτοβάθμια, τη δευτεροβάθμια και την τριτοβάθμια εκπαίδευση, αναδεικνύοντας τις διαφοροποιήσεις και τις προκλήσεις που συνδέονται με τη μετάβαση μεταξύ των βαθμίδων.

Με βάση τη συνθετική ανάλυση, διαμορφώθηκε ένα προτεινόμενο Πλαίσιο Ικανοτήτων, οργανωμένο σε δέκα θεματικές περιοχές. Κάθε περιοχή αντιστοιχεί σε μία κεντρική ικανότητα και αναλύεται σε επιμέρους διαστάσεις και παρατηρήσιμους δείκτες, καταναμενημένους σε τέσσερα επίπεδα επάρκειας. Το Πλαίσιο ευθυγραμμίζεται με ευρωπαϊκά και διεθνή πλαίσια, όπως τα DigComp 2.2, DigCompEdu και UNESCO ICT-CFT, και συνιστά βιβλιογραφικά και θεωρητικά τεκμηριωμένη πρόταση, η οποία μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο μελλοντικής εμπειρικής αξιολόγησης και επικύρωσης.

Λέξεις – Κλειδιά

Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), Συστήματα Διάχυτου Υπολογισμού, πλαίσιο ικανοτήτων εκπαιδευτικών, συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση (PRISMA), ψηφιακές ικανότητες, παιδαγωγική αξιοποίηση της τεχνολογίας.

Abstract

The rapid development of Internet of Things (IoT) technologies and Pervasive Computing Systems is transforming contemporary learning environments and redefining the professional role of educators. Although internationally recognised digital competence frameworks have been developed, no systematically documented framework has yet been established that focuses specifically on the educational use of these technologies and its various dimensions.

This study is based on a Systematic Literature Review (SLR), conducted in accordance with the PRISMA 2020 guidelines, with 2015–2024 as the primary time frame and with a limited number of documented exceptions for sources of particular foundational or current relevance. From an initial pool of 327 publications, 41 studies were included in the final sample and subjected to thematic analysis. The synthesis of the findings indicated that the effective integration of IoT technologies into education requires a combination of technological competence, pedagogical design, learning data management, digital security, and ethical awareness. In addition, the study maps educational practices implemented across primary, secondary, and tertiary education, highlighting differences and challenges associated with transitions between educational levels.

Based on the synthesis, a proposed Competence Framework was developed and organised into ten thematic domains. Each domain corresponds to one core competence and is further specified through dimensions and observable indicators distributed across four proficiency levels. The Framework is aligned with European and international frameworks, including DigComp 2.2, DigCompEdu, and the UNESCO ICT Competency Framework for Teachers. It constitutes a theoretically and literature-based proposal that may be subjected to future empirical evaluation and validation.

Keywords

Internet of Things (IoT), Pervasive Computing Systems, Teacher Competence Framework, Systematic Literature Review (PRISMA), Digital Competence, Pedagogical Use of Technology.

Περιεχόμενα

Περίληψη	5
Abstract	7
Περιεχόμενα.....	8
Κατάλογος Σχημάτων	11
Κατάλογος Πινάκων	12
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια	13
1. Εισαγωγή	14
1.1 Αντικείμενο και σκοπός της μελέτης.....	14
1.2 Ερευνητικά ερωτήματα.....	14
1.3 Σημασία της έρευνας	15
1.4 Συσχέτιση με τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDGs).....	16
1.5 Δομή της εργασίας.....	16
2. Μεθοδολογία Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης	18
2.1 Ερευνητικός Σχεδιασμός.....	18
2.2 Πηγές και Βάσεις Δεδομένων	18
2.3 Στρατηγική Αναζήτησης και Λέξεις-Κλειδιά	19
2.4 Κριτήρια Ένταξης και Αποκλεισμού	20
2.5 Διαδικασία Επιλογής Μελετών (PRISMA Flow).....	20
2.6 Θεματική Κατηγοριοποίηση Τελικών Μελετών.....	21
2.7 Διαδικασία Σύνθεσης Δεδομένων.....	22
2.8 Περιορισμοί της Συστηματικής Ανασκόπησης	23
2.9 Αξιολόγηση Ποιότητας των Συμπεριληφθεισών Μελετών	24
3. Θεωρητικό Πλαίσιο	26
3.1 Διάχυτος Υπολογισμός και Διαδίκτυο των Πραγμάτων.....	26
3.2 IoT και Παιδαγωγικές Προσεγγίσεις	26
3.3 Ψηφιακές Ικανότητες και Εκπαίδευση	27
3.3.1 Το Ευρωπαϊκό Πλαίσιο DigComp 2.2.....	27
3.3.2 DigCompEdu	28
3.3.3 UNESCO ICT Competency Framework for Teachers	28
3.3.4 Διεθνή Competency-Based Πλαίσια στην Πληροφορική (ACM/IEEE)	28
3.4 Ηθικές και Κανονιστικές Διαστάσεις	30
3.5 Σύνδεση Θεωρητικού Πλαισίου με το Προτεινόμενο Πλαίσιο Ικανοτήτων	32
3.6 Ελληνικές Μεταπτυχιακές και Διδακτορικές Εργασίες σχετικές με Ψηφιακές και Τεχνολογικές Ικανότητες.....	34
4. Αποτελέσματα της Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης – Χαρτογράφηση της Ενσωμάτωσης ΣΔΥ και IoT στην Εκπαίδευση	38
4.1 Εισαγωγή.....	38
4.2 Ενσωμάτωση ΣΔΥ και IoT στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση	39
4.3 Ενσωμάτωση ΣΔΥ και IoT στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.....	39
4.4 Ενσωμάτωση ΣΔΥ και IoT στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση	39
4.5 Οικοσυστήματα Καινοτομίας και Μη Τυπικά Μαθησιακά Περιβάλλοντα.....	40
4.6 Συνοπτική Σύνθεση Ευρημάτων	40
4.7 Χαρτογράφηση Συμπεριληφθεισών Μελετών (Coverage Mapping)	41

4.8 Χαρτογράφηση Εκπαιδευτικών Προγραμμάτων και Μαθημάτων IoT και ΣΔΥ στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση	53
4.9 Χαρτογράφηση Πρωτοβουλιών και Δομών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης σε IoT και ΣΔΥ	66
4.10 Ελληνικό Θεσμικό και Καινοτόμο Πλαίσιο	69
4.11 Συγκριτική Ανάλυση Θεματικών Ευρημάτων	71
4.11.1 Οριζόντιες Ικανότητες σε Όλες τις Βαθμίδες Εκπαίδευσης	71
4.11.2 Διαφοροποιήσεις Ανά Βαθμίδα Εκπαίδευσης	72
4.11.3 Τεχνολογική έναντι Παιδαγωγικής Έμφασης.....	73
4.11.4 Εντοπισμός Βιβλιογραφικών Κενών	74
4.11.5 Διασύνδεση Ευρημάτων με τις Θεματικές Περιοχές Ικανοτήτων.....	75
4.11.6 Συνοπτική Σύνθεση.....	76
4.11.7 Εκπαιδευτική Συνέχεια και Μεταβάσεις μεταξύ Βαθμίδων	76
4.11.8 Σταδιοδρομία, Επαγγελματικές Διαδρομές και Σύνδεση με τη Βιομηχανία	77
4.12 Συνθετική Ανάλυση Ευρημάτων και Διαμόρφωση Θεματικών Περιοχών Ικανοτήτων (Empirical Synthesis).....	79
4.13 Σύγχρονες προσεγγίσεις ανάπτυξης πλαισίων ικανοτήτων στη STEAM και στην «έξυπνη» εκπαίδευση	82
5. Διαμόρφωση Προτεινόμενου Πλαισίου Ικανοτήτων.....	86
5.1 Εισαγωγή και σκοπός του Πλαισίου Ικανοτήτων	86
5.2 Διαδικασία Σύνθεσης: από τον Αρχικό Κατάλογο Ικανοτήτων στις Θεματικές Περιοχές.....	87
5.2.1 Εξαγωγή και καταγραφή αναφορών	87
5.2.2 Ομαδοποίηση και επεξεργασία	88
5.2.3 Διαμόρφωση θεματικών περιοχών	89
5.2.4 Διαμόρφωση επιπέδων επάρκειας	89
5.2.5 Σχέση με υφιστάμενα πλαίσια	91
5.2.6 Περιορισμοί της διαδικασίας	92
5.2.7 Κριτήρια Διάκρισης των Δέκα Θεματικών Περιοχών.....	93
5.2.8 Θεωρητική Θεμελίωση της Προσέγγισης Βασισμένης σε Ικανότητες.....	93
5.3 Δομή του Πλαισίου: Δέκα Θεματικές Περιοχές και Δέκα Κεντρικές Ικανότητες.....	95
5.3.1 Κοινή Αναπτυξιακή Λογική των Τεσσάρων Επιπέδων Επάρκειας.....	108
5.3.2 Εφαρμογή των Επιπέδων Επάρκειας ανά Θεματική Περιοχή	110
5.3.3 Βιβλιογραφική και Μεθοδολογική Τεκμηρίωση των Δέκα Κεντρικών Ικανοτήτων.....	113
5.4 Συγκριτική χαρτογράφηση του Προτεινόμενου Πλαισίου με Διεθνή Πλαίσια Ικανοτήτων.....	120
5.5 Επίπεδα επάρκειας και Παρατηρήσιμοι Δείκτες	123
5.6 Συσχέτιση του Πλαισίου Ικανοτήτων με τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDGs)	124
5.7 Ευθυγράμμιση με Διεθνή Πλαίσια (DigCompEdu/UNESCO/ISTE/ACM/IEEE)	126
5.8 Προοπτικές Εφαρμογής και Εμπειρικής Επικύρωσης του Πλαισίου Ικανοτήτων.....	127
5.9 Σύνοψη Κεφαλαίου	129

6. Συμπεράσματα	131
6.1 Βασικά Ευρήματα	131
6.2 Συνεισφορά της Μελέτης.....	131
6.3 Περιορισμοί και Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα	132
Βιβλιογραφία	135
Παράρτημα Α: «Αναλυτική Ρουμπρίκα Κεντρικών Ικανοτήτων και Επιπέδων Επάρκειας».....	141
Παράρτημα Β: «Αντιστοίχιση των Δέκα Κεντρικών Ικανοτήτων με τις Συμπεριληφθείσες Μελέτες»	172
Παράρτημα Γ: «Κατάλογος Ηλεκτρονικών Πηγών και Συνδέσμων».....	176

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 2.1 PRISMA Flow Diagram	22
Σχήμα 5.1 Δομή προτεινόμενου Πλαισίου Ικανοτήτων	99

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1 Κατανομή Ποιότητας Μελετών	25
Πίνακας 3.1 Ελληνικές μεταπτυχιακές και διδακτορικές εργασίες σχετικές με ψηφιακές και τεχνολογικές ικανότητες.	36
Πίνακας 4.3 Χαρτογράφηση των 41 μελετών του τελικού δείγματος.....	42
Πίνακας 4.4 Χαρτογράφηση Προγραμμάτων Σπουδών και Μαθημάτων IoT και ΣΔΥ στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση	53
Πίνακας 4.5 Πρωτοβουλίες και Υποστηρικτικές Δομές Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης	66
Πίνακας 5.1 Θεματικές περιοχές του προτεινόμενου Πλαισίου Ικανοτήτων.....	99
Πίνακας 5.2 Κοινή αναπτυξιακή λογική των τεσσάρων επιπέδων επάρκειας	109
Πίνακας 5.3 Κεντρικές ικανότητες του προτεινόμενου Πλαισίου ανά Θεματική Περιοχή	110
Πίνακας 5.4 Βιβλιογραφική και συγκριτική τεκμηρίωση των δέκα κεντρικών ικανοτήτων	113
Πίνακας 5.5 Συγκριτική Χαρτογράφηση Προτεινόμενου Πλαισίου με Διεθνή Πρότυπα.....	121
Πίνακας 5.6 Συσχέτιση Θεματικών Περιοχών με Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDGs)	125

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

Ακρωνύμιο	Πλήρης Όρος
IoT	Internet of Things
ΣΔΥ	Συστήματα Διάχυτου Υπολογισμού
SLR	Systematic Literature Review
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
DigComp	Digital Competence Framework for Citizens
DigCompEdu	Digital Competence Framework for Educators
ICT-CFT	ICT Competency Framework for Teachers
AIoT	Artificial Intelligence of Things
XAI	Explainable Artificial Intelligence
LA	Learning Analytics
EDM	Educational Data Mining
STEM	Science, Technology, Engineering, Mathematics
STEAM	Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics
ACM	Association for Computing Machinery
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
SDGs	Sustainable Development Goals
PBL	Project-Based Learning
UDL	Universal Design for Learning
TPACK	Technological Pedagogical Content Knowledge
ΔΕ	Διπλωματική Εργασία
ΕΑΠ	Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
ΘΕ	Θεματική Ενότητα
ΠΕ	Πτυχιακή Εργασία
ΠΣ	Πρόγραμμα Σπουδών
ΣΥΝ	Συντονιστής

1. Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο και σκοπός της μελέτης

Η ραγδαία ανάπτυξη του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of Things - IoT) και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού (ΣΔΥ) μετασχηματίζει το τεχνολογικό και κοινωνικό περιβάλλον και επηρεάζει άμεσα το πεδίο της εκπαίδευσης. Η ενσωμάτωση έξυπνων συσκευών, αισθητήρων και δικτυακών υποδομών στα μαθησιακά περιβάλλοντα δημιουργεί νέες δυνατότητες για βιωματική μάθηση, αξιοποίηση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και ανάπτυξη διεπιστημονικών δεξιοτήτων.

Στο πλαίσιο αυτό, είναι αναγκαία η συστηματική διερεύνηση των γνώσεων, των δεξιοτήτων και των ικανοτήτων που χρειάζονται οι εκπαιδευτικοί της δευτεροβάθμιας και της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης για τη διδασκαλία θεμάτων που σχετίζονται με τα ΣΔΥ και το IoT.

Σκοπός της παρούσας Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας είναι η βιβλιογραφική διερεύνηση και η συστηματική αποτύπωση των απαιτούμενων ικανοτήτων, με στόχο τη διαμόρφωση ενός συνεκτικού πλαισίου ικανοτήτων (competence framework) για την ενσωμάτωση των τεχνολογιών αυτών στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Το προτεινόμενο Πλαίσιο διαμορφώνεται μέσω της σύνθεσης των βιβλιογραφικών ευρημάτων. Η εμπειρική αξιολόγηση και επικύρωσή του δεν περιλαμβάνεται στην παρούσα εργασία, αλλά προτείνεται ως αντικείμενο μελλοντικής έρευνας.

Παρά την αυξανόμενη παρουσία των τεχνολογιών αυτών στην εκπαίδευση, η διεθνής βιβλιογραφία δεν έχει ακόμη διαμορφώσει ένα εξειδικευμένο και συστηματικά τεκμηριωμένο πλαίσιο επαγγελματικών ικανοτήτων που να εστιάζει στις επιμέρους διαστάσεις της εκπαιδευτικής αξιοποίησης τους. Η παρούσα μελέτη επιχειρεί να διερευνήσει και να καλύψει το κενό αυτό.

1.2 Ερευνητικά ερωτήματα

Με βάση τη συστηματική ανάλυση της βιβλιογραφίας σχετικά με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) και τα Συστήματα Διάχυτου Υπολογισμού, και τη σταδιακή

οριοθέτηση του ερευνητικού αντικειμένου, διατυπώθηκαν τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

E1. Πώς αποτυπώνεται η ενσωμάτωση των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού και του IoT στη διεθνή και την ελληνική εκπαιδευτική βιβλιογραφία;

E2. Ποιες γνώσεις, δεξιότητες και ικανότητες είναι απαραίτητες για τη διδασκαλία θεμάτων που σχετίζονται με τα ΣΔΥ και το IoT;

E3. Ποιες θεματικές περιοχές και ποια επίπεδα επάρκειας συγκροτούν ένα εξειδικευμένο Πλαίσιο Ικανοτήτων για την εκπαιδευτική αξιοποίηση του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού;

Τα ερευνητικά ερωτήματα εστιάζουν στη βιβλιογραφική διερεύνηση του πεδίου και στη θεωρητική διαμόρφωση ενός Πλαισίου Ικανοτήτων. Η εμπειρική διερεύνηση δεν περιλαμβάνεται στην παρούσα εργασία, αλλά προτείνεται ως επόμενο στάδιο της έρευνας.

1.3 Σημασία της έρευνας

Η παρούσα μελέτη συμβάλλει στη χαρτογράφηση του πεδίου της εκπαιδευτικής αξιοποίησης του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού, συνδέοντας τις τεχνολογικές εξελίξεις με σύγχρονες παιδαγωγικές προσεγγίσεις. Παράλληλα, επιδιώκει τη διαμόρφωση ενός δομημένου Πλαισίου Ικανοτήτων, το οποίο μπορεί να υποστηρίξει τη συστηματική και υπεύθυνη ενσωμάτωση των τεχνολογιών αυτών στην εκπαιδευτική πράξη.

Η έρευνα αποκτά ιδιαίτερη σημασία στο πλαίσιο του ψηφιακού μετασχηματισμού της εκπαίδευσης και της ανάγκης ενίσχυσης του ψηφιακού γραμματισμού και της τεχνολογικής επάρκειας των εκπαιδευτικών.

Παρά τη σημαντική ανάπτυξη της διεθνούς βιβλιογραφίας σχετικά με τις ψηφιακές τεχνολογίες στην εκπαίδευση, παραμένει περιορισμένη η συστηματική αποτύπωση των επαγγελματικών ικανοτήτων που απαιτούνται για την αξιοποίησή τους. Τα περισσότερα υφιστάμενα πλαίσια εστιάζουν στη γενική ψηφιακή επάρκεια και δεν εξειδικεύουν τις απαιτήσεις που προκύπτουν από την ενσωμάτωση των τεχνολογιών αυτών στα μαθησιακά περιβάλλοντα.

Η μελέτη επιχειρεί να συμβάλει στην κάλυψη αυτού του κενού μέσω της συστηματικής διερεύνησης της βιβλιογραφίας και της διαμόρφωσης ενός συνεκτικού Πλαισίου Ικανοτήτων.

Το προτεινόμενο Πλαίσιο μπορεί να αποτελέσει τη βάση για μελλοντικές εμπειρικές μελέτες, οι οποίες θα εξετάσουν την εγκυρότητα, τη σαφήνεια και την εφαρμοσιμότητά του σε πραγματικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα.

1.4 Συσχέτιση με τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDGs)

Η παρούσα ΜΔΕ συνδέεται άμεσα με τον Στόχο 4 των Ηνωμένων Εθνών για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (SDG 4 - Ποιοτική Εκπαίδευση), ο οποίος αποσκοπεί στη διασφάλιση συμπεριληπτικής, ισότιμης και ποιοτικής εκπαίδευσης, καθώς και στην προώθηση ευκαιριών διά βίου μάθησης για όλες και όλους. Η ανάπτυξη ενός Πλαισίου Ικανοτήτων για την εκπαιδευτική αξιοποίηση του IoT μπορεί να συμβάλει στην αναβάθμιση της ποιότητας της διδασκαλίας και στην καλλιέργεια σύγχρονων ψηφιακών δεξιοτήτων.

Παράλληλα, η έρευνα συνδέεται με τον Στόχο 9 (Βιομηχανία, Καινοτομία και Υποδομές), καθώς ενισχύει την κατανόηση και την αξιοποίηση σύγχρονων τεχνολογικών συστημάτων και προάγει την καινοτομία. Συνδέεται, επίσης, με τον Στόχο 17 (Συνεργασίες για την επίτευξη των Στόχων), δεδομένου ότι η αξιοποίηση των τεχνολογιών αυτών στην εκπαίδευση προϋποθέτει συνεργασία μεταξύ εκπαιδευτικών ιδρυμάτων, ερευνητικών φορέων και τεχνολογικών οργανισμών.

1.5 Δομή της εργασίας

Η εργασία οργανώνεται σε έξι κεφάλαια.

Το Κεφάλαιο 1 εισάγει το αντικείμενο της έρευνας και παρουσιάζει τον σκοπό της μελέτης, τα ερευνητικά ερωτήματα, τη σημασία της έρευνας και τη σύνδεσή της με τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης.

Το Κεφάλαιο 2 παρουσιάζει τη μεθοδολογία της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης, τις πηγές και τις βάσεις δεδομένων, τη στρατηγική αναζήτησης, τα κριτήρια επιλογής των μελετών και τη διαδικασία σύνθεσης των ευρημάτων.

Το Κεφάλαιο 3 αναπτύσσει το θεωρητικό πλαίσιο της μελέτης και εξετάζει τα ευρωπαϊκά και διεθνή πλαίσια ψηφιακών και επαγγελματικών ικανοτήτων που συνδέονται με το αντικείμενο της έρευνας.

Το Κεφάλαιο 4 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης και τη χαρτογράφηση της ενσωμάτωσης των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού και του IoT στις διαφορετικές βαθμίδες της εκπαίδευσης.

Το Κεφάλαιο 5 παρουσιάζει τη διαδικασία διαμόρφωσης και τη δομή του προτεινόμενου Πλαισίου Ικανοτήτων, το οποίο προκύπτει από τη σύνθεση των βιβλιογραφικών ευρημάτων.

Το Κεφάλαιο 6 συνοψίζει τα βασικά ευρήματα, αναδεικνύει τη συνεισφορά της μελέτης, καταγράφει τους περιορισμούς της και διατυπώνει προτάσεις για μελλοντική έρευνα, συμπεριλαμβανομένης της εμπειρικής αξιολόγησης και επικύρωσης του προτεινόμενου Πλαισίου.

2. Μεθοδολογία Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης

2.1 Ερευνητικός Σχεδιασμός

Η μελέτη υιοθετεί τη μέθοδο της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης (Systematic Literature Review - SLR), σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές του PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses).

Στόχος της ανασκόπησης είναι η χαρτογράφηση της διεθνούς και της ελληνικής βιβλιογραφίας σχετικά με την ενσωμάτωση του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού στην εκπαίδευση, η αποτύπωση των γνώσεων, των δεξιοτήτων και των ικανοτήτων που απαιτούνται από το εκπαιδευτικό προσωπικό, καθώς και η θεωρητική θεμελίωση του προτεινόμενου Πλαισίου Ικανοτήτων.

Η ανασκόπηση ακολουθεί τις κατευθυντήριες οδηγίες του PRISMA 2020 (Page et al., 2021) και βασίζεται σε δομημένη διαδικασία εντοπισμού, επιλογής, αξιολόγησης και σύνθεσης των μελετών. Δεν περιλαμβάνει ποσοτική σύνθεση των αποτελεσμάτων, αλλά εστιάζει στην ποιοτική και εννοιολογική σύνθεση της βιβλιογραφίας.

Η επιλογή της μεθόδου κρίθηκε κατάλληλη, καθώς επιτρέπει τη συστηματική αποτύπωση και την εννοιολογική σύνθεση της διαθέσιμης βιβλιογραφίας. Παράλληλα, η ανασκόπηση αποτελεί το πρώτο στάδιο ανάπτυξης του προτεινόμενου Πλαισίου Ικανοτήτων, σύμφωνα με προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται διεθνώς για τη διαμόρφωση αντίστοιχων πλαισίων. Στο πλαίσιο αυτό, η SLR παρέχει την απαραίτητη θεωρητική και εννοιολογική βάση, ενώ η εμπειρική αξιολόγηση και επικύρωση του Πλαισίου προτείνεται ως επόμενο στάδιο της έρευνας.

2.2 Πηγές και Βάσεις Δεδομένων

Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε στις βάσεις δεδομένων Scopus, ScienceDirect, ERIC και Google Scholar, καθώς και σε επιλεγμένα θεσμικά αποθετήρια και πηγές διεθνών οργανισμών, όπως η UNESCO Digital Library και οι εκθέσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, της AIOTI και της ENISA. Η βάση Web of Science δεν συμπεριλήφθηκε στην αναζήτηση.

Οι συγκεκριμένες πηγές επιλέχθηκαν λόγω της ευρείας κάλυψης επιστημονικών δημοσιεύσεων στους τομείς της εκπαίδευσης, της πληροφορικής και των ψηφιακών τεχνολογιών.

2.3 Στρατηγική Αναζήτησης και Λέξεις-Κλειδιά

Η στρατηγική αναζήτησης βασίστηκε σε συνδυασμούς λέξεων-κλειδιών με τη χρήση των λογικών τελεστών AND και OR. Ενδεικτικά, χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθοι όροι αναζήτησης:

- «Internet of Things» AND education
- «IoT pedagogy»
- «AIoT» AND learning
- «Pervasive computing» AND school
- «IoT competence framework»
- «Digital competence teachers» AND IoT
- «Learning analytics» AND IoT
- «Explainable AI» AND education

Εφαρμόστηκαν φίλτρα σχετικά με το κύριο χρονικό εύρος της αναζήτησης (2015-2024), τον επιστημονικό χαρακτήρα των δημοσιεύσεων και τη διαθεσιμότητα του πλήρους κειμένου.

Στο τελικό βιβλιογραφικό σώμα συμπεριλήφθηκαν, πέρα από τις εμπειρικές μελέτες και τις ανασκοπήσεις, επιλεγμένες θεσμικές εκθέσεις και διεθνή πλαίσια ικανοτήτων, όπως τα DigComp, DigCompEdu, UNESCO ICT-CFT και ACM/IEEE. Οι πηγές αυτές αξιοποιήθηκαν για την τεκμηρίωση του κανονιστικού και εννοιολογικού υποβάθρου της ανάπτυξης πλαισίων ικανοτήτων. Η συμπερίληψή τους κρίθηκε απαραίτητη για τη θεωρητική θεμελίωση και τη συγκριτική χαρτογράφηση του προτεινόμενου Πλαισίου.

Οι όροι αναζήτησης εφαρμόστηκαν σε διαφορετικούς συνδυασμούς στις επιλεγμένες βάσεις δεδομένων, ώστε να καλυφθούν τόσο οι τεχνολογικές όσο και οι παιδαγωγικές διαστάσεις της αξιοποίησης των τεχνολογιών αυτών στην εκπαίδευση.

2.4 Κριτήρια Ένταξης και Αποκλεισμού

Ως κριτήρια ένταξης ορίστηκαν η δημοσίευση εντός του χρονικού διαστήματος 2015-2024, ο επιστημονικός χαρακτήρας της πηγής —όπως τεκμηριώνεται από άρθρα που έχουν υποβληθεί σε ομότιμη αξιολόγηση, κεφάλαια βιβλίων ή θεσμικές εκθέσεις—, η σαφής σύνδεση των τεχνολογιών IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού με εκπαιδευτικό ή άμεσα συναφές εννοιολογικό πλαίσιο, η αναφορά σε ικανότητες, παιδαγωγικές διαστάσεις ή κρίσιμες τεχνολογικές απαιτήσεις, καθώς και η μεθοδολογική σαφήνεια.

Κατ' εξαίρεση, προβλέφθηκε η συμπληρωματική ένταξη περιορισμένου αριθμού δημοσιεύσεων εκτός του κύριου χρονικού εύρους, εφόσον παρουσίαζαν άμεση συνάφεια με τα ερευνητικά ερωτήματα και τεκμηριωμένη θεμελιώδη, μεθοδολογική ή επικαιροποιητική αξία για τη σύνθεση του προτεινόμενου Πλαισίου. Για την εφαρμογή της εξαίρεσης συνεκτιμήθηκαν η επιστημονική ποιότητα της πηγής, η απουσία αντίστοιχης και επαρκούς τεκμηρίωσης εντός του κύριου χρονικού εύρους και η αναγκαιότητα της πηγής για την πληρέστερη ερμηνεία του πεδίου.

Αντιθέτως, αποκλείστηκαν αμιγώς τεχνικές μελέτες χωρίς εκπαιδευτική ή εννοιολογική συνάφεια, μη επιστημονικές διαδικτυακές πηγές, διπλότυπες δημοσιεύσεις, δημοσιεύσεις των οποίων το πλήρες κείμενο δεν ήταν προσβάσιμο, καθώς και πηγές εκτός του χρονικού εύρους που δεν πληρούσαν τις προϋποθέσεις τεκμηριωμένης εξαίρεσης.

2.5 Διαδικασία Επιλογής Μελετών (PRISMA Flow)

Η επιλογή των μελετών πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες του PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), οι οποίες χρησιμοποιούνται ευρέως για τη συστηματική τεκμηρίωση της αναζήτησης, του φιλτραρίσματος και της τελικής επιλογής επιστημονικών δημοσιεύσεων.

Στην παρούσα έρευνα ακολουθήθηκαν τα βασικά στάδια της διαδικασίας: ο εντοπισμός των μελετών (identification), η αφαίρεση των διπλοτύπων (deduplication), ο έλεγχος τίτλου και περίληψης (screening) και η αξιολόγηση πλήρους κειμένου (full-text assessment).

Κατά την αρχική αναζήτηση εντοπίστηκαν 327 εγγραφές. Μετά την αφαίρεση των διπλότυπων καταχωρίσεων, παρέμειναν 268 μοναδικές δημοσιεύσεις προς αξιολόγηση. Κατά τον έλεγχο τίτλου και περίληψης αποκλείστηκαν 134 δημοσιεύσεις, κυρίως λόγω έλλειψης συνάφειας με το ερευνητικό αντικείμενο, αποκλειστικά τεχνικής εστίασης χωρίς παιδαγωγική διάσταση ή μη τήρησης των κριτηρίων ένταξης, όπως ο γλωσσικός ή ο χρονικός περιορισμός. Κατά συνέπεια, 134 μελέτες προχώρησαν στο στάδιο της αξιολόγησης πλήρους κειμένου.

Κατά την αξιολόγηση πλήρους κειμένου αποκλείστηκαν επιπλέον 93 μελέτες. Οι κυριότεροι λόγοι αφορούσαν την έλλειψη σαφούς εκπαιδευτικού πλαισίου, την απουσία αναφοράς σε ικανότητες του εκπαιδευτικού προσωπικού και την ανεπαρκή τεκμηρίωση της ενσωμάτωσης των τεχνολογιών IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα.

Τελικά, 41 μελέτες πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης ή τις ειδικά τεκμηριωμένες προϋποθέσεις για κατ' εξαίρεση ένταξη και συμπεριλήφθηκαν στη συνθετική ανάλυση της παρούσας έρευνας. Από αυτές, 38 δημοσιεύθηκαν εντός του κύριου χρονικού εύρους 2015-2024, ενώ τρεις εντάχθηκαν κατ' εξαίρεση, με ειδική αιτιολόγηση, λόγω της θεμελιώδους ή επικαιροποιητικής συμβολής τους. Οι λόγοι αποκλεισμού κατηγοριοποιήθηκαν θεματικά, χωρίς να πραγματοποιηθεί περαιτέρω ποσοτική ανάλυση ανά κατηγορία.

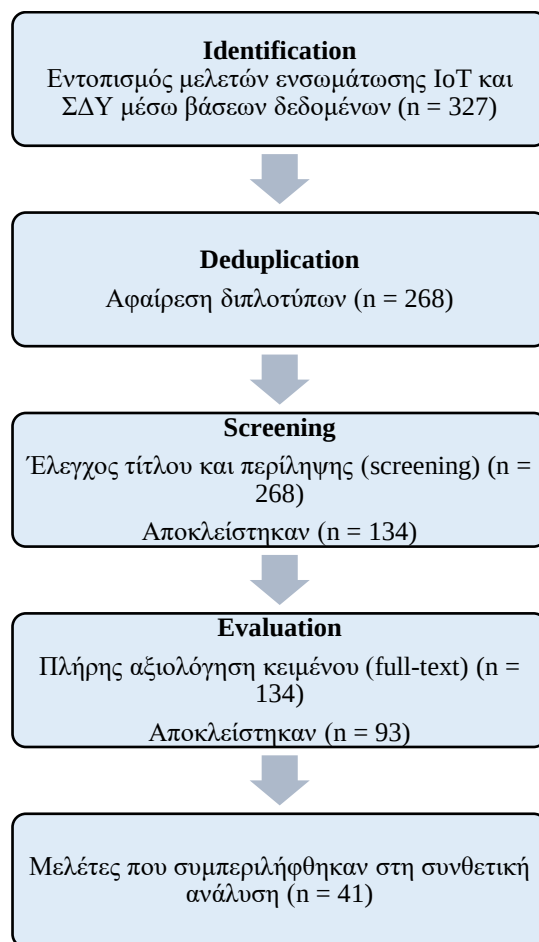
Η επιλογή των μελετών οργανώθηκε στα επιμέρους στάδια της αναζήτησης, της αφαίρεσης διπλοτύπων, του ελέγχου τίτλου και περίληψης και της αξιολόγησης πλήρους κειμένου, σύμφωνα με τη λογική του PRISMA 2020. Οι 41 μελέτες αποτελούν τη βάση της βιβλιογραφικής χαρτογράφησης του Κεφαλαίου 4 και της διαμόρφωσης του Πλαισίου Ικανοτήτων στο Κεφάλαιο 5.

Η συνολική διαδικασία επιλογής αποτυπώνεται στο Σχήμα 2.1 (PRISMA Flow Diagram).

2.6 Θεματική Κατηγοριοποίηση Τελικών Μελετών

Οι 41 μελέτες του τελικού δείγματος ομαδοποιήθηκαν σε πέντε θεματικές κατηγορίες, οι οποίες αποτυπώνουν τις κύριες κατευθύνσεις της εξεταζόμενης βιβλιογραφίας.

Οι τρεις πρώτες κατηγορίες περιλάμβαναν μελέτες σχετικές με την ενσωμάτωση του IoT στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση και σε περιβάλλοντα «έξυπνων» αιθουσών. Η τέταρτη κατηγορία περιλάμβανε μελέτες που εξετάζουν πλαίσια ικανοτήτων για το εκπαιδευτικό προσωπικό και, γενικότερα, ζητήματα ψηφιακών ικανοτήτων. Η πέμπτη κατηγορία συγκέντρωσε εργασίες που εστιάζουν στα learning analytics, στο AIoT και στις ηθικές διαστάσεις της αξιοποίησης των τεχνολογιών.



Σχήμα 2.1 (PRISMA Flow Diagram)

Η κατηγοριοποίηση αυτή αποτέλεσε τη βάση για την αναλυτική παρουσίαση των ευρημάτων στο Κεφάλαιο 4.

2.7 Διαδικασία Σύνθεσης Δεδομένων

Η σύνθεση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω θεματικής ανάλυσης, συγκριτικής κατηγοριοποίησης των αναφερόμενων ικανοτήτων και εννοιολογικής ομαδοποίησης

των γνώσεων και των δεξιοτήτων. Οι επαναλαμβανόμενες αναφορές σε επιμέρους διαστάσεις της εκπαιδευτικής αξιοποίησης των τεχνολογιών καταγράφηκαν συστηματικά και συγκεντρώθηκαν σε έναν αρχικό κατάλογο ικανοτήτων, ο οποίος στη συνέχεια οργανώθηκε σε δέκα θεματικές περιοχές, όπως παρουσιάζεται αναλυτικά στο Κεφάλαιο 5.

Για καθεμία από τις επιλεγμένες μελέτες πραγματοποιήθηκε συστηματική εξαγωγή δεδομένων. Ειδικότερα, καταγράφηκαν οι συγγραφείς και το έτος δημοσίευσης, η χώρα διεξαγωγής της έρευνας, η βαθμίδα εκπαίδευσης, η ερευνητική μεθοδολογία, η τεχνολογική εστίαση —IoT, ΣΔΥ, AIoT και learning analytics—, καθώς και οι αναφερόμενες γνώσεις, δεξιότητες και ικανότητες του εκπαιδευτικού προσωπικού. Η διαδικασία αυτή επέτρεψε τη συγκριτική ανάλυση και τη θεματική ομαδοποίηση των ευρημάτων.

Η ανάλυση ακολουθεί επαγωγική προσέγγιση ανάπτυξης πλαισίων ικανοτήτων, με πορεία από τα δεδομένα προς τις θεματικές περιοχές. Στο πλαίσιο αυτό, οι επιμέρους διαστάσεις και οι θεματικές απαιτήσεις προέκυψαν από τη σύνθεση των εμπειρικών και θεωρητικών ευρημάτων της βιβλιογραφίας. Παρότι η παρούσα μελέτη δεν περιλαμβάνει εμπειρική φάση επικύρωσης, η συστηματική εξαγωγή και η συγκριτική ανάλυση των δεδομένων ενισχύουν την εννοιολογική τεκμηρίωση του προτεινόμενου Πλαισίου.

2.8 Περιορισμοί της Συστηματικής Ανασκόπησης

Παρά την τήρηση των κατευθυντήριων οδηγιών του PRISMA 2020, η παρούσα ανασκόπηση παρουσιάζει ορισμένους περιορισμούς. Η αναζήτηση δεν περιέλαβε τη βάση Web of Science, δεν πραγματοποιήθηκε μετα-ανάλυση και η επιλογή των πηγών περιορίστηκε κυρίως σε αγγλόφωνες δημοσιεύσεις.

Επιπλέον, η ταχεία εξέλιξη των τεχνολογιών IoT αποτελεί σημαντικό περιορισμό. Ειδικότερα, ορισμένες μελέτες της περιόδου 2015-2017 ενδέχεται να αναφέρονται σε τεχνολογίες ή πρωτόκολλα που σήμερα θεωρούνται παρωχημένα, γεγονός που μπορεί να επηρεάζει τη σημερινή συνάφεια των τεχνικών ικανοτήτων που περιγράφονται.

Ωστόσο, η συστηματική διαδικασία επιλογής και η σαφής τεκμηρίωση των κριτηρίων ενισχύουν την αξιοπιστία και τη διαφάνεια των ευρημάτων. Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε

σε μελέτες που εξετάζουν τα learning analytics και το predictive modelling σε περιβάλλοντα IoT, καθώς η σύγχρονη ενσωμάτωση των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού στην εκπαίδευση συνδέεται άμεσα με τη συλλογή, την ανάλυση και την ερμηνεία δεδομένων αισθητήρων.

Η διερεύνηση των σχετικών μελετών επέτρεψε την αποτύπωση βασικών διαστάσεων της αξιοποίησης των δεδομένων, όπως η πρόβλεψη της μαθησιακής επίδοσης, η παροχή προσαρμοστικής ανατροφοδότησης και η λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων. Παράλληλα, εξετάστηκαν μελέτες σχετικές με την επεξηγήσιμη τεχνητή νοημοσύνη (Explainable AI - XAI) και την αλγοριθμική μεροληψία, ώστε το προτεινόμενο Πλαίσιο να περιλαμβάνει διαστάσεις κριτικής και υπεύθυνης αξιοποίησης των αλγοριθμικών συστημάτων.

Το κύριο χρονικό εύρος της συστηματικής αναζήτησης ορίστηκε στο διάστημα 2015-2024. Κατά την αξιολόγηση πλήρους κειμένου εφαρμόστηκε περιορισμένη και ρητά τεκμηριωμένη διαδικασία κατ' εξαίρεση ένταξης τριών δημοσιεύσεων εκτός του εύρους αυτού, οι οποίες πληρούσαν τα υπόλοιπα κριτήρια ποιότητας και συνάφειας. Δύο προγενέστερες μελέτες αξιοποιήθηκαν λόγω της θεμελιώδους συμβολής τους στα πεδία των learning analytics και των διάχυτων μαθησιακών περιβαλλόντων, ενώ μία μεταγενέστερη μελέτη εντάχθηκε λόγω της άμεσης επικαιροποιητικής συνάφειάς της με τις εξελίξεις στην επεξηγήσιμη τεχνητή νοημοσύνη, στο federated learning και στα συστήματα IoT επόμενης γενιάς. Οι εξαιρέσεις αυτές εντάχθηκαν συμπληρωματικά στο αναλυτικό σώμα των μελετών και δηλώνονται ρητά, ώστε να διατηρείται η διαφάνεια της διαδικασίας επιλογής.

2.9 Αξιολόγηση Ποιότητας των Συμπεριληφθεισών Μελετών

Η αξιολόγηση της ποιότητας αποτελεί βασικό στάδιο των συστηματικών βιβλιογραφικών ανασκοπήσεων, καθώς συμβάλλει στη διασφάλιση της αξιοπιστίας της συνθετικής ανάλυσης. Δεδομένου ότι το τελικό δείγμα περιλάμβανε ετερογενείς τύπους μελετών —εμπειρικές παρεμβάσεις, μελέτες περίπτωσης, συστηματικές ανασκοπήσεις και θεσμικές εκθέσεις—, υιοθετήθηκε προσαρμοσμένη προσέγγιση αξιολόγησης, βασισμένη σε κοινά κριτήρια ποιότητας.

Τα κριτήρια αξιολόγησης περιλάμβαναν τη σαφήνεια του ερευνητικού σκοπού, την επαρκή περιγραφή της μεθοδολογίας, την τεκμηρίωση των δεδομένων, τη σύνδεση των αποτελεσμάτων με παιδαγωγικά ή τεχνολογικά συμπεράσματα, καθώς και τη ρητή αναφορά των περιορισμών κάθε μελέτης.

Με βάση τον βαθμό πληρότητας των παραπάνω στοιχείων, οι μελέτες κατατάχθηκαν σε τρεις κατηγορίες: υψηλής, μέτριας και περιορισμένης ποιότητας.

Πίνακας 2.1: Κατανομή Ποιότητας Μελετών

Κατηγορία Ποιότητας	Αριθμός Μελετών
Υψηλή	24
Μέτρια	13
Περιορισμένη	4

Οι μελέτες που αξιολογήθηκαν ως περιορισμένης ποιότητας δεν αποκλείστηκαν, αλλά εξετάστηκαν με μεγαλύτερη ερμηνευτική επιφύλαξη κατά τη διαδικασία της ανάλυσης. Η προσέγγιση αυτή ενισχύει τη διαφάνεια και τη μεθοδολογική τεκμηρίωση της συστηματικής ανασκόπησης.

Η αξιολόγηση της ποιότητας συμβάλλει επίσης στην ενίσχυση της αξιοπιστίας του προτεινόμενου Πλαισίου Ικανοτήτων, καθώς η σύνθεσή του βασίζεται κυρίως σε μελέτες υψηλής και μέτριας ποιότητας. Ωστόσο, η πλήρης εμπειρική επικύρωση του Πλαισίου προϋποθέτει τη μελλοντική συμμετοχή εμπειρογνομόνων και μελών του εκπαιδευτικού προσωπικού, μέσω μεθόδων όπως η χρήση ερωτηματολογίων, η τεχνική Delphi και οι πιλοτικές εφαρμογές σε πραγματικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα.

3. Θεωρητικό Πλαίσιο

3.1 Διάχυτος Υπολογισμός και Διαδίκτυο των Πραγμάτων

Η έννοια του Διάχυτου Υπολογισμού (Ubiquitous/Pervasive Computing) περιγράφει την παρουσία υπολογιστικών συστημάτων στο φυσικό περιβάλλον με τρόπο σχεδόν αόρατο και συνεχή, ώστε η τεχνολογία να υποστηρίζει τις ανθρώπινες δραστηριότητες χωρίς να απαιτεί διαρκή προσοχή από τα άτομα που τη χρησιμοποιούν (Weiser, 1991).

Στο πλαίσιο αυτό, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things - IoT) μπορεί να θεωρηθεί πρακτική έκφραση της συγκεκριμένης λογικής, καθώς επιτρέπει τη διασύνδεση αισθητήρων, συσκευών και υποδομών, καθώς και τη συλλογή δεδομένων από πραγματικές συνθήκες (Atzori, Iera & Morabito, 2010).

Στην εκπαίδευση, η αξιοποίηση του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού μεταβάλλει τον τρόπο οργάνωσης των μαθησιακών εμπειριών. Εισάγει δυνατότητες όπως η συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, η αλληλεπίδραση με φυσικά αντικείμενα και η σύνδεση της μάθησης με αυθεντικά φαινόμενα, όπως οι περιβαλλοντικές μετρήσεις, η ενέργεια και οι μετακινήσεις (Al-Emran, Malik & Al-Kabi, 2018). Με αυτόν τον τρόπο, η τεχνολογία δεν λειτουργεί μόνο ως μέσο παρουσίασης, αλλά εντάσσεται οργανικά στο ίδιο το μαθησιακό περιβάλλον.

Συνοπτικά, ο Διάχυτος Υπολογισμός περιγράφει το ευρύτερο εννοιολογικό παράδειγμα, ενώ το IoT αναφέρεται ειδικότερα στη δικτύωση φυσικών συσκευών και στη ροή των δεδομένων που αυτές παράγουν.

3.2 IoT και Παιδαγωγικές Προσεγγίσεις

Η ενσωμάτωση των τεχνολογιών IoT στην εκπαίδευση συνδέεται συχνά με παιδαγωγικές προσεγγίσεις που δίνουν έμφαση στη διερεύνηση, στη δημιουργία και στη σύνδεση της μάθησης με αυθεντικά προβλήματα. Στο πλαίσιο αυτό, αξιοποιούνται προσεγγίσεις όπως η μάθηση βάσει έργου (Project-Based Learning - PBL), η διερευνητική μάθηση (Inquiry-Based Learning), οι διεπιστημονικές προσεγγίσεις STEAM και η καλλιέργεια της υπολογιστικής σκέψης.

Η βιβλιογραφία επισημαίνει ότι οι δραστηριότητες που αξιοποιούν αισθητήρες, μικροελεγκτές και φυσικό υπολογισμό μπορούν να υποστηρίξουν τη συνεργατική

μάθηση, την επίλυση προβλημάτων, την κριτική σκέψη και τη διασύνδεση διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων.

Ωστόσο, η παιδαγωγική αξιοποίηση του IoT δεν περιορίζεται στη χρήση τεχνολογικού εξοπλισμού. Προϋποθέτει παιδαγωγικό σχεδιασμό με σαφή στόχευση, καθορισμένους ρόλους, οργανωμένες δραστηριότητες, τεκμήρια μάθησης και κατάλληλους μηχανισμούς ανατροφοδότησης.

Η ανάγκη για συστηματικό παιδαγωγικό σχεδιασμό καταδεικνύει ότι η τεχνολογική ένταξη απαιτεί παράλληλα την ανάπτυξη ψηφιακών και επαγγελματικών ικανοτήτων από το εκπαιδευτικό προσωπικό, ανεξαρτήτως βαθμίδας εκπαίδευσης.

3.3 Ψηφιακές Ικανότητες και Εκπαίδευση

Η συστηματική ένταξη του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού στην εκπαίδευση προϋποθέτει ικανότητες που δεν περιορίζονται στη χρήση τεχνολογικών εργαλείων, αλλά επεκτείνονται στον παιδαγωγικό σχεδιασμό, στην αξιολόγηση, στη διαχείριση δεδομένων και στην υπεύθυνη αξιοποίηση της τεχνολογίας.

Για τον λόγο αυτό, στην παρούσα μελέτη αξιοποιούνται διεθνώς αναγνωρισμένα πλαίσια που περιγράφουν τις ψηφιακές και επαγγελματικές ικανότητες του εκπαιδευτικού προσωπικού.

Στις επόμενες υποενότητες παρουσιάζονται συνοπτικά τα βασικά πλαίσια που χρησιμοποιούνται ως σημεία αναφοράς για τη θεωρητική θεμελίωση και τη συγκριτική προσέγγιση του προτεινόμενου Πλαισίου Ικανοτήτων.

3.3.1 Το Ευρωπαϊκό Πλαίσιο DigComp 2.2

Το DigComp 2.2 (European Digital Competence Framework for Citizens) οργανώνει τις ψηφιακές ικανότητες σε πέντε βασικές περιοχές: τη διαχείριση πληροφοριών και δεδομένων, την επικοινωνία και τη συνεργασία, τη δημιουργία ψηφιακού περιεχομένου, την ασφάλεια και την επίλυση προβλημάτων.

Οι περιοχές αυτές συνδέονται άμεσα με την εκπαιδευτική αξιοποίηση του IoT, ιδιαίτερα όταν αυτή περιλαμβάνει τη διαχείριση δεδομένων αισθητήρων, τη

συνεργατική εργασία, την αντιμετώπιση ζητημάτων ασφάλειας και την επίλυση προβλημάτων σε σύνθετα τεχνολογικά περιβάλλοντα.

3.3.2 DigCompEdu

Το DigCompEdu οργανώνει τις ικανότητες του εκπαιδευτικού προσωπικού σε έξι περιοχές, οι οποίες αφορούν την επαγγελματική δέσμευση, την αξιοποίηση ψηφιακών πόρων, τον σχεδιασμό της διδασκαλίας, την αξιολόγηση, την ενδυνάμωση όσων συμμετέχουν στη μαθησιακή διαδικασία και την ανάπτυξη της ψηφιακής τους ικανότητας.

Η ενσωμάτωση του IoT προϋποθέτει την επιλογή κατάλληλων ψηφιακών εργαλείων, τον σχεδιασμό βιωματικών μαθησιακών δραστηριοτήτων και την υπεύθυνη και διαφανή διαχείριση των μαθησιακών δεδομένων.

3.3.3 UNESCO ICT Competency Framework for Teachers

Το UNESCO ICT Competency Framework for Teachers (ICT-CFT) οργανώνει την ένταξη των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών σε μια αναπτυξιακή πορεία, η οποία εκτείνεται από τον τεχνολογικό γραμματισμό έως την εμβάθυνση και τη δημιουργία γνώσης.

Η λογική αυτή συμβάλλει στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο ο ρόλος της τεχνολογίας μπορεί να μεταβληθεί σταδιακά, από συμπληρωματικό εργαλείο σε στοιχείο που μετασχηματίζει τη διδασκαλία και τη μάθηση. Επομένως, προσφέρει ένα χρήσιμο σημείο αναφοράς για την περιγραφή της μετάβασης προς περισσότερο σύνθετες και μετασχηματιστικές εκπαιδευτικές πρακτικές.

3.3.4 Διεθνή Competency-Based Πλαίσια στην Πληροφορική (ACM/IEEE)

Πέρα από τα πλαίσια ψηφιακών ικανοτήτων που παρουσιάστηκαν προηγουμένως, διεθνείς οργανισμοί, όπως η ACM (Association for Computing Machinery) και η IEEE Computer Society, έχουν αναπτύξει κατευθυντήριες γραμμές για τον σχεδιασμό προγραμμάτων σπουδών στις επιστήμες υπολογιστών και στα πληροφοριακά συστήματα, υιοθετώντας σταδιακά προσεγγίσεις βασισμένες σε μοντέλα ικανοτήτων.

Το Computing Curricula 2020 (CC2020) και το Computer Science Curricula 2023 (CS2023) αναδεικνύουν τη μετάβαση από παραδοσιακά μοντέλα, τα οποία εστιάζουν κυρίως στην απόκτηση γνώσεων, σε προσεγγίσεις που συνδυάζουν γνώσεις, δεξιότητες και επαγγελματικές στάσεις στο πλαίσιο συγκεκριμένων ρόλων και μαθησιακών στόχων.

Παράλληλα, το IS2020 Competency Model περιλαμβάνει θεματικές περιοχές που συνδέονται με τις τεχνολογίες του Διαδικτύου των Πραγμάτων. Με τον τρόπο αυτό, υπογραμμίζει ότι η εκπαίδευση στις σύγχρονες υπολογιστικές τεχνολογίες απαιτεί διαθεματική προσέγγιση, τεχνολογική κατανόηση και ικανότητα εφαρμογής σε αυθεντικά περιβάλλοντα.

Παρότι τα παραπάνω πλαίσια δεν αποτελούν εξειδικευμένα μοντέλα για την εκπαιδευτική αξιοποίηση του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού, ενισχύουν τη θεωρητική θεμελίωση του σχεδιασμού βάσει ικανοτήτων. Παράλληλα, συμβάλλουν στην αποσαφήνιση της μετάβασης από την κατοχή γνώσεων στην εφαρμογή και αξιοποίησή τους στην εκπαιδευτική πράξη.

Η τεχνολογική ένταξη, επομένως, δεν αποτελεί μόνο ζήτημα επιλογής εργαλείων ή περιεχομένου, αλλά συνδέεται και με ευθύνες που αφορούν τη διαχείριση δεδομένων, την ασφάλεια και τις κοινωνικές επιπτώσεις της τεχνολογίας. Τα διεθνή αυτά πλαίσια χρησιμοποιούνται ευρέως ως σημεία αναφοράς για τον σχεδιασμό και την αποτίμηση ψηφιακών και επαγγελματικών ικανοτήτων. Ωστόσο, δεν εστιάζουν ειδικά στην εκπαιδευτική αξιοποίηση του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού, γεγονός που αναδεικνύει την ανάγκη περαιτέρω εξειδίκευσης των σχετικών ικανοτήτων.

Παρά τη σημαντική συμβολή των CC2020, CS2023 και IS2020 στη μετάβαση προς τη μάθηση βάσει ικανοτήτων στον ευρύτερο χώρο της Πληροφορικής, χρειάζεται, ωστόσο, να λαμβάνεται υπόψη ο λειτουργικός τους προσανατολισμός. Τα πλαίσια αυτά έχουν σχεδιαστεί κυρίως για ακαδημαϊκά προγράμματα σπουδών της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, με σκοπό την προετοιμασία αποφοίτων για επαγγελματικούς και επιστημονικούς ρόλους στις επιστήμες υπολογιστών, στη μηχανική λογισμικού και στις ΤΠΕ.

Κατά συνέπεια, δεν εστιάζουν στην εξειδικευμένη προετοιμασία του εκπαιδευτικού προσωπικού που καλείται να διδάξει τα συγκεκριμένα αντικείμενα στην πρωτοβάθμια και τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Οι ικανότητες που απαιτούνται σε επαγγελματικούς ρόλους της Πληροφορικής επικεντρώνονται κυρίως στην τεχνική αρτιότητα, στον σχεδιασμό συστημάτων και στην παραγωγή τεχνολογικών λύσεων. Αντίθετα, η προετοιμασία του εκπαιδευτικού προσωπικού προϋποθέτει τη σύνδεση της τεχνικής γνώσης με την Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου, καθώς και την ικανότητα μετασχηματισμού σύνθετων εννοιών —όπως η αρχιτεκτονική του IoT ή οι αλγόριθμοι των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού— σε κατάλληλες, βιωματικές και παιδαγωγικά τεκμηριωμένες μαθησιακές δραστηριότητες.

Η παρούσα ΜΔΕ επιχειρεί να καλύψει αυτό το ερευνητικό και δομικό κενό. Αξιοποιώντας ως θεωρητική βάση την έννοια της ικανότητας —ως συνδυασμού γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων—, όπως αυτή ορίζεται στο CC2020, προτείνεται η προσαρμογή της σε ένα σαφώς εκπαιδευτικό πλαίσιο.

Το προτεινόμενο Πλαίσιο Ικανοτήτων δεν αντιμετωπίζει το IoT και τα Συστήματα Διάχυτου Υπολογισμού ως αμιγώς τεχνικά αντικείμενα. Αντίθετα, προσεγγίζει τις τεχνολογικές τους διαστάσεις από εκπαιδευτική οπτική, προσαρμοσμένο στις ανάγκες της σύγχρονης τάξης και της επαγγελματικής ανάπτυξης του εκπαιδευτικού προσωπικού.

3.4 Ηθικές και Κανονιστικές Διαστάσεις

Η χρήση του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού στην εκπαίδευση συνδέεται με ζητήματα προστασίας προσωπικών δεδομένων, ασφάλειας των υποδομών και υπεύθυνης διαχείρισης των πληροφοριών, ιδιαίτερα όταν συλλέγονται δεδομένα από αισθητήρες ή χρησιμοποιούνται πλατφόρμες που αποθηκεύουν δεδομένα σε εξωτερικά συστήματα.

Παράλληλα, αναδεικνύονται ζητήματα διαφάνειας, δικαιοσύνης και ισότιμης πρόσβασης, ώστε η τεχνολογία να λειτουργεί υποστηρικτικά και να μη δημιουργεί νέες μορφές αποκλεισμού.

Στο πλαίσιο αυτό, ένα Πλαίσιο Ικανοτήτων χρειάζεται να περιλαμβάνει όχι μόνο τεχνικές πρακτικές ασφάλειας, αλλά και επίγνωση των κανονιστικών απαιτήσεων, Πτυχιακή / Διπλωματική Εργασία «Νταούτης Ευάγγελος»

καθώς και κριτική στάση απέναντι στις κοινωνικές συνέπειες της τεχνολογίας. Ιδιαίτερα στα περιβάλλοντα IoT, όπου τα δεδομένα παράγονται και μεταδίδονται συνεχώς, οι επιλογές σχεδιασμού επηρεάζουν άμεσα την ιδιωτικότητα και την εμπιστοσύνη στο εκπαιδευτικό περιβάλλον.

Ελληνικές μελέτες στην τριτοβάθμια εκπαίδευση καταδεικνύουν ότι η ψηφιακή επάρκεια του εκπαιδευτικού προσωπικού δεν συνδέεται μόνο με ατομικές δεξιότητες, αλλά και με τη θεσμική υποστήριξη, την επιμόρφωση και τη διαθεσιμότητα των απαραίτητων υποδομών. Η συστηματική αξιοποίηση των ψηφιακών εργαλείων ενισχύεται όταν το εκπαιδευτικό ίδρυμα παρέχει οργανωμένο πλαίσιο ανάπτυξης ικανοτήτων. Η διαπίστωση αυτή αποκτά ιδιαίτερη σημασία σε περιβάλλοντα IoT και Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού, όπου οι τεχνολογικές απαιτήσεις υπερβαίνουν τη χρήση βασικών ψηφιακών εργαλείων.

Η ραγδαία ανάπτυξη και ενσωμάτωση των τεχνολογιών IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού στο εκπαιδευτικό περιβάλλον δεν αποτελεί αποκλειστικά τεχνολογική ή παιδαγωγική πρόκληση, αλλά συνδέεται άμεσα με ένα αυστηρό και διαρκώς εξελισσόμενο κανονιστικό πλαίσιο.

Η συλλογή, η επεξεργασία και η ανταλλαγή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, τα οποία συχνά περιλαμβάνουν προσωπικά δεδομένα μαθητριών και μαθητών, υπάγονται στις διατάξεις του Γενικού Κανονισμού για την Προστασία Δεδομένων (GDPR), δηλαδή του Κανονισμού (ΕΕ) 2016/679. Ως εκ τούτου, τα εκπαιδευτικά ιδρύματα οφείλουν να διασφαλίζουν την εφαρμογή αρχών όπως η ελαχιστοποίηση των δεδομένων, ο περιορισμός του σκοπού και η ασφάλεια της επεξεργασίας.

Παράλληλα, η σύγκλιση του IoT με την Τεχνητή Νοημοσύνη εισάγει πρόσθετες προκλήσεις, καθώς τα δεδομένα των αισθητήρων μπορούν να αξιοποιηθούν για αυτοματοποιημένη αξιολόγηση ή εξατομίκευση της μάθησης. Στο πλαίσιο αυτό, η Ευρωπαϊκή Πράξη για την Τεχνητή Νοημοσύνη (AI Act), δηλαδή ο Κανονισμός (ΕΕ) 2024/1689, εισάγει αυξημένες απαιτήσεις διαφάνειας, λογοδοσίας και ανθρώπινης εποπτείας για συστήματα που χρησιμοποιούνται σε κρίσιμες εκπαιδευτικές λειτουργίες.

Κατά συνέπεια, η ανάπτυξη των σχετικών ικανοτήτων του εκπαιδευτικού προσωπικού δεν περιορίζεται στις τεχνικές δεξιότητες, αλλά επεκτείνεται στην κατανόηση των

κανονιστικών υποχρεώσεων, στην κριτική αξιολόγηση των τεχνολογιών και στη διασφάλιση της ηθικής και νόμιμης χρήσης τους στο εκπαιδευτικό περιβάλλον.

3.5 Σύνδεση Θεωρητικού Πλαισίου με το Προτεινόμενο Πλαίσιο Ικανοτήτων

Η ανάλυση των ευρωπαϊκών και διεθνών πλαισίων που παρουσιάστηκαν στις προηγούμενες ενότητες καταδεικνύει ότι η εκπαιδευτική αξιοποίηση του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού δεν αποτελεί αποκλειστικά τεχνολογικό ζήτημα. Αντίθετα, απαιτεί μια σύνθετη προσέγγιση, στο πλαίσιο της οποίας οι διαφορετικές διαστάσεις της επαγγελματικής επάρκειας του εκπαιδευτικού προσωπικού συνδέονται και αλληλοσυμπληρώνονται.

Τα πλαίσια DigComp 2.2 και DigCompEdu προσφέρουν σημαντικό υπόβαθρο για την κατανόηση της ψηφιακής επάρκειας των πολιτών και του εκπαιδευτικού προσωπικού. Ειδικότερα, το DigCompEdu αναδεικνύει διαστάσεις όπως η επιλογή και η δημιουργία ψηφιακών πόρων, η αξιολόγηση με τη χρήση τεχνολογίας και η ενίσχυση της συμμετοχής όσων εμπλέκονται στη μαθησιακή διαδικασία.

Ωστόσο, τα πλαίσια αυτά εστιάζουν στη γενική ψηφιακή ικανότητα και δεν εξειδικεύουν τις απαιτήσεις που προκύπτουν από την εκπαιδευτική αξιοποίηση του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού. Στις απαιτήσεις αυτές περιλαμβάνονται η κατανόηση του φυσικού υπολογισμού, η διαχείριση δεδομένων αισθητήρων, η διασύνδεση τοπικών και υπολογιστικών υποδομών και η αντιμετώπιση κινδύνων σε περιβάλλοντα συλλογής δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.

Το UNESCO ICT Competency Framework for Teachers συμβάλλει στη σχετική συζήτηση, προτείνοντας μια σταδιακή εξέλιξη από τον τεχνολογικό γραμματισμό προς την εμβάθυνση και τη δημιουργία γνώσης. Η προσέγγιση αυτή διευκολύνει την κατανόηση της προοδευτικής εμβάθυνσης που απαιτείται για την αξιοποίηση του IoT, από τη βασική χρήση εργαλείων έως την ουσιαστική ενσωμάτωσή τους στα μαθησιακά περιβάλλοντα.

Παράλληλα, τα μοντέλα ικανοτήτων των ACM/IEEE και οι σύγχρονες κατευθυντήριες γραμμές για τα προγράμματα σπουδών τονίζουν τη σημασία του συνδυασμού γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων στο πλαίσιο συγκεκριμένων επαγγελματικών

ρόλων. Παρότι δεν αφορούν άμεσα τη σχολική ή την παιδαγωγική αξιοποίηση του IoT, προσφέρουν θεωρητική βάση για τον σχεδιασμό πλαισίων που βασίζονται σε ικανότητες.

Στην παρούσα ΜΔΕ, τα παραπάνω πλαίσια λειτουργούν ως σημεία αναφοράς για τη συγκριτική ερμηνεία της βιβλιογραφίας. Το προτεινόμενο Πλαίσιο δεν επιδιώκει να τα αντικαταστήσει, αλλά να τα εξειδικεύσει σε ένα πεδίο στο οποίο η τεχνολογία, η παιδαγωγική πράξη και οι κανονιστικές παράμετροι συνδέονται άμεσα.

Η διεθνής βιβλιογραφία καταγράφει μια σαφή μετατόπιση: η τεχνολογία δεν αντιμετωπίζεται πλέον μόνο ως εργαλείο υλοποίησης μαθησιακών δραστηριοτήτων, αλλά και ως περιβάλλον παραγωγής, διαχείρισης και αξιοποίησης δεδομένων. Η μετατόπιση αυτή αναδεικνύει την ανάγκη σύνδεσης των τεχνολογικών ικανοτήτων με τη διαχείριση και την ερμηνεία των μαθησιακών δεδομένων, με τις πρακτικές learning analytics και με υπεύθυνες μορφές αξιοποίησης των πληροφοριών.

Η εκπαιδευτική αξιοποίηση του IoT δεν περιορίζεται στην κατασκευή και τη διασύνδεση συσκευών. Επεκτείνεται στην κατανόηση των παραγόμενων δεδομένων, στη διαμόρφωση τεκμηριωμένης ανατροφοδότησης και στη διασφάλιση της διαφάνειας και της προστασίας των προσωπικών δεδομένων.

Παράλληλα, ζητήματα ηθικής, ιδιωτικότητας και συμπερίληψης αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της συζήτησης. Η ενσωμάτωση του IoT σε μαθησιακά περιβάλλοντα στα οποία συλλέγονται δεδομένα από αισθητήρες δημιουργεί αυξημένες ευθύνες. Η κανονιστική επίγνωση, η κριτική κατανόηση των κοινωνικών επιπτώσεων και η διασφάλιση της ισότιμης πρόσβασης συνδέονται άμεσα με την επαγγελματική ταυτότητα του εκπαιδευτικού προσωπικού.

Με βάση τα παραπάνω, διαμορφώνονται τρεις βασικές παραδοχές. Πρώτον, η αξιοποίηση του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού στην εκπαίδευση απαιτεί τη συνεκτική ανάπτυξη τεχνολογικών και παιδαγωγικών ικανοτήτων. Δεύτερον, η διαχείριση και η ερμηνεία των μαθησιακών δεδομένων αποτελούν κεντρική διάσταση της σύγχρονης εκπαιδευτικής πρακτικής. Τρίτον, η ηθική και κανονιστική διάσταση της χρήσης της τεχνολογίας δεν είναι δευτερεύουσα, αλλά συνιστά βασικό στοιχείο της επαγγελματικής ευθύνης του εκπαιδευτικού προσωπικού.

Οι παραδοχές αυτές συγκροτούν το θεωρητικό υπόβαθρο για τη διαμόρφωση του προτεινόμενου Πλαισίου Ικανοτήτων. Στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μετάβαση από τη βιβλιογραφική χαρτογράφηση στη συστηματική οργάνωση των απαιτούμενων ικανοτήτων, με στόχο την κάλυψη του κενού μεταξύ των γενικών ψηφιακών πλαισίων και των εξειδικευμένων αναγκών που συνδέονται με τη διδασκαλία του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού.

Η σύνθεση των θεωρητικών προσεγγίσεων και των πλαισίων που εξετάστηκαν αποτελεί την εννοιολογική βάση για τη διαμόρφωση του προτεινόμενου Πλαισίου Ικανοτήτων. Η διαδικασία αυτή ευθυγραμμίζεται με προσεγγίσεις ανάπτυξης πλαισίων ικανοτήτων που καταγράφονται στη διεθνή βιβλιογραφία, στις οποίες η αρχική διατύπωση βασίζεται σε εκτενή βιβλιογραφική ανασκόπηση και συγκριτική ανάλυση υφιστάμενων μοντέλων.

Με αυτόν τον τρόπο, το θεωρητικό υπόβαθρο της παρούσας μελέτης ενισχύει την εννοιολογική τεκμηρίωση του προτεινόμενου Πλαισίου, ενώ η εμπειρική αξιολόγηση και επικύρωσή του προτείνονται ως επόμενο στάδιο της έρευνας.

3.6 Ελληνικές Μεταπτυχιακές και Διδακτορικές Εργασίες σχετικές με Ψηφιακές και Τεχνολογικές Ικανότητες

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αυξανόμενο ενδιαφέρον από την ελληνική ακαδημαϊκή κοινότητα για τη διερεύνηση των ψηφιακών ικανοτήτων του εκπαιδευτικού προσωπικού και της σχέσης τους με τις διδακτικές πρακτικές και την αξιοποίηση τεχνολογικών εργαλείων στη μαθησιακή διαδικασία. Οι περισσότερες σχετικές ακαδημαϊκές εργασίες εστιάζουν στην αξιοποίηση των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών, στη διερεύνηση της ψηφιακής επάρκειας και στη σύνδεση των ψηφιακών δεξιοτήτων με ευρωπαϊκά πλαίσια ικανοτήτων.

Ενδεικτικά, η εργασία της Γκίνα (2023) εξετάζει τις ψηφιακές ικανότητες των Καθηγητριών και Καθηγητών-Συμβούλων του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου και αναδεικνύει τη σημασία της συστηματικής επιμόρφωσης και της θεσμικής υποστήριξης για την αποτελεσματική αξιοποίηση ψηφιακών εργαλείων στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση.

Παράλληλα, η μελέτη της Κολυδά (2025) διερευνά τον βαθμό αξιοποίησης των ψηφιακών τεχνολογιών από το εκπαιδευτικό προσωπικό της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Τα ευρήματά της επισημαίνουν ότι η ψηφιακή επάρκεια συνδέεται με τη συχνότητα χρήσης των τεχνολογικών εργαλείων, ενώ οι παιδαγωγικές πεποιθήσεις διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των διδακτικών πρακτικών.

Από διαφορετική σκοπιά, η εργασία της Καϊτάζογλου (2019) εξετάζει την παρουσία αντικειμένων όπως ο διάχυτος υπολογισμός, ο κινητός υπολογισμός και το Internet of Things στην ευρωπαϊκή τριτοβάθμια εκπαίδευση. Η εργασία χαρτογραφεί σχετικά εκπαιδευτικά προγράμματα και εξετάζει τη σύνδεσή τους με το Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Προσόντων. Η ανάλυση αναδεικνύει ότι τα περισσότερα προγράμματα σπουδών εστιάζουν κυρίως στην τεχνολογική διάσταση των συστημάτων αυτών, χωρίς να αποτυπώνουν συστηματικά τις παιδαγωγικές και επαγγελματικές ικανότητες που απαιτούνται για την εκπαιδευτική αξιοποίησή τους.

Οι παραπάνω μελέτες συμβάλλουν στην κατανόηση της ψηφιακής επάρκειας του εκπαιδευτικού προσωπικού και της παρουσίας των τεχνολογιών IoT και Διάχυτου Υπολογισμού στην εκπαίδευση. Ωστόσο, η εστίαση στη διαμόρφωση ενός ολοκληρωμένου Πλαισίου Ικανοτήτων παραμένει περιορισμένη που να συνδυάζει τις τεχνολογικές, παιδαγωγικές και ηθικές διαστάσεις της εκπαιδευτικής αξιοποίησης των τεχνολογιών αυτών.

Ιδιαίτερη περίπτωση αποτελεί η διδακτορική διατριβή της Στυροπούλου (2024), στο πλαίσιο της οποίας αναπτύχθηκε και αξιολογήθηκε το STEAMComp Edu, ένα οργανωμένο πλαίσιο ικανοτήτων για το εκπαιδευτικό προσωπικό που δραστηριοποιείται στην εκπαίδευση STEAM. Η εργασία προσφέρει χρήσιμο μεθοδολογικό σημείο αναφοράς για τη διαμόρφωση και την επικύρωση πλαισίων ικανοτήτων, χωρίς όμως να εστιάζει ειδικά στις τεχνολογίες IoT και στα Συστήματα Διάχυτου Υπολογισμού.

Οι ελληνικές εργασίες που εξετάστηκαν δεν περιλαμβάνουν την ανάπτυξη και επικύρωση ενός εξειδικευμένου Πλαισίου Ικανοτήτων προσανατολισμένου στην εκπαιδευτική αξιοποίηση του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού. Η διαπίστωση αυτή αναδεικνύει το ερευνητικό κενό, στο οποίο εστιάζει η παρούσα ΜΔΕ μέσω της συστηματικής σύνθεσης της διεθνούς βιβλιογραφίας και της θεωρητικής θεμελίωσης του προτεινόμενου Πλαισίου.

Πίνακας 3.1

Ελληνικές μεταπτυχιακές και διδακτορικές εργασίες σχετικές με ψηφιακές και τεχνολογικές ικανότητες.

Μελέτη	Θεματική	Πληθυσμός	Μεθοδολογία	Ερευνητικό Κενό	Συνεισφορά στην Παρούσα ΜΑΕ
Γκίνα (2023)	Ψηφιακές ικανότητες Καθηγήτριες και Καθηγητές-Σύμβουλοι	ΚΣ ΕΑΠ	Ποιοτική έρευνα μέσω συνεντεύξεων	Εστίαση σε γενικές ψηφιακές δεξιότητες	Αναδεικνύει την ανάγκη θεσμικής υποστήριξης και επιμόρφωσης
Καϊτάζογλου (2019)	Εκπαιδευτικές ευκαιρίες σε IoT / Ubiquitous Computing	Προγράμματα σπουδών ΕΕ	Συγκριτική χαρτογράφηση προγραμμάτων σπουδών	Περιορισμένη εστίαση σε παιδαγωγικές και επαγγελματικές ικανότητες εκπαιδευτικών	Αναδεικνύει το κενό παιδαγωγικής αξιοποίησης IoT
Κολυδά (2025)	Ψηφιακή επάρκεια εκπαιδευτικών και διδακτικές πρακτικές	Εκπαιδευτικό προσωπικό Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης	Ποσοτική έρευνα με ερωτηματολόγιο βασισμένο στο DigCompEdu	Η εστίαση είναι σε γενικές ψηφιακές ικανότητες και όχι σε IoT και ΣΔΥ	Τεκμηριώνει τη σύνδεση ψηφιακής επάρκειας και πρακτικών διδασκαλίας
Σπυροπούλου (2024)	Ανάπτυξη και αξιολόγηση του πλαισίου ικανοτήτων STEAMComp Edu για εκπαιδευτικούς	Εκπαιδευτικοί και της στελέχη εκπαίδευσης	Βιβλιογραφική ανασκόπηση, ανατροφοδότηση εμπειρογνομόνων και εμπειρική επικύρωση	Εστιάζει σε γενικές διεπιστημονικές ικανότητες STEAM και όχι ειδικά στις απαιτήσεις της εκπαιδευτικής αξιοποίησης IoT και ΣΔΥ	Παρέχει πρότυπο οργάνωσης ικανοτήτων σε θεματικές περιοχές και παράδειγμα μεθοδολογίας ανάπτυξης και επικύρωσης πλαισίου

Η αναγνώριση του ερευνητικού αυτού κενού ενισχύει τη σημασία της παρούσας μελέτης, η οποία συνθέτει τα ευρήματα της διεθνούς βιβλιογραφίας και διαμορφώνει ένα συνεκτικό Πλαίσιο Ικανοτήτων για την εκπαιδευτική αξιοποίηση του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού. Τα αποτελέσματα της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης παρουσιάζονται αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο.

4. Αποτελέσματα της Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης – Χαρτογράφηση της Ενσωμάτωσης ΣΔΥ και IoT στην Εκπαίδευση

4.1 Εισαγωγή

Το παρόν κεφάλαιο παρουσιάζει τα αποτελέσματα της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης, η μεθοδολογία της οποίας αναπτύχθηκε στο Κεφάλαιο 2. Η συνθετική χαρτογράφηση αποτυπώνει τον τρόπο με τον οποίο τα Συστήματα Διάχυτου Υπολογισμού (ΣΔΥ) και οι τεχνολογίες του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) ενσωματώνονται σε διαφορετικές βαθμίδες και μορφές εκπαίδευσης.

Από το τελικό δείγμα των 41 μελετών προέκυψαν πέντε βασικοί θεματικοί άξονες, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την οργάνωση και την παρουσίαση των ευρημάτων. Οι άξονες αυτοί δεν ταυτίζονται με τις θεματικές περιοχές του προτεινόμενου Πλαισίου Ικανοτήτων, αλλά αποτελούν το εννοιολογικό υπόβαθρο για τη μετέπειτα διαμόρφωσή τους μέσω της συνθετικής ανάλυσης. Η διαδικασία διαμόρφωσης των θεματικών περιοχών παρουσιάζεται αναλυτικά στο Κεφάλαιο 5.

Ως προς τη βαθμίδα εκπαίδευσης, 15 μελέτες αφορούν την τριτοβάθμια, 12 τη δευτεροβάθμια και 3 την πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Οι υπόλοιπες 11 εξετάζουν οριζόντιες ή διατομεακές προσεγγίσεις, όπως πλαίσια ικανοτήτων, learning analytics, AIoT και ηθικές διαστάσεις, χωρίς να αντιστοιχούν ρητά σε συγκεκριμένη βαθμίδα.

Συνολικά, η χαρτογράφηση καταδεικνύει ότι η ενσωμάτωση του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού δεν περιορίζεται στην τεχνολογική υλοποίηση. Αντίθετα, περιλαμβάνει τεχνολογικές, παιδαγωγικές και κανονιστικές απαιτήσεις, οι οποίες επηρεάζουν άμεσα τον επαγγελματικό ρόλο και την επάρκεια του εκπαιδευτικού προσωπικού.

Οι περισσότερες μελέτες προέρχονται από ευρωπαϊκές χώρες και τη Βόρεια Αμερική, ενώ οι συχνότερες μεθοδολογικές προσεγγίσεις είναι οι εμπειρικές παρεμβάσεις, οι μελέτες περίπτωσης και οι συστηματικές ανασκοπήσεις. Οι θεματικοί άξονες δεν είναι απολύτως διακριτοί, καθώς ορισμένες μελέτες εντάσσονται σε περισσότερους από έναν από αυτούς.

4.2 Ενσωμάτωση ΣΔΥ και IoT στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Στο τελικό δείγμα, οι μελέτες που αφορούν την πρωτοβάθμια εκπαίδευση ανέδειξαν ότι η ενσωμάτωση του IoT πραγματοποιείται κυρίως μέσω δραστηριοτήτων φυσικού υπολογισμού (physical computing), μικροελεγκτών, όπως το Micro:bit και το Arduino, και εκπαιδευτικής ρομποτικής.

Οι παρεμβάσεις αυτές εντάσσονται κυρίως σε περιβάλλοντα STEM/STEAM και σε δραστηριότητες μάθησης βάσει έργου (project-based learning). Τα ευρήματα συγκλίνουν ως προς το ότι οι συγκεκριμένες προσεγγίσεις ενισχύουν την υπολογιστική σκέψη, καλλιεργούν δεξιότητες συνεργασίας και διευκολύνουν τη σύνδεση της θεωρίας με την πράξη μέσω βιωματικών δραστηριοτήτων.

Η επιτυχής εφαρμογή τους προϋποθέτει βασικές τεχνολογικές γνώσεις, ικανότητα σχεδιασμού μαθησιακών δραστηριοτήτων και δεξιότητες διαχείρισης εξοπλισμού, αισθητήρων και μικροελεγκτών.

4.3 Ενσωμάτωση ΣΔΥ και IoT στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Οι μελέτες που αφορούν τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση δείχνουν ότι η αξιοποίηση του IoT συνδέεται κυρίως με τα μαθήματα της Πληροφορικής, των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας.

Οι παρεμβάσεις περιλάμβαναν την ανάπτυξη πρωτοτύπων, τη συλλογή και την ανάλυση δεδομένων αισθητήρων, καθώς και την υλοποίηση έργων που αφορούσαν αυθεντικά προβλήματα του φυσικού ή του κοινωνικού περιβάλλοντος.

Οι απαιτούμενες ικανότητες του εκπαιδευτικού προσωπικού περιλαμβάνουν τη βασική κατανόηση της αρχιτεκτονικής του IoT, γνώσεις δικτύων και διαχείρισης δεδομένων, ικανότητα σχεδιασμού διεπιστημονικών έργων και δεξιότητες αξιολόγησης μαθησιακών δραστηριοτήτων που ενσωματώνουν τεχνολογίες.

Παράλληλα, διαπιστώνεται ισχυρή σύνδεση μεταξύ της αξιοποίησης του IoT και της ανάπτυξης δεξιοτήτων καινοτομίας και επίλυσης σύνθετων προβλημάτων.

4.4 Ενσωμάτωση ΣΔΥ και IoT στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση

Οι 15 μελέτες που αφορούν την τριτοβάθμια εκπαίδευση εστιάζουν κυρίως σε εργαστηριακά περιβάλλοντα και σε μαθήματα μηχανικής, πληροφορικής, ανάλυσης δεδομένων και έξυπνων πόλεων (smart cities).

Οι κυρίαρχες θεματικές περιλαμβάνουν την ανάπτυξη ολοκληρωμένων συστημάτων IoT, τη χρήση υποδομών νέφους (cloud), την ανάλυση μεγάλων δεδομένων, καθώς και ζητήματα κυβερνοασφάλειας και προστασίας δεδομένων.

Προγενέστερες ελληνικές μελέτες έχουν καταγράψει την παρουσία μαθημάτων Ubiquitous Computing και IoT στην ευρωπαϊκή τριτοβάθμια εκπαίδευση, εστιάζοντας κυρίως στη δομή των προγραμμάτων σπουδών και στη σύνδεσή τους με το Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Προσόντων (EQF). Ωστόσο, η έμφαση παραμένει κυρίως τεχνολογική, χωρίς να αποτυπώνονται συστηματικά οι παιδαγωγικές ικανότητες που απαιτούνται για την εκπαιδευτική αξιοποίηση των τεχνολογιών αυτών.

Η παρούσα εργασία επιχειρεί να καλύψει το κενό αυτό μέσω της διαμόρφωσης ενός ολοκληρωμένου Πλαισίου Ικανοτήτων.

Τα ευρήματα υποδεικνύουν ότι η διδασκαλία του IoT σε αυτή τη βαθμίδα προϋποθέτει τον συνδυασμό προηγμένων τεχνολογικών γνώσεων, παιδαγωγικού σχεδιασμού και επίγνωσης ηθικών και κανονιστικών ζητημάτων.

4.5 Οικοσυστήματα Καινοτομίας και Μη Τυπικά Μαθησιακά Περιβάλλοντα

Μέρος των μελετών ανέδειξε τον ρόλο των οικοσυστημάτων καινοτομίας, των εργαστηρίων STEM και των συνεργατικών δικτύων.

Τα περιβάλλοντα αυτά ενισχύουν τη βιωματική μάθηση, προάγουν την επιχειρηματική σκέψη και τη σύνδεση της εκπαίδευσης με την αγορά εργασίας, ενώ παράλληλα καλλιεργούν τη διαθεματική προσέγγιση των τεχνολογικών προβλημάτων.

Οι μελέτες επισημαίνουν ότι η συμμετοχή του εκπαιδευτικού προσωπικού σε τέτοια οικοσυστήματα απαιτεί δεξιότητες συντονισμού, συνεργασίας και διαχείρισης έργων.

4.6 Συνοπτική Σύνθεση Ευρημάτων

Η σύνθεση των 41 μελετών καταδεικνύει ότι η ενσωμάτωση των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού και του IoT στην εκπαίδευση δεν αποτελεί αποκλειστικά τεχνολογική επιλογή. Αντίθετα, προϋποθέτει τον συνδυασμό τεχνολογικών, παιδαγωγικών και κανονιστικών απαιτήσεων.

Η βιβλιογραφία αναδεικνύει οριζόντιες ανάγκες που αφορούν την τεχνολογική κατανόηση, τον παιδαγωγικό σχεδιασμό, την αξιοποίηση και τη διακυβέρνηση των δεδομένων, την αξιολόγηση, την ηθική και την ασφάλεια.

Τα ευρήματα αυτά αξιοποιούνται στη συγκριτική ανάλυση που ακολουθεί και αποτελούν τη βάση για την οργάνωση των επαναλαμβανόμενων γνώσεων, ενεργειών και επαγγελματικών απαιτήσεων σε δέκα θεματικές περιοχές. Στο Κεφάλαιο 5, καθεμία από τις περιοχές αυτές αντιστοιχίζεται σε μία κεντρική ικανότητα, η οποία αναλύεται σε επιμέρους διαστάσεις και σε παρατηρήσιμους δείκτες κατανεμημένους σε τέσσερα επίπεδα επάρκειας.

4.7 Χαρτογράφηση Συμπεριληφθεισών Μελετών (Coverage Mapping)

Στον Πίνακα 4.3 παρουσιάζονται οι 41 μελέτες που συγκρότησαν το τελικό αναλυτικό σώμα της ανασκόπησης. Από αυτές, 38 εμπίπτουν στο κύριο χρονικό εύρος 2015-2024, ενώ τρεις δημοσιεύσεις εκτός του εύρους αυτού εντάχθηκαν κατ' εξαίρεση, βάσει ρητά τεκμηριωμένων κριτηρίων.

Η συμπερίληψή τους βασίστηκε στη θεμελιώδη ή επικαιροποιητική συμβολή τους, στην άμεση συνάφειά τους με τα εξεταζόμενα ζητήματα και στην ανάγκη πληρέστερης εννοιολογικής κάλυψης του πεδίου.

Πίνακας 4.3: Χαρτογράφηση των 41 μελετών του τελικού δείγματος

Κωδικός	Συγγραφείς και έτος	Βαθμίδα Εκπαίδευσης	Τεχνολογική Εστίαση	Διδακτική Προσέγγιση	Εστίαση στο εκπαιδευτικό προσωπικό	Αντιστοίχιση σε Θεματική Περιοχή (1–10)	Τύπος Μελέτης
S01	Aljohani, N. R., & Davis, H. C. (2012)	Τριτοβάθμια	Learning analytics σε κινητά και διάχυτα μαθησιακά περιβάλλοντα	Θεωρητική ανάλυση και πρόταση του μοντέλου Mobile and Ubiquitous Learning Analytics Model (MULAM)	Όχι – έμμεση συνάφεια με την εκπαιδευτική πρακτική	3, 5	Conference paper – θεωρητική/εννοιολογική μελέτη
S02	Caena, F., & Redecker, C. (2019)	Δευτ./Τριτ. (γενικό)	Πλαίσια ικανοτήτων εκπαιδευτικών (DigCompEdu)	Θεωρητική/συγκριτική ή ανάλυση	Ναι	9, 2, 10	Journal article
S03	Dubey, P., & Kumar, M. (2025)	Μη εκπαιδευτικό πλαίσιο	Explainable AI και federated learning για συστήματα επόμενης γενιάς IoT	Περιεκτική βιβλιογραφική ανασκόπηση και ανάλυση μελλοντικών κατευθύνσεων	Όχι – έμμεση θεωρητική συνάφεια	3, 4, 8	Journal article – ολοκληρωμένη ανασκόπηση
S04	Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022)	Γενικό πλαίσιο - πολίτες	DigComp 2.2 και ψηφιακές ικανότητες	Θεσμικό πλαίσιο με πέντε περιοχές ψηφιακής ικανότητας και παραδείγματα γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων	Όχι – χρησιμοποιείται ως θεωρητικό υπόβαθρο	9	Institutional framework/report

Κωδικός	Συγγραφείς και έτος	Βαθμίδα Εκπαίδευσης	Τεχνολογική Εστίαση	Διδακτική Προσέγγιση	Εστίαση στο εκπαιδευτικό προσωπικό	Αντιστοίχιση σε Θεματική Περιοχή (1–10)	Τύπος Μελέτης
S05	Ferguson, R., & Clow, D. (2017)	Τριτοβάθμια	Τεκμηρίωση και πρακτική αποτελεσματικότητα των learning analytics	Κριτική ανάλυση της διαθέσιμης ερευνητικής τεκμηρίωσης και προτάσεις βελτίωσης	Όχι – έμμεση συνάφεια με την εκπαιδευτική πρακτική	3	Conference paper – κριτική ανασκόπηση τεκμηρίωσης
S06	Fernández-Batanero, J. M., Montenegro-Rueda, M., Fernández-Cerero, J., & López Meneses, E. (2024)	Τριτοβάθμια	IoT στην Ανώτατη Εκπαίδευση	Ανασκόπηση/συζήτηση υιοθέτησης	Ναι (faculty/ιδρύματα)	1, 6, 9	Journal article
S07	Floridi, L., et al. (2018)	Δευτ./Τριτ. (γενικό)	Ηθική TN (AI ethics)	Ηθικό/εννοιολογικό πλαίσιο	Όχι	8	Journal article
S08	Hellas, A., Ihantola, P., Petersen, A., et al. (2018)	Τριτοβάθμια	Πρόβλεψη ακαδημαϊκής επίδοσης μέσω learning analytics και	Συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση - working group report	Όχι – έμμεση υποστήριξη της εκπαιδευτικής λήψης αποφάσεων	3, 5	Conference paper / systematic literature review

Κωδικός	Συγγραφείς και έτος	Βαθμίδα Εκπαίδευσης	Τεχνολογική Εστίαση	Διδακτική Προσέγγιση	Εστίαση στο εκπαιδευτικό προσωπικό	Αντιστοίχιση σε Θεματική Περιοχή (1–10)	Τύπος Μελέτης
			educational data mining				
S09	Ifenthaler, D., & Yau, J. Y.-K. (2020)	Τριτοβάθμια	Learning Analytics για επιτυχία σπουδών	Συστηματική ανασκόπηση (SLR)	Όχι	3, 5	Journal article (SLR)
S10	Islam, M. R., Ahmed, M. U., Barua, S., & Begum, S. (2022)	(γενικό)	Explainable AI (XAI)	Συστηματική ανασκόπηση	Όχι	3, 8	Journal article (SLR)
S11	Kassab, M., DeFranco, J., & Laplante, P. (2020)	Μικτή (K-12/Τριτ.)	IoT στην Εκπαίδευση	Συστηματική ανασκόπηση (SLR)	Μερικώς	1, 2, 6	Journal article (SLR)
S12	Kumar, K., & Al-Besher, A. (2022)	Τριτοβάθμια	IoT-enabled e-learning, δεδομένα EEG και πρόβλεψη μαθησιακής εμπλοκής	Σχεδιασμός συστήματος και πειραματική αξιολόγηση με BiLSTM	Όχι – έμμεση υποστήριξη του εκπαιδευτικού	1, 3, 5	Journal article – τεχνική/πειραματική μελέτη
S13	Marín-Marín, J.-A., García-	Μικτή (K-12/Τριτ.)	Arduino / Physical Computing	Ανασκόπηση/χαρτογράφηση	Μερικώς	1, 2, 7	Journal article

Κωδικός	Συγγραφείς και έτος	Βαθμίδα Εκπαίδευσης	Τεχνολογική Εστίαση	Διδακτική Προσέγγιση	Εστίαση στο εκπαιδευτικό προσωπικό	Αντιστοίχιση σε Θεματική Περιοχή (1–10)	Τύπος Μελέτης
	Tudela, P. A., & Dúo-Terrón, P. (2024)						
S14	Nguyen, A., Gardner, L., & Sheridan, D. (2020)	Τριτοβάθμια	Data analytics στην Ανώτατη Εκπαίδευση	Εννοιολογική και ολοκληρωμένη επισκόπηση του πεδίου	Όχι – έμμεση συνάφεια με τον ρόλο των εκπαιδευτικών	3	Journal article – conceptual/integrated review
S15	OECD. (2023)	Δευτ./Τριτ. (πολιτική)	Ψηφιακή εκπαίδευση (OECD outlook)	Policy report	Ναι (σύστημα/εκπ.)	6, 9	Οργανισμός/Έκθεση
S16	Papamitsiou, Z., & Economides, A. A. (2014)	Τριτοβάθμια	Learning Analytics και educational data mining στην εκπαιδευτική πράξη	Συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση εμπειρικών μελετών	Όχι – έμμεση συνάφεια με τον ρόλο του εκπαιδευτικού	3	Journal article – systematic literature review
S17	Papavlasopoulos, Giannakos, & Jaccheri (2017a)	Μικτή, K-12 και Τριτοβάθμια, σε τυπικά και άτυπα περιβάλλοντα	Maker Movement, φυσικός υπολογισμός	Συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση 43 εμπειρικών μελετών	Μερικώς	2, 7	Journal article - βιβλιογραφική ανασκόπηση

Κωδικός	Συγγραφείς και έτος	Βαθμίδα Εκπαίδευσης	Τεχνολογική Εστίαση	Διδακτική Προσέγγιση	Εστίαση στο εκπαιδευτικό προσωπικό	Αντιστοίχιση σε Θεματική Περιοχή (1–10)	Τύπος Μελέτης
			και ψηφιακή κατασκευή				
S18	Page, M. J., et al. (2021)	— (μεθοδολογία)	PRISMA 2020	Μεθοδολογική οδηγία	Όχι	—	Guideline/Statement
S19	Redecker, C. (2017)	Δευτ./Τριτ. (γενικό)	DigCompEdu (πλαίσιο εκπαιδευτικών)	Θεσμικό πλαίσιο	Ναι	9, 2, 10	Θεσμική έκδοση
S20	Romero-Rodríguez, J.-M., Alonso-García, S., Marín-Marín, J.-A., & Gómez-García, G. (2020)	Τριτοβάθμια	IoT στα Πανεπιστήμια (αντιλήψεις ΔΕΠ)	Εμπειρική (survey)	Ναι	1, 9	Journal article (empirical)
S21	Saarela, M. (2024)	(γενικό)	Explainable AI (εφαρμογές)	Επισκόπηση	Όχι	3, 8	Journal article (review)
S22	Terzieva, V. (2022)	Μικτή (γενικό)	IoT σε smart education	Επισκόπηση/position	Μερικώς	1, 2	Conference/Proceedings
S23	Tsai, Y.-S., & Gašević, D. (2017)	Τριτοβάθμια	Learning analytics: πολιτικές,	Ανασκόπηση οκτώ πολιτικών learning analytics	Μερικώς - αφορά ευρύτερα	3, 4	Conference paper - policy review

Κωδικός	Συγγραφείς και έτος	Βαθμίδα Εκπαίδευσης	Τεχνολογική Εστίαση	Διδακτική Προσέγγιση	Εστίαση στο εκπαιδευτικό προσωπικό	Αντιστοίχιση σε Θεματική Περιοχή (1–10)	Τύπος Μελέτης
			προκλήσεις και θεσμική εφαρμογή		τους τελικούς χρήστες και τους εμπλεκομένους		
S24	UNESCO. (2018)	Δευτ./Τριτ. (γενικό)	UNESCO ICT-CFT	Θεσμικό πλαίσιο	Ναι	9, 2, 10	Θεσμική έκδοση
S25	UNICEF Regional Office for Europe and Central Asia (2022)	Πρωτοβάθμια/Δευτεροβάθμια - γενικό σχολικό πλαίσιο	Educators' Digital Competency Framework - ψηφιακές ικανότητες εκπαιδευτικών	Θεσμικό πλαίσιο 20 ικανοτήτων οργανωμένων σε τέσσερις περιοχές	Ναι	2, 9, 10	Institutional framework/report - θεσμική έκδοση
S26	Zhang, X., Ding, Y., Huang, X., Li, W., Long, L., & Ding, S. (2024)	Μικτή (K-12/Τριτ.)	Smart classrooms (Sensors & AI)	Επισκόπηση/σχεδίαση	Όχι	1, 3	Journal article
S27	Zhao, Y., Pinto Llorente, A.	Τριτοβάθμια	Digital competence in HE (SLR)	Συστηματική ανασκόπηση	Μερικώς	9	Journal article (SLR)

Κωδικός	Συγγραφείς και έτος	Βαθμίδα Εκπαίδευσης	Τεχνολογική Εστίαση	Διδακτική Προσέγγιση	Εστίαση στο εκπαιδευτικό προσωπικό	Αντιστοίχιση σε Θεματική Περιοχή (1–10)	Τύπος Μελέτης
	M., & Sánchez Gómez, M. C. (2021)						
S28	ACM, IEEE Computer Society, & AAAI. (2023)	Τριτοβάθμια	CS curriculum (CS2023)	Οδηγίες προγράμματος σπουδών	Όχι	1, 6	Curriculum guidelines
S29	CC2020 Task Force. (2020)	Τριτοβάθμια	Computing curricula 2020	Οδηγίες προγράμματος σπουδών	Όχι	1, 6	Curriculum guidelines
S30	Association for Computing Machinery & Association for Information Systems. (2020)	Τριτοβάθμια	IS2020 competency model	Competency model / curriculum	Όχι	6, 9	Competency model
S31	Aloufi, F., Tashtoush, M. A.,	Δευτεροβάθμια	Αντιλήψεις, πρακτικές και προκλήσεις των	Ποσοτική έρευνα με ερωτηματολόγιο	Ναι	1, 2, 9	Journal article - ποσοτική εμπειρική έρευνα

Κωδικός	Συγγραφείς και έτος	Βαθμίδα Εκπαίδευσης	Τεχνολογική Εστίαση	Διδακτική Προσέγγιση	Εστίαση στο εκπαιδευτικό προσωπικό	Αντιστοίχιση σε Θεματική Περιοχή (1–10)	Τύπος Μελέτης
	Shirawia, N., Tashtoush, R. A., & Az-Zo'Bi, E. A. (2024)		εκπαιδευτικών σχετικά με το IoT				
S32	López-Belmonte, J., Pozo-Sánchez, S., Lampropoulos, G., & Moreno-Guerrero, A.-J. (2022)	Δευτεροβάθμια (teacher education)	Metaverse και εμβυθιστικά ψηφιακά μαθησιακά περιβάλλοντα	Σχεδιασμός και επικύρωση εργαλείου αξιολόγησης εκπαιδευτικών εμπειριών	Μερικώς	2, 5, 7	Journal article - εμπειρική επικύρωση εργαλείου
S33	Almaiah et al. (2022)	Τριτοβάθμια	Αποδοχή της εκπαιδευτικής χρήσης του IoT και TRACK	Μοντέλο αποδοχής IoT με TRACK, μαθησιακά κίνητρα, τεχνολογική αισιοδοξία και καινοτομικότητα	Ναι – παράλληλη συμμετοχή εκπαιδευτικών και φοιτητών	2, 9	Journal article εμπειρική έρευνα / μοντελοποίηση δομικών εξισώσεων
S34	Huertas Celdrán, A., Ruipérez-Valiente, J.	Γενικό εκπαιδευτικό πλαίσιο / έξυπνες αίθουσες	Κλιμακούμενη αρχιτεκτονική IoT για Multimodal	Τεχνικός σχεδιασμός αρχιτεκτονικής και πειραματική	Όχι - έμμεση συνάφεια με τη διαχείριση της	1, 3	Journal article - τεχνική αρχιτεκτονική και

Κωδικός	Συγγραφείς και έτος	Βαθμίδα Εκπαίδευσης	Τεχνολογική Εστίαση	Διδακτική Προσέγγιση	Εστίαση στο εκπαιδευτικό προσωπικό	Αντιστοίχιση σε Θεματική Περιοχή (1–10)	Τύπος Μελέτης
	A., García Clemente, F. J., Rodríguez-Triana, M. J., Shankar, S. K., & Martínez Pérez, G. (2020)		Learning Analytics σε έξυπνες αίθουσες	αξιολόγηση απόδοσης	εκπαιδευτικής τεχνολογίας		πειραματική αξιολόγηση
S35	Dake, D. K., Bada, G. K., & Dadzie, A. E. (2023)	Τριτοβάθμια	Εφαρμογές IoT και προκλήσεις υλοποίησης σε έξυπνες πανεπιστημιούπoλεις	Βιβλιογραφική επισκόπηση εφαρμογών, ωφελειών και εμποδίων	Μερικώς	1, 4, 6	Journal article - βιβλιογραφική έρευνα/ανασκόπηση
S36	Papavlasopoulos, Giannakos, & Jaccheri (2017b)	Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια - K-12	Απτές γλώσσες προγραμματισμού, ρομποτικά συστήματα και φυσικοψηφιακή αλληλεπίδραση	Ανασκόπηση εφαρμογών και προτάσεις για εκπαιδευτικό σχεδιασμό και πρακτική	Μερικώς/Εμμεσα	1, 2, 7	Conference paper - βιβλιογραφική ανασκόπηση

Κωδικός	Συγγραφείς και έτος	Βαθμίδα Εκπαίδευσης	Τεχνολογική Εστίαση	Διδακτική Προσέγγιση	Εστίαση στο εκπαιδευτικό προσωπικό	Αντιστοίχιση σε Θεματική Περιοχή (1–10)	Τύπος Μελέτης
S37	Suárez-Rodríguez, J., Almerich, G., Orellana, N., & Díaz-García, I. (2018)	Πρωτοβάθμια, Δευτεροβάθμια και Τριτοβάθμια	Τεχνολογικές και παιδαγωγικές ικανότητες ΤΠΕ και ενσωμάτωσή τους στη διδασκαλία	Μοντελοποίηση της σχέσης μεταξύ ικανοτήτων και χρήσης των ΤΠΕ	Ναι	1, 2, 9	Journal article εμπειρική δευτερογενής ανάλυση/μοντελοποίηση έρευνας
S38	Bdiwi, R., de Runz, C., Faiz, S., & Cherif, A. A. (2019)	Τριτοβάθμια	Έξυπνο μαθησιακό περιβάλλον με RFID, κινητές συσκευές και τεχνολογίες διάχυτου υπολογισμού	Συνεργατική μάθηση και παρατήρηση της συμμετοχής των φοιτητών	Ναι	1, 2, 3, 6	Conference/Proceedings
S39	Tzima, S., Styliaras, G., & Bassounas, A. (2019)	Δευτεροβάθμια	Επαυξημένη Πραγματικότητα ως συναφής τεχνολογία ΣΔΥ	Ποιοτική διερεύνηση απόψεων εκπαιδευτικών	Ναι	1, 2, 9	Journal article – ποιοτική εμπειρική μελέτη
S40	Başarmak, U., Uluay,	Τριτοβάθμια - εκπαίδευση	Arduino και κωδικοποίηση με mBlock ως	Εργαστηριακή παρέμβαση σε διεπιστημονικές	Ναι – υποψήφιοι εκπαιδευτικοί	1, 2, 9	Journal article - ποιοτική μελέτη περίπτωσης

Κωδικός	Συγγραφείς και έτος	Βαθμίδα Εκπαίδευσης	Τεχνολογική Εστίαση	Διδακτική Προσέγγιση	Εστίαση στο εκπαιδευτικό προσωπικό	Αντιστοίχιση σε Θεματική Περιοχή (1–10)	Τύπος Μελέτης
	G., & Polat, D. (2021)	υποψηφίων εκπαιδευτικών	δραστηριότητες φυσικού υπολογισμού	ομάδες και διερεύνηση των εμπειριών των συμμετεχόντων			
S41	Gökçearsan, Ş., Yildiz Durak, H., & Atman Uslu, N. (2024)	Τριτοβάθμια - υποψήφιοι εκπαιδευτικοί	Αποδοχή της εκπαιδευτικής χρήσης του IoT, ατομική καινοτομικότητα και ικανότητα ΤΠΕ	Ποσοτική διερεύνηση με μοντέλο αποδοχής τεχνολογίας και μοντελοποίηση δομικών εξισώσεων	Ναι - υποψήφιοι εκπαιδευτικοί	2, 9	Journal article - ποσοτική εμπειρική μελέτη

Υποσημείωση: Οι μελέτες S01, S16 και S03 αποτελούν τις τρεις τεκμηριωμένες εξαιρέσεις από το κύριο χρονικό εύρος 2015–2024.

4.8 Χαρτογράφηση Εκπαιδευτικών Προγραμμάτων και Μαθημάτων IoT και ΣΔΥ στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση

Πίνακας 4.4: Χαρτογράφηση Προγραμμάτων Σπουδών και Μαθημάτων IoT και ΣΔΥ στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση

Για κάθε πρόγραμμα εξετάστηκαν όλα τα συναφή μαθήματα, ώστε να εξασφαλιστεί η πληρότητα της χαρτογράφησης. Οι επίσημοι τίτλοι των μαθημάτων διατηρήθηκαν χωρίς μεταβολή, ενώ η σημασιολογική ενοποίηση εφαρμόστηκε αποκλειστικά στις θεματικές ενότητες (Topics).

ID	Ίδρυμα / Πρόγραμμα	Συγκεκριμένα μαθήματα που εξετάστηκαν	Σημασιολογικά ενοποιημένα Topics	Συνολική σύνδεση με Domains	Πηγή
P01	Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο - ΠΜΣ «Συστήματα Κινητού και Διάχυτου Υπολογισμού»	• ΣΔΥ50 • ΣΔΥ51 • ΣΔΥ60 • ΣΔΥ61 • ΣΔΥ62	Ασύρματα και κινητά δίκτυα· κατανεμημένα συστήματα και middleware· αρχιτεκτονικές ΣΔΥ· διάδραση και σχεδίαση συσκευών· ενσωματωμένα συστήματα	1, 6*	ΕΑΠ - επίσημες περιγραφές Θεματικών Ενότητων

ID	Ίδρυμα / Πρόγραμμα	Συγκεκριμένα μαθήματα που εξετάστηκαν	Σημαιοσολογικά ενοποιημένα Topics	Συνολική σύνδεση με Domains	Πηγή
P02	Πανεπιστήμιο Πειραιώς - ΠΜΣ «Ψηφιακός Πολιτισμός, Έξυπνες Πόλεις και Διαδίκτυο των Πραγμάτων»	• Υπολογιστική Νέφους, Δίκτυα Παροχής Περιεχομένου, Agile και V2X Τεχνολογίες • Ανάλυση Δεδομένων και Στατιστική • Εφαρμογές Κινητών, Edge Υπολογιστική και Μελλοντικά Δίκτυα • M2M Επικοινωνίες / Βιομηχανία 4.0 και Έξυπνα Δίκτυα • Πνευματική Ιδιοκτησία, Προσωπικά Δεδομένα και Ρυθμιστικά Θέματα • Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία, Διοίκηση Έξυπνων Πόλεων και Περιφερειών – Πράσινη Μετάβαση • Ασφάλεια Πληροφοριών Δημοσίων Υπηρεσιών και	Cloud και κατακευμενέμα συστήματα· edge/fog και δίκτυα νέας γενιάς· M2M και Industry 4.0· ασφάλεια και κανονιστική συμμόρφωση· λογισμικό IoT· smart cities· σημαιοσολογικές τεχνολογίες	1, 4, 6, 7, 8, 3*	Πανεπιστήμιο Πειραιώς - επίσημος οδηγός και περιγράμματα μαθημάτων

ID	Ίδρυμα / Πρόγραμμα	Συγκεκριμένα μαθήματα που εξετάστηκαν	Σημαιολογικά ενοποιημένα Topics	Συνολική σύνδεση με Domains	Πηγή
		Συστημάτων και Τεχνολογίες Blockchain • Λογισμικό Διαδικτύου των Πραγμάτων και Εφαρμογές • Αστικός Σχεδιασμός Ψηφιακών Πόλεων • Πληθοπορισμός, Κοινωνική Δικτύωση και Σημαιολογικές Τεχνολογίες			
P03	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας - ΠΜΣ «Σύγχρονα Συστήματα Επικοινωνιών και Διαδίκτυο των Πραγμάτων»	• Προχωρημένα Θέματα Ψηφιακής Επεξεργασίας Σήματος • Προηγμένη Διαδικτύωση και Διακίνηση Πολυμεσικού Περιεχομένου • Σχεδιασμός και Ανάπτυξη Δικτύων Ασύρματων και Κινητών Επικοινωνιών • Εισαγωγή στα Συστήματα και τις Τεχνολογίες του	Αρχιτεκτονικές IoT· αισθητήρες και ενεργοποιητές· embedded systems· δίκτυα και πρωτόκολλα· cloud/fog/edge· δεδομένα IoT· κυβερνοασφάλεια· Industrial IoT	1, 4, 7, 3*	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας - επίσημα περιγράμματα μαθημάτων

ID	Ίδρυμα / Πρόγραμμα	Συγκεκριμένα μαθήματα που εξετάστηκαν	Σημασιολογικά ενοποιημένα Topics	Συνολική σύνδεση με Domains	Πηγή
		Διαδικτύου των Πραγμάτων • Ασφάλεια Δικτυοκεντρικών Συστημάτων • Μηχανική Μάθηση στις Ασύρματες Επικοινωνίες • Τεχνολογίες Ενσωματωμένων Συστημάτων για το Διαδίκτυο των Πραγμάτων • Υπολογιστική Νέφους/Ομίχλης και Τεχνολογίες Επικοινωνιών για το IoT • Διαχείριση και Ανάλυση Δεδομένων στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων • Συστήματα Αισθητήρων και Ενεργοποιητών - Βιομηχανικό IoT			

ID	Ίδρυμα / Πρόγραμμα	Συγκεκριμένα μαθήματα που εξετάστηκαν	Σημασιολογικά ενοποιημένα Topics	Συνολική σύνδεση με Domains	Πηγή
P04	Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής - Τμήμα Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών - ΠΜΣ «Διαδίκτυο των Πραγμάτων και Ευφυή Περιβάλλοντα (MSc in Internet of Things and Intelligent Environments)»	• Ενσωματωμένα Συστήματα και Συστήματα Πραγματικού Χρόνου • Διαδίκτυο των Πραγμάτων • Υπολογιστική Ευφυΐα και Βαθιά Μάθηση • Μεθοδολογία Έρευνας – Τεχνική Συγγραφή • Επιστημονικοί Υπολογισμοί και Μαθηματική Μοντελοποίηση • Νεφοϋπολογιστική και Ανάλυση Δεδομένων • Κυβερνο-φυσικά Συστήματα και Έξυπνες Υποδομές • Αισθητήρες, Μικροσυστήματα και Έξυπνες Συσκευές • Εύκαμπτα Συστήματα και Φορετές Διατάξεις • Έξυπνα Περιβάλλοντα	IoT και ευφυή περιβάλλοντα· embedded και real-time systems· κυβερνοφυσικά συστήματα και έξυπνες υποδομές· αισθητήρες, μικροσυστήματα και smart devices· cloud και τεχνική ανάλυση δεδομένων· AI/deep learning· wearables και context-aware immersive environments· βιομηχανικός/ευφυής έλεγχος· ασφάλεια και ιδιωτικότητα· ασύρματα δίκτυα αισθητήρων· κοινωνικές και ηθικές διαστάσεις	1, 4, 7, 3*, 6*, 8*	ΠΑΔΑ – επίσημο πρόγραμμα σπουδών του ΠΜΣ

ID	Ίδρυμα / Πρόγραμμα	Συγκεκριμένα μαθήματα που εξετάστηκαν	Σημασιολογικά ενοποιημένα Topics	Συνολική σύνδεση με Domains	Πηγή
		Εμβύθισης και Επίγνωση Κατάστασης • Βιομηχανικός και Ευφυής Έλεγχος • Ασφάλεια και Ιδιωτικότητα σε Κυβερνοφυσικά Συστήματα • Ασύρματα Δίκτυα Δεδομένων και Αισθητήρων • Επιστήμη, Τεχνολογία και Κοινωνία • Ιστορία της Τεχνολογίας - Τεχνολογίες του Μέλλοντος και Προκλήσεις • Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία (MSc Thesis)			

ID	Ίδρυμα / Πρόγραμμα	Συγκεκριμένα μαθήματα που εξετάστηκαν	Σημαιολογικά ενοποιημένα Topics	Συνολική σύνδεση με Domains	Πηγή
P05	Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος - MSc «Mobile and Web Computing: Internet of Things Applications»	• Computer Networks • Web Programming • Information Systems Security • Internet of Things Fundamentals • Foundations of Computing • Human Computer Interaction, Design and User Experience • Mobile Applications Development • Software Development Methodologies • IT and Electronics in the Frame of the IoT [χωρίς δημόσιο αναλυτικό περίγραμμα] • Product Design for the IoT • Security and Privacy for the IoT [χωρίς δημόσιο αναλυτικό περίγραμμα]	Δίκτυα και ασφάλεια· αισθητήρες και φυσικός υπολογισμός· ανάπτυξη web/mobile εφαρμογών· ανθρωποκεντρικός σχεδιασμός και ανάπτυξη προϊόντων IoT· Big Data και cloud· ασφάλεια και ιδιωτικότητα IoT	1, 4, 7, 3*, 6*, 10*	ΔΙΠΑΕ - Οδηγός Σπουδών 2025-2026

ID	Ίδρυμα / Πρόγραμμα	Συγκεκριμένα μαθήματα που εξετάστηκαν	Σημασιολογικά ενοποιημένα Topics	Συνολική σύνδεση με Domains	Πηγή
		• Digital Organisations: eCommerce and eGovernment • Big Data and Cloud Computing • Consulting Project [χωρίς δημόσιο αναλυτικό περίγραμμα]			

ID	Ίδρυμα / Πρόγραμμα	Συγκεκριμένα μαθήματα που εξετάστηκαν	Σημασιολογικά ενοποιημένα Topics	Συνολική σύνδεση με Domains	Πηγή
P06	Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο - ΠΜΣ «Πληροφορική και Τηλεματική», κατεύθυνση «Συστήματα και Εφαρμογές Cloud και Edge»	• Κυβερνοασφάλεια • Δικτυακές Υποδομές και Υπηρεσίες Επόμενης Γενιάς • Cloud Native Εφαρμογές • Υποδομές Cloud • Πλατφόρμες Cloud • Σχεδιασμός Συστημάτων Cloud • Τεχνολογίες και Εφαρμογές IoT • Οικονομική Τεχνολογίας και Αποτίμηση Επενδύσεων • Διαχείριση Επιχειρησιακών Διαδικασιών • Προγραμματισμός Πλήρους Στοιβάς στον Παγκόσμιο Ιστό • Βαθιά Μάθηση • Μηχανική Μάθηση	Cloud-native ανάπτυξη· cloud/edge/fog υποδομές· 5G/6G, SDN/NFV και massive IoT· αρχιτεκτονικές και εφαρμογές IoT· κυβερνοασφάλεια· επιχειρησιακός μετασχηματισμός	1, 4, 7*	Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο - επίσημος οδηγός προγράμματος

ID	Ίδρυμα / Πρόγραμμα	Συγκεκριμένα μαθήματα που εξετάστηκαν	Σημασιολογικά ενοποιημένα Topics	Συνολική σύνδεση με Domains	Πηγή
P07	Πανεπιστήμιο Αιγαίου - ΠΜΣ «Διαδίκτυο των Πραγμάτων: Τεχνητή Νοημοσύνη και Σύγχρονα Δίκτυα»	• Μηχανική Μάθηση • Σχεδιασμός, Ανάπτυξη και Επίδοση Δικτύων Νέας Γενιάς • Συστήματα Διάχυτου Υπολογισμού • Σύγχρονα Δίκτυα και Διασύνδεση IoT • Αναλυτική Μεγάλων Δεδομένων • Θέματα Εφαρμογών Τεχνολογιών IoT • Ενσωματωμένα Συστήματα και IoT • Προηγμένα Συστήματα Επικοινωνιών IoT • Ρομποτική και Υπολογιστική Όραση • Τεχνητή Νοημοσύνη στο IoT	IoT και ΣΔΥ· context-aware συστήματα· LPWAN και 5G/B5G· embedded systems· edge AI και AIoT· δεδομένα αισθητήρων· ασφάλεια και ηθική· ρομποτική και έξυπνη υγεία	1, 4, 7, 8, 3*	Πανεπιστήμιο Αιγαίου - επίσημη σελίδα και περιγράμματα ΠΜΣ

ID	Ίδρυμα / Πρόγραμμα	Συγκεκριμένα μαθήματα που εξετάστηκαν	Σημασιολογικά ενοποιημένα Topics	Συνολική σύνδεση με Domains	Πηγή
P08	ΠΑΔΑ - ΕΚΠΑ - ΑΣΠΑΙΤΕ - ΔΠΜΣ «Ψηφιακός Μετασχηματισμός και Εκπαιδευτική Πράξη»	• Εκπαιδευτική Ρομποτική • Μαθησιακές Διαδικασίες και Διδακτικός Σχεδιασμός με Ψηφιακές Τεχνολογίες • Εκπαίδευση από Απόσταση με Ψηφιακές Τεχνολογίες • Εικονική και Επαυξημένη Πραγματικότητα • Ψηφιακά Παιχνίδια και Εικονικοί Κόσμοι	Φυσικός υπολογισμός και εκπαιδευτική ρομποτική· STEM/STEAM· παιδαγωγικός σχεδιασμός· μαθησιακά δεδομένα και προσαρμοστικά συστήματα· VR/AR· παιχνίδια διάχυτου υπολογισμού	1, 2, 7, 3*, 5*, 8*, 10*	ΔΠΜΣ - επίσημος οδηγός σπουδών και περιγράμματα μαθημάτων
PM01	Πανεπιστήμιο Πατρών - Τμήμα Μηχανικών Η/Υ και Πληροφορικής	Διάχυτος Υπολογισμός / Ubiquitous Computing - CEID_NE576	ΣΔΥ και ambient intelligence· context awareness· IoT και καταναεμημένα συστήματα· cloud/fog/edge· δεδομένα αισθητήρων και ML· πολυτροπική αλληλεπίδραση· ιδιωτικότητα και αλγοριθμική λογοδοσία	1, 4, 7, 8, 3*, 6*	Πανεπιστήμιο Πατρών - επίσημο περίγραμμα CEID_NE576

ID	Ίδρυμα / Πρόγραμμα	Συγκεκριμένα μαθήματα που εξετάστηκαν	Σημασιολογικά ενοποιημένα Topics	Συνολική σύνδεση με Domains	Πηγή
PM02	Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος - Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων	Διαδίκτυο των Πραγμάτων - κωδ. 1803	Αρχιτεκτονικές IoT· αισθητήρες και ενεργοποιητές· WSN και LPWAN· πρωτόκολλα και λειτουργικά συστήματα· κινητός και διάχυτος υπολογισμός· cloud και δεδομένα· ασφάλεια· smart cities και Industry 4.0	1, 4, 7, 3*, 6*	ΔΙΠΑΕ - επίσημο περίγραμμα μαθήματος 1803
PM03	Πανεπιστήμιο Πειραιώς - Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων	Διαδίκτυο των Πραγμάτων - ΨΣ-333	Αρχιτεκτονικές και πλατφόρμες IoT· επικοινωνίες χαμηλής κατανάλωσης· cloud/fog· συλλογή, αποθήκευση, ανάλυση και οπτικοποίηση δεδομένων· ανάπτυξη εφαρμογών από τελικούς χρήστες	1, 7, 3*	Πανεπιστήμιο Πειραιώς - επίσημη περιγραφή ΨΣ-333
PM04	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας – Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών	ECE490 - Διαδίκτυο των Πραγμάτων και Εφαρμογές	Αισθητήρες και δεδομένα πραγματικού χρόνου· FPGA και μικροελεγκτές· Bluetooth/LoRa· edge και gateways· cloud αποθήκευση· επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων· ολοκληρωμένες εφαρμογές IoT	1, 7, 3*	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας - επίσημη σελίδα ECE490

ID	Ίδρυμα / Πρόγραμμα	Συγκεκριμένα μαθήματα που εξετάστηκαν	Σημασιολογικά ενοποιημένα Topics	Συνολική σύνδεση με Domains	Πηγή
PM05	Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής – BSc «Artificial Intelligence and Data Science» (AIDASC)	Internet of Things - μάθημα επιλογής	Θεμελιώδεις έννοιες IoT· αρχιτεκτονικές IoT· δικτύωση και επικοινωνίες· σχεδιασμός και πρακτικές εφαρμογές IoT	1, 7	ΠΑΔΑ - επίσημη σελίδα μαθήματος του προγράμματος AIDASC

* Ο αστερίσκος δηλώνει μερική ή υποστηρικτική θεματική συνάφεια και όχι πλήρη κάλυψη του εξειδικευμένου εκπαιδευτικού περιεχομένου της αντίστοιχης Θεματικής Περιοχής.

Η αποτύπωση βασίστηκε σε δημόσια διαθέσιμες περιγραφές προγραμμάτων σπουδών και συγκεκριμένων μαθημάτων. Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες δεν εντοπίστηκε δημόσια διαθέσιμο αναλυτικό περίγραμμα, η κατηγοριοποίηση περιορίστηκε στα στοιχεία που τεκμηριώνονταν από τον επίσημο τίτλο ή τη δημοσιευμένη περιγραφή του μαθήματος ή του προγράμματος. Δεν προέκυπταν, επομένως, θεματικές ενότητες που δεν δηλώνονταν ρητά στις διαθέσιμες πηγές.

Η σημασιολογική ενοποίηση των επιμέρους θεματικών ενοτήτων πραγματοποιήθηκε με στόχο τη μείωση των διαφορετικών ή επικαλυπτόμενων διατυπώσεων και τη διευκόλυνση της συγκριτικής ομαδοποίησής τους.

Η επικαιροποιημένη χαρτογράφηση καταδεικνύει ότι η εκπαιδευτική προσφορά της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης καλύπτει εκτενώς τον τεχνολογικό κύκλο του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού: από τους αισθητήρες, τα ενσωματωμένα συστήματα και τα δίκτυα έως το υπολογιστικό νέφος, την υπολογιστική παρυφών, τη διαχείριση δεδομένων, την ασφάλεια και την ανάπτυξη εφαρμογών.

Αντίθετα, η ρητή σύνδεση των τεχνολογιών αυτών με τον παιδαγωγικό σχεδιασμό και την αξιολόγηση μαθησιακών δραστηριοτήτων εμφανίζεται περιορισμένη. Εντοπίζεται κυρίως σε μαθήματα με παιδαγωγικό προσανατολισμό, όπως η εκπαιδευτική ρομποτική και ο διδακτικός σχεδιασμός με ψηφιακές τεχνολογίες.

Οι διαστάσεις της επαγγελματικής ανάπτυξης του εκπαιδευτικού προσωπικού και του συμπεριληπτικού σχεδιασμού καταγράφονται ελάχιστα ή μόνο έμμεσα. Η διαπίστωση αυτή δεν μεταβάλλει τη δομή του προτεινόμενου Πλαισίου Ικανοτήτων, το οποίο προέκυψε από τη συνθετική ανάλυση της βιβλιογραφίας. Αντίθετα, αναδεικνύει τον ρόλο του ως γέφυρας μεταξύ της τεχνολογικής κατάρτισης και της ουσιαστικής εκπαιδευτικής αξιοποίησης των τεχνολογιών IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού.

4.9 Χαρτογράφηση Πρωτοβουλιών και Δομών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης σε IoT και ΣΔΥ

Πίνακας 4.5: Πρωτοβουλίες και Υποστηρικτικές Δομές Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

ID	Φορέας - Πρωτοβουλία	Τύπος Δομής	Θεματική Εστίαση	Υποστηριζόμενες Τεχνολογίες	Διδακτική Προσέγγιση	Σύνδεση με Domains	Σύνδεση με Εκπαιδευτικό Συνεχές	Πηγή
D-01	Αίσωπος (IEΠ)	Ψηφιακή Πλατφόρμα Σεναρίων	STEM, Ψηφιακές Τεχνολογίες	M/Δ (εξαρτάται από σενάριο)	Σενάρια διδασκαλίας	2, 3, 5, 10	Υποστηρίζει ευθυγράμμιση με προγράμματα σπουδών	http://aesop.iep.edu.gr
D-02	Φωτόδεντρο	Αποθετήριο Ψηφιακού Υλικού	STEM, Πληροφορική	M/Δ	Υποστηρικτικό υλικό	1, 2, 3, 10	Παρέχει μαθησιακό υλικό για σχολική ενσωμάτωση IoT	http://photodentro.edu.gr

ID	Φορέας - Πρωτοβουλία	Τύπος Δομής	Θεματική Εστίαση	Υποστηριζό μενες Τεχνολογίες	Λιδακτική Προσέγγιση	Σύνδεση με Domains	Σύνδεση με Εκπαιδευτικό Συνεχές	Πηγή
D-03	WRO Hellas	Διαγωνισμός Ρομποτικής	Robotics, IoT, STEM	Arduino, sensors, robotics kits	Project-based / Διαγωνιστική	1, 2, 6, 7	Συνδέει σχολείο με πανεπιστήμια & βιομηχανία	https://wrohellas.gr/
D-04	GFOSS	ΜΚΟ - Ανοικτό Λογισμικό	Open Technologies, IoT	Open-source tools	Εργαστήρια/ Κοινότητες	1, 6, 9	Προάγει δια βίου μάθηση και οικοσύστημα	https://gfoss.eu/
D-05	eTwinning	Ευρωπαϊκή Εκπαιδευτική ή Κοινότητα	Συνεργατικά έργα STEM	Ψηφιακά εργαλεία	Συνεργατικά projects	2, 6, 9, 10	Διακρατική συνεργασία σχολείων	https://school-education.ec.europa.eu/en/etwinning
D-06	Νέα Προγράμματα Σπουδών (ΙΕΠ)	Θεσμικό Πλαίσιο	STEM, Ψηφιακός Μετασχημα τισμός	Μ/Δ	Επίσημο curriculum	2, 4, 10	Θεμελιώνει τη μετάβαση σε τριτοβάθμια	https://www.iep.edu.gr/nea-programmata-spoudon/
D-07	ΠΕΚΤΠΕ/ΠΕ ΚΤΠΟΛ	Επαγγελματική Κοινότητα	Πληροφορική, Εκπαιδευτική ή Τεχνολογία	Μ/Δ	Επιμόρφωση/ Σεμινάρια	6, 9	Ενισχύει επαγγελματική ανάπτυξη	https://pektpeptol.sites.sch.gr/
D-08	Aegean Neorion Innovation Center	Κέντρο Καινοτομίας	Καινοτομία, Τεχνολογία	IoT/Innovation labs	Mentoring/Innovation	6, 7	Σύνδεση σχολείων με οικοσύστημα καινοτομίας	https://k2southaegEAN.gr/aegean-neorion-innovation-center-syros/

ID	Φορέας - Πρωτοβουλία	Τύπος Δομής	Θεματική Εστίαση	Υποστηριζό μενες Τεχνολογίες	Λιδακτική Προσέγγιση	Σύνδεση με Domains	Σύνδεση με Εκπαιδευτικό Συνεχές	Πηγή
D-09	CTI - ITYE Διόφαντος	Τεχνολογικ ή Υποστήριξη	Ψηφιακές Υποδομές	Υποδομές ICT	Υποστήριξη συστημάτων	3, 4, 9	Υποδομική βάση για IoT σχολείου	https://ic.cti.gr/

Η ανάλυση των παραπάνω πρωτοβουλιών καταδεικνύει ότι στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση αναπτύσσεται σημαντική δραστηριότητα στους τομείς της μάθησης βάσει έργου, της εκπαιδευτικής ρομποτικής και της καινοτομίας, οι οποίοι συνδέονται κυρίως με τις Θεματικές Περιοχές 1, 2, 6 και 7.

Ωστόσο, η συστηματική ενσωμάτωση ζητημάτων ασφάλειας δεδομένων, ηθικής και δομημένης αξιολόγησης έργων IoT παραμένει περιορισμένη, τα οποία αντιστοιχούν στις Θεματικές Περιοχές 4, 8 και 5. Το εύρημα αυτό ενισχύει την ανάγκη διαμόρφωσης ενός ολοκληρωμένου Πλαισίου Ικανοτήτων, το οποίο θα υποστηρίζει την εκπαιδευτική συνέχεια μεταξύ της δευτεροβάθμιας και της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης.

Η συστηματική βιβλιογραφική χαρτογράφηση που παρουσιάστηκε στο παρόν κεφάλαιο ολοκληρώνει τη φάση της ανασκόπησης, όπως αυτή περιγράφηκε στη μεθοδολογία του Κεφαλαίου 2. Τα ευρήματα των 41 μελετών του τελικού δείγματος, σε συνδυασμό με την ανάλυση εκπαιδευτικών προγραμμάτων και πρωτοβουλιών της δευτεροβάθμιας και της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, αποτέλεσαν τη βάση για την καταγραφή επαναλαμβανόμενων γνώσεων, ενεργειών και επαγγελματικών απαιτήσεων.

Η ανάλυση καταδεικνύει ότι, παρότι η αξιοποίηση του IoT αναπτύσσεται σε όλες τις βαθμίδες, οι αναφορές στις απαιτούμενες ικανότητες του εκπαιδευτικού προσωπικού παραμένουν συχνά αποσπασματικές και τεχνοκεντρικές. Η διαπίστωση αυτή ενισχύει την ανάγκη συνθετικής οργάνωσης των ευρημάτων στο προτεινόμενο Πλαίσιο Ικανοτήτων.

Στις επόμενες ενότητες παρουσιάζεται η συγκριτική ανάλυση των ευρημάτων, ενώ στο Κεφάλαιο 5 αναπτύσσεται η θεματική ομαδοποίησή τους σε δέκα Θεματικές Περιοχές, καθεμία από τις οποίες αντιστοιχεί σε μία κεντρική ικανότητα.

4.10 Ελληνικό Θεσμικό και Καινοτόμο Πλαίσιο

Η διεθνής βιβλιογραφική χαρτογράφηση συμπληρώνεται από την επισκόπηση της ελληνικής εκπαιδευτικής πραγματικότητας, στην οποία οι τεχνολογίες IoT και στοιχεία του Διάχυτου Υπολογισμού ενσωματώνονται κυρίως μέσω μαθημάτων Πληροφορικής και Τεχνολογίας, καθώς και μέσω δράσεων STEM/STEAM.

Στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, η επαφή με έννοιες δικτύωσης και φυσικού υπολογισμού πραγματοποιείται μέσα από τα νέα προγράμματα σπουδών ΤΠΕ και τα Εργαστήρια Δεξιοτήτων, με έμφαση σε δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής και μάθησης βάσει έργου.

Στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, οι έννοιες των αισθητήρων, των μικροελεγκτών και των δικτύων εμφανίζονται τόσο στη γενική εκπαίδευση όσο και, συστηματικότερα, στην επαγγελματική εκπαίδευση, κυρίως στον Τομέα Πληροφορικής των ΕΠΑ.Λ. Παράλληλα, δράσεις όπως οι διαγωνισμοί εκπαιδευτικής ρομποτικής, τα ευρωπαϊκά προγράμματα και οι τοπικοί κόμβοι καινοτομίας ενισχύουν τη βιωματική διάσταση της μάθησης.

Η παρουσία δομών, όπως οι Κόμβοι Καινοτομίας και τα «ζωντανά εργαστήρια» (living labs), συμβάλλει στη σύνδεση του σχολείου με την έρευνα και την αγορά εργασίας, προσφέροντας πρόσβαση σε εξοπλισμό και δυνατότητες επιμόρφωσης. Η ελληνική περίπτωση καταδεικνύει ότι, παρά την πρόοδο που έχει σημειωθεί, η ενσωμάτωση του IoT παραμένει άνιση, λόγω διαφορών στη διαθεσιμότητα εξοπλισμού και ευκαιριών επιμόρφωσης, γεγονός που επηρεάζει άμεσα τις απαιτήσεις σε επίπεδο εκπαιδευτικών ικανοτήτων.

Η θεσμική ενσωμάτωση των αναδυόμενων τεχνολογιών στην ελληνική εκπαίδευση υποστηρίζεται σε επίπεδο αναλυτικών προγραμμάτων από τα Νέα Προγράμματα Σπουδών ΤΠΕ και τη θεματική STEM/Εκπαιδευτικής Ρομποτικής των Εργαστηρίων Δεξιοτήτων (ΙΕΠ, 2021). Ωστόσο, εξακολουθεί να αντιμετωπίζει σημαντικές προκλήσεις στο πεδίο της επιμόρφωσης του εκπαιδευτικού προσωπικού.

Οι βασικοί κρατικοί επιμορφωτικοί μηχανισμοί, όπως η Επιμόρφωση Β' Επιπέδου στις ΤΠΕ, εστιάζουν κυρίως στην παιδαγωγική αξιοποίηση λογισμικού, εργαλείων Web 2.0 και συστημάτων διαχείρισης μάθησης (Κέντρο Διακυβέρνησης ΤΠΕ, 2020). Αντίθετα, η εμβάθυνση στις αρχές του φυσικού υπολογισμού και στις εκπαιδευτικές εφαρμογές του IoT παραμένει περιορισμένη.

Το επιμορφωτικό αυτό κενό καλύπτεται σε σημαντικό βαθμό από μη θεσμικές πρωτοβουλίες, ακαδημαϊκά δίκτυα και διαγωνισμούς, όπως εκείνοι που διοργανώνονται από τον WRO Hellas και τον Οργανισμό Ανοιχτών Τεχνολογιών

(ΕΕΛΛΑΚ). Οι δράσεις αυτές παρέχουν ανοικτό εκπαιδευτικό υλικό και πρόσβαση σε πλατφόρμες ανάπτυξης, όπως το Arduino και το Raspberry Pi (Alimisis, 2019).

Ωστόσο, η εξάρτηση από τέτοιου είδους πρωτοβουλίες ενέχει τον κίνδυνο δημιουργίας ενός «σχολείου δύο ταχυτήτων», στο οποίο η ανάπτυξη προηγμένων ψηφιακών ικανοτήτων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την προσωπική πρωτοβουλία του εκπαιδευτικού προσωπικού.

4.11 Συγκριτική Ανάλυση Θεματικών Ευρημάτων

Η συστηματική χαρτογράφηση των 41 μελετών του τελικού δείγματος δεν περιορίστηκε στην καταγραφή επιμέρους εφαρμογών των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού και του Διαδικτύου των Πραγμάτων σε διαφορετικές βαθμίδες εκπαίδευσης. Αντίθετα, επέτρεψε την αναγνώριση επαναλαμβανόμενων μοτίβων ικανοτήτων, τα οποία εμφανίζονται με διαφορετική ένταση και εστίαση, αλλά διατρέχουν το σύνολο του εξεταζόμενου πεδίου.

Η συγκριτική ανάλυση που ακολουθεί οργανώνει εννοιολογικά τα ευρήματα με άξονα τις ικανότητες του εκπαιδευτικού προσωπικού. Δεν πρόκειται για ποσοτική αποτίμηση της συχνότητας εμφάνισης των επιμέρους στοιχείων, αλλά για ερμηνευτική σύνθεση που αναδεικνύει:

- α. τις οριζόντιες ικανότητες που εμφανίζονται σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης,
- β. τις διαφοροποιήσεις ανά εκπαιδευτικό επίπεδο,
- γ. τη σχέση μεταξύ τεχνολογικής και παιδαγωγικής έμφασης,
- δ. τη σημασία της διαχείρισης και της αξιοποίησης δεδομένων στη μαθησιακή διαδικασία,
- ε. τα βιβλιογραφικά κενά που τεκμηριώνουν την ανάγκη διαμόρφωσης ενός εξειδικευμένου Πλαισίου Ικανοτήτων.

4.11.1 Οριζόντιες Ικανότητες σε Όλες τις Βαθμίδες Εκπαίδευσης

Ανεξαρτήτως βαθμίδας, η βιβλιογραφία συγκλίνει στην ανάγκη συνδυασμού της τεχνολογικής κατανόησης με τον παιδαγωγικό σχεδιασμό. Η λειτουργική γνώση της

αρχιτεκτονικής του IoT —η οποία περιλαμβάνει αισθητήρες, μικροελεγκτές, βασικές δικτυακές υποδομές και τη ροή δεδομένων— αναδεικνύεται ως ελάχιστη προϋπόθεση για την ουσιαστική αξιοποίηση των τεχνολογιών αυτών. Ωστόσο, η τεχνολογική επάρκεια από μόνη της δεν αρκεί.

Οι περισσότερες μελέτες υπογραμμίζουν ότι η επιτυχής ενσωμάτωση του IoT προϋποθέτει την ικανότητα σχεδιασμού μαθησιακών εμπειριών με σαφή παιδαγωγικό προσανατολισμό. Το IoT δεν αντιμετωπίζεται απλώς ως ένα εντυπωσιακό τεχνολογικό εργαλείο, αλλά ως μέσο ενεργοποίησης βιωματικών, συνεργατικών και διερευνητικών μορφών μάθησης. Η επαναλαμβανόμενη σύνδεσή του με προσεγγίσεις όπως η μάθηση βάσει έργου και το STEAM αναδεικνύει την ανάγκη διεπιστημονικής οργάνωσης της γνώσης.

Παράλληλα, αναδεικνύεται σταθερά η διάσταση της διαχείρισης των δεδομένων. Η συλλογή δεδομένων αισθητήρων και η αξιοποίησή τους για την παροχή ανατροφοδότησης, τον αναστοχασμό και την τεκμηρίωση της μαθησιακής πορείας συνιστούν οριζόντια απαίτηση. Η μετατόπιση από την απλή υλοποίηση τεχνολογικών κατασκευών προς τη δεδομενοκεντρική τεκμηρίωση της μάθησης αποτελεί κρίσιμο εύρημα, το οποίο συνδέεται άμεσα με τα learning analytics και την υπεύθυνη χρήση αλγοριθμικών συστημάτων.

Τέλος, σε όλες τις βαθμίδες εντοπίζεται, έστω με διαφορετική ένταση, η ανάγκη ηθικής και κανονιστικής επίγνωσης. Η προστασία των προσωπικών δεδομένων, η κυβερνοασφάλεια και η διαφάνεια στη χρήση μαθησιακών δεδομένων δεν αντιμετωπίζονται ως απλές τεχνικές λεπτομέρειες, αλλά ως συστατικά στοιχεία της επαγγελματικής ευθύνης του εκπαιδευτικού προσωπικού.

4.11.2 Διαφοροποιήσεις Ανά Βαθμίδα Εκπαίδευσης

Παρότι οι βασικές διαστάσεις εμφανίζονται οριζόντια, η έμφαση και ο βαθμός εμβάθυνσης μεταβάλλονται σημαντικά ανά βαθμίδα εκπαίδευσης.

Στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, η αξιοποίηση του IoT συνδέεται κυρίως με δραστηριότητες φυσικού υπολογισμού και εκπαιδευτικής ρομποτικής. Η έμφαση δίνεται στην καλλιέργεια της υπολογιστικής σκέψης, της δημιουργικότητας και της

συνεργασίας. Οι απαιτήσεις τεχνολογικής εξειδίκευσης παραμένουν σε λειτουργικό επίπεδο, ενώ η παιδαγωγική διαμεσολάβηση διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο.

Στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, η ενσωμάτωση του IoT αποκτά πιο σύνθετο χαρακτήρα. Οι παρεμβάσεις συνδέονται συχνά με την αντιμετώπιση αυθεντικών προβλημάτων, την ανάπτυξη πρωτοτύπων και την ανάλυση δεδομένων. Το εκπαιδευτικό προσωπικό χρειάζεται να συνδυάζει τη βασική τεχνολογική κατανόηση με την ικανότητα διαχείρισης έργων και αξιολόγησης συνεργατικών διαδικασιών. Παράλληλα, η διεπιστημονικότητα ενισχύεται, κυρίως στα μαθήματα της Πληροφορικής και των Φυσικών Επιστημών.

Στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση, η έμφαση μετατοπίζεται σε πιο σύνθετες τεχνολογικές υποδομές, όπως τα συστήματα υπολογιστικού νέφους, η ανάλυση μεγάλων δεδομένων και η κυβερνοασφάλεια. Παράλληλα, αναδεικνύεται εντονότερα η διάσταση της θεσμικής πολιτικής και της οργανωσιακής ευθύνης για τη διαχείριση δεδομένων. Σε αυτή τη βαθμίδα, η εκπαιδευτική αξιοποίηση του IoT συνδέεται όχι μόνο με τη διδακτική πρακτική, αλλά και με τον σχεδιασμό ευρύτερων μαθησιακών οικοσυστημάτων.

Η συγκριτική ανάγνωση καταδεικνύει ότι η διαφοροποίηση δεν αφορά την ύπαρξη διαφορετικών κατηγοριών ικανοτήτων, αλλά τον βαθμό εμβάθυνσης και το επίπεδο πολυπλοκότητας με τα οποία αυτές εκδηλώνονται.

4.11.3 Τεχνολογική έναντι Παιδαγωγικής Έμφασης

Ένα από τα σημαντικότερα ευρήματα αφορά τη σχέση μεταξύ της τεχνολογικής και της παιδαγωγικής έμφασης. Σημαντικό μέρος της βιβλιογραφίας προσεγγίζει το IoT από τεχνοκεντρική σκοπιά, δίνοντας έμφαση στις αρχιτεκτονικές συστημάτων, στις τεχνικές υλοποιήσεις και στην αποδοτικότητα των υποδομών. Ωστόσο, οι μελέτες που εξετάζουν ρητά τον ρόλο του εκπαιδευτικού προσωπικού υπογραμμίζουν ότι η τεχνολογική αρτιότητα δεν διασφαλίζει από μόνη της ποιοτικά μαθησιακά αποτελέσματα.

Η ανάλυση αναδεικνύει μια σταδιακή μετατόπιση από την τεχνολογία ως «αντικείμενο διδασκαλίας» προς την τεχνολογία ως «περιβάλλον μάθησης». Στο πλαίσιο αυτό, η

παιδαγωγική διάσταση αποκτά ισότιμη βαρύτητα με την τεχνολογική. Η ικανότητα επιλογής κατάλληλων εργαλείων, η προσαρμογή των δραστηριοτήτων σε διαφορετικά μαθησιακά προφίλ και η καλλιέργεια κριτικού τεχνολογικού γραμματισμού αναδεικνύονται ως κρίσιμες παράμετροι.

Η σύγκριση των μελετών δείχνει ότι, όταν η τεχνολογική υλοποίηση δεν συνοδεύεται από σαφή παιδαγωγική στόχευση, τα μαθησιακά αποτελέσματα παραμένουν περιορισμένα ή επιφανειακά. Αντίθετα, όταν ο σχεδιασμός επικεντρώνεται στη μαθησιακή διαδικασία και αξιοποιεί το IoT ως μέσο διερεύνησης, συνεργασίας και αναστοχασμού, τα οφέλη τεκμηριώνονται συστηματικότερα.

Η επικαιροποιημένη χαρτογράφηση των προγραμμάτων σπουδών και των συγκεκριμένων μαθημάτων της Ενότητας 4.8 επιβεβαιώνει ότι η εκπαιδευτική προσφορά στην τριτοβάθμια εκπαίδευση παραμένει προσανατολισμένη κυρίως στην τεχνολογία και στις εφαρμογές της. Παράλληλα, η παρουσία μαθημάτων με παιδαγωγικό προσανατολισμό, όπως η Εκπαιδευτική Ρομποτική και ο Διδακτικός Σχεδιασμός με Ψηφιακές Τεχνολογίες, καταδεικνύει ότι η σύνδεση των τεχνολογιών αυτών με την εκπαιδευτική αξιοποίηση είναι υπαρκτή, αλλά εμφανίζεται σε μικρότερη έκταση.

Η διαφοροποίηση αυτή ενισχύει την ανάγκη γεφύρωσης της τεχνολογικής κατάρτισης με τον παιδαγωγικό σχεδιασμό και την ουσιαστική εκπαιδευτική αξιοποίηση του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού.

4.11.4 Εντοπισμός Βιβλιογραφικών Κενών

Παρά τη σημαντική αύξηση των σχετικών δημοσιεύσεων κατά την τελευταία δεκαετία, η ανάλυση αποκαλύπτει σαφή βιβλιογραφικά κενά.

Πρώτον, περιορισμένος παραμένει ο αριθμός των μελετών που εστιάζουν ρητά στις ικανότητες του εκπαιδευτικού προσωπικού και όχι αποκλειστικά στις τεχνολογικές υλοποιήσεις. Οι περισσότερες εργασίες εξετάζουν εκπαιδευτικές παρεμβάσεις ή την αποδοτικότητα συγκεκριμένων συστημάτων, χωρίς να διατυπώνουν συστηματικά τα απαιτούμενα προφίλ επάρκειας.

Δεύτερον, η διάσταση της ηθικής και της προστασίας δεδομένων, παρότι αναγνωρίζεται ως σημαντική, σπάνια εντάσσεται σε ολοκληρωμένα μοντέλα Πτυχιακή / Διπλωματική Εργασία «Νταούτης Ευάγγελος»

ικανοτήτων. Η συζήτηση για ζητήματα όπως η επεξηγησιμότητα της Τεχνητής Νοημοσύνης (explainable AI), η μεροληψία (bias) και η κανονιστική συμμόρφωση παραμένει συχνά αποσπασματική.

Τρίτον, οι μελέτες κατανέμονται άνισα τόσο μεταξύ των βαθμίδων εκπαίδευσης όσο και ως προς τη γεωγραφική και οικονομική προέλευσή τους, καθώς η πλειονότητα των μελετών προέρχεται από αναπτυγμένες χώρες με ήδη διαμορφωμένες τεχνολογικές υποδομές. Η πρωτοβάθμια εκπαίδευση εκπροσωπείται σε περιορισμένο βαθμό, γεγονός που αναδεικνύει την ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης των σχετικών απαιτήσεων στις μικρότερες ηλικιακές ομάδες.

Τέλος, εντοπίζεται έλλειψη συστηματικών μεθοδολογικών εργαλείων για την αποτίμηση και τη μέτρηση των ικανοτήτων του εκπαιδευτικού προσωπικού στο πεδίο του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού. Η έλλειψη αυτή περιορίζει τη δυνατότητα εμπειρικής αξιολόγησης και επικύρωσης των σχετικών πλαισίων.

Τα παραπάνω κενά τεκμηριώνουν την ανάγκη μιας συνθετικής προσέγγισης, η οποία θα οργανώνει συστηματικά τις επιμέρους διαστάσεις σε ένα συνεκτικό Πλαίσιο Ικανοτήτων.

4.11.5 Διασύνδεση Ευρημάτων με τις Θεματικές Περιοχές Ικανοτήτων

Η ερμηνευτική σύνθεση των ευρημάτων οδήγησε στη σταδιακή ομαδοποίηση των επαναλαμβανόμενων αναφορών σε δέκα Θεματικές Περιοχές Ικανοτήτων. Οι περιοχές αυτές δεν διαμορφώθηκαν ως αφηρημένες θεωρητικές κατασκευές, αλλά προέκυψαν από τη συγκριτική αντιστοίχιση των βιβλιογραφικών ευρημάτων με τα διεθνή πλαίσια ικανοτήτων που παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 3.

Στο επόμενο στάδιο της σύνθεσης, οι επαναλαμβανόμενες γνώσεις, ενέργειες και επαγγελματικές απαιτήσεις που εντάχθηκαν σε κάθε Θεματική Περιοχή ενοποιήθηκαν σε μία κεντρική ικανότητα. Οι επιμέρους αναφορές δεν αντιμετωπίστηκαν ως αυτοτελείς ικανότητες, αλλά ως διαστάσεις που εξειδικεύουν το περιεχόμενο της αντίστοιχης κεντρικής ικανότητας.

Η τεχνολογική επάρκεια, ο παιδαγωγικός σχεδιασμός, η διαχείριση μαθησιακών δεδομένων, η ψηφιακή ασφάλεια, η αξιολόγηση έργων IoT, η συνεργασία και η διαχείριση έργων, η καινοτομία, η κριτική και ηθική προσέγγιση, η επαγγελματική Πτυχιακή / Διπλωματική Εργασία «Νταούτης Ευάγγελος»

ανάπτυξη και ο συμπεριληπτικός σχεδιασμός συγκροτούν ένα πλέγμα αλληλένδετων διαστάσεων.

Η δομή αυτή αντανακλά την πολυπλοκότητα του πεδίου και υπερβαίνει τις αποσπασματικές προσεγγίσεις. Η διαδικασία ευθυγραμμίζεται με καθιερωμένες πρακτικές ανάπτυξης πλαισίων ικανοτήτων στη διεθνή βιβλιογραφία, στις οποίες η εννοιολογική οργάνωση βασίζεται σε επαναλαμβανόμενα μοτίβα που προκύπτουν μέσω συστηματικής ανασκόπησης.

Η χαρτογράφηση των προγραμμάτων και των μαθημάτων της Ενότητας 4.8 δεν αποτέλεσε αυτοτελή πηγή για τη διαμόρφωση των δέκα Θεματικών Περιοχών. Αξιοποιήθηκε συμπληρωματικά ως πεδίο σύγκρισης μεταξύ των ικανοτήτων που αναδείχθηκαν από τη βιβλιογραφία και των θεματικών ενοτήτων που εμφανίζονται στην πραγματική εκπαιδευτική προσφορά της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης.

4.11.6 Συνοπτική Σύνθεση

Συνολικά, η συγκριτική ανάλυση καταδεικνύει ότι η τεχνολογία, η παιδαγωγική, η διαχείριση δεδομένων και η ηθική συνυπάρχουν σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης, με διαφοροποιήσεις κυρίως ως προς τον βαθμό εμβάθυνσης και το επίπεδο πολυπλοκότητας.

Η διαπίστωση αυτή λειτουργεί ως γέφυρα προς το Κεφάλαιο 5, στο οποίο οι απαιτήσεις που αναδείχθηκαν από τη βιβλιογραφική σύνθεση οργανώνονται σε ένα συνεκτικό Πλαίσιο Ικανοτήτων.

4.11.7 Εκπαιδευτική Συνέχεια και Μεταβάσεις μεταξύ Βαθμίδων

Η συγκριτική ανάλυση ανέδειξε σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ της δευτεροβάθμιας και της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης ως προς το βάθος της τεχνολογικής εμβάθυνσης, τον διαθέσιμο εξοπλισμό και τον τρόπο με τον οποίο παρουσιάζονται και αναπτύσσονται οι σχετικές έννοιες.

Στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, η έμφαση δίνεται κυρίως σε βιωματικές και εισαγωγικές δραστηριότητες. Αντίθετα, στην τριτοβάθμια εκπαίδευση δίνεται έμφαση

στη συστηματική μελέτη των αρχιτεκτονικών IoT, των πρωτοκόλλων επικοινωνίας και της ανάλυσης δεδομένων.

Η μετάβαση μεταξύ των βαθμίδων δεν φαίνεται πάντοτε ομαλή, καθώς οι μαθησιακές εμπειρίες δεν ακολουθούν ενιαία λογική προοδευτικής εμβάθυνσης. Η διαπίστωση αυτή αναδεικνύει την ανάγκη διαμόρφωσης ενός εκπαιδευτικού συνεχούς και ενισχύει τη σημασία ενός Πλαισίου Ικανοτήτων που θα μπορεί να λειτουργεί ως κοινό σημείο αναφοράς μεταξύ των διαφορετικών βαθμίδων.

4.11.8 Σταδιοδρομία, Επαγγελματικές Διαδρομές και Σύνδεση με τη Βιομηχανία

Η ανάλυση των μελετών του τελικού δείγματος, σε συνδυασμό με τη χαρτογράφηση των προγραμμάτων σπουδών, των συγκεκριμένων μαθημάτων και των εκπαιδευτικών πρωτοβουλιών, ανέδειξε ότι η ενσωμάτωση του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού δεν αφορά μόνο την ανανέωση των διδακτικών πρακτικών. Συνδέεται επίσης με τις αναδυόμενες επαγγελματικές διαδρομές στους τομείς της πληροφορικής, της μηχανικής, της ανάλυσης δεδομένων και των έξυπνων υποδομών.

Παράλληλα, η παρουσία μαθημάτων με παιδαγωγικό προσανατολισμό καταδεικνύει ότι η εκπαιδευτική αξιοποίηση των τεχνολογιών αυτών αποτελεί πεδίο σύγκλισης της τεχνολογικής και της παιδαγωγικής κατάρτισης. Διαμορφώνεται, επομένως, ένα πεδίο διασύνδεσης μεταξύ της θεωρητικής κατάρτισης, της εφαρμοσμένης γνώσης, της εκπαιδευτικής αξιοποίησης και της επαγγελματικής προοπτικής.

Στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, η διδασκαλία του IoT εντάσσεται συχνά σε εργαστηριακά περιβάλλοντα, σε έργα ανάπτυξης πρωτοτύπων και σε σενάρια που προσομοιώνουν πραγματικές τεχνολογικές εφαρμογές. Η προσέγγιση αυτή ενισχύει την κατανόηση ολοκληρωμένων αρχιτεκτονικών συστημάτων, τη διαχείριση δεδομένων σε περιβάλλοντα υπολογιστικού νέφους (cloud) και υπολογιστικής παρυφών (edge), καθώς και την επίλυση σύνθετων προβλημάτων σε συνεργατικά πλαίσια.

Παράλληλα, καλλιεργούνται δεξιότητες οργάνωσης και διαχείρισης έργων, τεχνικής τεκμηρίωσης και διεπιστημονικής συνεργασίας, οι οποίες συνδέονται άμεσα με τις σύγχρονες επαγγελματικές απαιτήσεις.

Στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, οι δράσεις STEM, τα σενάρια μάθησης βάσει έργου και οι διαγωνισμοί εκπαιδευτικής ρομποτικής λειτουργούν ως εισαγωγικά πεδία εξοικείωσης με τα τεχνολογικά οικοσυστήματα. Παρότι ο πρωταρχικός στόχος τους παραμένει παιδαγωγικός και όχι επαγγελματικός, συμβάλλουν σταδιακά στη διαμόρφωση μιας κουλτούρας τεχνολογικής κατανόησης και δημιουργικής επίλυσης προβλημάτων, η οποία μπορεί να επηρεάσει τις μελλοντικές επιλογές σπουδών και σταδιοδρομίας.

Η πρόωπη επαφή με αισθητήρες, μικροελεγκτές και συστήματα ανάλυσης δεδομένων μπορεί να διευκολύνει τη μετάβαση σε προγράμματα σπουδών που σχετίζονται με τις επιστήμες υπολογιστών και τα πληροφοριακά συστήματα.

Η βιβλιογραφία υποδεικνύει ότι η ουσιαστική σύνδεση της εκπαίδευσης με τη βιομηχανία δεν προκύπτει αυτόματα από τη χρήση τεχνολογικού εξοπλισμού. Προϋποθέτει το εκπαιδευτικό προσωπικό να διαθέτει κατανόηση του ευρύτερου τεχνολογικού οικοσυστήματος, επίγνωση των σύγχρονων επαγγελματικών ρόλων και ικανότητα διαμόρφωσης αυθεντικών μαθησιακών προβλημάτων που αντανακλούν πραγματικές συνθήκες.

Η συνεργασία με εξωτερικούς φορείς, ερευνητικά κέντρα ή επιχειρήσεις προϋποθέτει επίσης δεξιότητες επικοινωνίας και συντονισμού, καθώς και ικανότητα κριτικής διαμεσολάβησης της τεχνολογικής γνώσης.

Ταυτόχρονα, η σύνδεση με τη βιομηχανία δεν πρέπει να ταυτίζεται με την εργαλειακή προσαρμογή της εκπαίδευσης στις άμεσες ανάγκες της αγοράς. Αντίθετα, οι μελέτες αναδεικνύουν τη σημασία της προετοιμασίας επαγγελματιών που συνδυάζουν την τεχνολογική επάρκεια με την ηθική επίγνωση, την κοινωνική ευαισθησία και την ικανότητα κριτικής αξιολόγησης των τεχνολογικών εφαρμογών.

Η εκπαιδευτική αξιοποίηση του IoT χρειάζεται, επομένως, να εντάσσεται σε ένα ευρύτερο πλαίσιο βιώσιμης ανάπτυξης, υπεύθυνης καινοτομίας και διασφάλισης ισότιμης πρόσβασης.

Η ανάδειξη της διάστασης της σταδιοδρομίας και της σύνδεσης με τη βιομηχανία ενισχύει την ανάγκη συστηματικής αποτύπωσης των απαιτούμενων ικανοτήτων του εκπαιδευτικού προσωπικού. Η βιβλιογραφική χαρτογράφηση καταδεικνύει επαναλαμβανόμενα μοτίβα γνώσεων, δεξιοτήτων και επαγγελματικών στάσεων, τα

οποία διατρέχουν διαφορετικές βαθμίδες και εκπαιδευτικά συμφραζόμενα. Η συστηματική οργάνωση των μοτίβων αυτών οδήγησε στη διαμόρφωση του προτεινόμενου Πλαισίου Ικανοτήτων, το οποίο παρουσιάζεται στο επόμενο κεφάλαιο.

4.12 Συνθετική Ανάλυση Ευρημάτων και Διαμόρφωση Θεματικών Περιοχών Ικανοτήτων (Empirical Synthesis)

Η συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης περιέλαβε σαράντα μία (41) επιστημονικές εργασίες, οι οποίες καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα ερευνητικών προσεγγίσεων και θεματικών που σχετίζονται με την ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT), των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού, των learning analytics και των ψηφιακών ικανοτήτων του εκπαιδευτικού προσωπικού στην εκπαίδευση.

Η συνθετική ανάλυση αποσκοπεί στη συγκριτική ερμηνεία των αποτελεσμάτων των επιμέρους μελετών και στη διαμόρφωση ενός συνεκτικού Πλαισίου Ικανοτήτων για την εκπαιδευτική αξιοποίηση των τεχνολογιών αυτών.

Οι μελέτες της ανασκόπησης μπορούν να οργανωθούν σε πέντε βασικούς θεματικούς άξονες.

Ο πρώτος άξονας αφορά τις τεχνολογικές και υπολογιστικές υποδομές που υποστηρίζουν περιβάλλοντα IoT και έξυπνης εκπαίδευσης. Μελέτες όπως εκείνες των Terzieva et al. (2022) και Zhang et al. (2024) αναδεικνύουν ότι η ανάπτυξη εκπαιδευτικών περιβαλλόντων που βασίζονται στο IoT στηρίζεται σε αρχιτεκτονικές οι οποίες συνδυάζουν αισθητήρες, δικτυακές υποδομές και μηχανισμούς επεξεργασίας δεδομένων.

Σε περισσότερο εφαρμοσμένο επίπεδο, οι Kumar και Al-Besher (2022) παρουσιάζουν ένα σύστημα ηλεκτρονικής μάθησης βασισμένο στο IoT, το οποίο αξιοποιεί δεδομένα EEG και τεχνικές μηχανικής μάθησης για την παρακολούθηση της προσοχής και της μαθησιακής εμπλοκής του φοιτητικού πληθυσμού.

Η τεχνολογική αυτή διάσταση συμπληρώνεται από μελέτες που εξετάζουν την ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης και της επεξηγήσιμης Τεχνητής Νοημοσύνης σε συστήματα IoT (Dubey & Kumar, 2025· Islam et al., 2022· Saarela & Podgorelec, 2024). Οι μελέτες αυτές αναδεικνύουν τη σταδιακή μετάβαση προς μαθησιακά

περιβάλλοντα στα οποία η τεχνολογία δεν λειτουργεί απλώς ως εργαλείο διδασκαλίας, αλλά ως ενεργό στοιχείο του μαθησιακού οικοσυστήματος.

Ο δεύτερος θεματικός άξονας αφορά την αξιοποίηση των δεδομένων και των learning analytics στην εκπαίδευση. Οι μελέτες των Hellas et al. (2018) και Ifenthaler και Yau (2020) καταδεικνύουν ότι η ανάλυση μαθησιακών δεδομένων μπορεί να συμβάλει στην πρόβλεψη της μαθησιακής επίδοσης, στην υποστήριξη της εκπαιδευτικής διαδικασίας και στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων.

Παράλληλα, οι εργασίες των Paramitsiou και Economides (2014) και των Tsai και Gašević (2017) υπογραμμίζουν ότι η αποτελεσματική αξιοποίηση των learning analytics προϋποθέτει την ανάπτυξη ικανοτήτων κατανόησης, ερμηνείας και υπεύθυνης χρήσης των μαθησιακών δεδομένων, καθώς και τη διαμόρφωση σαφών θεσμικών πολιτικών.

Ο τρίτος άξονας αφορά τα πλαίσια ψηφιακών ικανοτήτων και τις επαγγελματικές ικανότητες του εκπαιδευτικού προσωπικού. Οι μελέτες των Caena και Redecker (2019), Zhao et al. (2021) και Suárez-Rodríguez et al. (2018) επισημαίνουν ότι η ψηφιακή επάρκεια αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την επιτυχή ενσωμάτωση τεχνολογικών καινοτομιών στην εκπαίδευση.

Τα ευρωπαϊκά και διεθνή πλαίσια ικανοτήτων, όπως το DigCompEdu (Redecker, 2017), το DigComp 2.2 (Vuorikari et al., 2022) και το UNESCO ICT Competency Framework for Teachers (UNESCO, 2018), παρέχουν σημαντικό εννοιολογικό υπόβαθρο για την κατανόηση των γνώσεων και δεξιοτήτων που απαιτούνται από το εκπαιδευτικό προσωπικό στην ψηφιακή εποχή.

Ωστόσο, η βιβλιογραφία δείχνει ότι τα υφιστάμενα πλαίσια δεν εξειδικεύουν επαρκώς τις απαιτήσεις που προκύπτουν από την εκπαιδευτική αξιοποίηση του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού.

Ο τέταρτος άξονας αφορά την παιδαγωγική αξιοποίηση του IoT σε μαθησιακά περιβάλλοντα. Οι μελέτες των Kassab et al. (2020), Romero-Rodríguez et al. (2020) και Fernández-Batanero et al. (2024) καταδεικνύουν ότι οι τεχνολογίες IoT μπορούν να υποστηρίξουν νέες μορφές μάθησης που βασίζονται στη διερεύνηση, στη συνεργασία και στη βιωματική εμπειρία.

Οι δραστηριότητες φυσικού υπολογισμού (physical computing) και μάθησης μέσω κατασκευών (maker learning), όπως παρουσιάζονται στις εργασίες των Papavlasopoulou et al. (2017a, 2017b) και Marín-Marín et al. (2024), επιτρέπουν στον μαθητικό πληθυσμό να αλληλεπιδρά με φυσικά αντικείμενα και ψηφιακά συστήματα. Με τον τρόπο αυτό ενισχύεται η ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης, της δημιουργικότητας και της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων.

Ο πέμπτος άξονας αφορά τις αντιλήψεις, τις στάσεις και τις προϋποθέσεις εκπαιδευτικής αξιοποίησης του IoT. Η μελέτη των Aloufi et al. (2024), η οποία αφορά εκπαιδευτικό προσωπικό της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, αναδεικνύει αφενός την ιδιαίτερη σημασία που αποδίδεται στην αξιοποίηση του IoT και αφετέρου τις σημαντικές δυσκολίες εφαρμογής του, επισημαίνοντας ιδιαίτερα τη συμβολή της τεχνικής επιμόρφωσης.

Αντίστοιχα, οι Dake et al. (2023) καταγράφουν οφέλη, αλλά και προκλήσεις από την εφαρμογή του IoT στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Οι προκλήσεις αυτές συνδέονται με το κόστος του εξοπλισμού, τη συνδεσιμότητα, τη συμβατότητα των συσκευών, τη διαθεσιμότητα των υποδομών, καθώς και με ζητήματα ασφάλειας και ιδιωτικότητας.

Παράλληλα, οι Almaiah et al. (2022) δείχνουν ότι η πρόθεση χρήσης του IoT επηρεάζεται από την τεχνολογική αισιοδοξία και καινοτομικότητα, τα μαθησιακά κίνητρα και το επίπεδο TPACK. Οι Gökçearsan et al. (2024) συνδέουν την αποδοχή της εκπαιδευτικής χρήσης του IoT από μελλοντικό εκπαιδευτικό προσωπικό με την ατομική καινοτομικότητα και την ψηφιακή επάρκεια.

Τέλος, η μελέτη των Başarmak et al. (2021), μολονότι εστιάζει σε δραστηριότητες Arduino και όχι άμεσα στο IoT, αναδεικνύει θετικές μαθησιακές εμπειρίες, την ανάπτυξη δεξιοτήτων προγραμματισμού και την πρόθεση συμμετοχής σε περαιτέρω επιμόρφωση.

Η συγκριτική ανάλυση των παραπάνω θεματικών αξόνων καταδεικνύει ότι η εκπαιδευτική αξιοποίηση του IoT απαιτεί τον συνδυασμό τεχνολογικών, παιδαγωγικών και επαγγελματικών ικανοτήτων.

Ειδικότερα, το εκπαιδευτικό προσωπικό χρειάζεται να διαθέτει βασικές γνώσεις σχετικά με την αρχιτεκτονική και τη λειτουργία των συστημάτων IoT, ικανότητα σχεδιασμού μαθησιακών δραστηριοτήτων που αξιοποιούν δεδομένα αισθητήρων και

έξυπνες συσκευές, δεξιότητες ανάλυσης και ερμηνείας μαθησιακών δεδομένων, καθώς και επίγνωση των ηθικών και κανονιστικών ζητημάτων που συνδέονται με τη συλλογή και την επεξεργασία δεδομένων.

Παράλληλα, η βιβλιογραφία αναδεικνύει τη σημασία των συνεργατικών και διεπιστημονικών προσεγγίσεων στη διδασκαλία του IoT. Οι δραστηριότητες που βασίζονται στη μάθηση βάσει έργου, στην εκπαίδευση μέσω κατασκευών και στις προσεγγίσεις STEM ενισχύουν την ενεργό συμμετοχή του μαθητικού πληθυσμού και υποστηρίζουν τη σύνδεση της θεωρητικής γνώσης με πραγματικές εφαρμογές.

Ωστόσο, η επιτυχής εφαρμογή των προσεγγίσεων αυτών προϋποθέτει επαρκή επιμόρφωση του εκπαιδευτικού προσωπικού και συστηματική υποστήριξη από το ευρύτερο εκπαιδευτικό οικοσύστημα.

Με βάση τη συνθετική ανάλυση των μελετών της ανασκόπησης, οι απαιτήσεις για την εκπαιδευτική αξιοποίηση του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού οργανώθηκαν σε δέκα συνεκτικές Θεματικές Περιοχές. Οι περιοχές αυτές καλύπτουν τεχνολογικές, παιδαγωγικές, αναλυτικές, οργανωτικές, ηθικές και συμπεριληπτικές διαστάσεις.

Η συστηματική καταγραφή και ομαδοποίηση των γνώσεων, ενεργειών και επαγγελματικών απαιτήσεων δεν οδήγησε στη διατήρησή τους ως ανεξάρτητων ικανοτήτων, αλλά στη σύνθεσή τους σε μία κεντρική ικανότητα για κάθε Θεματική Περιοχή.

Οι επιμέρους θεματικές αναφορές λειτουργούν ως διαστάσεις της αντίστοιχης κεντρικής ικανότητας. Οι δέκα Θεματικές Περιοχές και οι δέκα κεντρικές ικανότητες αποτελούν τη βάση του προτεινόμενου Πλαισίου, το οποίο παρουσιάζεται στο Κεφάλαιο 5 και αναπτύσσεται σε τέσσερα επίπεδα επάρκειας.

Η προσέγγιση αυτή βασίζεται σε συστηματική βιβλιογραφική τεκμηρίωση και σε συγκριτικό εννοιολογικό έλεγχο με διεθνή πλαίσια. Η εμπειρική διερεύνηση και επικύρωση του προτεινόμενου Πλαισίου προτείνεται ως επόμενο στάδιο της έρευνας.

4.13 Σύγχρονες προσεγγίσεις ανάπτυξης πλαισίων ικανοτήτων στη STEAM και στην «έξυπνη» εκπαίδευση

Η συζήτηση γύρω από τις επαγγελματικές ικανότητες του εκπαιδευτικού προσωπικού σε περιβάλλοντα έντονης τεχνολογικής διαμεσολάβησης έχει ενισχυθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, κυρίως στο πλαίσιο της εκπαίδευσης STEAM και των «έξυπνων» μαθησιακών περιβαλλόντων.

Πέρα από τα οριζόντια ψηφιακά πλαίσια, όπως το DigCompEdu και το UNESCO ICT-CFT, έχουν αναπτυχθεί εξειδικευμένες προσεγγίσεις που επιχειρούν να αποτυπώσουν τις απαιτήσεις της διεπιστημονικής διδασκαλίας και της ενσωμάτωσης προηγμένων τεχνολογιών.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το STEAM Competence Framework for Educators (STEAMComp Edu), το οποίο παρουσιάστηκε στη μελέτη της Σπυροπούλου (2024). Το πλαίσιο οργανώνει τις απαιτούμενες ικανότητες σε δεκατέσσερις περιοχές και σαράντα μία επιμέρους ικανότητες, λαμβάνοντας υπόψη τη διεπιστημονική φύση της εκπαίδευσης STEAM, τη σημασία της παιδαγωγικής ολοκλήρωσης των γνωστικών πεδίων και τον ρόλο της επαγγελματικής ανάπτυξης.

Η ανάπτυξή του στηρίχθηκε σε βιβλιογραφική ανασκόπηση, σε κύκλους ανατροφοδότησης από εμπειρογνώμονες και σε εμπειρική επικύρωση με τη συμμετοχή εκπαιδευτικού προσωπικού και στελεχών της εκπαίδευσης. Το STEAMComp Edu συνιστά μια συστηματική προσπάθεια χαρτογράφησης ρόλων και ικανοτήτων στον χώρο της εκπαίδευσης STEAM, κυρίως σε επίπεδο γενικού παιδαγωγικού και διεπιστημονικού σχεδιασμού.

Παράλληλα, η ελληνική βιβλιογραφία περιλαμβάνει μελέτες που εξετάζουν την τεχνολογική διάσταση της «έξυπνης» εκπαίδευσης, με έμφαση στις αρχιτεκτονικές IoT, στα Συστήματα Διάχυτου Υπολογισμού, στις έξυπνες αίθουσες και στα προσαρμοστικά περιβάλλοντα μάθησης.

Ενδεικτικά, η μελέτη του Λιόκαλου (2021) προσεγγίζει την «έξυπνη εκπαίδευση» (Smart Education) μέσα από την ανάλυση τεχνολογικών υποδομών, αρχιτεκτονικών μοντέλων και εφαρμογών Διάχυτου Υπολογισμού στην εκπαιδευτική πράξη. Η προσέγγιση αυτή αναδεικνύει κρίσιμες πτυχές της υλικοτεχνικής και συστημικής οργάνωσης των έξυπνων μαθησιακών περιβαλλόντων, χωρίς όμως να προχωρά στη διατύπωση ενός δομημένου Πλαισίου Ικανοτήτων που να αποτυπώνει συστηματικά τον ρόλο του εκπαιδευτικού προσωπικού.

Στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, η σχετική βιβλιογραφία επικεντρώνεται κυρίως στη διερεύνηση της ψηφιακής επάρκειας του εκπαιδευτικού προσωπικού, στις στάσεις απέναντι στις τεχνολογίες και στις ανάγκες επιμόρφωσης. Τα ευρήματα καταδεικνύουν συχνά ανομοιογένεια ως προς το επίπεδο ετοιμότητας, διαφοροποιήσεις ανά ειδικότητα και ανάγκη συστηματικής υποστήριξης κατά την ενσωμάτωση σύνθετων τεχνολογιών.

Ωστόσο, οι περισσότερες μελέτες εστιάζουν σε γενικές ψηφιακές δεξιότητες ή στη χρήση επιμέρους εργαλείων και όχι στη συνολική οργάνωση των ικανοτήτων που απαιτούνται σε περιβάλλοντα IoT ή Διάχυτου Υπολογισμού.

Αντίστοιχα, στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, οι αναφορές στην έξυπνη πανεπιστημιούπολη, στα συστήματα διαχείρισης μάθησης, στα μοντέλα υπολογιστικού νέφους και στις υβριδικές μορφές διδασκαλίας αναδεικνύουν τη μετάβαση προς πιο διασυνδεδεμένα και δεδομενοκεντρικά μαθησιακά οικοσυστήματα.

Η έμφαση δίνεται συχνά στις υποδομές, στις τεχνολογικές αρχιτεκτονικές και στις οργανωτικές μεταβολές, ενώ η συστηματική αποτύπωση των γνώσεων, των δεξιοτήτων και των επαγγελματικών στάσεων του διδακτικού προσωπικού παραμένει περιορισμένη ή εντάσσεται σε γενικά πλαίσια ψηφιακών ικανοτήτων.

Από τη συγκριτική εξέταση των παραπάνω προσεγγίσεων προκύπτει ότι, παρότι έχουν αναπτυχθεί οριζόντια ψηφιακά πλαίσια και εξειδικευμένα πλαίσια για την εκπαίδευση STEAM και την «έξυπνη» μάθηση, εξακολουθεί να απουσιάζει ένα πλαίσιο που να εστιάζει ειδικά στις παιδαγωγικές, τεχνολογικές και ηθικές απαιτήσεις που αναδύονται από την εκπαιδευτική αξιοποίηση του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού.

Οι τεχνολογίες IoT και τα Συστήματα Διάχυτου Υπολογισμού διαφοροποιούνται από τη γενική έννοια της ψηφιακής τεχνολογίας, καθώς δεν περιορίζονται στη χρήση μεμονωμένων εργαλείων. Αντίθετα, συγκροτούν περιβάλλοντα που χαρακτηρίζονται από επίγνωση του πλαισίου, συλλογή και επεξεργασία δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, αλληλεπίδραση μεταξύ φυσικού και ψηφιακού χώρου και δυνατότητα αυτοματοποιημένων αποκρίσεων.

Η παιδαγωγική αξιοποίησή τους προϋποθέτει κατανόηση βασικών αρχών αρχιτεκτονικής συστημάτων, ικανότητα διαχείρισης μαθησιακών δεδομένων, επίγνωση ζητημάτων ιδιωτικότητας και ασφάλειας, καθώς και ικανότητα σχεδιασμού

δραστηριοτήτων που αξιοποιούν αισθητήρες, διασυνδεδεμένες συσκευές και περιβάλλοντα επίγνωσης συμφοραζομένων.

Η ανάλυση των σύγχρονων προσεγγίσεων καταδεικνύει ότι, παρά τη σημαντική πρόοδο στην αποτύπωση ψηφιακών και διεπιστημονικών ικανοτήτων, παραμένει περιορισμένη η συστηματική εστίαση στις ειδικές απαιτήσεις που απορρέουν από την παιδαγωγική αξιοποίηση του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού. Επομένως, αναδεικνύεται η ανάγκη συγκρότησης ενός πλαισίου που να οργανώνει με συνεκτικό τρόπο τις σχετικές γνώσεις, δεξιότητες και επαγγελματικές στάσεις.

Στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζεται η δομή του προτεινόμενου Πλαισίου Ικανοτήτων, όπως προέκυψε από τη συνθετική ανάλυση της βιβλιογραφίας και τη συγκριτική εξέταση των διεθνών πλαισίων. Το Κεφάλαιο 5 οργανώνει τις απαιτήσεις που αναδείχθηκαν σε δέκα Θεματικές Περιοχές, καθεμία από τις οποίες αντιστοιχεί σε μία κεντρική ικανότητα και αναλύεται σε επιμέρους διαστάσεις και παρατηρήσιμους δείκτες κατανεμημένους σε τέσσερα επίπεδα επάρκειας.

Η απουσία εξειδικευμένων πλαισίων για το IoT και τα Συστήματα Διάχυτου Υπολογισμού, σε συνδυασμό με τα ευρήματα της παρούσας ανασκόπησης, τεκμηριώνει τη συμβολή της μελέτης στη διαμόρφωση ενός συνεκτικού και εξειδικευμένου Πλαισίου Ικανοτήτων.

5. Διαμόρφωση Προτεινόμενου Πλαισίου Ικανοτήτων

5.1 Εισαγωγή και σκοπός του Πλαισίου Ικανοτήτων

Στο Κεφάλαιο 5, τα ευρήματα του Κεφαλαίου 4 μετασχηματίζονται σε ένα δομημένο Πλαίσιο Ικανοτήτων, γεφυρώνοντας τη συνθετική χαρτογράφηση της βιβλιογραφίας με τη συνεκτική οργάνωση των γνώσεων, των δεξιοτήτων και των επαγγελματικών στάσεων που απαιτούνται από το εκπαιδευτικό προσωπικό.

Με βάση τα ευρήματα της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης, διαμορφώνεται ένα προτεινόμενο Πλαίσιο Ικανοτήτων για την εκπαιδευτική αξιοποίηση του Διαδικτύου των Πραγμάτων και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού. Το Πλαίσιο οργανώνει με συστηματικό τρόπο τις επαγγελματικές διαστάσεις που συνδέονται με την αξιοποίηση των τεχνολογιών αυτών στην εκπαιδευτική πράξη.

Η ανάλυση της βιβλιογραφίας καταδεικνύει ότι η αξιοποίησή τους δεν περιορίζεται στην κατοχή τεχνικών δεξιοτήτων. Προϋποθέτει ένα ευρύτερο σύνολο ικανοτήτων, το οποίο συνδέει την τεχνολογική κατανόηση με τον παιδαγωγικό σχεδιασμό, τη διαχείριση μαθησιακών δεδομένων και την επίγνωση ζητημάτων ασφάλειας, ιδιωτικότητας και ηθικής χρήσης.

Για την αποτύπωση των διαστάσεων αυτών, το προτεινόμενο Πλαίσιο περιλαμβάνει δέκα Θεματικές Περιοχές. Καθεμία αντιστοιχεί σε μία κεντρική ικανότητα, η οποία αναλύεται σε επιμέρους διαστάσεις και παρατηρήσιμους δείκτες κατανεμημένους σε τέσσερα επίπεδα επάρκειας.

Τα τέσσερα επίπεδα περιγράφουν μια εξελικτική πορεία επαγγελματικής ανάπτυξης:

1. Βασική Κατανόηση
2. Λειτουργική Εφαρμογή
3. Ολοκληρωμένη Ενσωμάτωση
4. Μετασχηματιστική Αξιοποίηση

Η ανάγκη διαμόρφωσης ενός τέτοιου Πλαισίου προκύπτει από το γεγονός ότι, παρότι η διεθνής βιβλιογραφία εξετάζει εκτενώς τις εφαρμογές του IoT στην εκπαίδευση, σπανίως οργανώνει με συστηματικό τρόπο τις απαιτούμενες επαγγελματικές

ικανότητες του εκπαιδευτικού προσωπικού. Το προτεινόμενο Πλαίσιο επιχειρεί να καλύψει αυτό το κενό, συνθέτοντας τις επιμέρους απαιτήσεις σε μια ενιαία και συνεκτική δομή.

Το Πλαίσιο δεν αποτελεί κανονιστικό πρότυπο ούτε εργαλείο πιστοποίησης, αλλά μια βιβλιογραφικά τεκμηριωμένη εννοιολογική πρόταση. Μπορεί να αξιοποιηθεί για τον σχεδιασμό επιμορφωτικών δράσεων και εκπαιδευτικών προγραμμάτων, καθώς και ως βάση για μελλοντική εμπειρική διερεύνηση και επικύρωση.

Στις επόμενες ενότητες παρουσιάζονται η διαδικασία σύνθεσης του Πλαισίου, η δομή των Θεματικών Περιοχών και η αναπτυξιακή λογική των επιπέδων επάρκειας. Η προσέγγιση βασίζεται στον σχεδιασμό βάσει ικανοτήτων, σύμφωνα με τον οποίο η επαγγελματική επάρκεια προκύπτει από τη συνδυασμένη ενεργοποίηση γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής πρακτικής.

Συνολικά, το Κεφάλαιο 5 μετασχηματίζει τα ευρήματα της βιβλιογραφίας σε μια δομημένη πρόταση επαγγελματικών ικανοτήτων, με σαφείς Θεματικές Περιοχές και επίπεδα επάρκειας για την εκπαιδευτική αξιοποίηση του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού.

5.2 Διαδικασία Σύνθεσης: από τον Αρχικό Κατάλογο Ικανοτήτων στις Θεματικές Περιοχές

Η διαμόρφωση του Πλαισίου Ικανοτήτων βασίστηκε στα ευρήματα της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης που παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια. Στην παρούσα ενότητα περιγράφεται η διαδικασία μέσω της οποίας οι επιμέρους αναφορές των μελετών οργανώθηκαν σε μια συνεκτική δομή ικανοτήτων.

Η διαδικασία αυτή ενισχύει τη μεθοδολογική τεκμηρίωση της μετάβασης από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση στη συγκρότηση του Πλαισίου, καθώς βασίζεται σε επαναλαμβανόμενα μοτίβα και συγκλίνουσες αναφορές της διεθνούς βιβλιογραφίας.

5.2.1 Εξαγωγή και καταγραφή αναφορών

Η ανάλυση των 41 μελετών του τελικού δείγματος συνοδεύτηκε από συστηματική καταγραφή αναφορών που σχετίζονται με τον ρόλο του εκπαιδευτικού προσωπικού σε περιβάλλοντα IoT και Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού.

Οι αναφορές αυτές αφορούσαν διαστάσεις όπως η τεχνολογική γνώση, ο παιδαγωγικός σχεδιασμός, η διαχείριση μαθησιακών δεδομένων, η αξιολόγηση, η ασφάλεια και η προστασία δεδομένων, η επαγγελματική ανάπτυξη και η ηθική επίγνωση.

Η διαδικασία εξαγωγής βασίστηκε στη σημασιολογική ερμηνεία των αναφορών και όχι αποκλειστικά στην ορολογία που χρησιμοποιούσε κάθε μελέτη. Με τον τρόπο αυτό, κατέστη δυνατή η ενιαία αποτύπωση των εννοιολογικά συναφών στοιχείων, τα οποία διατυπώνονταν με διαφορετικούς τρόπους στη βιβλιογραφία.

Από τη διαδικασία αυτή διαμορφώθηκε ένας αρχικός κατάλογος γνώσεων, ενεργειών και επαγγελματικών απαιτήσεων, ο οποίος αποτύπωνε το εύρος των στοιχείων που αναδείχθηκαν από τη διεθνή βιβλιογραφία.

5.2.2 Ομαδοποίηση και επεξεργασία

Ο αρχικός κατάλογος περιλάμβανε αναπόφευκτα επαναλήψεις, διαφορετικές διατυπώσεις και εννοιολογικές επικαλύψεις. Ακολούθησε επεξεργασία με στόχο την ομαδοποίηση των συναφών στοιχείων.

Η διαδικασία βασίστηκε σε τρία κριτήρια:

- α. την εννοιολογική συνάφεια των επιμέρους στοιχείων,
- β. τη λειτουργική σχέση τους με την εκπαιδευτική πράξη και
- γ. τη συχνότητα εμφάνισής τους στη βιβλιογραφία.

Τα κριτήρια εφαρμόστηκαν συνδυαστικά, ώστε να εντοπιστούν κοινά μοτίβα και να περιοριστούν οι αδικαιολόγητες επικαλύψεις.

Κάθε στοιχείο εξετάστηκε ως προς τη θεματική του ένταξη, τον ρόλο του στην εκπαιδευτική πρακτική και τη συχνότητα με την οποία εμφανιζόταν στις μελέτες. Για παράδειγμα, οι αναφορές σε αισθητήρες, μικροελεγκτές, αρχιτεκτονικές IoT και φυσικό υπολογισμό εντάχθηκαν σε ένα κοινό τεχνολογικό πεδίο.

Αντίστοιχα, οι αναφορές στον σχεδιασμό μαθησιακών δραστηριοτήτων, στη μάθηση βάσει έργου και στη διεπιστημονική προσέγγιση οργανώθηκαν σε ένα κοινό παιδαγωγικό πεδίο. Με τον τρόπο αυτό αναδείχθηκαν οι βασικοί άξονες της ανάλυσης.

5.2.3 Διαμόρφωση θεματικών περιοχών

Η ομαδοποίηση των γνώσεων, των ενεργειών και των επαγγελματικών απαιτήσεων οδήγησε στη διαμόρφωση δέκα Θεματικών Περιοχών. Ο αριθμός αυτός δεν είχε καθοριστεί εκ των προτέρων, αλλά προέκυψε από τη συγκριτική ανάλυση της βιβλιογραφίας και από την ανάγκη επαρκούς αποτύπωσης των επαναλαμβανόμενων απαιτήσεων που αναδεικνύονται στη διεθνή έρευνα.

Κατά τη διαδικασία σύνθεσης διαπιστώθηκε ότι οι επαναλαμβανόμενες αναφορές συγκεντρώνονται γύρω από ευρύτερους άξονες. Για λόγους ερμηνευτικής οργάνωσης, οι δέκα Θεματικές Περιοχές μπορούν να συσχετιστούν με τρεις ευρύτερες διαστάσεις:

- α. την τεχνολογική κατανόηση και τη διαχείριση συστημάτων IoT και δεδομένων,
- β. τον παιδαγωγικό σχεδιασμό και την αξιολόγηση μαθησιακών δραστηριοτήτων και
- γ. την επαγγελματική, ηθική και συμπεριληπτική διάσταση της εκπαιδευτικής πρακτικής.

Η διάκριση αυτή δεν αποτελεί προκαθορισμένο θεωρητικό μοντέλο, αλλά ένα ερμηνευτικό σχήμα οργάνωσης των ευρημάτων. Συνδέεται με τις κατηγορίες που αναδείχθηκαν στο θεωρητικό πλαίσιο του Κεφαλαίου 3 και στη συνθετική ανάλυση της βιβλιογραφίας του Κεφαλαίου 4.

Η διαδικασία οδήγησε στη συγκρότηση ενός αρχικού χάρτη, οργανωμένου σε δέκα Θεματικές Περιοχές, ο οποίος αποτυπώνει τα βασικά μοτίβα της διεθνούς βιβλιογραφίας σε μια συνεκτική δομή επαγγελματικών απαιτήσεων.

Οι τρεις ευρύτερες διαστάσεις προκύπτουν επαγωγικά από τη σύνθεση των δέκα Θεματικών Περιοχών και δεν αποτελούν εκ των προτέρων θεωρητική κατηγοριοποίηση.

5.2.4 Διαμόρφωση επιπέδων επάρκειας

Η διαμόρφωση των επιπέδων επάρκειας δεν προέκυψε άμεσα από τα ευρήματα της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης, καθώς η πλειονότητα των μελετών εστιάζει στην καταγραφή επιμέρους γνώσεων, ενεργειών και επαγγελματικών απαιτήσεων και όχι στη συστηματική διαβάθμιση της επαγγελματικής ανάπτυξης του εκπαιδευτικού προσωπικού.

Η επιλογή των επιπέδων δεν αποτελεί αυθαίρετη εννοιολογική κατασκευή. Στηρίζεται στις καθιερωμένες αναπτυξιακές λογικές διεθνών πλαισίων και λειτουργεί συμπληρωματικά προς τα ευρήματα της ανασκόπησης, τα οποία αναδεικνύουν κυρίως το περιεχόμενο των ικανοτήτων και όχι την αναπτυξιακή διαβάθμισή τους.

Για τον λόγο αυτό, η ανάπτυξη των επιπέδων βασίστηκε στη συγκριτική εξέταση καθιερωμένων διεθνών πλαισίων, όπως το DigCompEdu (Redecker, 2017), το UNESCO ICT Competency Framework for Teachers (UNESCO, 2018) και το DigComp 2.2 (Vuorikari et al., 2022), τα οποία υιοθετούν εξελικτικά μοντέλα ανάπτυξης ικανοτήτων.

Με βάση τις προσεγγίσεις αυτές, το προτεινόμενο Πλαίσιο οργανώνει τις κεντρικές ικανότητες σε τέσσερα διαβαθμισμένα επίπεδα επάρκειας:

1. **Βασική Κατανόηση**
2. **Λειτουργική Εφαρμογή**
3. **Ολοκληρωμένη Ενσωμάτωση**
4. **Μετασχηματιστική Αξιοποίηση**

Τα επίπεδα αποτυπώνουν μια προοδευτική μετάβαση από τη βασική αναγνώριση και κατανόηση των τεχνολογιών προς πιο σύνθετες, αναστοχαστικές και μετασχηματιστικές μορφές εκπαιδευτικής αξιοποίησης.

Η επιλογή τεσσάρων επιπέδων επιτρέπει την αποτύπωση μιας σαφούς αναπτυξιακής πορείας χωρίς υπερβολική πολυπλοκότητα, ακολουθώντας τη λογική απλουστευμένων μοντέλων ωρίμανσης που συναντώνται στη διεθνή βιβλιογραφία.

Τα επίπεδα δεν συνιστούν εργαλείο τυπικής αξιολόγησης ή πιστοποίησης. Λειτουργούν ως εννοιολογικό μοντέλο αναπτυξιακής πορείας, το οποίο μπορεί να υποστηρίξει την αυτοαξιολόγηση του εκπαιδευτικού προσωπικού, τον σχεδιασμό επιμορφωτικών παρεμβάσεων και τη σταδιακή ανάπτυξη επαγγελματικών ικανοτήτων.

Η ανάπτυξη της κεντρικής ικανότητας κάθε Θεματικής Περιοχής ακολουθεί κοινή προοδευτική λογική. Στο πρώτο επίπεδο αναγνωρίζονται και κατανοούνται οι βασικές έννοιες και απαιτήσεις. Στο δεύτερο επίπεδο εφαρμόζονται βασικές διαδικασίες με αυτονομία σε απλές και οριοθετημένες εκπαιδευτικές συνθήκες. Στο τρίτο επίπεδο οι γνώσεις και οι πρακτικές συνδυάζονται σε συνεκτικό σχεδιασμό, με τεκμηρίωση των επιλογών και προσαρμογή τους στο εκπαιδευτικό πλαίσιο. Στο τέταρτο επίπεδο οι πρακτικές αξιολογούνται, αναθεωρούνται και ανασχεδιάζονται, με στόχο την ανάπτυξη μεταφέρσιμων ή συστημικών εφαρμογών στο πεδίο της αντίστοιχης Θεματικής Περιοχής.

Συνοπτικά, η αναπτυξιακή πορεία αποτυπώνεται ως εξής:

**Βασική Κατανόηση → Λειτουργική Εφαρμογή → Ολοκληρωμένη Ενσωμάτωση
→ Μετασχηματιστική Αξιοποίηση**

Το κοινό αυτό πρότυπο εξειδικεύεται διαφορετικά για καθεμία από τις δέκα κεντρικές ικανότητες.

5.2.5 Σχέση με υφιστάμενα πλαίσια

Το προτεινόμενο Πλαίσιο Ικανοτήτων εξετάστηκε συγκριτικά σε σχέση με ευρωπαϊκά και διεθνή μοντέλα ψηφιακών και επαγγελματικών ικανοτήτων, όπως το DigComp 2.2, το DigCompEdu, το UNESCO ICT Competency Framework for Teachers, καθώς και πλαίσια υπολογιστικών ικανοτήτων οργανισμών όπως η ACM και η IEEE.

Σκοπός της σύγκρισης ήταν να διερευνηθεί κατά πόσο οι Θεματικές Περιοχές του προτεινόμενου Πλαισίου καλύπτουν βασικές διαστάσεις ψηφιακής και επαγγελματικής επάρκειας που αναγνωρίζονται στη διεθνή βιβλιογραφία.

Σε αντίθεση με τα γενικά πλαίσια ψηφιακών ικανοτήτων, το προτεινόμενο Πλαίσιο εστιάζει ειδικά σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα IoT και Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού. Στα περιβάλλοντα αυτά αποκτούν ιδιαίτερη σημασία η διαχείριση δεδομένων αισθητήρων, η διασύνδεση φυσικών και ψηφιακών υποδομών, η κυβερνοασφάλεια, η προστασία της ιδιωτικότητας και η ηθική χρήση των δεδομένων.

Το Πλαίσιο λειτουργεί, επομένως, συμπληρωματικά προς τα υφιστάμενα μοντέλα, εξειδικεύοντας τις γενικές κατηγορίες ψηφιακών ικανοτήτων σύμφωνα με τις

απαιτήσεις της εκπαιδευτικής αξιοποίησης του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού.

Οργανώνεται σε δέκα Θεματικές Περιοχές και συνοδεύεται από ένα εννοιολογικό μοντέλο τεσσάρων επιπέδων επάρκειας, το οποίο αντλεί τη γενική αναπτυξιακή λογική του από αντίστοιχες διεθνείς προσεγγίσεις. Το μοντέλο λειτουργεί ως ερμηνευτικό και περιγραφικό εργαλείο, συμβάλλοντας στη γεφύρωση των γενικών πλαισίων ψηφιακών ικανοτήτων με τις εξειδικευμένες απαιτήσεις της εκπαιδευτικής αξιοποίησης του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού.

5.2.6 Περιορισμοί της διαδικασίας

Η οργάνωση των ικανοτήτων βασίστηκε σε ποιοτική ανάλυση της βιβλιογραφίας και, ως εκ τούτου, περιλαμβάνει αναπόφευκτα στοιχεία ερμηνείας.

Παρότι η υιοθέτηση του προτύπου PRISMA 2020 υποστήριξε τη συστηματική και διαφανή οργάνωση της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, η μετάβαση από την αρχική καταγραφή των ευρημάτων στη σύνθεση και την κατηγοριοποίησή τους σε δέκα Θεματικές Περιοχές παρουσιάζει εγγενείς περιορισμούς. Η διαδικασία βασίστηκε σε επαγωγική ανάλυση από τα επιμέρους ευρήματα προς τις ευρύτερες κατηγορίες, χωρίς παράλληλη εμπειρική φάση επικύρωσης, όπως εφαρμογή της μεθόδου Delphi ή διεξαγωγή ομάδων εστίασης.

Στο πλαίσιο αυτό, η πιθανή εισαγωγή υποκειμενικότητας κατά την κωδικοποίηση και την ομαδοποίηση των δεδομένων αποτελεί αναγνωρισμένο μεθοδολογικό περιορισμό.

Για τον περιορισμό του κινδύνου αυτού, η ομαδοποίηση πραγματοποιήθηκε με βάση κανόνες εννοιολογικής αποκλειστικότητας και εξάντλησης, ώστε κάθε επιμέρους διάσταση να αντιστοιχίζεται σε συγκεκριμένη Θεματική Περιοχή χωρίς αδικαιολόγητες επικαλύψεις (Miles, Huberman & Saldaña, 2014).

Παράλληλα, πραγματοποιήθηκε συνεχής έλεγχος της εσωτερικής συνοχής της κατηγοριοποίησης και επανεξέταση των αντιστοιχίσεων κατά τη διαδικασία σύνθεσης.

Ωστόσο, το προτεινόμενο Πλαίσιο Ικανοτήτων δεν έχει υποβληθεί σε εμπειρική επικύρωση. Παραμένει ανοικτό σε μελλοντική διερεύνηση μέσω ποσοτικών ή ποιοτικών μεθόδων, με τη συμμετοχή της ευρύτερης εκπαιδευτικής κοινότητας.

5.2.7 Κριτήρια Διάκρισης των Δέκα Θεματικών Περιοχών

Η διαμόρφωση των δέκα Θεματικών Περιοχών βασίστηκε σε συγκεκριμένα κριτήρια, τα οποία προέκυψαν από τη συγκριτική και ερμηνευτική ανάλυση των μελετών.

Αρχικά, κάθε Θεματική Περιοχή αντιστοιχεί σε ένα διακριτό πεδίο επαγγελματικής ευθύνης του εκπαιδευτικού προσωπικού. Ενδεικτικά, η τεχνολογική κατανόηση των συστημάτων IoT διαφοροποιείται ουσιαστικά από τη διαχείριση μαθησιακών δεδομένων, καθώς και από τον σχεδιασμό και την αξιολόγηση έργων. Η διάκριση αυτή αποτρέπει τη συγχώνευση διαφορετικών απαιτήσεων σε υπερβολικά γενικές κατηγορίες.

Επιπλέον, λήφθηκε υπόψη η επαναλαμβανόμενη παρουσία συγκεκριμένων γνώσεων, ενεργειών και επαγγελματικών απαιτήσεων στη βιβλιογραφία. Όταν ένα σύνολο συναφών απαιτήσεων εμφανιζόταν σε διαφορετικές μελέτες, βαθμίδες εκπαίδευσης και εκπαιδευτικά συμφραζόμενα, εξεταζόταν ως πιθανό διακριτό θεματικό πεδίο.

Παράλληλα, εξετάστηκε η λειτουργική αυτονομία κάθε περιοχής. Για παράδειγμα, η ψηφιακή ασφάλεια και η προστασία δεδομένων δεν ενσωματώθηκαν απλώς στο ευρύτερο τεχνολογικό πεδίο, αλλά αναγνωρίστηκαν ως διακριτή Θεματική Περιοχή, επειδή συνδέονται όχι μόνο με τεχνικές απαιτήσεις, αλλά και με νομικά, δεοντολογικά και ηθικά ζητήματα.

Τέλος, επιδιώχθηκε ισορροπία μεταξύ της αναλυτικής αποτύπωσης του πεδίου και της δυνατότητας ουσιαστικής αξιοποίησης του Πλαισίου στην εκπαιδευτική πράξη. Μικρότερος αριθμός περιοχών θα οδηγούσε σε υπερβολική γενίκευση, ενώ μεγαλύτερος αριθμός θα δυσχέραινε τη συνολική κατανόηση και λειτουργική χρήση του Πλαισίου.

Οι δέκα Θεματικές Περιοχές κρίθηκαν επαρκείς για την αποτύπωση του εύρους των απαιτήσεων, χωρίς να οδηγούν σε υπερβολικό κατακερματισμό του πεδίου.

5.2.8 Θεωρητική Θεμελίωση της Προσέγγισης Βασισμένης σε Ικανότητες

Η επιλογή ανάπτυξης ενός Πλαισίου Ικανοτήτων βασίζεται στην παραδοχή ότι η επαγγελματική επάρκεια του εκπαιδευτικού προσωπικού δεν μπορεί να αποτυπωθεί επαρκώς μέσω μιας αποσπασματικής καταγραφής γνώσεων ή τεχνικών δεξιοτήτων.

Η εκπαιδευτική αξιοποίηση του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού προϋποθέτει τον συνδυασμό εννοιολογικής κατανόησης, πρακτικής εφαρμογής, παιδαγωγικού σχεδιασμού και υπεύθυνης στάσης απέναντι σε ζητήματα διαχείρισης δεδομένων, ιδιωτικότητας, ασφάλειας και ηθικής.

Η προσέγγιση βάσει ικανοτήτων μετατοπίζει το ενδιαφέρον από το «τι γνωρίζει» ένα άτομο στο «τι μπορεί να κάνει με όσα γνωρίζει» σε πραγματικές ή προσομοιωμένες συνθήκες εκπαιδευτικής πρακτικής. Η μετατόπιση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική σε πεδία που χαρακτηρίζονται από ταχεία τεχνολογική εξέλιξη, όπως το IoT, όπου η κατοχή τεχνικών γνώσεων δεν διασφαλίζει από μόνη της την παιδαγωγικά τεκμηριωμένη αξιοποίησή τους.

Σε αντίθεση με τις προσεγγίσεις που βασίζονται αποκλειστικά στη γνώση και οργανώνονται κυρίως γύρω από θεματικές ενότητες περιεχομένου, ο σχεδιασμός βάσει ικανοτήτων επιδιώκει τη σύνδεση γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων σε ενιαία σύνολα που ενεργοποιούνται στην επαγγελματική πράξη.

Η ικανότητα δεν νοείται, επομένως, ως μία μεμονωμένη δεξιότητα, αλλά ως σύνθετη δομή που ενεργοποιείται σε πραγματικές ή προσομοιωμένες εκπαιδευτικές καταστάσεις.

Η επιλογή αυτής της λογικής συνάδει με τη σύγχρονη διεθνή τάση ανάπτυξης επαγγελματικών πλαισίων, στα οποία η έμφαση δίνεται στην ικανότητα εφαρμογής, προσαρμογής και αναστοχασμού.

Στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης, η προσέγγιση βάσει ικανοτήτων επιτρέπει:

- α. τη σύνδεση της τεχνολογικής κατανόησης με τον παιδαγωγικό σχεδιασμό,
- β. την ενσωμάτωση της διαχείρισης δεδομένων ως κεντρικής επαγγελματικής διάστασης,
- γ. την ανάδειξη της ηθικής επίγνωσης ως συστατικού στοιχείου της επαγγελματικής επάρκειας και όχι ως εξωτερικού περιορισμού.

Επιπλέον, η λογική αυτή διευκολύνει τη διαμόρφωση επιπέδων επάρκειας που αποτυπώνουν εξελικτικές διαδρομές επαγγελματικής ανάπτυξης και όχι στατικές κατηγοριοποιήσεις. Το προτεινόμενο Πλαίσιο, επομένως, δεν αποτελεί απλή περιγραφή Θεματικών Περιοχών, αλλά μια συνεκτική πρόταση οργάνωσης της επαγγελματικής ανάπτυξης.

Η υιοθέτηση σχεδιασμού βάσει ικανοτήτων κρίνεται ιδιαίτερα κατάλληλη για το πεδίο του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού, καθώς πρόκειται για τεχνολογίες που συνδέουν το φυσικό με το ψηφιακό περιβάλλον, παράγουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και επηρεάζουν άμεσα τη μαθησιακή διαδικασία.

Η εκπαιδευτική αξιοποίησή τους απαιτεί συνθετική σκέψη, διεπιστημονική προσέγγιση και ικανότητα λήψης τεκμηριωμένων αποφάσεων, στοιχεία που δεν αποτυπώνονται επαρκώς σε παραδοσιακές περιγραφές γνωστικού περιεχομένου.

Με βάση τα παραπάνω, η ανάπτυξη του Πλαισίου Ικανοτήτων δεν συνιστά απλή κατηγοριοποίηση των ευρημάτων της βιβλιογραφίας, αλλά συνειδητή μεθοδολογική επιλογή που ανταποκρίνεται στη φύση του αντικειμένου και στις απαιτήσεις της σύγχρονης εκπαιδευτικής πρακτικής.

Τέλος, η προσέγγιση βάσει ικανοτήτων δεν αφορά μόνο την οργάνωση γνώσεων και δεξιοτήτων. Συνδέεται και με τη διαμόρφωση της επαγγελματικής ταυτότητας του εκπαιδευτικού προσωπικού, καθώς αποτυπώνει τον τρόπο με τον οποίο νοούνται ο επαγγελματικός ρόλος, η ευθύνη και η θέση του σε τεχνολογικά διαμεσολαβημένα μαθησιακά περιβάλλοντα.

5.3 Δομή του Πλαισίου: Δέκα Θεματικές Περιοχές και Δέκα Κεντρικές Ικανότητες

Το προτεινόμενο Πλαίσιο Ικανοτήτων οργανώνεται σε δέκα Θεματικές Περιοχές, οι οποίες αποτυπώνουν διακριτές αλλά αλληλένδετες διαστάσεις της εκπαιδευτικής αξιοποίησης του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού. Κάθε Θεματική Περιοχή αντιστοιχεί σε μία κεντρική ικανότητα, ώστε το Πλαίσιο να παραμένει εννοιολογικά συνεκτικό και λειτουργικά αξιοποιήσιμο.

Η διαμόρφωση των δέκα κεντρικών ικανοτήτων ακολούθησε τρία διαδοχικά στάδια. Πρώτον, αξιοποιήθηκαν η θεματική κωδικοποίηση των 41 μελετών του τελικού Πτυχιακή / Διπλωματική Εργασία «Νταούτης Ευάγγελος»

δείγματος και η αντιστοίχισή τους στις δέκα Θεματικές Περιοχές, όπως αποτυπώνονται στον Πίνακα 4.3 και στο Παράρτημα Β. Δεύτερον, οι επαναλαμβανόμενες γνώσεις, ενέργειες και επαγγελματικές απαιτήσεις συντέθηκαν σε μία κεντρική ικανότητα ανά Θεματική Περιοχή, με στόχο τη διατήρηση της εννοιολογικής συνοχής και την αποφυγή του κατακερματισμού. Τρίτον, οι διατυπώσεις εξετάστηκαν συγκριτικά σε σχέση με τα DigComp 2.2, DigCompEdu, UNESCO ICT-CFT και τα πλαίσια ACM/IEEE.

Η συγκριτική χαρτογράφηση χρησιμοποιήθηκε ως μέσο εννοιολογικού ελέγχου και θεωρητικής πλαισίωσης και όχι ως διαδικασία μεταφοράς ή αντιγραφής έτοιμων ικανοτήτων. Οι κεντρικές ικανότητες αποτελούν, επομένως, συνθετική εξειδίκευση των ευρημάτων της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης στο πεδίο της εκπαιδευτικής αξιοποίησης του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού.

Για λόγους μεθοδολογικής ακρίβειας, δεν επιδιώχθηκε τεχνητή αντιστοίχιση κάθε Θεματικής Περιοχής με όλα τα διεθνή πλαίσια. Καταγράφονται μόνο οι σαφείς εννοιολογικές συγκλίσεις, ενώ παράλληλα αναδεικνύεται η ειδική προστιθέμενη αξία του προτεινόμενου Πλαισίου. Ειδικότερα, το DigComp 2.2, ως πλαίσιο ψηφιακής ικανότητας των πολιτών, αξιοποιείται συμπληρωματικά και όχι ως άμεσο πρότυπο επαγγελματικών ικανοτήτων για το εκπαιδευτικό προσωπικό.

Η αναλυτική επεξεργασία των Θεματικών Περιοχών ανέδειξε επιμέρους διαστάσεις που εξειδικεύουν το περιεχόμενο καθεμίας. Οι διαστάσεις αυτές δεν αντιμετωπίζονται ως αυτοτελείς και ανεξάρτητες ικανότητες, αλλά συντίθενται στο εσωτερικό της αντίστοιχης κεντρικής ικανότητας. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται ο κατακερματισμός, περιορίζονται οι επικαλύψεις και διατηρείται η διακριτή θεματική ταυτότητα κάθε περιοχής.

Για λόγους ερμηνευτικής οργάνωσης, οι δέκα Θεματικές Περιοχές μπορούν να συσχετιστούν με τρεις ευρύτερες διαστάσεις: την τεχνολογική, την παιδαγωγική και την επαγγελματική και κοινωνική διάσταση. Η ομαδοποίηση αυτή είναι λειτουργική και δεν εισάγει αυστηρό διαχωρισμό, καθώς οι Θεματικές Περιοχές αλληλεπιδρούν και αλληλοσυμπληρώνονται.

Τεχνολογική κατανόηση των συστημάτων IoT και των υποδομών διάχυτου υπολογισμού.

Στη διάσταση αυτή εντάσσονται κυρίως οι Θεματικές Περιοχές «Τεχνολογικές Γνώσεις IoT και Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού», «Διαχείριση και Ανάλυση Μαθησιακών Δεδομένων» και «Ασφάλεια και Προστασία Δεδομένων».

Οι περιοχές αυτές συνδέονται με την κατανόηση της λειτουργίας αισθητήρων, συσκευών και δικτύων, τη συλλογή και την ερμηνεία δεδομένων που παράγονται σε ψηφιακά μαθησιακά περιβάλλοντα, καθώς και με ζητήματα κυβερνοασφάλειας και υπεύθυνης διαχείρισης δεδομένων.

Παιδαγωγική αξιοποίηση των τεχνολογιών IoT στη μαθησιακή διαδικασία.

Στη διάσταση αυτή εντάσσονται κυρίως οι Θεματικές Περιοχές «Παιδαγωγικός Σχεδιασμός Δραστηριοτήτων IoT και ΣΔΥ», «Αξιολόγηση Μαθησιακών Δραστηριοτήτων IoT» και «Συμπεριληπτικός Σχεδιασμός Μαθησιακών Περιβαλλόντων».

Οι περιοχές αυτές συνδέονται με τον σχεδιασμό μαθησιακών εμπειριών, την αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων και τη δημιουργία περιβαλλόντων που ανταποκρίνονται στις ανάγκες διαφορετικών ομάδων εκπαιδευομένων.

Οριζόντιες επαγγελματικές και κοινωνικές διαστάσεις.

Στη διάσταση αυτή περιλαμβάνονται οι Θεματικές Περιοχές «Συνεργασία και Διαχείριση Εκπαιδευτικών Έργων», «Καινοτομία και Δημιουργικός Σχεδιασμός», «Κριτική και Ηθική Αξιοποίηση Τεχνολογιών» και «Επαγγελματική Ανάπτυξη Εκπαιδευτικών».

Οι περιοχές αυτές συνδέονται με τη συνεργασία σε διεπιστημονικά περιβάλλοντα, τη δημιουργική αξιοποίηση των τεχνολογιών, την κριτική προσέγγιση των κοινωνικών και ηθικών επιπτώσεών τους και τη συνεχή επαγγελματική μάθηση.

Στην εκπαιδευτική πράξη, οι Θεματικές Περιοχές αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Για παράδειγμα, ο παιδαγωγικός σχεδιασμός δραστηριοτήτων IoT προϋποθέτει λειτουργική κατανόηση της τεχνολογίας, ενώ η διαχείριση μαθησιακών δεδομένων

συνδέεται άμεσα με την προστασία των προσωπικών δεδομένων και την ηθική χρήση των πληροφοριών.

Κάθε κεντρική ικανότητα αναπτύσσεται σε τέσσερα επίπεδα επάρκειας:

1. **Βασική Κατανόηση**
2. **Λειτουργική Εφαρμογή**
3. **Ολοκληρωμένη Ενσωμάτωση**
4. **Μετασχηματιστική Αξιοποίηση**

Για κάθε επίπεδο διατυπώνεται ένα συνολικό προφίλ επάρκειας και έως τρεις παρατηρήσιμοι δείκτες, οι οποίοι περιγράφουν συγκεκριμένες ενέργειες ή αποτελέσματα που μπορούν να τεκμηριωθούν στην εκπαιδευτική πράξη.

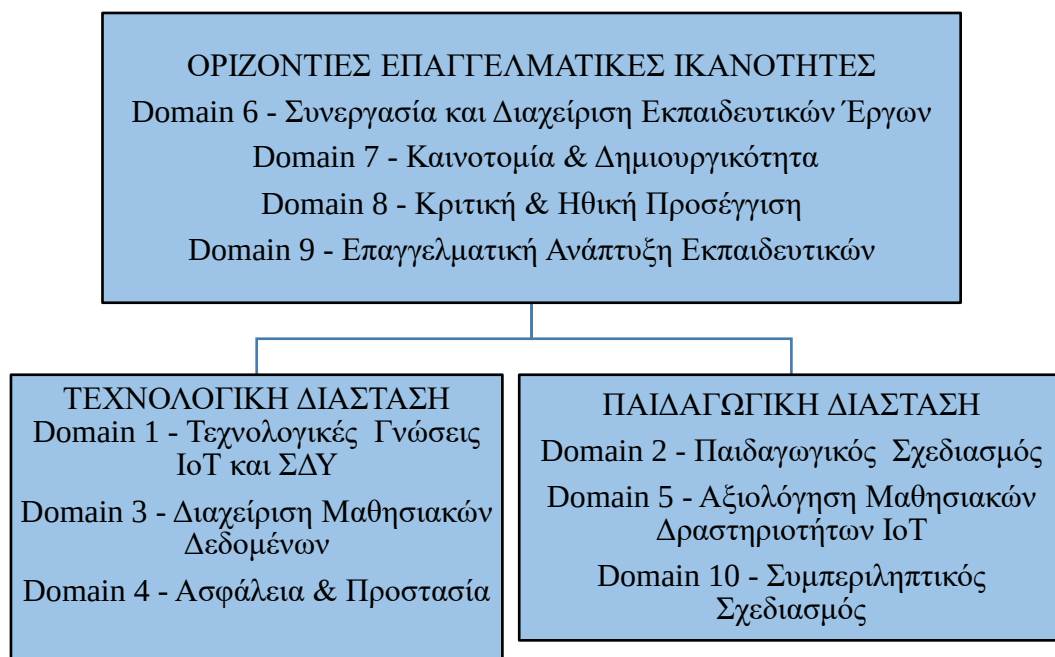
Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι δέκα Θεματικές Περιοχές, η κεντρική ικανότητα και οι βασικές επιμέρους διαστάσεις καθεμίας. Η πλήρης αναπτυξιακή εξειδίκευση των κεντρικών ικανοτήτων στα τέσσερα επίπεδα επάρκειας παρατίθεται στις αναλυτικές ρουμπρίκες του Παραρτήματος Α.

Οι Θεματικές Περιοχές συγκροτούν τον πυρήνα του προτεινόμενου Πλαισίου. Καθεμία λειτουργεί ως διακριτή αναλυτική μονάδα, αντιστοιχεί σε μία κεντρική ικανότητα και εξειδικεύεται μέσω επιμέρους διαστάσεων. Η συνολική δομή του Πλαισίου και η σχέση μεταξύ των τριών ευρύτερων διαστάσεων αποτυπώνονται στο Σχήμα 5.1.

ΠΛΑΙΣΙΟ ΙΚΑΝΟΤΗΤΩΝ IoT / ΣΔΥ για την εκπαιδευτική αξιοποίηση τεχνολογιών

Οι θεματικές περιοχές συγκροτούν τον πυρήνα του προτεινόμενου πλαισίου. Καθεμία λειτουργεί ως διακριτή αναλυτική μονάδα, αντιστοιχεί σε μία κεντρική ικανότητα και εξειδικεύεται μέσω επιμέρους διαστάσεων.

Η συνολική δομή του προτεινόμενου Πλαισίου Ικανοτήτων και η σχέση μεταξύ των τριών βασικών διαστάσεων αποτυπώνεται στο Σχήμα 5.1.



Σχήμα 5.1

Δομή του προτεινόμενου Πλαισίου Ικανοτήτων για την εκπαιδευτική αξιοποίηση τεχνολογιών Internet of Things και Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού.

Οι τρεις διαστάσεις αλληλεπιδρούν και συγκροτούν το προτεινόμενο Πλαίσιο Ικανοτήτων Εκπαιδευτικών για την αξιοποίηση IoT και Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού στη διδασκαλία.

Πίνακας 5.1: Θεματικές περιοχές του προτεινόμενου Πλαισίου Ικανοτήτων

Domain	Θεματική Περιοχή
1	Τεχνολογικές Γνώσεις IoT και Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού
2	Παιδαγωγικός Σχεδιασμός Δραστηριοτήτων IoT και ΣΔΥ
3	Διαχείριση και Ανάλυση Μαθησιακών Δεδομένων
4	Ασφάλεια και Προστασία Δεδομένων
5	Αξιολόγηση Μαθησιακών Δραστηριοτήτων IoT
6	Συνεργασία και Διαχείριση Εκπαιδευτικών Έργων
7	Καινοτομία και Δημιουργικός Σχεδιασμός
8	Κριτική και Ηθική Αξιοποίηση Τεχνολογιών
9	Επαγγελματική Ανάπτυξη Εκπαιδευτικών
10	Συμπεριληπτικός Σχεδιασμός Μαθησιακών Περιβαλλόντων

Ο Πίνακας 5.1 παρουσιάζει τις δέκα θεματικές περιοχές που συγκροτούν το προτεινόμενο πλαίσιο για την εκπαιδευτική αξιοποίηση τεχνολογιών IoT και

Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού. Οι περιοχές αυτές προέκυψαν από τη συνθετική ανάλυση της βιβλιογραφίας και αποτυπώνουν βασικές διαστάσεις της επαγγελματικής επάρκειας των εκπαιδευτικών. Η αντιστοίχιση κάθε περιοχής σε μία κεντρική ικανότητα και στις επιμέρους διαστάσεις της παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.3.

Οι θεματικές περιοχές καλύπτουν την τεχνολογική κατανόηση των συστημάτων IoT, τον παιδαγωγικό σχεδιασμό και την αξιολόγηση μαθησιακών δραστηριοτήτων, καθώς και την επαγγελματική, ηθική και συμπεριληπτική διάσταση της εκπαιδευτικής πρακτικής.

D1. Τεχνολογικές Γνώσεις IoT και Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού

Η πρώτη Θεματική Περιοχή αφορά την τεχνολογική επάρκεια που απαιτείται για την κατανόηση και την παιδαγωγική αξιοποίηση του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού.

Η συνθετική ανάλυση των μελετών του τελικού δείγματος ανέδειξε επαναλαμβανόμενες αναφορές σε βασικές γνώσεις αρχιτεκτονικής IoT, όπως οι αισθητήρες, οι μικροελεγκτές, οι δικτυακές υποδομές και τα περιβάλλοντα υπολογιστικού νέφους. Παράλληλα, αναδείχθηκαν η σημασία των δεξιοτήτων φυσικού υπολογισμού και η ανάγκη κατανόησης της ροής και της διαχείρισης των δεδομένων.

Η επάρκεια αυτή δεν ταυτίζεται με εξειδικευμένη κατάρτιση μηχανικού. Αντίθετα, αφορά μια λειτουργική κατανόηση των βασικών τεχνολογικών αρχών, η οποία επιτρέπει στο εκπαιδευτικό προσωπικό να σχεδιάζει και να υποστηρίζει μαθησιακές δραστηριότητες που αξιοποιούν τεχνολογίες IoT και Συστήματα Διάχυτου Υπολογισμού.

Η Θεματική Περιοχή παρουσιάζει εννοιολογική συνάφεια με την περιοχή «Digital Resources» του DigCompEdu, το επίπεδο «Technology Literacy» του UNESCO ICT-CFT και τις θεμελιώδεις γνώσεις υπολογιστικών συστημάτων που αποτυπώνονται στα πλαίσια ACM/IEEE.

Ενδεικτικά, περιλαμβάνει: την κατανόηση των βασικών στοιχείων της αρχιτεκτονικής IoT, τη λειτουργία αισθητήρων, ενεργοποιητών και μικροελεγκτών, βασικές έννοιες δικτύωσης και επικοινωνίας, τη ροή των δεδομένων από τη συλλογή έως τη μεταφορά

και την αποθήκευσή τους, την ολοκλήρωση επιμέρους τεχνολογικών στοιχείων και την αντιμετώπιση βασικών προβλημάτων.

Κεντρική ικανότητα: Το εκπαιδευτικό προσωπικό είναι ικανό να σχεδιάζει, να διαμορφώνει και να υποστηρίζει τεχνικά λειτουργικές υλοποιήσεις IoT και Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού για εκπαιδευτική χρήση.

Επιμέρους διαστάσεις: αρχιτεκτονική συστημάτων - αισθητήρες, ενεργοποιητές και μικροελεγκτές - δικτυακή επικοινωνία - τεχνική ροή δεδομένων - ολοκλήρωση και αντιμετώπιση προβλημάτων.

Η αναλυτική περιγραφή των τεσσάρων επιπέδων επάρκειας και των αντίστοιχων παρατηρήσιμων δεικτών παρατίθεται στον Πίνακα Α.1 του Παραρτήματος Α.

D2. Παιδαγωγικός Σχεδιασμός Δραστηριοτήτων IoT και ΣΔΥ

Η δεύτερη Θεματική Περιοχή αφορά την ικανότητα παιδαγωγικού σχεδιασμού μαθησιακών εμπειριών που ενσωματώνουν τεχνολογίες IoT με παιδαγωγικά τεκμηριωμένο τρόπο. Η βιβλιογραφική ανάλυση ανέδειξε ότι η αποτελεσματική αξιοποίηση των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού δεν εξαρτάται αποκλειστικά από την τεχνολογική γνώση, αλλά από τη δυνατότητα σχεδιασμού δραστηριοτήτων που συνδέουν θεωρία και πράξη, εντάσσονται σε προσεγγίσεις μάθησης βάσει έργου (project-based learning – PBL), διερευνητικής μάθησης και STEAM, και καλλιεργούν δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων και συνεργασίας.

Οι μελέτες που αφορούν εφαρμογές του IoT στη δευτεροβάθμια και την τριτοβάθμια εκπαίδευση υπογραμμίζουν ότι το εκπαιδευτικό προσωπικό καλείται να μετασχηματίσει την τεχνολογία σε μαθησιακό εργαλείο, σχεδιάζοντας αυθεντικά σενάρια που αξιοποιούν δεδομένα αισθητήρων, φυσικό υπολογισμό και διαθεματική σύνδεση γνωστικών αντικειμένων. Η Θεματική Περιοχή παρουσιάζει εννοιολογική συνάφεια κυρίως με την περιοχή “Teaching and Learning” του DigCompEdu και με το επίπεδο “Knowledge Deepening” του UNESCO ICT-CFT.

Ενδεικτικά, περιλαμβάνει τον σχεδιασμό δραστηριοτήτων μάθησης βάσει έργου με αξιοποίηση του IoT, την ενσωμάτωση σε προσεγγίσεις STEAM, τη σύνδεση θεωρητικής γνώσης με πρακτική εφαρμογή και τον διαθεματικό ή διεπιστημονικό

σχεδιασμό, ώστε οι τεχνολογικές δραστηριότητες να υπηρετούν σαφείς μαθησιακούς στόχους.

Κεντρική ικανότητα: Το εκπαιδευτικό προσωπικό είναι ικανό να σχεδιάζει παιδαγωγικά τεκμηριωμένες μαθησιακές εμπειρίες IoT/ΣΔΥ, ευθυγραμμισμένες με μαθησιακούς στόχους, κατάλληλες διδακτικές προσεγγίσεις και το πρόγραμμα σπουδών.

Επιμέρους διαστάσεις: ευθυγράμμιση στόχων και δραστηριοτήτων - PBL, διερευνητική μάθηση και STEAM - οργάνωση μαθησιακών σεναρίων - αυθεντικά μαθησιακά προβλήματα - ένταξη στο πρόγραμμα σπουδών.

Η αναλυτική περιγραφή των τεσσάρων επιπέδων επάρκειας και των αντίστοιχων παρατηρήσιμων δεικτών παρατίθεται στον Πίνακα Α.2 του Παραρτήματος Α.

D3. Διαχείριση και Ανάλυση Μαθησιακών Δεδομένων

Η τρίτη Θεματική Περιοχή αφορά την ικανότητα κατανόησης, συλλογής, ανάλυσης και παιδαγωγικής αξιοποίησης δεδομένων που παράγονται σε περιβάλλοντα IoT και Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού. Η συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση ανέδειξε ότι η σύγχρονη ενσωμάτωση του IoT στην εκπαίδευση συνδέεται άμεσα με τη διαχείριση δεδομένων αισθητήρων, την ανάλυση μαθησιακής συμπεριφοράς (learning analytics) και τη λήψη τεκμηριωμένων παιδαγωγικών αποφάσεων.

Οι μελέτες που εστιάζουν στα learning analytics, στην προγνωστική μοντελοποίηση (predictive modelling) και στην επεξηγήσιμη Τεχνητή Νοημοσύνη (explainable AI) καταδεικνύουν ότι το εκπαιδευτικό προσωπικό δεν αρκεί να χρησιμοποιεί τεχνολογικά εργαλεία, αλλά χρειάζεται να αναπτύσσει βασική ικανότητα ερμηνείας δεδομένων, κατανόησης δεικτών μάθησης και αξιοποίησης ανατροφοδότησης με παιδαγωγικά υπεύθυνο τρόπο. Η Θεματική Περιοχή παρουσιάζει εννοιολογική συνάφεια με τις περιοχές «Information and Data Literacy» του DigComp 2.2, «Assessment» του DigCompEdu και με τις κατευθύνσεις για τη λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων (data-informed decision making) που περιγράφονται στη σχετική διεθνή βιβλιογραφία.

Κεντρική ικανότητα: Το εκπαιδευτικό προσωπικό είναι ικανό να συλλέγει, να ελέγχει, να αναλύει, να ερμηνεύει και να αξιοποιεί μαθησιακά δεδομένα για τεκμηριωμένες παιδαγωγικές αποφάσεις.

Πτυχιακή / Διπλωματική Εργασία «Νταούτης Ευάγγελος»

Επιμέρους διαστάσεις: συλλογή και ποιότητα δεδομένων - απεικόνιση και περιγραφική ανάλυση - ερμηνεία μαθησιακών δεικτών - ανατροφοδότηση και προσαρμογή διδασκαλίας - τεκμηρίωση και επικοινωνία συμπερασμάτων.

Η αναλυτική περιγραφή των τεσσάρων επιπέδων επάρκειας και των αντίστοιχων παρατηρήσιμων δεικτών παρατίθεται στον Πίνακα Α.3 του Παραρτήματος Α.

D4. Ασφάλεια και Προστασία Δεδομένων

Η τέταρτη Θεματική Περιοχή αφορά την ικανότητα κατανόησης και εφαρμογής βασικών αρχών ψηφιακής ασφάλειας και προστασίας προσωπικών δεδομένων σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα που αξιοποιούν τεχνολογίες IoT και Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού. Η βιβλιογραφία καταδεικνύει ότι η συλλογή και η επεξεργασία δεδομένων αισθητήρων, η χρήση υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους (cloud) και η διασύνδεση συσκευών δημιουργούν αυξημένες απαιτήσεις ως προς την κυβερνοασφάλεια και τη συμμόρφωση με το κανονιστικό πλαίσιο προστασίας δεδομένων.

Στο εκπαιδευτικό πλαίσιο, το εκπαιδευτικό προσωπικό χρειάζεται να διαθέτει βασική επίγνωση των απαιτήσεων του GDPR, να εφαρμόζει πρακτικές ασφαλούς χρήσης συσκευών και πλατφορμών και να καλλιεργεί κουλτούρα υπεύθυνης διαχείρισης δεδομένων στον μαθητικό και φοιτητικό πληθυσμό. Η Θεματική Περιοχή παρουσιάζει εννοιολογική συνάφεια με τις περιοχές «Safety» και «Responsible Use» των ευρωπαϊκών πλαισίων ψηφιακών ικανοτήτων, καθώς και με τις αναφορές σε ICT Ethics του UNESCO ICT-CFT.

Κεντρική ικανότητα: Το εκπαιδευτικό προσωπικό είναι ικανό να αναγνωρίζει κινδύνους και να εφαρμόζει ασφαλείς και οργανωμένες πρακτικές προστασίας συσκευών, δικτύων και προσωπικών δεδομένων σε περιβάλλοντα IoT/ΣΔΥ.

Επιμέρους διαστάσεις: ανάλυση κινδύνων κυβερνοασφάλειας - ασφαλείς ρυθμίσεις και έλεγχος πρόσβασης - προστασία προσωπικών δεδομένων και κανονιστική συμμόρφωση - διαχείριση περιστατικών - πολιτικές ασφαλούς χρήσης.

Η αναλυτική περιγραφή των τεσσάρων επιπέδων επάρκειας και των αντίστοιχων παρατηρήσιμων δεικτών παρατίθεται στον Πίνακα Α.4 του Παραρτήματος Α.

D5. Αξιολόγηση Μαθησιακών Δραστηριοτήτων IoT

Η πέμπτη Θεματική Περιοχή αφορά την ικανότητα σχεδιασμού και εφαρμογής κατάλληλων μεθόδων αξιολόγησης για μαθησιακές δραστηριότητες που βασίζονται σε έργα IoT και φυσικού υπολογισμού. Η βιβλιογραφία αναδεικνύει ότι τα έργα IoT ενσωματώνουν τεχνικές, συνεργατικές και δημιουργικές διαστάσεις, οι οποίες δεν μπορούν να αξιολογηθούν αποκλειστικά με παραδοσιακές εξεταστικές πρακτικές.

Στο πλαίσιο αυτό, το εκπαιδευτικό προσωπικό καλείται να σχεδιάζει ρουμπρίκες, να εφαρμόζει διαμορφωτική αξιολόγηση και να λαμβάνει υπόψη τόσο τη διαδικασία όσο και το τελικό προϊόν του έργου. Η αξιολόγηση σε περιβάλλοντα IoT οφείλει να συνεκτιμά τη συνεργασία, την επίλυση προβλημάτων, την τεχνική υλοποίηση και τη δημιουργικότητα. Η Θεματική Περιοχή παρουσιάζει εννοιολογική συνάφεια με την περιοχή «Assessment» του DigCompEdu και συνδέεται με σύγχρονες προσεγγίσεις αυθεντικής και διαμορφωτικής αξιολόγησης.

Κεντρική ικανότητα: Το εκπαιδευτικό προσωπικό είναι ικανό να σχεδιάζει και να εφαρμόζει πολυδιάστατη αξιολόγηση και ανατροφοδότηση για τη βελτίωση μαθησιακών δραστηριοτήτων και έργων IoT/ΣΔΥ.

Επιμέρους διαστάσεις: κριτήρια και παρατηρήσιμοι δείκτες - μορφές αξιολόγησης – τεκμηριωμένη ανατροφοδότηση - αξιολόγηση προϊόντος, διαδικασίας και συνεργασίας - αποτίμηση αποτελεσματικότητας και ανασχεδιασμός.

Η αναλυτική περιγραφή των τεσσάρων επιπέδων επάρκειας και των αντίστοιχων παρατηρήσιμων δεικτών παρατίθεται στον Πίνακα Α.5 του Παραρτήματος Α.

D6. Συνεργασία και Διαχείριση Εκπαιδευτικών Έργων

Η έκτη Θεματική Περιοχή αφορά την ικανότητα οργάνωσης, συντονισμού και υποστήριξης συνεργατικών μαθησιακών έργων που βασίζονται σε τεχνολογίες IoT και φυσικού υπολογισμού. Η βιβλιογραφία για τη μάθηση βάσει έργου και τις προσεγγίσεις μάθησης μέσω κατασκευών (maker-oriented approaches) αναδεικνύει ότι η επιτυχής υλοποίηση δραστηριοτήτων IoT προϋποθέτει όχι μόνο τεχνική και παιδαγωγική επάρκεια, αλλά και ικανότητα διαχείρισης ομάδων, χρόνου και πόρων.

Σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα όπου οι εκπαιδευόμενες και οι εκπαιδευόμενοι εργάζονται σε ομάδες για την ανάπτυξη πρωτοτύπων ή τη διερεύνηση αυθεντικών προβλημάτων, το εκπαιδευτικό προσωπικό καλείται να συντονίζει τη μαθησιακή διαδικασία, να διασφαλίζει τη συνεργασία μεταξύ διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων και να υποστηρίζει τη σταδιακή υλοποίηση του έργου. Η Θεματική Περιοχή παρουσιάζει εννοιολογική συνάφεια με την περιοχή «Professional Engagement» του DigCompEdu και με τις αναφορές σε οργάνωση και διοίκηση εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων στο UNESCO ICT-CFT.

Κεντρική ικανότητα: Το εκπαιδευτικό προσωπικό είναι ικανό να οργανώνει και να συντονίζει συνεργατικά εκπαιδευτικά έργα IoT/ΣΔΥ, με παράλληλη διαχείριση ομάδων, χρόνου, πόρων και συνεργασιών.

Επιμέρους διαστάσεις: οργάνωση συνεργατικών ομάδων - προγραμματισμός και παρακολούθηση έργου - διαχείριση εξοπλισμού και πόρων - διεπιστημονική συνεργασία - συνεργασίες με εξωτερικούς φορείς.

Η αναλυτική περιγραφή των τεσσάρων επιπέδων επάρκειας και των αντίστοιχων παρατηρήσιμων δεικτών παρατίθεται στον Πίνακα Α.6 του Παραρτήματος Α.

D7. Καινοτομία και Δημιουργικός Σχεδιασμός

Η έβδομη Θεματική Περιοχή αφορά την ικανότητα καλλιέργειας της δημιουργικής σκέψης και της καινοτόμου επίλυσης προβλημάτων μέσω δραστηριοτήτων IoT και φυσικού υπολογισμού. Η βιβλιογραφία για την κουλτούρα κατασκευών (maker culture), την εκπαίδευση STEAM και τη μάθηση βάσει έργου αναδεικνύει ότι τα περιβάλλοντα IoT προσφέρουν ευκαιρίες ανάπτυξης πρωτοτύπων, πειραματισμού και σύνδεσης της μάθησης με αυθεντικά κοινωνικά ή τεχνολογικά προβλήματα.

Στο πλαίσιο αυτό, το εκπαιδευτικό προσωπικό δεν περιορίζεται στη μεταφορά τεχνολογικής γνώσης, αλλά ενθαρρύνει τη διερευνητική μάθηση, τη δημιουργία λύσεων και την εφαρμογή της τεχνολογίας σε πραγματικά σενάρια. Παράλληλα, η καινοτομία δεν νοείται αποκλειστικά ως επιχειρηματική δραστηριότητα αλλά ως παιδαγωγική προσέγγιση που καλλιεργεί δημιουργικότητα, πειραματισμό και υπεύθυνη τεχνολογική σκέψη. Η Θεματική Περιοχή παρουσιάζει εννοιολογική

συνάφεια με την περιοχή «Facilitating Learners' Digital Competence» του DigCompEdu και με τις αναφορές σε «Knowledge Creation» του UNESCO ICT-CFT.

Κεντρική ικανότητα: Το εκπαιδευτικό προσωπικό είναι ικανό να καθοδηγεί δημιουργικές και επαναληπτικές διαδικασίες σχεδιασμού, πρωτοτυποποίησης, αξιολόγησης και προσαρμογής καινοτόμων λύσεων IoT/ΣΔΥ.

Επιμέρους διαστάσεις: διερεύνηση αναγκών και διατύπωση προβλήματος - παραγωγή και επιλογή ιδεών - πρωτοτυποποίηση και επαναληπτική βελτίωση - χρησιμότητα, εφικτότητα και βιωσιμότητα - μεταφορά και κλιμάκωση λύσεων.

Η αναλυτική περιγραφή των τεσσάρων επιπέδων επάρκειας και των αντίστοιχων παρατηρήσιμων δεικτών παρατίθεται στον Πίνακα Α.7 του Παραρτήματος Α.

D8. Κριτική και Ηθική Αξιοποίηση Τεχνολογιών

Η όγδοη Θεματική Περιοχή αφορά την ανάπτυξη κριτικής στάσης και ηθικής επίγνωσης ως προς τη χρήση τεχνολογιών IoT και Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού στην εκπαίδευση. Η διεθνής βιβλιογραφία επισημαίνει ότι η συλλογή και η ανάλυση δεδομένων, οι αλγοριθμικές διαδικασίες και η αυξανόμενη διασύνδεση συσκευών δημιουργούν ζητήματα που σχετίζονται με την ιδιωτικότητα, την επιτήρηση, την αλγοριθμική μεροληψία και τις κοινωνικές επιπτώσεις της τεχνολογίας.

Στο εκπαιδευτικό πλαίσιο, το εκπαιδευτικό προσωπικό καλείται να καλλιεργεί κριτική κατανόηση της τεχνολογίας, να ενθαρρύνει τον αναστοχασμό σχετικά με τις κοινωνικές και ηθικές διαστάσεις της χρήσης του IoT και να προάγει υπεύθυνες πρακτικές. Η Θεματική Περιοχή παρουσιάζει εννοιολογική συνάφεια με τις περιοχές «Responsible Use» και «Safety» των ευρωπαϊκών πλαισίων ψηφιακών ικανοτήτων, καθώς και με τις αναφορές στην ηθική των ΤΠΕ (ICT Ethics) και στην κοινωνική διάσταση της τεχνολογίας στο UNESCO ICT-CFT.

Κεντρική ικανότητα: Το εκπαιδευτικό προσωπικό είναι ικανό να αξιολογεί κριτικά τις ηθικές και κοινωνικές επιπτώσεις του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού και να τεκμηριώνει υπεύθυνες, δίκαιες και διαφανείς επιλογές.

Επιμέρους διαστάσεις: ηθικές και κοινωνικές επιπτώσεις - αλγοριθμική μεροληψία και άνιση μεταχείριση - επιτήρηση, ιδιωτικότητα και αυτονομία - διαφάνεια, τεκμηρίωση και λογοδοσία.

Η αναλυτική περιγραφή των τεσσάρων επιπέδων επάρκειας και των αντίστοιχων παρατηρήσιμων δεικτών παρατίθεται στον Πίνακα Α.8 του Παραρτήματος Α.

D9. Επαγγελματική Ανάπτυξη Εκπαιδευτικών

Η ένατη Θεματική Περιοχή αφορά τη συνεχή επαγγελματική ανάπτυξη του εκπαιδευτικού προσωπικού που διδάσκει ή αξιοποιεί αντικείμενα σχετικά με τα Συστήματα Διάχυτου Υπολογισμού και το Διαδίκτυο των Πραγμάτων. Η ταχεία εξέλιξη των τεχνολογιών IoT, των εργαλείων φυσικού υπολογισμού και των μεθόδων ανάλυσης δεδομένων απαιτεί τη διαρκή ενημέρωση και αναβάθμιση των γνώσεων και των δεξιοτήτων του εκπαιδευτικού προσωπικού.

Η βιβλιογραφία υπογραμμίζει τη σημασία της συμμετοχής σε κοινότητες πρακτικής, της παρακολούθησης επιμορφωτικών προγραμμάτων και της ανταλλαγής καλών πρακτικών σε επαγγελματικά δίκτυα. Στο πλαίσιο αυτό, η επαγγελματική ανάπτυξη δεν περιορίζεται στην τεχνική κατάρτιση, αλλά περιλαμβάνει τον παιδαγωγικό αναστοχασμό, την προσαρμογή σε νέες τεχνολογικές εξελίξεις και την καλλιέργεια κουλτούρας δια βίου μάθησης. Η Θεματική Περιοχή παρουσιάζει εννοιολογική συνάφεια με την περιοχή «Professional Engagement» του DigCompEdu και με τις κατευθύνσεις για συνεχή επαγγελματική μάθηση στο UNESCO ICT-CFT.

Κεντρική ικανότητα: Το εκπαιδευτικό προσωπικό είναι ικανό να διαχειρίζεται τη συνεχή επαγγελματική του ανάπτυξη και να συμβάλλει στη συλλογική, αναστοχαστική και ερευνητικά τεκμηριωμένη επαγγελματική μάθηση.

Επιμέρους διαστάσεις: συνεχής επαγγελματική μάθηση - αναστοχαστική βελτίωση της πρακτικής - κοινότητες πρακτικής - καθοδήγηση και υποστήριξη συναδέλφων - σύνδεση πρακτικής και έρευνας.

Η αναλυτική περιγραφή των τεσσάρων επιπέδων επάρκειας και των αντίστοιχων παρατηρήσιμων δεικτών παρατίθεται στον Πίνακα Α.9 του Παραρτήματος Α.

D10. Συμπεριληπτικός Σχεδιασμός Μαθησιακών Περιβαλλόντων

Πτυχιακή / Διπλωματική Εργασία «Νταούτης Ευάγγελος»

Η δέκατη Θεματική Περιοχή αφορά την ικανότητα σχεδιασμού και υλοποίησης μαθησιακών δραστηριοτήτων IoT με τρόπο που διασφαλίζει την ισότιμη συμμετοχή και την προσβασιμότητα όλων των εκπαιδευομένων. Η βιβλιογραφία για την ένταξη ψηφιακών τεχνολογιών στην εκπαίδευση υπογραμμίζει ότι η αξιοποίηση καινοτόμων εργαλείων, όπως τα συστήματα IoT, οφείλει να λαμβάνει υπόψη διαφορετικά μαθησιακά προφίλ, επίπεδα ψηφιακής επάρκειας και κοινωνικοοικονομικές παραμέτρους.

Στο πλαίσιο αυτό, το εκπαιδευτικό προσωπικό καλείται να σχεδιάζει δραστηριότητες σύμφωνα με τις αρχές του Καθολικού Σχεδιασμού για τη Μάθηση (Universal Design for Learning - UDL), να προσαρμόζει τα εργαλεία και τις μεθόδους στις ανάγκες των εκπαιδευομένων και να διασφαλίζει ότι η τεχνολογία λειτουργεί ως μέσο ενδυνάμωσης και όχι αποκλεισμού. Η Θεματική Περιοχή παρουσιάζει εννοιολογική συνάφεια με την περιοχή «Empowering Learners» του DigCompEdu και συνδέεται με τις κατευθύνσεις για συμπεριληπτική εκπαίδευση στο UNESCO ICT-CFT.

Κεντρική ικανότητα: Το εκπαιδευτικό προσωπικό είναι ικανό να σχεδιάζει, να προσαρμόζει και να αξιολογεί προσβάσιμες και συμπεριληπτικές μαθησιακές εμπειρίες IoT/ΣΔΥ που υποστηρίζουν την ισότιμη συμμετοχή όλων των εκπαιδευομένων.

Επιμέρους διαστάσεις: εντοπισμός εμποδίων πρόσβασης και συμμετοχής - προσαρμογή υλικού, διεπαφών και τρόπων συμμετοχής - Universal Design for Learning (UDL) - αξιολόγηση ισότιμης συμμετοχής - οργανωμένο πλαίσιο συμπεριληπτικής αξιοποίησης.

Η αναλυτική περιγραφή των τεσσάρων επιπέδων επάρκειας και των αντίστοιχων παρατηρήσιμων δεικτών παρατίθεται στον Πίνακα Α.10 του Παραρτήματος Α.

Οι δέκα θεματικές περιοχές και οι αντίστοιχες κεντρικές ικανότητες συγκροτούν ένα συνεκτικό και αλληλοσυμπληρούμενο πλαίσιο. Οι επιμέρους διαστάσεις λειτουργούν ως θεματικά πεδία εκδήλωσης της κεντρικής ικανότητας και όχι ως ανεξάρτητες ικανότητες.

5.3.1 Κοινή Αναπτυξιακή Λογική των Τεσσάρων Επιπέδων Επάρκειας

Η οργάνωση των κεντρικών ικανοτήτων σε επίπεδα επάρκειας δεν αποσκοπεί σε απλή ταξινόμηση, αλλά στην αποτύπωση μιας εξελικτικής πορείας επαγγελματικής Πτυχιακή / Διπλωματική Εργασία «Νταούτης Ευάγγελος»

ανάπτυξης. Η αξιοποίηση των τεχνολογιών IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού στην εκπαίδευση δεν συνιστά στατική κατάσταση επάρκειας, αλλά διαδικασία σταδιακής εμβάθυνσης που συνδέεται με την εμπειρία, τον παιδαγωγικό αναστοχασμό και την κατανόηση σύνθετων τεχνολογικών οικοσυστημάτων.

Η επιλογή τεσσάρων επιπέδων επιδιώκει ισορροπία μεταξύ αναλυτικής ακρίβειας και λειτουργικότητας. Η κοινή αναπτυξιακή λογική ξεκινά από την αναγνώριση και κατανόηση βασικών εννοιών, προχωρά στην αυτόνομη λειτουργική εφαρμογή και στον συνεκτικό συνδυασμό γνώσεων και πρακτικών και καταλήγει στην κριτική αξιολόγηση και στον ανασχεδιασμό μεταφέρσιμων ή συστημικών πρακτικών.

Τα επίπεδα έχουν αναπτυξιακό χαρακτήρα και δεν αποτελούν επίπεδα πιστοποίησης. Η αντιστοίχιση σε ένα επίπεδο δεν προκύπτει από την επίτευξη ενός μεμονωμένου δείκτη, αλλά από τη συνολική εικόνα της πρακτικής του εκπαιδευτικού προσωπικού στη συγκεκριμένη Θεματική Περιοχή, με συνεκτίμηση του συνολικού προφίλ και των παρατηρήσιμων ενδείξεων.

Πίνακας 5.2: Κοινή αναπτυξιακή λογική των τεσσάρων επιπέδων επάρκειας

Επίπεδο	Κεντρική Λογική	Ενδεικτικά παρατηρήσιμα ρήματα
1 - Βασική Κατανόηση	Αναγνώριση βασικών εννοιών, απαιτήσεων και παραδειγμάτων. Οι εφαρμογές, όταν υπάρχουν, πραγματοποιούνται με καθοδήγηση ή έτοιμο πρότυπο.	αναγνωρίζει, περιγράφει, διακρίνει, εντοπίζει
2 - Λειτουργική Εφαρμογή	Αυτόνομη εφαρμογή βασικών διαδικασιών σε απλές και οριοθετημένες εκπαιδευτικές συνθήκες.	εφαρμόζει, χρησιμοποιεί, προσαρμόζει, καταγράφει
3 - Ολοκληρωμένη Ενσωμάτωση	Συνδυασμός γνώσεων και πρακτικών σε συνεκτικό σχεδιασμό, με τεκμηρίωση επιλογών και προσαρμογή στο πλαίσιο.	σχεδιάζει, συνδυάζει, συντονίζει, τεκμηριώνει
4 - Μετασχηματιστική Αξιοποίηση	Κριτική αξιολόγηση, ανασχεδιασμός και ανάπτυξη μεταφέρσιμων	αξιολογεί, συγκρίνει, αναθεωρεί, ανασχεδιάζει

Επίπεδο	Κεντρική Λογική	Ενδεικτικά παρατηρήσιμα ρήματα
	ή συστημικών πρακτικών στο πεδίο της αντίστοιχης Θεματικής Περιοχής.	

Η κοινή λογική του Πίνακα 5.2 εξειδικεύεται ανάλογα με το περιεχόμενο κάθε Θεματικής Περιοχής. Οι πλήρεις αναπτυξιακές ρουμπρίκες των δέκα κεντρικών ικανοτήτων παρατίθενται στο Παράρτημα Α.

5.3.2 Εφαρμογή των Επιπέδων Επάρκειας ανά Θεματική Περιοχή

Η εφαρμογή των τεσσάρων επιπέδων σε κάθε Θεματική Περιοχή επιτρέπει τη συστηματική αποτύπωση της προοδευτικής ανάπτυξης της αντίστοιχης κεντρικής ικανότητας. Η αναπτυξιακή πορεία διατηρεί κοινή λογική, αλλά εξειδικεύεται σύμφωνα με το περιεχόμενο και τα όρια κάθε Θεματικής Περιοχής.

Για κάθε επίπεδο διατυπώνεται ένα συνολικό προφίλ και έως τρεις παρατηρήσιμοι δείκτες. Οι δείκτες λειτουργούν ως παρατηρήσιμες ενδείξεις εφαρμογής και όχι ως μεμονωμένα κριτήρια μιας μηχανιστικής λίστας ελέγχου. Συνεπώς, η αντιστοίχιση σε επίπεδο επάρκειας δεν βασίζεται στην απλή καταμέτρηση ενεργειών ούτε στην επίτευξη ενός μόνο δείκτη, αλλά στη συνολική συνεκτίμηση της πρακτικής του εκπαιδευτικού προσωπικού στη συγκεκριμένη Θεματική Περιοχή.

Η οριζόντια εφαρμογή της κοινής αναπτυξιακής λογικής σε όλες τις Θεματικές Περιοχές διασφαλίζει εννοιολογική συνοχή, ενώ η εξειδικευμένη διατύπωση των προφίλ και των δεικτών αποτρέπει την αποσπασματική ή υπερβολικά γενική προσέγγιση των ικανοτήτων.

Πίνακας 5.3 - Κεντρικές ικανότητες του προτεινόμενου Πλαισίου ανά Θεματική Περιοχή

Domain – Θεματική Περιοχή	Κεντρική ικανότητα	Επιμέρους διαστάσεις
D1 - Τεχνολογικές Γνώσεις IoT και Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού	Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να σχεδιάζει, να διαμορφώνει και να υποστηρίζει τεχνικά λειτουργικά συστήματα	αρχιτεκτονική συστημάτων - αισθητήρες, ενεργοποιητές και μικροελεγκτές - δικτυακή

Domain – Θεματική Περιοχή	Κεντρική ικανότητα	Επιμέρους διαστάσεις
	IoT/ΣΔΥ για εκπαιδευτική χρήση.	επικοινωνία - τεχνική ροή δεδομένων - ολοκλήρωση και αντιμετώπιση προβλημάτων.
D2 - Παιδαγωγικός Σχεδιασμός Δραστηριοτήτων IoT και ΣΔΥ	Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να σχεδιάζει παιδαγωγικά τεκμηριωμένες μαθησιακές εμπειρίες IoT/ΣΔΥ, ευθυγραμμισμένες με μαθησιακούς στόχους, κατάλληλες διδακτικές προσεγγίσεις και το πρόγραμμα σπουδών.	ευθυγράμμιση στόχων και δραστηριοτήτων - PBL, διερευνητική μάθηση και STEAM - οργάνωση μαθησιακών σεναρίων - αυθεντικά μαθησιακά προβλήματα - ένταξη στο πρόγραμμα σπουδών.
D3 - Διαχείριση και Ανάλυση Μαθησιακών Δεδομένων	Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να συλλέγει, να ελέγχει, να αναλύει, να ερμηνεύει και να αξιοποιεί μαθησιακά δεδομένα για τεκμηριωμένες παιδαγωγικές αποφάσεις.	συλλογή και ποιότητα δεδομένων - απεικόνιση και περιγραφική ανάλυση - ερμηνεία μαθησιακών δεικτών - ανατροφοδότηση και προσαρμογή διδασκαλίας - τεκμηρίωση και επικοινωνία συμπερασμάτων.
D4 - Ασφάλεια και Προστασία Δεδομένων	Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να αναγνωρίζει κινδύνους και να εφαρμόζει ασφαλείς και οργανωμένες πρακτικές προστασίας συσκευών, δικτύων και προσωπικών δεδομένων σε περιβάλλοντα IoT/ΣΔΥ.	ανάλυση κινδύνων κυβερνοασφάλειας - ασφαλείς ρυθμίσεις και έλεγχος πρόσβασης - προστασία προσωπικών δεδομένων και συμμόρφωση - διαχείριση περιστατικών - πολιτικές ασφαλούς χρήσης.
D5 - Αξιολόγηση Μαθησιακών Δραστηριοτήτων IoT	Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να σχεδιάζει και να εφαρμόζει πολυδιάστατη αξιολόγηση και ανατροφοδότηση για τη βελτίωση μαθησιακών δραστηριοτήτων και έργων IoT/ΣΔΥ.	κριτήρια και παρατηρήσιμοι δείκτες - μορφές αξιολόγησης - τεκμηριωμένη ανατροφοδότηση - αξιολόγηση προϊόντος, διαδικασίας και συνεργασίας - αποτίμηση αποτελεσματικότητας και ανασχεδιασμός.

Domain – Θεματική Περιοχή	Κεντρική ικανότητα	Επιμέρους διαστάσεις
D6 - Συνεργασία και Διαχείριση Εκπαιδευτικών Έργων	Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να οργανώνει και να συντονίζει συνεργατικά εκπαιδευτικά έργα IoT/ΣΔΥ, διαχειριζόμενος ομάδες, χρόνο, πόρους και συνεργασίες.	οργάνωση συνεργατικών ομάδων - προγραμματισμός και παρακολούθηση έργου - διαχείριση εξοπλισμού και πόρων - διεπιστημονική συνεργασία - συνεργασίες με εξωτερικούς φορείς.
D7 - Καινοτομία και Δημιουργικός Σχεδιασμός	Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να καθοδηγεί δημιουργικές και επαναληπτικές διαδικασίες σχεδιασμού, πρωτοτυποποίησης, αξιολόγησης και προσαρμογής καινοτόμων λύσεων IoT/ΣΔΥ.	διερεύνηση αναγκών και διατύπωση προβλήματος - παραγωγή και επιλογή ιδεών - πρωτοτυποποίηση και επαναληπτική βελτίωση - χρησιμότητα, εφικτότητα και βιωσιμότητα - μεταφορά και κλιμάκωση λύσεων.
D8 - Κριτική και Ηθική Αξιοποίηση Τεχνολογιών	Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να αξιολογεί κριτικά τις ηθικές και κοινωνικές επιπτώσεις του IoT/ΣΔΥ και να τεκμηριώνει υπεύθυνες, δίκαιες και διαφανείς επιλογές.	ηθικές και κοινωνικές επιπτώσεις - αλγοριθμική μεροληψία και άνιση μεταχείριση - επιτήρηση, ιδιωτικότητα και αυτονομία - διαφάνεια, τεκμηρίωση και λογοδοσία.
D9 - Επαγγελματική Ανάπτυξη Εκπαιδευτικών	Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να διαχειρίζεται τη συνεχή επαγγελματική του ανάπτυξη και να συμβάλλει στη συλλογική, αναστοχαστική και ερευνητικά τεκμηριωμένη επαγγελματική μάθηση.	συνεχής επαγγελματική μάθηση - αναστοχαστική βελτίωση της πρακτικής - κοινότητες πρακτικής - καθοδήγηση και υποστήριξη συναδέλφων - σύνδεση πρακτικής και έρευνας.
D10 - Συμπεριληπτικός Σχεδιασμός Μαθησιακών Περιβαλλόντων	Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να σχεδιάζει, να προσαρμόζει και να αξιολογεί προσβάσιμες και συμπεριληπτικές μαθησιακές εμπειρίες IoT/ΣΔΥ που υποστηρίζουν την ισότιμη συμμετοχή όλων των εκπαιδευομένων.	εντοπισμός εμποδίων πρόσβασης και συμμετοχής - προσαρμογή υλικού, διεπαφών και τρόπων συμμετοχής - Universal Design for Learning (UDL) - αξιολόγηση ισότιμης συμμετοχής - οργανωμένο πλαίσιο

Domain – Θεματική Περιοχή	Κεντρική ικανότητα	Επιμέρους διαστάσεις
		συμπεριληπτικής αξιοποίησης.

Οι αναλυτικές ρουμπρίκες των τεσσάρων επιπέδων, με τα συνολικά προφίλ και τους παρατηρήσιμους δείκτες κάθε κεντρικής ικανότητας, παρατίθενται στους Πίνακες Α.1–Α.10 του Παραρτήματος Α.

5.3.3 Βιβλιογραφική και Μεθοδολογική Τεκμηρίωση των Δέκα Κεντρικών Ικανοτήτων

Η βιβλιογραφική τεκμηρίωση κάθε κεντρικής ικανότητας βασίζεται στη θεματική σύνθεση των ευρημάτων του Κεφαλαίου 4, στις μελέτες S1–S41 και στη συγκριτική εξέταση των εννοιολογικών συγκλίσεων με διεθνή πλαίσια. Η διαδικασία αυτή τεκμηριώνει τη σύνδεση του προτεινόμενου Πλαισίου με τα ευρήματα της ανασκόπησης, χωρίς να μεταφέρει ή να αναπαράγει αυτούσιες διατυπώσεις ικανοτήτων.

Η ισχύς της τεκμηρίωσης δεν είναι ομοιόμορφη σε όλες τις Θεματικές Περιοχές. Για τον λόγο αυτό καταγράφονται ρητά τόσο οι περιπτώσεις με ισχυρή και άμεση βιβλιογραφική βάση όσο και εκείνες στις οποίες η τεκμηρίωση έχει κυρίως θεωρητικό, θεσμικό ή έμμεσο χαρακτήρα. Η διαφάνεια αυτή ενισχύει τη μεθοδολογική αξιοπιστία του πλαισίου.

Πίνακας 5.4 Βιβλιογραφική και συγκριτική τεκμηρίωση των δέκα κεντρικών ικανοτήτων

Domain	Κεντρική ικανότητα	Θεματική βάση Κεφαλαίου 4, μελέτες S1–S41 και ισχύς τεκμηρίωσης	Διεθνή πλαίσια αναφοράς και ειδική διαφοροποίηση
Domain 1 - Τεχνολογικές Γνώσεις IoT και Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού	Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να σχεδιάζει, να διαμορφώνει και να υποστηρίζει τεχνικά λειτουργικά συστήματα	Θεματική βάση Κεφ. 4: αρχιτεκτονική IoT, αισθητήρες, μικροελεγκτές, embedded systems, smart classrooms,	DigCompEdu: Digital Resources / Facilitating Learners' Digital Competence. UNESCO ICT-CFT: Knowledge Acquisition.

Domain	Κεντρική ικανότητα	Θεματική βάση Κεφαλαίου 4, μελέτες S1–S41 και ισχύς τεκμηρίωσης	Διεθνή πλαίσια αναφοράς και ειδική διαφοροποίηση
	IoT/ΣΔΥ για εκπαιδευτική χρήση.	φυσικός υπολογισμός, δικτύωση και τεχνική ροή δεδομένων. Μελέτες: S06, S11, S12, S13, S20, S26, S31, S32, S34, S36, S38, S39, S40. Ισχύς τεκμηρίωσης: ισχυρή και άμεση τεχνολογική κάλυψη.	ACM/IEEE: Computing Foundations. Εξειδίκευση: αρχιτεκτονική IoT, φυσικός υπολογισμός, edge/cloud και τεχνική ολοκλήρωση.
Domain 2 - Παιδαγωγικός Σχεδιασμός Δραστηριοτήτων IoT και ΣΔΥ	Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να σχεδιάζει παιδαγωγικά τεκμηριωμένες μαθησιακές εμπειρίες IoT/ΣΔΥ, ευθυγραμμισμένες με μαθησιακούς στόχους, κατάλληλες διδακτικές προσεγγίσεις και το πρόγραμμα σπουδών.	Θεματική βάση Κεφ. 4: PBL, διερευνητική μάθηση, STEAM, TRPACK, αυθεντικά σενάρια, φυσικός υπολογισμός, Arduino και διαθεματική ένταξη. Μελέτες: S02, S11, S13, S22, S25, S31, S32, S33, S35, S36, S38, S39, S40, S41. Ισχύς τεκμηρίωσης: ισχυρή, με επαναλαμβανόμενη παρουσία PBL/STEAM και παιδαγωγικής ενσωμάτωσης.	DigCompEdu: Teaching and Learning. UNESCO ICT-CFT: Pedagogy. ACM/IEEE: Applied Computing. Εξειδίκευση: σχεδιασμός εμπειριών IoT/ΣΔΥ με δεδομένα αισθητήρων, φυσικό υπολογισμό και αυθεντικά προβλήματα.
Domain 3 - Διαχείριση και Ανάλυση	Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να συλλέγει, να	Θεματική βάση Κεφ. 4: learning analytics, sensor	DigComp 2.2: Information and Data Literacy.

Domain	Κεντρική ικανότητα	Θεματική βάση Κεφαλαίου 4, μελέτες S1–S41 και ισχύς τεκμηρίωσης	Διεθνή πλαίσια αναφοράς και ειδική διαφοροποίηση
Μαθησιακών Δεδομένων	ελέγχει, να αναλύει, να ερμηνεύει και να αξιοποιεί μαθησιακά δεδομένα για τεκμηριωμένες παιδαγωγικές αποφάσεις.	data analysis, predictive modelling, explainable AI και data-informed decision making. Μελέτες: S01, S05, S08, S09, S10, S14, S16, S21, S23, S26, S34. Ισχύς τεκμηρίωσης: ισχυρή, με συνδυασμό IoT-specific και ευρύτερης βιβλιογραφίας learning analytics.	DigCompEdu: Assessment. UNESCO ICT-CFT: Knowledge Deepening. ACM/IEEE: Data and Information Management. Εξειδίκευση: σύνδεση sensor data, learning analytics και παιδαγωγικής λήψης αποφάσεων.
Domain 4 - Ασφάλεια και Προστασία Δεδομένων	Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να αναγνωρίζει κινδύνους και να εφαρμόζει ασφαλείς και οργανωμένες πρακτικές προστασίας συσκευών, δικτύων και προσωπικών δεδομένων σε περιβάλλοντα IoT/ΣΔΥ.	Θεματική βάση Κεφ. 4: cybersecurity, data governance, προστασία προσωπικών δεδομένων, explainable AI, θεσμικές απαιτήσεις και υπεύθυνη χρήση δεδομένων. Μελέτες: S03, S10, S21, S23, S24, S26, S34. Ισχύς τεκμηρίωσης: μικτή· συνδυάζει εφαρμοσμένες αναφορές με θεσμική και θεωρητική τεκμηρίωση.	DigComp 2.2: Safety. DigCompEdu: Digital Resources / Professional Engagement. UNESCO ICT-CFT: ICT Ethics. ACM/IEEE: Cybersecurity. Εξειδίκευση: κυβερνοασφάλεια, GDPR/data governance και διαχείριση περιστατικών σε εκπαιδευτικά IoT περιβάλλοντα.

Domain	Κεντρική ικανότητα	Θεματική βάση Κεφαλαίου 4, μελέτες S1–S41 και ισχύς τεκμηρίωσης	Διεθνή πλαίσια αναφοράς και ειδική διαφοροποίηση
Domain 5 - Αξιολόγηση Μαθησιακών Δραστηριοτήτων IoT	Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να σχεδιάζει και να εφαρμόζει πολυδιάστατη αξιολόγηση και ανατροφοδότηση για τη βελτίωση μαθησιακών δραστηριοτήτων και έργων IoT/ΣΔΥ.	Θεματική βάση Κεφ. 4: αξιολόγηση μέσω learning analytics, assessment σε IoT projects, data-based feedback, τεχνική ορθότητα, διαδικασία και συνεργασία. Μελέτες: S01, S08, S09, S32, S34. Ισχύς τεκμηρίωσης: περιορισμένη άμεση IoT-specific τεκμηρίωση· σημαντικό μέρος είναι έμμεσο ή προέρχεται από learning analytics.	DigCompEdu: Assessment. UNESCO ICT-CFT: Assessment. ACM/IEEE: Evaluation Methods. Εξειδίκευση: πολυδιάστατη αξιολόγηση τεχνικού προϊόντος, μαθησιακής διαδικασίας και συνεργασίας σε έργα IoT/ΣΔΥ.
Domain 6 - Συνεργασία και Διαχείριση Εκπαιδευτικών Έργων	Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να οργανώνει και να συντονίζει συνεργατικά εκπαιδευτικά έργα IoT/ΣΔΥ, διαχειριζόμενος ομάδες, χρόνο, πόρους και συνεργασίες.	Θεματική βάση Κεφ. 4: project-based learning, διεπιστημονικά έργα, ρόλοι, χρονοδιάγραμμα, πόροι, innovation ecosystems και curriculum alignment. Μελέτες: S06, S11, S15, S28, S29, S30, S35, S38. Ισχύς τεκμηρίωσης: μέτρια έως ισχυρή εφαρμοσμένη τεκμηρίωση από έργα και εκπαιδευτικά οικοσυστήματα.	DigCompEdu: Professional Engagement. UNESCO ICT-CFT: Organization and Administration. ACM/IEEE: Project Management. Εξειδίκευση: συντονισμός ομάδων, εξοπλισμού, χρόνου και εξωτερικών συνεργασιών σε εκπαιδευτικά έργα IoT/ΣΔΥ.

Domain	Κεντρική ικανότητα	Θεματική βάση Κεφαλαίου 4, μελέτες S1–S41 και ισχύς τεκμηρίωσης	Διεθνή πλαίσια αναφοράς και ειδική διαφοροποίηση
Domain 7 - Καινοτομία και Δημιουργικός Σχεδιασμός	Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να καθοδηγεί δημιουργικές και επαναληπτικές διαδικασίες σχεδιασμού, πρωτοτυποποίησης, αξιολόγησης και προσαρμογής καινοτόμων λύσεων IoT/ΣΔΥ.	Θεματική βάση Κεφ. 4: maker movement, φυσικός και απτός προγραμματισμός, πρωτοτυποποίηση, δημιουργία artefacts, υπολογιστική σκέψη και επαναληπτικός σχεδιασμός. Μελέτες: S13, S17, S32, S35, S36. Ισχύς τεκμηρίωσης: μέτρια και σχετικά άμεση, με σαφή έμφαση στη δημιουργία και στον πειραματισμό.	DigCompEdu: Facilitating Learners' Digital Competence. UNESCO ICT-CFT: Knowledge Creation. ACM/IEEE: Design and Innovation. Εξειδίκευση: maker-oriented σχεδιασμός, πρωτοτυποποίηση και μεταφορά λύσεων IoT/ΣΔΥ σε αυθεντικά προβλήματα.
Domain 8 - Κριτική και Ηθική Αξιοποίηση Τεχνολογιών	Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να αξιολογεί κριτικά τις ηθικές και κοινωνικές επιπτώσεις του IoT/ΣΔΥ και να τεκμηριώνει υπεύθυνες, δίκαιες και διαφανείς επιλογές.	Θεματική βάση Κεφ. 4: AI ethics, αλγοριθμική μεροληψία, explainable AI, επιτήρηση, ιδιωτικότητα, κοινωνικές επιπτώσεις και λογοδοσία. Μελέτες: S07, S10, S21. Ισχύς τεκμηρίωσης: θεωρητικά ισχυρή, αλλά περιορισμένη ως προς άμεσες εμπειρικές εφαρμογές IoT στην εκπαίδευση.	DigComp 2.2: Safety (εννοιολογική συνάφεια). DigCompEdu: Professional Engagement / Empowering Learners. UNESCO ICT-CFT: ICT Ethics. ACM/IEEE: Social and Ethical Issues. Εξειδίκευση: bias, επιτήρηση, αυτονομία, αλγοριθμική διαφάνεια και λογοδοσία σε

Domain	Κεντρική ικανότητα	Θεματική βάση Κεφαλαίου 4, μελέτες S1–S41 και ισχύς τεκμηρίωσης	Διεθνή πλαίσια αναφοράς και ειδική διαφοροποίηση
			IoT/AIoT εφαρμογές.
Domain 9 - Επαγγελματική Ανάπτυξη Εκπαιδευτικών	Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να διαχειρίζεται τη συνεχή επαγγελματική του ανάπτυξη και να συμβάλλει στη συλλογική, αναστοχαστική και ερευνητικά τεκμηριωμένη επαγγελματική μάθηση.	Θεματική βάση Κεφ. 4: teacher competence frameworks, DigCompEdu/ICT-CFT, professional learning, acceptance models, κοινότητες πρακτικής, αναστοχασμός και ετοιμότητα εκπαιδευτικών. Μελέτες: S02, S06, S15, S19, S24, S25, S27, S31, S32, S33, S37, S39, S40, S41. Ισχύς τεκμηρίωσης: ισχυρή μέσω συνδυασμού θεσμικών πλαισίων και μελετών εκπαιδευτικών.	DigCompEdu: Professional Engagement. UNESCO ICT-CFT: Professional Learning. ACM/IEEE: Continuing Professional Development. Εξειδίκευση: συνεχής μάθηση, κοινότητες πρακτικής, mentoring και σύνδεση της επαγγελματικής πρακτικής με έρευνα στο πεδίο IoT/ΣΔΥ.
Domain 10 - Συμπεριληπτικός Σχεδιασμός Μαθησιακών Περιβαλλόντων	Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να σχεδιάζει, να προσαρμόζει και να αξιολογεί προσβάσιμες και συμπεριληπτικές μαθησιακές εμπειρίες IoT/ΣΔΥ που υποστηρίζουν την ισότιμη συμμετοχή όλων	Θεματική βάση Κεφ. 4: inclusive education, equity, learner empowerment, προσβασιμότητα, διαφοροποίηση και UDL. Μελέτες: S24, S25. Ισχύς τεκμηρίωσης: περιορισμένη ως	DigCompEdu: Empowering Learners. UNESCO ICT-CFT: Inclusive Education. ACM/IEEE: Accessibility. Εξειδίκευση: UDL, προσβασιμότητα φυσικών και ψηφιακών

Domain	Κεντρική ικανότητα	Θεματική βάση Κεφαλαίου 4, μελέτες S1–S41 και ισχύς τεκμηρίωσης	Διεθνή πλαίσια αναφοράς και ειδική διαφοροποίηση
	των εκπαιδευομένων.	προς IoT-specific εμπειρικά δεδομένα· η θεσμική και θεωρητική τεκμηρίωση είναι ισχυρότερη.	διεπαφών IoT και συστηματική μείωση φραγμών συμμετοχής.

Η παραπάνω τεκμηρίωση συνδέει τις δέκα κεντρικές ικανότητες με τα ευρήματα της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης και με τους στόχους της ΜΔΕ: τη χαρτογράφηση των εκπαιδευτικών πρακτικών, την ανάδειξη των επιμορφωτικών αναγκών και τη διαμόρφωση ενός εξειδικευμένου πλαισίου για την εκπαιδευτική αξιοποίηση IoT και ΣΔΥ. Η πλήρης αντιστοίχιση των μελετών ανά Domain παρουσιάζεται στο Παράρτημα Β.

5.4 Συγκριτική χαρτογράφηση του Προτεινόμενου Πλαισίου με Διεθνή Πλαίσια Ικανοτήτων

Προκειμένου να ενισχυθεί η θεωρητική τεκμηρίωση του προτεινόμενου Πλαισίου Ικανοτήτων, πραγματοποιήθηκε συγκριτική χαρτογράφηση με διεθνώς αναγνωρισμένα πλαίσια ψηφιακών και τεχνολογικών ικανοτήτων. Η χαρτογράφηση αποτυπώνει σημεία σύγκλισης και διαφοροποίησης, καθώς και την ειδική συνεισφορά του προτεινόμενου Πλαισίου σε σχέση με τα υφιστάμενα πρότυπα.

Το προτεινόμενο πλαίσιο παρουσιάζει συγκλίσεις με:

- τις πέντε περιοχές του DigComp 2.2 (Vuorikari et al., 2022),
- τις έξι περιοχές του DigCompEdu (Redecker, 2017),
- τα επίπεδα του UNESCO ICT-CFT (UNESCO, 2018),
- τα διεθνή πρότυπα πληροφορικής ACM/IEEE.

Παράλληλα, εξειδικεύει τα υφιστάμενα μοντέλα ως προς τις τεχνολογικές και παιδαγωγικές ιδιαιτερότητες των εφαρμογών IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού.

Η συσχέτιση με τα πλαίσια DigComp 2.2 και DigCompEdu δεν περιορίζεται στη θεματική αντιστοίχιση. Ενώ τα ευρωπαϊκά πλαίσια ορίζουν οριζόντιες ψηφιακές ικανότητες, το προτεινόμενο πλαίσιο εστιάζει σε ένα τεχνολογικά εξειδικευμένο πεδίο, όπου η διαχείριση φυσικών συσκευών, η κατανόηση αρχιτεκτονικών IoT και η ερμηνεία δεδομένων αισθητήρων αποκτούν κεντρική σημασία.

Το προτεινόμενο Πλαίσιο λειτουργεί συμπληρωματικά προς τα υφιστάμενα μοντέλα, εξειδικεύοντας τις ψηφιακές ικανότητες στο πεδίο των εφαρμογών IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού.

Πίνακας 5.5: Συγκριτική Χαρτογράφηση Προτεινόμενου Πλαισίου με Διεθνή Πρότυπα

Προτεινόμενο Domain	DigCompEdu	UNESCO ICT-CFT	ACM/IEEE	Προστιθέμενη Αξία
Domain 1 - Τεχνολογικές Γνώσεις IoT και Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού	Digital Resources / Facilitating Learners' Digital Competence	Knowledge Acquisition	Computing Foundations	Εξειδίκευση σε IoT αρχιτεκτονική και φυσικό υπολογισμό που δεν αποτυπώνεται ρητά στα γενικά ψηφιακά πλαίσια.
Domain 2 - Παιδαγωγικός Σχεδιασμός Δραστηριοτήτων IoT και ΣΔΥ	Teaching & Learning	Pedagogy	Applied Computing	Συστηματική ενσωμάτωση IoT σε PBL/STEAM με δομημένο σχεδιασμό μαθησιακών εμπειριών.
Domain 3 - Διαχείριση και Ανάλυση Μαθησιακών Δεδομένων	Assessment	Knowledge Deepening	Data & Information Management	Σύνδεση IoT sensor data με learning analytics και τεκμηριωμένη λήψη αποφάσεων.
Domain 4 - Ασφάλεια και Προστασία Δεδομένων	Digital Resources / Professional Engagement	ICT Ethics	Cybersecurity	Εστίαση σε data governance και GDPR σε σχολικά IoT περιβάλλοντα.
Domain 5 - Αξιολόγηση Μαθησιακών Δραστηριοτήτων IoT	Assessment	Assessment	Evaluation Methods	Εξειδικευμένη αξιολόγηση τεχνικών, συνεργατικών και project-based IoT έργων.
Domain 6 - Συνεργασία και Διαχείριση Εκπαιδευτικών Έργων	Professional Engagement	Organization & Administration	Project Management	Σύνδεση IoT projects με οικοσυστήματα καινοτομίας και διαθεματική συνεργασία.
Domain 7 - Καινοτομία και Δημιουργικός Σχεδιασμός	Facilitating Learners'	Knowledge Creation	Design & Innovation	Maker-oriented IoT innovation με έμφαση σε αυθεντικά προβλήματα.

Προτεινόμενο Domain	DigCompEdu	UNESCO ICT-CFT	ACM/IEEE	Προστιθέμενη Αξία
	Digital Competence			
Domain 8 - Κριτική και Ηθική Αξιοποίηση Τεχνολογιών	Professional Engagement / Empowering Learners	ICT Ethics	Social & Ethical Issues	Συστηματική ενσωμάτωση bias, επιτήρησης και αλγοριθμικής διαφάνειας.
Domain 9 - Επαγγελματική Ανάπτυξη Εκπαιδευτικών	Professional Engagement	Professional Learning	Continuing Professional Development	Σύνδεση IoT με κοινότητες πρακτικής και συνεχή επαγγελματική μάθηση.
Domain 10 - Συμπεριληπτικός Σχεδιασμός Μαθησιακών Περιβαλλόντων	Empowering Learners	Inclusive Education	Accessibility	UDL-based σχεδιασμός IoT μαθησιακών δραστηριοτήτων και συστηματική μείωση φραγμών πρόσβασης.

Επιπλέον, η ένταξη διαστάσεων όπως η κυβερνοασφάλεια IoT, η ηθική χρήση learning analytics και η κατανόηση edge-cloud υποδομών δεν αποτυπώνεται ρητά στα γενικά ψηφιακά frameworks, γεγονός που αναδεικνύει το πεδίο εξειδίκευσης του παρόντος πλαισίου.

Από τη συγκριτική ανάλυση προκύπτει ότι το προτεινόμενο πλαίσιο δεν αναπαράγει απλώς υφιστάμενες δομές, αλλά εξειδικεύει τη διάσταση των τεχνολογιών IoT και Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού, εισάγοντας επίπεδα επάρκειας και κριτήρια προοδευτικής εφαρμογής.

Επιπλέον, η συστηματική αυτή χαρτογράφηση συμβάλλει στη διασφάλιση της εννοιολογικής συνοχής του πλαισίου και επιβεβαιώνει ότι οι θεματικές περιοχές του συνδέονται με ευρύτερες διεθνείς προσεγγίσεις ανάπτυξης ψηφιακών και επαγγελματικών ικανοτήτων. Η συγκριτική αυτή ανάλυση αναδεικνύει τη συμβολή του προτεινόμενου πλαισίου, καθώς εξειδικεύει τις γενικές ψηφιακές ικανότητες στο πεδίο της εκπαιδευτικής αξιοποίησης τεχνολογιών Internet of Things και Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού. Με τον τρόπο αυτό, το προτεινόμενο Πλαίσιο επιχειρεί να γεφυρώσει τα γενικά πλαίσια ψηφιακών ικανοτήτων με τις ειδικές τεχνολογικές απαιτήσεις που αναδύονται στα σύγχρονα τεχνολογικά μαθησιακά περιβάλλοντα.

Στην Ενότητα 5.6 εξετάζεται η συσχέτιση του Πλαισίου Ικανοτήτων με ευρύτερους κοινωνικούς και αναπτυξιακούς στόχους, όπως αποτυπώνονται στους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDGs). Για την αποτύπωση της προοδευτικής ανάπτυξης των ικανοτήτων, το Πλαίσιο συνοδεύεται από μοντέλο επιπέδων επάρκειας (maturity levels), το οποίο περιγράφει τη σταδιακή εξέλιξη από τη βασική κατανόηση των τεχνολογιών έως την κριτική και δημιουργική αξιοποίηση τους σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Επομένως, το προτεινόμενο πλαίσιο δεν αναπαράγει υφιστάμενα μοντέλα, αλλά λειτουργεί ως εξειδικευμένη προέκτασή τους στο πεδίο των IoT και ΣΔΥ.

5.5 Επίπεδα επάρκειας και Παρατηρήσιμοι Δείκτες

Τα τέσσερα επίπεδα επάρκειας εφαρμόζονται χωριστά σε κάθε Θεματική Περιοχή και αποτυπώνουν την εξέλιξη της αντίστοιχης κεντρικής ικανότητας: Βασική Κατανόηση, Λειτουργική Εφαρμογή, Ολοκληρωμένη Ενσωμάτωση και Μετασχηματιστική

Αξιοποίηση. Η κοινή αναπτυξιακή λογική παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.2 και εξειδικεύεται στις ρουμπρίκες του Παραρτήματος Α.

Σε κάθε επίπεδο συνδυάζονται ένα συνολικό προφίλ επάρκειας και έως τρεις παρατηρήσιμοι δείκτες. Οι δείκτες περιγράφουν συγκεκριμένες ενέργειες ή αποτελέσματα που μπορούν να τεκμηριωθούν στην εκπαιδευτική πράξη, αλλά δεν αποτελούν ανεξάρτητες ικανότητες ούτε εξαντλητικό κατάλογο απαιτήσεων.

Η αντιστοίχιση σε επίπεδο προκύπτει από τη συνολική εικόνα της πρακτικής του εκπαιδευτικού προσωπικού στη συγκεκριμένη Θεματική Περιοχή. Η μεμονωμένη επίτευξη ενός δείκτη δεν επαρκεί για την αντιστοίχιση σε επίπεδο, όπως και η απουσία ενός επιμέρους δείκτη δεν αποκλείει αυτομάτως την αντιστοίχιση σε συγκεκριμένο επίπεδο, όταν το συνολικό προφίλ τεκμηριώνεται συνεκτικά από την πρακτική και τα διαθέσιμα στοιχεία.

Τα επίπεδα έχουν αναπτυξιακό χαρακτήρα και δεν αποτελούν επίπεδα πιστοποίησης. Μπορούν να υποστηρίξουν τον αναστοχασμό, τον σχεδιασμό επιμορφωτικών διαδρομών και τη μελλοντική ανάπτυξη εργαλείων αυτοαξιολόγησης, χωρίς να συνιστούν στην παρούσα μορφή τυπικό μηχανισμό πιστοποίησης ή μηχανιστική κλίμακα βαθμολόγησης.

Οι πλήρεις αναπτυξιακές ρουμπρίκες των δέκα κεντρικών ικανοτήτων, με τα συνολικά προφίλ και τους παρατηρήσιμους δείκτες κάθε επιπέδου, παρατίθενται στο Παράρτημα Α.

5.6 Συσχέτιση του Πλαισίου Ικανοτήτων με τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDGs)

Το προτεινόμενο Πλαίσιο παρουσιάζει συνάφεια με επιμέρους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDGs), καθώς η εκπαιδευτική αξιοποίηση των τεχνολογιών IoT συνδέεται με την προώθηση ποιοτικής, συμπεριληπτικής και τεχνολογικά υπεύθυνης εκπαίδευσης. Η ανάπτυξη ικανοτήτων που αφορούν τη διαχείριση δεδομένων, την ηθικά υπεύθυνη χρήση της τεχνολογίας και τη διαθεματική συνεργασία μπορεί να υποστηρίξει τη διαμόρφωση συμπεριληπτικών και καινοτόμων εκπαιδευτικών πρακτικών.

Ταυτόχρονα, η βαθύτερη κατανόηση των τεχνολογικών συστημάτων IoT υποστηρίζει τη διασύνδεση μεταξύ εκπαίδευσης, έρευνας και παραγωγικών τομέων, συμβάλλοντας στη σύνδεση του εκπαιδευτικού συστήματος με σύγχρονα οικοσυστήματα καινοτομίας.

Η συσχέτιση των θεματικών περιοχών του προτεινόμενου Πλαισίου Ικανοτήτων με επιμέρους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης αποτυπώνεται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 5.6: Συσχέτιση Θεματικών Περιοχών με Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDGs)

Θεματική Περιοχή	Σχετικός SDG	Τεκμηρίωση Συσχέτισης
Domain 1 - Τεχνολογικές Γνώσεις IoT και Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού	SDG 4, SDG 9	Ενίσχυση τεχνολογικού γραμματισμού και κατανόηση αναδυόμενων τεχνολογικών υποδομών.
Domain 2 - Παιδαγωγικός Σχεδιασμός Δραστηριοτήτων IoT και ΣΔΥ	SDG 4	Βελτίωση ποιότητας διδασκαλίας μέσω τεχνολογικά εμπλουτισμένων μαθησιακών εμπειριών.
Domain 3 - Διαχείριση και Ανάλυση Μαθησιακών Δεδομένων	SDG 4, SDG 9	Αξιοποίηση δεδομένων για τεκμηριωμένη μάθηση και εκπαιδευτική καινοτομία.
Domain 4 - Ασφάλεια και Προστασία Δεδομένων	SDG 16	Προώθηση υπεύθυνης διακυβέρνησης δεδομένων και ψηφιακής ασφάλειας.
Domain 5 - Αξιολόγηση Μαθησιακών Δραστηριοτήτων IoT	SDG 4	Υποστήριξη ποιοτικής εκπαίδευσης μέσω τεκμηριωμένης αξιολόγησης και ανατροφοδότησης μαθησιακών δραστηριοτήτων.
Domain 6 - Συνεργασία και Διαχείριση Εκπαιδευτικών Έργων	SDG 17	Ανάπτυξη συνεργασιών μεταξύ εκπαιδευτικών ιδρυμάτων και τεχνολογικών φορέων.
Domain 7 - Καινοτομία και Δημιουργικός Σχεδιασμός	SDG 9	Προώθηση δημιουργικής αξιοποίησης τεχνολογίας και καινοτομίας.
Domain 8 - Κριτική και Ηθική Αξιοποίηση Τεχνολογιών	SDG 10, SDG 16	Μείωση ανισοτήτων και προώθηση υπεύθυνης και ηθικής τεχνολογικής χρήσης.
Domain 9 - Επαγγελματική Ανάπτυξη Εκπαιδευτικών	SDG 4, SDG 17	Ενίσχυση της δια βίου μάθησης των εκπαιδευτικών και ανάπτυξη συνεργατικών επαγγελματικών κοινοτήτων.

Domain 10 - Συμπεριληπτικός Σχεδιασμός Μαθησιακών Περιβαλλόντων	SDG 4, SDG 10	Διασφάλιση ισότιμης και συμπεριληπτικής εκπαίδευσης.
--	---------------	--

Η παραπάνω συσχέτιση αναδεικνύει ότι το Πλαίσιο δεν περιορίζεται στην τεχνολογική διάσταση, αλλά συνδέεται και με ευρύτερους κοινωνικούς και αναπτυξιακούς στόχους βιώσιμης ανάπτυξης, ενισχύοντας τη βιώσιμη και υπεύθυνη αξιοποίηση των τεχνολογιών IoT στην εκπαίδευση.

Η καλλιέργεια ικανοτήτων σχετικών με το IoT ενισχύει τη δυνατότητα του εκπαιδευτικού προσωπικού να σχεδιάζει και να υλοποιεί τεχνολογικά υπεύθυνες μαθησιακές παρεμβάσεις, συμβάλλοντας στη διαμόρφωση βιώσιμων και συνεργατικών μαθησιακών οικοσυστημάτων. Η συσχέτιση αυτή υποδηλώνει ότι το Πλαίσιο Ικανοτήτων μπορεί να γεφυρώσει το χάσμα μεταξύ των γενικών ψηφιακών πλαισίων και των εξειδικευμένων απαιτήσεων της εκπαιδευτικής αξιοποίησης του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού.

5.7 Ευθυγράμμιση με Διεθνή Πλαίσια (DigCompEdu/UNESCO/ISTE/ACM/IEEE)

Το προτεινόμενο Πλαίσιο Ικανοτήτων διαμορφώθηκε βάσει της συνθετικής ανάλυσης της διεθνούς βιβλιογραφίας και παρουσιάζει εννοιολογική συνάφεια με αναγνωρισμένα διεθνή πλαίσια ψηφιακών και επαγγελματικών ικανοτήτων του εκπαιδευτικού προσωπικού, όπως το DigCompEdu, το UNESCO ICT Competency Framework for Teachers, καθώς και πρότυπα που έχουν αναπτυχθεί από οργανισμούς όπως το ISTE, η ACM και η IEEE.

Τα πλαίσια αυτά παρέχουν θεωρητικό υπόβαθρο για την κατανόηση της επαγγελματικής επάρκειας του εκπαιδευτικού προσωπικού σε τεχνολογικά εμπλουτισμένα μαθησιακά περιβάλλοντα. Ειδικότερα, το DigCompEdu αναδεικνύει τη σημασία της παιδαγωγικής αξιοποίησης της τεχνολογίας, ενώ το UNESCO ICT-CFT προσεγγίζει την ανάπτυξη ικανοτήτων ως μια προοδευτική μετάβαση από τον τεχνολογικό γραμματισμό προς πιο σύνθετες μορφές δημιουργίας γνώσης.

Η εννοιολογική συνάφεια των παραπάνω πλαισίων με το προτεινόμενο Πλαίσιο υποδηλώνει ότι η εκπαιδευτική αξιοποίηση τεχνολογιών IoT και Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού δεν μπορεί να περιορίζεται μόνο σε τεχνολογικές γνώσεις. Αντίθετα, απαιτεί

συνδυασμό τεχνολογικών, παιδαγωγικών και επαγγελματικών ικανοτήτων, οι οποίες επιτρέπουν στο εκπαιδευτικό προσωπικό να σχεδιάζει, να υλοποιεί και να αξιολογεί τεχνολογικά εμπλουτισμένα μαθησιακά περιβάλλοντα.

Ευρήματα από μελέτες στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση στην Ελλάδα, που αξιοποιούν το πλαίσιο DigCompEdu, δείχνουν ότι η ψηφιακή επάρκεια του εκπαιδευτικού προσωπικού συνδέεται με τη συχνότητα χρήσης ψηφιακών εργαλείων, χωρίς όμως να αποτελεί τον μοναδικό παράγοντα που επηρεάζει τις διδακτικές πρακτικές. Οι παιδαγωγικές πεποιθήσεις του εκπαιδευτικού προσωπικού και η συστηματική επιμόρφωση αναδεικνύονται ως καθοριστικές μεταβλητές για την ουσιαστική ενσωμάτωση της τεχνολογίας στη διδασκαλία.

Το προτεινόμενο πλαίσιο συνιστά μια βιβλιογραφικά τεκμηριωμένη και εννοιολογικά θεμελιωμένη πρόταση. Η περαιτέρω έρευνα μπορεί να περιλαμβάνει:

- εμπειρική επικύρωση μέσω ερωτηματολογίου,
- ποιοτική διερεύνηση μέσω συνεντεύξεων ή ομάδων εστίασης (focus groups),
- πιλοτική εφαρμογή σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα.

Οι διαδικασίες αυτές θα μπορούσαν να συμβάλουν στην περαιτέρω τεκμηρίωση, βελτίωση και εφαρμογή του Πλαισίου σε διαφορετικά εκπαιδευτικά συμφραζόμενα.

5.8 Προοπτικές Εφαρμογής και Εμπειρικής Επικύρωσης του Πλαισίου Ικανοτήτων

Το προτεινόμενο πλαίσιο διαμορφώθηκε βάσει συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης και συγκριτικής χαρτογράφησης με διεθνή πρότυπα. Ωστόσο, η περαιτέρω τεκμηρίωσή του προϋποθέτει εμπειρική διερεύνηση και επιστημονική επικύρωση σε πραγματικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Για τον λόγο αυτό προτείνεται μια πολυφασική διαδικασία αξιολόγησης, η οποία μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο μελλοντικής έρευνας. Ταυτόχρονα, το πλαίσιο μπορεί να αξιοποιηθεί ως εργαλείο αναφοράς για τον σχεδιασμό επιμορφωτικών προγραμμάτων, την ανάπτυξη προγραμμάτων σπουδών και την υποστήριξη πολιτικών ψηφιακού μετασχηματισμού στην εκπαίδευση, συμβάλλοντας στη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ τεχνολογικής και παιδαγωγικής αξιοποίησης των τεχνολογιών IoT.

Σε πρώτο στάδιο, προτείνεται η εφαρμογή μεθόδου δομημένης ανατροφοδότησης από ειδικούς (expert review). Η διαδικασία μπορεί να περιλαμβάνει μέλη του διδακτικού και Πτυχιακή / Διπλωματική Εργασία «Νταούτης Ευάγγελος»

ερευνητικού προσωπικού με εξειδίκευση στο IoT και στην ψηφιακή εκπαίδευση, καθώς και έμπειρο εκπαιδευτικό προσωπικό Δευτεροβάθμιας και Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Η αξιολόγηση θα μπορούσε να εστιάσει στη σαφήνεια των θεματικών περιοχών, στη συνάφεια των επιπέδων επάρκειας, στη ρεαλιστικότητα της εφαρμογής σε σχολικά και ακαδημαϊκά περιβάλλοντα και στην πληρότητα ως προς τις τεχνολογικές και παιδαγωγικές απαιτήσεις.

Εφόσον κριθεί σκόπιμο, η διαδικασία αυτή μπορεί να οργανωθεί με βάση τη μεθοδολογία Delphi, η οποία επιτρέπει τη συστηματική συλλογή και σύνθεση απόψεων μέσω διαδοχικών κύκλων αξιολόγησης, με στόχο τη σταδιακή σύγκλιση σε κοινά αποδεκτές διατυπώσεις και προτεραιότητες. Μέσα από ανώνυμη και επαναληπτική διαδικασία ανατροφοδότησης, μπορούν να εξεταστούν η σαφήνεια των θεματικών περιοχών, η πληρότητα των επιπέδων επάρκειας και η καταλληλότητα των δεικτών εφαρμογής. Η αξιοποίηση μιας τέτοιας προσέγγισης θα μπορούσε να ενισχύσει την τεκμηρίωση του περιεχομένου του Πλαισίου Ικανοτήτων και να συμβάλει στη διαμόρφωση ευρύτερης επιστημονικής συναίνεσης.

Σε δεύτερο στάδιο, προτείνεται η πιλοτική εφαρμογή του πλαισίου σε επιλεγμένα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, με στόχο τη διερεύνηση της πρακτικής λειτουργικότητάς του. Η εφαρμογή αυτή μπορεί να περιλαμβάνει αυτοαξιολόγηση του εκπαιδευτικού προσωπικού, σχεδιασμό και υλοποίηση IoT εκπαιδευτικών έργων βάσει των θεματικών περιοχών, καθώς και καταγραφή δυσκολιών και αναγκών επιμόρφωσης.

Σε τρίτο στάδιο, μπορεί να πραγματοποιηθεί ποσοτική διερεύνηση μέσω ερωτηματολογίου, με σκοπό την αποτύπωση της αντιλαμβανόμενης συνάφειας και χρησιμότητας του πλαισίου. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων μπορεί να συμβάλει στη διερεύνηση της εσωτερικής συνοχής των θεματικών περιοχών και της διακριτότητας των επιπέδων επάρκειας.

Επιπλέον, σε μεταγενέστερη φάση, θα μπορούσε να εξεταστεί η ανάπτυξη εργαλείων αξιολόγησης ή δεικτών εφαρμογής, οι οποίοι να υποστηρίζουν τη συστηματική αποτύπωση της προόδου του εκπαιδευτικού προσωπικού. Μια τέτοια προσέγγιση θα επέτρεπε τη μετάβαση από ένα θεωρητικό μοντέλο σε ένα λειτουργικό εργαλείο επαγγελματικής ανάπτυξης.

Η διαδικασία επικύρωσης δεν αντιμετωπίζεται ως τυπική συμπληρωματική ενέργεια, αλλά ως ουσιαστικό στάδιο για τη σταδιακή ωρίμανση του Πλαισίου Ικανοτήτων. Μέσω της

εμπειρικής διερεύνησης, το πλαίσιο μπορεί να προσαρμοστεί, να αναθεωρηθεί όπου απαιτείται και να αποκτήσει αυξημένη επιστημονική τεκμηρίωση.

Η μελλοντική ένταξη ενός σαφούς σταδίου επικύρωσης θα μπορούσε να ενισχύσει τη μεθοδολογική συνοχή του Πλαισίου και να το εντάξει σε μια δυναμική πορεία εξέλιξης, συνδεδεμένη με τις πραγματικές ανάγκες της εκπαιδευτικής πράξης. Παράλληλα, θα μπορούσαν να ενισχυθούν η τεκμηρίωση του περιεχομένου και η εννοιολογική συνοχή του Πλαισίου.

5.9 Σύνοψη Κεφαλαίου

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκε το προτεινόμενο πλαίσιο για την εκπαιδευτική αξιοποίηση των τεχνολογιών IoT και Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού, το οποίο προέκυψε από τη σύνθεση των ευρημάτων της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης που παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 4. Το πλαίσιο περιλαμβάνει δέκα Θεματικές Περιοχές, καθεμία από τις οποίες αντιστοιχεί σε μία κεντρική ικανότητα και αναλύεται σε επιμέρους διαστάσεις και παρατηρήσιμους δείκτες τεσσάρων επιπέδων επάρκειας. Επιπλέον, παρουσιάστηκαν η βιβλιογραφική τεκμηρίωση και η εννοιολογική συνάφεια με διεθνή και ευρωπαϊκά πλαίσια αναφοράς, στοιχεία που ενισχύουν τη θεωρητική συνοχή και τη συγκρισιμότητα της πρότασης.

Το προτεινόμενο Πλαίσιο μπορεί να συμβάλει στον σχεδιασμό επιμορφωτικών δράσεων, στην ανάπτυξη μαθησιακών δραστηριοτήτων και στη μελλοντική εμπειρική διερεύνηση πρακτικών ένταξης IoT και Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού σε διαφορετικές βαθμίδες εκπαίδευσης. Συνολικά, αποτελεί συνθετική αποτύπωση των τεχνολογικών, παιδαγωγικών και επαγγελματικών διαστάσεων που απαιτούνται για την εκπαιδευτική αξιοποίηση των τεχνολογιών του Διαδικτύου των Πραγμάτων και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού.

Η συστηματική οργάνωση των ικανοτήτων σε Θεματικές Περιοχές και επίπεδα επάρκειας επιχειρεί να γεφυρώσει το χάσμα μεταξύ της τεχνολογικής ανάπτυξης των συστημάτων IoT και της παιδαγωγικά τεκμηριωμένης ενσωμάτωσής τους στην εκπαιδευτική πράξη.

Το προτεινόμενο Πλαίσιο Ικανοτήτων αποτελεί το βασικό αποτέλεσμα της παρούσας μελέτης, καθώς οργανώνει τα ευρήματα της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης σε μια συνεκτική και θεωρητικά τεκμηριωμένη πρόταση. Στο επόμενο κεφάλαιο

παρουσιάζονται τα βασικά συμπεράσματα της έρευνας, η συνεισφορά της μελέτης και προτάσεις για μελλοντική διερεύνηση.

6. Συμπεράσματα

6.1 Βασικά Ευρήματα

Η παρούσα μελέτη διερεύνησε συστηματικά την ενσωμάτωση των τεχνολογιών του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού (ΣΔΥ) στην εκπαίδευση, μέσω συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης που περιέλαβε 41 μελέτες. Τα ευρήματα ανέδειξαν ότι η αξιοποίηση των τεχνολογιών αυτών δεν περιορίζεται σε τεχνικές δεξιότητες, αλλά προϋποθέτει ένα σύνθετο σύνολο ικανοτήτων που συνδυάζουν τεχνολογικές, παιδαγωγικές και κανονιστικές διαστάσεις. Η σύνθεση των ευρημάτων δεν περιορίστηκε στην καταγραφή επιμέρους εφαρμογών, αλλά ανέδειξε επαναλαμβανόμενα μοτίβα και συγκλίνουσες απαιτήσεις, επιτρέποντας τη διαμόρφωση μιας συνολικής εικόνας των αναγκαίων επαγγελματικών ικανοτήτων.

Σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης, η ενσωμάτωση του IoT συνδέεται με βιωματικές και διερευνητικές μορφές μάθησης, όπως η μάθηση βάσει έργου (Project-Based Learning – PBL) και οι προσεγγίσεις STEAM. Παράλληλα, αναδείχθηκε η αυξανόμενη σημασία της διαχείρισης μαθησιακών δεδομένων, της αξιοποίησης των δεδομένων μέσω learning analytics και της υπεύθυνης χρήσης δεδομένων.

Επιπλέον, τα ευρήματα κατέδειξαν διαφοροποιήσεις μεταξύ βαθμίδων εκπαίδευσης, με έμφαση στην ανάπτυξη βασικών δεξιοτήτων στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και πιο σύνθετων τεχνολογικών και αναλυτικών ικανοτήτων στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Παράλληλα, εντοπίστηκε βιβλιογραφικό κενό ως προς την ύπαρξη εξειδικευμένων πλαισίων ικανοτήτων για την εκπαιδευτική αξιοποίηση του IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού.

Τα παραπάνω ευρήματα αναδεικνύουν την ανάγκη συστηματικής οργάνωσης των επαναλαμβανόμενων γνώσεων, ενεργειών και επαγγελματικών απαιτήσεων σε ένα συνεκτικό πλαίσιο. Η σύνθεση αυτή οδήγησε στη διαμόρφωση δέκα Θεματικών Περιοχών, καθεμία από τις οποίες αντιστοιχεί σε μία κεντρική ικανότητα και εξειδικεύεται μέσω επιμέρους διαστάσεων και παρατηρήσιμων δεικτών.

6.2 Συνεισφορά της Μελέτης

Η βασική συνεισφορά της παρούσας μελέτης είναι η διαμόρφωση ενός συνεκτικού και βιβλιογραφικά τεκμηριωμένου Πλαισίου Ικανοτήτων για την εκπαιδευτική αξιοποίηση των τεχνολογιών IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού.

Το Πλαίσιο περιλαμβάνει δέκα Θεματικές Περιοχές, καθεμία από τις οποίες αντιστοιχεί σε μία κεντρική ικανότητα και αναλύεται σε επιμέρους διαστάσεις και παρατηρήσιμους δείκτες τεσσάρων επιπέδων επάρκειας. Με τον τρόπο αυτό καλύπτονται οι τεχνολογικές, παιδαγωγικές, αναλυτικές, επαγγελματικές, ηθικές και συμπεριληπτικές διαστάσεις της εκπαιδευτικής πρακτικής. Σε αντίθεση με υφιστάμενα γενικά πλαίσια ψηφιακών ικανοτήτων, το προτεινόμενο Πλαίσιο εξειδικεύει τις απαιτήσεις που προκύπτουν από τη διαχείριση δεδομένων αισθητήρων, τη διασύνδεση φυσικών και ψηφιακών υποδομών και την παιδαγωγική αξιοποίηση των τεχνολογιών IoT σε μαθησιακά περιβάλλοντα.

Παράλληλα, η μελέτη συμβάλλει στη θεωρητική εμβάθυνση της έννοιας της επαγγελματικής επάρκειας του εκπαιδευτικού προσωπικού, αναδεικνύοντας τη σημασία της διασύνδεσης τεχνολογίας, παιδαγωγικής και διαχείρισης δεδομένων. Επιπλέον, παρέχει ένα πλαίσιο αναφοράς που μπορεί να αξιοποιηθεί για τον σχεδιασμό επιμορφωτικών δράσεων, προγραμμάτων σπουδών και εκπαιδευτικών πολιτικών.

Η συνεισφορά της μελέτης μπορεί να προσδιοριστεί σε τρία επίπεδα:

- (α) σε θεωρητικό επίπεδο, μέσω της σύνθεσης της διάσπαρτης βιβλιογραφίας σε ένα συνεκτικό εννοιολογικό πλαίσιο,
- (β) σε μεθοδολογικό επίπεδο, μέσω της διασύνδεσης της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης με τον σχεδιασμό βάσει ικανοτήτων (competency-based design), και
- (γ) σε πρακτικό επίπεδο, μέσω της διαμόρφωσης μιας πρότασης Πλαισίου που μπορεί να υποστηρίξει τον σχεδιασμό επιμορφωτικών και εκπαιδευτικών παρεμβάσεων.

6.3 Περιορισμοί και Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

Παρά τη συστηματική προσέγγιση που υιοθετήθηκε, η εργασία παρουσιάζει ορισμένους περιορισμούς, οι οποίοι συνδέονται κυρίως με τη φύση της ως βιβλιογραφικής σύνθεσης και αναδεικνύουν πεδία για μελλοντική έρευνα. Αρχικά, το προτεινόμενο Πλαίσιο δεν έχει ακόμη αξιολογηθεί και επικυρωθεί εμπειρικά. Μελλοντικές μελέτες μπορούν να εστιάσουν στην εφαρμογή και την αξιολόγησή του σε πραγματικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Ένα

από τα βασικά εμπόδια που αναδεικνύονται στη βιβλιογραφία αφορά την περιορισμένη πρόσβαση σε κατάλληλες τεχνολογικές υποδομές (π.χ. εξοπλισμός IoT, εργαστήρια, δίκτυα), γεγονός που επηρεάζει την ευρεία και συστηματική ενσωμάτωση των σχετικών δραστηριοτήτων στην εκπαιδευτική πράξη. Κατά τη μελλοντική εφαρμογή του Πλαισίου, ο περιορισμός αυτός μπορεί να αντιμετωπιστεί μέσω κλιμακωτών μορφών εφαρμογής, από δραστηριότητες χαμηλού κόστους έως πιο σύνθετα εργαστηριακά περιβάλλοντα.

Επιπλέον, προτείνεται η διερεύνηση της προσαρμογής του πλαισίου σε διαφορετικά εκπαιδευτικά συστήματα και πολιτισμικά πλαίσια, καθώς και η σύνδεσή του με συγκεκριμένα προγράμματα επιμόρφωσης του εκπαιδευτικού προσωπικού. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης η περαιτέρω μελέτη της σχέσης του IoT με τα learning analytics, την Τεχνητή Νοημοσύνη και την επεξηγήσιμη Τεχνητή Νοημοσύνη (explainable AI), καθώς και των ηθικών και κανονιστικών ζητημάτων που προκύπτουν από τη χρήση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.

Ταυτόχρονα, η ποιοτική σύνθεση της βιβλιογραφίας, παρότι συμβάλλει στη βαθύτερη κατανόηση του πεδίου, περιλαμβάνει αναπόφευκτα στοιχεία ερμηνείας, γι' αυτό απαιτείται η μελλοντική εμπειρική επιβεβαίωση των προτεινόμενων δομών και την περαιτέρω διερεύνηση της εγκυρότητάς τους σε διαφορετικά εκπαιδευτικά συμφραζόμενα.

Επιπλέον, η εφαρμογή νέων τεχνολογικών πρακτικών ενδέχεται να συναντήσει οργανωτικές δυσκολίες ή επιφυλάξεις από την εκπαιδευτική κοινότητα. Η συστηματική διερεύνηση των παραπάνω παραγόντων θα μπορούσε να συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση των προϋποθέσεων εφαρμογής του προτεινόμενου Πλαισίου Ικανοτήτων στην εκπαιδευτική πράξη.

Τέλος, προτείνεται η ανάπτυξη εργαλείων αξιολόγησης βασισμένων στο προτεινόμενο πλαίσιο, με στόχο τη συστηματική αποτύπωση του επιπέδου επάρκειας του εκπαιδευτικού προσωπικού και την υποστήριξη της επαγγελματικής του ανάπτυξης.

Συνολικά, η παρούσα μελέτη επιχειρεί να γεφυρώσει το χάσμα μεταξύ της ταχείας τεχνολογικής εξέλιξης και της παιδαγωγικά τεκμηριωμένης αξιοποίησής της, προτείνοντας ένα συνεκτικό και εννοιολογικά θεμελιωμένο πλαίσιο ικανοτήτων για την εκπαιδευτική χρήση των τεχνολογιών IoT και των Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού. Σε ένα δυναμικά μεταβαλλόμενο εκπαιδευτικό περιβάλλον, η ουσιαστική αξιοποίηση της τεχνολογίας δεν εξαρτάται αποκλειστικά από την τεχνική επάρκεια, αλλά προϋποθέτει τη συνδυαστική

ανάπτυξη παιδαγωγικών, κριτικών και ηθικών διαστάσεων της επαγγελματικής πρακτικής. Το προτεινόμενο πλαίσιο μπορεί να λειτουργήσει ως σημείο αναφοράς για τη μελλοντική έρευνα και την εκπαιδευτική πράξη, συμβάλλοντας στη διαμόρφωση πιο ολοκληρωμένων, συνειδητών και υπεύθυνων μορφών ενσωμάτωσης των τεχνολογιών στην εκπαίδευση.

Βιβλιογραφία

Ακολουθούν οι βιβλιογραφικές αναφορές που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη.

Alimisis, D. (2019). Educational robotics in primary and secondary education: A state of the art. *Robotics in Education*, Springer, 127–139.

Aljohani, N. R., & Davis, H. C. (2012). Learning analytics in mobile and ubiquitous learning environments. In M. Specht, M. Sharples, & J. Multisilta (Eds.), *Proceedings of the 11th World Conference on Mobile and Contextual Learning: mLearn 2012* (pp. 70–77).

Caena, F., & Redecker, C. (2019). Aligning teacher competence frameworks to 21st century challenges: The case for the European Digital Competence Framework for Educators (DigCompEdu). *European Journal of Education*, 54(3), 356-369.

Dubey, P., & Kumar, M. (2025). Integrating explainable AI with federated learning for next-generation IoT: A comprehensive review and prospective insights. *Computer Science Review*, 56, 100697.

Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens—With new examples of knowledge, skills and attitudes*. Publications Office of the European Union. Ανακτήθηκε από <https://doi.org/10.2760/115376>

Ferguson, R., & Clow, D. (2017). Where is the evidence? A call to action for learning analytics. In *Proceedings of the Seventh International Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK '17)* (pp. 56–65). Association for Computing Machinery.

Fernández-Batanero, J. M., Montenegro-Rueda, M., Fernández-Cerero, J., & López Meneses, E. (2024). Adoption of the Internet of Things in higher education: Opportunities and challenges. *Interactive Technology and Smart Education*, 21(2), 292-307.

Floridi, L., et al. (2018). AI4People - An ethical framework for a good AI society. *Minds and Machines*, 28, 689-707.

Hellas, A., Ihantola, P., Petersen, A., Ajanovski, V. V., Gutica, M., Hynninen, T., Knutas, A., Leinonen, J., Messom, C., & Liao, S. N. (2018). Predicting academic performance: A systematic literature review. In *Proceedings Companion of the 23rd Annual ACM*

Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (pp. 175–199). Association for Computing Machinery.

Ifenthaler, D., & Yau, J. Y.-K. (2020). Utilising learning analytics to support study success in higher education: A systematic review. *Educational Technology Research and Development*, 68, 1961-1990.

Islam, M. R., Ahmed, M. U., Barua, S., & Begum, S. (2022). A systematic review of explainable artificial intelligence. *Applied Sciences*, 12(3), 1353.

Kassab, M., DeFranco, J., & Laplante, P. (2020). A systematic literature review on Internet of things in education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(2), 115-127.

Kumar, K., & Al-Besher, A. (2022). IoT enabled e-learning system for higher education. *Measurement: Sensors*, 24, 100480.

Marín-Marín, J.-A., García-Tudela, P. A., & Dúo-Terrón, P. (2024). Computational thinking and programming with Arduino in education. *Heliyon*, 10, e29177.

Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). SAGE Publications.

Nguyen, A., Gardner, L., & Sheridan, D. (2020). Data analytics in higher education: An integrated view. *Journal of Information Systems Education*, 31(1), 61–71.

OECD. (2023). *OECD digital education outlook 2023*. OECD Publishing.

Papamitsiou, Z., & Economides, A. A. (2014). Learning analytics and educational data mining in practice. *Educational Technology & Society*, 22(4), 49-64.

Papavlasopoulou, S., Giannakos, M. N., & Jaccheri, L. (2017a). Empirical studies on the Maker Movement, a promising approach to learning: A literature review. *Entertainment Computing*, 18, 57–78.

Page, M. J., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement. *BMJ*, 372, n71.

Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Publications Office of the European Union.

Romero-Rodríguez, J.-M., Alonso-García, S., Marín-Marín, J.-A., & Gómez-García, G. (2020). IoT in universities: Faculty perceptions. *Future Internet*, 12(8), 123.

Saarela, M. (2024). Recent applications of explainable AI (XAI). *Applied Sciences*, 14(19), 8884.

Terzieva, V. (2022). The role of Internet of Things in smart education. *IFAC-PapersOnLine*, 52(25), 382-387.

Tsai, Y.-S., & Gašević, D. (2017). Learning analytics in higher education - Challenges and policies: A review of eight learning analytics policies. In I. Molenaar, X. Ochoa, & S. Dawson (Eds.), *Proceedings of the Seventh International Learning Analytics & Knowledge Conference (LAK '17)* (pp. 233–242). Association for Computing Machinery.

UNESCO. (2018). ICT competency framework for teachers (Version 3). UNESCO.

UNICEF Regional Office for Europe and Central Asia. (2022). *Educators' digital competency framework*.

Zhang, X., Ding, Y., Huang, X., Li, W., Long, L., & Ding, S. (2024). Smart classrooms: Sensors and AI in education. *Sensors*, 24(17), 5487.

Zhao, Y., Pinto Llorente, A. M., & Sánchez Gómez, M. C. (2021). Digital competence in higher education research: A systematic literature review. *Computers & Education*, 168, 104212.

ACM, IEEE Computer Society, & AAAI. (2023). Computer Science Curricula 2023 (CS2023): Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in computer science (Version). Ανακτήθηκε από <https://ieeecs-media.computer.org/media/education/reports/CS2023.pdf>

CC2020 Task Force. (2020). Computing curricula 2020: Paradigms for global computing education. Association for Computing Machinery. Ανακτήθηκε από <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricula-recommendations/cc2020.pdf>

Association for Computing Machinery & Association for Information Systems. (2020). IS2020: A competency model for undergraduate programs in information systems. Association for Computing Machinery. Ανακτήθηκε από <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricula-recommendations/is2020.pdf>

- Aloufi, F., Tashtoush, M. A., Shirawia, N., Tashtoush, R. A., & Az-Zo'Bi, E. A. (2024). Internet of Things in education: Teachers' perspectives, practices and challenges. *WSEAS Transactions on Computer Research*, 12, 429–442.
- López-Belmonte, J., Pozo-Sánchez, S., Lampropoulos, G., & Moreno-Guerrero, A.-J. (2022). Design and validation of a questionnaire for the evaluation of educational experiences in the metaverse in Spanish students (METAEDU). *Heliyon*, 8(11), e11364.
- Almaiah, M. A., Alfaisal, R., Salloum, S. A., Al-Otaibi, S., Shishakly, R., Lutfi, A., Alrawad, M., Mulhem, A. A., Awad, A. B., & Al-Marroof, R. S. (2022). Integrating teachers' TPACK levels and students' learning motivation, technology innovativeness, and optimism in an IoT acceptance model. *Electronics*, 11(19), 3197.
- Huertas Celdrán, A., Ruipérez-Valiente, J. A., García Clemente, F. J., Rodríguez-Triana, M. J., Shankar, S. K., & Martínez Pérez, G. (2020). A scalable architecture for the dynamic deployment of multimodal learning analytics applications in smart classrooms. *Sensors*, 20(10), 2923.
- Dake, D. K., Bada, G. K., & Dadzie, A. E. (2023). Internet of Things (IoT) applications in education: Benefits and implementation challenges in Ghanaian tertiary institutions. *Journal of Information Technology Education: Research*, 22, 311–338.
- Papavlasopoulou, S., Giannakos, M. N., & Jaccheri, L. (2017b). Reviewing the affordances of tangible programming languages: Implications for design and practice. In *2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1811–1816).
- Suárez-Rodríguez, J., Almerich, G., Orellana, N., & Díaz-García, I. (2018). A basic model of integration of ICT by teachers: Competence and use. *Educational Technology Research and Development*, 66(5), 1165–1187.
- Bdiwi, R., de Runz, C., Faiz, S., & Cherif, A. A. (2019). Smart learning environment: Teacher's role in assessing classroom attention. *Research in Learning Technology*, 27, 2072.
- Tzima, S., Styliaras, G., & Bassounas, A. (2019). Augmented reality applications in education: Teachers point of view. *Education Sciences*, 9(2), 99.

Başarmak, U., Uluay, G., & Polat, D. (2021). Views of pre-service teachers in different disciplines about coding with Arduino. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 9(2), 1-14.

Gökçearsan, Ş., Yıldız Durak, H., & Atman Uslu, N. (2024). Acceptance of educational use of the Internet of Things (IoT) in the context of individual innovativeness and ICT competency of pre-service teachers. *Interactive Learning Environments*, 32(2), 557–571.

Weiser, M. (1991). The computer for the 21st century. *Scientific American*, 265(3), 94-104.

Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787-2805.

Al-Emran, M., Malik, S., & Al-Kabi, M. (2018). A survey of Internet of Things (IoT) in education. *IEEE Access*, 6, 2920-2931.

Ενδεικτικές ελληνικές μεταπτυχιακές εργασίες

Βασιλάκης, Β. (2021). Η ψηφιακή ικανότητα εκπαιδευτικών Δευτεροβάθμιας Επαγγελματικής Εκπαίδευσης και η σχέση της με τις παιδαγωγικές πεποιθήσεις τους [Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, ΕΑΠ].

Γκίνα, Α. (2023). Οι ψηφιακές ικανότητες και δεξιότητες των καθηγητών-συμβούλων του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών «Επιστήμες της Αγωγής» του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου [Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο].

Dervenis, C. (2025). Evaluating and enhancing academic excellence: A competency-based model for quality of teaching [Master's thesis, University of Thessaly].

Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ). (2021). Νέα Προγράμματα Σπουδών ΤΠΕ και Θεματικές STEM / Εκπαιδευτικής Ρομποτικής των Εργαστηρίων Δεξιοτήτων. [Αθήνα: ΙΕΠ].

Καϊτάζογλου, Α. (2019). Επισκόπηση εκπαιδευτικών ευκαιριών σε αντικείμενα Ubiquitous Computing, Mobile Computing και Internet of Things στην τριτοβάθμια εκπαίδευση και την επαγγελματική κατάρτιση στην Ευρώπη [Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο].

Κέντρο Διακυβέρνησης ΤΠΕ. (2020). Πλαίσιο και Προδιαγραφές Επιμόρφωσης Β' Επιπέδου στις ΤΠΕ. [Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων].

Κολυδά, Ε. (2025). Ο βαθμός αξιοποίησης των ψηφιακών τεχνολογιών από τους εκπαιδευτικούς της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης: Ο αντίκτυπος στις διδακτικές πρακτικές και τις ψηφιακές ικανότητες των εκπαιδευτικών [Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας].

Λιόκαλος, Γ. (2021). Εφαρμογές των νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση: Smart education [Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, ΕΑΠ].

Μπαρτζουλιάνου, Ν. (2024). Διαδικτυακό πρόγραμμα επιμόρφωσης εκπαιδευτικών στη χρήση εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης για το σχεδιασμό μαθήματος και τη δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού [Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ].

Μυρτσιώτη, Ε. (2024). Σχεδίαση και ανάπτυξη διαδικτυακού μαθήματος για τον ψηφιακό μετασχηματισμό του σχολείου και την καλλιέργεια ψηφιακών και επιχειρηματικών δεξιοτήτων στην εκπαίδευση βασιζόμενη στα ευρωπαϊκά πλαίσια DigCompEdu και EntreComp [Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ].

Νόου, Κ. (2020). Ευρωπαϊκό Πλαίσιο για την Ψηφιακή Επάρκεια Εκπαιδευτικών/Εκπαιδευτών: Η περίπτωση αυτο-αξιολόγησης της ψηφιακής επάρκειας εκπαιδευτών ενηλίκων Δημόσιων Ινστιτούτων Επαγγελματικής Κατάρτισης στην Ελλάδα (DigCompEdu) [Διπλωματική Εργασία, ΕΑΠ].

Σπυροπούλου, Ν. (2024). Πλαίσια και εργαλεία για την ανάπτυξη και αξιολόγηση των δεξιοτήτων και ικανοτήτων των εκπαιδευτικών: Εφαρμογή στην εκπαίδευση STEAM (Επιστήμες, Τεχνολογία, Μηχανική, Τέχνες και Μαθηματικά) [Διδακτορική διατριβή, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο].

Τσούνη, Χ. (2025). Ψηφιακό μάθημα για «Χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης ως εργαλείο μάθησης στη διδασκαλία και στα προγράμματα eTwinning» για εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης [Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ].

Παράρτημα Α: «Αναλυτική Ρουμπρίκα Κεντρικών Ικανοτήτων και Επιπέδων Επάρκειας»

Η ρουμπρίκα περιγράφει την προοδευτική ανάπτυξη μίας κεντρικής ικανότητας ανά θεματική περιοχή. Οι επιμέρους διαστάσεις λειτουργούν ως πεδία εκδήλωσης της κεντρικής ικανότητας και όχι ως ανεξάρτητες ικανότητες. Σε κάθε επίπεδο παρατίθενται έως τρεις παρατηρήσιμοι δείκτες, ώστε το πλαίσιο να παραμένει σαφές, περιορισμένο και αξιοποιήσιμο.

Τα επίπεδα έχουν αναπτυξιακό και όχι πιστοποιητικό χαρακτήρα. Η κατάταξη σε ένα επίπεδο προϋποθέτει συνολική συνεκτίμηση της περιγραφής και των δεικτών του αντίστοιχου Domain και δεν συνιστά μηχανιστική καταμέτρηση μεμονωμένων ενεργειών.

A.1 Θεματική Περιοχή 1: Τεχνολογικές Γνώσεις IoT και Συστημάτων Διάχυτου Υπολογισμού

Κεντρική ικανότητα: Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να σχεδιάζει, να διαμορφώνει και να υποστηρίζει τεχνικά λειτουργικά συστήματα IoT/ΣΔΥ για εκπαιδευτική χρήση.

Επιμέρους διαστάσεις: αρχιτεκτονική συστημάτων - αισθητήρες, ενεργοποιητές και μικροελεγκτές - δικτυακή επικοινωνία - τεχνική ροή δεδομένων - ολοκλήρωση και αντιμετώπιση προβλημάτων.

Πίνακας A.1 - Domain 1: Δείκτες Επιπέδων Επάρκειας

Επίπεδο επάρκειας	Συνολικό προφίλ	Παρατηρήσιμοι δείκτες
Επίπεδο 1 - Βασική Κατανόηση	Αναγνωρίζει τη δομή και τις βασικές λειτουργίες ενός απλού συστήματος IoT/ΣΔΥ και εκτελεί έτοιμη τεχνική δραστηριότητα με καθοδήγηση.	• Αναγνωρίζει και περιγράφει τον ρόλο αισθητήρων, ενεργοποιητών, μικροελεγκτών, δικτύων και πλατφορμών. • Αποτυπώνει τη βασική διαδρομή των δεδομένων από τη συλλογή έως την αποθήκευση. • Εκτελεί έτοιμη συνδεσμολογία και καταγράφει το αποτέλεσμα με καθοδήγηση.
Επίπεδο 2 - Λειτουργική Εφαρμογή	Διαμορφώνει αυτόνομα ένα απλό σύστημα IoT/ΣΔΥ και ελέγχει τη βασική λειτουργία των επιμέρους τεχνικών στοιχείων.	• Συνδέει και παραμετροποιεί βασικούς αισθητήρες, ενεργοποιητές και μικροελεγκτή. • Συνδέει συσκευές σε δίκτυο και επαληθεύει την ανταλλαγή δεδομένων. • Υλοποιεί απλή ροή δεδομένων και αντιμετωπίζει συνήθη τεχνικά σφάλματα.
Επίπεδο 3 - Ολοκληρωμένη Ενσωμάτωση	Σχεδιάζει και ολοκληρώνει τεχνικά ένα συνεκτικό σύστημα IoT/ΣΔΥ με βάση συγκεκριμένες λειτουργικές απαιτήσεις.	• Σχεδιάζει αρχιτεκτονική που συνδέει υλικό, λογισμικό, δίκτυο και αποθήκευση δεδομένων. • Επιλέγει κατάλληλα στοιχεία και πρωτόκολλα και τεκμηριώνει τις τεχνικές επιλογές του. • Εφαρμόζει συστηματική διαδικασία διάγνωσης και αποκατάστασης προβλημάτων.
Επίπεδο 4 - Μετασχηματιστική Αξιοποίηση	Αξιολογεί και ανασχεδιάζει σύνθετες τεχνικές υποδομές IoT/ΣΔΥ με κριτήρια αξιοπιστίας, επεκτασιμότητας και διαλειτουργικότητας.	• Συγκρίνει εναλλακτικές αρχιτεκτονικές και τεχνικές διαμορφώσεις με σαφή κριτήρια. • Βελτιστοποιεί τη δικτύωση και τη ροή δεδομένων με βάση αποτελέσματα δοκιμών

		• Ανασχεδιάζει την τεχνική υποδομή για νέες ή σύνθετες απαιτήσεις εφαρμογής.
--	--	--

Όριο της θεματικής περιοχής: Εστιάζει στην τεχνική λειτουργία και ολοκλήρωση του συστήματος. Δεν αφορά τον παιδαγωγικό σχεδιασμό (D2), την ανάλυση μαθησιακών δεδομένων (D3), την ασφάλεια (D4) ή τη δημιουργική διαδικασία καινοτομίας (D7).

A.2 Θεματική Περιοχή 2: Παιδαγωγικός Σχεδιασμός Δραστηριοτήτων IoT και ΣΔΥ

Κεντρική ικανότητα: Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να σχεδιάζει παιδαγωγικά τεκμηριωμένες μαθησιακές εμπειρίες IoT/ΣΔΥ, ευθυγραμμισμένες με μαθησιακούς στόχους, κατάλληλες διδακτικές προσεγγίσεις και το πρόγραμμα σπουδών.

Επιμέρους διαστάσεις: ευθυγράμμιση στόχων και δραστηριοτήτων - PBL, διερευνητική μάθηση και STEAM - οργάνωση μαθησιακών σεναρίων - αυθεντικά μαθησιακά προβλήματα - ένταξη στο πρόγραμμα σπουδών.

Πίνακας A.2 - Domain 2: Δείκτες Επιπέδων Επάρκειας

Επίπεδο επάρκειας	Συνολικό προφίλ	Παρατηρήσιμοι δείκτες
Επίπεδο 1 - Βασική Κατανόηση	Αναγνωρίζει τον παιδαγωγικό σκοπό και τη βασική δομή έτοιμων μαθησιακών δραστηριοτήτων IoT/ΣΔΥ.	• Εντοπίζει τους μαθησιακούς στόχους και εξηγεί τον ρόλο της τεχνολογίας σε έτοιμη δραστηριότητα. • Αναγνωρίζει βασικά χαρακτηριστικά PBL, διερευνητικής μάθησης και STEAM. • Εντοπίζει συνδέσεις της δραστηριότητας με πραγματικό πρόβλημα και περιεχόμενο του προγράμματος σπουδών.
Επίπεδο 2 - Λειτουργική Εφαρμογή	Προσαρμόζει και οργανώνει υπάρχουσα δραστηριότητα IoT/ΣΔΥ με σαφείς στόχους και κατάλληλη παιδαγωγική προσέγγιση.	• Διατυπώνει σαφείς μαθησιακούς στόχους και επιλέγει τεχνολογικά μέσα που τους υπηρετούν. • Επιλέγει κατάλληλη παιδαγωγική προσέγγιση και οργανώνει συνεκτική ακολουθία δραστηριοτήτων. • Ενσωματώνει δεδομένα αισθητήρων ή φυσικό υπολογισμό σε αυθεντικό μαθησιακό πρόβλημα.
Επίπεδο 3 - Ολοκληρωμένη Ενσωμάτωση	Σχεδιάζει αυτόνομα ολοκληρωμένη μαθησιακή εμπειρία IoT/ΣΔΥ που συνδέει στόχους, περιεχόμενο, μεθοδολογία και τεχνολογία.	• Σχεδιάζει ολοκληρωμένο σενάριο με συνεκτικές φάσεις μάθησης και αναμενόμενα αποτελέσματα. • Συνδυάζει PBL, διερευνητική μάθηση ή STEAM ανάλογα με το εκπαιδευτικό πλαίσιο. • Εντάσσει τη δραστηριότητα σε διαθεματική ή διεπιστημονική ενότητα

		του προγράμματος σπουδών.
Επίπεδο 4 Μετασχηματιστική Αξιοποίηση	- Αξιολογεί την παιδαγωγική συνοχή και ανασχεδιάζει σύνθετες μαθησιακές ακολουθίες IoT/ΣΔΥ για διαφορετικά εκπαιδευτικά πλαίσια.	• Αξιολογεί τη συνοχή μεταξύ στόχων, δραστηριοτήτων, τεχνολογίας και αναμενόμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων. • Ανασχεδιάζει τη μαθησιακή ακολουθία για την ενίσχυση αυθεντικής και ανώτερης μάθησης. • Διαμορφώνει μεταφέρσιμο πρότυπο παιδαγωγικού σχεδιασμού για διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα ή περιβάλλοντα.

Όριο της θεματικής περιοχής: Εστιάζει στη δομή και την παιδαγωγική συνοχή της μαθησιακής εμπειρίας. Δεν αφορά τη διαχείριση ομάδων και πόρων (D6), την αξιολόγηση της μάθησης (D5) ή τις ειδικές απαιτήσεις συμπερίληψης (D10).

A.3 Θεματική Περιοχή 3: Διαχείριση και Ανάλυση Μαθησιακών Δεδομένων

Κεντρική ικανότητα: Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να συλλέγει, να ελέγχει, να αναλύει, να ερμηνεύει και να αξιοποιεί μαθησιακά δεδομένα για τεκμηριωμένες παιδαγωγικές αποφάσεις.

Επιμέρους διαστάσεις: συλλογή και ποιότητα δεδομένων - απεικόνιση και περιγραφική ανάλυση - ερμηνεία μαθησιακών δεικτών - ανατροφοδότηση και προσαρμογή διδασκαλίας - τεκμηρίωση και επικοινωνία συμπερασμάτων.

Πίνακας A.3 - Domain 3: Δείκτες Επιπέδων Επάρκειας

Επίπεδο επάρκειας	Συνολικό προφίλ	Παρατηρήσιμοι δείκτες
Επίπεδο 1 - Βασική Κατανόηση	Αναγνωρίζει βασικούς τύπους μαθησιακών δεδομένων, απλές απεικονίσεις και τη δυνατότητα παιδαγωγικής αξιοποίησής τους.	• Αναγνωρίζει πηγές μαθησιακών δεδομένων και εντοπίζει εμφανή σφάλματα ή ελλείψεις. • Διαβάζει απλούς πίνακες και γραφήματα και περιγράφει τις βασικές πληροφορίες τους. • Διακρίνει τα δεδομένα από την ερμηνεία και το παιδαγωγικό συμπέρασμα.
Επίπεδο 2 - Λειτουργική Εφαρμογή	Προετοιμάζει και αναλύει απλά μαθησιακά δεδομένα και τα χρησιμοποιεί για στοχευμένη ανατροφοδότηση.	• Συλλέγει, οργανώνει και καθαρίζει δεδομένα από έτοιμο περιβάλλον IoT/ΣΔΥ. • Δημιουργεί απλές απεικονίσεις και ερμηνεύει βασικούς μαθησιακούς δείκτες. • Χρησιμοποιεί τους δείκτες για συγκεκριμένη ανατροφοδότηση ή βασική προσαρμογή της διδασκαλίας
Επίπεδο 3 - Ολοκληρωμένη Ενσωμάτωση	- Συνδυάζει πολλαπλές πηγές και δείκτες, τεκμηριώνει ερμηνείες και σχεδιάζει παρεμβάσεις βασισμένες σε δεδομένα.	• Συνδυάζει δεδομένα από διαφορετικές πηγές και ελέγχει πληρότητα, συνέπεια και καταλληλότητα. • Ερμηνεύει πολλαπλούς δείκτες σε συνάρτηση με το πλαίσιο και τους περιορισμούς τους. • Σχεδιάζει παιδαγωγική παρέμβαση και τεκμηριώνει το συμπέρασμα με δεδομένα και σαφή επιχειρηματολογία.
Επίπεδο 4 - Μετασχηματιστική Αξιοποίηση	- Αξιολογεί κριτικά την ποιότητα και την ερμηνευσιμότητα σύνθετων αναλυτικών διαδικασιών και ανασχεδιάζει κύκλους	• Αξιολογεί την εγκυρότητα, την αξιοπιστία και τους περιορισμούς δεδομένων και μαθησιακών δεικτών. • Ανασχεδιάζει τη

	λήψης αποφάσεων βάσει δεδομένων.	διαδικασία συλλογής μαθησιακών δεδομένων και την απεικόνιση ή παρουσίαση των δεικτών για σαφέστερη ερμηνεία. • Οργανώνει επαναλαμβανόμενο κύκλο δεδομένων, ανατροφοδότησης, παρέμβασης και επανεξέτασης.
--	----------------------------------	---

Όριο της θεματικής περιοχής: Εστιάζει στην παιδαγωγική αξιοποίηση μαθησιακών δεδομένων. Η τεχνική μεταφορά και αποθήκευση ανήκει στο D1, η προστασία δεδομένων στο D4 και η τυπική αξιολόγηση έργων και μαθησιακών αποτελεσμάτων στο D5.

A.4 Θεματική Περιοχή 4: Ασφάλεια και Προστασία Δεδομένων

Κεντρική ικανότητα: Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να αναγνωρίζει κινδύνους και να εφαρμόζει ασφαλείς και οργανωμένες πρακτικές προστασίας συσκευών, δικτύων και προσωπικών δεδομένων σε περιβάλλοντα IoT/ΣΔΥ.

Επιμέρους διαστάσεις: ανάλυση κινδύνων κυβερνοασφάλειας - ασφαλείς ρυθμίσεις και έλεγχος πρόσβασης - προστασία προσωπικών δεδομένων και συμμόρφωση - διαχείριση περιστατικών - πολιτικές ασφαλούς χρήσης.

Πίνακας A.4 - Domain 4: Δείκτες Επιπέδων Επάρκειας

Επίπεδο επάρκειας	Συνολικό προφίλ	Παρατηρήσιμοι δείκτες
Επίπεδο 1 - Βασική Κατανόηση	Αναγνωρίζει βασικούς κινδύνους, προσωπικά δεδομένα και απαιτήσεις ασφαλούς χρήσης σε εκπαιδευτικό σύστημα IoT/ΣΔΥ.	• Αναγνωρίζει συνήθειες απειλές, ευπάθειες και ενδείξεις περιστατικού ασφάλειας. • Εντοπίζει προσωπικά δεδομένα και περιγράφει τις αρχές περιορισμού σκοπού, ελαχιστοποίησης και διαφάνειας. • Περιγράφει βασικά μέτρα προστασίας και την ανάγκη άμεσης αναφοράς περιστατικών.
Επίπεδο 2 - Λειτουργική Εφαρμογή	Εφαρμόζει βασικές ασφαλείς ρυθμίσεις, αρχές προστασίας δεδομένων και καθορισμένες διαδικασίες απόκρισης.	• Εφαρμόζει ασφαλείς κωδικούς, ενημερώσεις, δικαιώματα πρόσβασης και ασφαλή σύνδεση δικτύου. • Συλλέγει μόνο τα αναγκαία δεδομένα και εφαρμόζει βασικούς κανόνες ενημέρωσης, πρόσβασης και διατήρησης. • Ακολουθεί τις προβλεπόμενες διαδικασίες καταγραφής, περιορισμού και αναφοράς περιστατικού.
Επίπεδο 3 - Ολοκληρωμένη Ενσωμάτωση	Συνδυάζει μέτρα προστασίας και συμβάλλει σε οργανωμένες διαδικασίες διαχείρισης κινδύνων, δεδομένων και περιστατικών.	• Διενεργεί δομημένη ανάλυση κινδύνου και τεκμηριώνει κατάλληλο συνδυασμό τεχνικών και οργανωτικών μέτρων προστασίας. • Συμβάλλει στον καθορισμό ρόλων και διαδικασιών για τη διαχείριση προσωπικών δεδομένων και περιστατικών. • Συμβάλλει στη σύνταξη και εφαρμογή κανόνων ασφαλούς χρήσης και

		ενημερώνει τους εκπαιδευόμενους.
Επίπεδο 4 Μετασχηματιστική Αξιοποίηση	- Αξιολογεί την αποτελεσματικότητα των μέτρων, των διαδικασιών και των πολιτικών και προτείνει τεκμηριωμένο ανασχεδιασμό.	• Αξιολογεί την επάρκεια τεχνικών και οργανωτικών μέτρων με βάση κινδύνους και περιστατικά. • Προτείνει βελτιώσεις στις διαδικασίες συλλογής, πρόσβασης, απόκρισης και αποκατάστασης. • Συμβάλλει στην ενσωμάτωση ασφάλειας και προστασίας δεδομένων από το αρχικό στάδιο σχεδιασμού.

Όριο της θεματικής περιοχής: Εστιάζει σε πρακτικά μέτρα ασφάλειας, συμμόρφωσης και απόκρισης. Η τεχνική αρχιτεκτονική ανήκει στο D1, ενώ η κριτική ηθική αποτίμηση της επιτήρησης, της δικαιοσύνης και της λογοδοσίας στο D8.

A.5 Θεματική Περιοχή 5: Αξιολόγηση Μαθησιακών Δραστηριοτήτων IoT

Κεντρική ικανότητα: Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να σχεδιάζει και να εφαρμόζει πολυδιάστατη αξιολόγηση και ανατροφοδότηση για τη βελτίωση μαθησιακών δραστηριοτήτων και έργων IoT/ΣΔΥ.

Επιμέρους διαστάσεις: κριτήρια και παρατηρήσιμοι δείκτες - μορφές αξιολόγησης - τεκμηριωμένη ανατροφοδότηση - αξιολόγηση προϊόντος, διαδικασίας και συνεργασίας - αποτίμηση αποτελεσματικότητας και ανασχεδιασμός.

Πίνακας A.5 - Domain 5 : Δείκτες Επιπέδων Επάρκειας

Επίπεδο επάρκειας	Συνολικό προφίλ	Παρατηρήσιμοι δείκτες
Επίπεδο 1 - Βασική Κατανόηση	Αναγνωρίζει βασικά κριτήρια, μορφές αξιολόγησης και χαρακτηριστικά αποτελεσματικής ανατροφοδότησης.	• Εντοπίζει μαθησιακά, τεχνικά και συνεργατικά κριτήρια σε έτοιμο εργαλείο αξιολόγησης. • Διακρίνει τη διαμορφωτική, τελική, αυτοαξιολόγηση και αξιολόγηση από ομοτίμους. • Διακρίνει τη συγκεκριμένη ανατροφοδότηση από μια γενική κρίση ή βαθμολογία.
Επίπεδο 2 - Λειτουργική Εφαρμογή	Προσαρμόζει και εφαρμόζει βασικά εργαλεία αξιολόγησης και παρέχει σαφή ανατροφοδότηση βάσει κριτηρίων.	• Προσαρμόζει έτοιμη ρουμπρίκα και διατυπώνει σαφείς, παρατηρήσιμους δείκτες. • Επιλέγει και εφαρμόζει κατάλληλες μορφές αξιολόγησης σε απλή δραστηριότητα IoT/ΣΔΥ. • Παρέχει έγκαιρη ανατροφοδότηση με συγκεκριμένα επόμενα βήματα βελτίωσης.
Επίπεδο 3 - Ολοκληρωμένη Ενσωμάτωση	- Σχεδιάζει συνεκτικό σύστημα πολυδιάστατης αξιολόγησης και αξιοποιεί τα αποτελέσματα για τη βελτίωση του έργου και της δραστηριότητας.	• Σχεδιάζει σύστημα κριτηρίων και επιπέδων επίδοσης ευθυγραμμισμένο με τους μαθησιακούς στόχους. • Συνδυάζει τεκμήρια από το προϊόν, τη διαδικασία, τη συνεργασία και τον αναστοχασμό. • Χρησιμοποιεί τα αποτελέσματα της αξιολόγησης για εξατομικευμένη ανατροφοδότηση και τεκμηριωμένες βελτιώσεις της δραστηριότητας.
Επίπεδο 4 - Μετασχηματιστική Αξιοποίηση	- Αξιολογεί την εγκυρότητα, τη δικαιοσύνη και τη μαθησιακή επίδραση σύνθετων πλαισίων	• Αξιολογεί την εγκυρότητα, την αξιοπιστία, τη σαφήνεια και τη δικαιοσύνη του πλαισίου αξιολόγησης.

	αξιολόγησης και τα ανασχεδιάζει.	• Αποτιμά τη μαθησιακή επίδραση σύνθετων δραστηριοτήτων ή προγραμμάτων IoT/ΣΔΥ. • Ανασχεδιάζει συστηματικούς κύκλους αξιολόγησης, ανατροφοδότησης, αναθεώρησης και επανααξιολόγησης.
--	-------------------------------------	---

Όριο της θεματικής περιοχής: Εστιάζει στην αξιολόγηση της μάθησης, της διαδικασίας και των έργων των εκπαιδευομένων. Η ανάλυση learning analytics ανήκει στο D3, η αξιολόγηση χρησιμότητας και βιωσιμότητας μιας λύσης στο D7 και η ισότιμη δυνατότητα συμμετοχής στο D10.

A.6 Θεματική Περιοχή 6: Συνεργασία και Διαχείριση Εκπαιδευτικών Έργων

Κεντρική ικανότητα: Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να οργανώνει και να συντονίζει συνεργατικά εκπαιδευτικά έργα ΙοΤ/ΣΔΥ, διαχειριζόμενος ομάδες, χρόνο, πόρους και συνεργασίες.

Επιμέρους διαστάσεις: οργάνωση συνεργατικών ομάδων - προγραμματισμός και παρακολούθηση έργου - διαχείριση εξοπλισμού και πόρων - διεπιστημονική συνεργασία - συνεργασίες με εξωτερικούς φορείς.

Πίνακας A.6 - Domain 6: Δείκτες Επιπέδων Επάρκειας

Επίπεδο επάρκειας	Συνολικό προφίλ	Παρατηρήσιμοι δείκτες
Επίπεδο 1 - Βασική Κατανόηση	Αναγνωρίζει τα βασικά στοιχεία ομαδικής εργασίας και σχεδιασμού εκπαιδευτικού έργου IoT/ΣΔΥ.	• Περιγράφει ρόλους, ευθύνες και αλληλεξαρτήσεις των μελών μιας ομάδας έργου. • Αναγνωρίζει εργασίες, χρονικά στάδια, παραδοτέα και βασικές ανάγκες πόρων. • Εντοπίζει τη δυνητική συμβολή διαφορετικών ειδικοτήτων και εξωτερικών φορέων.
Επίπεδο 2 - Λειτουργική Εφαρμογή	Οργανώνει μικρό έργο IoT/ΣΔΥ με σαφείς ρόλους, απλό χρονοδιάγραμμα και βασική διαχείριση πόρων.	• Συγκροτεί ομάδες και κατανέμει σαφείς ρόλους και ευθύνες. • Καταρτίζει απλό σχέδιο εργασιών, χρονοδιάγραμμα και παραδοτέα και καταγράφει την πρόοδο. • Κατανέμει τον διαθέσιμο εξοπλισμό και οργανώνει βασική συνεργασία με άλλη ειδικότητα ή εξωτερικό φορέα.
Επίπεδο 3 - Ολοκληρωμένη Ενσωμάτωση	Συντονίζει ολοκληρωμένο έργο με αλληλεξαρτώμενες εργασίες, πολλαπλούς πόρους και διαφορετικούς συνεργάτες.	• Παρακολουθεί ορόσημα και προσαρμόζει το σχέδιο όταν εμφανίζονται αποκλίσεις. • Συντονίζει τη χρήση εξοπλισμού, λογισμικού και λοιπών πόρων με βάση τους περιορισμούς του έργου. • Ενοποιεί τις συνεισφορές διαφορετικών ειδικοτήτων ή φορέων σε κοινό σχέδιο και παραδοτέα.

Επίπεδο 4 - Μετασχηματιστική Αξιοποίηση	Αξιολογεί και ανασχεδιάζει τις δομές συνεργασίας και διαχείρισης για σύνθετα ή επαναλαμβανόμενα έργα IoT/ΣΔΥ	• Αξιολογεί τη λειτουργία των ομάδων, την τήρηση του σχεδίου και την αποτελεσματικότητα της χρήσης πόρων. • Ανασχεδιάζει ρόλους, ορόσημα και μηχανισμούς παρακολούθησης για μεγαλύτερη ευελιξία και υπευθυνότητα. • Διαμορφώνει βιώσιμες διαδικασίες συνεργασίας με ειδικότητες και εξωτερικούς φορείς για μελλοντικά έργα.
--	--	---

Όριο της θεματικής περιοχής: Εστιάζει στη διαχείριση ανθρώπων, εργασιών, χρόνου, πόρων και συνεργασιών για την ολοκλήρωση έργου. Ο παιδαγωγικός σχεδιασμός ανήκει στο D2, η δημιουργία της λύσης στο D7 και οι κοινότητες επαγγελματικής μάθησης στο D9.

A.7 Θεματική Περιοχή 7: Καινοτομία και Δημιουργικός Σχεδιασμός

Κεντρική ικανότητα: Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να καθοδηγεί δημιουργικές και επαναληπτικές διαδικασίες σχεδιασμού, πρωτοτυποποίησης, αξιολόγησης και προσαρμογής καινοτόμων λύσεων IoT/ΣΔΥ.

Επιμέρους διαστάσεις: διερεύνηση αναγκών και διατύπωση προβλήματος - παραγωγή και επιλογή ιδεών - πρωτοτυποποίηση και επαναληπτική βελτίωση - χρησιμότητα, εφικτότητα και βιωσιμότητα - μεταφορά και κλιμάκωση λύσεων.

Πίνακας A.7 - Domain 7: Δείκτες Επιπέδων Επάρκειας

Επίπεδο επάρκειας	Συνολικό προφίλ	Παρατηρήσιμοι δείκτες
Επίπεδο 1 - Βασική Κατανόηση	Αναγνωρίζει πραγματικές ανάγκες, εναλλακτικές ιδέες και τον ρόλο του πρωτοτύπου στη διαδικασία σχεδιασμού.	• Περιγράφει μια πραγματική ανάγκη, το πλαίσιο και τους βασικούς εμπλεκομένους. • Αναγνωρίζει ότι το ίδιο πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπιστεί με περισσότερες από μία λύσεις. • Περιγράφει βασικά κριτήρια χρησιμότητας, εφικτότητας και λειτουργίας ενός πρωτοτύπου.
Επίπεδο 2 - Λειτουργική Εφαρμογή	Διατυπώνει σαφές σχεδιαστικό πρόβλημα, παράγει εναλλακτικές ιδέες και κατασκευάζει απλό πρωτότυπο.	• Συγκεντρώνει βασικές πληροφορίες χρηστών και διατυπώνει απαιτήσεις και περιορισμούς. • Παράγει εναλλακτικές ιδέες και επιλέγει μία με βάση προκαθορισμένα κριτήρια. • Κατασκευάζει και δοκιμάζει απλό πρωτότυπο και διορθώνει εμφανή προβλήματα.
Επίπεδο 3 - Ολοκληρωμένη Ενσωμάτωση	Οργανώνει επαναληπτική διαδικασία σχεδιασμού και τεκμηριώνει τη χρησιμότητα, την εφικτότητα και τη βιωσιμότητα της λύσης.	• Συνθέτει ανάγκες, περιορισμούς και δεδομένα πλαισίου σε ολοκληρωμένη σχεδιαστική πρόκληση. • Υλοποιεί κύκλους κατασκευής, δοκιμής και αναθεώρησης αξιοποιώντας ανατροφοδότηση χρηστών. • Τεκμηριώνει τη χρησιμότητα, την εφικτότητα και τη βιωσιμότητα με αποτελέσματα δοκιμών και διαθέσιμους πόρους.

Επίπεδο 4 - Μετασχηματιστική Αξιοποίηση	Αξιολογεί σύνθετους συμβιβασμούς και ανασχεδιάζει λύσεις IoT/ΣΔΥ ως προσαρμόσιμα και επαναχρησιμοποιήσιμα πρότυπα για διαφορετικά περιβάλλοντα.	• Επανεξετάζει παραδοχές και επαναδιατυπώνει σύνθετο πρόβλημα όταν προκύπτουν νέες ανάγκες. • Ανασχεδιάζει τη λύση με βάση συμβιβασμούς χρησιμότητας, κόστους, συντηρησιμότητας και επέκτασης. • Προσαρμόζει και μεταφέρει τη λύση σε διαφορετικά περιβάλλοντα και τεκμηριώνει τη δυνατότητα ευρύτερης εφαρμογής.
--	---	---

Όριο της θεματικής περιοχής: Εστιάζει στη δημιουργική διαδικασία από την ανάγκη έως τη μεταφορά της λύσης. Η τεχνική λειτουργία ανήκει στο D1, ο παιδαγωγικός σχεδιασμός στο D2, η διαχείριση έργου στο D6 και η αξιολόγηση της μάθησης στο D5.

A.8 Θεματική Περιοχή 8: Κριτική και Ηθική Αξιοποίηση Τεχνολογιών

Κεντρική ικανότητα: Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να αξιολογεί κριτικά τις ηθικές και κοινωνικές επιπτώσεις του IoT/ΣΔΥ και να τεκμηριώνει υπεύθυνες, δίκαιες και διαφανείς επιλογές.

Επιμέρους διαστάσεις: ηθικές και κοινωνικές επιπτώσεις - αλγοριθμική μεροληψία και άνιση μεταχείριση - επιτήρηση, ιδιωτικότητα και αυτονομία - διαφάνεια, τεκμηρίωση και λογοδοσία.

Πίνακας A.8 - Domain 8: Δείκτες Επιπέδων Επάρκειας

Επίπεδο επάρκειας	Συνολικό προφίλ	Παρατηρήσιμοι δείκτες
Επίπεδο 1 - Βασική Κατανόηση	Αναγνωρίζει βασικά ηθικά και κοινωνικά ζητήματα που προκύπτουν από την επιλογή και τη χρήση εφαρμογών IoT/ΣΔΥ.	• Εντοπίζει πιθανά οφέλη, κινδύνους και ομάδες που επηρεάζονται από μια εφαρμογή. • Αναγνωρίζει πιθανή μεροληψία, άνιση μεταχείριση ή περιορισμό ιδιωτικότητας και αυτονομίας. • Εξηγεί γιατί οι τεχνολογικές αποφάσεις πρέπει να είναι αιτιολογημένες και κατανοητές.
Επίπεδο 2 - Λειτουργική Εφαρμογή	Αναλύει συγκεκριμένη εφαρμογή IoT/ΣΔΥ με απλά ηθικά κριτήρια και εντοπίζει άνισες ή παρεμβατικές επιπτώσεις.	• Καταγράφει εμπλεκόμενους, σκοπούς, δεδομένα και πιθανές συνέπειες μιας εφαρμογής. • Εντοπίζει μη αντιπροσωπευτικά δεδομένα ή στερεοτυπικές παραδοχές που επηρεάζουν ομάδες χρηστών. • Εφαρμόζει βασικά σημεία ηθικού ελέγχου και εξηγεί την επιλογή ή τη χρήση της εφαρμογής.
Επίπεδο 3 - Ολοκληρωμένη Ενσωμάτωση	Συγκρίνει εναλλακτικές επιλογές και τεκμηριώνει ηθική απόφαση με βάση δικαιώματα, δικαιοσύνη, αυτονομία και αναλογικότητα.	• Συγκρίνει σχεδιαστικές ή λειτουργικές επιλογές με βάση αυτονομία, δικαιοσύνη, αποφυγή βλάβης και δικαιώματα. • Αξιολογεί την αναγκαιότητα και την αναλογικότητα της παρακολούθησης και τις επιπτώσεις σε διαφορετικές ομάδες. • Τεκμηριώνει την απόφαση, τις παραδοχές, τους περιορισμούς και τις εναλλακτικές επιλογές.
Επίπεδο 4 - Μετασχηματιστική Αξιοποίηση	Αξιολογεί συστημικές και μακροπρόθεσμες επιπτώσεις και συμβάλλει στον ανασχεδιασμό συνθηκών χρήσης για	• Αναλύει σχέσεις μεταξύ τεχνολογίας, εξουσίας, επιτήρησης και κοινωνικών ανισοτήτων. • Αξιολογεί εάν οι

	μεγαλύτερη δικαιοσύνη, αυτονομία και λογοδοσία.	μηχανισμοί διαφάνειας και λογοδοσίας επιτρέπουν κατανόηση, αμφισβήτηση και έλεγχο. • Προτείνει ηθικά τεκμηριωμένες αλλαγές στα δεδομένα, στα κριτήρια ή στις συνθήκες χρήσης για τον περιορισμό βλάβης και άνισης μεταχείρισης.
--	---	--

Όριο της θεματικής περιοχής: Εστιάζει στην ηθική κρίση, τη δικαιοσύνη, την αυτονομία και τη λογοδοσία. Τα πρακτικά μέτρα ασφάλειας και συμμόρφωσης ανήκουν στο D4, ενώ η άρση συγκεκριμένων εμποδίων πρόσβασης και συμμετοχής στο D10.

A.9 Θεματική Περιοχή 9: Επαγγελματική Ανάπτυξη Εκπαιδευτικών

Κεντρική ικανότητα: Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να διαχειρίζεται τη συνεχή επαγγελματική του ανάπτυξη και να συμβάλλει στη συλλογική, αναστοχαστική και ερευνητικά τεκμηριωμένη επαγγελματική μάθηση.

Επιμέρους διαστάσεις: συνεχής επαγγελματική μάθηση - αναστοχαστική βελτίωση της πρακτικής - κοινότητες πρακτικής - καθοδήγηση και υποστήριξη συναδέλφων - σύνδεση πρακτικής και έρευνας.

Πίνακας A.9 - Domain 9: Δείκτες Επιπέδων Επάρκειας

Επίπεδο επάρκειας	Συνολικό προφίλ	Παρατηρήσιμοι δείκτες
Επίπεδο 1 - Βασική Κατανόηση	Αναγνωρίζει τις ανάγκες επαγγελματικής ανάπτυξης και τη σημασία του αναστοχασμού, των κοινοτήτων πρακτικής και της ερευνητικής τεκμηρίωσης.	• Εντοπίζει προσωπικές ανάγκες μάθησης και διαθέσιμους επιμορφωτικούς πόρους για το IoT/ΣΔΥ. • Καταγράφει βασικές παρατηρήσεις από την εφαρμογή δραστηριότητας IoT/ΣΔΥ. • Εντοπίζει σχετικές κοινότητες πρακτικής και βασικές επιστημονικές ή επαγγελματικές πηγές.
Επίπεδο 2 - Λειτουργική Εφαρμογή	Συμμετέχει σε επιμόρφωση και κοινότητες πρακτικής και εφαρμόζει αναστοχαστικά νέες γνώσεις στην εκπαιδευτική του πρακτική.	• Παρακολουθεί κατάλληλη επιμορφωτική δράση και εφαρμόζει επιλεγμένη νέα γνώση ή δεξιότητα. • Αναστοχάζεται και συστηματικά και πραγματοποιεί στοχευμένη προσαρμογή στην επόμενη εφαρμογή. • Συμμετέχει ενεργά σε κοινότητα πρακτικής και ανταλλάσσει υλικό, εμπειρίες και ανατροφοδότηση.
Επίπεδο 3 - Ολοκληρωμένη Ενσωμάτωση	Σχεδιάζει οργανωμένη επαγγελματική ανάπτυξη, ανασχεδιάζει την πρακτική με τεκμήρια και συμβάλλει στη μάθηση συναδέλφων.	• Διαμορφώνει και παρακολουθεί σχέδιο επαγγελματικής ανάπτυξης με σαφείς στόχους. • Συνδυάζει παρατηρήσεις, μαθησιακά τεκμήρια και ερευνητικά δεδομένα για τον ανασχεδιασμό της πρακτικής. • Συνδιαμορφώνει πόρους ή υλοποιεί οργανωμένη δράση peer learning, mentoring ή επιμόρφωσης.
Επίπεδο 4 - Μετασχηματιστική Αξιοποίηση	Αξιολογεί τη μακροπρόθεσμη επίδραση της επαγγελματικής μάθησης και υποστηρίζει	• Αξιολογεί την επίδραση της επαγγελματικής ανάπτυξης και αναθεωρεί τη μακροπρόθεσμη

	βιώσιμους μηχανισμούς παραγωγής και διάχυσης τεκμηριωμένης γνώσης.	στρατηγική του. • Συμβάλλει στον συντονισμό βιώσιμου μηχανισμού mentoring, κοινότητας πρακτικής ή επαγγελματικού δικτύου. • Παράγει και διαχέει ερευνητικά τεκμηριωμένη επαγγελματική γνώση σε ευρύτερο κοινό.
--	--	--

Όριο της θεματικής περιοχής: Εστιάζει στην ατομική και συλλογική επαγγελματική μάθηση των εκπαιδευτικών. Η συνεργασία για την ολοκλήρωση συγκεκριμένου έργου ανήκει στο D6, ο αρχικός παιδαγωγικός σχεδιασμός στο D2 και η αξιολόγηση μαθησιακών δραστηριοτήτων στο D5.

A.10 Θεματική Περιοχή 10: Συμπεριληπτικός Σχεδιασμός Μαθησιακών Περιβαλλόντων

Κεντρική ικανότητα: Ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να σχεδιάζει, να προσαρμόζει και να αξιολογεί προσβάσιμες και συμπεριληπτικές μαθησιακές εμπειρίες IoT/ΣΔΥ που υποστηρίζουν την ισότιμη συμμετοχή όλων των εκπαιδευομένων.

Επιμέρους διαστάσεις: εντοπισμός εμποδίων πρόσβασης και συμμετοχής - προσαρμογή υλικού, διεπαφών και τρόπων συμμετοχής - Universal Design for Learning (UDL) - αξιολόγηση ισότιμης συμμετοχής - οργανωμένο πλαίσιο συμπεριληπτικής αξιοποίησης.

Πίνακας A.10 - Domain 10: Δείκτες Επιπέδων Επάρκειας

Επίπεδο επάρκειας	Συνολικό προφίλ	Παρατηρήσιμοι δείκτες
Επίπεδο 1 - Βασική Κατανόηση	Αναγνωρίζει διαφορετικές ανάγκες, εμφανή εμπόδια και βασικές αρχές προσβασιμότητας και UDL.	• Εντοπίζει εμφανή τεχνολογικά, αισθητηριακά, κινητικά, γνωστικά ή επικοινωνιακά εμπόδια. • Αναγνωρίζει την ανάγκη πολλαπλών τρόπων πρόσβασης, συμμετοχής και έκφρασης της μάθησης. • Παρατηρεί και καταγράφει βασικές ενδείξεις περιορισμένης πρόσβασης ή συμμετοχής.
Επίπεδο 2 - Λειτουργική Εφαρμογή	Προσαρμόζει υπάρχουσα δραστηριότητα IoT/ΣΔΥ και ελέγχει με απλές μεθόδους εάν οι προσαρμογές υποστηρίζουν τη συμμετοχή.	• Προσαρμόζει οδηγίες, υλικό, διεπαφές, εξοπλισμό ή βαθμό δυσκολίας για συγκεκριμένες ανάγκες. • Παρέχει πολλαπλούς τρόπους παρουσίασης, ενεργοποίησης και έκφρασης των μαθησιακών αποτελεσμάτων. • Συλλέγει απλή ανατροφοδότηση και παρατηρεί την επίδραση των προσαρμογών στην πρόσβαση και τη συμμετοχή.
Επίπεδο 3 - Ολοκληρωμένη Ενσωμάτωση	- Σχεδιάζει εξ αρχής δραστηριότητες IoT/ΣΔΥ με αρχές UDL και αξιολογεί συστηματικά την ισότιμη συμμετοχή.	• Σχεδιάζει ευέλικτες μαθησιακές διαδρομές, επίπεδα υποστήριξης και τρόπους αλληλεπίδρασης. • Συνδυάζει προσαρμογές με βάση χαρακτηριστικά εκπαιδευομένων και τεκμήρια συμμετοχής. • Συνδυάζει ποσοτικά και ποιοτικά τεκμήρια για να αξιολογήσει τη συμμετοχή και να προτείνει βελτιώσεις.
Επίπεδο 4 - Μετασχηματιστική Αξιοποίηση	- Αξιολογεί συστημικά πρότυπα αποκλεισμού και συμβάλλει στη διαμόρφωση επαναχρησιμοποιήσιμων εκπαιδευτικών προτύπων	• Εντοπίζει επαναλαμβανόμενα πρότυπα αποκλεισμού και επανεξετάζει τις παραδοχές του σχεδιασμού. • Αναπτύσσει ευέλικτους

	και οργανωμένων πρακτικών συμπερίληψης.	και επαναχρησιμοποιήσιμους πόρους ή πρότυπα συμπεριληπτικών δραστηριοτήτων. • Συμβάλλει στην αξιολόγηση και αναθεώρηση οργανωμένων κατευθύνσεων προσβασιμότητας και συμπερίληψης στην εκπαιδευτική μονάδα.
--	--	---

Όριο της θεματικής περιοχής: Εστιάζει στην προσβασιμότητα, την άρση εμποδίων και την ισότιμη συμμετοχή. Ο γενικός παιδαγωγικός σχεδιασμός ανήκει στο D2, η αξιολόγηση μαθησιακών αποτελεσμάτων στο D5 και η ηθική ανάλυση των ανισοτήτων στο D8.

Παράρτημα Β: «Αντιστοίχιση των Δέκα Κεντρικών Ικανοτήτων με τις Συμπεριληφθείσες Μελέτες»

Η παρούσα αντιστοίχιση παρουσιάζει τις μελέτες από τις 41 συμπεριληφθείσες που τεκμηριώνουν καθεμία από τις δέκα κεντρικές ικανότητες του προτεινόμενου Πλαισίου. Η χαρτογράφηση βασίζεται στη στήλη «Αντιστοίχιση Domain (1–10)» του Πίνακα 4.3 και λειτουργεί συμπληρωματικά προς τη συνοπτική βιβλιογραφική και συγκριτική τεκμηρίωση του Πίνακα 5.4.

Domain 1 - Τεχνολογικές Γνώσεις IoT και ΣΔΥ

Ενδεικτικές Μελέτες:

S06, S11, S12, S13, S20, S26, S31, S32, S34, S36, S38, S39, S40

Τεκμηρίωση:

Αναφορές σε αρχιτεκτονική IoT, αισθητήρες, μικροελεγκτές, embedded systems, smart classrooms, φυσικό υπολογισμό, απτές γλώσσες προγραμματισμού και συναφείς τεχνολογίες διάχυτου υπολογισμού.

Domain 2 - Παιδαγωγικός Σχεδιασμός Δραστηριοτήτων IoT και ΣΔΥ

Ενδεικτικές Μελέτες:

S02, S11, S13, S22, S25, S31, S32, S33, S35, S36, S38, S39, S40, S41

Τεκμηρίωση:

PBL, STEAM, παιδαγωγική αξιοποίηση του IoT, διεπιστημονικά έργα, TRACK, εργαστηριακές δραστηριότητες φυσικού υπολογισμού και Arduino, σχεδιασμός μαθησιακών δραστηριοτήτων με Επαυξημένη Πραγματικότητα και ετοιμότητα των εκπαιδευτικών για την ενσωμάτωση αναδυόμενων τεχνολογιών.

Domain 3 - Διαχείριση και Ανάλυση Μαθησιακών Δεδομένων

Ενδεικτικές Μελέτες:

S01, S05, S08, S09, S10, S14, S16, S21, S23, S26, S34

Τεκμηρίωση:

Learning analytics, sensor data analysis, predictive modelling, explainable AI και data-informed decision making.

Domain 4 - Ασφάλεια και Προστασία Δεδομένων

Ενδεικτικές Μελέτες:

S03, S10, S21, S23, S24, S26, S34

Τεκμηρίωση:

Cybersecurity, data governance, explainable AI, θεσμικά πλαίσια, υπεύθυνη χρήση δεδομένων.

Domain 5 - Αξιολόγηση Μαθησιακών Δραστηριοτήτων IoT

Ενδεικτικές Μελέτες:

S01, S08, S09, S32, S34

Τεκμηρίωση:

Αξιολόγηση μέσω learning analytics, assessment σε IoT projects, data-based feedback.

Domain 6 - Συνεργασία και Διαχείριση Εκπαιδευτικών Έργων

Ενδεικτικές Μελέτες:

S06, S11, S15, S28, S29, S30, S35, S38

Τεκμηρίωση:

Project-based learning, διεπιστημονικά projects, innovation ecosystems, curriculum alignment.

Domain 7 - Καινοτομία και Δημιουργικός Σχεδιασμός

Ενδεικτικές Μελέτες:

S13, S17, S32, S35, S36

Τεκμηρίωση:

Maker movement, φυσικός και απτός προγραμματισμός, πρωτοτυποποίηση, δημιουργία artefacts, υπολογιστική σκέψη και σχεδιασμός φυσικών - ψηφιακών μαθησιακών δραστηριοτήτων.

Domain 8 - Κριτική και Ηθική Αξιοποίηση Τεχνολογιών**Ενδεικτικές Μελέτες:**

S07, S10, S21

Τεκμηρίωση:

AI ethics, bias, explainable AI, κοινωνικές επιπτώσεις τεχνολογίας.

Domain 9 - Επαγγελματική Ανάπτυξη Εκπαιδευτικών**Ενδεικτικές Μελέτες:**

S02, S06, S15, S19, S24, S25, S27, S31, S32, S33, S37, S39, S40, S41

Τεκμηρίωση:

Teacher competence frameworks, DigCompEdu, ICT-CFT, professional learning, acceptance models.

Domain 10 - Συμπεριληπτικός Σχεδιασμός Μαθησιακών Περιβαλλόντων**Ενδεικτικές Μελέτες:**

S24, S25

Τεκμηρίωση:

Inclusive education, equity in digital competence frameworks, learner empowerment.

Παράρτημα Γ: «Κατάλογος Ηλεκτρονικών Πηγών και Συνδέσμων»

Το παρόν παράρτημα περιλαμβάνει συγκεντρωτικά όλους τους ηλεκτρονικούς συνδέσμους (URLs) που αξιοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του Πλαισίου Ικανοτήτων και της Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης. Οι παρακάτω σύνδεσμοι αξιοποιήθηκαν για θεσμική τεκμηρίωση και συγκριτική χαρτογράφηση.

Robotics - model/competences για εκπαιδευτικούς (δευτεροβάθμια) Morze, N. V., & colleagues. Model of the Competences in Educational Robotics (paper με μοντέλο ικανοτήτων για εκπαιδευτικούς).
<https://www.scitepress.org/Papers/2020/109333/109333.pdf>

IoT instructor competences (framework), “Exploring the Competency Needs of Internet of Things (IoT) Instructor Training Instructors: A Systematic Literature Review” (framework για competences IoT instructor). <https://www.jscires.org/article/14/3/876>

Filo, Y., Rabin, E., & Mor, Y. (2024). An Artificial Intelligence Competency Framework for Teachers and Students: Co-created with Teachers. *European Journal of Open, Distance and E-Learning*, 26(S1), 93–106. <https://doi.org/10.2478/eurodl-2024-0012>

Systematic review για teacher AI competency frameworks (κριτήρια σύγκρισης), “Developing teacher AI competence: A systematic review of beliefs, professional learning, and cultural factors” (ScienceDirect).
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0742051X26000041>

Le, H. T. T., et al. (2025). *STEM teaching competency of general education teachers: Concept, definition, and theoretical framework*. *European Journal of STEM Education*, 10(1), Article 38. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/17654>

Integrated STEM competence framework για τριτοβάθμια, “Integrated STEM Education Competence Framework for University Lecturers”. https://www.eu-jer.com/articles/EU-JER_14_1_135.pdf

Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Publications Office of the European Union. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC107466>

UNESCO. (2018). *ICT competency framework for teachers (Version 3)*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265721>

European Union Agency for Cybersecurity (ENISA). (2020). *Guidelines for securing the Internet of Things*. <https://www.enisa.europa.eu/publications/guidelines-for-securing-the-internet-of-the-things>

European Commission. (2023). *EU data protection legal framework*. https://commission.europa.eu/law/law-topic/data-protection/legal-framework-eu-data-protection_en

AIOTI Working Group. (2021). *AIOTI Beyond 5G report*. <https://aioti.eu/wp-content/uploads/2021/10/AIOTI-Beyond-5G-R1-Report-Published.pdf>

Castaño-Muñoz, J., & Rodríguez-Hernández, J. (2023). Use of Arduino in primary education: A systematic review. https://www.researchgate.net/publication/367538489_Use_of_Arduino_in_Primary_Education_A_Systematic_Review

Alshahrani, F. (2023). Systematic review on teaching and learning for IoT programming. https://www.researchgate.net/publication/375902527_Systematic_Review_on_Teaching_and_Learning_for_IoT_Programming

Lindqvist, J. (2019). *IoT in education: Privacy, security and law*. <https://media1.iothub.se/2020/05/IoT-in-education-Privacy-security-and-law-2019.pdf>

Alharbi, M., & Alshammari, S. (2024). IoT integration in educational contexts and teacher competences. *Education Sciences*, 14(1), 25. <https://www.mdpi.com/2227-7102/14/1/25>

Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. https://tecfa.unige.ch/proj/eteach-net/Thomas_researchreview_PBL.pdf

Raspberry Pi Foundation. (2021). *Teaching programming in schools: Pedagogy review*. <https://www.raspberrypi.org/app/uploads/2021/11/Teaching-programming-in-schools-pedagogy-review-Raspberry-Pi-Foundation.pdf>

Aldowah, H., Al-Samarraie, H., & Fauzy, W. M. (2019). Educational data mining and learning analytics for 21st century higher education: A review and synthesis. *Telematics and Informatics*, 37, 13-49. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2019.01.007>

Γ.1 Διεθνή Πλαίσια και Θεσμικές Αναφορές

<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC107466>

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265721>

<https://www.enisa.europa.eu/publications/guidelines-for-securing-the-internet-of-the-things>

https://commission.europa.eu/law/law-topic/data-protection/legal-framework-eu-data-protection_en

Γ.2 Επιστημονική Βιβλιογραφία IoT / AIoT

<https://aioti.eu/wp-content/uploads/2021/10/AIOTI-Beyond-5G-R1-Report-Published.pdf>
<https://www.mdpi.com/2624-831x/6/3/45>
<https://www.sciencedirect.com/special-issue/10JFDJ7P9SR>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S254266052300375X>
https://www.researchgate.net/publication/367538489_Use_of_Arduino_in_Primary_Education_A_Systematic_Review
https://www.researchgate.net/publication/375902527_Systematic_Review_on_Teaching_and_Learning_for_IoT_Programming
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X25000429>
<https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/6049>
<https://ieomsociety.org/proceedings/2022istanbul/1063.pdf>
https://zaguan.unizar.es/record/130169/files/texto_completo.pdf
<https://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/jpentai/article/view/34616/26241>
<https://www.ejmste.com/download/interdisciplinary-project-based-inquiry-empowering-students-to-solve-global-problems-16396.pdf>
https://tecfa.unige.ch/proj/eteach-net/Thomas_researchreview_PBL.pdf
<https://www.mdpi.com/2073-431X/10/10/130>
<https://www.raspberrypi.org/app/uploads/2021/11/Teaching-programming-in-schools-pedagogy-review-Raspberry-Pi-Foundation.pdf>
<https://media1.iothub.se/2020/05/IoT-in-education-Privacy-security-and-law-2019.pdf>
<https://www.mdpi.com/2227-7102/14/1/25>
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1328591.pdf>

Γ.3 Ελληνικές Εκπαιδευτικές Δομές και Πρωτοβουλίες

<http://aesop.iep.edu.gr>
<http://photodentro.edu.gr>
<https://wrohellas.gr/>
<https://gfoss.eu/>
<https://school-education.ec.europa.eu/en/etwinning>
<https://k2southaegEAN.gr/aegean-neorion-innovation-center-syros/>
<https://www.iep.edu.gr/nea-programmata-spoudon/>

<https://pektpeptol.sites.sch.gr/>

<https://ic.cti.gr/>

Γ.4 Μεταπτυχιακά Προγράμματα Σπουδών (Ελλάδα)

<https://www.eap.gr/en/mobile-and-pervasive-computing-systems/>

<https://cs.unipi.gr/cs-psipol/>

<https://csiot.ds.uth.gr/en/home/>

<http://msciot.eee.uniwa.gr/>

<https://st.ihu.gr/el/studies-el/postgraduate-el/mobile-el>

<https://msc2024.dit.hua.gr/cloud-edge/>

<https://msc.icsd.aegean.gr/en/masters/internet-of-things>

<https://msc-ditrep.uniwa.gr/>

Γ.5 Προπτυχιακά Μαθήματα IoT / Ubiquitous Computing

<https://www.ceid.upatras.gr/en/course/ubiquitous-computing/>

<https://www.iee.ihu.gr/en/course/1803/>

<https://www.ds.unipi.gr/en/courses/internet-of-things-2/>

<https://www.e-ce.uth.gr/studies/undergraduate/courses/ece490/>

<http://aidasc.uniwa.gr/courses/internet-of-things/>

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.

Πτυχιακή / Διπλωματική Εργασία «Νταούτης Ευάγγελος»