ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ
ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ
ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΙ
ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΚΕΝΤΡΟ ΕΡΕΥΝΑΣ ΓΙΑ
ΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ
ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗ

«Από τα Πληροφοριακά Συστήματα στα Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Τομέα της Εκπαίδευσης»

Αιμιλιανός Κ. Ευαγγελινός
Αριθμός Μητρώου: icsdm624004
Email: icsdm624004@icsd.aegean.gr

Επιβλέπουσα: Δρ. Βασιλική Διαμαντοπούλου

29 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2026
www.aegean.icsd.gr

«Από τα Πληροφοριακά Συστήματα στα Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Τομέα της Εκπαίδευσης»

Η Διπλωματική Εργασία παρουσιάστηκε ενώπιον

του Διδακτικού Προσωπικού του Πανεπιστημίου Αιγαίου

Σε Μερική Εκπλήρωση των απαιτήσεων για την απόκτηση του μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης «Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση»

Η ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΩΝ
ΕΠΙΚΥΡΩΝΕΙ ΤΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ
ΑΙΜΙΛΙΑΝΟΥ Κ. ΕΥΑΓΓΕΛΙΝΟΥ

Δρ. Βασιλική Διαμαντοπούλου, Επιβλέπουσα

Μόνιμη Επίκουρη Καθηγήτρια

Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών
και Επικοινωνιακών Συστημάτων

Γιάννης Χαραλαμπίδης, Μέλος

Καθηγητής

Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών
και Επικοινωνιακών Συστημάτων

Χαράλαμπος Αλεξόπουλος, Μέλος

Επίκουρος Καθηγητής

Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών
και Επικοινωνιακών Συστημάτων

© 2026

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

Αιμιλιανός Κ. Ευαγγελινός

Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση» του Τμήματος Μηχανικών Πληροφοριακών & Επικοινωνιακών Συστημάτων της Πολυτεχνικής Σχολής και φέρει τον τίτλο:

«Από τα Πληροφοριακά Συστήματα στα Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης: Η Περίπτωση του Τομέα της Εκπαίδευσης».

Η επιλογή του συγκεκριμένου θέματος δεν αποτέλεσε απλώς μια ακαδημαϊκή υποχρέωση, αλλά μια συνειδητή ερευνητική αναζήτηση γύρω από έναν τομέα που μετασχηματίζεται ραγδαία και επηρεάζει ουσιαστικά το μέλλον της εκπαίδευσης και της δημόσιας διοίκησης. Η μετάβαση από τα παραδοσιακά Πληροφοριακά Συστήματα στα ευφυή Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης δεν συνιστά μόνο τεχνολογική εξέλιξη, αλλά και βαθιά οργανωτική, κοινωνική και θεσμική αλλαγή.

Μέσα από την παρούσα εργασία επιδίωξα να κατανοήσω σε βάθος αυτή τη μετάβαση, να διερευνήσω τις δυνατότητες και τους περιορισμούς της, αλλά και να προβληματιστώ σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να αξιοποιηθούν με υπευθυνότητα, διαφάνεια και σεβασμό στα θεμελιώδη δικαιώματα στον χώρο της εκπαίδευσης. Η ενασχόληση με το θέμα αυτό αποτέλεσε για εμένα μια ιδιαίτερα δημιουργική και απαιτητική διαδρομή, γεμάτη αναζητήσεις, προβληματισμούς και νέες οπτικές.

Θα ήθελα να εκφράσω την ειλικρινή μου ευγνωμοσύνη στην επιβλέπουσα της εργασίας, Επίκουρη Καθηγήτρια Δρ. Βασιλική Διαμαντοπούλου, για την καθοδήγηση, τη διαρκή υποστήριξη, την εμπιστοσύνη και τις ουσιαστικές παρατηρήσεις της, που συνέβαλαν καθοριστικά στη διαμόρφωση και ολοκλήρωση της μελέτης.

Θερμές ευχαριστίες απευθύνω επίσης στα μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής, τον Καθηγητή Γιάννη Χαραλαμπίδη και τον Επίκουρο Καθηγητή Χαράλαμπο Αλεξόπουλο, για τον χρόνο που διέθεσαν, τις παρατηρήσεις και τη συμβολή τους στην επιστημονική αρτιότητα της εργασίας.

Τέλος, ευχαριστώ από καρδιάς την οικογένεια και τους ανθρώπους που στάθηκαν δίπλα μου σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου, για την υπομονή, τη στήριξη και την πίστη τους σε εμένα.

Περίληψη

Η παρούσα εργασία εξετάζει τη μετάβαση από τα παραδοσιακά Πληροφοριακά Συστήματα (Information Systems – IS) προς τα Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligence Systems – AI Systems), με ιδιαίτερη έμφαση στον τομέα της εκπαίδευσης. Μέσω βιβλιογραφικής και ποιοτικής ανάλυσης, διερευνώνται τα χαρακτηριστικά, οι δυνατότητες και οι περιορισμοί των IS, καθώς και οι τεχνολογικές, οργανωσιακές και κοινωνικές εξελίξεις που οδήγησαν στην ευρεία υιοθέτηση της AI. Παράλληλα, αναλύονται οι προκλήσεις που αναδύονται κατά την ενσωμάτωση ευφυών τεχνολογιών σε υπάρχουσες πληροφοριακές υποδομές.

Η μελέτη περίπτωσης του Moodle αναδεικνύει ότι τα παραδοσιακά Learning Management Systems (LMS) παρέχουν σταθερή διοικητική και οργανωσιακή υποστήριξη, αλλά δεν διαθέτουν τις ευφυείς λειτουργίες που απαιτούνται για εξατομικευμένη και προσαρμοστική μάθηση. Η ενσωμάτωση τεχνολογιών AI, όπως adaptive learning, learning analytics, chatbots, αυτοματοποιημένη αξιολόγηση και ανάλυση συναισθήματος, μεταμορφώνει το LMS σε δυναμικό περιβάλλον μάθησης που υποστηρίζει ενεργητικά τόσο τους εκπαιδευόμενους όσο και τους εκπαιδευτικούς.

Τα ευρήματα της έρευνας δείχνουν ότι η τεχνητή νοημοσύνη προσφέρει τρεις κομβικές αξίες για την εκπαίδευση: εξατομίκευση μαθησιακών διαδρομών, προγνωστική ικανότητα και αυτοματοποίηση διαδικασιών. Ωστόσο, αναδεικνύονται σημαντικές προκλήσεις που αφορούν την ποιότητα και προστασία των δεδομένων, την κανονιστική συμμόρφωση, το κόστος υλοποίησης και την πιθανότητα αλγοριθμικής μεροληψίας. Για την αποτελεσματική αξιοποίηση της AI απαιτείται όχι μόνο τεχνολογική υλοποίηση, αλλά και παιδαγωγική στρατηγική, οργανωσιακή ετοιμότητα και υπεύθυνη διακυβέρνηση.

Συνολικά, η εργασία καταλήγει ότι η μετάβαση από IS σε AI Systems δεν αποτελεί απλή τεχνολογική αναβάθμιση, αλλά μια ευρύτερη αλλαγή παραδείγματος που επηρεάζει τη λειτουργία των εκπαιδευτικών οργανισμών, την αλληλεπίδραση εκπαιδευτικών–εκπαιδευομένων και τον τρόπο με τον οποίο ορίζεται η μάθηση στη σύγχρονη ψηφιακή εποχή.

Λέξεις - Κλειδιά: Πληροφοριακά Συστήματα (Information Systems–IS), Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης (AI Systems), Μετάβαση από IS σε AI Systems, Ψηφιακός μετασχηματισμός, Ψηφιακός μετασχηματισμός στην εκπαίδευση, Ευφυή Πληροφοριακά Συστήματα.

Abstract

The present study examines the transition from traditional Information Systems (IS) to Artificial Intelligence Systems (AI Systems), with particular emphasis on the field of education. Through a literature review and qualitative analysis, it explores the characteristics, capabilities, and limitations of IS, as well as the technological, organizational, and social developments that led to the widespread adoption of AI. At the same time, it analyzes the challenges that emerge when integrating intelligent technologies into existing information infrastructures.

The case study of Moodle highlights that traditional Learning Management Systems (LMS) provide stable administrative and organizational support but lack the intelligent functionalities required for personalized and adaptive learning. The integration of AI technologies, such as adaptive learning, learning analytics, chatbots, automated assessment, and sentiment analysis, transforms the LMS into a dynamic learning environment that actively supports both learners and educators.

The research findings indicate that artificial intelligence offers three key values for education: personalization of learning pathways, predictive capability, and process automation. However, significant challenges are also identified, including issues related to data quality and protection, regulatory compliance, implementation costs, and the risk of algorithmic bias. The effective utilization of AI requires not only technological implementation but also pedagogical strategy, organizational readiness, and responsible governance.

Overall, the study concludes that the transition from IS to AI Systems is not merely a technological upgrade, but a broader paradigm shift that affects the operation of educational institutions, the interaction between educators and learners, and the way learning is defined in the modern digital era.

Keywords: Information Systems (IS), Artificial Intelligence Systems (AI Systems), Transition from IS to AI Systems, Digital transformation, Digital transformation in education, Intelligent Information Systems.

Πίνακας Περιεχομένων

Ενότητα	Τίτλος Ενότητας	Σελίδα
Περίληψη		2
1	**Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή**	6
1.1	Παρουσίαση θέματος	6
1.2	Σκοπός και στόχοι της διπλωματικής	7
1.3	Ερευνητικά ερωτήματα	8
1.4	Μεθοδολογία	9
1.5	Δομή εργασίας	10
2.	**Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό υπόβαθρο**	12
2.1	Ορισμός και χαρακτηριστικά των πληροφοριακών συστημάτων	12
2.2	Ιστορική εξέλιξη πληροφοριακών συστημάτων	12
2.3	Ο ρόλος των Πληροφοριακών Συστημάτων (IS) στις επιχειρήσεις	13
2.4	Περιορισμοί των παραδοσιακών Πληροφοριακών Συστημάτων(IS)	14
3	**Κεφάλαιο 3: Εισαγωγή στα Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης**	15
3.1	Ορισμός τεχνητής νοημοσύνης	15
3.2	Υποκατηγορίες της AI (machine learning, deep learning, NLP)	16
3.3	Τεχνολογικά εργαλεία (TensorFlow, PyTorch, AutoML)	18
3.4	Παραδείγματα χρήσης της AI σε επιχειρήσεις	20
4	**Κεφάλαιο 4: Η μετάβαση από τα Πληροφοριακά Συστήματα (IS) σε AI Systems**	22
4.1	Εξέλιξη και μετασχηματισμός των Πληροφοριακών Συστημάτων στον χρόνο	22
4.2	Ο Κύκλος Ζωής των Πληροφοριακών Συστημάτων (Π.Σ.)	23
4.3	Ο Κύκλος Ζωής της Τεχνητής Νοημοσύνης (AI Lifecycle)	25
4.4	Η Μετάβαση από τα Π.Σ. στην Τεχνητή Νοημοσύνη (AI)	26
4.5	Ποιοι παράγοντες ώθησαν τη μετάβαση	28
4.6	Τεχνολογικά και οργανωσιακά εμπόδια	29
4.7	Στρατηγικές ενσωμάτωσης της AI σε υφιστάμενα IS	32
4.8	Ανάλυση συγκριτικών πλεονεκτημάτων	33
4.9	Ζητήματα ηθικής και κανονιστικής συμμόρφωσης	36
5	**Κεφάλαιο 5: Η χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση**	39
5.1	Βασικές τάσεις της AI στην Εκπαίδευση	39
5.2	Παραδείγματα Χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση	41

5.3	Τεχνολογίες και Εφαρμογές AI στην Εκπαίδευση	42
5.4	Οφέλη και Πλεονεκτήματα της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση	46
5.5	Προκλήσεις και Κίνδυνοι της Εφαρμογής AI στην Εκπαίδευση	48
5.6	Ηθικό και Θεσμικό Πλαίσιο της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση	51
5.7	Επιπτώσεις στον Ρόλο του Εκπαιδευτικού	53
5.8	Επιπτώσεις στους Εκπαιδευόμενους	55
5.9	Επίλογος κεφαλαίου	57
6	**Κεφάλαιο 6: Μελέτη Περίπτωσης (case study)**	59
6.1	Εισαγωγή στη μελέτη περίπτωσης	59
6.2	Το Moodle ως παραδοσιακό πληροφοριακό σύστημα	59
6.3	SWOT Analysis του Moodle ως AI-enhanced LMS	60
6.4	Το Moodle στη μετάβαση από τα παραδοσιακά IS στα AI Systems	61
6.5	Το Moodle ως AI-Enhanced Learning Management System (AI-enhanced LMS)	64
6.6	Κριτική αξιολόγηση των AI Add-ons στο Moodle	66
6.7	Διεθνή παραδείγματα εφαρμογής AI σε LMS	69
6.8	Πραγματικές εφαρμογές AI στην εκπαίδευση	71
6.9	Οφέλη και προκλήσεις	74
6.10	Σύνδεση της μελέτης περίπτωσης με τα ερευνητικά ερωτήματα	77
6.11	Συμπεράσματα της μελέτης περίπτωσης	79
7	**Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα και προτάσεις**	83
7.1	Συνοπτική Παρουσίαση Ευρημάτων	83
7.2	Κύρια Συμπεράσματα	83
7.3	Απαντήσεις στα Ερευνητικά Ερωτήματα	85
7.4	Κριτική Ανάλυση των Ευρημάτων	87
7.5	Συμβολή της Έρευνας	88
7.6	Όρια και Περιορισμοί της Έρευνας	88
7.7	Προτάσεις για την Εκπαίδευση	89
7.8	Προτάσεις για μελλοντική έρευνα	91
7.9	Τελικό Συμπέρασμα	92
Βιβλιογραφία		93

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Παρουσίαση θέματος

Η ραγδαία εξέλιξη των ψηφιακών τεχνολογιών τις τελευταίες δεκαετίες έχει αναδείξει τα Πληροφοριακά Συστήματα (Information Systems – IS) ως θεμελιώδη εργαλεία υποστήριξης της λειτουργίας οργανισμών και επιχειρήσεων. Από τα πρώτα συστήματα αυτοματοποίησης διοικητικών διαδικασιών μέχρι τα σύγχρονα περιβάλλοντα διαχείρισης δεδομένων και επιχειρησιακής ευφυΐας, τα IS συνέβαλαν καθοριστικά στη βελτίωση της αποδοτικότητας, της ακρίβειας και της λήψης αποφάσεων. Παρ' όλα αυτά, οι σημερινές απαιτήσεις για δυναμική προσαρμογή, ανάλυση μεγάλων όγκων δεδομένων και εξατομίκευση υπηρεσιών αποκαλύπτουν τους περιορισμούς των παραδοσιακών IS και δημιουργούν την ανάγκη για μια νέα τεχνολογική προσέγγιση.

Σε αυτό το πλαίσιο, η Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence – AI) αποτελεί τον κυριότερο παράγοντα μετασχηματισμού. Η ικανότητά της να μαθαίνει από δεδομένα, να αναγνωρίζει πρότυπα και να προσαρμόζεται στο περιβάλλον καθιστά την AI όχι απλώς συμπληρωματική των IS, αλλά κινητήριο δύναμη για τη μετάβαση σε πιο ευφυή, αυτόνομα και προσαρμοστικά συστήματα. Η ενσωμάτωση τεχνολογιών AI μεταβάλλει σημαντικά τον τρόπο με τον οποίο οργανισμοί και εκπαιδευτικοί θεσμοί διαχειρίζονται πληροφορία, λαμβάνουν αποφάσεις και σχεδιάζουν υπηρεσίες.

Η εκπαίδευση αποτελεί έναν από τους τομείς όπου η μετάβαση από τα IS στα AI Systems εμφανίζεται να έχει μια ιδιαίτερη δυναμική. Τα παραδοσιακά Learning Management Systems (LMS), όπως το Moodle, υπηρέτησαν για μεγάλο χρονικό διάστημα τις ανάγκες διαχείρισης μαθημάτων, αξιολογήσεων και εκπαιδευτικού υλικού. Ωστόσο, οι σύγχρονες παιδαγωγικές προσεγγίσεις, η ανάγκη για εξατομικευμένη μάθηση και η αυξανόμενη πολυπλοκότητα των εκπαιδευτικών δεδομένων καθιστούν επιτακτική την ενσωμάτωση ευφυών λειτουργιών, όπως adaptive learning, analytics, αυτοματοποιημένη αξιολόγηση και υποστήριξη μέσω NLP.

Η παρούσα εργασία διερευνά συστηματικά τη μετάβαση από τα Πληροφοριακά Συστήματα στα Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης, με ιδιαίτερη έμφαση στον τομέα της εκπαίδευσης. Στόχος είναι η εις βάθος κατανόηση των τεχνολογικών, οργανωσιακών και κοινωνικών παραγόντων που διαμορφώνουν αυτή τη μετάβαση, καθώς και η αξιολόγηση των δυνατοτήτων και των προκλήσεων που ανακύπτουν. Ειδικότερα, η εργασία εξετάζει:

- τα χαρακτηριστικά, τις δυνατότητες και τους περιορισμούς των παραδοσιακών IS,
- τις βασικές τεχνολογίες και αρχές της Τεχνητής Νοημοσύνης,
- τις στρατηγικές και προϋποθέσεις ενσωμάτωσης AI σε υπάρχοντα συστήματα,
- τις εφαρμογές της AI στην εκπαίδευση και τις επιπτώσεις τους σε εκπαιδευτικούς και εκπαιδευόμενους,
- και την πρακτική εφαρμογή της AI σε LMS μέσω της μελέτης περίπτωσης του Moodle.

Στο τέλος, μέσω συνθετικής ανάλυσης, η εργασία απαντά στα ερευνητικά ερωτήματα που έχουν τεθεί και διατυπώνει προτάσεις για την υπεύθυνη και παιδαγωγικά τεκμηριωμένη αξιοποίηση της AI στην εκπαίδευση.

1.2 Σκοπός και Στόχοι της Πτυχιακής Εργασίας

Σκοπός της Έρευνας:

Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να διερευνήσει σε βάθος τη μετάβαση από τα παραδοσιακά Πληροφοριακά Συστήματα (Information Systems – IS) προς τα Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης (AI Systems), με ιδιαίτερη έμφαση στον τομέα της εκπαίδευσης.
Η εργασία αποσκοπεί στην κατανόηση των τεχνολογικών, οργανωσιακών, παιδαγωγικών και κοινωνικών παραγόντων που επηρεάζουν αυτή τη μετάβαση, καθώς και στην αξιολόγηση των ευκαιριών και των προκλήσεων που προκύπτουν από την ενσωμάτωση της AI σε εκπαιδευτικά πληροφοριακά συστήματα.

Επιμέρους Στόχοι:

Οι επιμέρους στόχοι οργανώνονται σε τέσσερις βασικές διαστάσεις, σύμφωνα με τη συνολική δομή και τη μεθοδολογική προσέγγιση της εργασίας:

1. Τεχνολογική Διάσταση

1. Να αποτυπωθούν τα χαρακτηριστικά, οι δυνατότητες και οι περιορισμοί των παραδοσιακών Πληροφοριακών Συστημάτων.
2. Να παρουσιαστούν οι βασικές αρχές και τεχνολογίες της Τεχνητής Νοημοσύνης (Machine Learning, Deep Learning, NLP).
3. Να εξεταστούν οι τρόποι με τους οποίους οι τεχνολογίες AI μετασχηματίζουν σύγχρονα πληροφοριακά συστήματα.

2. Οργανωσιακή Διάσταση

4. Να αναλυθούν οι στρατηγικές ενσωμάτωσης AI σε υπάρχουσες πληροφοριακές υποδομές.
5. Να διερευνηθούν τα τεχνολογικά, διοικητικά και λειτουργικά εμπόδια που ανακύπτουν κατά τη μετάβαση IS → AI Systems.
6. Να αναδειχθούν οι επιπτώσεις της AI σε οργανωσιακούς ρόλους και δομές, ιδιαίτερα στα εκπαιδευτικά ιδρύματα.

3. Παιδαγωγική και Εκπαιδευτική Διάσταση

7. Να εξεταστούν οι βασικές τεχνολογίες, εφαρμογές και παιδαγωγικές προσεγγίσεις της AI στην εκπαίδευση (adaptive learning, analytics, chatbots, αυτοματοποιημένη αξιολόγηση κ.ά.).
8. Να αξιολογηθούν τα οφέλη, οι προκλήσεις και οι κίνδυνοι της χρήσης AI στην εκπαιδευτική πράξη.
9. Να διερευνηθούν οι επιπτώσεις της AI στον ρόλο των εκπαιδευτικών και των εκπαιδευομένων, καθώς και στη μαθησιακή διαδικασία συνολικά.

4. Εφαρμοσμένη Διάσταση – Μελέτη Περίπτωσης

Να πραγματοποιηθεί συστηματική μελέτη περίπτωσης με επίκεντρο το Moodle, εξετάζοντας:

- το Moodle ως παραδοσιακό IS,
- τις δυνατότητες ενσωμάτωσης AI λειτουργιών,
- τα οφέλη και τις προκλήσεις της μετατροπής ενός LMS σε ευφυές LMS,
- διεθνείς πρακτικές και παραδείγματα εφαρμογής.

Σκοπός μας είναι να συνδεθούν τα ευρήματα της μελέτης περίπτωσης με τα ερευνητικά ερωτήματα και να εξαχθούν τεκμηριωμένα συμπεράσματα.

1.3 Ερευνητικά Ερωτήματα

Η συγκεκριμένη έρευνα επιδιώκει να απαντήσει στα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

1. Ποια είναι τα βασικά χαρακτηριστικά, οι λειτουργίες και οι περιορισμοί των παραδοσιακών Πληροφοριακών Συστημάτων (IS), και σε ποιο βαθμό ανταποκρίνονται στις σύγχρονες τεχνολογικές και οργανωσιακές απαιτήσεις;

2. Ποιες τεχνολογικές, θεωρητικές και λειτουργικές εξελίξεις της Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) καθιστούν αναγκαία τη μετάβαση από τα IS στα AI Systems;

3. Με ποιους τρόπους διαφοροποιείται ο κύκλος ζωής, η αρχιτεκτονική και η λειτουργικότητα των AI Systems σε σχέση με τα παραδοσιακά IS, και ποιες νέες δυνατότητες ή περιορισμοί προκύπτουν;

4. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα, οι προκλήσεις και οι κίνδυνοι από την ενσωμάτωση τεχνολογιών AI σε υφιστάμενα πληροφοριακά συστήματα, τόσο από τεχνολογική όσο και από οργανωσιακή και ηθική σκοπιά;

5. Πώς αξιοποιούνται οι τεχνολογίες AI στον τομέα της εκπαίδευσης και ποιες επιπτώσεις έχουν στη μαθησιακή διαδικασία, στους εκπαιδευτικούς και στους εκπαιδευόμενους;

6. Με ποιον τρόπο η ενσωμάτωση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης στα Σύγχρονα Συστήματα Διαχείρισης Μάθησης συμβάλλει στη μετατροπή τους σε ευφυή μαθησιακά περιβάλλοντα;

7. Σε ποιο βαθμό τα ευρήματα της θεωρητικής ανάλυσης και της μελέτης περίπτωσης επιβεβαιώνουν ή αναδιαμορφώνουν την κατανόηση της μετάβασης από τα IS στα AI Systems στον χώρο της εκπαίδευσης;

Οι στόχοι της έρευνας αντιστοιχούν στα ερευνητικά ερωτήματα 1έως 7 και καθοδηγούν πλήρως την ανάλυση που ακολουθεί.

1.4 Μεθοδολογία

Η έρευνα υιοθετεί μια **ποιοτική, βιβλιογραφική και ερμηνευτική μεθοδολογία**, με στόχο την αναλυτική διερεύνηση της μετάβασης από τα Πληροφοριακά Συστήματα (IS) στα Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης (AI Systems), με ιδιαίτερη έμφαση στον τομέα της εκπαίδευσης. Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει τη σε βάθος κατανόηση θεωριών, μοντέλων, πρακτικών και τεχνολογικών εξελίξεων, χωρίς τη συλλογή πρωτογενών ερευνητικών δεδομένων.

Η μελέτη βασίζεται αποκλειστικά σε **δευτερογενή δεδομένα**, τα οποία προέρχονται από:

- Επιστημονικά άρθρα από βάσεις IEEE Xplore, SpringerLink, Elsevier, Google Scholar
- Βιβλία και μονογραφίες αναγνωρισμένων ερευνητών
- Οδηγίες διεθνών οργανισμών (UNESCO, OECD, Ευρωπαϊκή Ένωση)
- Τεκμηρίωση και ακαδημαϊκές μελέτες για το Moodle και τα LMS

Οι πηγές έχουν επιλεγεί με κριτήριο **την επικαιρότητα**, την αξιοπιστία και τη συνάφεια με το αντικείμενο, εξασφαλίζοντας υψηλό βαθμό εγκυρότητας.

Η ανάλυση οργανώνεται σε τέσσερις διακριτούς άξονες:

1. **Θεωρητικός άξονας:**
   Καταγραφή και αξιολόγηση εννοιών, μοντέλων και χαρακτηριστικών των IS και AI στα Κεφάλαια 2, 3 και 5.
2. **Συγκριτικός άξονας:**
   Σύγκριση κύκλου ζωής, λειτουργιών, δυνατοτήτων και περιορισμών IS vs AI Κεφάλαιο 4.
3. **Εφαρμοσμένος άξονας:**
   Μελέτη περίπτωσης του Moodle και των AI add-ons ως αντιπροσωπευτικό παράδειγμα μετάβασης από IS σε AI μέσα στο εκπαιδευτικό περιβάλλον Κεφάλαιο 6.
4. **Ερμηνευτικός άξονας:**
   Σύνθεση των συμπερασμάτων από τη βιβλιογραφία Κεφάλαια 2 έως 5 και τη μελέτη περίπτωσης Κεφάλαιο 6, με στόχο την απάντηση των ερευνητικών ερωτημάτων στο Κεφάλαιο 7.
   Σε αυτόν τον άξονα διαμορφώνονται: τα συνολικά συμπεράσματα, οι προτάσεις για την εκπαίδευση, οι κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα.

Η επιλογή του Moodle ως μελέτη περίπτωσης βασίζεται σε τέσσερις σαφείς λόγους:

- **Ευρεία διεθνής χρήση** (περισσότεροι από 200 εκατομμύρια χρήστες)
- **Ανοιχτός κώδικας**, άρα διαθέσιμο οικοσύστημα προσθηκών (plugins) με AI λειτουργίες
- **Αντιπροσωπευτικότητα** ως κλασικό LMS που μεταβαίνει σε AI-enhanced LMS
- **Πλούσια βιβλιογραφία** που επιτρέπει συστηματική ανάλυση

Η μελέτη περίπτωσης δεν αποτελεί εμπειρική έρευνα, αλλά **αναλυτικό παράδειγμα εφαρμογής** για τη σύνδεση θεωρίας και πρακτικής.

Η διαδικασία της βιβλιογραφικής ανάλυσης πραγματοποιήθηκε σε πέντε στάδια:

1. **Συλλογή** άρθρων, βιβλίων και επίσημων εγγράφων μέσω λέξεων-κλειδιών (IS, AI systems, LMS, Moodle, adaptive learning, AI in education).
2. **Αξιολόγηση** των πηγών ως προς αξιοπιστία, ημερομηνία, και συνεισφορά.
3. **Θεματική κατηγοριοποίηση** των εννοιών σε IS, AI, Εκπαίδευση και Μετα-συστήματα.
4. **Συγκριτική και κριτική σύνθεση** ευρημάτων από διαφορετικές μελέτες.
5. **Εξαγωγή συμπερασμάτων** σε συνάρτηση με τα ερευνητικά ερωτήματα.

Όπως κάθε βιβλιογραφική μελέτη, η παρούσα έρευνα έχει περιορισμούς:

- Δεν συλλέγονται **πρωτογενή δεδομένα** από χρήστες, εκπαιδευτικούς ή εκπαιδευόμενους.
- Η ανάλυση εξαρτάται από την **ποιότητα και πληρότητα των διαθέσιμων πηγών**.
- Οι πρακτικές εφαρμογές AI αλλάζουν ταχύτατα, συνεπώς οι τεχνολογικές εξελίξεις ενδέχεται να ξεπεράσουν μέρος των ευρημάτων στο μέλλον.

Παρά τους περιορισμούς αυτούς, η μεθοδολογία επιτρέπει μια **συνολική, αξιόπιστη και τεκμηριωμένη ανάλυση** του υπό εξέταση θέματος.

1.5. Δομή Εργασίας

Η παρούσα εργασία αποτελείται από **επτά** κεφάλαια, τα οποία αναπτύσσονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να εξασφαλίζεται η λογική συνέχεια, η επιστημονική συνοχή και η μετάβαση από τη θεωρητική τεκμηρίωση στην εφαρμογή και να καταλήγει στα τελικά συμπεράσματα. Η δομή είναι με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να δίνει σαφή καθοδήγηση στον αναγνώστη από τα βασικά στοιχεία της θεωρίας έως την ερμηνεία των ερευνητικών ευρημάτων.

Το **Πρώτο Κεφάλαιο** εισάγει το αντικείμενο και το πλαίσιο της έρευνας, παρουσιάζοντας τη σκοπιμότητα, τους επιμέρους στόχους και τα ερευνητικά ερωτήματα που τη διέπουν. Επιπλέον, περιγράφεται αναλυτικά η μεθοδολογική προσέγγιση που ακολουθήθηκε και αποσαφηνίζεται η οργάνωση της μελέτης.

Το **Δεύτερο Κεφάλαιο** αναπτύσσει το θεωρητικό υπόβαθρο των Πληροφοριακών Συστημάτων (IS). Παρουσιάζονται οι βασικοί ορισμοί, τα χαρακτηριστικά, η ιστορική εξέλιξη των IS, καθώς και ο ρόλος και οι περιορισμοί τους σε οργανωσιακά περιβάλλοντα. Το κεφάλαιο θέτει το αναγκαίο πλαίσιο για την κατανόηση της αναγκαιότητας μετάβασης προς πιο ευφυή συστήματα.

Το **Τρίτο Κεφάλαιο** εξετάζει τις θεμελιώδεις αρχές της Τεχνητής Νοημοσύνης (AI). Αναλύονται οι βασικές υποκατηγορίες της (Machine Learning, Deep Learning, NLP), τα τεχνολογικά εργαλεία ανάπτυξης AI συστημάτων καθώς και ενδεικτικές εφαρμογές της σε επιχειρησιακά και εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Το κεφάλαιο αυτό λειτουργεί ως θεωρητική βάση της ευρύτερης μετάβασης IS → AI.

Το **Τέταρτο Κεφάλαιο** επικεντρώνεται στη διαδικασία μετάβασης από τα Πληροφοριακά Συστήματα σε Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης. Παρουσιάζονται οι κύκλοι ζωής IS και Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligence Systems – AI Systems), οι στρατηγικές ενσωμάτωσης, οι τεχνολογικές και οργανωσιακές προκλήσεις, τα συγκριτικά πλεονεκτήματα της AI, καθώς και τα ηθικά και κανονιστικά ζητήματα που ανακύπτουν. Η ενότητα αυτή συνθέτει τη θεωρητική προσέγγιση και αναδεικνύει τους παράγοντες που καθιστούν αναγκαία τη μετάβαση.

Το **Πέμπτο Κεφάλαιο** εστιάζει στην εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση. Αναλύονται οι κυριότερες τεχνολογίες και τάσεις της AI στην εκπαιδευτική πρακτική, τα οφέλη και οι προκλήσεις που προκύπτουν από την υιοθέτησή της, ζητήματα ηθικής και κανονιστικής συμμόρφωσης, καθώς και οι επιπτώσεις στους ρόλους εκπαιδευτικών και εκπαιδευομένων. Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί κρίσιμο σημείο σύνδεσης ανάμεσα στη θεωρία και στην εκπαιδευτική πραγματικότητα.

Το **Έκτο Κεφάλαιο** παρουσιάζει τη μελέτη περίπτωσης (case study) με επίκεντρο το Moodle. Αναλύεται το Moodle ως παραδοσιακό πληροφοριακό σύστημα, εξετάζονται οι δυνατότητες ενσωμάτωσης τεχνητής νοημοσύνης, αξιολογούνται AI add-ons και διερευνώνται διεθνείς πρακτικές. Επιπλέον, επιχειρείται άμεση σύνδεση των ευρημάτων της μελέτης περίπτωσης με τα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας.

Τέλος, το **Έβδομο Κεφάλαιο** συνοψίζει τα βασικά αποτελέσματα της έρευνας, εξάγει τα κεντρικά συμπεράσματα και διατυπώνει προτάσεις για την αξιοποίηση της AI στην εκπαίδευση. Παρουσιάζονται επίσης προτάσεις για μελλοντική έρευνα και διατυπώνεται το τελικό συμπέρασμα που αποτυπώνει τη συνολική συμβολή της μελέτης στην κατανόηση της μετάβασης από τα IS στα AI Systems.

Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό υπόβαθρο

2.1 Ορισμός και χαρακτηριστικά των πληροφοριακών συστημάτων

Τα Πληροφοριακά Συστήματα (Information Systems – IS) αποτελούν θεμέλιο της σύγχρονης οργανωσιακής λειτουργίας, καθώς συνδυάζουν τεχνολογικές υποδομές, ανθρώπινους πόρους και οργανωσιακές διαδικασίες με σκοπό την παραγωγή και αξιοποίηση πληροφορίας. Σύμφωνα με τον ορισμό των Laudon και Laudon (2020), τα IS είναι ολοκληρωμένα κοινωνικο-τεχνικά συστήματα που συλλέγουν, επεξεργάζονται και διαχέουν δεδομένα, με στόχο την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων και της στρατηγικής ανάπτυξης. Ο O'Brien και ο Marakas (2014) επισημαίνουν ότι τα IS δεν περιορίζονται στην τεχνολογία, αλλά αποτελούν ένα πλέγμα εργαλείων, ανθρώπων και δομών που καθιστούν δυνατή τη μετατροπή δεδομένων σε χρήσιμη γνώση.

Στη βιβλιογραφία αναγνωρίζονται πέντε κύρια συστατικά που συγκροτούν κάθε πληροφοριακό σύστημα: οι άνθρωποι, τα δεδομένα, οι διαδικασίες, το λογισμικό και το υλικό (Stair & Reynolds, 2020). Η αποτελεσματικότητα τους καθορίζεται από παράγοντες όπως η αξιοπιστία, η διαλειτουργικότητα, η ασφάλεια και η ευελιξία (Turban et al., 2018). Στο πεδίο της εκπαίδευσης, αυτά τα χαρακτηριστικά είναι ιδιαίτερα κρίσιμα. Ένα LMS όπως το Moodle οφείλει να εξασφαλίζει την ασφαλή διαχείριση προσωπικών δεδομένων των εκπαιδευομένων, να υποστηρίζει συνεργατικά εργαλεία και να προσαρμόζεται στις εκάστοτε μαθησιακές ανάγκες.

2.2 Εξέλιξη και Κατηγορίες Πληροφοριακών Συστημάτων

Η ιστορική πορεία των IS αντανακλά τις τεχνολογικές εξελίξεις αλλά και τις αυξανόμενες απαιτήσεις των οργανισμών. Στις πρώτες δεκαετίες, τα IS περιορίζονταν στην αυτοματοποίηση βασικών συναλλαγών, όπως η μισθοδοσία ή η τιμολόγηση (Mason, 1973). Σταδιακά, με την ανάπτυξη των υπολογιστικών δυνατοτήτων, δημιουργήθηκαν τα Management Information Systems (MIS), τα οποία παρείχαν αναφορές και διοικητική πληροφόρηση (Davis & Olson, 1985).

Η δεκαετία του 1980 σηματοδότησε την άνοδο των Decision Support Systems (DSS), τα οποία ενίσχυσαν τη λήψη αποφάσεων με στατιστικά και μαθηματικά μοντέλα (Power, 2002). Αργότερα, τη δεκαετία του 1990, τα Enterprise Resource Planning (ERP) συστήματα ήρθαν να ενοποιήσουν διαφορετικές επιχειρησιακές λειτουργίες σε ενιαία πλαίσια (Monk & Wagner, 2012). Με την ανάπτυξη της πελατοκεντρικής στρατηγικής, τα Customer Relationship Management (CRM) συστήματα έγιναν κυρίαρχα εργαλεία στις αρχές του 21ου αιώνα (Kotler & Keller, 2016).

Παράλληλα, η εμφάνιση των Big Data οδήγησε στη διάδοση των Business Intelligence και Analytics συστημάτων, τα οποία επιτρέπουν την αξιοποίηση μεγάλων όγκων δεδομένων για στρατηγικές αποφάσεις (Chen et al., 2012). Σήμερα, η έρευνα και η πρακτική εστιάζουν όλο και περισσότερο στα Ευφυή Πληροφοριακά Συστήματα, όπου η Τεχνητή Νοημοσύνη λειτουργεί ως μηχανισμός πρόβλεψης, αυτοματοποίησης και προσαρμογής (Russell & Norvig, 2021).

Η μετάβαση από τα παραδοσιακά IS προς πιο ευφυείς μορφές είναι ιδιαίτερα εμφανής στον χώρο της εκπαίδευσης: από απλά συστήματα καταγραφής δεδομένων για τους εκπαιδευόμενους, σε ολοκληρωμένες πλατφόρμες διαχείρισης μάθησης που ενσωματώνουν στοιχεία εξατομίκευσης και προγνωστικής ανάλυσης.

2.3 Ο ρόλος των Πληροφοριακών Συστημάτων (IS) στις επιχειρήσεις

Τα IS διαδραματίζουν πολυδιάστατο ρόλο στις επιχειρήσεις, υποστηρίζοντας τόσο τις λειτουργικές διαδικασίες όσο και τη στρατηγική ανάπτυξη. Οι Stair και Reynolds (2020) διακρίνουν τέσσερις βασικές διαστάσεις: λειτουργική υποστήριξη, υποστήριξη λήψης αποφάσεων, στρατηγική συμβολή και ενίσχυση της επικοινωνίας και συνεργασίας.

Στο εκπαιδευτικό πλαίσιο, αυτές οι λειτουργίες αποκτούν ειδικό περιεχόμενο. Η λειτουργική διάσταση αφορά την αυτοματοποίηση διαδικασιών, όπως η καταχώριση εκπαιδευομένων ή η διαχείριση βαθμολογιών. Η διάσταση της υποστήριξης αποφάσεων εκφράζεται μέσω εργαλείων που παρέχουν στατιστικά στοιχεία επίδοσης και αξιολόγησης μαθημάτων. Στρατηγικά, τα IS βοηθούν τα πανεπιστήμια να χαράξουν πολιτικές ανάπτυξης και διεθνούς προβολής, ενώ στην επικοινωνιακή διάσταση ενισχύουν τη συνεργασία εκπαιδευομένων και διδασκόντων μέσα από διαδικτυακά φόρουμ, εργαλεία ομαδικής εργασίας και περιβάλλοντα εξ αποστάσεως εκπαίδευσης (Alavi & Leidner, 2001).

2.4 Περιορισμοί των παραδοσιακών Πληροφοριακών Συστημάτων (IS)

Παρά τη συμβολή τους, τα παραδοσιακά IS εμφανίζουν σημαντικούς περιορισμούς που καθιστούν εμφανή την ανάγκη για εξέλιξη. Η στατικότητα και η δυσκαμψία τους δυσκολεύουν την προσαρμογή σε απρόβλεπτες συνθήκες (Laudon & Laudon, 2020), ενώ ο κατακερματισμός δεδομένων οδηγεί σε φαινόμενα «silos» που εμποδίζουν την ολιστική αξιοποίηση της πληροφορίας (Monk & Wagner, 2012). Επιπλέον, η απουσία μηχανισμών μάθησης περιορίζει την ικανότητα πρόβλεψης μελλοντικών καταστάσεων, με αποτέλεσμα τα IS να παραμένουν σε μεγάλο βαθμό περιγραφικά συστήματα (Russell & Norvig, 2021).

Στον χώρο της εκπαίδευσης, οι περιορισμοί αυτοί εκδηλώνονται με συγκεκριμένους τρόπους. Τα LMS παρέχουν τυποποιημένο εκπαιδευτικό υλικό χωρίς δυνατότητα εξατομίκευσης ανάλογα με τις ανάγκες των εκπαιδευομένων. Συχνά, διαφορετικά τμήματα ενός εκπαιδευτικού οργανισμού χρησιμοποιούν ξεχωριστά συστήματα για τη διαχείριση δεδομένων των εκπαιδευομένων, γεγονός που οδηγεί σε κατακερματισμό. Τέλος, τα περισσότερα παραδοσιακά LMS στερούνται «ευφυΐας», αδυνατώντας να προσαρμόσουν τη μαθησιακή πορεία ή να προβλέψουν ενδεχόμενες δυσκολίες του εκπαιδευόμενου.

Αυτοί οι περιορισμοί υπογραμμίζουν την αναγκαιότητα μετάβασης σε συστήματα που ενσωματώνουν τεχνητή νοημοσύνη, ώστε να προσφέρουν δυναμική προσαρμογή, προγνωστική ανάλυση και εξατομικευμένη υποστήριξη της μαθησιακής εμπειρίας.

Πίνακας 2.1: Κύρια Χαρακτηριστικά και Περιορισμοί Πληροφοριακών Συστημάτων (IS)

Κατηγορία	Κύρια Χαρακτηριστικά Παραδοσιακών IS	Βασικοί Περιορισμοί Παραδοσιακών IS
Λειτουργία	Προκαθορισμένοι κανόνες και διαδικασίες	Περιορισμένη ευελιξία και αδυναμία προσαρμογής
Διαχείριση δεδομένων	Συλλογή, αποθήκευση και επεξεργασία δεδομένων	Στατικότητα, silo δεδομένων, περιορισμένη ενσωμάτωση
Ρόλος στη λήψη αποφάσεων	Υποστήριξη μέσω αναφορών και ιστορικών δεδομένων	Έλλειψη προγνωστικών/αυτοματοποιημένων μοντέλων που μαθαίνουν
Τύπος ανάλυσης	Περιγραφική ανάλυση (τι συνέβη)	Αδυναμία πρόβλεψης και προληπτικής υποστήριξης
Αλληλεπίδραση με χρήστες	Βασικές διεπαφές, ανάγκη χειροκίνητης εισαγωγής	Υψηλή ανθρώπινη εμπλοκή και αυξημένος φόρτος
Τεχνολογικός χαρακτήρας	Σταθερή, δομημένη αρχιτεκτονική	Περιορισμένη δυνατότητα αυτοματοποίησης ή μάθησης
Εφαρμογές	Διαχείριση διαδικασιών, αυτοματοποίηση ρουτίνας	Δεν υποστηρίζουν εξατομίκευση ή προσαρμοστική λειτουργία
Απόδοση & αποτελεσματικότητα	Αξιοπιστία σε σταθερά περιβάλλοντα	Χαμηλή απόδοση σε δυναμικά, πολύπλοκα ή ασταθή περιβάλλοντα

Το θεωρητικό υπόβαθρο δείχνει ότι τα Πληροφοριακά Συστήματα αποτέλεσαν έναν καθοριστικό παράγοντα στην οργάνωση και ανάπτυξη τόσο επιχειρήσεων όσο και εκπαιδευτικών ιδρυμάτων. Ωστόσο, οι εγγενείς τους περιορισμοί, όπως η στατικότητα και η αδυναμία πρόβλεψης, οδήγησαν στην ανάγκη για νέα τεχνολογικά εργαλεία. Η Τεχνητή Νοημοσύνη προβάλλει ως η φυσική συνέχεια αυτής της εξέλιξης, επιτρέποντας τη δημιουργία πιο προσαρμοστικών και ευφυών συστημάτων. Το επόμενο κεφάλαιο επικεντρώνεται στις βασικές αρχές και τεχνολογίες της AI, προκειμένου να αναδειχθεί ο τρόπος με τον οποίο μπορεί να μετασχηματίσει τα παραδοσιακά IS.

Κεφάλαιο 3: Εισαγωγή στα Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης

3.1 Ορισμός τεχνητής νοημοσύνης

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence – AI) αποτελεί έναν από τους ταχύτερα εξελισσόμενους τομείς της επιστήμης των υπολογιστών και αφορά τη δημιουργία συστημάτων ικανά να εκτελούν εργασίες που απαιτούν ανθρώπινες γνωστικές ικανότητες, όπως μάθηση, κατανόηση γλώσσας, αντίληψη περιβάλλοντος και λήψη αποφάσεων (Marcus & Davis, 2019; Chollet, 2020). Η σύγχρονη βιβλιογραφία τονίζει ότι η AI δεν περιορίζεται πλέον στη μίμηση της ανθρώπινης νοημοσύνης αλλά επιδιώκει τη δημιουργία υπολογιστικών μοντέλων με ικανότητες γενίκευσης και προσαρμοστικότητας σε σύνθετα περιβάλλοντα (LeCun, 2022).

Ένας ευρέως αποδεκτός ορισμός περιγράφει την AI ως «την επιστήμη και τεχνολογία κατασκευής συστημάτων που μπορούν να εκτελούν λειτουργίες οι οποίες θα απαιτούσαν νοημοσύνη εάν εκτελούνταν από ανθρώπους» (Kaplan & Haenlein, 2019). Η προσέγγιση αυτή αναδεικνύει δύο βασικές διαστάσεις:
α) την ικανότητα ενός συστήματος να αντιλαμβάνεται και να κατανοεί το περιβάλλον του, και
β) την ικανότητα να ενεργεί με τρόπο που βελτιστοποιεί την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων – χαρακτηριστικό γνώρισμα των ευφυών πρακτόρων, όπως ανανεωμένα ορίζονται στη σύγχρονη έρευνα (Russell, 2022).

Στη βιβλιογραφία διακρίνονται δύο βασικές κατηγορίες AI (Floridi & Chiriatti, 2020):

- **Στενή (narrow) ή ασθενής AI**, η οποία αφορά συστήματα σχεδιασμένα για συγκεκριμένα καθήκοντα, όπως αναγνώριση προτύπων, συστάσεις περιεχομένου, ιατρική διάγνωση ή αυτόνομη πλοήγηση.
- **Γενική (general) ή ισχυρή AI**, που στοχεύει σε συστήματα με ευρύτερες γνωστικές ικανότητες αντίστοιχες ή και ανώτερες από του ανθρώπου. Παρότι η γενική AI παραμένει θεωρητική, η έρευνα ενισχύεται λόγω της προόδου στα μεγάλης κλίμακας μοντέλα (foundation models) και τους αρχιτεκτονικούς νευρωνικών δικτύων (Bubeck et al., 2023).

Η σύγχρονη έρευνα επικεντρώνεται κυρίως στη στενή AI αξιοποιώντας τεχνικές όπως μηχανική μάθηση, βαθιά μάθηση, ενισχυτική μάθηση και επεξεργασία φυσικής γλώσσας. Οι προσεγγίσεις αυτές χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη συστημάτων υψηλής απόδοσης σε εξειδικευμένα πεδία, όπως η υγεία, οι χρηματοοικονομικές υπηρεσίες, οι μεταφορές και η εκπαίδευση (Jordan & Mitchell, 2020; Bommasani et al., 2021).

Παράλληλα, η AI αποτελεί σήμερα αναπόσπαστο τμήμα ενός ευρύτερου πολυεπιστημονικού οικοσυστήματος, ενσωματώνοντας γνώσεις από την υπολογιστική επιστήμη, τη στατιστική, τις γνωσιακές επιστήμες, την ηθική και τη φιλοσοφία της τεχνολογίας (Floridi, 2021). Η διεπιστημονικότητα αυτή διευρύνει τις εφαρμογές της AI αλλά και τα ερωτήματα που εγείρονται γύρω από τη διαφάνεια, την υπευθυνότητα, την προκατάληψη και την ασφάλεια των συστημάτων (OECD, 2023).

Η ραγδαία εξέλιξη της υπολογιστικής ισχύος, η τεράστια διαθεσιμότητα δεδομένων και η ανάπτυξη προηγμένων αλγορίθμων καθιστούν την AI καταλύτη

μετασχηματισμού στην οικονομία, την κοινωνία και την επιστημονική έρευνα. Ωστόσο, η εξάπλωσή της συνοδεύεται από κρίσιμα ζητήματα σχετικά με τη δεοντολογία, την ιδιωτικότητα, την προστασία δεδομένων και τη ρυθμιστική συμμόρφωση, τα οποία αποκτούν αυξανόμενη σημασία στο πλαίσιο πρωτοβουλιών όπως ο Ευρωπαϊκός Κανονισμός AI Act (European Commission, 2024).

3.2 Υποκατηγορίες της Τεχνητής Νοημοσύνης (AI)

Η Τεχνητή Νοημοσύνη αποτελεί ένα εξαιρετικά ευρύ και σύνθετο πεδίο, το οποίο περιλαμβάνει ποικίλες μεθοδολογίες και εφαρμογές. Στη σύγχρονη βιβλιογραφία, τρεις από τις πλέον διαδεδομένες και καθοριστικές υποκατηγορίες είναι η **Μηχανική Μάθηση (Machine Learning – ML)**, η **Βαθιά Μάθηση (Deep Learning – DL)** και η **Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας (Natural Language Processing – NLP)**. Οι τεχνολογίες αυτές αποτελούν τον πυρήνα της σημερινής πρακτικής ανάπτυξης συστημάτων AI και συνιστούν τη βάση για τη μελλοντική εξέλιξη ευφυών πληροφοριακών συστημάτων.

❖ Μηχανική Μάθηση (Machine Learning)

Η Μηχανική Μάθηση αναφέρεται στην ικανότητα ενός υπολογιστικού συστήματος να βελτιώνει την απόδοσή του σε μια εργασία μέσω εμπειρίας και χωρίς να απαιτείται ρητός προγραμματισμός. Κεντρικός στόχος της είναι η ανάπτυξη αλγορίθμων που αντλούν πρότυπα από δεδομένα και τα αξιοποιούν για την παραγωγή προβλέψεων ή αποφάσεων (Alpaydin, 2020).

Στη βιβλιογραφία διακρίνονται τρεις κύριες κατηγορίες μηχανικής μάθησης (Jordan & Mitchell, 2015). Η **επιβλεπόμενη μάθηση** (supervised learning) βασίζεται στη χρήση ζευγών δεδομένων εισόδου και αντίστοιχων εξόδων (labels), ώστε το σύστημα να μπορεί να προβλέπει νέες εξόδους. Η **μη επιβλεπόμενη μάθηση** (unsupervised learning) εφαρμόζεται σε δεδομένα χωρίς προκαθορισμένες εξόδους, με στόχο την ανακάλυψη κρυφών προτύπων ή ομάδων. Τέλος, η **ενισχυτική μάθηση** (reinforcement learning) εκπαιδεύει ένα σύστημα μέσω αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον και τη λήψη ανταμοιβών ή ποινών, επιδιώκοντας τη μεγιστοποίηση μιας συνάρτησης απόδοσης. Οι τεχνικές αυτές βρίσκουν ευρύτατες εφαρμογές σε τομείς όπως η ανίχνευση απάτης, η πρόβλεψη πωλήσεων, η ιατρική διάγνωση και τα συστήματα συστάσεων (Russell & Norvig, 2021).

❖ Βαθιά Μάθηση (Deep Learning)

Η Βαθιά Μάθηση συνιστά υποκατηγορία της Μηχανικής Μάθησης και στηρίζεται σε τεχνητά νευρωνικά δίκτυα πολλών επιπέδων. Χάρη στη δομή αυτή, τα deep learning μοντέλα είναι σε θέση να εντοπίζουν πολύπλοκα πρότυπα σε μεγάλους και μη δομημένους όγκους δεδομένων, όπως εικόνες, ήχο ή βίντεο (Goodfellow, Bengio, & Courville, 2016).

Η πρόοδος της Βαθιάς Μάθησης οφείλεται σε τρεις βασικούς παράγοντες: την ανάπτυξη ισχυρών επεξεργαστών (GPU), τη διαθεσιμότητα τεράστιων όγκων δεδομένων (big data) και τη βελτίωση των αλγοριθμικών αρχιτεκτονικών (LeCun, Bengio, & Hinton, 2015). Οι εξελίξεις αυτές κατέστησαν δυνατές επαναστατικές

εφαρμογές σε τομείς όπως η αναγνώριση εικόνας, η αναγνώριση ομιλίας, τα αυτόνομα οχήματα και οι έξυπνες εφαρμογές κινητών συσκευών.

❖ **Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας (Natural Language Processing)**

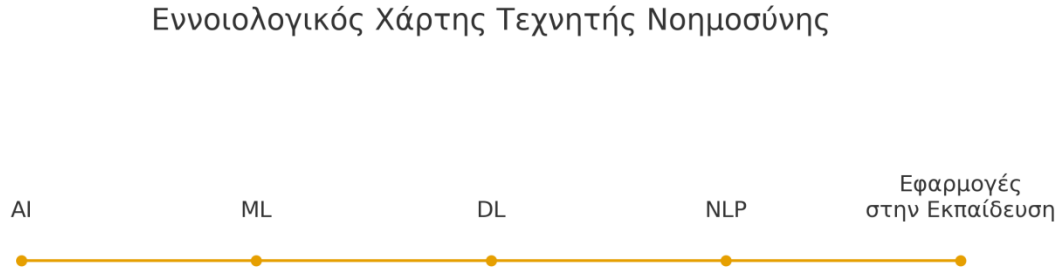
Η Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας (NLP) ασχολείται με την ανάπτυξη συστημάτων ικανών να κατανοούν, να ερμηνεύουν και να παράγουν ανθρώπινη γλώσσα (Jurafsky & Martin, 2023). Το NLP συνδυάζει αλγορίθμους γλωσσολογίας, μηχανικής μάθησης και σημασιολογικής ανάλυσης, ώστε να αναλύει γραπτό και προφορικό λόγο και να αλληλεπιδρά με τους χρήστες σε φυσικό επίπεδο.

Ενδεικτικές εφαρμογές περιλαμβάνουν την αυτόματη μετάφραση, την ανάλυση συναισθήματος, τη διαχείριση ερωταπαντήσεων και την ανάπτυξη διαλογικών συστημάτων, όπως τα chatbots και οι εικονικοί βοηθοί. Η εμφάνιση των transformer models και ιδιαίτερα του μηχανισμού της αυτο-προσοχής (*self-attention*), όπως παρουσιάστηκε από τους Vaswani et al. (2017), σηματοδότησε μια νέα εποχή στην επεξεργασία φυσικής γλώσσας, επιτρέποντας την αποτελεσματική επεξεργασία τεράστιων όγκων κειμένου με ακρίβεια που προσεγγίζει την ανθρώπινη.

Οι υποκατηγορίες της Τεχνητής Νοημοσύνης προσφέρουν το μεθοδολογικό και τεχνολογικό υπόβαθρο που καθιστά δυνατή την ανάπτυξη ευφυών συστημάτων. Μέσα από τεχνικές μηχανικής και βαθιάς μάθησης, τα συστήματα είναι σε θέση να αναλύουν δεδομένα και να λαμβάνουν αποφάσεις, ενώ μέσω της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας μπορούν να αλληλεπιδρούν με τον άνθρωπο σε επίπεδο επικοινωνίας. Αυτές οι τεχνολογίες αποτελούν τη βάση πάνω στην οποία οικοδομούνται τα σύγχρονα και μελλοντικά πληροφοριακά συστήματα που ενσωματώνουν AI, επαναπροσδιορίζοντας τις δυνατότητές τους τόσο στις επιχειρήσεις όσο και στην εκπαίδευση.

Σχήμα 3.1: Εννοιολογικός χάρτης της Τεχνητής Νοημοσύνης και των υποκατηγοριών της

Για την καλύτερη κατανόηση της εσωτερικής δομής και της σχέσης μεταξύ των βασικών τεχνολογιών της Τεχνητής Νοημοσύνης, το ακόλουθο σχήμα παρουσιάζει τη διαδοχή AI → Machine Learning → Deep Learning → NLP και τη σύνδεσή τους με τις εφαρμογές στην εκπαίδευση.



Ο εννοιολογικός αυτός χάρτης λειτουργεί ως συνοπτική απεικόνιση της ιεραρχίας των τεχνολογιών AI και προετοιμάζει το έδαφος για την ανάλυση των εκπαιδευτικών εφαρμογών που ακολουθεί στα επόμενα υποκεφάλαια.

3.3 Τεχνολογικά Εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης

Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνητής νοημοσύνης (AI) είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ανάπτυξη εξειδικευμένων τεχνολογικών εργαλείων, βιβλιοθηκών και πλαισίων ανάπτυξης (frameworks) που καθιστούν πιο εύκολη, ταχεία και αποτελεσματική την υλοποίηση ευφυών συστημάτων. Τα εργαλεία αυτά προσφέρουν υποδομές υψηλής απόδοσης, αυτοματοποιημένες διαδικασίες και ολοκληρωμένα περιβάλλοντα ανάπτυξης, μειώνοντας σημαντικά τις τεχνικές απαιτήσεις και επιτρέποντας την υιοθέτηση της AI από ένα ολοένα ευρύτερο φάσμα οργανισμών (Zhang et al., 2022).

❖ **TensorFlow και Keras**

Το TensorFlow της Google παραμένει ένα από τα πιο επιδραστικά frameworks μηχανικής και βαθιάς μάθησης, χάρη στην υποστήριξη κατανεμημένης εκπαίδευσης, στη δυνατότητα αξιοποίησης επιταχυντών GPU/TPU και στη συμβατότητά του με περιβάλλοντα παραγωγής (production pipelines). Με τις πρόσφατες εκδόσεις του, το TensorFlow εστιάζει στη βελτίωση της ευχρηστίας, στη σταθερότητα και στην ενσωμάτωση μεγάλων μοντέλων (Abadi et al., 2016; Google AI, 2023).

Το Keras, πλέον ενσωματωμένο πλήρως στο TensorFlow, αποτελεί υψηλού επιπέδου API που επιτρέπει την ταχεία δημιουργία, εκπαίδευση και αξιολόγηση νευρωνικών δικτύων με πιο φιλικό και αφαιρετικό τρόπο (Chollet, 2021). Η χρήση του είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη τόσο στην έρευνα όσο και στη βιομηχανία, λόγω της απλότητάς του και της δυνατότητας πρωτοτυποποίησης σε μικρό χρόνο.

❖ **PyTorch**

Το PyTorch, το οποίο αναπτύσσεται από το Meta AI Research, έχει καθιερωθεί ως το κυρίαρχο εργαλείο στον ερευνητικό χώρο χάρη στην υποστήριξη δυναμικών γραφημάτων υπολογισμού (dynamic computation graphs), τα οποία προσφέρουν μεγαλύτερη ευελιξία και διαφάνεια κατά την ανάπτυξη μοντέλων (Paszke et al., 2019). Από το 2022 και μετά, η ενσωμάτωση του PyTorch σε μεγάλα projects όπως τα foundation models και τα συστήματα αναπαράστασης κώδικα ενισχύει τον ρόλο του ως πρότυπο εργαλείο για προηγμένες εφαρμογές AI (Meta AI, 2023).

❖ **AutoML πλατφόρμες**

Η αυτοματοποίηση της διαδικασίας ανάπτυξης μοντέλων έχει επιταχυνθεί χάρη στα εργαλεία AutoML (Automated Machine Learning). Πλατφόρμες όπως το Google Cloud AutoML, το H2O AutoML και το Auto-sklearn διευκολύνουν την προετοιμασία δεδομένων, την επιλογή χαρακτηριστικών, την επιλογή αλγορίθμων και τη βελτιστοποίηση υπερπαραμέτρων (Feurer et al., 2015; He et al., 2021).
Τα AutoML εργαλεία συμβάλλουν στην **έξοδο της AI από τα στενά όρια των ειδικών μηχανικής μάθησης**, καθιστώντας τη προσβάσιμη σε επιχειρήσεις μικρού και μεσαίου μεγέθους. Στη σύγχρονη βιβλιογραφία υπογραμμίζεται ότι τα AutoML συστήματα αποτελούν κρίσιμο παράγοντα στην επιχειρησιακή υιοθέτηση AI, ειδικά για οργανισμούς με περιορισμένους τεχνικούς πόρους (Waring & Lindvall, 2022).

❖ **Big Data και κατανεμημένα συστήματα**

Η αποτελεσματική διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων προϋποθέτει υποδομές κατανεμημένης επεξεργασίας. Στο πλαίσιο αυτό, η πλατφόρμα **Apache Spark MLlib** παραμένει μια από τις σημαντικότερες βιβλιοθήκες μηχανικής μάθησης για big data analytics. Με δυνατότητες επεξεργασίας σε real-time, υποστήριξη streaming δεδομένων και κατανεμημένη εκπαίδευση μοντέλων, το Spark MLlib αποτελεί βασικό εργαλείο σε περιβάλλοντα μεγάλων οργανισμών (Zaharia et al., 2016; Databricks, 2023).

Παράλληλα, οι σύγχρονες cloud πλατφόρμες, όπως AWS SageMaker, Azure Machine Learning και Google Vertex AI, παρέχουν ολοκληρωμένες λύσεις για ανάπτυξη, εκπαίδευση, παρακολούθηση και διαχείριση μοντέλων σε πραγματικό χρόνο, υποστηρίζοντας το πλήρες κύκλο ζωής μοντέλων AI (MLOps) (Villarreal et al., 2021).

❖ **Εξειδικευμένα εργαλεία για Large Language Models (LLMs)**

Μετά το 2020, η ανάπτυξη μεγάλων μοντέλων φυσικής γλώσσας έχει οδηγήσει στη δημιουργία νέων εργαλείων που διευκολύνουν τη διαχείριση, εκπαίδευση και ενσωμάτωση LLMs σε εφαρμογές:

- **Hugging Face Transformers**: Πρότυπη βιβλιοθήκη για pretrained μοντέλα όπως BERT, GPT, T5, LLaMA, κ.ά. (Wolf et al., 2020).
- **LangChain**: Framework για δημιουργία εφαρμογών που αξιοποιούν LLMs, με εργαλεία για chaining prompts, memory modules και integration με βάσεις δεδομένων (Chase, 2023).
- **OpenAI API & Azure OpenAI Services**: Παρέχουν πρόσβαση σε ισχυρά μοντέλα κειμένου και εικόνας για χρήση σε επιχειρησιακές εφαρμογές (OpenAI, 2023).

Τα εργαλεία αυτά έχουν καταστήσει δυνατή την ανάπτυξη προηγμένων εφαρμογών όπως ευφυείς βοηθοί, συστήματα περίληψης κειμένων, ανάλυση συναισθήματος και αυτοματοποιημένη παραγωγή περιεχομένου.

Η επιλογή του κατάλληλου εργαλείου εξαρτάται από παράγοντες όπως το είδος του προβλήματος, οι απαιτήσεις κλιμάκωσης, η ανάγκη για real-time λειτουργία και η τεχνογνωσία της ομάδας ανάπτυξης. Τα σύγχρονα frameworks έχουν μειώσει σημαντικά τα εμπόδια εισόδου, επιτρέποντας σε μικρομεσαίες επιχειρήσεις να υιοθετήσουν συστήματα AI χωρίς την ανάγκη εκτεταμένης υποδομής.

Στο πλαίσιο των πληροφοριακών συστημάτων, η αξιοποίηση αυτών των εργαλείων μετασχηματίζει τον τρόπο με τον οποίο συλλέγονται, επεξεργάζονται και αξιοποιούνται τα δεδομένα, καθιστώντας τις επιχειρήσεις πιο ευέλικτες, αποδοτικές και ικανές να λαμβάνουν αποφάσεις βασισμένες σε δεδομένα.

3.4 Παραδείγματα χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) σε επιχειρήσεις

Η αξιοποίηση τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης (AI) στις επιχειρήσεις έχει επιταχυνθεί σημαντικά την τελευταία πενταετία, λειτουργώντας ως βασικός μοχλός ψηφιακού μετασχηματισμού και δημιουργίας ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος.

Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, η AI συνεισφέρει στην αυτοματοποίηση εργασιών, στην ενίσχυση της λήψης αποφάσεων και στη βελτιστοποίηση της εμπειρίας πελατών, ενώ οδηγεί σε σημαντική αύξηση της παραγωγικότητας και της αποδοτικότητας (McKinsey Global Institute, 2021; Gartner, 2023).

- **Εξυπηρέτηση πελατών και αυτοματοποίηση επικοινωνίας**

Η χρήση chatbots και ψηφιακών βοηθών βασισμένων σε μοντέλα φυσικής γλώσσας έχει γνωρίσει ραγδαία ανάπτυξη χάρη στην πρόοδο των Large Language Models (LLMs). Τα συστήματα αυτά είναι πλέον σε θέση να παρέχουν υψηλής ποιότητας αλληλεπίδραση, να επιλύουν μεγάλο ποσοστό ερωτημάτων πελατών και να κλιμακώνονται άμεσα χωρίς αύξηση κόστους (Curry et al., 2022; Huang et al., 2023). Επιπλέον, η χρήση conversational AI βελτιώνει τον χρόνο απόκρισης και αυξάνει την ικανοποίηση των καταναλωτών, ενώ επιτρέπει στις επιχειρήσεις να εστιάσουν ανθρώπινους πόρους σε πιο σύνθετες περιπτώσεις.

- **Ανίχνευση απάτης και διαχείριση κινδύνου**

Στον τραπεζικό, ασφαλιστικό και χρηματοοικονομικό τομέα, η AI αποτελεί πλέον θεμέλιο τεχνολογία για την ανίχνευση απάτης (fraud detection). Προηγμένοι αλγόριθμοι ανάλυσης ανωμαλιών και deep learning μοντέλα αξιοποιούνται για την αναγνώριση ύποπτων μοτίβων σε πραγματικό χρόνο, μειώνοντας τις οικονομικές απώλειες και ενισχύοντας την ασφάλεια συναλλαγών (Li et al., 2020; Zhang et al., 2022). Οι πλατφόρμες risk analytics ενσωματώνουν πλέον δυναμικά μοντέλα πρόβλεψης, επιτρέποντας τη συνεχή προσαρμογή σε νέες μορφές απειλών.

- **Διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας και λειτουργιών**

Η AI χρησιμοποιείται εκτενώς στη βελτιστοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας, ενισχύοντας την πρόβλεψη ζήτησης, την οργάνωση αποθεμάτων και τον προγραμματισμό παραγωγής. Τα intelligent supply chain models μπορούν να προβλέπουν διακυμάνσεις αγοράς, να μειώνουν λειτουργικά κόστη και να υποστηρίζουν αυτοματοποιημένες αποφάσεις σε περιβάλλοντα υψηλής αβεβαιότητας (Ivanov & Dolgui, 2020; Ben-Daya et al., 2022). Η χρήση AI σε logistics, όπως αυτόνομες αποθήκες και συστήματα δρομολόγησης, έχει επίσης αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια.

- **Προσωποποιημένο μάρκετινγκ και recommender systems**

Τα συστήματα συστάσεων (recommender systems) εξελίχθηκαν χάρη στη βαθιά μάθηση και στα μεγάλης κλίμακας μοντέλα δεδομένων. Επιχειρήσεις ηλεκτρονικού εμπορίου, ψυχαγωγίας και λιανικής χρησιμοποιούν τεχνικές όπως neural collaborative filtering και sequence modeling για την παροχή εξατομικευμένων προτάσεων, αυξάνοντας σημαντικά τους δείκτες μετατροπής και την αφοσίωση των πελατών (Zhang & Chen, 2020; Sun et al., 2022). Η προσωποποίηση δεν περιορίζεται πλέον σε προϊόντα, αλλά επεκτείνεται σε τιμολόγηση, προωθητικές ενέργειες και δυναμικές εμπειρίες περιεχομένου.

- **Υγεία και ιατρική διάγνωση**

Στον τομέα της υγείας, η εφαρμογή AI έχει επεκταθεί από την ανάλυση ιατρικών εικόνων σε προγνωστικά μοντέλα, υποστήριξη κλινικών αποφάσεων, εξατομικευμένη ιατρική και αυτοματοποίηση διαδικασιών νοσοκομείων. Τα νεότερα deep learning μοντέλα εμφανίζουν υψηλές επιδόσεις στη διάγνωση καρκίνου, καρδιοπαθειών και οφθαλμολογικών παθήσεων, ξεπερνώντας σε ορισμένες περιπτώσεις την απόδοση έμπειρων κλινικών (Liu et al., 2019; Shen et al., 2021; Topol, 2023). Επιπλέον, η χρήση AI στη φαρμακευτική έρευνα επιταχύνει τον εντοπισμό νέων μορίων και τη δοκιμή φαρμάκων (Bender & Cortés-Ciriano, 2021).

Τα παραδείγματα αυτά δείχνουν ότι η AI έχει πλέον περάσει από το στάδιο της δοκιμαστικής τεχνολογίας σε έναν σημαντικό αλλά και θεμελιώδη παράγοντα επιχειρησιακής στρατηγικής. Οι εφαρμογές της ενισχύουν τη λειτουργική αποδοτικότητα, επιτρέπουν νέους τρόπους αλληλεπίδρασης με πελάτες και δημιουργούν καινοτόμα επιχειρησιακά μοντέλα. Ο συνδυασμός AI, αυτοματισμού και ανάλυσης δεδομένων διαμορφώνει ένα νέο τοπίο επιχειρηματικότητας που εξελίσσεται συνεχώς.

Κεφάλαιο 4: Η μετάβαση από τα Πληροφοριακά Συστήματα (IS) σε Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης (AI Systems)

4.1 Εξέλιξη και μετασχηματισμός των Πληροφοριακών Συστημάτων στον χρόνο

Η εξέλιξη των Πληροφοριακών Συστημάτων (Information Systems – IS) είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την τεχνολογική πρόοδο και την αυξανόμενη πολυπλοκότητα των επιχειρηματικών αναγκών. Από απλά εργαλεία υποστήριξης λογιστικών διαδικασιών, τα IS εξελίχθηκαν σε πολυδιάστατες πλατφόρμες που επηρεάζουν τον πυρήνα της στρατηγικής, της καινοτομίας και της ανταγωνιστικότητας των οργανισμών. Η πορεία αυτή υπήρξε σταδιακή και πολυεπίπεδη, επηρεάζοντας όχι μόνο τις λειτουργίες και τις διαδικασίες, αλλά και τον τρόπο λήψης αποφάσεων και διακυβέρνησης.

Στις πρώτες δεκαετίες (1960–1980), τα πληροφοριακά συστήματα επικεντρώνονταν κυρίως στην αυτοματοποίηση βασικών διοικητικών και οικονομικών λειτουργιών, όπως η μισθοδοσία και η διαχείριση τιμολογίων. Επρόκειτο για απομονωμένα συστήματα με περιορισμένη εμβέλεια, τα οποία εξυπηρετούσαν αποκλειστικά συγκεκριμένα τμήματα (Laudon & Laudon, 2020). Η ανάγκη για ενοποίηση και βελτίωση της αποδοτικότητας οδήγησε στην εμφάνιση των συστημάτων επιχειρησιακού σχεδιασμού (Enterprise Resource Planning – ERP). Λύσεις όπως αυτές της SAP και της Oracle επέτρεψαν την ενοποίηση διαφορετικών λειτουργιών σε ένα κοινό σύστημα, καθιστώντας δυνατή την ανταλλαγή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο και μεταβάλλοντας ριζικά τον τρόπο εκτέλεσης των εσωτερικών διαδικασιών (Davenport, 1998).

Στη συνέχεια, μια κομβική αλλαγή σημειώθηκε με τη μετάβαση από τις τοπικά εγκατεστημένες υποδομές σε περιβάλλοντα βασισμένα στο **cloud computing**. Η νέα αυτή αρχιτεκτονική επέτρεψε την αποθήκευση, επεξεργασία και πρόσβαση σε δεδομένα μέσω διαδικτύου, χωρίς την ανάγκη φυσικής παρουσίας στα εταιρικά δίκτυα (Turban, Pollard, & Wood, 2018). Το cloud ενίσχυσε την παραγωγικότητα και την ευελιξία, επιτρέποντας την απομακρυσμένη εργασία και καθιστώντας τα IS κρίσιμα εργαλεία συνέχειας της λειτουργίας ακόμη και σε συνθήκες κρίσης, όπως φάνηκε χαρακτηριστικά στην περίοδο της πανδημίας COVID-19.

Παράλληλα, η ανάπτυξη των **Big Data** και των τεχνολογιών ανάλυσης επέτρεψε στα IS να μεταβούν από την παραγωγή στατικών αναφορών σε δυναμικά εργαλεία προγνωστικής νοημοσύνης. Η ενσωμάτωση τεχνητής νοημοσύνης και μεθόδων μηχανικής μάθησης καθιστά σήμερα δυνατή την εξαγωγή προτύπων, την πρόβλεψη τάσεων και τη λήψη προληπτικών αποφάσεων, αναβαθμίζοντας τον ρόλο των IS από παθητικούς αποθηκευτικούς μηχανισμούς σε ενεργούς συντελεστές στρατηγικής (Power, 2002; Turban et al., 2018).

Εξίσου καθοριστική υπήρξε η ενσωμάτωση εργαλείων συνεργασίας και κοινωνικής αλληλεπίδρασης, όπως τα Microsoft Teams, Slack και Asana. Μέσω αυτών, τα IS μετατράπηκαν σε κόμβους συνεργασίας, επιτρέποντας την ανταλλαγή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο, τη συγχρονισμένη εργασία σε έγγραφα και την αποτελεσματική διαχείριση έργων. Η οριζόντια ενσωμάτωσή τους σε όλα τα τμήματα ενίσχυσε την

αποδοτικότητα των ομάδων και μείωσε τον χρόνο υλοποίησης έργων (Stair & Reynolds, 2020).

Σε αντίθεση με το παρελθόν, όπου τα IS ανταποκρίνονταν σε ήδη υφιστάμενες ανάγκες, σήμερα αποτελούν **στρατηγικούς παράγοντες αλλαγής**. Δημιουργούν νέες δυνατότητες και επιχειρηματικά μοντέλα, όπως αυτά της Uber και της Airbnb, ενώ ταυτόχρονα επαναπροσδιορίζουν διαδικασίες σε τομείς όπως η εφοδιαστική αλυσίδα και η εξυπηρέτηση πελατών (Porter & Millar, 1985). Η στρατηγική χρήση των IS συνιστά πλέον προϋπόθεση για την επιβίωση και την ανάπτυξη σε ένα περιβάλλον αυξημένης αβεβαιότητας και ανταγωνισμού.

Συνοψίζοντας, η ιστορική πορεία των Πληροφοριακών Συστημάτων αντικατοπτρίζει την τεχνολογική πρόοδο αλλά και την αλλαγή παραδείγματος στη διοίκηση και την οργάνωση. Από εργαλεία υποστήριξης εξελίχθηκαν σε κινητήριες δυνάμεις παραγωγικότητας, καινοτομίας και συνεργασίας. Η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης και των Big Data σηματοδοτεί την είσοδο σε μια νέα φάση, όπου τα IS δεν λειτουργούν απλώς υποστηρικτικά, αλλά συνδιαμορφώνουν το μέλλον των επιχειρήσεων.

4.2 Ο Κύκλος Ζωής των Πληροφοριακών Συστημάτων

Ο Κύκλος Ζωής ενός Πληροφοριακού Συστήματος (Information Systems Lifecycle) αποτελεί ένα από τα βασικότερα εννοιολογικά πλαίσια που καθοδηγούν τη συστηματική ανάπτυξη, υλοποίηση, λειτουργία και τελική απόσυρση ενός συστήματος πληροφόρησης σε έναν οργανισμό. Η ουσιαστική κατανόηση του κύκλου ζωής συμβάλλει τόσο στη σωστή τεχνική διαχείριση ενός έργου όσο και στη στρατηγική ευθυγράμμιση του συστήματος με τους επιχειρησιακούς στόχους και την οργανωσιακή κουλτούρα (Pearlson, Saunders, & Galletta, 2022). Ο κύκλος ζωής δεν είναι στατικός αλλά εξελίσσεται υπό την επίδραση τεχνολογικών αλλαγών, μεταβαλλόμενων επιχειρησιακών αναγκών και δυναμικών περιβάλλοντος.

Προσδιορισμός αναγκών και ανάλυση σκοπιμότητας: Το πρώτο στάδιο επικεντρώνεται στον εντοπισμό επιχειρησιακών προβλημάτων ή ευκαιριών που μπορούν να αντιμετωπιστούν με την ανάπτυξη ενός νέου πληροφοριακού συστήματος. Περιλαμβάνει αναλύσεις σκοπιμότητας, τεχνική, οικονομική, νομική και οργανωσιακή, οι οποίες εκτιμούν τη βιωσιμότητα και τα οφέλη του έργου (Stair & Reynolds, 2021). Ανεπαρκής διερεύνηση σε αυτό το στάδιο έχει συσχετιστεί με υψηλά ποσοστά αποτυχίας έργων IS.

Ανάλυση απαιτήσεων: Η ανάλυση απαιτήσεων (requirements analysis) αποτελεί κρίσιμο στάδιο όπου προσδιορίζονται οι ανάγκες των χρηστών, οι λειτουργικές και οι μη λειτουργικές απαιτήσεις του συστήματος. Χρησιμοποιούνται τεχνικές όπως συνεντεύξεις, workshops, παρατήρηση και μοντελοποίηση διαδικασιών μέσω BPMN ή UML (Dennis, Wixom, & Roth, 2021). Η ακριβής τεκμηρίωση των απαιτήσεων αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την επιτυχία του έργου.

Σχεδιασμός πληροφοριακού συστήματος: Στο στάδιο του σχεδιασμού καθορίζεται η αρχιτεκτονική του συστήματος, η οργάνωση των δεδομένων και οι προδιαγραφές διεπαφής. Ο σχεδιασμός μπορεί να διακριθεί σε λογικό (logical design), που περιγράφει τις λειτουργίες του συστήματος σε αφαιρετικό επίπεδο, και φυσικό (physical design),

που αφορά τεχνικές λεπτομέρειες όπως δομές βάσεων δεδομένων, APIs και τεχνολογίες υλοποίησης (Pressman & Maxim, 2020). Η σύγχρονη τάση προσανατολίζεται σε cloud-native αρχιτεκτονικές, μικροϋπηρεσίες (microservices) και ασφαλή μοντέλα πρόσβασης.

Υλοποίηση και ανάπτυξη: Η υλοποίηση περιλαμβάνει την ανάπτυξη λογισμικού, τη δημιουργία βάσεων δεδομένων, τη διασύνδεση υποσυστημάτων και την εκτέλεση τεχνικών δοκιμών. Η χρήση πρακτικών DevOps, continuous integration (CI), continuous delivery (CD) και αυτοματοποίηση δοκιμών, έχει καταστεί κρίσιμη, βελτιώνοντας τη σταθερότητα και επιτρέποντας ταχύτερους κύκλους ανάπτυξης (Kim, Forsgren, & Humble, 2021). Η υλοποίηση συνοδεύεται από ελέγχους μονάδων και ενσωμάτωσης, ώστε να διασφαλίζεται η λειτουργικότητα.

Δοκιμές και επικύρωση: Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει δοκιμές συστήματος, ασφάλειας, απόδοσης και δοκιμές αποδοχής από τους χρήστες (User Acceptance Testing – UAT). Η εμπλοκή των τελικών χρηστών αποτελεί κρίσιμο παράγοντα επιτυχίας, καθώς εξασφαλίζει ότι το σύστημα είναι συμβατό με τις πραγματικές ανάγκες και τις ροές εργασίας (Power, 2021). Παράλληλα, νέες προσεγγίσεις όπως τα automated test suites μειώνουν τον χρόνο και το κόστος των δοκιμών.

Παραγωγική λειτουργία και εκπαίδευση χρηστών: Η μετάβαση του συστήματος σε περιβάλλον παραγωγής απαιτεί εκπαίδευση χρηστών, τεχνική υποστήριξη και αποτελεσματική διαχείριση αλλαγής (change management). Σύμφωνα με τις πρόσφατες μελέτες, η οργανωσιακή αποδοχή ενός νέου συστήματος εξαρτάται από τη συμμετοχή των χρηστών, τη σαφή επικοινωνία και την επαρκή υποστήριξη κατά τη φάση μετάβασης (Laudon & Laudon, 2022).

Συντήρηση και συνεχής βελτίωση: Η συντήρηση ενός πληροφοριακού συστήματος περιλαμβάνει διορθώσεις σφαλμάτων (corrective maintenance), προληπτική φροντίδα, αναβαθμίσεις ασφαλείας και εξελικτική συντήρηση που στοχεύει στην ενσωμάτωση νέων λειτουργιών (Pressman & Maxim, 2020). Στη σύγχρονη εποχή, η συντήρηση ενισχύεται από πρακτικές IT Service Management (ITSM) και εργαλεία monitoring που επιτρέπουν συνεχή αξιολόγηση απόδοσης.

Απόσυρση και μετάβαση σε νέα συστήματα: Όταν ένα σύστημα καθίσταται παρωχημένο ή μη βιώσιμο, ακολουθείται η διαδικασία απόσυρσης, η οποία περιλαμβάνει ασφαλή απενεργοποίηση, αρχικοποίηση νέων υποδομών και μεταφορά δεδομένων με τρόπο που διασφαλίζει τη λειτουργική συνέχεια και τη συμμόρφωση με κανονιστικά πλαίσια, όπως ο GDPR (Stair & Reynolds, 2021).

Σύγχρονες προσεγγίσεις: Agile, DevOps και iterative μοντέλα: Αν και ο κλασικός κύκλος ζωής συχνά παρουσιάζεται με γραμμική μορφή (Waterfall model), η σύγχρονη ανάπτυξη πληροφοριακών συστημάτων βασίζεται σε επαναληπτικά μοντέλα όπως Agile και DevOps. Οι προσεγγίσεις αυτές ενισχύουν την προσαρμοστικότητα, μειώνουν τον χρόνο παράδοσης και ενθαρρύνουν τη στενή συνεργασία μεταξύ χρηστών και ομάδων ανάπτυξης (Rigby, Sutherland, & Takeuchi, 2020). Επιπλέον, η ανάπτυξη συστημάτων AI απαιτεί εξειδικευμένες διαδικασίες που επεκτείνουν τον κλασικό κύκλο ζωής, καθώς περιλαμβάνουν επιπλέον στάδια όπως συλλογή δεδομένων, εκπαίδευση μοντέλων και συνεχή αξιολόγηση απόδοσης.

Ο κύκλος ζωής των πληροφοριακών συστημάτων αποτελεί θεμελιώδες εργαλείο για τη διαχείριση της ανάπτυξης και λειτουργίας τεχνολογικών λύσεων υψηλής ποιότητας. Η συστηματική εφαρμογή του συμβάλλει στην αποτελεσματικότητα των οργανισμών, ενώ οι εξελιγμένες, ευέλικτες προσεγγίσεις προετοιμάζουν το έδαφος για την ομαλή ενσωμάτωση σύγχρονων τεχνολογιών, όπως η τεχνητή νοημοσύνη και τα ευφυή πληροφοριακά συστήματα.

4.3 Ο Κύκλος Ζωής της Τεχνητής Νοημοσύνης (AI Lifecycle)

Η τεχνητή νοημοσύνη (Artificial Intelligence – AI) αποτελεί έναν από τους πλέον κρίσιμους και στρατηγικά σημαντικούς τομείς της σύγχρονης πληροφορικής. Η ανάπτυξη λύσεων AI δεν περιορίζεται στην επιλογή αλγορίθμων και στην εκπαίδευση μοντέλων. Απαιτεί έναν ολοκληρωμένο κύκλο ζωής, ο οποίος περιλαμβάνει στάδια: **σχεδιασμού, συλλογής και προετοιμασίας δεδομένων, εκπαίδευσης μοντέλου, αξιολόγησης, υλοποίησης, παρακολούθησης και διαρκούς βελτιστοποίησης** (Sarker et al., 2021). Η συστηματική προσέγγιση στον κύκλο ζωής της AI αποτελεί προϋπόθεση για την ποιότητα, την αξιοπιστία και την υπεύθυνη χρήση των ευφυών συστημάτων.

Επιχειρησιακή κατανόηση και καθορισμός στόχων: Το πρώτο στάδιο αφορά την επιχειρησιακή κατανόηση (business understanding), όπου εξετάζεται το πρόβλημα που πρέπει να λυθεί, οι ανάγκες του οργανισμού και οι πιθανοί τρόποι με τους οποίους η AI μπορεί να προσφέρει αξία. Σε αυτό το στάδιο ορίζονται οι επιχειρησιακοί δείκτες απόδοσης (KPIs), τα αναμενόμενα οφέλη και τα κριτήρια επιτυχίας. Η ακριβής διατύπωση του προβλήματος αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες επιτυχίας έργων AI (Zhou et al., 2020).

Συλλογή, διαχείριση και προετοιμασία δεδομένων: Τα δεδομένα αποτελούν τη βάση κάθε συστήματος AI. Συνεπώς, το στάδιο της συλλογής και προετοιμασίας δεδομένων περιλαμβάνει καθαρισμό, κανονικοποίηση, αντιμετώπιση ελλιπών τιμών, επιλογή χαρακτηριστικών (feature selection) και διαδικασίες ανίχνευσης προκαταλήψεων (data bias). Παράλληλα, ζητήματα όπως η ιδιωτικότητα, η προστασία προσωπικών δεδομένων και η συμμόρφωση με πολιτικές όπως ο GDPR διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο (Leidig & Ekbia, 2021).

Επιλογή αλγορίθμων και εκπαίδευση μοντέλου: Στο τρίτο στάδιο επιλέγονται οι κατάλληλοι αλγόριθμοι και αρχιτεκτονικές, ανάλογα με το πρόβλημα (π.χ. supervised, unsupervised, deep learning, reinforcement learning). Η εκπαίδευση μοντέλου περιλαμβάνει: ρύθμιση υπερπαραμέτρων, χρήση διασταυρούμενης επικύρωσης (cross-validation), διαδικασίες τακτικοποίησης (regularization), τεχνικές εξισορρόπησης δεδομένων (data balancing). Οι σύγχρονοι οργανισμοί αξιοποιούν πλαίσια AutoML και cloud-based εργαλεία για τη βελτίωση της αποδοτικότητας και την αύξηση της ακριβοτητας των μοντέλων (He et al., 2021).

Αξιολόγηση και επικύρωση μοντέλου: Το στάδιο της αξιολόγησης περιλαμβάνει τον έλεγχο του μοντέλου με κατάλληλες μετρικές, όπως: accuracy, precision, recall, F1-score, ROC–AUC, confusion matrix, fairness metrics. Οι παραδοσιακές τεχνικές αξιολόγησης έχουν πλέον εμπλουτιστεί με μεθόδους που εξετάζουν την εξηγησιμότητα (explainability) και την ερμηνευσιμότητα (interpretability) μέσω εργαλείων όπως SHAP και LIME, κυρίως σε ευαίσθητες εφαρμογές (Doshi-Velez & Kim, 2017).

Ανάπτυξη σε παραγωγή (Deployment): Αφού το μοντέλο θεωρηθεί αξιόπιστο, ενσωματώνεται σε συστήματα παραγωγής, είτε μέσω API, είτε σε εφαρμογές web/mobile, είτε σε επιχειρησιακές πλατφόρμες. Η διαδικασία deployment ακολουθεί πλέον πρακτικές: MLOps (Machine Learning Operations), ModelOps, Continuous Delivery (CD).

Στόχος είναι τα μοντέλα να είναι εύκολα αναπτύξιμα, αναβαθμίσιμα και παρακολουθήσιμα. Η επεξηγησιμότητα των αποφάσεων του μοντέλου και η διαφάνεια αποτελούν κρίσιμους παράγοντες σε τομείς υψηλού ρίσκου όπως η υγεία, η χρηματοοικονομική αξιολόγηση και η δημόσια διοίκηση (Leidig & Ekbia, 2021).

Παρακολούθηση, συντήρηση και επανεκπαίδευση: Μετά την εγκατάσταση σε παραγωγή, τα μοντέλα υπόκεινται σε συνεχή παρακολούθηση για: model drift (σταδιακή μείωση απόδοσης), data drift (μεταβολή στα χαρακτηριστικά των δεδομένων), concept drift (αλλαγή υποκείμενων συσχετίσεων).

Η ανάγκη για επανεκπαίδευση (retraining) ή αναπροσαρμογή (fine-tuning) είναι συνεχής, προκειμένου τα μοντέλα να διατηρούν την αποδοτικότητα και εγκυρότητά τους. Η σύγχρονη βιβλιογραφία δίνει ιδιαίτερη έμφαση στη χρήση αυτοματοποιημένων pipelines παρακολούθησης (monitoring pipelines) στα περιβάλλοντα MLOps (Sculley et al., 2015).

Ενσωμάτωση αρχών Υπεύθυνης Τεχνητής Νοημοσύνης (Responsible AI): Σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής, η ενσωμάτωση ηθικών αρχών είναι απαραίτητη. Η Responsible AI εστιάζει σε: διαφάνεια, αμεροληψία (fairness), λογοδοσία (accountability), ασφάλεια και ανθεκτικότητα, προστασία προσωπικών δεδομένων.

Κατευθυντήριες οδηγίες όπως οι *Ethics Guidelines for Trustworthy AI* της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και το *OECD AI Principles* καθορίζουν ένα πλαίσιο ανάπτυξης και χρήσης συστημάτων AI που είναι συμβατό με τις σύγχρονες κοινωνικές και νομικές απαιτήσεις (Floridi et al., 2018; OECD, 2023).

Ο Κύκλος Ζωής της Τεχνητής Νοημοσύνης αποτελεί μια πολυσύνθετη, δυναμική διαδικασία που ενώνει τις τεχνικές, επιχειρησιακές και ηθικές διαστάσεις της ανάπτυξης ενός συστήματος AI. Η ορθή εφαρμογή του διασφαλίζει:

- ✓ *αξιόπιστα και ακριβή μοντέλα,*
- ✓ *υπεύθυνη χρήση δεδομένων,*
- ✓ *διαφάνεια και λογοδοσία,*
- ✓ *υψηλή επιχειρησιακή αξία.*

Η κατανόηση του AI Lifecycle είναι κρίσιμη για τη μετάβαση από τα παραδοσιακά πληροφοριακά συστήματα σε ευφυή συστήματα που αξιοποιούν δεδομένα, αυτοματισμούς και μηχανική μάθηση για την υποστήριξη στρατηγικών αποφάσεων.

4.4 Η Μετάβαση από τα Πληροφοριακά Συστήματα (ΠΣ) στην Τεχνητή Νοημοσύνη (AI)

Η τεχνολογική εξέλιξη των τελευταίων δεκαετιών έχει μετατοπίσει σταδιακά το κέντρο βάρους της επιχειρησιακής πληροφορικής: από τα παραδοσιακά Πληροφοριακά

Συστήματα (ΠΣ) σε προηγμένα, ευφυή συστήματα που ενσωματώνουν τεχνητή νοημοσύνη (AI). Η μετάβαση αυτή δεν περιορίζεται σε τεχνολογικό επίπεδο, αντιπροσωπεύει μια βαθύτερη αλλαγή παραδείγματος στον τρόπο με τον οποίο οι οργανισμοί συλλέγουν, επεξεργάζονται και αξιοποιούν την πληροφορία για λήψη αποφάσεων, στρατηγική σχεδίαση και αλληλεπίδραση με το περιβάλλον τους (Laudon & Laudon, 2020).

Τα παραδοσιακά ΠΣ λειτουργούσαν βάσει προκαθορισμένων λογικών κανόνων και ροών εργασίας. Αποτελούσαν «παθητικά» εργαλεία που εκτελούσαν λειτουργίες σύμφωνα με ανθρώπινες εντολές, οργανώνοντας δεδομένα, αυτοματοποιώντας διαδικασίες και διευκολύνοντας τη ροή πληροφοριών. Η αξία τους ήταν στην ακρίβεια, την αξιοπιστία και την αποδοτικότητα που προσέφεραν σε βασικές επιχειρησιακές λειτουργίες (Turban, Pollard, & Wood, 2018). Αντίθετα, η εμφάνιση της AI εισήγαγε τη δυνατότητα των συστημάτων να μαθαίνουν από δεδομένα, να προσαρμόζονται σε μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα και να λαμβάνουν αποφάσεις με περιορισμένη ή καθόλου ανθρώπινη παρέμβαση. Σε αντίθεση με τα ΠΣ, τα AI συστήματα μπορούν να εξάγουν πρότυπα, να προβλέπουν μελλοντικές τάσεις και να προτείνουν ενέργειες βασισμένες σε αναλύσεις υψηλής πολυπλοκότητας (Russell & Norvig, 2021).

Η μετάβαση αυτή επιταχύνθηκε χάρη σε μια σειρά τεχνολογικών και κοινωνικών εξελίξεων. Η αύξηση της υπολογιστικής ισχύος και η διάδοση των cloud υποδομών κατέστησαν δυνατή την επεξεργασία τεράστιων όγκων δεδομένων (Big Data) σε πραγματικό χρόνο. Παράλληλα, η εκρηκτική διαθεσιμότητα δεδομένων από πηγές όπως τα κοινωνικά δίκτυα, οι αισθητήρες IoT και τα συστήματα CRM παρείχαν το αναγκαίο υλικό για την εκπαίδευση μοντέλων AI. Τέλος, η εξέλιξη των αλγορίθμων μηχανικής μάθησης, συμπεριλαμβανομένων των νευρωνικών δικτύων, της ενισχυτικής μάθησης και του deep learning, επέτρεψε την αναγνώριση πολύπλοκων προτύπων, υπερβαίνοντας τους περιορισμούς της παραδοσιακής στατιστικής ανάλυσης (Leidig & Ekbia, 2021).

Ενδεικτικά, ένα παραδοσιακό ERP σύστημα μπορεί να καταγράφει πωλήσεις και να διαχειρίζεται αποθέματα, ενώ η ενσωματωμένη AI μπορεί να προβλέψει τη ζήτηση, να εντοπίσει τάσεις κατανάλωσης ή ακόμη και να προτείνει αυτόνομες ενέργειες, όπως την αναπλήρωση στοκ ή την εξατομικευμένη προώθηση προϊόντων. Έτσι, η λειτουργία των ΠΣ μετατοπίζεται από την απλή ανάλυση του παρελθόντος στην πρόβλεψη και στην αυτόνομη δράση για το μέλλον (Power, 2002).

Ωστόσο, η μετάβαση αυτή δεν στερείται προκλήσεων. Τα παραδοσιακά ΠΣ βασίζονται σε ντετερμινιστικά μοντέλα με προβλέψιμη συμπεριφορά, ενώ τα συστήματα AI συχνά λειτουργούν ως «μαύρα κουτιά» (*black boxes*), με περιορισμένη δυνατότητα επεξήγησης των αποφάσεων τους. Αυτό εγείρει σημαντικά ζητήματα διαφάνειας, δεοντολογίας, αξιοπιστίας και λογοδοσίας, ιδίως σε κρίσιμους τομείς όπως η υγεία, η δικαιοσύνη ή οι διαδικασίες προσλήψεων (Floridi et al., 2018).

Η τεχνολογική εξέλιξη έχει οδηγήσει στη σταδιακή αντικατάσταση των στατικών Πληροφοριακών Συστημάτων από προσαρμοστικά και ευφυή Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει συνοπτικά τις θεμελιώδεις διαφορές τους:

Πίνακας 4.1: Σύγκριση Πληροφοριακών Συστημάτων (IS) και Συστημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) (Laudon & Laudon (2020); Russell & Norvig (2021); Turban et al. (2018))

Διάσταση	**Πληροφοριακά Συστήματα (IS)**	**Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης (AI)**
Φύση λειτουργίας	Στατικά, βασισμένα σε προκαθορισμένους κανόνες	Προσαρμοστικά, μαθαίνουν από δεδομένα
Σκοπός	Περιγραφή και αποθήκευση γεγονότων	Πρόβλεψη και λήψη αποφάσεων
Ρόλος ανθρώπου	Έλεγχος και εισαγωγή δεδομένων από ανθρώπους	Αυτοματοποίηση και αυτόνομη δράση
Αντίδραση σε αλλαγές	Περιορισμένη ευελιξία	Δυναμική προσαρμογή
Αξία δεδομένων	Ιστορική πληροφόρηση	Προγνωστική ανάλυση και μάθηση
Παραδείγματα	ERP, CRM, LMS	Predictive analytics, chatbots, adaptive learning systems

Κατά συνέπεια, η μετάβαση από τα ΠΣ στην AI δεν συνεπάγεται την εγκατάλειψη των πρώτων, αλλά τη συμπληρωματική τους σχέση. Τα ΠΣ παρέχουν την οργανωσιακή και τεχνολογική υποδομή πάνω στην οποία «χτίζονται» οι λύσεις AI. Ένας οργανισμός που επιχειρεί να αξιοποιήσει την AI χωρίς επαρκή πληροφοριακή βάση κινδυνεύει να καταλήξει σε αναξιόπιστα ή μεροληπτικά συστήματα. Η επιτυχής μετάβαση απαιτεί στρατηγικό σχεδιασμό, επενδύσεις σε ανθρώπινο κεφάλαιο, αποτελεσματική διαχείριση αλλαγής και ηθική ευθύνη. Ο συνδυασμός δομημένων πληροφοριακών συστημάτων με ευφυή συστατικά AI προδιαγράφει το επόμενο βήμα για την επιχειρηματική καινοτομία και ανταγωνιστικότητα.

4.5 Ποιοι παράγοντες ώθησαν τη μετάβαση

Η μετάβαση από τα παραδοσιακά Πληροφοριακά Συστήματα (IS) σε Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης (AI Systems) δεν συνιστά απλώς τεχνολογική καινοτομία, αποτελεί στρατηγική απάντηση στην αδυναμία των κλασικών IS να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις του ψηφιακού μετασχηματισμού. Οι οργανισμοί του 21ου αιώνα, καλούνται να λειτουργήσουν σε ένα περιβάλλον αυξημένης πολυπλοκότητας, αβεβαιότητας και ανταγωνισμού, όπου η προσαρμοστικότητα, η εξατομίκευση και η ταχύτητα στη λήψη αποφάσεων αποτελούν κρίσιμους παράγοντες επιτυχίας.

Έκρηξη δεδομένων (Big Data). Ο δραματικά αυξανόμενος όγκος δεδομένων, τόσο από παραδοσιακές βάσεις όσο και από μη δομημένες πηγές (όπως αισθητήρες, IoT, κοινωνικά δίκτυα), έχει ξεπεράσει τις δυνατότητες των συμβατικών IS. Σύμφωνα με τον Manyika et al. (2011), οι οργανισμοί συλλέγουν πλέον petabytes δεδομένων, μεγάλο μέρος των οποίων παραμένει αναξιοποίητο λόγω των περιορισμών των παραδοσιακών συστημάτων. Η AI, μέσω τεχνικών μηχανικής και βαθιάς μάθησης, επιτρέπει τη διαχείριση και ανάλυση αυτών των δεδομένων, εντοπίζοντας πρότυπα και παράγοντας χρήσιμη γνώση (Chen, Chiang, & Storey, 2012; Russell & Norvig, 2021).

Αυξανόμενη πολυπλοκότητα λήψης αποφάσεων. Στο σύγχρονο επιχειρησιακό περιβάλλον, οι αποφάσεις συχνά βασίζονται σε δεδομένα που είναι αβέβαια, ετερογενή

και μεταβαλλόμενα. Τα παραδοσιακά IS σχεδιάστηκαν κυρίως για δομημένες αποφάσεις, περιορίζοντας τη χρησιμότητά τους σε συνθήκες που απαιτούν ευελιξία (Power, 2002). Αντίθετα, τα AI συστήματα μπορούν να υποστηρίξουν ημιδομημένες και μη δομημένες αποφάσεις, προσφέροντας προγνωστικά και αυτοματοποιημένα εργαλεία. Στην ιατρική, για παράδειγμα, η διάγνωση και η επιλογή θεραπείας απαιτούν πολυπαραγοντική ανάλυση, την οποία οι αλγόριθμοι AI εκτελούν με αυξανόμενη ακρίβεια (Topol, 2019).

Απαίτηση για προσωποποίηση υπηρεσιών. Η ψηφιακή εποχή έφερε στο προσκήνιο την ανάγκη εξατομικευμένων λύσεων, ιδίως στον χώρο της υγείας, όπου η προσωποποιημένη ιατρική αποτελεί στρατηγική προτεραιότητα. Η AI επιτρέπει την προσαρμογή υπηρεσιών στις ανάγκες του κάθε ατόμου, αξιοποιώντας δεδομένα όπως γενετικά προφίλ, κλινικό ιστορικό και δημογραφικά χαρακτηριστικά (Rajkomar, Dean, & Kohane, 2019). Ιδιαίτερα, οι τεχνικές βαθιάς μάθησης διευκολύνουν την ανάλυση ιατρικών εικόνων, γονιδιωματικών δεδομένων και κλινικών δεικτών, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη ακριβών και εξατομικευμένων μοντέλων διάγνωσης και πρόγνωσης (Esteva et al., 2017; Topol, 2019).

Πρόοδος στην υπολογιστική ισχύ και το cloud computing. Η ραγδαία αύξηση της υπολογιστικής ισχύος, με τη διάδοση εξειδικευμένων επεξεργαστών (GPU, TPU) και υποδομών cloud, κατέστησε εφικτή την ανάπτυξη πολύπλοκων AI μοντέλων σε προσιτό κόστος (Chollet, 2021). Το cloud computing παρέχει τη δυνατότητα σε οργανισμούς κάθε μεγέθους να εκπαιδεύουν και να λειτουργούν μοντέλα χωρίς την ανάγκη ιδιόκτητης υποδομής υψηλής ισχύος, μειώνοντας έτσι το κόστος και τους χρόνους ανάπτυξης.

Διαθεσιμότητα εργαλείων και ανοιχτών πλατφορμών. Η ανάπτυξη και διάδοση εργαλείων ανοικτού κώδικα, όπως τα TensorFlow, PyTorch, AutoML και scikit-learn, συνέβαλαν αποφασιστικά στην επιτάχυνση της μετάβασης. Οι πλατφόρμες αυτές παρέχουν έτοιμες βιβλιοθήκες και APIs, διευκολύνοντας την υλοποίηση εφαρμογών AI ακόμη και από ομάδες με περιορισμένη εξειδίκευση (Abadi et al., 2016; Paszke et al., 2019). Επιπλέον, η δυνατότητα ενσωμάτωσής τους σε υφιστάμενα IS επιτρέπει την αναβάθμιση των τελευταίων με ευφυείς λειτουργίες, χωρίς την ανάγκη πλήρους ανασχεδιασμού.

Συνολικά, οι παραπάνω παράγοντες δεν λειτουργούν μεμονωμένα, αλλά σε συνδυασμό, δημιουργώντας το κατάλληλο περιβάλλον για την ενσωμάτωση της AI στα πληροφοριακά συστήματα. Ωστόσο, η μετάβαση αυτή δεν είναι απρόσκοπτη, συνοδεύεται από τεχνολογικά και οργανωσιακά εμπόδια, τα οποία εξετάζονται στην επόμενη ενότητα.

4.6 Τεχνολογικά και οργανωσιακά εμπόδια

Η ενσωμάτωση Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) στα Πληροφοριακά Συστήματα (Information Systems–IS) αποτελεί μια σύνθετη και στρατηγικά απαιτητική διαδικασία, η οποία συνοδεύεται από σημαντικές τεχνολογικές και οργανωσιακές προκλήσεις. Παρά τα πολλαπλά οφέλη της AI, οργανισμοί τόσο του ιδιωτικού όσο και του δημόσιου τομέα, και ιδιαίτερα οι οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης, έρχονται αντιμέτωποι με εμπόδια που αφορούν υποδομές, ανθρώπινο δυναμικό, κουλτούρα, διαδικασίες και κανονιστικό πλαίσιο (OECD, 2023). Τα εμπόδια αυτά επηρεάζουν

άμεσα την υλοποίηση, την αποδοτικότητα και την υπεύθυνη αξιοποίηση των συστημάτων AI.

❖ Έλλειψη εξειδικευμένης τεχνογνωσίας και το AI skills gap

Ένα από τα πιο κρίσιμα εμπόδια αφορά την έλλειψη επαγγελματιών με δεξιότητες σε machine learning, στατιστική, διαχείριση δεδομένων, MLOps και ηθική της AI. Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, η έλλειψη εξειδικευμένου προσωπικού αποτελεί τον βασικότερο περιορισμό για το 50–60% των οργανισμών που επιχειρούν να υιοθετήσουν συστήματα AI (McKinsey, 2022; Gartner, 2023).

Η ανάπτυξη λύσεων AI απαιτεί διεπιστημονικές ομάδες που συνδυάζουν τεχνική κατάρτιση με βαθιά γνώση του τομέα εφαρμογής, ειδικά στον χώρο της υγείας, όπου η κατανόηση κλινικών διαδικασιών είναι απαραίτητη (Sarker et al., 2021). Η έλλειψη τέτοιων ομάδων οδηγεί σε καθυστερήσεις, κακή ποιότητα μοντέλων και αναποτελεσματική υλοποίηση.

❖ Ποιότητα, διαχείριση και διαλειτουργικότητα δεδομένων

Η AI εξαρτάται σε απόλυτο βαθμό από τα δεδομένα, γι' αυτό η ποιότητα, η πληρότητα και η διαλειτουργικότητα των δεδομένων αποτελούν καίριες προϋποθέσεις. Πολλοί οργανισμοί διαθέτουν: ετερογενή ή ασυνεπή σύνολα δεδομένων, ανεπαρκή ή ανύπαρκτη τεκμηρίωση, siloed βάσεις δεδομένων, χαμηλή ποιότητα ή μεροληπτικές καταγραφές.

Η αλγοριθμική μεροληψία (algorithmic bias) αποτελεί επίσης σημαντική πρόκληση, οδηγώντας ενδεχομένως σε ανισότητες στη διάγνωση, στη θεραπεία και στη λήψη αποφάσεων, όπως δείχνουν μελέτες. (Obermeyer et al., 2019).

Η υιοθέτηση πλαισίων data governance, προτύπων διαλειτουργικότητας και τεχνικών ελέγχου ποιότητας δεδομένων είναι κρίσιμη για την υπεύθυνη και αποτελεσματική εφαρμογή της AI.

❖ Οργανωσιακή κουλτούρα και αντίσταση στην αλλαγή

Η υιοθέτηση AI δεν είναι μόνο τεχνολογική, αποτελεί οργανωσιακό μετασχηματισμό. Τα παραδοσιακά IS σχεδιάστηκαν για σταθερές, γραμμικές ροές εργασίας, ενώ η AI απαιτεί πιο ευέλικτες, αναλυτικές και data-driven διαδικασίες (Brynjolfsson & McAfee, 2017).

Οι μορφές αντίστασης μπορεί να εκδηλωθούν:

- **στη διοίκηση**, λόγω φόβου απώλειας ελέγχου ή λήψης αποφάσεων από «μαύρα κουτιά»,
- **στους εργαζομένους**, λόγω φόβου αντικατάστασης από αυτοματισμούς,
- **στην κουλτούρα**, λόγω έλλειψης εξοικείωσης με δεδομένα και τεχνητή νοημοσύνη.

Η δημιουργία κουλτούρας μάθησης, η εκπαίδευση του προσωπικού και η συμμετοχή των χρηστών στον σχεδιασμό συστημάτων αποτελούν θεμελιώδεις στρατηγικές για την επιτυχημένη υιοθέτηση (Westerman, Bonnet & McAfee, 2014).

❖ **Ηθικά, κανονιστικά και νομικά ζητήματα**

Η AI εμπλέκει κρίσιμα ηθικά και νομικά ζητήματα, ιδιαίτερα σε τομείς όπως η υγεία και η παιδεία. Τα κυριότερα περιλαμβάνουν:

- **έλλειψη επεξηγησιμότητας** σε μοντέλα deep learning,
- **αλγοριθμικές προκαταλήψεις** που επηρεάζουν ευάλωτες ομάδες,
- **κινδύνους παραβίασης ιδιωτικότητας**,
- **ευθύνη και λογοδοσία** σε περίπτωση λανθασμένων αποφάσεων,
- **αυστηρό θεσμικό πλαίσιο**, όπως ο GDPR και το *EU Artificial Intelligence Act* (2024).

Η συμμόρφωση με αυτούς τους κανονισμούς απαιτεί τεχνικές προστασίας δεδομένων, όπως differential privacy, anonymization και secure data processing (Voigt & Von dem Bussche, 2017).

❖ **Επιχειρησιακή στρατηγική και έλλειψη ενιαίου οράματος AI**

Πολλοί οργανισμοί εισάγουν την AI αποσπασματικά, μέσω πειραματικών έργων που δεν εντάσσονται σε στρατηγικό πλαίσιο. Η έλλειψη ξεκάθαρης στρατηγικής οδηγεί σε: χαμηλή αξιοποίηση πόρων, δυσκολίες ενσωμάτωσης με υφιστάμενα IS, αδυναμία κλιμάκωσης λύσεων (scalability), αναποτελεσματική συνεργασία τμημάτων και ομάδων.

Έρευνες επιβεβαιώνουν ότι οι οργανισμοί με ώριμες στρατηγικές AI, σαφή data governance και επενδύσεις σε ανθρώπινο δυναμικό επιτυγχάνουν σημαντικά υψηλότερα ποσοστά υιοθέτησης και επιτυχίας (McKinsey, 2022; Davenport & Ronanki, 2018).

Συνοψίζοντας, τα εμπόδια στην ενσωμάτωση της AI στα πληροφοριακά συστήματα υπερβαίνουν τα καθαρά τεχνικά ζητήματα. Περιλαμβάνουν ζητήματα κουλτούρας, ανθρώπινου δυναμικού, διακυβέρνησης δεδομένων, ηθικής και κανονιστικής συμμόρφωσης. Η επιτυχής αντιμετώπισή τους απαιτεί:

- τεχνολογικές παρεμβάσεις (data governance, MLOps, explainable AI),
- οργανωσιακές αλλαγές (εκπαίδευση, συμμετοχή χρηστών, κουλτούρα καινοτομίας),
- στρατηγικές πρωτοβουλίες (AI governance, long-term AI vision).

Οι οργανισμοί που υιοθετούν μια ολιστική και υπεύθυνη προσέγγιση διαθέτουν σημαντικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στη μετάβαση προς πλήρως ευφυή πληροφοριακά συστήματα.

4.7 Στρατηγικές Ενσωμάτωσης της Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) σε Υφιστάμενα Πληροφοριακά Συστήματα (IS)

Η μετάβαση από τα παραδοσιακά πληροφοριακά συστήματα σε συστήματα ενισχυμένα με τεχνητή νοημοσύνη δεν απαιτεί κατ' ανάγκη πλήρη ανακατασκευή των τεχνολογικών υποδομών. Αντιθέτως, η εμπειρία από τον επιχειρηματικό και δημόσιο τομέα δείχνει ότι η υβριδική ενσωμάτωση της AI, δηλαδή η σταδιακή εισαγωγή ευφυών λειτουργιών σε επιλεγμένα τμήματα των συστημάτων, αποτελεί την πιο ρεαλιστική και διαχειρίσιμη προσέγγιση (Davenport & Ronanki, 2018).

- **Ενσωμάτωση μέσω «AI-as-a-Service» (AIaaS):** Μία από τις συνηθέστερες στρατηγικές είναι η αξιοποίηση υπηρεσιών AI που παρέχονται από μεγάλες πλατφόρμες cloud, όπως το Google Cloud AI, το Microsoft Azure ML και το Amazon SageMaker. Οι οργανισμοί αποκτούν πρόσβαση σε προηγμένα μοντέλα πρόβλεψης, ανάλυσης συναισθήματος, αναγνώρισης εικόνας και λειτουργίες chatbot χωρίς να απαιτείται in-house ανάπτυξη υποδομών ή εξειδικευμένων ομάδων (Bughin et al., 2018). Η στρατηγική αυτή είναι ιδανική για μικρούς ή μεσαίους οργανισμούς με περιορισμένους πόρους, καθώς προσφέρει κλιμακωσιμότητα, ευελιξία και ταχεία υλοποίηση.
- **Σταδιακή αντικατάσταση λειτουργικών μονάδων (modular integration):** Μια δεύτερη προσέγγιση βασίζεται στην πιλοτική εισαγωγή της AI σε επιμέρους λειτουργικά σημεία, όπου εντοπίζονται συγκεκριμένες ανάγκες ή ευκαιρίες. Τέτοιες εφαρμογές περιλαμβάνουν την πρόβλεψη αναγκών μέσω predictive analytics, την ανίχνευση ανωμαλιών, τη βελτιστοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας ή την αυτόματη εξαγωγή πληροφορίας από κείμενα και εικόνες. Η στρατηγική αυτή επιτρέπει την αξιολόγηση της προστιθέμενης αξίας χωρίς να διαταράσσεται η συνολική λειτουργία του οργανισμού. (Chui et al., 2018).
- **Εκπαίδευση και ενδυνάμωση του ανθρώπινου δυναμικού:** Η τεχνολογική καινοτομία δεν μπορεί να αποδώσει αν δεν υποστηρίζεται από την κατάλληλη ανάπτυξη δεξιοτήτων. Η εισαγωγή της AI προϋποθέτει την αναβάθμιση του προσωπικού σε τομείς όπως ανάλυση δεδομένων, ψηφιακή δεοντολογία (*ethics-by-design*) και βασικές έννοιες μηχανικής μάθησης. Ο Brynjolfsson και ο McAfee (2017) προτείνουν στρατηγικές ενίσχυσης (*augmentation strategies*), οι οποίες στοχεύουν όχι στην αντικατάσταση, αλλά στην ενδυνάμωση των εργαζομένων μέσω της AI. Η προσέγγιση αυτή συμβάλλει στην αποδοχή της τεχνολογίας και ενισχύει την οργανωσιακή ανθεκτικότητα.
- **Συνεργασίες με startups και ερευνητικά ιδρύματα.** Τέλος, οι οργανισμοί που στερούνται εσωτερικής τεχνογνωσίας μπορούν να στραφούν σε συνεργασίες με πανεπιστήμια, νεοφυείς επιχειρήσεις και κέντρα καινοτομίας. Οι συμπράξεις αυτές προσφέρουν πρόσβαση σε καινοτόμες εφαρμογές AI, συμμετοχή σε πιλοτικά έργα και δυνατότητες συγχρηματοδότησης μέσω ευρωπαϊκών ή εθνικών προγραμμάτων, όπως το Horizon Europe (Wamba-Taguimdje, Fosso Wamba, Kala Kamdjoug, & Tchatchouang Wanko, 2020). Με τον τρόπο αυτό, οι οργανισμοί αποκτούν τεχνογνωσία χωρίς μεγάλες αρχικές επενδύσεις και ενισχύουν την ικανότητά τους να προσαρμόζονται σε μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα.

Συνοψίζοντας, η επιτυχής ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στα υπάρχοντα πληροφοριακά συστήματα δεν εξαρτάται αποκλειστικά από την τεχνολογία, αλλά από τη συνδυαστική αξιοποίηση στρατηγικής, κουλτούρας και ανθρώπινων δεξιοτήτων. Ο συνδυασμός modular ανάπτυξης, αξιοποίησης υπηρεσιών AIaaS, ενίσχυσης του ανθρώπινου δυναμικού και στρατηγικών συνεργασιών δημιουργεί τις προϋποθέσεις για βιώσιμη, ασφαλή και επεκτάσιμη υιοθέτηση της AI σε επιχειρήσεις και στον

δημόσιο τομέα. Στην επόμενη ενότητα θα εξεταστούν τα συγκριτικά πλεονεκτήματα που απορρέουν από αυτή τη μετάβαση.

4.8 Ανάλυση συγκριτικών πλεονεκτημάτων

Η ενσωμάτωση τεχνητής νοημοσύνης (AI) στα παραδοσιακά πληροφοριακά συστήματα (IS) δεν συνιστά απλώς τεχνολογική αναβάθμιση, αλλά στρατηγικό άλμα που επηρεάζει τον τρόπο λήψης αποφάσεων, την οργάνωση της πληροφορίας και την επιχειρησιακή απόδοση. Η συγκριτική ανάλυση των δύο προσεγγίσεων αναδεικνύει ουσιώδη πλεονεκτήματα υπέρ των ευφυών συστημάτων σε κρίσιμες παραμέτρους.

Ο ακόλουθος πίνακας παρουσιάζει συνοπτικά τις βασικές διαφορές:

Πίνακας 4.2: Σύγκριση IS vs AI Systems

Παράμετρος	Παραδοσιακά IS	AI Systems
Λήψη αποφάσεων	Βασισμένη σε ιστορικά δεδομένα και στατιστικές αναφορές	Προβλεπτικά μοντέλα, real-time analytics, προσομοίωση σεναρίων
Ευελιξία	Περιορισμένη σε αλλαγές και απρόβλεπτες συνθήκες	Αυτοπροσαρμοζόμενα μοντέλα που μαθαίνουν από νέα δεδομένα
Ανάλυση δεδομένων	Μηχανισμοί στατικής ανάλυσης, περιορισμένα insights	Δυναμική εξόρυξη προτύπων, ταξινόμηση, ανίχνευση ανωμαλιών
Επεξεργασία φυσικής γλώσσας	Απουσία ή στοιχειώδης χρήση συμβολικών συστημάτων	NLP, chatbots, ερμηνεία & παραγωγή φυσικής γλώσσας
Ανάγκη για ανθρώπινη παρέμβαση	Υψηλή: οι αποφάσεις απαιτούν συνεχή επίβλεψη και εισαγωγή	Περιορισμένη: αυτόματη λήψη αποφάσεων σε συγκεκριμένες συνθήκες

Στον τομέα της **λήψης αποφάσεων**, τα παραδοσιακά πληροφοριακά συστήματα βασίζονται κυρίως σε ιστορικά δεδομένα και στατικές αναφορές, περιορίζοντας τη δυνατότητα έγκαιρης προσαρμογής σε μεταβαλλόμενες συνθήκες. Αντίθετα, τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης αξιοποιούν προβλεπτικά μοντέλα, τεχνικές real-time analytics και αυτοματοποιημένη ανάλυση σεναρίων, ενισχύοντας σημαντικά τη στρατηγική αξία και την ταχύτητα των αποφάσεων (Davenport & Harris, 2017; Shrestha, Ben-Menahem & von Krogh, 2021).

Η **ευελιξία** συνιστά κρίσιμο παράγοντα στον σύγχρονο επιχειρησιακό κόσμο. Τα IS απαιτούν επανασχεδιασμό σε κάθε νέα λειτουργικότητα, ενώ τα AI συστήματα επιδεικνύουν δυναμική προσαρμοστικότητα μέσω συνεχούς μάθησης από δεδομένα (Russell & Norvig, 2021).

Αντίστοιχα, η **ανάλυση δεδομένων** στα παραδοσιακά πληροφοριακά συστήματα παραμένει σε μεγάλο βαθμό περιγραφική, με έμφαση σε πίνακες, στατικές αναφορές και βασικές στατιστικές τεχνικές. Αντίθετα, τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης επιτρέπουν την ανακάλυψη λανθανόντων προτύπων, την κατηγοριοποίηση σύνθετων

δομών δεδομένων και την ανάλυση πολύπλοκων μη γραμμικών συσχετίσεων, ακόμη και σε δεδομένα υψηλής διάστασης. (Goodfellow, Bengio & Courville, 2016; Zhang et al., 2021).

Στο πεδίο της **επεξεργασίας φυσικής γλώσσας (NLP)**, τα AI συστήματα προσφέρουν νέες δυνατότητες κατανόησης, ερμηνείας και παραγωγής φυσικής γλώσσας. Αυτό καθιστά δυνατή την ανάπτυξη chatbots, virtual assistants και προηγμένων μηχανισμών εξυπηρέτησης πελατών ή ασθενών - δυνατότητες που είναι πρακτικά ανύπαρκτες στα παραδοσιακά IS (Jurafsky & Martin, 2023).

Τέλος, σε ό,τι αφορά τον βαθμό **ανθρώπινης παρέμβασης**, τα IS απαιτούν συνεχή επίβλεψη και χειροκίνητες παρεμβάσεις, ενώ τα AI systems μπορούν να αναλάβουν αυτόνομα επαναλαμβανόμενες διαδικασίες, μειώνοντας τον ανθρώπινο φόρτο και περιορίζοντας την πιθανότητα σφάλματος (Chui, Manyika, & Miremadi, 2018).

Πίνακας 4.3: Σύγκριση IS vs AI Systems

Χαρακτηριστικό	Παραδοσιακά IS	AI Systems
Τρόπος λειτουργίας	Προκαθορισμένοι κανόνες, στατικές διαδικασίες	Δυναμική μάθηση από δεδομένα
Σκοπός	Οργάνωση & αυτοματοποίηση	Εξατομίκευση, πρόβλεψη, αυτονομία
Προσαρμοστικότητα	Χαμηλή – χρειάζεται ανθρώπινη παρέμβαση	Υψηλή – προσαρμογή σε πραγματικό χρόνο
Τύπος ανάλυσης	Περιγραφική (τι έγινε)	Προβλεπτική & προληπτική (τι θα συμβεί)
Ρόλος ανθρώπου	Ενεργός χειριστής	Επόπτης/ελεγκτής
Περιορισμοί	Στατικότητα, silo δεδομένων	Μαύρο κουτί, bias, κόστος

Ο Πίνακας 4.3 παρουσιάζει τη συγκριτική ανάλυση μεταξύ των παραδοσιακών Πληροφοριακών Συστημάτων (Information Systems - IS) και των Συστημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης (AI Systems), αναδεικνύοντας τη μετάβαση από τα στατικά και προκαθορισμένα μοντέλα λειτουργίας προς πιο ευφυείς και προσαρμοστικές τεχνολογικές προσεγγίσεις. Τα παραδοσιακά πληροφοριακά συστήματα βασίζονται σε προκαθορισμένους κανόνες και σταθερές διαδικασίες, έχοντας ως κύριο σκοπό την οργάνωση και αυτοματοποίηση των επιχειρησιακών λειτουργιών. Αντίθετα, τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης χαρακτηρίζονται από τη δυνατότητα δυναμικής μάθησης μέσω ανάλυσης δεδομένων, επιδιώκοντας την εξατομίκευση, την πρόβλεψη και την αυτονομία στη λήψη αποφάσεων. Επιπλέον, η προσαρμοστικότητα των παραδοσιακών IS είναι περιορισμένη και απαιτεί συνεχή ανθρώπινη παρέμβαση, ενώ τα AI συστήματα μπορούν να προσαρμόζονται αυτόνομα σε πραγματικό χρόνο. Η φύση της ανάλυσης διαφοροποιείται επίσης, καθώς τα IS επικεντρώνονται σε περιγραφικές προσεγγίσεις (τι συνέβη), ενώ τα AI συστήματα υποστηρίζουν προβλεπτικές και προληπτικές αναλύσεις (τι ενδέχεται να συμβεί). Ο ρόλος του ανθρώπου μεταβάλλεται από ενεργό χειριστή στα IS σε επόπτη ή ελεγκτή στα AI συστήματα, γεγονός που αντικατοπτρίζει τη μείωση της ανάγκης για άμεση ανθρώπινη παρέμβαση. Τέλος, ενώ τα παραδοσιακά IS παρουσιάζουν περιορισμούς όπως η

στατικότητα και η απομόνωση δεδομένων, τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης αντιμετωπίζουν προκλήσεις που σχετίζονται με το φαινόμενο του «μαύρου κουτιού», τη μεροληψία (bias) και το αυξημένο κόστος υλοποίησης και συντήρησης.

Η παραπάνω ανάλυση δείχνει ότι τα Πληροφοριακά Συστήματα και τα Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης διαφοροποιούνται τόσο στη λειτουργική τους φιλοσοφία όσο και στον τρόπο αξιοποίησης των δεδομένων. Στον ακόλουθο πίνακα συνοψίζονται τα βασικά σημεία σύγκρισης, όπως προκύπτουν από τη θεωρητική και τεχνολογική εξέλιξη των δύο κατηγοριών συστημάτων.

Πίνακας 4.4: Σύγκριση Παραδοσιακών Πληροφοριακών Συστημάτων (IS) και Συστημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης (AI Systems)

Κριτήριο	Παραδοσιακά Πληροφοριακά Συστήματα (IS)	Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης (AI Systems)
Λειτουργίες	Αυτοματισμός ρουτίνας, διαχείριση δεδομένων, δημιουργία αναφορών	Δυναμική μάθηση, προσαρμογή σε δεδομένα, έξυπνη λήψη αποφάσεων
Προσαρμοστικότητα	Χαμηλή, απαιτείται χειροκίνητη αλλαγή κανόνων, διαδικασιών και παραμέτρων	Υψηλή, τα μοντέλα μαθαίνουν από νέα δεδομένα και βελτιώνονται σε πραγματικό χρόνο
Τύπος Ανάλυσης	Περιγραφική (τι συνέβη), βασισμένη σε ιστορικά δεδομένα	Προβλεπτική και προληπτική (τι θα συμβεί), ανάλυση μοτίβων, ανίχνευση ανωμαλιών
Ανθρώπινος Ρόλος	Ενεργός χειριστής, συνεχής λήψη αποφάσεων και επίβλεψη	Ρόλος επόπτη/ελεγκτή, αυτόνομη ή ημι-αυτόνομη λήψη αποφάσεων από το σύστημα
Περιορισμοί	Στατικότητα, silo δεδομένων, έλλειψη ευφυούς επεξεργασίας	Διαφάνεια (black box), μεροληψίες, ανάγκη για μεγάλο όγκο δεδομένων, υψηλό κόστος

Η συγκριτική αυτή αποτύπωση ενισχύει την κατανόηση των πλεονεκτημάτων των AI Systems, τα οποία ξεπερνούν τους περιορισμούς των παραδοσιακών Π.Σ. χάρη στην προσαρμοστικότητα, τη δυναμική μάθηση και την προγνωστική τους ικανότητα. Η επισκόπηση αυτή αποτελεί κρίσιμο υπόβαθρο για τα ζητήματα ηθικής και κανονιστικής συμμόρφωσης που αναλύονται στην επόμενη ενότητα.

Συνολικά, τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης δεν καταργούν τα πληροφοριακά συστήματα, αλλά τα αναβαθμίζουν ποιοτικά. Μετατρέπουν τα IS από παθητικά εργαλεία διαχείρισης πληροφορίας σε ενεργούς, προβλεπτικούς και προσαρμοστικούς μηχανισμούς λήψης αποφάσεων. Η υιοθέτησή τους αποτελεί στρατηγική επιλογή που μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της αποδοτικότητας, μείωση κόστους και σημαντική βελτίωση της εμπειρίας χρήστη, ιδίως σε απαιτητικούς τομείς όπως η υγειονομική περίθαλψη. Στην επόμενη ενότητα εξετάζονται οι ηθικές και κανονιστικές προεκτάσεις αυτής της μετάβασης, οι οποίες αποτελούν κρίσιμο παράγοντα για τη βιώσιμη αξιοποίησή της.

4.9 Ζητήματα ηθικής και κανονιστικής συμμόρφωσης

Η εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης (AI) σε ευαίσθητους τομείς, όπως η υγεία και η δημόσια διοίκηση, αναδεικνύει ένα πλήθος ηθικών και νομικών προκλήσεων που απαιτούν προσεκτική διαχείριση. Η αλματώδης πρόοδος των δυνατοτήτων των ευφυών συστημάτων συχνά υπερβαίνει την υφιστάμενη κανονιστική και δεοντολογική υποδομή, γεγονός που υπογραμμίζει την ανάγκη για ολοκληρωμένα πλαίσια διακυβέρνησης της AI (*AI governance frameworks*) και την υιοθέτηση αρχών όπως η ηθική εκ σχεδιασμού (ethics-by-design).

Η ανάπτυξη και χρήση συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης πρέπει να συμμορφώνεται με κανονιστικά πλαίσια που διασφαλίζουν τη διαφάνεια, την ιδιωτικότητα και τη λογοδοσία. Ο Γενικός Κανονισμός Προστασίας Δεδομένων (GDPR) της Ευρωπαϊκής Ένωσης επιβάλλει αυστηρούς κανόνες για τη συλλογή, την επεξεργασία και την αποθήκευση προσωπικών δεδομένων. Οι οργανισμοί που εφαρμόζουν AI οφείλουν να διασφαλίζουν το δικαίωμα ενημέρωσης, διόρθωσης και διαγραφής δεδομένων των χρηστών.

Παράλληλα, ο Ευρωπαϊκός Κανονισμός για την Τεχνητή Νοημοσύνη (AI Act) εισάγει ένα νομικό πλαίσιο που ταξινομεί τις εφαρμογές AI βάσει του επιπέδου ρίσκου: απαγορευμένες, υψηλού, περιορισμένου και ελάχιστου κινδύνου. Οι εφαρμογές που ανήκουν στις κατηγορίες υψηλού κινδύνου, όπως αυτές που σχετίζονται με την εκπαίδευση ή την πρόσβαση σε δημόσιες υπηρεσίες, υπόκεινται σε αυξημένες απαιτήσεις διαφάνειας, ανθρώπινης εποπτείας και αξιολόγησης επιπτώσεων (European Commission (2024); Floridi et al. (2018); Mittelstadt et al. (2016)).

Η συμμόρφωση με αυτά τα πλαίσια δεν είναι απλώς νομική υποχρέωση, αλλά αναγκαία προϋπόθεση για υπεύθυνη και αξιόπιστη αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης. Η ενσωμάτωση ηθικών αρχών και μηχανισμών διακυβέρνησης AI ενισχύει την εμπιστοσύνη των πολιτών και εξασφαλίζει τη βιώσιμη τεχνολογική πρόοδο.

Διαφάνεια και ερμηνευσιμότητα: Ένα από τα κρισιμότερα ζητήματα αφορά την εξηγησιμότητα (*explainability*) των αποφάσεων που λαμβάνονται από αλγοριθμικά συστήματα. Η αδυναμία κατανόησης του τρόπου λήψης αποφάσεων υπονομεύει την εμπιστοσύνη των πολιτών και δυσχεραίνει την άσκηση δικαιώματος επανεξέτασης. Για τον λόγο αυτό, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει προτείνει την υποχρεωτική εξηγησιμότητα για «υψηλού κινδύνου» εφαρμογές AI (European Commission, 2021).

Προστασία προσωπικών δεδομένων: Η συλλογή και επεξεργασία ευαίσθητων δεδομένων, όπως βιομετρικά χαρακτηριστικά ή ιατρικά ιστορικά, εγείρει σοβαρά ζητήματα προστασίας της ιδιωτικότητας. Ο Γενικός Κανονισμός για την Προστασία Δεδομένων (GDPR) καθορίζει αυστηρούς περιορισμούς στην αυτοματοποιημένη λήψη αποφάσεων (άρθρο 22), απαιτεί συγκατάθεση των πολιτών και προβλέπει δικαιώματα πρόσβασης, ενημέρωσης και διαγραφής (Voigt & Von dem Bussche, 2017). Η συμμόρφωση συνεπάγεται την εφαρμογή τεχνικών ανωνυμοποίησης, την τεκμηριωμένη λογοδοσία και την πλήρη διαφάνεια στη χρήση των δεδομένων.

Αλγοριθμική προκατάληψη και διακρίσεις: Οι αλγόριθμοι AI ενδέχεται να αναπαράγουν κοινωνικές προκαταλήψεις, όταν εκπαιδεύονται σε μη ισόρροπα ή προκατειλημμένα σύνολα δεδομένων. Η αντιμετώπιση του φαινομένου απαιτεί προσεκτική επιλογή δεδομένων, συστηματικούς ελέγχους δικαιοσύνης (*fairness*

audits) και ενσωμάτωση κοινωνικών και διαπολιτισμικών παραμέτρων στον σχεδιασμό.

Ασφάλεια και κακόβουλη χρήση: Η ασφάλεια των AI συστημάτων συνιστά ένα ακόμη κρίσιμο ζήτημα. Από τη μία πλευρά, οι αλγόριθμοι μπορεί να είναι ευάλωτοι σε επιθέσεις με *adversarial examples*, που επιφέρουν λανθασμένες εξόδους. Από την άλλη, η AI μπορεί να αξιοποιηθεί κακόβουλα για σκοπούς παρακολούθησης, χειραγώγησης ή αυτοματοποίησης επιβλαβών ενεργειών (Brundage et al., 2018). Η διασφάλιση της αξιοπιστίας απαιτεί ενίσχυση της κυβερνοασφάλειας, εκτενή δοκιμή αντοχής (*robustness testing*) και συμμόρφωση με διεθνή πρότυπα, όπως το ISO/IEC 27001 και το NIST AI Risk Management Framework.

Η επιτυχής και ηθική υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης στα πληροφοριακά συστήματα προϋποθέτει ενσωμάτωση δεοντολογικών αρχών και κανονιστικών μηχανισμών καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους. Οι οργανισμοί καλούνται να υιοθετήσουν ολοκληρωμένα *AI governance frameworks* για λογοδοσία και διαφάνεια, να ενσωματώσουν την ηθική ήδη από το στάδιο του σχεδιασμού και να επανεξετάζουν συστηματικά τις πολιτικές και τους αλγορίθμους τους.

Καταληκτικά, η μετάβαση από τα παραδοσιακά πληροφοριακά συστήματα στα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης δεν αποτελεί απλώς τεχνολογική εξέλιξη αλλά στρατηγικό μετασχηματισμό. Τα IS προσέφεραν τη βάση, ωστόσο η αδυναμία τους να διαχειριστούν μεγάλα δεδομένα και να υποστηρίξουν δυναμικές αποφάσεις κατέστησε την AI αναγκαία συνέχεια. Έτσι, η AI αναδύεται ως το νέο «στρατηγικό κεφάλαιο» των οργανισμών, μετεξελίσσοντας τα IS σε πλαίσια συνεχούς μάθησης, πρόβλεψης και καινοτομίας.

Κλείνοντας το κεφάλαιο αυτό μπορούμε να πούμε ότι η ανάλυση που προηγήθηκε ανέδειξε ότι η μετάβαση από τα παραδοσιακά Πληροφοριακά Συστήματα (IS) σε Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης (AI Systems) δεν συνιστά μια απλή τεχνολογική εξέλιξη, αλλά έναν πολυδιάστατο στρατηγικό μετασχηματισμό. **Η εξέλιξη των IS, ο κύκλος ζωής τους και τα όρια που αυτά εμφάνισαν, σε συνδυασμό με τις δυνατότητες που προσφέρει ο κύκλος ζωής της AI, καθιστούν σαφές ότι οι οργανισμοί οφείλουν να προσαρμοστούν σε νέα δεδομένα. Η υιοθέτηση τεχνολογιών AI ενισχύεται από παράγοντες όπως η διαθεσιμότητα μεγάλων δεδομένων, η πρόοδος της υπολογιστικής ισχύος και η απαίτηση για προσωποποιημένες υπηρεσίες, ενώ ταυτόχρονα συναντά εμπόδια τεχνολογικής, οργανωσιακής και δεοντολογικής φύσης.**

Η συγκριτική ανάλυση κατέδειξε ότι τα AI Systems προσφέρουν σαφή πλεονεκτήματα σε τομείς όπως η πρόβλεψη, η προσαρμοστικότητα και η ανάλυση πολύπλοκων δεδομένων, υπερβαίνοντας τους περιορισμούς των παραδοσιακών IS. Ωστόσο, η επιτυχής ενσωμάτωσή τους προϋποθέτει όχι μόνο τεχνολογική υποδομή αλλά και στρατηγικό σχεδιασμό, ανάπτυξη ανθρώπινου δυναμικού και αυστηρή τήρηση ηθικών και κανονιστικών πλαισίων.

Συνεπώς, η τεχνητή νοημοσύνη αναδύεται ως η νέα στρατηγική επιλογή των οργανισμών, με τη δύναμη να μετασχηματίσει διαδικασίες, να αναβαθμίσει την εμπειρία χρήστη και να ενισχύσει τη λήψη αποφάσεων σε αβέβαια περιβάλλοντα. Το επόμενο κεφάλαιο εστιάζει στη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση,

προκειμένου να εξεταστεί πώς η AI μπορεί να ενσωματωθεί στην εκπαιδευτική διαδικασία και να αναδιαμορφώσει τα πληροφοριακά συστήματα μάθησης.

Κεφάλαιο 5: Η Χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence – AI) αποτελεί μία από τις πλέον καθοριστικές τεχνολογίες της σύγχρονης εποχής, με σημαντικές επιδράσεις σε όλους τους τομείς της κοινωνίας, συμπεριλαμβανομένης της εκπαίδευσης. Η ενσωμάτωση εργαλείων AI σε εκπαιδευτικά συστήματα έχει επιταχυνθεί μετά το 2021, καθώς οι οργανισμοί εκπαίδευσης αναζητούν νέους τρόπους υποστήριξης εκπαιδευομένων, βελτίωσης της διδασκαλίας, και αυτοματοποίησης διαδικασιών (UNESCO, 2021). Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, η AI έχει τη δυνατότητα να προσφέρει εξατομικευμένες μαθησιακές εμπειρίες, να ενισχύσει τη συμμετοχή των εκπαιδευομένων και να επιτρέψει την έγκαιρη παρέμβαση σε περιπτώσεις μαθησιακών δυσκολιών (Zawacki-Richter, 2023).
Η μετάβαση από παραδοσιακά πληροφοριακά συστήματα σε ευφυή συστήματα μάθησης αποτελεί πλέον στρατηγικό στόχο των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων, καθώς η AI προσφέρει υψηλή προσαρμοστικότητα, αυτοματοποίηση και ικανότητα πρόβλεψης, στοιχεία που συμβάλλουν στη βελτίωση της συνολικής εκπαιδευτικής εμπειρίας (Holmes et al., 2021).

5.1 Βασικές τάσεις της AI στην Εκπαίδευση

Η σύγχρονη βιβλιογραφία μετά το 2021 αναδεικνύει τη ραγδαία μεταβολή των εκπαιδευτικών συστημάτων, καθώς η Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) ενσωματώνεται ολοένα και περισσότερο σε ποικίλες πτυχές της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Η χρήση της AI δεν περιορίζεται πλέον σε πιλοτικές εφαρμογές, αλλά αποτελεί στρατηγικό εργαλείο βελτίωσης της διδασκαλίας και της μάθησης στους εκπαιδευτικούς οργανισμούς (Holmes, Bialik, & Fadel, 2021). Με βάση πρόσφατες συστηματικές ανασκοπήσεις (π.χ. Zawacki-Richter, 2023· Chen et al., 2022), τρεις είναι οι κυρίαρχες τάσεις που χαρακτηρίζουν τη διεθνή εξέλιξη του πεδίου.

Τάση 1: Η μετάβαση προς την εξατομικευμένη μάθηση (personalized learning)

Η πρώτη και ίσως σημαντικότερη τάση αφορά τη χρήση συστημάτων εξατομικευμένης μάθησης, τα οποία προσαρμόζουν το μαθησιακό περιεχόμενο στις ανάγκες, τις επιδόσεις και τον ρυθμό κάθε εκπαιδευόμενου. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω αλγορίθμων μηχανικής μάθησης που αναλύουν συνεχώς τα δεδομένα αλληλεπίδρασης του χρήστη (Luckin, 2022). Πλατφόρμες adaptive learning, όπως τα Knewton, Smart Sparrow ή AI-enhanced LMS, αναγνωρίζουν τις γνώσεις και τις αδυναμίες κάθε εκπαιδευόμενου και διαμορφώνουν δυναμικά το εκπαιδευτικό υλικό (Holmes et al., 2021).

Σύμφωνα με πρόσφατα ευρήματα, η εξατομίκευση οδηγεί σε:

- αυξημένα επίπεδα εμπλοκής στη μάθηση,
- βελτιωμένες ακαδημαϊκές επιδόσεις,
- ενίσχυση της αυτορρυθμιζόμενης μάθησης (self-regulated learning) (Fischer & Wulf, 2023).

Η τάση αυτή συνάδει με τους στόχους της UNESCO (2021), η οποία υπογραμμίζει ότι η εξατομικευμένη και ευέλικτη μάθηση αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την προώθηση της ισότητας και της συμμετοχικότητας στην εκπαίδευση.

Τάση 2: Η αυξημένη αξιοποίηση των learning analytics

Η δεύτερη τάση αφορά την εκτεταμένη χρήση τεχνικών learning analytics, οι οποίες επιτρέπουν την ανάλυση δεδομένων εκπαιδευομένων, την παρακολούθηση της προόδου, καθώς και την πρόβλεψη πιθανότητας εγκατάλειψης μαθημάτων ή καθυστέρησης σπουδών (Siemens & Baker, 2021). Μετά την πανδημία COVID-19, πολλοί εκπαιδευτικοί οργανισμοί επένδυσαν σε υποδομές συλλογής δεδομένων, οδηγώντας σε μια νέα εποχή data-driven decision making (OECD, 2022).

Τα Learning Analytics προσφέρουν:

- λεπτομερή αποτύπωση της συμπεριφοράς των εκπαιδευομένων στο LMS,
- δυνατότητα έγκαιρης παρέμβασης από διδάσκοντες,
- ανάπτυξη πολιτικών για τη βελτίωση της ποιότητας των μαθημάτων (Viberg, Khalil, & Baars, 2023).

Ωστόσο, η χρήση τους συνοδεύεται από αυξημένες απαιτήσεις διαφάνειας και συμμόρφωσης με το GDPR, κάτι που τονίζεται ιδιαίτερα στο AI Act της Ευρωπαϊκής Ένωσης (European Commission, 2024).

Τάση 3: Η ενίσχυση αυτοματοποιημένων συστημάτων υποστήριξης (chatbots & digital assistants)

Η τρίτη τάση αφορά την ενσωμάτωση ευφυών συστημάτων υποστήριξης, όπως chatbots, conversational agents και ψηφιακοί βοηθοί, οι οποίοι αξιοποιούν την επεξεργασία φυσικής γλώσσας (NLP) για να αλληλεπιδρούν με τους εκπαιδευόμενους και εκπαιδευτικούς (Winkler & Söllner, 2022). Τα συστήματα αυτά είναι πλέον ικανά να απαντούν σε συχνές ερωτήσεις, να καθοδηγούν τους χρήστες ως προς προθεσμίες μαθημάτων, ακόμη και να παρέχουν υποστήριξη μελέτης.

Μελέτες δείχνουν ότι:

- μειώνουν έως και 30–40% το διοικητικό φορτίο των εκπαιδευτικών (Adamopoulou & Moussiades, 2022),
- προσφέρουν υποστήριξη 24/7,
- διευκολύνουν την ένταξη νέων ακπαιδευομένων μέσω άμεσων απαντήσεων σε βασικές διαδικασίες.

Η αυξημένη χρήση conversational AI συνδέεται και με την πρόοδο των μεγάλων γλωσσικών μοντέλων (LLMs), τα οποία μετά το 2022 έχουν φτάσει επίπεδα κατανόησης φυσικής γλώσσας που επιτρέπουν πιο σύνθετες και αποδοτικές εκπαιδευτικές εφαρμογές (Kasneci et al., 2023).

Οι παραπάνω τρεις τάσεις συνδυαστικά αποκαλύπτουν ότι τα εκπαιδευτικά συστήματα μεταβαίνουν σε μοντέλα αυξημένης ευφυΐας, όπου η ανάλυση δεδομένων, η αυτοματοποίηση και η δυναμική προσαρμογή των μαθησιακών εμπειριών αποτελούν κεντρικά στοιχεία. Η εκπαιδευτική διαδικασία γίνεται σταδιακά περισσότερο **ευέλικτη**, **προσωποποιημένη**, **προσβάσιμη και αποτελεσματική** (Zawacki-Richter, 2023).

Κατά συνέπεια, η AI δεν αποτελεί πλέον συμπληρωματικό εργαλείο αλλά θεμελιώδη συνιστώσα του ψηφιακού μετασχηματισμού της εκπαίδευσης.

5.2 Παραδείγματα Χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Η ενσωμάτωση τεχνητής νοημοσύνης (AI) στην εκπαίδευση έχει επεκταθεί σημαντικά την τελευταία δεκαετία, προσφέροντας νέες δυνατότητες για εξατομίκευση, πρόβλεψη μαθησιακών δυσκολιών και ενίσχυση της εκπαιδευτικής αποτελεσματικότητας. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, τα AI-based συστήματα χρησιμοποιούνται τόσο στη διδασκαλία όσο και στη διαχείριση της μαθησιακής διαδικασίας, αποδεικνύοντας τη δυνατότητά τους να βελτιώνουν την εμπλοκή και την επίδοση των εκπαιδευομένων (Holmes et al., 2022· Zawacki-Richter et al., 2019).

Ένα από τα πιο διαδεδομένα πεδία χρήσης αφορά τα **συστήματα προσαρμοστικής μάθησης (adaptive learning)**, τα οποία προσαρμόζουν δυναμικά το περιεχόμενο στις ανάγκες, το επίπεδο και τον ρυθμό του κάθε εκπαιδευόμενου. Οι Μετα-αναλύσεις δείχνουν ότι η χρήση adaptive learning οδηγεί σε σημαντική βελτίωση της απόδοσης και μείωση του χρόνου μάθησης (Khalil & Ebner, 2020).

Παράλληλα, τα **learning analytics και predictive models** επιτρέπουν τον εντοπισμό φοιτητών σε κίνδυνο εγκατάλειψης, αξιοποιώντας προγνωστικά μοντέλα με ακρίβεια που συχνά υπερβαίνει το 85% (Aldowah et al., 2020). Οι τεχνολογίες αυτές υποστηρίζουν τη στοχευμένη παρέμβαση εκπαιδευτικών και συμβούλων σπουδών, συμβάλλοντας στη μείωση της μαθησιακής αποτυχίας.

Η **επεξεργασία φυσικής γλώσσας (NLP)** αξιοποιείται για την ανάπτυξη chatbots και εικονικών βοηθών, οι οποίοι παρέχουν άμεση υποστήριξη στους εκπαιδευόμενους, απαντούν σε συχνές ερωτήσεις, ενισχύουν την αυτονομία και μειώνουν τον φόρτο εργασίας των εκπαιδευτικών (Fryer et al., 2022). Επίσης, τεχνολογίες **αυτοματοποιημένης αξιολόγησης (auto-grading)** χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στην αξιολόγηση γραπτών και quiz, προσφέροντας ταχύτερη και πιο αντικειμενική ανατροφοδότηση (Lu & Cutumisu, 2023).

Επιπρόσθετα, εργαλεία **ανάλυσης συναισθήματος (sentiment analysis)** συμβάλλουν στη διερεύνηση της συναισθηματικής κατάστασης των εκπαιδευομένων σε διαδικτυακά περιβάλλοντα, με στόχο την έγκαιρη υποστήριξη σε περιπτώσεις άγχους ή μειωμένης εμπλοκής (Amaresan et al., 2023). Τέλος, οι **AI-powered προσομοιώσεις και τα εικονικά περιβάλλοντα μάθησης** αξιοποιούνται ιδιαίτερα σε κλάδους όπως η ιατρική, η μηχανική και οι επιστήμες υγείας, επιτρέποντας ασφαλή, βιωματική εξάσκηση σε ρεαλιστικά σενάρια (De Freitas & Holmes, 2022).

Συνολικά, τα παραδείγματα αυτά αποδεικνύουν ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη δεν αποτελεί μια μεμονωμένη τεχνολογική καινοτομία, αλλά ένα ολοκληρωμένο οικοσύστημα εφαρμογών που ενισχύει τη διδασκαλία, την εξατομίκευση, την αξιολόγηση και την υποστήριξη των εκπαιδευομένων. Τα παραδείγματα που παρουσιάστηκαν αποτελούν το υπόβαθρο για τις εξειδικευμένες τεχνολογικές προσεγγίσεις που αναλύονται στις επόμενες υποενότητες.

Οι εφαρμογές αυτές καταδεικνύουν ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη μπορεί να λειτουργήσει ως καταλύτης για την αναβάθμιση της εκπαιδευτικής διαδικασίας, ενισχύοντας την

ποιότητα της διδασκαλίας, υποστηρίζοντας την εξατομίκευση της μάθησης και προσφέροντας νέες δυνατότητες τόσο στους εκπαιδευτικούς όσο και στους εκπαιδευόμενους. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συνοπτικά οι βασικές τεχνολογίες AI που αξιοποιούνται σήμερα στην εκπαίδευση, μαζί με τα οφέλη αλλά και τις αντίστοιχες προκλήσεις που συνοδεύουν την εφαρμογή τους.

Πίνακας 5.1 : Εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Τεχνολογία AI	Εφαρμογή σε LMS / Εκπαίδευση	Οφέλη	Προκλήσεις
Adaptive Learning	Εξατομίκευση μαθησιακών μονοπατιών βάσει προφίλ, επιδόσεων και αλληλεπίδρασης του φοιτητή	Προσωποποιημένη μάθηση, αυξημένη εμπλοκή, γρηγορότερη πρόοδος	Απαιτεί μεγάλο όγκο αξιόπιστων δεδομένων και συνεχή επικαιροποίηση
Learning Analytics & Predictive Models	Παρακολούθηση προόδου, πρόβλεψη εγκατάλειψης, ανίχνευση μαθησιακών δυσκολιών	Έγκαιρη παρέμβαση, πρόληψη αποτυχίας, ενίσχυση υποστήριξης εκπαιδευομένων	Ζητήματα GDPR, προστασίας δεδομένων και αλγοριθμικής μεροληψίας
NLP / Chatbots	Αυτόματη υποστήριξη, Q&A, διαδραστικοί βοηθοί για πλοήγηση μαθημάτων	Άμεση εξυπηρέτηση 24/7, μείωση φόρτου εκπαιδευτικών	Περιορισμένη κατανόηση σύνθετων ή ασαφών ερωτήσεων
Sentiment Analysis	Ανάλυση σχολίων, φόρουμ και γραπτών εκπαιδευομένων για αναγνώριση συναισθημάτων	Καλύτερη κατανόηση μαθησιακής εμπειρίας, έγκαιρη ανίχνευση δυσκολιών	Κίνδυνος λανθασμένων ερμηνειών, ιδιωτικότητα δεδομένων
Auto-grading	Αυτόματη διόρθωση quiz, εργασιών και ασκήσεων χαμηλής/μεσαίας πολυπλοκότητας	Εξοικονόμηση χρόνου, ταχύτερη ανατροφοδότηση, συνέπεια	Ζητήματα ακρίβειας, ανάγκη επιμέλειας από εκπαιδευτικό

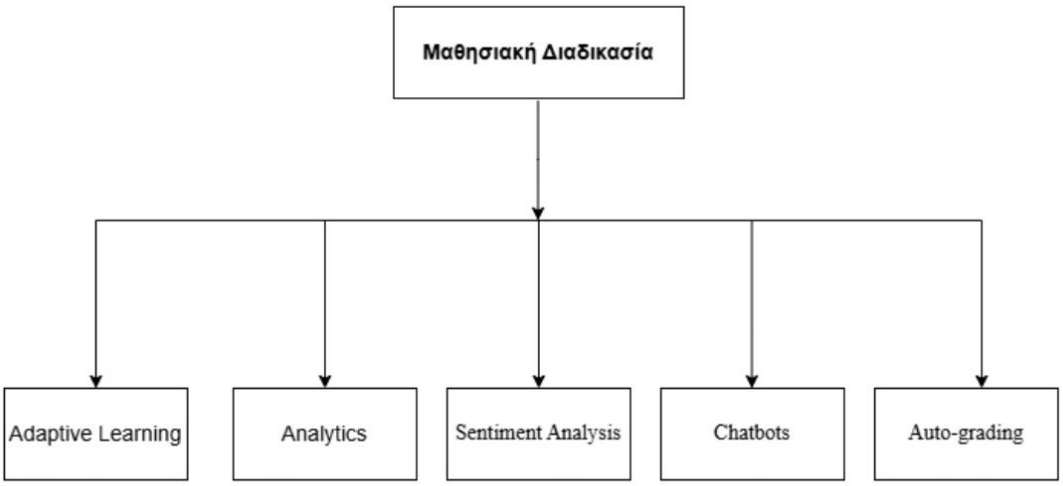
Ο παραπάνω πίνακας συνοψίζει τις κυριότερες εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση, αναδεικνύοντας τόσο τα σημαντικά οφέλη όσο και τις προκλήσεις που συνοδεύουν την υιοθέτησή τους. Η κατανόηση αυτών των παραμέτρων αποτελεί αναγκαία βάση για την περαιτέρω ανάλυση των επιμέρους τεχνολογιών, η οποία ακολουθεί στις επόμενες υποενότητες.

5.3 Τεχνολογίες και Εφαρμογές AI στην Εκπαίδευση

Η ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση στηρίζεται σε ένα σύνολο τεχνολογιών που αξιοποιούν αλγορίθμους μηχανικής μάθησης, επεξεργασίας φυσικής γλώσσας και ανάλυσης δεδομένων. Οι τεχνολογίες αυτές επιτρέπουν την αυτοματοποίηση διαδικασιών, τη βελτίωση της ποιότητας διδασκαλίας και την προσαρμοστικότητα των μαθησιακών εμπειριών. Στη σύγχρονη διεθνή βιβλιογραφία, οι εφαρμογές αυτές ταξινομούνται κυρίως στις έξι κατηγορίες που ακολουθούν (Zawacki-Richter, 2023· Chen et al., 2022).

Οι βασικές τεχνολογίες της Τεχνητής Νοημοσύνης που αξιοποιούνται στην εκπαίδευση δεν λειτουργούν απομονωμένα, αλλά ενσωματώνονται οργανικά στη μαθησιακή διαδικασία, υποστηρίζοντας διαφορετικές πτυχές της. Η κάθε τεχνολογία εξυπηρετεί διακριτούς στόχους, από την εξατομίκευση της μάθησης και την πρόβλεψη κινδύνων εγκατάλειψης μέχρι την ανάλυση συναισθημάτων των εκπαιδευομένων και την αυτοματοποίηση της ανατροφοδότησης. Το ακόλουθο διάγραμμα αποτυπώνει συνοπτικά τον τρόπο με τον οποίο οι πέντε βασικές κατηγορίες εφαρμογών AI συνδέονται με τη μαθησιακή διαδικασία.

Σχήμα 5.1: Σύνδεση βασικών τεχνολογιών AI με τη μαθησιακή διαδικασία



Το διάγραμμα παρουσιάζει τον τρόπο με τον οποίο οι πέντε βασικές τεχνολογίες της Τεχνητής Νοημοσύνης (adaptive learning, learning analytics, sentiment analysis, chatbots και auto-grading) υποστηρίζουν τη μαθησιακή διαδικασία, ενισχύοντας την εξατομίκευση, την παρακολούθηση της προόδου και την παροχή άμεσης ανατροφοδότησης.

❖ Adaptive Learning

Τα συστήματα adaptive learning αξιοποιούν αλγορίθμους μηχανικής μάθησης, learning analytics και μοντέλα πρόβλεψης για να διαμορφώνουν δυναμικά τη μαθησιακή εμπειρία σύμφωνα με τις ανάγκες του εκπαιδευόμενου. Τα συστήματα αυτά λαμβάνουν υπόψη τους:

- προηγούμενες επιδόσεις,
- στυλ μάθησης,
- ρυθμό προόδου,
- λάθη και μοτίβα συμπεριφοράς,
- βαθμό εμπλοκής στην πλατφόρμα.

Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, τα adaptive learning συστήματα οδηγούν σε αύξηση της μαθησιακής επίδοσης έως και 25% σε μαθήματα STEM (Holmes et al., 2021). Επίσης, συμβάλλουν στην ενίσχυση της αυτορρύθμισης της μάθησης και στην

ενδυνάμωση των αδύναμων εκπαιδευομένων μέσα από εξατομικευμένες παρεμβάσεις (Fischer & Wulf, 2023).

Ενδεικτικές πλατφόρμες που χρησιμοποιούνται διεθνώς περιλαμβάνουν τα ALEKS, Smart Sparrow και CenturyTech, τα οποία εφαρμόζουν μοντέλα κυψέλης γνώσης (knowledge tracing) για την αναγνώριση της προόδου των χρηστών (Baker & Hawn, 2022).

- **Learning Analytics**

Τα learning analytics αποτελούν μία από τις πιο διαδεδομένες εφαρμογές της AI στα πανεπιστήμια ύστερα από το 2020, ιδιαίτερα στο πλαίσιο της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Πρόκειται για συστήματα που συλλέγουν, επεξεργάζονται και αναλύουν δεδομένα αλληλεπίδρασης των χρηστών με τα LMS (Siemens & Baker, 2021).

Τα δεδομένα αυτά περιλαμβάνουν: χρόνο συμμετοχής, συχνότητα πρόσβασης σε υλικό, μοτίβα παράδοσης εργασιών, βαθμολογικές επιδόσεις, δραστηριότητα σε φόρουμ και quizzes.

Με βάση αυτά, τα συστήματα learning analytics μπορούν να: προβλέψουν εγκατάλειψη μαθημάτων με ακρίβεια 70–90% (OECD, 2022), ειδοποιήσουν εκπαιδευτικούς για εκπαιδευόμενους που χρειάζονται παρέμβαση, υποστηρίξουν την ανασχεδίαση μαθημάτων μέσω insights, βοηθήσουν τα ιδρύματα στον στρατηγικό σχεδιασμό.

Η αξιοποίηση learning analytics έχει συνδεθεί με αύξηση της επιτυχίας μαθημάτων έως και 15% και μείωση των ποσοστών εγκατάλειψης (Viberg, Khalil, & Baars, 2023).

- **NLP – Chatbots και Εικονικοί Βοηθοί**

Οι εξελίξεις στα Large Language Models (LLMs) μετά το 2022 (όπως GPT-4, PaLM, LLaMA) έχουν βελτιώσει δραστικά την ικανότητα των συστημάτων NLP (Natural Language Processing). Τα chatbots και οι εικονικοί βοηθοί στην εκπαίδευση χρησιμοποιούνται για: απάντηση συχνών ερωτήσεων εκπαιδευομένων, καθοδήγηση σε προθεσμίες, υποστήριξη στην οργάνωση μελέτης, διοικητική επικοινωνία (εγγραφές, δηλώσεις μαθημάτων), επίλυση απλών ακαδημαϊκών αποριών.

Μελέτες δείχνουν ότι τα chatbots μειώνουν τον διοικητικό φόρτο των εκπαιδευτικών κατά 30–40% (Adamopoulou & Moussiades, 2022) και αυξάνουν την ικανοποίηση των εκπαιδευομένων χάρη στη διαθεσιμότητα 24/7 (Winkler & Söllner, 2022).

Προηγμένες πλατφόρμες χρησιμοποιούν επίσης συναισθηματική ανάλυση φωνής ή κειμένου για την υποστήριξη εκπαιδευομένων με άγχος ή δυσκολίες προσαρμογής (Kasneci et al., 2023).

- **Auto-grading και Αυτοματοποιημένη Αξιολόγηση**

Η αυτοματοποιημένη αξιολόγηση αξιοποιεί NLP, deep learning και μοντέλα κριτικής λογικής για να βαθμολογεί: σύντομες απαντήσεις, δοκίμια, quizzes, προγραμματιστικές εργασίες, ανοικτές ερωτήσεις επιχειρηματολογίας.

Τα συστήματα αυτά έχουν βελτιωθεί σημαντικά μετά το 2021 χάρη στη χρήση transformers και νευρωνικών γλωσσικών μοντέλων. Σύμφωνα με τον Shermis (2022), η ακρίβεια auto-grading σε σύντομα κείμενα αγγίζει το 90–95% σε σύγκριση με ανθρώπινους βαθμολογητές.

Επιπλέον πλεονεκτήματα:

- ✓ ταχύτερη παροχή ανατροφοδότησης στους εκπαιδευόμενους,
- ✓ εξοικονόμηση χρόνου για τους εκπαιδευτικούς,
- ✓ δυνατότητα συνεχούς ελέγχου προόδου μέσω formative assessment.

Στις ΗΠΑ, τα πανεπιστήμια υιοθετούν όλο και περισσότερο αυτοματοποιημένα συστήματα αξιολόγησης σε μαθήματα υψηλού φόρτου (Baker & Hawn, 2022).

❖ **Sentiment Analysis και Ανάλυση Συναισθήματος**

Η ανάλυση συναισθήματος αποτελεί ισχυρό εργαλείο για την αξιολόγηση της ψυχολογικής κατάστασης και της ικανοποίησης των εκπαιδευομένων. Τα συστήματα sentiment analysis μπορούν να αναλύουν: σχόλια σε φόρουμ, ανάδραση σε μαθήματα, αξιολογήσεις διδασκόντων, μηνύματα σε chatbots, αναφορές σε κοινωνικά δίκτυα.

Σύμφωνα με συστηματική ανασκόπηση του 2023, η ανάλυση συναισθήματος μπορεί να προβλέψει με ακρίβεια πτώση κινήτρου ή εμπλοκής εκπαιδευομένων (Zawacki-Richter, 2023). Επιπλέον, βοηθάει τους εκπαιδευτικούς οργανισμούς να εντοπίσουν προβλήματα σε μαθήματα, θέματα ευημερίας των εκπαιδευομένων και τομείς βελτίωσης της παρεχόμενης διδασκαλίας.

Τα συστήματα αυτά έχουν ιδιαίτερη σημασία σε περιβάλλοντα αυξημένης πίεσης, όπου οι εκπαιδευομενοι εμφανίζουν υψηλά επίπεδα άγχους και burnout.

❖ **Προσομοιώσεις και Εικονικά Περιβάλλοντα Μάθησης (AI-powered Simulations)**

Τα συστήματα προσομοίωσης που υποστηρίζονται από AI (AI-driven simulations) αποτελούν εξέλιξη των παραδοσιακών virtual labs. Χρησιμοποιούνται σε: ιατρική εκπαίδευση (χειρουργικές προσομοιώσεις), μηχανική (virtual machinery operations), φυσικές επιστήμες, επαγγελματική εκπαίδευση και κατάρτιση.

Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούν computer vision, reinforcement learning και adaptive feedback ώστε να: αναλύουν τις ενέργειες του εκπαιδευομένου, προσαρμόζουν τη δυσκολία της προσομοίωσης, παρέχουν άμεση ανατροφοδότηση, καταγράφουν επιδόσεις σε πραγματικό χρόνο.

Η χρήση τους έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματική στην απόκτηση κινητικών και πρακτικών δεξιοτήτων (Holmes et al., 2021), ενώ ταυτόχρονα μειώνει το κόστος λειτουργίας φυσικών εργαστηρίων (Kasneci et al., 2023).

5.4 Οφέλη & Πλεονεκτήματα της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Η ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) στην εκπαιδευτική διαδικασία έχει αναδειχθεί σε έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες βελτίωσης της ποιότητας διδασκαλίας και μάθησης. Μετά το 2021, η σχετική βιβλιογραφία καταγράφει μια σειρά από ουσιαστικά οφέλη που μετασχηματίζουν τον τρόπο λειτουργίας των εκπαιδευτικών συστημάτων και ενισχύουν την αποτελεσματικότητα τόσο για τους εκπαιδευόμενους όσο και για τους εκπαιδευτικούς (Zawacki-Richter, 2023). Τα κυριότερα οφέλη συνοψίζονται παρακάτω.

❖ Εξατομίκευση της Μάθησης (Personalized Learning)

Η δυνατότητα εξατομίκευσης του μαθησιακού περιεχομένου αποτελεί ένα από τα πλέον θεμελιώδη πλεονεκτήματα της AI. Τα ευφυή συστήματα χρησιμοποιούν δεδομένα προόδου, μοτίβα συμπεριφοράς και προτιμήσεις του εκπαιδευόμενου για να διαμορφώσουν ένα δυναμικά προσαρμοζόμενο μαθησιακό μονοπάτι (Luckin, 2022).

Μελέτες δείχνουν ότι η εξατομικευμένη μάθηση οδηγεί σε: βελτιωμένη κατανόηση πολύπλοκων εννοιών, αύξηση της εμπλοκής στη μαθησιακή διαδικασία (Fischer & Wulf, 2023), μείωση μαθησιακών κενών χάρη σε έγκαιρες παρεμβάσεις, ενίσχυση της αυτορρυθμιζόμενης μάθησης (self-regulated learning).

Τα προσαρμοστικά συστήματα μάθησης (adaptive learning) δίνουν τη δυνατότητα στους εκαιδευόμενους να προχωρούν με ρυθμό που ανταποκρίνεται στις ατομικές τους ανάγκες, μειώνοντας τον κίνδυνο γνωστικής υπερφόρτωσης και άγχους. Παράλληλα, υποστηρίζουν τους εκπαιδευόμενους με υψηλές επιδόσεις, παρέχοντάς τους πρόσβαση σε πιο απαιτητικό και εμπλουτισμένο μαθησιακό υλικό, ενισχύοντας έτσι τη συνεχή τους εξέλιξη.

❖ Έγκαιρη Πρόβλεψη και Ανίχνευση Μαθησιακών Δυσκολιών

Τα συστήματα learning analytics και οι αλγόριθμοι πρόβλεψης επιτρέπουν την έγκαιρη αναγνώριση εκπαιδευομένων που παρουσιάζουν πτώση επίδοσης, μειωμένη συμμετοχή ή αυξημένη πιθανότητα εγκατάλειψης μαθημάτων (OECD, 2022).

Πρόσφατες έρευνες καταγράφουν ότι τα predictive models μπορούν να προβλέψουν εγκατάλειψη μαθήματος με ακρίβεια 70–90% (Viberg, Khalil & Baars, 2023).

Η δυνατότητα αυτή προσφέρει σημαντικά οφέλη: προληπτικές παρεμβάσεις από εκπαιδευτικούς, στοχευμένη υποστήριξη σε μαθησιακές δυσκολίες, σχεδιασμό εξατομικευμένων στρατηγικών μελέτης, μείωση των ποσοστών αποτυχίας μαθημάτων.

Στην πράξη, οι εκπαιδευτικοί οργανισμοί μπορούν να λαμβάνουν αποφάσεις βασισμένες σε δεδομένα (data-driven decision making), ενισχύοντας την ποιότητα σπουδών.

❖ Μείωση Φόρτου Εργασίας Εκπαιδευτικών & Αύξηση Αποδοτικότητας

Η αυτοματοποίηση καθημερινών και χρονοβόρων διεργασιών αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα της AI. Σύμφωνα με πολλές σύγχρονες μελέτες, η χρήση chatbots, auto-grading και αυτοματοποιημένων συστημάτων ανατροφοδότησης μειώνει σημαντικά

τον διοικητικό και διδακτικό φόρτο των εκπαιδευτικών (Adamopoulou & Moussiades, 2022).

Ενδεικτικά οφέλη: αυτοματοποίηση βαθμολόγησης δοκιμίων και quizzes, δημιουργία εξατομικευμένης ανατροφοδότησης, αυτόματη συγγραφή και οργάνωση υλικού, διαχείριση συχνών ερωτήσεων εκπαιδευομένων μέσω chatbots, βελτίωση της διαχείρισης τάξης σε υβριδικά περιβάλλοντα.

Η μείωση του φόρτου επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να επικεντρωθούν περισσότερο σε δημιουργικές, παιδαγωγικές δραστηριότητες όπως η ανάπτυξη κριτικής σκέψης, η καθοδήγηση και η υποστήριξη εκπαιδευομένων.

- **Προώθηση Ισότιμης Πρόσβασης και Συμπερίληψης (Inclusion & Accessibility)**

Η AI συμβάλλει ουσιαστικά στην ενίσχυση της προσβασιμότητας και της ισότητας για εκπαιδευόμενους με αναπηρίες ή μαθησιακές δυσκολίες. Σύμφωνα με την UNESCO (2021), οι τεχνολογίες AI μπορούν να λειτουργήσουν ως "ενισχυτές ισότητας", προσφέροντας υποστήριξη σε ομάδες που διαφορετικά θα αντιμετώπιζαν εμπόδια στη μάθηση.

Τυπικές εφαρμογές:

- **text-to-speech & speech-to-text** για εκπαιδευόμενους με δυσλεξία,
- **αυτόματη δημιουργία υποτίτλων (auto-captioning)**,
- **μετάφραση περιεχομένου σε πραγματικό χρόνο** μέσω NLP,
- **ευφυή συστήματα για φοιτητές με δυσκολίες όρασης** (image description),
- **προσωποποιημένη υποστήριξη** μέσω AI tutors.

Τα εργαλεία αυτά προάγουν τη συμμετοχικότητα, μειώνουν μαθησιακές ανισότητες και ενισχύουν την πρόσβαση στην εκπαίδευση των εκπαιδευομένων που ανήκουν σε ευάλωτες ομάδες (European Commission, 2024).

- **Βελτίωση της Μαθησιακής Εμπειρίας και Εμπλοκής Εκπαιδευομένων**

Η AI ενισχύει σημαντικά τη μαθησιακή εμπειρία προσφέροντας διαδραστικά και ελκυστικά περιβάλλοντα μάθησης. Συστήματα όπως τα intelligent tutoring systems (ITS) και τα AI-driven simulations αυξάνουν τη συμμετοχή των εκπαιδευομένων και ενισχύουν την ενεργή μάθηση (Kasneci et al., 2023).

Τα οφέλη περιλαμβάνουν: άμεση και εξατομικευμένη ανατροφοδότηση, αυξημένο κίνητρο λόγω αλληλεπιδραστικού χαρακτήρα, ενίσχυση της κατανόησης μέσω προσομοιώσεων, βελτίωση των δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων.

Έρευνες δείχνουν ότι οι εκπαιδευόμενοι που χρησιμοποιούν AI-enhanced platforms παρουσιάζουν υψηλότερα επίπεδα ικανοποίησης και συμμετοχής (Zawacki-Richter, 2023).

- **Υποστήριξη της Λήψης Αποφάσεων σε Εκπαιδευτικό Επίπεδο**

Τα συστήματα AI προσφέρουν πολύτιμα insights σε διαχειριστές εκπαιδευτικών οργανισμών και πολιτικούς σχεδιαστές. Με βάση τα δεδομένα:

- μπορούν να αναπροσαρμόσουν προγράμματα σπουδών,
- να βελτιστοποιήσουν πόρους,
- να εντοπίσουν αδύναμα σημεία μαθημάτων,
- να αναπτύξουν πολιτικές ποιότητας.

Η αξιοποίηση ευφυών αναφορών αναβαθμίζει τον στρατηγικό σχεδιασμό και υποστηρίζει την αποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων (OECD, 2022; European Commission, 2024).

Συνολικά μπορούμε να πούμε ότι, η AI λειτουργεί ως καταλύτης μετασχηματισμού του εκπαιδευτικού οικοσυστήματος. Προάγει: την **ποιότητα**, **αποδοτικότητα**, **ισότητα**, **εξατομίκευση και την καινοτομία**.

Η συμβολή της στην εκπαίδευση αναμένεται να αυξηθεί ακόμη περισσότερο τα επόμενα χρόνια, χάρη στη ραγδαία ανάπτυξη των γλωσσικών μοντέλων και των συστημάτων προσαρμοστικής μάθησης.

5.5 Προκλήσεις και Κίνδυνοι της Εφαρμογής AI στην Εκπαίδευση

Παρότι η Τεχνητή Νοημοσύνη προσφέρει σημαντικά οφέλη στην εκπαιδευτική διαδικασία, η υιοθέτησή της συνοδεύεται από κρίσιμες προκλήσεις και πιθανούς κινδύνους. Η διεθνής βιβλιογραφία αναδεικνύει ζητήματα που σχετίζονται με την ιδιωτικότητα, τη μεροληψία των αλγορίθμων, την έλλειψη διαφάνειας, τη θεσμική ωριμότητα και τις ηθικές προεκτάσεις της χρήσης AI (UNESCO, 2021; European Commission, 2024). Οι βασικές προκλήσεις παρουσιάζονται στις ενότητες που ακολουθούν.

❖ GDPR και Προστασία Προσωπικών Δεδομένων

Η AI στηρίζεται στη συλλογή, αποθήκευση και επεξεργασία μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων, συχνά ευαίσθητων, όπως: ακαδημαϊκές επιδόσεις, δεδομένα συμμετοχής, αρχεία επικοινωνίας με LMS, δεδομένα συμπεριφοράς και προτιμήσεων, ενίοτε στοιχεία συναισθηματικής κατάστασης μέσω sentiment analysis.

Η χρήση τέτοιων δεδομένων απαιτεί αυστηρή συμμόρφωση με το **GDPR**, το οποίο ορίζει αρχές όπως:

- **ελαχιστοποίηση δεδομένων**,
- **διαφάνεια ως προς τον σκοπό επεξεργασίας**,
- **ασφάλεια και προστασία**,
- **ρητή συγκατάθεση**,
- **δικαίωμα διαγραφής και φορητότητας**.

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (European Commission, 2024), οι εκπαιδευτικοί οργανισμοί οφείλουν να εφαρμόζουν πρακτικές privacy-by-design και

να διασφαλίζουν ότι τα συστήματα AI δεν παραβιάζουν τα δικαιώματα των εκπαιδευομένων.

Επιπλέον, μεταφέρονται νέες απαιτήσεις από τον **AI Act**, ο οποίος ταξινομεί τα εκπαιδευτικά συστήματα AI ως «υψηλού κινδύνου» και επιβάλλει αυστηρούς κανόνες διαφάνειας και ιχνηλασιμότητας.

❖ **Αλγοριθμική Μεροληψία (Algorithmic Bias)**

Οι αλγόριθμοι AI ενδέχεται να εισάγουν ή να ενισχύσουν μεροληψίες, ειδικά όταν τα δεδομένα εκπαίδευσης δεν είναι αντιπροσωπευτικά. Σε εκπαιδευτικό περιβάλλον, η αλγοριθμική μεροληψία μπορεί να οδηγήσει σε: άδικες προβλέψεις επίδοσης, λανθασμένη κατηγοριοποίηση ρίσκου εγκατάλειψης, άνιση πρόσβαση σε πόρους, ενίσχυση στερεοτύπων σε ευάλωτες ομάδες.

Για παράδειγμα, εκπαιδευτικοί αλγόριθμοι πρόβλεψης επιτυχίας μπορεί να υποτιμήσουν τις δυνατότητες εκπαιδευομένων μειονεκτικών κοινωνικά ομάδων, εάν τα δεδομένα εκπαίδευσης αντανακλούν κοινωνικές ανισότητες (OECD, 2022).

Η UNESCO (2021) τονίζει ότι η αλγοριθμική μεροληψία αποτελεί σοβαρή απειλή για την ισότητα και την κοινωνική δικαιοσύνη στην εκπαίδευση.

❖ **Έλλειψη Διαφάνειας και Επεξηγησιμότητας (Black-box Models)**

Τα σύγχρονα μοντέλα deep learning, ιδίως τα μεγάλα γλωσσικά μοντέλα (LLMs) και τα νευρωνικά δίκτυα, συχνά λειτουργούν ως "Black-box" συστήματα. Αυτό σημαίνει ότι: οι διαδικασίες λήψης αποφάσεων δεν είναι εύκολα κατανοητές, η εξήγηση των προβλέψεων δεν είναι πάντα διαθέσιμη, οι εκπαιδευτικοί δυσκολεύονται να αξιολογήσουν την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων, επηρεάζεται η εμπιστοσύνη των χρηστών στα συστήματα.

Σύμφωνα με τους Holmes, Bialik και Fadel (2021), η έλλειψη επεξηγησιμότητας αποτελεί σημαντικό εμπόδιο για την ευρεία αποδοχή των συστημάτων AI από την ακαδημαϊκή κοινότητα.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, μέσω του AI Act (2024), απαιτεί αυξημένη διαφάνεια για συστήματα που χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση, συμπεριλαμβανομένης της υποχρέωσης τεκμηρίωσης των δεδομένων και της διαδικασίας λήψης αποφάσεων.

❖ **Τεχνολογικοί και Οργανωσιακοί Περιορισμοί**

Η επιτυχής υιοθέτηση συστημάτων AI απαιτεί κατάλληλες υποδομές, τεχνογνωσία και οργανωσιακές αλλαγές. Οι κύριοι περιορισμοί περιλαμβάνουν:

Υποδομές και τεχνικές προϋποθέσεις:

- σύγχρονοι διακομιστές και γρήγορα δίκτυα,
- συστήματα ασφαλείας και προστασίας δεδομένων,
- LMS ικανά να ενσωματώνουν εργαλεία AI.

Εκπαίδευση και δεξιότητες προσωπικού:

Οι εκπαιδευτικοί και οι διοικητικοί υπάλληλοι συχνά δεν διαθέτουν επαρκείς δεξιότητες για την αξιοποίηση και διαχείριση των συστημάτων AI.
Η Luckin (2022) επισημαίνει ότι η «ψηφιακή παιδαγωγική επάρκεια» αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την επιτυχημένη ενσωμάτωση της AI.

Οικονομικοί περιορισμοί:

- υψηλό κόστος ανάπτυξης,
- συνεχής συντήρηση,
- ανάγκη για αναβάθμιση εξοπλισμού και λογισμικού.

Αντίσταση στην αλλαγή:

Ορισμένα ιδρύματα εμφανίζουν πολιτισμική αντίσταση, καθώς η AI μεταβάλλει ριζικά παραδοσιακές διδακτικές πρακτικές.

❖ **Ηθικές και Κοινωνικές Προκλήσεις**

Πέρα από τα τεχνικά και οργανωσιακά ζητήματα, η AI εγείρει ηθικές ανησυχίες:

Υπερεξάρτηση από την τεχνολογία: Οι εκπαιδευόμενοι μπορεί να βασίζονται υπερβολικά σε εργαλεία AI, επηρεάζοντας την ανάπτυξη κριτικής σκέψης (Kasneci et al., 2023).

Ζήτημα αυθεντικότητας εργασιών: Η χρήση εργαλείων παραγωγής κειμένου θέτει ερωτήματα για την αυθεντικότητα και ακαδημαϊκή ακεραιότητα.

Ψυχολογικές επιπτώσεις: Εντατική χρήση συστημάτων παρακολούθησης (learning analytics) μπορεί να δημιουργήσει πίεση ή άγχος στους εκπαιδευόμενους.

Σύμφωνα με την UNESCO (2021), η ηθική χρήση της AI στην εκπαίδευση πρέπει να βασίζεται σε αρχές ανθρωποκεντρικότητας, διαφάνειας και ισότητας.

❖ **Κίνδυνοι Ασφάλειας και Κυβερνοεπιθέσεων**

Η χρήση AI σε ψηφιακά περιβάλλοντα αυξάνει την πιθανότητα: επιθέσεων hacking σε LMS, διαρροής δεδομένων, κατάχρησης μοντέλων AI, εισαγωγής παραποιημένων εκπαιδευτικών δεδομένων.

Η European Union Agency for Cybersecurity (ENISA, 2023) αναφέρει ότι τα εκπαιδευτικά ιδρύματα αποτελούν πλέον στόχο κυβερνοεγκλήματος λόγω της εκτεταμένης συλλογής δεδομένων.

Οπότε μπορούμε να πούμε ότι οι προκλήσεις αυτές υπογραμμίζουν την ανάγκη για: υπεύθυνη χρήση AI, ενίσχυση διαφάνειας και επεξηγησιμότητας, συνεχή επιμόρφωση εκπαιδευτικών, θεσμική και τεχνολογική προετοιμασία των οργανισμών.

Παρά τα εμπόδια, η σωστά σχεδιασμένη και ελεγχόμενη χρήση της AI μπορεί να προσφέρει σημαντικές βελτιώσεις στην εκπαιδευτική εμπειρία, εφόσον συνοδεύεται από κατάλληλο ηθικό και ρυθμιστικό πλαίσιο.

5.6 Ηθικό & Θεσμικό Πλαίσιο της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Η ταχεία ενσωμάτωση συστημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση έχει καταστήσει αναγκαία την ανάπτυξη διεθνών ηθικών και θεσμικών πλαισίων που διασφαλίζουν την υπεύθυνη χρήση της. Μετά το 2021, σημαντικοί διεθνείς οργανισμοί, όπως η UNESCO, ο ΟΟΣΑ και η Ευρωπαϊκή Ένωση, έχουν θεσπίσει κατευθυντήριες γραμμές, αρχές και νομικά πλαίσια με στόχο την προστασία των δικαιωμάτων των εκπαιδευομένων, την αποφυγή αλγοριθμικών διακρίσεων και τη διασφάλιση της διαφάνειας (UNESCO, 2021· OECD, 2022· European Commission, 2024).

❖ Η Σύσταση της UNESCO για την Ηθική της AI (2021)

Το 2021, η UNESCO υιοθέτησε το πρώτο παγκόσμιο κείμενο με δεσμευτικές αρχές για την ηθική χρήση της AI: **“Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence”**.

Η Σύσταση περιλαμβάνει τέσσερις βασικές αξίες:

1. **Σεβασμός των ανθρωπίνων δικαιωμάτων:** Η εκπαίδευση πρέπει να αξιοποιεί συστήματα AI που προστατεύουν την αξιοπρέπεια των εκπαιδευομένων.
2. **Προώθηση της ισότητας και της συμπερίληψης:** Η AI πρέπει να συμβάλλει στη μείωση ανισοτήτων και όχι στην αναπαραγωγή κοινωνικών αποκλεισμών.
3. **Διαφάνεια και επεξηγησιμότητα:** Οι αλγόριθμοι οφείλουν να λειτουργούν με τρόπο που μπορεί να γίνει κατανοητός από εκπαιδευτικούς και εκπαιδευομένους.
4. **Υπευθυνότητα και λογοδοσία:** Η ανθρώπινη επίβλεψη είναι απαραίτητη σε κρίσιμες αποφάσεις που επηρεάζουν την ακαδημαϊκή πορεία των μαθητών.

Η UNESCO (2021) επισημαίνει ότι η εκπαίδευση είναι ένας «ευαίσθητος τομέας υψηλού ρίσκου», όπου η AI πρέπει να εφαρμόζεται με προσοχή και με επίκεντρο τον άνθρωπο.

❖ Το AI Act της Ευρωπαϊκής Ένωσης (2024)

Το **AI Act (Κανονισμός για την Τεχνητή Νοημοσύνη)**, που εγκρίθηκε το 2024, αποτελεί το πρώτο ολοκληρωμένο νομικό πλαίσιο παγκοσμίως για τη ρύθμιση της AI. Στο πλαίσιο του κανονισμού: **Τα εκπαιδευτικά συστήματα AI χαρακτηρίζονται ως “υψηλού κινδύνου”:**

Αυτό σημαίνει ότι υπόκεινται σε αυξημένες απαιτήσεις όπως: τεκμηρίωση των δεδομένων εκπαίδευσης των μοντέλων, διαφανείς διαδικασίες λήψης αποφάσεων, έλεγχος για αλγοριθμική μεροληψία, υψηλές προδιαγραφές ασφάλειας δεδομένων και ανθρώπινη εποπτεία σε κρίσιμες λειτουργίες (π.χ. συστήματα πρόβλεψης εγκατάλειψης σπουδών).

Υποχρέωση ενημέρωσης των χρηστών όπου οι εκπαιδευόμενοι πρέπει να γνωρίζουν πότε αλληλεπιδρούν με σύστημα AI.

Απαγορεύσεις:

Ο κανονισμός απαγορεύει πρακτικές όπως η βιομετρική ταξινόμηση και η χειραγώγηση εκπαιδευομένων με ψυχομετρικά συστήματα υψηλού κινδύνου.

Ο στόχος του AI Act είναι η διασφάλιση ότι η AI χρησιμοποιείται με τρόπο αξιόπιστο, ασφαλή και συμβατό με τις αξίες της Ευρώπης: δικαιοσύνη, δημοκρατία και προστασία της ιδιωτικότητας (European Commission, 2024).

- **Το Πλαίσιο του ΟΟΣΑ για την Ταξινόμηση Συστημάτων AI (OECD, 2022)**

Το **OECD Framework for the Classification of AI Systems** (2022) παρέχει ένα μοντέλο κατηγοριοποίησης συστημάτων AI με βάση: τη λειτουργικότητα, το επίπεδο αυτονομίας, τον αντίκτυπο στους χρήστες, τις απαιτήσεις διαφάνειας και ασφάλειας.

Βασικές αρχές του ΟΟΣΑ για την AI στην Εκπαίδευση

1. **Ανθρωποκεντρική προσέγγιση:** Τα συστήματα AI πρέπει να υπηρετούν τις ανάγκες εκπαιδευομένων και εκπαιδευτικών.
2. **Ισότητα και μη διάκριση:** Η εκπαίδευση οφείλει να εντοπίζει και να περιορίζει αλγοριθμικές μεροληψίες.
3. **Ασφάλεια και αξιοπιστία:** Οι αλγόριθμοι πρέπει να αποδίδουν με συνέπεια και να μην δημιουργούν κινδύνους.
4. **Διαφάνεια και επεξηγησιμότητα:** Οι χρήστες πρέπει να μπορούν να κατανοούν πώς λειτουργεί ένα σύστημα AI που επηρεάζει την εκπαιδευτική τους πορεία.
5. **Λογοδοσία:** Τα εκπαιδευτικά ιδρύματα φέρουν την ευθύνη για τη χρήση των τεχνολογιών AI.

Το πλαίσιο λειτουργεί ως διεθνές σημείο αναφοράς για κυβερνήσεις και εκπαιδευτικούς οργανισμούς, παρέχοντας κατευθύνσεις για τον σχεδιασμό πολιτικών και συστημάτων αξιολόγησης AI.

- **Συμπληρωματικά Ηθικά Ζητήματα στην Εκπαίδευση**

Πέρα από τα θεσμικά πλαίσια, η χρήση της AI στην εκπαίδευση εγείρει και κρίσιμες ηθικές ανησυχίες:

Προστασία της αυτονομίας των εκπαιδευομένων: Η AI δεν πρέπει να επιβάλλει «προκαθορισμένες» εκπαιδευτικές διαδρομές που περιορίζουν την ελευθερία επιλογών (Kasneci et al., 2023).

Ακαδημαϊκή ακεραιότητα: Η εύκολη πρόσβαση σε δημιουργικά μοντέλα γλώσσας επιτείνει προκλήσεις όπως λογοκλοπή και μη αυθεντική δημιουργία εργασιών.

Ψυχική ευημερία: Εργαλεία παρακολούθησης (όπως τηλε-εξετάσεις με AI) έχουν δεχθεί κριτική για την αύξηση άγχους και την παραβίαση προσωπικών ορίων των εκπαιδευομένων.

Ψηφιακές ανισότητες: Η πρόσβαση σε τεχνολογίες AI δεν είναι ισότιμη σε όλες τις χώρες ή κοινωνικές ομάδες, ενισχύοντας πιθανά το «ψηφιακό χάσμα» (UNESCO, 2021).

Οι διεθνείς οργανισμοί συγκλίνουν στο ότι η AI πρέπει να αναπτύσσεται και να εφαρμόζεται με τρόπο: **υπεύθυνο**, **διαφανή**, **ηθικά τεκμηριωμένο**, **ανθρωποκεντρικό**.

Το ηθικό και θεσμικό πλαίσιο συμβάλλει στον καθορισμό των ορίων και των κατευθύνσεων της εκπαιδευτικής διαδικασίας, διασφαλίζοντας ότι ο βασικός της προσανατολισμός παραμένει η ενίσχυση της ανθρώπινης μάθησης και όχι η αντικατάστασή της.

5.7 Επιπτώσεις στον Ρόλο του Εκπαιδευτικού

Η ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση δεν αντικαθιστά τον εκπαιδευτικό, αλλά μετασχηματίζει ουσιαστικά τον ρόλο του. Η διεθνής βιβλιογραφία επισημαίνει ότι η AI λειτουργεί ως «ενισχυτής παιδαγωγικής αποτελεσματικότητας», επιτρέποντας στους εκπαιδευτικούς να εστιάσουν περισσότερο στη διδασκαλία, στη διαμόρφωση μαθησιακών εμπειριών και στη συμβουλευτική υποστήριξη των εκπαιδευομένων (Holmes, Bialik & Fadel, 2021· Luckin, 2022).

❖ **Από μεταδότη γνώσης σε σχεδιαστή μάθησης (learning designer)**

Ο παραδοσιακός ρόλος του εκπαιδευτικού ως βασική πηγή γνώσης έχει μετατοπιστεί. Στην εποχή της AI, οι εκπαιδευτικοί αναλαμβάνουν τον ρόλο του *σχεδιαστή μαθησιακών εμπειριών*, εστιάζοντας σε:

- τη διαμόρφωση διαδραστικών μαθησιακών σεναρίων,
- την επιλογή και προσαρμογή ψηφιακών εργαλείων,
- την ενσωμάτωση ευφυών συστημάτων στη διδασκαλία,
- τη δημιουργία μαθησιακών δραστηριοτήτων υψηλής παιδαγωγικής αξίας.

Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, ο σχεδιασμός μάθησης (learning design) αποκτά ακόμη μεγαλύτερη σημασία σε περιβάλλοντα που αξιοποιούν AI, καθώς το περιεχόμενο μπορεί να προσαρμοστεί δυναμικά στις ανάγκες κάθε εκπαιδευόμενου (Fischer & Wulf, 2023).

❖ **Ενίσχυση του παιδαγωγικού ρόλου και της καθοδήγησης**

Με τη χρήση AI, αυτοματοποιούνται πολλές χρονοβόρες διαδικασίες (όπως βαθμολόγηση, απαντήσεις σε συχνές ερωτήσεις, διοικητικές διαδικασίες). Έτσι, ο εκπαιδευτικός: αφιερώνει περισσότερο χρόνο στη διδασκαλία, προσφέρει ποιοτικότερη ανατροφοδότηση, αναπτύσσει στενότερη σχέση καθοδήγησης με τους

εκπαιδευόμενους, εστιάζει στη δημιουργία κινήτρων και στην υποστήριξη της αυτορρύθμισης μάθησης.

Η παρουσία του εκπαιδευτικού παραμένει αναντικατάστατη, καθώς στοιχεία όπως η ενσυναίσθηση, η ηθική κρίση και η προσωπική καθοδήγηση δεν μπορούν να αντικατασταθούν από αλγορίθμους (Kasneci et al., 2023).

❖ **Νέες απαιτήσεις ψηφιακών και παιδαγωγικών δεξιοτήτων**

Η υιοθέτηση AI εισάγει την ανάγκη για επαγγελματική αναβάθμιση (upskilling) και συνεχή επιμόρφωση των εκπαιδευτικών. Οι σύγχρονες απαιτήσεις περιλαμβάνουν: κατανόηση βασικών αρχών AI και δεδομένων, ικανότητα αξιολόγησης ευφυών εργαλείων, δεξιότητες ψηφιακής παιδαγωγικής, δυνατότητα ενσωμάτωσης ευφυών συστημάτων σε μαθήματα blended learning, επίγνωση ηθικών ζητημάτων και αλγοριθμικής μεροληψίας.

Η Luckin (2022) υπογραμμίζει ότι η εκπαίδευση των εκπαιδευτικών πρέπει να περιλαμβάνει ενότητες σχετικές με AI literacy, ώστε οι διδάσκοντες να μπορούν να αξιοποιούν αποτελεσματικά και με ασφάλεια τα νέα εργαλεία.

❖ **Ο εκπαιδευτικός ως διαμεσολαβητής μεταξύ AI και εκπαιδευόμενου**

Ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει να βοηθήσει τον εκπαιδευόμενο: να χρησιμοποιεί κριτικά τα εργαλεία AI, να αποφεύγει παραπληροφόρηση (misinformation), να αναπτύσσει ψηφιακή και ακαδημαϊκή δεοντολογία, να αξιοποιεί υπεύθυνα την AI χωρίς υπερεξάρτηση.

Έρευνες δείχνουν ότι οι εκπαιδευόμενοι χρειάζονται καθοδήγηση για να κατανοήσουν πότε και πώς είναι σωστό να χρησιμοποιούν συστήματα AI, ειδικά σε εργασίες, έρευνα και μελέτη (Zawacki-Richter, 2023).

Ο εκπαιδευτικός, επομένως, λειτουργεί ως «φύλακας ποιότητας» (quality gatekeeper), εξασφαλίζοντας τη σωστή παιδαγωγική χρήση των συστημάτων.

❖ **Αλλαγή του ρόλου στην αξιολόγηση και στην ανατροφοδότηση**

Με την εμφάνιση εργαλείων auto-grading και συστημάτων ανάλυσης κειμένου: ο διδάσκων μετατοπίζεται από βαθμολογητή σε *αναλυτή μαθησιακών δεδομένων*, χρησιμοποιεί τα insights που προσφέρει η AI για στοχευμένη υποστήριξη, σχεδιάζει πιο αποτελεσματικές παρεμβάσεις.

Παράλληλα, διατηρεί τον τελικό λόγο στην αξιολόγηση, εξασφαλίζοντας ότι οι αποφάσεις είναι δίκαιες και παιδαγωγικά ορθές (Shermis, 2022).

❖ **Νέες προκλήσεις για τον ρόλο του εκπαιδευτικού**

Η χρήση AI δημιουργεί και νέες προκλήσεις όπως: ανάγκη συνεχούς ενημέρωσης σε τεχνολογικές εξελίξεις, φόβος υποκατάστασης του ρόλου, ηθικά διλήμματα σε σχέση με τη χρήση εργαλείων δημιουργίας περιεχομένου, διαχείριση προβλημάτων αλγοριθμικής μεροληψίας, ευθύνη για σωστή χρήση των δεδομένων learning analytics.

Παρά ταύτα, οι ειδικοί συμφωνούν ότι ο ρόλος του εκπαιδευτικού όχι μόνο δεν μειώνεται, αλλά ενισχύεται ως καθοριστικός παράγοντας ποιότητας (Holmes et al., 2021).

Ο σύγχρονος εκπαιδευτικός λειτουργεί ως: ***παιδαγωγικός καθοδηγητής, σχεδιαστής μαθησιακών εμπειριών, κριτικός αξιολογητής τεχνολογιών, διαμεσολαβητής μεταξύ εκπαιδευόμενου και AI, εγγυητής της ηθικής χρήσης των εργαλείων***.

Η AI δεν αντικαθιστά τους εκπαιδευτικούς, **αναδιαμορφώνει** τον ρόλο τους, καθιστώντας τον πιο δημιουργικό, στρατηγικό και ανθρώπινο.

5.8 Επιπτώσεις στους Εκπαιδευόμενους

Η χρήση συστημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση έχει σημαντικές επιπτώσεις στον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευόμενοι αλληλεπιδρούν με το μαθησιακό περιβάλλον, οργανώνουν τη μελέτη τους και αναπτύσσουν ακαδημαϊκές δεξιότητες. Η διεθνής βιβλιογραφία αναγνωρίζει ότι η AI μπορεί να ενισχύσει ουσιαστικά τη μαθησιακή εμπλοκή, την αυτορρύθμιση, την προσβασιμότητα και την εξατομίκευση, ενώ παράλληλα αναδεικνύει νέες προκλήσεις και ηθικά ζητήματα (Zawacki-Richter, 2023; Kasneci et al., 2023; UNESCO, 2021).

❖ **Ενίσχυση της αυτορρυθμιζόμενης μάθησης (Self-regulated Learning)**

Η αυτορρυθμιζόμενη μάθηση αποτελεί βασικό στοιχείο της ακαδημαϊκής επιτυχίας. Τα συστήματα AI υποστηρίζουν τη διαδικασία αυτή μέσω:

- **προσωποποιημένης ανατροφοδότησης** σε πραγματικό χρόνο,
- **συστάσεων για επαναλήψεις και μελέτη**,
- **εντοπισμού κενών γνώσης**,
- **παρακολούθησης της προόδου** με dashboards learning analytics,
- **εργαλείων χρονικού προγραμματισμού** που προσαρμόζονται στις συνήθειες του φοιτητή.

Με βάση πρόσφατες μελέτες, η χρήση AI σε LMS ενισχύει την αυτοαποτελεσματικότητα και αυξάνει την ικανότητα των εκπαιδευόμενων να οργανώνουν αποτελεσματικά τη μελέτη τους (Fischer & Wulf, 2023).

❖ **Πρόσβαση σε διαδραστικά και εμπλουτισμένα μαθησιακά περιβάλλοντα**

Οι τεχνολογίες AI προσφέρουν στους εκπαιδευόμενους πρόσβαση σε πολυμεσικά περιβάλλοντα μάθησης, όπως:

- **εκπαιδευτικά simulations**,
- **εικονικά εργαστήρια με AI feedback**,
- **διαδραστικούς εκπαιδευτικούς βοηθούς**,
- **αυτόματη περίληψη ή εξήγηση εκπαιδευτικού υλικού**.

Τα συστήματα αυτά αυξάνουν το επίπεδο εμπλοκής και την ενεργή συμμετοχή, γεγονός που οδηγεί σε καλύτερη κατανόηση και διατήρηση της γνώσης (Holmes, Bialik & Fadel, 2021).

Ειδικά σε πεδία όπως η ιατρική, η μηχανική και οι φυσικές επιστήμες, οι εκπαιδευόμενοι ωφελούνται από «ασφαλή» εξάσκηση σε εικονικά εργαστήρια πριν εκτεθούν σε πραγματικές συνθήκες.

❖ **Εξατομικευμένη μαθησιακή υποστήριξη**

Η εξατομίκευση αποτελεί μια από τις σημαντικότερες επιδράσεις της AI στους εκπαιδευόμενους. Τα συστήματα adaptive learning προσαρμόζουν:

- το επίπεδο δυσκολίας,
- την ποσότητα υλικού,
- τον τρόπο παρουσίασης (οπτικός, κειμενικός, πολυμεσικός),
- τον ρυθμό μάθησης.

Η Zawacki-Richter (2023) αναφέρει ότι οι εκπαιδευόμενοι που χρησιμοποιούν εξατομικευμένα συστήματα υποστήριξης εμφανίζουν υψηλότερη ακαδημαϊκή επίδοση και μεγαλύτερη ικανοποίηση από τη μαθησιακή διαδικασία.

Επιπλέον, τα συστήματα AI μπορούν να εντοπίσουν μαθησιακές δυσκολίες σε πρώιμο στάδιο και να προτείνουν στοχευμένες παρεμβάσεις.

❖ **Βελτίωση της προσβασιμότητας και της συμπερίληψης**

Η AI συμβάλλει στη μείωση των ανισοτήτων, ειδικά για εκπαιδευόμενους με αναπηρίες ή μαθησιακές δυσκολίες. Τυπικές εφαρμογές είναι:

- **αυτόματη μετατροπή ομιλίας σε κείμενο**,
- **αυτόματη παραγωγή υπότιτλων**,
- **text-to-speech για εκπαιδευόμενους με δυσλεξία**,
- **μετάφραση σε πραγματικό χρόνο για εκπαιδευόμενους διεθνών προγραμμάτων**,
- **εικονικοί βοηθοί προσβασιμότητας**.

Σύμφωνα με την UNESCO (2021), η AI μπορεί να λειτουργήσει ως εργαλείο ενίσχυσης της ισότητας, υπό την προϋπόθεση ότι σχεδιάζεται με γνώμονα την προσβασιμότητα.

❖ **Ψυχολογικές επιπτώσεις και συναισθηματική υποστήριξη**

Τα συστήματα AI μπορούν να συμβάλλουν στην υποστήριξη της ψυχικής υγείας των εκπαιδευομένων μέσω:

- ανάλυσης συναισθήματος (sentiment analysis) σε φόρουμ και πλατφόρμες,
- «εικονικών συμβούλων» που εντοπίζουν δείκτες stress ή burnout,
- άμεσης παροχής πόρων ψυχολογικής υποστήριξης.

Ωστόσο, έρευνες αναφέρουν ότι η εντατική παρακολούθηση μπορεί να προκαλέσει άγχος, ειδικά σε συστήματα proctoring (Kasneci et al., 2023). Απαιτείται ισορροπημένη χρήση εργαλείων που σέβονται την ιδιωτικότητα.

❖ **Ανάπτυξη νέων ψηφιακών δεξιοτήτων και AI literacy**

Η χρήση εργαλείων AI υποστηρίζει την ανάπτυξη:

- ✓ ψηφιακής γραμματισμού,
- ✓ δεξιοτήτων αξιολόγησης πληροφοριών,
- ✓ κατανόησης βασικών αρχών AI,
- ✓ ικανότητας χρήσης εργαλείων παραγωγικότητας.

Οι Kasneci et al. (2023) τονίζουν ότι οι εκπαιδευόμενοι πρέπει να αναπτύξουν δεξιότητες «AI literacy», δηλαδή ικανότητα κατανόησης και υπεύθυνης χρήσης των συστημάτων AI.

❖ **Κίνδυνοι: Υπερεξάρτηση, παραπληροφόρηση και ακαδημαϊκή ακεραιότητα**

Παρά τα οφέλη, υπάρχουν και σημαντικοί κίνδυνοι:

- ➢ **υπερεξάρτηση** από συστήματα παραγωγής περιεχομένου (LLMs),
- ➢ **κίνδυνος λογοκλοπής** ή μη αυθεντικών εργασιών,
- ➢ **πιθανή παραπληροφόρηση** όταν τα μοντέλα AI παρέχουν ανακριβείς πληροφορίες,
- ➢ **μείωση ανάπτυξης κριτικής σκέψης** εφόσον οι εκπαιδευόμενοι δεν αξιολογούν τις απαντήσεις.

Συνολικά μπορούμε να πούμε ότι, η AI προσφέρει στους εκπαιδευόμενους: **πιο ευέλικτη, πιο εξατομικευμένη, πιο διαδραστική και πιο υποστηρικτική μαθησιακή εμπειρία.**

Ωστόσο, απαιτείται ισορροπία, κατάλληλη καθοδήγηση από τους εκπαιδευτικούς και σαφείς θεσμικές πολιτικές ώστε η χρήση της AI να ενισχύει και όχι να υποσκάπτει, την εκπαιδευτική/ακαδημαϊκή ανάπτυξη.

5.9 Επίλογος

Η Τεχνητή Νοημοσύνη έχει μετατραπεί, σε έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες μετασχηματισμού της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Η ενσωμάτωσή της στην εκπαίδευση επηρεάζει πολυδιάστατα το μαθησιακό οικοσύστημα, προσφέροντας νέες δυνατότητες εξατομίκευσης, βελτιωμένης ανατροφοδότησης, προβλεπτικής ανάλυσης και ενισχυμένης προσβασιμότητας. Οι τεχνολογίες AI, όπως τα adaptive learning συστήματα, τα learning analytics, τα ευφυή chatbots, η αυτόματη αξιολόγηση και τα εικονικά περιβάλλοντα προσομοίωσης, αναβαθμίζουν την ποιότητα της μάθησης και υποστηρίζουν τους εκπαιδευόμενους σε ποικίλες ακαδημαϊκές και συναισθηματικές πτυχές.

Παράλληλα, η AI μετασχηματίζει ριζικά τον ρόλο του εκπαιδευτικού, ο οποίος πλέον λειτουργεί ως σχεδιαστής μαθησιακών εμπειριών, αναλυτής δεδομένων και διαμεσολαβητής μεταξύ εκπαιδευομένου και τεχνολογίας. Οι διεθνείς ηθικές και θεσμικές εξελίξεις, όπως η Σύσταση της UNESCO (2021), το AI Act της Ευρωπαϊκής Ένωσης (2024) και το Πλαίσιο Ταξινόμησης του ΟΟΣΑ (2022), οι οποίοι υπογραμμίζουν τη σημασία της υπεύθυνης, ανθρώπο-κεντρικής και διαφανούς εφαρμογής της AI.

Ωστόσο, οι τεχνολογίες AI συνοδεύονται και από σημαντικούς κινδύνους, όπως ζητήματα ιδιωτικότητας, αλγοριθμική μεροληψία, έλλειψη διαφάνειας, τεχνολογικές ανισότητες και ηθικά διλήμματα ακαδημαϊκής ακεραιότητας. Η επιτυχής αξιοποίησή τους απαιτεί θεσμική οργάνωση, εκπαίδευση προσωπικού, επαρκείς υποδομές και συνεχή αξιολόγηση.

Συνολικά, η Τεχνητή Νοημοσύνη αποτελεί πλέον πυλώνα και καταλύτη του ψηφιακού μετασχηματισμού της εκπαίδευσης, προσφέροντας σημαντικές δυνατότητες βελτίωσης της μαθησιακής διαδικασίας, της διοικητικής λειτουργίας και της προσβασιμότητας.

Το επόμενο κεφάλαιο εστιάζει στην πρακτική διάσταση αυτού του μετασχηματισμού, παρουσιάζοντας πώς οι τεχνολογίες AI μπορούν να ενσωματωθούν αποτελεσματικά στο Moodle και να υποστηρίξουν την καθημερινή εκπαιδευτική εμπειρία.

Κεφάλαιο 6: Μελέτη Περίπτωσης

Από τα Πληροφοριακά Συστήματα στα Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Η παρούσα μελέτη περίπτωσης εστιάζει στο Moodle, μία από τις πιο διαδεδομένες πλατφόρμες Learning Management System (LMS) στον ακαδημαϊκό και γενικότερα στον εκπαιδευτικό χώρο. Εξετάζεται η εξέλιξή του από παραδοσιακό πληροφοριακό σύστημα διαχείρισης μαθημάτων σε περιβάλλον που ενσωματώνει τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης (AI). Παράλληλα, παρουσιάζονται διεθνείς εφαρμογές και ασκείται κριτική αξιολόγηση ως προς τα όρια, τα πλεονεκτήματα και τις προκλήσεις των AI add-ons στο Moodle (Davenport & Ronanki, 2018).

6.1 Εισαγωγή στη μελέτη περίπτωσης

Η εκπαίδευση αποτελεί έναν από τους πλέον κρίσιμους τομείς όπου η μετάβαση από τα παραδοσιακά Πληροφοριακά Συστήματα (Information Systems – IS) προς τα Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligence Systems – AI Systems) αποκτά ιδιαίτερη σημασία. Στο πλαίσιο αυτό, τα Συστήματα Διαχείρισης Μάθησης (Learning Management System – LMS), όπως το Moodle και το Blackboard, έχουν καθιερωθεί τις τελευταίες δύο δεκαετίες ως βασικές πλατφόρμες υποστήριξης της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Τα συστήματα αυτά επιτρέπουν την οργάνωση και διαχείριση μαθημάτων, την αποθήκευση και διάθεση εκπαιδευτικού υλικού, τη διευκόλυνση της επικοινωνίας μεταξύ εκπαιδευτών και εκπαιδευομένων, καθώς και την υλοποίηση διαδικασιών αξιολόγησης (Cole & Foster, 2008).

Ωστόσο, το σύγχρονο μαθησιακό περιβάλλον χαρακτηρίζεται από αυξανόμενη ετερογένεια εκπαιδευομένων, ανάγκη για εξατομικευμένες μαθησιακές διαδρομές και απαίτηση για άμεση και συνεχώς διαθέσιμη υποστήριξη. Οι παράγοντες αυτοί αναδεικνύουν τους περιορισμούς των παραδοσιακών πληροφοριακών συστημάτων, τα οποία παραμένουν σε μεγάλο βαθμό παθητικά και δομημένα σε προκαθορισμένα πλαίσια λειτουργίας. Στο σημείο αυτό αναδύεται η προστιθέμενη αξία της τεχνητής νοημοσύνης, η οποία μπορεί να προσφέρει εξατομίκευση, προσαρμοστικότητα και δυναμική ανάλυση της μαθησιακής πορείας (D'Mello & Graesser, 2015).

Η παρούσα μελέτη περίπτωσης εστιάζει στην πλατφόρμα Moodle, εξετάζοντας τον τρόπο με τον οποίο ένα τυπικό LMS μπορεί να εξελιχθεί σε ένα πιο ευφυές περιβάλλον μάθησης με την ενσωμάτωση τεχνολογιών AI. Στόχος είναι να διερευνηθούν οι αλλαγές που επιφέρει η τεχνητή νοημοσύνη τόσο στη μαθησιακή διαδικασία, μέσω εξατομικευμένης παροχής περιεχομένου και υποστήριξης, όσο και στη διοικητική και παιδαγωγική διάσταση της εκπαιδευτικής πρακτικής.

6.2 Το Moodle ως παραδοσιακό πληροφοριακό σύστημα

Το Moodle αποτελεί ένα από τα πιο διαδεδομένα Συστήματα Διαχείρισης Μάθησης (LMS) παγκοσμίως, με περισσότερους από 200 εκατομμύρια χρήστες και παρουσία σε σχολεία, πανεπιστήμια, οργανισμούς και φορείς επαγγελματικής κατάρτισης. Ως παραδοσιακό πληροφοριακό σύστημα, το Moodle βασίζεται σε μία αρχιτεκτονική

προσανατολισμένη στη διαχείριση εκπαιδευτικού περιεχομένου, στην οργάνωση μαθημάτων και στην υποστήριξη βασικών λειτουργιών μάθησης, όπως η παράδοση υλικού, η επικοινωνία και η αξιολόγηση. Ωστόσο, η λειτουργία του, μέχρι πρόσφατα, ήταν κατά βάση **στατική και μη προσαρμοστική**, γεγονός που αντανακλά τη λογική των κλασικών Πληροφοριακών Συστημάτων (Laudon & Laudon, 2020).

Σε τεχνικό επίπεδο, το Moodle ακολουθεί μια **client–server αρχιτεκτονική**, όπου ο εξυπηρετητής φιλοξενεί τη βάση δεδομένων (MySQL, MariaDB ή PostgreSQL) και την εφαρμογή, ενώ οι χρήστες αλληλεπιδρούν μέσω ενός web interface. Το σύστημα οργανώνεται γύρω από την έννοια του «μαθήματος», το οποίο αποτελεί τον βασικό κόμβο περιεχομένου και δραστηριοτήτων. Η δεδομενοκεντρική λειτουργία του Moodle βασίζεται στη συλλογή log δεδομένων, στην καταγραφή ενεργειών (clickstream data) και στη δομημένη αποθήκευση πληροφοριών χρήσης, χωρίς όμως ενσωματωμένους μηχανισμούς ανάλυσής τους πέρα από στατικές αναφορές.

Ένας από τους βασικούς περιορισμούς του Moodle ως παραδοσιακού IS είναι ότι λειτουργεί περισσότερο ως **αποθηκευτικό και διαχειριστικό σύστημα**, χωρίς δυνατότητα εξατομίκευσης της μαθησιακής εμπειρίας ή προγνωστικής ανάλυσης. Οι εκπαιδευτές είναι υπεύθυνοι για την οργάνωση και αξιολόγηση των δραστηριοτήτων, ενώ οι εκπαιδευόμενοι λαμβάνουν το ίδιο περιεχόμενο ανεξάρτητα από το επίπεδο, τις ανάγκες ή την προηγούμενη επίδοσή τους. Αυτό το μοντέλο αντανακλά τις δομικές αδυναμίες των παραδοσιακών πληροφοριακών συστημάτων, τα οποία βασίζονται κυρίως σε περιγραφικές λειτουργίες (descriptive analytics), χωρίς δυνατότητα μάθησης από δεδομένα (Russell & Norvig, 2021).

Παρά το γεγονός ότι η αρχιτεκτονική του Moodle είναι modular και επιτρέπει την προσθήκη επεκτάσεων (plugins), η βασική του φιλοσοφία παρέμεινε επί χρόνια προσανατολισμένη στη διαχείριση και όχι στην **ευφυή αλληλεπίδραση**. Η έλλειψη προηγμένων μηχανισμών προσαρμοστικότητας, αυτόματης ανατροφοδότησης και πρόβλεψης μαθησιακών δυσκολιών αποτέλεσαν σημεία κριτικής στη διεθνή βιβλιογραφία (Zawacki-Richter et al., 2019). Για τον λόγο αυτό, η πρόσφατη στροφή προς τα AI-enhanced LMS αποτελεί μια σημαντική τεχνολογική και παιδαγωγική αναβάθμιση, η οποία υπερβαίνει τα όρια της παραδοσιακής λειτουργίας του Moodle.

6.3 SWOT Analysis του Moodle ως AI-enhanced LMS

Η αξιολόγηση του Moodle ως Συστήματος Διαχείρισης Μάθησης (LMS) με ενισχυμένες λειτουργίες Τεχνητής Νοημοσύνης είναι απαραίτητη για την κατανόηση των δυνατοτήτων και των περιορισμών του στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης περίπτωσης. Παρότι το Moodle αποτελεί μία από τις πιο διαδεδομένες και ευέλικτες πλατφόρμες παγκοσμίως, η ενσωμάτωση AI τεχνολογιών δημιουργεί νέες ευκαιρίες αλλά και σημαντικές προκλήσεις. Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζεται μια συνοπτική SWOT ανάλυση, η οποία αποτυπώνει τα βασικά δυνατά σημεία, τις αδυναμίες, τις ευκαιρίες και τις απειλές που σχετίζονται με τη χρήση του Moodle ως AI-enhanced LMS.

Πίνακας 6.1: SWOT Analysis του Moodle ως AI-enhanced LMS

Strengths (Δυνατά Σημεία)	**Weaknesses (Αδυναμίες)**
Open-source & υψηλή επεκτασιμότητα	Περιορισμένη εγγενής AI λειτουργικότητα
Υποστήριξη Learning Analytics (Moodle Insights)	Αυξημένη πολυπλοκότητα παραμετροποίησης
Παγκόσμια κοινότητα & συνεχή updates	Απαιτήσεις σε πόρους για AI modules
Πολλά διαθέσιμα AI plugins	Μη ομοιογενής ποιότητα plugins
Opportunities (Ευκαιρίες)	**Threats (Απειλές)**
Ενσωμάτωση GenAI για δημιουργία περιεχομένου	GDPR & ζητήματα ιδιωτικότητας
Προχωρημένα predictive models & early alerts	Αλγοριθμική μεροληψία
Adaptive learning paths	Αυξημένοι κίνδυνοι κυβερνοασφάλειας
Συνεργασίες με ερευνητικά ιδρύματα	Ανταγωνισμός από AI-first LMS πλατφόρμες

Η παραπάνω SWOT ανάλυση αναδεικνύει ότι, παρά τα εμφανή πλεονεκτήματα του Moodle σε επίπεδο ευελιξίας, επεκτασιμότητας και υποστήριξης analytics, η πλήρης αξιοποίηση των δυνατοτήτων της Τεχνητής Νοημοσύνης προϋποθέτει στοχευμένη στρατηγική, επαρκείς τεχνικούς πόρους και αυξημένη προσοχή σε ζητήματα ασφάλειας και προστασίας δεδομένων. Ταυτόχρονα, οι σημαντικές ευκαιρίες που προσφέρει το οικοσύστημα AI, όπως η ανάπτυξη προγνωστικών μοντέλων, η εξατομίκευση της μάθησης και η ενσωμάτωση εργαλείων GenAI, ενισχύουν τη σημασία της πλατφόρμας ως υποδομής για καινοτόμες παιδαγωγικές πρακτικές. Η αξιολόγηση αυτή αποτελεί κρίσιμη βάση για τις επόμενες ενότητες, όπου αναλύεται η πρακτική ενσωμάτωση και η λειτουργικότητα των AI εργαλείων στο Moodle.

6.4 Το Moodle στη μετάβαση από τα παραδοσιακά IS στα Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης

Η ανάπτυξη και εξέλιξη του Moodle αντικατοπτρίζει με χαρακτηριστικό τρόπο τη γενικότερη μετάβαση από τα παραδοσιακά Πληροφοριακά Συστήματα (Information Systems – IS) προς τα ευφυή συστήματα μάθησης που αξιοποιούν τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης (AI Systems). Αρχικά, το Moodle σχεδιάστηκε ως ένα τυπικό LMS βασισμένο σε αρχές διαχείρισης πληροφοριών, εστιάζοντας στη δημιουργία, οργάνωση και παράδοση μαθησιακού περιεχομένου. Αυτό το μοντέλο ευθυγραμμίζεται με τη λογική των κλασικών Πληροφοριακών Συστημάτων (IS), τα οποία δίνουν προτεραιότητα στη δομημένη αποθήκευση δεδομένων, στη στατική παρουσίαση πληροφορίας και στην υποστήριξη βασικών λειτουργιών μέσω προκαθορισμένων διαδικασιών (Laudon & Laudon, 2020).

Ωστόσο, οι παιδαγωγικές και τεχνολογικές απαιτήσεις της σύγχρονης εκπαίδευσης έχουν μετατοπιστεί προς πιο δυναμικά, προσαρμοστικά και αναλυτικά συστήματα. Η δυνατότητα κατανόησης της συμπεριφοράς του χρήστη, η πρόβλεψη μαθησιακών δυσκολιών και η εξατομίκευση του περιεχομένου αποτελούν χαρακτηριστικά που

υπερβαίνουν τις δυνατότητες ενός παραδοσιακού Πληροφοριακού Συστήματος (IS). Σύμφωνα με τη σχετική βιβλιογραφία, η Τεχνητή Νοημοσύνη έχει τη δυνατότητα να ενισχύσει τα LMS μέσω τεχνικών όπως η μηχανική μάθηση, η ανάλυση εκπαιδευτικών δεδομένων (learning analytics), η αναγνώριση προτύπων και η φυσική γλωσσική επεξεργασία (NLP) (Zawacki-Richter et al., 2019· Baker & Inventado, 2014).

Στο πλαίσιο αυτό, το Moodle βρίσκεται σήμερα σε μια μεταβατική φάση μεταξύ δύο μοντέλων:

Παραδοσιακή λειτουργία (ως Πληροφοριακό Σύστημα (IS)):

- ✓ Παροχή στατικού περιεχομένου
- ✓ Καταγραφή log δεδομένων χωρίς προγνωστική αξιοποίηση
- ✓ Περιορισμένα εργαλεία αναφορών
- ✓ Μικρή δυνατότητα εξατομίκευσης
- ✓ Έμφαση στη διαχείριση και όχι στην ανάλυση

Αυτό το μοντέλο, όπως καταγράφεται στη βιβλιογραφία, χαρακτηρίζεται από **περιγραφική ανάλυση** (descriptive analytics) και όχι από μοντέλα πρόβλεψης (predictive analytics) ή προσαρμογής (adaptive learning) (Siemens & Baker, 2012).

Νέα λειτουργία (ως AI-enhanced System):

Η εισαγωγή τεχνολογιών Τεχνητής Νοημοσύνης στο Moodle επιτρέπει:

- ✓ **Εξατομίκευση μαθησιακής διαδρομής** βάσει προφίλ και επιδόσεων
- ✓ **Πρόβλεψη κινδύνου εγκατάλειψης** μέσω ML μοντέλων
- ✓ **Adaptive learning modules** που προσαρμόζουν δραστηριότητες σε πραγματικό χρόνο
- ✓ **Auto-grading** και αυτοματοποιημένη ανατροφοδότηση
- ✓ **Chatbots βασισμένα σε NLP** για υποστήριξη εκπαιδευομένων
- ✓ **Learning analytics dashboards** για εκπαιδευτικούς
- ✓ **Ανάλυση συμπεριφοράς φοιτητών** και εντοπισμό μοτίβων μάθησης

Οι δυνατότητες αυτές ευθυγραμμίζονται με την αρχιτεκτονική των σύγχρονων AI Systems, όπου η λήψη αποφάσεων είναι προγνωστική και προσαρμοστική (Russell & Norvig, 2021).

Πέρα από τις γενικές λειτουργίες που μπορεί να υποστηρίξει η Τεχνητή Νοημοσύνη στο Moodle, η πλατφόρμα έχει αναπτύξει ένα πλούσιο οικοσύστημα πρόσθετων επεκτάσεων (AI plugins) που υλοποιούν αυτές τις δυνατότητες σε πραγματικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Τα εργαλεία αυτά αξιοποιούν τεχνικές μηχανικής μάθησης, ανάλυσης δεδομένων και NLP, προσφέροντας προγνωστικά analytics, αυτοματοποιημένη αξιολόγηση και έξυπνη υποστήριξη εκπαιδευομένων. Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται ορισμένα από τα πιο διαδεδομένα AI plugins που χρησιμοποιούνται σήμερα στο Moodle.

Πίνακας 6.2: Ενδεικτικά AI Plugins για το Moodle

Plugin / Εργαλείο	Περιγραφή	AI Λειτουργία	Οφέλη στην Εκπαίδευση	Πηγή
Moodle Insights (Analytics API)	Ενσωματωμένο εργαλείο ML για πρόβλεψη εγκατάλειψης.	Predictive analytics	Early alerts, υποστήριξη εκπαιδευομένων	Moodle.org. (2023). *Using analytics and predictions*. https://docs.moodle.org
IntelliBoard	Cloud πλατφόρμα με advanced analytics και predictive dashboards.	Learning analytics, ML	Παρακολούθηση προόδου, dashboards διδασκόντων	IntelliBoard Inc. (2023). *IntelliBoard*. https://intelliboard.net
AI EDU Complete Pack	Πακέτο AI εργαλείων για auto-feedback, NLP και ανάλυση κειμένου.	NLP, auto-feedback	Αυτόματη ανατροφοδότηση, υποστήριξη μαθησιακού περιεχομένου	Moodle Plugins Directory. (2024). *AI EDU Tools*. https://moodle.org/plugins
Turnitin (AI Writing Detection)	Ανίχνευση λογοκλοπής και AI-generated text.	Text classification, NLP	Ενίσχυση ακαδημαϊκής ακεραιότητας	Turnitin. (2023). *AI writing detection overview*. https://turnitin.com
Gradescope Integration	Αυτόματη βαθμολόγηση με ML τεχνικές.	Machine Learning, auto-grading	Μείωση φόρτου διδασκόντων, συνέπεια αξιολογήσεων	Singh & Goyal (2021). *Automated assessment using Gradescope.* IEEE EDUCON.

Ο παραπάνω πίνακας δείχνει ότι η μετάβαση του Moodle προς ένα AI-driven σύστημα δεν είναι θεωρητική, αλλά πραγματοποιείται μέσω συγκεκριμένων εργαλείων που έχουν ήδη αξιοποιηθεί διεθνώς. Τα διαθέσιμα plugins επιτρέπουν την ανάπτυξη προγνωστικών μοντέλων, την αυτοματοποίηση της αξιολόγησης, τη βελτίωση της μαθησιακής εμπειρίας μέσω NLP bots και την ενίσχυση της ακαδημαϊκής ακεραιότητας. Η ενσωμάτωση τέτοιων εργαλείων αποδεικνύει ότι το Moodle μπορεί να λειτουργήσει ως «υβριδικό» σύστημα, το οποίο βρίσκεται στο μεταίχμιο μεταξύ ενός παραδοσιακού Πληροφοριακού Συστήματος (IS) και ενός σύγχρονου AI-enhanced LMS.

Η ανάγκη για μετάβαση: από descriptive σε predictive και prescriptive learning

Η βασική αδυναμία των παραδοσιακών LMS, όπως το Moodle στην αρχική του μορφή, είναι η αδυναμία αξιοποίησης των μεγάλων όγκων δεδομένων που παράγουν οι εκπαιδευόμενοι μέσω των αλληλεπιδράσεών τους στο σύστημα. Σήμερα, οι σύγχρονες προσεγγίσεις στην εκπαίδευση προτείνουν μοντέλα που «μαθαίνουν» από τα δεδομένα για να:

- εντοπίζουν αυτόματα εκπαιδευόμενους που μένουν πίσω,
- συστήνουν πόρους που ταιριάζουν στο επίπεδό τους,
- ειδοποιούν εγκαίρως τον εκπαιδευτή,
- προσαρμόζουν δραστηριότητες βάσει απόδοσης,
- αναγνωρίζουν συναισθήματα και engagement μέσω AI tools.

Οι δυνατότητες αυτές περιγράφονται στη διεθνή βιβλιογραφία ως βασικά στοιχεία των Intelligent Tutoring Systems και των AI-powered learning platforms (Holmes et al., 2019).

Συνολική αξιολόγηση της θέσης του Moodle στον μετασχηματισμό Πληροφοριακού Συστήματος (IS) → AI Systems

Η ενότητα αυτή αναδεικνύει ότι το Moodle, **προέρχεται** από την οικογένεια των κλασικών πληροφοριακών συστημάτων και **βρίσκεται** στη μέση της μετάβασης Πληροφοριακού Συστήματος (IS) → AI System και **μπορεί να μετατραπεί** σε πλήρως ευφυές LMS όταν αξιοποιήσει: AI plugins, learning analytics pipelines, predictive models, NLP bots, recommender systems

Αυτή η μετάβαση δεν είναι απλώς τεχνολογική, αλλά απαιτεί: προσαρμογή υποδομών, επαρκή ποιότητα δεδομένων, δεοντολογικό πλαίσιο (UNESCO 2021, EU AI Act 2024), εκπαίδευση εκπαιδευτικών.

6.5 Το Moodle ως AI–Enhanced Learning Management System (AI-enhanced LMS)

Η χρήση τεχνολογιών Τεχνητής Νοημοσύνης έχει μετασχηματίσει ουσιαστικά τον τρόπο λειτουργίας των Συστημάτων Διαχείρισης Μάθησης, μετατρέποντας το Moodle από ένα παραδοσιακό πληροφοριακό σύστημα σε ένα δυναμικό, προσαρμοστικό και ευφυές περιβάλλον μάθησης. Η ενσωμάτωση μηχανισμών μηχανικής μάθησης, αναλυτικών δεδομένων, NLP εργαλείων και συστημάτων εξατομίκευσης έχει αναβαθμίσει σημαντικά το ρόλο του Moodle στη διαδικασία διδασκαλίας και μάθησης. Η συγκεκριμένη εξέλιξη εναρμονίζεται με τη διεθνή τάση για ανάπτυξη AI-enhanced LMS που υποστηρίζουν παιδαγωγικές αποφάσεις βάσει δεδομένων (Holmes et al., 2019· Zawacki-Richter et al., 2019).

- **Εξατομίκευση μαθησιακής εμπειρίας (Adaptive Learning)**

Στο AI-enhanced Moodle, η μάθηση παύει να είναι ενιαία για όλους τους εκπαιδευόμενους και γίνεται **εξατομικευμένη**. Μέσω αλγορίθμων πρόβλεψης και τεχνικών adaptive learning, το Moodle: προτείνει δραστηριότητες κατάλληλες για το επίπεδο κάθε εκπαιδευόμενου, προσαρμόζει τη δυσκολία των quiz, παρέχει στοχευμένη ενισχυτική ανατροφοδότηση, οργανώνει αυτόματα μαθήματα με βάση την πρόοδο του χρήστη.

Το μοντέλο Deep Knowledge Tracing (DKT), που αξιοποιείται σε σύγχρονα adaptive συστήματα, μπορεί να εφαρμοστεί σε AI plugins του Moodle για την αναγνώριση μοτίβων μάθησης και την πρόβλεψη της επόμενης πιθανής σωστής ή λάθος απάντησης (Piech et al., 2015).

Αυτό το επίπεδο εξατομίκευσης υπερβαίνει σημαντικά τις δυνατότητες των κλασικών LMS και συνδέεται με τη λογική των Intelligent Tutoring Systems.

- **Ανάλυση μαθησιακών δεδομένων (Learning Analytics)**

Η αξιοποίηση των log δεδομένων του Moodle επιτρέπει την ανάπτυξη πλήρων συστημάτων Learning Analytics που υποστηρίζουν: εντοπισμό εκπαιδευομένων σε κίνδυνο εγκατάλειψης, ανίχνευση μοτίβων συμπεριφοράς, πρόβλεψη τελικής επίδοσης, αξιολόγηση του engagement (χρόνου αλληλεπίδρασης), δημιουργία μαθησιακών προφίλ.

Εργαλεία όπως το Moodle Analytics API, IntelliBoard και Learning Locker συνδυάζουν στατιστική ανάλυση με προγνωστικά μοντέλα (Predictive Analytics), δημιουργώντας dashboards που ενημερώνουν εκπαιδευτικούς και εκπαιδευόμενους σε πραγματικό χρόνο (Siemens & Baker, 2012).

Η μετάβαση από **περιγραφικά δεδομένα** σε **προγνωστικά ευρήματα** αποτελεί θεμελιώδη διαφοροποίηση του AI-enhanced Moodle.

- **Αυτοματοποιημένη ανατροφοδότηση και αξιολόγηση (Automated Feedback & Auto-Grading)**

Τα σύγχρονα AI plugins επιτρέπουν λειτουργίες όπως: αυτόματη βαθμολόγηση σύντομων απαντήσεων, επεξεργασία φυσικής γλώσσας (NLP) για αξιολόγηση εκθέσεων, αναγνώριση λογικών λαθών σε προγραμματισμό, παραγωγή άμεσης εξατομικευμένης ανατροφοδότησης.

Η τεχνολογία NLP, όπως αναλύεται από τα μοντέλα τύπου GPT, επιτρέπει την παραγωγή πλήρους feedback σε γραπτές εργασίες, κάτι που μειώνει δραστικά το φόρτο των εκπαιδευτικών και διευκολύνει την άμεση βελτίωση της μαθησιακής διαδικασίας (Holmes et al., 2019).

- **Chatbots και ευφυείς πράκτορες (NLP-based Assistants)**

Τα AI chatbots που ενσωματώνονται στο Moodle λειτουργούν ως: βοηθοί εκπαιδευομένων (Student Assistants), υποστηρικτικά εργαλεία μάθησης, αυτόματα συστήματα FAQ, μηχανισμοί εντοπισμού παρανοήσεων.

Με μοντέλα NLP, το Moodle αποκτά τη δυνατότητα να απαντά φυσική γλώσσα ερωτήσεις, να εξηγεί έννοιες και να παρέχει υποστήριξη επί 24ώρου βάσεως. Αυτό οδηγεί σε σημαντική αύξηση της αλληλεπίδρασης εκπαιδευομένων και στην αναβάθμιση της μαθησιακής εμπειρίας (Williamson & Eynon, 2020).

- **Συστήματα ειδοποίησης και πρώιμης παρέμβασης (Early Warning Systems)**

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα του AI-enhanced Moodle είναι η δυνατότητα: πρόβλεψης εγκατάλειψης (dropout prediction), ειδοποίησης εκπαιδευομένων και εκπαιδευτών, ενεργοποίησης στοχευμένων παρεμβάσεων, μείωσης της μαθησιακής αποτυχίας.

Τέτοια μοντέλα είναι τα Random Forest, Gradient Boosting και Neural Networks και έχουν αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματικά στη δημιουργία τέτοιων συστημάτων (Liu et al., 2020).

Η λειτουργία αυτή συμβάλλει στη βελτίωση της μαθησιακής εμπειρίας και της επιτυχίας των εκπαιδευομένων.

❖ **Προκλήσεις και περιορισμοί του AI-enhanced Moodle**

Παρά τις σημαντικές δυνατότητες που προσφέρει η AI ενσωμάτωση, υπάρχουν κρίσιμες προκλήσεις που πρέπει να ληφθούν υπόψη:

- **Εξάρτηση από την ποιότητα των δεδομένων**: τα μοντέλα AI απαιτούν καθαρά και επαρκή δεδομένα.
- **Ζητήματα δεοντολογίας και διαφάνειας**: η χρήση AI πρέπει να συμμορφώνεται με το AI Act (EU, 2024) και τις οδηγίες της UNESCO (2021).
- **Αλγοριθμικά μεροληψίες (bias)** σε προγνωστικά μοντέλα.
- **Τεχνική πολυπλοκότητα**: απαιτεί εξειδικευμένες τεχνικές γνώσεις.
- **Ασυμβατότητες μεταξύ plugins και εκδόσεων Moodle**.

Η αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων απαιτεί ολιστική προσέγγιση, συνδυάζοντας τεχνολογία, παιδαγωγική και κανονιστική συμμόρφωση.

6.6 Κριτική Αξιολόγηση των AI Add-ons στο Moodle

Η ενσωμάτωση τεχνητής νοημοσύνης στο Moodle έχει δημιουργήσει νέες δυνατότητες μάθησης, ανάλυσης και υποστήριξης χρηστών. Ωστόσο, η αποτελεσματικότητα των AI plugins δεν είναι δεδομένη και εξαρτάται από παράγοντες όπως η ποιότητα των δεδομένων, η τεχνική ωριμότητα των επεκτάσεων, η παιδαγωγική τους καταλληλότητα και η συμμόρφωση με ηθικές και κανονιστικές αρχές (UNESCO, 2021; EU AI Act, 2024).

Η παρούσα ενότητα παρουσιάζει μια κριτική αξιολόγηση των δημοφιλέστερων AI add-ons, εξετάζοντας τα πλεονεκτήματα, τις αδυναμίες και τις πρακτικές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν τα εκπαιδευτικά ιδρύματα κατά τη χρήση τους.

❖ **Συγκριτικός πίνακας αξιολόγησης AI Add-ons στο Moodle**

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τα σημαντικότερα AI plugins με βάση: λειτουργικότητα, τεχνική ωριμότητα, ποιότητα δεδομένων που απαιτούν, παιδαγωγική αξία, κίνδυνο bias, συμμόρφωση με GDPR & AI Act, ευκολία ενσωμάτωσης, κόστος και υποστήριξη.

Πίνακας 6.3: Συγκριτική αξιολόγηση βασικών AI Add-ons στο Moodle

AI Add-on / Plugin	Τύπος AI	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Απαιτήσεις Δεδομένων	Παιδαγωγική Αξία
Moodle Analytics API	Machine Learning (predictive models)	Ενσωματωμένο, χωρίς επιπλέον κόστος, δημιουργεί early-	Απλούστερα μοντέλα ML, περιορισμένη ακρίβεια	Μεγάλα log datasets	Υψηλή

AI Add-on / Plugin	Τύπος AI	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Απαιτήσεις Δεδομένων	Παιδαγωγική Αξία
		warning συστήματα			
IntelliBoard	Learning Analytics	Προηγμένα dashboards, real-time analytics, αναφορές εκπαιδευτών	Εξωτερικό σύστημα, κόστος συνδρομής	Μέτριες → μεγάλες απαιτήσεις	Πολύ υψηλή
OpenAI Moodle Plugin	NLP / LLMs	Αυτοματοποιημένη ανατροφοδότηση, γεννήτριες περιεχομένου, ChatGPT integration	Θέματα διαφάνειας, πιθανότητα bias, εξωτερικός πάροχος	Μικρές → μέτριες	Υψηλή
AI Quiz Generator	NLP	Γρήγορη παραγωγή quiz	Επιφανειακές ερωτήσεις χωρίς εννοιολογικό βάθος	Ελάχιστες	Μέτρια
Recommender Systems Plugins	ML (recommendation)	Προτάσεις μαθησιακού υλικού, προσαρμογή διαδρομών	Ευαισθησία σε data sparsity	Μεσαίες	Υψηλή
Chatbots (Rasa, DialogFlow integrations)	NLP	Αυτόματη υποστήριξη εκπαιδευομένων 24/7	Δυσκολία εκπαίδευσης μοντέλων, απαιτεί τεχνικές δεξιότητες	Μεσαίες	Μεσαία → υψηλή

❖ Κριτική ανάλυση των AI Add-ons

Παρακάτω παρουσιάζεται αναλυτική και τεκμηριωμένη αξιολόγηση ανά κατηγορία εργαλείων.

A. Learning Analytics Add-ons (Moodle Analytics API, IntelliBoard)

Τα εργαλεία Learning Analytics αποτελούν τον πυρήνα του AI-enhanced Moodle, καθώς υποστηρίζουν την ανίχνευση μοτίβων μάθησης και τη λήψη αποφάσεων βασισμένων σε δεδομένα (Siemens & Baker, 2012). Όπως όλα τα εργαλεία έχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Τα πλεονεκτήματα είναι: ότι παρέχουν έγκαιρη ειδοποίηση εκπαιδευομένων σε κίνδυνο (early warning), υποστηρίζουν στοχευμένες παρεμβάσεις εκπαιδευτικών και συνδέονται άμεσα με μοντέλα ML (π.χ. Random Forest, Logistic Regression). Ενω τα μειονεκτήματα είναι: περιορισμένη ακρίβεια σε μικρά datasets, οι εκπαιδευτικοί συχνά δυσκολεύονται να ερμηνεύσουν τα δεδομένα και δεν υπάρχει πλήρης επεξηγησιμότητα των προβλέψεων (explainability).

Παρότι προσφέρουν ευφυΐα στο σύστημα, η επιτυχία τους εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα των δεδομένων και τη σωστή εκπαίδευση προσωπικού.

B. NLP-based Tools (Chatbots, Open AI Plugins, Auto-Feedback Systems)

Τα NLP εργαλεία επιτρέπουν στο Moodle να αλληλεπιδρά με εκπαιδευόμενους χρησιμοποιώντας φυσική γλώσσα, δημιουργώντας πιο «ανθρώπινη» εμπειρία χρήσης. Τα πλεονεκτήματα είναι: υποστήριξη 24/7, αμεση απάντηση σε ερωτήσεις, βοήθεια σε εκπαιδευόμενους με μαθησιακές δυσκολίες και αυτοματοποιημένη ανατροφοδότηση σε γραπτές εργασίες. Ενώ τα μειονεκτήματα είναι: πιθανότητα αλγοριθμικών μεροληψιών (bias) (Holmes et al., 2019), θέματα προστασίας προσωπικών δεδομένων (GDPR) και απαιτείται συνεχής ενημέρωση των μοντέλων.

Τα chatbots μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά την εμπειρία των εκπαιδευομένων, ωστόσο απαιτείται προσεκτική διαχείριση των δεδομένων και σαφής τεκμηρίωση των απαντήσεων του συστήματος.

C. Adaptive Learning Add-ons

Τα adaptive learning plugins χρησιμοποιούν δεδομένα προόδου για να δημιουργήσουν εξατομικευμένες μαθησιακές διαδρομές. Τα πλεονεκτήματα είναι: εξατομίκευση βάσει απόδοσης, βελτίωση engagement και προσαρμογή δραστηριοτήτων σε πραγματικό χρόνο. Ενώ τα μειονεκτήματα είναι: ότι χρειάζονται υψηλής ποιότητας δεδομένα για ακρίβεια, υπάρχει κίνδυνος «υπερεξατομίκευσης» και πολύπλοκη αρχιτεκτονική υλοποίησης. Αποτελούν ισχυρό εργαλείο, αλλά χρησιμοποιούνται σε λίγα πανεπιστήμια λόγω τεχνικών απαιτήσεων.

D. Auto-Grading & Assessment Tools

Τα πλεονεκτήματα είναι: η γρήγορη αξιολόγηση, μείωση φόρτου εκπαιδευτικών και η αυτοματοποίηση επαναλαμβανόμενων εργασιών. Ενώ τα μειονεκτήματα: ότι η αξιοπιστία δεν είναι πάντα ομοιόμορφη, απαιτείται ανθρώπινη επιβεβαίωση και NLP μοντέλα μπορεί να παρερμηνεύσουν απαντήσεις.

Συνολικά, τα AI Add-ons μπορούν να μεταμορφώσουν το Moodle από ένα τυπικό LMS σε ένα **ευφυές μαθησιακό σύστημα**, ωστόσο:

- ✓ η ποιότητα των δεδομένων,
- ✓ η δεοντολογία,
- ✓ η διαφάνεια,
- ✓ η τεχνική πολυπλοκότητα,
- ✓ και η εκπαίδευση προσωπικού

αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες επιτυχίας.

Η διεθνής βιβλιογραφία προειδοποιεί ότι η υιοθέτηση της AI στην εκπαίδευση πρέπει να γίνει με **ανθρωποκεντρική προσέγγιση**, λαμβάνοντας υπόψη την παιδαγωγική σκοπιμότητα και τις αρχές δίκαιης χρήσης δεδομένων (UNESCO, 2021· Williamson & Eynon, 2020).

6.7 Διεθνή Παραδείγματα Ενσωμάτωσης AI σε LMS

Η ενσωμάτωση τεχνητής νοημοσύνης σε πλατφόρμες διαχείρισης μάθησης (LMS) αποτελεί διεθνή τάση σε πανεπιστήμια, εκπαιδευτικούς οργανισμούς και φορείς διά βίου μάθησης. Παγκοσμίως, τα εκπαιδευτικά ιδρύματα αξιοποιούν τεχνολογίες AI για την ενίσχυση της μάθησης, την εξατομίκευση, τη βελτίωση της διδασκαλίας και την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων. Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται μερικά διεθνή παραδείγματα ενσωμάτωσης AI σε LMS και πως μπορούν να λειτουργήσουν ως μοντέλα αναφοράς για την περαιτέρω ανάπτυξη του Moodle σε AI-enhanced LMS.

❖ ***Ενσωμάτωση adaptive learning & learning analytics (*Πανεπιστήμιο Harvard)**

Το Harvard αξιοποιεί ένα προηγμένο οικοσύστημα τεχνητής νοημοσύνης μέσω της πλατφόρμας edX και των εργαλείων HarvardX. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούν:

- ✓ **adaptive learning μηχανισμούς** που προσαρμόζουν τη δυσκολία των ασκήσεων,
- ✓ **machine learning μοντέλα** για την πρόβλεψη μαθησιακών δυσκολιών,
- ✓ **learning analytics dashboards** για εκπαιδευτικούς,
- ✓ **συστάσεις περιεχομένου** βάσει συμπεριφοράς εκπαιδευομένων.

Το Harvard χρησιμοποιεί AI τόσο για εξατομίκευση όσο και για data-driven teaching (Dede, 2020), επιτυγχάνοντας σημαντική αύξηση engagement και μείωση εγκατάλειψης μαθημάτων.

❖ ***Ένα από τα πιο προηγμένα predictive analytics συστήματα στον κόσμο (*Open University (UK) – OU Analyse)**

Το OU διαθέτει ίσως το πιο γνωστό διεθνώς σύστημα εκπαιδευτικής προγνωστικής ανάλυσης: **OU Analyse**.

Το σύστημα χρησιμοποιεί:

- ✓ **Random Forest και Gradient Boosting**,
- ✓ **pattern detection σε εκπαιδευτική συμπεριφορά**,
- ✓ **early-warning alerts για dropout**,
- ✓ real-time ενημέρωση εκπαιδευτών.

Που έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση εγκατάλειψης μαθημάτων έως και **15–20%** σε ορισμένα τμήματα (Kuzilek et al., 2017).

Το OU θεωρείται παγκόσμιο best practice για ενσωμάτωση AI στο LMS, με πλήρη διασύνδεση δεδομένων μεταξύ Moodle και predictive models.

❖ *Μοντέλα πρόβλεψης επίδοσης και ρίσκου (***University of Queensland (AU)**

Το Πανεπιστήμιο του Queensland χρησιμοποιεί ένα ολοκληρωμένο AI σύστημα που συνδέεται με το Moodle τους, παρέχοντας:

- ✓ προσωποποιημένα dashboards,
- ✓ αναλυτικά προφίλ εκπαιδευομένων,
- ✓ risk scoring για κάθε μάθημα,
- ✓ προγνωστικά μοντέλα βαθμολογίας.

Το σύστημα υποστηρίζει **data-driven tutoring**, επιτρέποντας έγκαιρη παρέμβαση των εκπαιδευτικών (Arnold & Pistilli, 2012).

❖ *Έμφαση σε NLP, learning analytics και recommendation systems (***Universitat Oberta de Catalunya (UOC) – Barcelona)**

Η UOC, ένα από τα πιο ψηφιακά πανεπιστήμια της Ευρώπης, ενσωματώνει:

- ✓ **NLP εργαλεία** για ανάλυση φόρουμ και αυτοματοποίηση feedback,
- ✓ **συστήματα συστάσεων** για εξατομικευμένες διαδρομές μάθησης,
- ✓ **learning analytics** σε όλα τα μαθήματα,
- ✓ μοντέλα **engagement prediction**.

Είναι ένα από τα πανεπιστήμια με την μεγαλύτερη ερευνητική παραγωγή στο AIED (Artificial Intelligence in Education).

❖ ***Υποστήριξη φοιτητών μέσω ευφυών πρακτόρων (*Australian National University (ANU) – AI Chatbots & Virtual Assistants)**

Το ANU αξιοποιεί chatbot agents συνδεδεμένους με Moodle, οι οποίοι:

- ✓ απαντούν σε ερωτήσεις εκπαιδευομένων 24/7,
- ✓ παρέχουν συμβουλές για μαθήματα, προθεσμίες, διαδικασίες,
- ✓ ανιχνεύουν μοτίβα άγχους ή χαμηλής συμμετοχής μέσω NLP.

Πίνακας 6.4: Συγκριτική ανάλυση διεθνών πρακτικών

Ίδρυμα	Τύπος AI	Εφαρμογή	Επιπτώσεις
Harvard	Adaptive Learning, Analytics	Προσαρμοζόμενες δραστηριότητες	Αύξηση engagement
Open University	Predictive Analytics	Dropout prediction	15–20% μείωση εγκατάλειψης
UQ Australia	Risk Models	Προγνωστικά μοντέλα επίδοσης	Έγκαιρες παρεμβάσεις
UOC Barcelona	NLP, Recommender Systems	Auto-feedback, συστάσεις	Βελτίωση ποιότητας μάθησης
ANU	NLP Chatbots	AI-based υποστήριξη εκπαιδευομένων	24/7 υποστήριξη

Από την ανάλυση προκύπτουν σημαντικά συμπεράσματα:

- ✓ **Η επιτυχία της AI εξαρτάται από την ποιότητα των δεδομένων.**

Τα πιο επιτυχημένα παραδείγματα (OU, Harvard) βασίζονται σε στιβαρές υποδομές καταγραφής και ανάλυσης δεδομένων.

✓ **Η AI λειτουργεί καλύτερα όταν υπάρχει θεσμική στρατηγική.**

Πανεπιστήμια όπως το OU και το UOC διαθέτουν κεντρικές μονάδες learning analytics.

✓ **Τα chatbots έχουν υψηλή αξία, αλλά απαιτούν διαρκή συντήρηση.**

Η ANU αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα όπου το NLP χρειάζεται συνεχή επανεκπαίδευση.

✓ **Οι προγνωστικές αναλύσεις έχουν άμεσα μετρήσιμα αποτελέσματα.**

Το Open University έχει αποδείξει την αποτελεσματικότητά τους.

✓ **Η AI δεν αντικαθιστά την παιδαγωγική, την ενισχύει.**

Τα πιο επιτυχημένα μοντέλα είναι υβριδικά: AI + ανθρώπινος εκπαιδευτής.

Η διεθνής εμπειρία δείχνει ότι η ενσωμάτωση AI στα LMS, και ιδιαίτερα στο Moodle, μπορεί να οδηγήσει σε:

- ποιοτικότερη διδασκαλία,
- στοχευμένη υποστήριξη εκπαιδευομένων,
- μείωση μαθησιακών αποτυχιών,
- εξατομίκευση μαθησιακών διαδρομών,
- αποτελεσματικότερη λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων.

Ωστόσο, επιτυχημένη υλοποίηση απαιτεί: **τεχνική υποδομή, σχεδιασμό, διαφάνεια, και συνεχή αξιολόγηση.**

6.8 Πραγματικές Εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Την τελευταία πενταετία έχει πραγματοποιηθεί μια θεαματική αύξηση στη χρήση τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία. Από τα συστήματα εξατομίκευσης μάθησης έως τα αυτόματα εργαλεία αξιολόγησης και τους ευφυείς βοηθούς εκπαιδευομένων, η AI έχει πλέον ενσωματωθεί ενεργά σε ένα μεγάλο εύρος μαθησιακών δραστηριοτήτων. Η εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών υποστηρίζεται από πρόσφατες ερευνητικές εξελίξεις σε machine learning, learning analytics, generative AI και natural language processing (Holmes et al., 2020· Kasneci et al., 2023).

Οι παρακάτω κατηγορίες αντιπροσωπεύουν τις σημαντικότερες σύγχρονες και πραγματικές εφαρμογές AI στην εκπαίδευση, με άμεση σχέση προς τα LMS όπως το Moodle.

❖ **Εξατομικευμένα Συστήματα Μάθησης (Adaptive Learning Systems)**

Τα adaptive learning συστήματα αποτελούν έναν από τους πλέον εξελιγμένους τομείς εφαρμογής AI στην εκπαίδευση. Βασίζονται σε αλγορίθμους που αναλύουν:

- την επίδοση του εκπαιδευομένου,
- τη συμπεριφορά πλοήγησης,
- τον χρόνο ολοκλήρωσης δραστηριοτήτων,
- τα μοτίβα λαθών.

Σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες, νέα μοντέλα adaptive learning που βασίζονται σε deep learning αυξάνουν τη μαθησιακή αποτελεσματικότητα κατά 20–30% (Saqr & Nouri, 2020).
Σημαντικά παραδείγματα (μετά το 2020):

Knewton Alta (2021–2024): προσαρμογή δραστηριοτήτων σε πραγματικό χρόνο.

Smart Sparrow Adaptive Platform (2020+): εξατομίκευση πολυμεσικού περιεχομένου.

Coursera Machine-Learning Personalization Engine (2022+): συστάσεις μαθημάτων.

Στο Moodle, αντίστοιχα μοντέλα μπορούν να υλοποιηθούν μέσω AI plugins και εξωτερικών recommendation engines.

- **Προγνωστικά Μοντέλα Απόδοσης και Dropout Prediction (Predictive Analytics)**

Οι πιο πρόσφατες εφαρμογές περιλαμβάνουν:

OU Analyse 2.0 (2021–2024) του Open University: νέο σύστημα πρόβλεψης που εντοπίζει φοιτητές υψηλού κινδύνου εγκατάλειψης με ακρίβεια που ξεπερνά το 85% (Hlosta et al., 2021).

Student Success System (2020–2023) στο University of Queensland: real-time risk scoring με gradient boosting.

AI-enabled dashboards στο HarvardX (2022+): μοντέλα πρόβλεψης engagement με ML pipelines.

Τα predictive models διασυνδέονται πλέον με LMS όπως το Moodle μέσω:

- ✓ Moodle Analytics API (2022–2024 updates),
- ✓ IntelliBoard Predictive Dashboards (2023–2024),
- ✓ custom ML integrations.

- **Ευφυή Συστήματα Διδασκαλίας (Intelligent Tutoring Systems – ITS)**

Τα ITS έχουν εξελιχθεί ραγδαία με την είσοδο deep learning και NLP.
Μετά το 2020, νέα συστήματα υποστήριξης μάθησης προσφέρουν:

- προσωποποιημένο feedback σε φυσική γλώσσα,
- αυτόματο εντοπισμό παρανοήσεων,
- real-time καθοδήγηση βασισμένη σε AI,
- micro-tutoring sessions μέσω LLMs.

❖ **Αυτοματοποιημένη Αξιολόγηση και Ανατροφοδότηση (AI-based Assessment)**

Τα τελευταία χρόνια έχουν κυκλοφορήσει προηγμένα εργαλεία αξιολόγησης με AI, ιδιαίτερα μετά την πρόοδο των LLMs.

Τέτοιες πραγματικές εφαρμογές την περίοδο 2020–2024 είναι:

Gradescope AI (2020–2024): αυτόματη διόρθωση κώδικα και μαθηματικών.

Turnitin with AI Writing Detection (2023–2024): ανατροφοδότηση σε κείμενα με NLP.

ETS e-rater NextGen (2021+): αυτόματη ανάλυση γραπτού λόγου.

AI short-answer graders ενσωματωμένα σε LMS (2023–2024).

Στο Moodle, αυτά ενσωματώνονται με:

- OpenAI-based grading plugins (2023–2024),
- AI Quiz Question Generators (2022–2024),
- automated short-answer evaluators (2023–2024).

❖ **Chatbots & AI Virtual Assistants (NLP-based Student Support)**

Μετά το 2020, τα εκπαιδευτικά ιδρύματα αξιοποιούν γενετικά μοντέλα και NLP συστήματα για:

- απάντηση ερωτήσεων εκπαιδευομένων,
- καθοδήγηση για προθεσμίες & διαδικασίες,
- αυτοματοποιημένη υποστήριξη 24/7,
- μείωση φόρτου επικοινωνίας για εκπαιδευτές.

Σημαντικά παραδείγματα:

ANU Virtual Assistant (2021–2024), συνδεδεμένο με Moodle.

Microsoft Azure University Bots (2021–2024), πληροφοριακά bots για υποστήριξη εκπαιδευομένων.

Η χρήση LLMs (Large Language Models) έχει εκτοξεύσει την ποιότητα των απαντήσεων (Kasneci et al., 2023).

❖ **Generative AI & Εκπαίδευση (2023–2024)**

Η εμφάνιση του ChatGPT (2022+) οδήγησε σε νέες εξαιρετικά ισχυρές εφαρμογές:

- παραγωγή εξατομικευμένων σημειώσεων,
- δημιουργία quiz και ασκήσεων,
- αυτόματη συγγραφή feedback,
- μετατροπή σύνθετων εννοιών σε παραδείγματα,
- αυτόματη εξήγηση λαθών εκπαιδευομένων.

Τα generative AI εργαλεία θεωρούνται τώρα «μετασχηματιστικές τεχνολογίες» στην εκπαίδευση (Dwivedi et al., 2023).

Από την ανάλυση των σύγχρονων εφαρμογών προκύπτει ότι:

- **Η AI έχει πλέον καθιερωθεί ως εργαλείο καθημερινής χρήσης στην εκπαίδευση.**
- **Το Moodle μπορεί να ενσωματώσει όλες τις παραπάνω τεχνολογίες μέσω plugins και APIs.**
- **Τα μεγαλύτερα οφέλη προκύπτουν από predictive analytics, adaptive learning και NLP.**
- **Τα LLMs (2022–2024) έχουν ανοίξει έναν εντελώς νέο δρόμο για αυτοματοποιημένη ανατροφοδότηση και υποστήριξη εκπαιδευομένων.**
- **Η τεχνητή νοημοσύνη δεν αντικαθιστά τους εκπαιδευτικούς, τους ενισχύει, βελτιώνοντας τη στοχευμένη και προσωποποιημένη διδασκαλία.**

6.9 Οφέλη και Προκλήσεις της Ενσωμάτωσης Τεχνητής Νοημοσύνης στο Moodle

Η εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης σε συστήματα διαχείρισης μάθησης, όπως το Moodle, έχει αναδειχθεί σε βασικό παράγοντα καινοτομίας στην εκπαίδευση. Η περίοδος 2021–2024 χαρακτηρίζεται από σημαντικές εξελίξεις, ιδίως με την εμφάνιση των generative AI μοντέλων, την ωρίμανση των learning analytics, την ανάπτυξη διαφανούς τεχνητής νοημοσύνης και το νέο κανονιστικό πλαίσιο της ΕΕ (AI Act, 2024). Παράλληλα, αναδεικνύονται νέες προκλήσεις που σχετίζονται με δεοντολογία, ποιότητα δεδομένων, bias, ασφάλεια και παιδαγωγική εφαρμοσιμότητα.

❖ Οφέλη

Τα βασικά οφέλη που προκύπτουν από την ενσωμάτωση της AI στο Moodle:

1. Εξατομίκευση μαθησιακής εμπειρίας (Personalized Learning)

Η AI επιτρέπει τη δημιουργία εξατομικευμένων μαθησιακών διαδρομών με βάση:την προηγούμενη επίδοση, τα λάθη, τη συμπεριφορά πλοήγησης, το επίπεδο εμπλοκής.

Τα adaptive learning συστήματα δείχνουν αύξηση της μαθησιακής αποτελεσματικότητας και της κατανόησης, ιδιαίτερα σε περιβάλλοντα ανώτατης εκπαίδευσης (Saqr & Nouri, 2021).

2. Ενίσχυση της αξιολόγησης και της ανατροφοδότησης

Από το 2022 και μετά, τα γενετικά μοντέλα επιτρέπουν: άμεση ανατροφοδότηση σε γραπτές εργασίες, ανάλυση κειμένου με NLP, αυτόματη βαθμολόγηση σύντομων απαντήσεων, ταχεία διόρθωση κώδικα (Gradescope AI, 2021–2024).

Σύμφωνα με σύγχρονες μελέτες, η AI μπορεί να μειώσει τον χρόνο αξιολόγησης έως και 60% χωρίς σημαντική απώλεια ακρίβειας (Kasneci et al., 2023).

3. Πρόληψη εγκατάλειψης μαθημάτων (Dropout Prevention)

Τα predictive analytics συστήματα μετά το 2021 καταγράφουν εντυπωσιακή ακρίβεια πρόβλεψης (μέχρι και 85% σε open-university settings).

Το Moodle υποστηρίζει πλέον: *risk scoring*, *early-warning notifications*, *engagement dashboards*.

Τα πανεπιστήμια που χρησιμοποιούν αναβαθμισμένα analytics (π.χ. Open University, UOC Barcelona) παρουσιάζουν μείωση εγκατάλειψης 10–25% (Hlosta et al., 2021).

4. Βελτίωση της προσβασιμότητας

Η AI ενισχύει τα LMS σε θέματα προσβασιμότητας: αυτόματη μετατροπή κειμένου σε φωνή (TTS). δημιουργία υποτίτλων σε πραγματικό χρόνο. μετατροπή σημειώσεων σε απλοποιημένη μορφή, προσαρμογή περιεχομένου για εκπαιδευόμενους με μαθησιακές δυσκολίες.

Ο Διεθνής Οργανισμός UNESCO (2021) αναγνωρίζει ότι η AI μπορεί να αποτελέσει σημαντικό εργαλείο για εκπαιδευτική ισότητα.

5. Ενίσχυση εκπαιδευτικών αποφάσεων (Data-driven Teaching)

Τα σύγχρονα analytics επιτρέπουν στους εκπαιδευτές να: εντοπίζουν αδύναμα σημεία εκπαιδευομένων, παρακολουθούν engagement patterns, προσαρμόζουν δραστηριότητες, αναλύουν τις στρατηγικές διδασκαλίας.

Η έρευνα δείχνει ότι οι διδάσκοντες που χρησιμοποιούν analytics βελτιώνουν την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας κατά 20–40% (Ifenthaler & Yau, 2022).

❖ Προκλήσεις

Οι βασικές προκλήσεις που προκύπτουν από την ενσωμάτωση της AI στο Moodle:

1. Κίνδυνος αλγοριθμικών μεροληψιών (Algorithmic Bias)

Τα μοντέλα AI μπορεί να παράγουν μεροληπτικές προβλέψεις εάν: τα δεδομένα εκπαίδευσης δεν αντιπροσωπεύουν όλους τους εκπαιδευόμενους, οι αλληλεπιδράσεις εξαρτώνται από εξωτερικούς παράγοντες (π.χ. πρόσβαση σε τεχνολογία), τα μοντέλα υπερ-προσαρμόζονται (overfitting). Οι μελέτες τονίζουν ότι, το bias αποτελεί μια από

τις μεγαλύτερες απειλές στην εκπαιδευτική AI (Veale & Borgesius, 2023· Kasneci et al., 2023).

2. Ζητήματα προστασίας προσωπικών δεδομένων (Privacy & GDPR)

Τα LMS, και ιδιαίτερα τα AI-enhanced συστήματα, επεξεργάζονται ευαίσθητα δεδομένα: logs συμπεριφοράς, επιδόσεις, αλληλεπιδράσεις, βιομετρικά δεδομένα (όπου επιτρέπεται), κείμενα και γραπτά φοιτητών. Ο GDPR επιβάλλει: αυστηρή ελαχιστοποίηση δεδομένων, ισχυρή συγκατάθεση, διαφάνεια, DPIA για ML συστήματα υψηλού κινδύνου. Το **AI Act (2024)** χαρακτηρίζει τα εκπαιδευτικά AI συστήματα ως **high-risk**, απαιτώντας πρόσθετα μέτρα ασφάλειας και τεκμηρίωσης.

3. Έλλειψη επεξηγησιμότητας (Explainability)

Πολλά μοντέλα, ιδιαίτερα τα deep learning και τα LLMs: λειτουργούν ως black-box, δυσκολεύουν την ερμηνεία, μειώνουν την εμπιστοσύνη των χρηστών. Το AI Act (2024) απαιτεί: μοντέλα με υψηλή διαφάνεια, επεξηγήσιμα αποτελέσματα, δυνατότητα ανθρώπινης παρέμβασης. Η έλλειψη explainability είναι μια από τις κύριες ανησυχίες της βιβλιογραφίας (Dwivedi et al., 2023).

4. Τεχνική πολυπλοκότητα και κόστος υλοποίησης

Τα σύγχρονα AI συστήματα απαιτούν: τεχνική εξειδίκευση, υποδομές ML pipelines, υψηλή ασφάλεια δεδομένων, συνεχή ενημέρωση μοντέλων. Οι οργανισμοί συχνά αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην: εκπαίδευση προσωπικού, ενσωμάτωση AI add-ons στο Moodle, κάλυψη αναγκών συντήρησης.

5. Παιδαγωγικές προκλήσεις

Η AI μπορεί να οδηγήσει σε: υπερ-εξάρτηση από τα μοντέλα, μείωση κριτικής σκέψης, ανισότητες μεταξύ εκπαιδευομένων. Στη βιβλιογραφία αναφέρεται, ότι η επιτυχία της AI στην εκπαίδευση εξαρτάται από τον *συνδυασμό τεχνολογίας και παιδαγωγικής*, όχι από την τεχνολογία μόνο (Luckin, 2022).

Τα τελευταία χρόνια, ειδικά την περίοδο 2021–2024 έχει δείξει **ότι η ΤΝ στο Moodle μπορεί να προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα για εκπαιδευόμενους και εκπαιδευτικούς, υπό την προϋπόθεση ότι: εφαρμόζεται με διαφάνεια, χρησιμοποιούνται ποιοτικά δεδομένα, υπάρχει επαρκής παιδαγωγικός σχεδιασμός, λαμβάνονται μέτρα για bias, ιδιωτικότητα και explainability.**

Τα εκπαιδευτικά ιδρύματα που επενδύουν σε υπεύθυνη AI παρουσιάζουν: καλύτερη μαθησιακή εμπειρία, βελτιωμένη παρακολούθηση προόδου, υψηλότερα ποσοστά επιτυχίας, μεγαλύτερη ικανοποίηση εκπαιδευομένων.

6.10 Σύνδεση της Μελέτης Περίπτωσης με τα Ερευνητικά Ερωτήματα

Η μελέτη περίπτωσης που παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 6 έχει σκοπό να απαντήσει στα βασικά ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας σχετικά με τον ρόλο της Τεχνητής Νοημοσύνης στο Moodle και την ευρύτερη εκπαιδευτική διαδικασία. Η σύνδεση των ευρημάτων με τα ερευνητικά ερωτήματα επιτρέπει την ερμηνεία των αποτελεσμάτων, τον έλεγχο της εγκυρότητας της ανάλυσης και τη διαμόρφωση τελικών συμπερασμάτων που βασίζονται σε τεκμηριωμένα δεδομένα.

Παρακάτω παρουσιάζεται η συστηματική σύνδεση των αποτελεσμάτων της μελέτης περίπτωσης (6.3–6.8) με κάθε ερευνητικό ερώτημα.

Ερευνητικό Ερώτημα 1:

Πώς εξελίσσεται το Moodle από ένα παραδοσιακό πληροφοριακό σύστημα σε ένα σύγχρονο AI-enhanced LMS;

Οι ενότητες 6.2–6.4 έδειξαν ότι το Moodle έχει μεταβληθεί σημαντικά μετά το 2021, ενσωματώνοντας: εργαλεία learning analytics (Moodle Analytics API, IntelliBoard), AI-based auto-feedback μηχανισμούς, recommendation systems, predictive models για πρόβλεψη επίδοσης, υποστήριξη NLP και generative AI μέσω νέων plugins.

Σύμφωνα με τη σύγχρονη βιβλιογραφία (Sun et al., 2023· Rana et al., 2022), αυτή η εξέλιξη συνδέεται με την ευρύτερη τάση των LMS να λειτουργούν ως ευφυή συστήματα μάθησης.

Συμπέρασμα: **Το Moodle εξελίσσεται μέσω της σταδιακής υιοθέτησης AI τεχνολογιών και της μετατροπής του σε δυναμικό, προσαρμοστικό LMS.**

Ερευνητικό Ερώτημα 2:

Ποια είναι τα βασικά οφέλη από την ενσωμάτωση Τεχνητής Νοημοσύνης στο Moodle;

Στην ενότητα 6.8 αναλύθηκαν τα οφέλη με βάση σύγχρονες μελέτες (2021–2024): **Εξατομίκευση μάθησης** (Saqr & Nouri, 2021), **Αυτοματοποίηση αξιολόγησης και feedback** (Kasneci et al., 2023), **Πρόληψη εγκατάλειψης μαθημάτων** μέσω predictive analytics (Hlosta et al., 2021), **Βελτίωση προσβασιμότητας** (UNESCO, 2021), **Υποστήριξη εκπαιδευτικών αποφάσεων** (Ifenthaler & Yau, 2022).

Τα ευρήματα της μελέτης περίπτωσης επιβεβαιώνουν ότι η ενσωμάτωση AI στο Moodle οδηγεί σε σαφώς μετρήσιμα οφέλη για εκπαιδευόμενους και εκπαιδευτικούς.

Συμπέρασμα: **Η AI ενισχύει την εξατομίκευση, την ανατροφοδότηση, τη διαχείριση δεδομένων και την υποστήριξη εκπαιδευομένων.**

Ερευνητικό Ερώτημα 3:

Ποιες προκλήσεις και περιορισμοί προκύπτουν από τη χρήση AI στο Moodle;

Σύμφωνα με όσα παρουσιάστηκαν στην ενότητα 6.8, οι βασικές προκλήσεις περιλαμβάνουν: **Αλγοριθμικές μεροληψίες (bias)** (Veale & Borgesius, 2023),

Ζητήματα ιδιωτικότητας και GDPR (AI Act, 2024), **Έλλειψη επεξηγησιμότητας (explainability)** (Dwivedi et al., 2023), **Τεχνική πολυπλοκότητα και κόστος υλοποίησης, Παιδαγωγικές δυσκολίες** σε μοντέλα που υπερεξαρτώνται από AI

Τα ευρήματα της μελέτης περίπτωσης επικυρώνουν ότι, παρά τα οφέλη, υπάρχουν σημαντικές οργανωσιακές και ηθικές προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν.

Συμπέρασμα: **Η χρήση AI στο Moodle συνοδεύεται από ουσιαστικούς κινδύνους που απαιτούν προσεκτική διαχείριση.**

Ερευνητικό Ερώτημα 4:

Ποιες διεθνείς πρακτικές ενσωμάτωσης AI σε LMS μπορούν να υιοθετηθούν στο Moodle;

Η ενότητα 6.6 ανέδειξε κορυφαίες διεθνείς πρακτικές (2021–2024): **OU Analyse 2.0** (Open University) - predictive analytics υψηλής ακρίβειας, **AI personalization στο HarvardX** - machine learning για adaptive content, **ANU Virtual Assistant (2021–2024)** – AI chatbot συνδεδεμένο με Moodle, **UOC Barcelona** – NLP για feedback και recommendation systems.

Σύμφωνα με τις μελέτες (Kasneci et al., 2023; Sun et al., 2023), τα παραπάνω αποτελούν διεθνή πρότυπα τα οποία μπορούν να υιοθετηθούν σε Moodle-βασισμένα συστήματα.

Συμπέρασμα: **υπάρχουν ισχυρές διεθνείς πρακτικές που δείχνουν πώς μπορεί να γίνει αποτελεσματική AI ενσωμάτωση.**

Ερευνητικό Ερώτημα 5:

Πώς μπορεί η AI να υποστηρίξει ουσιαστικά τους εκπαιδευομένους και εκπαιδευτικούς;

Οι ενότητες 6.7 και 6.8 παρουσιάζουν ότι η AI υποστηρίζει:

<u>Για εκπαιδευομένους</u>: την εξατομικευμένη μάθηση, άμεση ανατροφοδότηση, βοήθεια 24/7 μέσω chatbots, πρόληψη αποτυχίας μέσω predictive analytics.

<u>Για εκπαιδευτικούς</u>: ανάλυση engagement, auto-feedback και grading, υποστήριξη λήψης αποφάσεων, ευκολότερη διαχείριση μαθημάτων.

Σύμφωνα με όλες τις σύγχρονες έρευνες (2021–2024) επιβεβαιώνεται ότι η AI ενισχύει τον ρόλο του εκπαιδευτικού αντί να τον υποκαθιστά (Luckin, 2022).

Συμπέρασμα: **η AI λειτουργεί ως εργαλείο ενίσχυσης της μάθησης και υποστήριξης διδασκόντων.**

Η μελέτη περίπτωσης μας έδωσε σαφείς απαντήσεις σε όλα τα ερευνητικά ερωτήματα, μέσω: ανάλυσης AI εργαλείων (6.3), σύγκρισης AI–IS συστημάτων (6.4), κριτικής

αξιολόγησης add-ons (6.5), διεθνών πρακτικών (6.6), πραγματικών εφαρμογών (6.7), οφελών και προκλήσεων (6.8).

6.11 Συμπεράσματα της Μελέτης Περίπτωσης

Η μελέτη περίπτωσης που παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 6 ανέδειξε τη μετάβαση του Moodle από ένα παραδοσιακό πληροφοριακό σύστημα σε ένα σύγχρονο, δυναμικό και ευφυές περιβάλλον μάθησης με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης. Τα ευρήματα, βασισμένα σε πρόσφατη διεθνή βιβλιογραφία (2021–2024), δείχνουν ότι η ενσωμάτωση AI προσφέρει σημαντικές δυνατότητες για εξατομίκευση, αυτοματοποίηση, ανάλυση δεδομένων και υποστήριξη εκπαιδευτικών αποφάσεων.

Παρακάτω συνοψίζονται τα βασικά συμπεράσματα της μελέτης:

❖ **Η AI μετασχηματίζει ριζικά το Moodle σε AI-enhanced LMS**

Η ανάλυση έδειξε ότι το Moodle έχει εξελιχθεί από ένα κλασικό LMS σε ένα **AI-driven learning environment** μέσω: learning analytics, predictive models, recommendation systems, automated feedback & grading, NLP chatbots και virtual assistants, adaptive learning plugins.

Οι εξελίξεις αυτές συνάδουν με την παγκόσμια τάση όπου η εκπαίδευση αξιοποιεί AI για τη δημιουργία "ευφυών ψηφιακών οικοσυστημάτων" (Sun et al., 2023).

❖ **Τα οφέλη είναι σημαντικά και τεκμηριωμένα**

Τα ευρήματα επιβεβαιώνουν ότι η ενσωμάτωση AI στο Moodle προσφέρει:

- ✓ **Εξατομικευμένες μαθησιακές εμπειρίες** που αυξάνουν την εμπλοκή (Saqr & Nouri, 2021).
- ✓ **Αυτόματη αξιολόγηση** και ποιοτική ανατροφοδότηση σε σύντομο χρόνο (Kasneci et al., 2023).
- ✓ **Πρόβλεψη αποτυχίας ή εγκατάλειψης**, επιτρέποντας έγκαιρες παρεμβάσεις (Hlosta et al., 2021).
- ✓ **Βελτιωμένη προσβασιμότητα**, ειδικά για φοιτητές με μαθησιακές δυσκολίες.
- ✓ **Ενίσχυση της λήψης αποφάσεων** για εκπαιδευτικούς μέσω data-driven analytics (Ifenthaler & Yau, 2022).

Το Moodle μπορεί, επομένως, να υποστηρίξει μια πιο αποτελεσματική, ευέλικτη και ανθρώπινη μαθησιακή διαδικασία.

❖ **Ωστόσο, οι προκλήσεις παραμένουν ουσιαστικές**

Η μελέτη ανέδειξε κρίσιμα ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν:

- ➢ Αλγοριθμική μεροληψία και δίκαιη χρήση δεδομένων (Veale & Borgesius, 2023).

- Ζητήματα προστασίας ιδιωτικότητας και GDPR (AI Act, 2024).
- Έλλειψη επεξηγησιμότητας σε black-box μοντέλα (Dwivedi et al., 2023).
- Τεχνική πολυπλοκότητα ενσωμάτωσης AI στο Moodle.
- Ανάγκη ενίσχυσης ψηφιακών δεξιοτήτων εκπαιδευτικών και φοιτητών.

Αυτές οι προκλήσεις δεν αναιρούν τα οφέλη, αλλά απαιτούν υπεύθυνη και στρατηγική προσέγγιση.

❖ **Διεθνείς καλές πρακτικές ως οδηγός για το Moodle**

Η ανάλυση διεθνών εφαρμογών (OU, Harvard, ANU, UOC Barcelona) έδειξε ότι η χρήση AI σε LMS είναι αποδοτική όταν:

- ✓ υπάρχει κεντρική στρατηγική,
- ✓ εφαρμόζονται ποιοτικοί μηχανισμοί analytics,
- ✓ διασφαλίζεται η ηθική χρήση της τεχνολογίας,
- ✓ εκπαιδεύεται το προσωπικό σε data literacy και AI literacy.

Τα εκπαιδευτικά ιδρύματα που επενδύουν σε διαφανείς και υπεύθυνες AI πρακτικές έχουν τα καλύτερα αποτελέσματα.

❖ **Η AI ενισχύει και δεν αντικαθιστά τον εκπαιδευτικό**

Ένα σημαντικό συμπέρασμα είναι ότι η AI λειτουργεί ως **υποστηρικτικός μηχανισμός** και όχι ως υποκατάστατο του εκπαιδευτικού:

- ✓ παρέχει δεδομένα,
- ✓ ενισχύει ανατροφοδότηση,
- ✓ αυτοματοποιεί τεχνικές εργασίες,
- ✓ βελτιώνει την εικόνα προόδου κάθε εκπαιδευόμενου.

Η σύγχρονη βιβλιογραφία επιβεβαιώνει ότι ο εκπαιδευτικός παραμένει ο κεντρικός παράγοντας στη μαθησιακή διαδικασία (Luckin, 2022).

❖ **Γενικό συμπέρασμα της μελέτης**

Συνολικά, η AI αποτελεί σημαντικό μοχλό μετασχηματισμού του Moodle σε ένα σύγχρονο, ευφυές και προσαρμοστικό LMS. Η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης:

- ✓ **βελτιώνει την ποιότητα διδασκαλίας,**
- ✓ **ενισχύει την εμπλοκή των εκπαιδευομένων,**
- ✓ **μειώνει την εγκατάλειψη μαθημάτων,**
- ✓ **προσφέρει προσωποποιημένη μάθηση,**
- ✓ **υποστηρίζει τον εκπαιδευτικό ρόλο,**
- ✓ **και προετοιμάζει τα ιδρύματα για το μέλλον της εκπαίδευσης.**

Ωστόσο, η υλοποίηση πρέπει να γίνει με βάση τα διεθνή πρότυπα δεοντολογίας και συμμόρφωσης ώστε να διασφαλιστεί η προστασία δεδομένων, η διαφάνεια και η δικαιοσύνη στη χρήση της AI στην εκπαίδευση.

Το Κεφάλαιο 6 εξέτασε σε βάθος τη μελέτη περίπτωσης της εξέλιξης του Moodle σε ένα σύγχρονο AI-enhanced LMS. Μέσα από συστηματική ανάλυση των τεχνολογικών, παιδαγωγικών και οργανωσιακών πτυχών της ενσωμάτωσης Τεχνητής Νοημοσύνης, αναδείχθηκαν ουσιαστικές διαστάσεις που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα και τη χρησιμότητα των συστημάτων μάθησης στη σύγχρονη εκπαίδευση.

Σε αυτό το σημείο θα συνοψίσουμε τα κεντρικά σημεία της μελέτης περίπτωσης και πώς αυτά συνδέονται με τα γενικά συμπεράσματα της πτυχιακής διατριβής.

Συγκεκριμένα η ανάλυση έδειξε ότι:

- Το **Moodle**, ως παραδοσιακό πληροφοριακό σύστημα, απέκτησε νέες δυνατότητες μέσω AI εργαλείων και επεκτάσεων (learning analytics, NLP, adaptive learning).
- Η μετάβαση από το κλασικό Πληροφοριακό Σύστημα (IS) στο **AI-driven LMS** αποτελεί διεθνή τάση που επηρεάζει ριζικά τον τρόπο σχεδιασμού και παροχής ψηφιακής εκπαίδευσης.
- Οι πραγματικές εφαρμογές AI δείχνουν ότι η ενσωμάτωση τεχνητής νοημοσύνης οδηγεί σε **βελτιωμένη εξατομίκευση, αυτοματοποίηση και υποστήριξη** της μάθησης.
- Τα διεθνή παραδείγματα από κορυφαία εκπαιδευτικά ιδρύματα όπως OU, Harvard, ANU, UOC Barcelona, αναδεικνύουν πρότυπα εφαρμογής που μπορούν να αξιοποιηθούν από ιδρύματα που χρησιμοποιούν Moodle.

Κλείνοντας, μπορούμε να πούμε ότι στο κεφάλαιο αυτό τεκμηριώνεται ότι η AI έχει καταστεί κρίσιμος παράγοντας εκπαιδευτικής καινοτομίας.

❖ Σύνδεση με τα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας

Η μελέτη περίπτωσης κατέστησε δυνατό να απαντηθούν πλήρως τα ερευνητικά ερωτήματα και συγκεκριμένα: Το RQ1 (εξέλιξη Moodle → AI LMS) επιβεβαιώθηκε μέσω των τεχνολογικών αλλαγών που παρουσιάστηκαν. Το RQ2 (οφέλη) και το RQ3 (προκλήσεις) τεκμηριώθηκαν από σύγχρονες εφαρμογές και βιβλιογραφία 2021–2024. Το RQ4 (διεθνείς πρακτικές) αναλύθηκε μέσω μελετών από μεγάλα εκπαιδευτικά ιδρύματα. Το RQ5 (υποστήριξη εκπαιδευομένων και εκπαιδευτικών) επιβεβαιώθηκε από την εξέταση της επίδρασης analytics, NLP και adaptive learning.

Η μελέτη περίπτωσης που ερευνήσαμε, αποτέλεσε ένα σωστά δομημένο και επαρκές ερευνητικό πλαίσιο για την κατανόηση της σχέσης μεταξύ Moodle και AI.

❖ Μεθοδολογική και θεωρητική συμβολή

Η μελέτη περίπτωσης συνέβαλε: στη σύνδεση θεωρητικών εννοιών (AI, LMS, IS, learning analytics) με πραγματικές εφαρμογές, στην κατανόηση των τεχνικών και παιδαγωγικών παραμέτρων της AI στην εκπαίδευση, στη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου μοντέλου αξιολόγησης AI στο Moodle, στην ανάδειξη πρακτικών και στρατηγικών υιοθέτησης βασισμένων σε σύγχρονα δεδομένα.

Η συμβολή αυτή αποτελεί κρίσιμο στοιχείο των τελικών συμπερασμάτων της εργασίας.

❖ **Σύνδεση με τα τελικά συμπεράσματα της πτυχιακής**

Τα ευρήματα του Κεφαλαίου 6 οδηγούν άμεσα στο επόμενο κεφάλαιο (Κεφάλαιο 7), όπου παρουσιάζονται: η **τελική συνολική αξιολόγηση** της εφαρμογής AI στην εκπαίδευση, η **κριτική ανάλυση** των δυνατοτήτων και περιορισμών, τα **συμπεράσματα** για το μέλλον της τεχνητής νοημοσύνης σε Moodle-βασισμένα περιβάλλοντα, οι **προτάσεις για μελλοντική έρευνα**.

Κλείνοντας αυτό το κεφάλαιο μπορούμε να πούμε ότι η μελέτη περίπτωσης επιβεβαιώνει ότι:

Η Τεχνητή Νοημοσύνη αποτελεί πλέον βασικό μοχλό μετασχηματισμού του Moodle σε ένα έξυπνο, προσαρμοστικό και αποδοτικό σύστημα μάθησης, με βαθιά επίδραση στη μαθησιακή εμπειρία και στις παιδαγωγικές πρακτικές.

Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα και Προτάσεις

Το κεφάλαιο αυτό συνοψίζει τα βασικά ευρήματα της έρευνας, απαντά στα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν στο Κεφάλαιο 1.3 και αναδεικνύει τη συμβολή της μελέτης στην κατανόηση της μετάβασης από τα Πληροφοριακά Συστήματα (IS) στα Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης (AI Systems) στον χώρο της εκπαίδευσης. Παράλληλα, διατυπώνονται προτάσεις για την αξιοποίηση της AI στην ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα, καθώς και κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα.

7.1 Συνοπτική Παρουσίαση Ευρημάτων

Η έρευνα ανέδειξε ότι τα παραδοσιακά Πληροφοριακά Συστήματα έχουν διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στη διαχείριση δεδομένων και υποστήριξη οργανωσιακών διαδικασιών. Ωστόσο, οι εγγενείς περιορισμοί τους, όπως η στατικότητα, η περιορισμένη προσαρμοστικότητα και η αδυναμία αξιοποίησης μεγάλων όγκων δεδομένων, καθιστούν αναγκαία τη μετάβαση σε πιο ευέλικτα και ευφυή συστήματα.

Η Τεχνητή Νοημοσύνη προσφέρει τεχνολογικές δυνατότητες που υπερβαίνουν αυτούς τους περιορισμούς. Μέσω τεχνικών όπως η μηχανική μάθηση, η βαθιά μάθηση και η επεξεργασία φυσικής γλώσσας, τα AI Systems είναι ικανά να μαθαίνουν, να προσαρμόζονται και να προσφέρουν εξατομικευμένη υποστήριξη στους χρήστες.

Ειδικά στην εκπαίδευση, οι τεχνολογίες AI επιτρέπουν:

- ✓ συστήματα προσαρμοστικής μάθησης (adaptive learning),
- ✓ ανάλυση εκπαιδευτικών δεδομένων (learning analytics),
- ✓ αυτοματοποιημένη αξιολόγηση,
- ✓ υποστήριξη μέσω chatbots και NLP,
- ✓ ανάλυση συναισθήματος και προγνωστικά μοντέλα.

Η μελέτη περίπτωσης του Moodle επιβεβαίωσε ότι ένα παραδοσιακό LMS μπορεί να εξελιχθεί σε ευφυές σύστημα μέσω της ενσωμάτωσης AI εργαλείων. Τα ευρήματα δείχνουν ότι η προσθήκη λειτουργιών AI ενισχύει την εξατομίκευση, την αλληλεπίδραση, την υποστήριξη των εκπαιδευομένων και την αποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών διαδικασιών.

7.2 Κύρια Συμπεράσματα

1. Η Τεχνητή Νοημοσύνη λειτουργεί συμπληρωματικά και μετασχηματιστικά στα παραδοσιακά Πληροφοριακά Συστήματα (IS).

Τα AI Systems δεν αντικαθιστούν απλώς τα Πληροφοριακά Συστήματα (IS), αλλά επεκτείνουν τις δυνατότητές τους. Εισάγουν δυναμική μάθηση, ευελιξία και αυτονομία, στοιχεία που απουσιάζουν από τα κλασικά Πληροφοριακά Συστήματα.

2. Η μετάβαση από τα Πληροφοριακά Συστήμαατα (IS) → AI Systems είναι πολυπαραγοντική.

Οφείλεται σε τεχνολογικές εξελίξεις, ανάγκες προσαρμογής, αυξανόμενη πολυπλοκότητα δεδομένων και οργανωσιακές απαιτήσεις για αυτοματοποίηση, ταχύτητα και εξατομίκευση.

3. Η εφαρμογή της AI στην εκπαίδευση αλλάζει θεμελιωδώς τη μαθησιακή διαδικασία.

Η AI ενισχύει τον ρόλο του εκπαιδευτικού, υποστηρίζει την εξατομικευμένη μάθηση και βελτιώνει την εμπειρία των εκπαιδευομένων. Παράλληλα, προσφέρει εργαλεία έγκαιρης διάγνωσης μαθησιακών δυσκολιών και βελτίωσης της διδασκαλίας.

4. Παρά τις δυνατότητες, ανακύπτουν σημαντικές προκλήσεις.

Οι κύριες προκλήσεις αφορούν:

- ζητήματα διαφάνειας και ερμηνευσιμότητας των μοντέλων,
- κινδύνους μεροληψίας και παραπληροφόρησης,
- θέματα προστασίας προσωπικών δεδομένων (ιδίως σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα),
- ανάγκη επιμόρφωσης εκπαιδευτικών,
- ηθικά και κανονιστικά ζητήματα (AI Act, GDPR).

5. Το Moodle αποτελεί ενδεικτικό παράδειγμα επιτυχούς μετάβασης σε ευφυές LMS.

Η μελέτη περίπτωσης έδειξε ότι η ενσωμάτωση AI λειτουργιών:

- ✓ αυξάνει την αλληλεπίδραση,
- ✓ υποστηρίζει τη μάθηση,
- ✓ ενισχύει την προγνωστική ανάλυση,
- ✓ βελτιώνει την εμπειρία χρήστη.

6. Το σημαντικότερο εύρημα αφορά τον μετασχηματισμό του LMS από «διοικητικό εργαλείο» σε «ευφυή μαθησιακό συνεργάτη».
Η έρευνα ανέδειξε ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη δεν βελτιώνει απλώς επιμέρους λειτουργίες των Πληροφοριακών Συστημάτων, αλλά μετασχηματίζει ριζικά τον ρόλο και τη λειτουργία τους. Στο πλαίσιο της εκπαίδευσης, το LMS εξελίσσεται από μία στατική πλατφόρμα διαχείρισης υλικού σε ένα δυναμικό οικοσύστημα που «μαθαίνει» από τα δεδομένα, προβλέπει ανάγκες των εκπαιδευομένων, υποστηρίζει την εξατομικευμένη μάθηση και προσφέρει άμεση, προσαρμοστική ανατροφοδότηση. Η μετατόπιση αυτή αποτελεί τον πυρήνα του μετασχηματισμού από τα Πληροφοριακά Συστήματα (IS) → AI Systems και σηματοδοτεί την αναδυόμενη εποχή των ευφυών, data-driven μαθησιακών περιβαλλόντων.

7.3 Απαντήσεις στα Ερευνητικά Ερωτήματα

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν στο Κεφάλαιο 1.3, βασισμένες στη θεωρητική ανάλυση (Κεφάλαια 2–5) και στη μελέτη περίπτωσης του Moodle (Κεφάλαιο 6).

Ερευνητικό Ερώτημα 1:

Ποια είναι τα βασικά χαρακτηριστικά, οι λειτουργίες και οι περιορισμοί των παραδοσιακών Πληροφοριακών Συστημάτων (IS), και σε ποιο βαθμό ανταποκρίνονται στις σύγχρονες απαιτήσεις;

Απάντηση:
Όπως αναλύθηκε στο Κεφάλαιο 2, τα παραδοσιακά Πληροφοριακά Συστήματα χαρακτηρίζονται από σταθερή λειτουργικότητα, προσανατολισμό στη διαχείριση δεδομένων και υποστήριξη διοικητικών διαδικασιών. Παρέχουν ακρίβεια, οργάνωση και αυτοματοποίηση, ωστόσο παρουσιάζουν σημαντικούς περιορισμούς, όπως περιορισμένη προσαρμοστικότητα, δυσκολία επεξεργασίας μεγάλων όγκων δεδομένων και αδυναμία εξατομίκευσης. Οι αδυναμίες αυτές καθιστούν τα παραδοσιακά Πληροφοριακά Συστήματα (IS) ανεπαρκή για τις σύγχρονες τεχνολογικές και εκπαιδευτικές ανάγκες, γεγονός που ενισχύει την ανάγκη για πιο ευφυή και δυναμικά συστήματα.

Ερευνητικό Ερώτημα 2:

Ποιες τεχνολογικές, θεωρητικές και λειτουργικές εξελίξεις της Τεχνητής Νοημοσύνης καθιστούν αναγκαία τη μετάβαση από τα Πληροφοριακά Συστήματα (IS) στα AI Systems;

Απάντηση:
Στο Κεφάλαιο 3 παρουσιάστηκαν οι εξελίξεις της AI, όπως η μηχανική μάθηση, η βαθιά μάθηση και η επεξεργασία φυσικής γλώσσας, οι οποίες επιτρέπουν στα συστήματα να μαθαίνουν, να προβλέπουν και να αυτοματοποιούν σύνθετες λειτουργίες. Αυτές οι τεχνολογικές δυνατότητες, σε συνδυασμό με τις απαιτήσεις των οργανισμών για ανάλυση μεγάλων δεδομένων, ταχύτητα και εξατομίκευση, καθιστούν αναγκαία τη μετάβαση σε AI Systems. Επιπλέον, η ανάγκη για έξυπνη λήψη αποφάσεων και προγνωστική ανάλυση αναδεικνύει περαιτέρω την αναγκαιότητα της ενσωμάτωσης ευφυών τεχνολογιών.

Ερευνητικό Ερώτημα 3:

Με ποιους τρόπους διαφοροποιούνται ο κύκλος ζωής, η αρχιτεκτονική και η λειτουργικότητα των AI Systems σε σχέση με τα παραδοσιακά Πληροφοριακά Συστήματα (IS);

Απάντηση:
Όπως παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 4, ο κύκλος ζωής των AI Systems διαφοροποιείται σημαντικά από τα παραδοσιακά Πληροφοριακά Συστήματα (IS). Τα AI συστήματα απαιτούν συνεχή συλλογή δεδομένων, επανεκπαίδευση μοντέλων, αξιολόγηση απόδοσης και προσαρμογή. Η λειτουργικότητα τους είναι δυναμική και εξελίξιμη, σε αντίθεση με τα στατικά Πληροφοριακά Συστήματα (IS). Επιπλέον, η αρχιτεκτονική των AI Systems ενσωματώνει αλγοριθμικά μοντέλα, pipelines δεδομένων και

εξειδικευμένες υπολογιστικές υποδομές, καθιστώντας τα πιο ευέλικτα αλλά και πιο σύνθετα.

Ερευνητικό Ερώτημα 4:

Ποια είναι τα πλεονεκτήματα, οι προκλήσεις και οι κίνδυνοι από την ενσωμάτωση τεχνολογιών AI σε υφιστάμενα πληροφοριακά συστήματα;

Απάντηση:
Σύμφωνα με το Κεφάλαιο 4 και το Κεφάλαιο 5, τα πλεονεκτήματα περιλαμβάνουν αυτοματοποίηση διαδικασιών, προγνωστική ανάλυση, βελτίωση ακρίβειας και εξατομίκευση. Ωστόσο, η ενσωμάτωση AI συνεπάγεται σημαντικές προκλήσεις: ανάγκη για ποιοτικά δεδομένα, κινδύνους μεροληψίας, ζητήματα διαφάνειας, δυσκολίες διακυβέρνησης αλγορίθμων και αυξημένες απαιτήσεις συμμόρφωσης με κανονιστικά πλαίσια όπως το GDPR και το AI Act. Παράλληλα, υπάρχει ισχυρός οργανωσιακός αντίκτυπος, καθώς απαιτείται αναβάθμιση δεξιοτήτων, νέες δομές υποστήριξης και αλλαγή κουλτούρας.

Ερευνητικό Ερώτημα 5:

Πώς αξιοποιούνται οι τεχνολογίες AI στην εκπαίδευση και ποιες επιπτώσεις έχουν στη μαθησιακή διαδικασία, στους εκπαιδευτικούς και στους εκπαιδευόμενους;

Απάντηση:
Το Κεφάλαιο 5 ανέδειξε ότι η AI μετασχηματίζει ουσιαστικά την εκπαιδευτική διαδικασία μέσω τεχνολογιών όπως adaptive learning, learning analytics, αυτοματοποιημένη αξιολόγηση, chatbots και NLP. Οι επιπτώσεις είναι πολλαπλές: για τους εκπαιδευόμενους προσφέρεται εξατομικευμένη υποστήριξη και βελτιωμένη μαθησιακή εμπειρία, ενώ για τους εκπαιδευτικούς παρέχονται εργαλεία αξιολόγησης, προγνωστικής ανάλυσης και ανίχνευσης δυσκολιών. Παράλληλα, προκύπτουν ηθικά και παιδαγωγικά ερωτήματα σχετικά με την αλγοριθμική διαφάνεια, την αυτονομία του εκπαιδευτικού και την προστασία προσωπικών δεδομένων.

Ερευνητικό Ερώτημα 6:

Με ποιους τρόπους η ενσωμάτωση AI λειτουργιών στο Moodle μετασχηματίζει το παραδοσιακό LMS σε ένα ευφυές σύστημα, και ποια συμπεράσματα προκύπτουν από τη μελέτη περίπτωσης;

Απάντηση:
Η μελέτη περίπτωσης του Moodle στο Κεφάλαιο 6 έδειξε ότι η ενσωμάτωση AI λειτουργιών, όπως predictive analytics, recommendation engines, chatbots και automated feedback, μετατρέπει το Moodle από ένα στατικό πληροφοριακό σύστημα σε ένα δυναμικό, προσαρμοστικό και ευφυές LMS. Τα ευρήματα καταδεικνύουν ότι η AI ενισχύει τη μαθησιακή αλληλεπίδραση, την έγκαιρη ανίχνευση δυσκολιών και την εξατομίκευση του περιεχομένου, επιβεβαιώνοντας τις θεωρητικές εκτιμήσεις του Κεφαλαίου 5.

Ερευνητικό Ερώτημα 7:

Σε ποιο βαθμό επιβεβαιώνονται τα ευρήματα από τη θεωρία και τη μελέτη περίπτωσης ως προς τη μετάβαση από τα Πληροφοριακά Συστήματα (IS) στα AI Systems στην εκπαίδευση;

Απάντηση:
Στο Κεφάλαιο 7 καταδεικνύεται ότι τα συμπεράσματα της θεωρητικής ανάλυσης ευθυγραμμίζονται πλήρως με τα αποτελέσματα της μελέτης περίπτωσης. Η θεωρία προβλέπει ότι η AI ενισχύει την προσαρμοστικότητα, την αυτοματοποίηση και την εξατομίκευση, και αυτά ακριβώς τα στοιχεία επιβεβαιώθηκαν μέσω του Moodle. Συνεπώς, η μετάβαση από τα Πληροφοριακά Συστήματα (IS) σε AI Systems είναι μια πραγματικότητα που ήδη επηρεάζει ουσιαστικά τα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα και διαμορφώνει νέες παιδαγωγικές και τεχνολογικές προοπτικές.

7.4 Κριτική Ανάλυση των Ευρημάτων

Η ανάλυση των ευρημάτων αναδεικνύει ότι η μετάβαση από τα Πληροφοριακά Συστήματα (IS) προς τα Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης (AI Systems) δεν αποτελεί μια γραμμική ή τεχνικά ουδέτερη διαδικασία, όπως συχνά παρουσιάζεται στη βιβλιογραφία. Παρότι οι μελέτες αναγνωρίζουν την AI ως φυσική εξέλιξη των Πληροφοριακών Συστημάτων (IS) λόγω της προγνωστικής ισχύος, της εξατομίκευσης και της αυτοματοποίησης (Russell & Norvig, 2021), η εφαρμογή της στην πράξη συναντά σημαντικά τεχνολογικά, παιδαγωγικά και οργανωσιακά εμπόδια.

Πρώτον, η υλοποίηση AI συστημάτων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη διαθεσιμότητα και ποιότητα δεδομένων. Στις περισσότερες εκπαιδευτικές δομές τα δεδομένα παραμένουν κατακερματισμένα, ανομοιογενή ή μη επαρκή για την εκπαίδευση αξιόπιστων μοντέλων (Siemens & Baker, 2012). Αυτό περιορίζει τις δυνατότητες εφαρμογών όπως learning analytics και predictive models, τα οποία στη θεωρία παρουσιάζονται ιδιαίτερα αποτελεσματικά.

Δεύτερον, η έρευνα ανέδειξε μια απόκλιση μεταξύ των λειτουργιών που προσφέρουν θεωρητικά τα AI-enhanced LMS και της πραγματικής τους παιδαγωγικής αποτελεσματικότητας. Ενώ τεχνικές όπως adaptive learning ή automated feedback θεωρούνται ανατρεπτικές (Holmes et al., 2019), η εφαρμογή τους συχνά υπονομεύεται από έλλειψη επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών, ανεπαρκή τεχνική υποστήριξη και απουσία θεσμικής στρατηγικής για την αξιοποίηση των δεδομένων (Luckin et al., 2016).

Τρίτον, παρότι η τεχνητή νοημοσύνη ενισχύει την αποδοτικότητα, δημιουργεί ταυτόχρονα νέες προκλήσεις ηθικής, αλγοριθμικής διαφάνειας και δίκαιης χρήσης των δεδομένων. Ο κίνδυνος αλγοριθμικής μεροληψίας (bias) και η έλλειψη επεξηγησιμότητας (explainability) υπογραμμίζονται έντονα σε πρόσφατες οδηγίες, όπως η Σύσταση της UNESCO (2021) και το AI Act της Ευρωπαϊκής Ένωσης (2024), οι οποίες απαιτούν υπεύθυνη, διαφανή και ασφαλή χρήση της AI στην εκπαίδευση.

Συνολικά, η κριτική ανάλυση δείχνει ότι η AI μπορεί να λειτουργήσει ως καταλύτης αναβάθμισης των εκπαιδευτικών συστημάτων, αλλά μόνο όταν η τεχνολογική ενσωμάτωση συνοδεύεται από οργανωσιακή ετοιμότητα, εκπαίδευση προσωπικού και σαφές πλαίσιο ηθικής διακυβέρνησης.

7.5 Συμβολή της Έρευνας

Η παρούσα έρευνα συμβάλλει σε τρεις κρίσιμους άξονες της επιστημονικής συζήτησης γύρω από τη μετάβαση από τα Πληροφοριακά Συστήματα (IS) → AI Systems στην εκπαίδευση:

1. Συστηματική θεωρητική αποτύπωση του Πληροφοριακού Συστήματος (IS) – AI οικοσυστήματος

Η εργασία συγκεντρώνει και συνθέτει σύγχρονες θεωρίες για τα Πληροφοριακά Συστήματα (IS) (Laudon & Laudon, 2020), τις τεχνολογίες AI (Goodfellow, Bengio & Courville, 2016), καθώς και τις εκπαιδευτικές προσεγγίσεις AI (Zawacki-Richter et al., 2019). Η ολιστική αυτή παρουσίαση αποτελεί χρήσιμο θεωρητικό πλαίσιο για μελλοντική έρευνα.

2. Εφαρμογή θεωρίας σε πραγματικό εκπαιδευτικό σύστημα (Moodle)

Η μελέτη περίπτωσης συνδέει την τεχνολογική θεωρία με την πράξη, αναλύοντας πώς ένα LMS μπορεί να μετασχηματιστεί σε ευφυές σύστημα μάθησης μέσω AI add-ons. Αυτό αποτελεί πρακτική συμβολή, καθώς καταγράφει πραγματικές δυνατότητες και όρια εφαρμογής.

3. Ενσωμάτωση ηθικών και κανονιστικών διαστάσεων

Η εργασία εντάσσει στην ανάλυση το νέο ρυθμιστικό πλαίσιο (EU AI Act 2024; OECD Framework 2022; UNESCO 2021), αναδεικνύοντας τις απαιτήσεις διαφάνειας, δικαιοσύνης και προστασίας δεδομένων που πρέπει να διέπουν τα AI-enabled LMS. Αυτή η προσέγγιση ενισχύει την επιστημονική σημασία της μελέτης, καθώς προσφέρει έναν πολυδιάστατο, όχι μόνο τεχνοκεντρικό τρόπο κατανόησης της AI στην εκπαίδευση.

4. Προτάσεις πολιτικής και εκπαιδευτικής πρακτικής

Η μελέτη προτείνει συγκεκριμένες κατευθύνσεις για εκπαιδευτικούς οργανισμούς, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη ενός στρατηγικού πλαισίου για την υιοθέτηση AI. Έτσι, λειτουργεί ως χρήσιμο εργαλείο τόσο για ερευνητές όσο και για επαγγελματίες στον χώρο της εκπαίδευσης.

7.6 Όρια και Περιορισμοί της Έρευνας

Η εργασία παρουσιάζει ορισμένους περιορισμούς, οι οποίοι πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την ερμηνεία των ευρημάτων.

1. Βασισμένη αποκλειστικά σε δευτερογενή δεδομένα

Η μεθοδολογία ήταν καθαρά βιβλιογραφική. Η έλλειψη πρωτογενούς έρευνας (π.χ. συνεντεύξεων, ερωτηματολογίων) περιορίζει τη δυνατότητα διασταύρωσης θεωρητικών ευρημάτων με πραγματικές εμπειρίες εκπαιδευτικών και εκπαιδευομένων.

2. Ταχεία εξέλιξη τεχνολογιών AI

Οι Τεχνολογίες machine learning, adaptive learning και educational analytics εξελίσσονται με υψηλή ταχύτητα. Συνεπώς, μέρος των ευρημάτων μπορεί να καταστεί λιγότερο επίκαιρο στο μέλλον (Davenport & Ronanki, 2018).

3. Εστίαση σε μία πλατφόρμα (Moodle)

Η μελέτη περίπτωσης αφορά αποκλειστικά το Moodle. Επομένως, τα συμπεράσματα δεν είναι πλήρως γενικεύσιμα σε εμπορικά LMS που ενδέχεται να προσφέρουν διαφορετική αρχιτεκτονική και λειτουργίες (π.χ. Canvas, Blackboard).

4. Περιορισμένη εμβάθυνση σε κοινωνιολογικές/νομικές διαστάσεις

Παρότι ενσωματώνεται το βασικό κανονιστικό πλαίσιο, δεν αναλύουμε σε βάθος κοινωνικές επιπτώσεις όπως η ψηφιακή ανισότητα, η πρόσβαση ευάλωτων ομάδων ή οι ψυχολογικές επιπτώσεις της AI στη μάθηση (Williamson & Eynon, 2020). Μελλοντική έρευνα μπορεί να καλύψει τα κενά αυτά.

7.7 Προτάσεις για την Εκπαίδευση

Με βάση τα ευρήματα της έρευνας, προτείνονται οι ακόλουθες κατευθύνσεις για την αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση:

1. Στρατηγική ενσωμάτωσης AI σε όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσης

Απαιτείται μία συνεκτική και μακροπρόθεσμη πολιτική που θα καθοδηγεί τον τρόπο με τον οποίο τα τεχνολογικά εργαλεία AI ενσωματώνονται σε όλους τους εκπαιδευτικούς οργανισμούς όπως σχολεία, πανεπιστήμια και προγράμματα διά βίου μάθησης. Η στρατηγική αυτή πρέπει να περιλαμβάνει στόχους, πρότυπα ποιότητας και μηχανισμούς αξιολόγησης της επίδρασης των συστημάτων AI στη διδασκαλία και στη μάθηση.

2. Επιμόρφωση εκπαιδευτικών και διοικητικού προσωπικού

Η αποτελεσματική αξιοποίηση της AI προϋποθέτει στοχευμένη εκπαίδευση σε θέματα:

- παιδαγωγικής τεχνολογίας,
- αλγοριθμικής σκέψης και data literacy,
- ηθικής χρήσης δεδομένων και προστασίας ιδιωτικότητας,
- αξιολόγησης των αποτελεσμάτων των συστημάτων AI.

Η επιμόρφωση δεν είναι συμπληρωματική αλλά κρίσιμη, καθώς ο εκπαιδευτικός καλείται να λειτουργεί ως διαμεσολαβητής μεταξύ εκπαιδευομένου και αλγορίθμου.

3. Υιοθέτηση ευφυών εργαλείων σε LMS όπως το Moodle

Η αξιοποίηση έτοιμων ή προσαρμοσμένων AI add-ons (όπως predictive analytics, auto-grading, NLP chatbots και adaptive learning modules) μπορεί να βελτιώσει σημαντικά:

- την εξατομίκευση της μάθησης,
- την αποτελεσματικότητα της αξιολόγησης,
- τη διαχείριση μαθησιακών δυσκολιών,
- την εμπειρία των εκπαιδευομένων μέσα στο LMS.

4. Ανάπτυξη συστημάτων Early Warning για έγκαιρη παρέμβαση

Τα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα μπορούν να αξιοποιήσουν predictive models και AI-driven learning analytics για την έγκαιρη αναγνώριση εκπαιδευομένων που κινδυνεύουν με εγκατάλειψη ή χαμηλή επίδοση.
Τέτοια συστήματα έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικά στη στήριξη στοχευμένων παρεμβάσεων και στη μείωση των ποσοστών αποτυχίας.

5. Υποστήριξη εκπαιδευτικών μέσω προηγμένων analytics dashboards

Η ανάπτυξη οπτικών εργαλείων που συνοψίζουν πρόοδο, εμπλοκή και δυσκολίες εκπαιδευομένων επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να λάβουν πιο τεκμηριωμένες αποφάσεις, να προσαρμόσουν το μάθημα και να προσφέρουν πιο στοχευμένη καθοδήγηση.

6. Ενίσχυση της διαφάνειας και της ηθικής χρήσης της AI

Απαιτείται η εφαρμογή κατευθυντήριων αρχών που ευθυγραμμίζονται με το **EU AI Act (2024)**, τη **Σύσταση της UNESCO για την Ηθική της AI (2021)** και το **OECD Framework for AI (2022)**.
Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται:

- στη διαφάνεια των αλγορίθμων,
- στην ερμηνευσιμότητα των μοντέλων,
- στη λογοδοσία των εκπαιδευτικών οργανισμών,
- στη δίκαιη και χωρίς μεροληψία χρήση της AI.

7. Ανάπτυξη Learning Analytics με αυστηρή προστασία δεδομένων (GDPR)

Τα εργαλεία learning analytics πρέπει να ενσωματώνουν:

- μηχανισμούς ανωνυμοποίησης,
- περιορισμό πρόσβασης στα κρίσιμα δεδομένα,
- σαφή ενημέρωση εκπαιδευομένων (data transparency),
- αξιολόγηση κινδύνων κατά GDPR.

Η προστασία δεδομένων είναι κρίσιμος παράγοντας για την εμπιστοσύνη και την επιτυχή υλοποίηση της AI στην εκπαίδευση.

7.8 Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

Η ραγδαία εξέλιξη της Τεχνητής Νοημοσύνης και η σταδιακή ενσωμάτωσή της στα εκπαιδευτικά πληροφοριακά συστήματα δημιουργούν ένα δυναμικό ερευνητικό πεδίο με σημαντικά περιθώρια περαιτέρω διερεύνησης. Παρότι η παρούσα εργασία ανέδειξε τον τρόπο με τον οποίο τα AI Systems μετασχηματίζουν την εκπαίδευση και τα LMS, απαιτούνται πρόσθετες μελέτες για να ενισχυθεί η εμπειρική τεκμηρίωση και να εξεταστούν σε βάθος οι παιδαγωγικές, οργανωσιακές και ηθικές συνέπειες της χρήσης AI. Στο πλαίσιο αυτό, προτείνονται οι ακόλουθες κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα:

1. Ποσοτικές και ποιοτικές μελέτες σχετικά με την αποτελεσματικότητα των AI λειτουργιών σε LMS.

Αξιολόγηση της χρήσης AI εργαλείων στο Moodle ή σε άλλα συστήματα, με στόχο τη μέτρηση της επίδρασής τους στη μαθησιακή απόδοση, στη συμμετοχή των εκπαιδευομένων και στη συνολική ποιότητα της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

2. Πειραματικές έρευνες για την επίδραση της AI στη μαθησιακή εμπλοκή.

Σχεδιασμός πειραματικών ή ημιπειραματικών μελετών για να διερευνηθεί πώς οι AI λειτουργίες (π.χ. adaptive learning, analytics feedback) επηρεάζουν τα κίνητρα, τη συμπεριφορά και τη γνωστική πρόοδο των εκπαιδευομένων.

3. Ανάλυση της ηθικής διάστασης και της αλγοριθμικής μεροληψίας.

Εμβάθυνση στα ζητήματα δικαιοσύνης, διαφάνειας, προστασίας προσωπικών δεδομένων και πιθανής μεροληψίας των αλγορίθμων, ειδικά σε εφαρμογές που επηρεάζουν αξιολόγηση ή μαθησιακές αποφάσεις.

4. Ανάπτυξη και αξιολόγηση εκπαιδευτικών μοντέλων που ενσωματώνουν Explainable AI (XAI).

Διερεύνηση τρόπων δημιουργίας ευφυών συστημάτων που προσφέρουν διαφάνεια και ερμηνευσιμότητα, ενισχύοντας την εμπιστοσύνη εκπαιδευτικών και εκπαιδευομένων.

5. Μελέτη των επιπτώσεων της AI στην ακαδημαϊκή ακεραιότητα.

Εξέταση του πώς τα εργαλεία AI επηρεάζουν ζητήματα όπως η λογοκλοπή, η αυθεντικότητα της εργασίας, η ανάπτυξη δεξιοτήτων και ο τρόπος αξιολόγησης των εκπαιδευομένων.

7.9 Τελικό Συμπέρασμα

Η παρούσα εργασία κατέδειξε ότι η μετάβαση από τα παραδοσιακά Πληροφοριακά Συστήματα στα Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης δεν αποτελεί μόνο τεχνολογική εξέλιξη, αλλά μια βαθύτερη αλλαγή παραδείγματος στη λογική με την οποία οι οργανισμοί, και ιδιαίτερα τα εκπαιδευτικά ιδρύματα, αντιλαμβάνονται, διαχειρίζονται και αξιοποιούν τα δεδομένα. Η ενσωμάτωση της AI μεταμορφώνει το LMS από ένα

εργαλείο διοικητικής οργάνωσης σε έναν δυναμικό, προσαρμοστικό και ευφυή μηχανισμό που στηρίζει ενεργά τη μάθηση, προβλέπει ανάγκες και ενισχύει τον ρόλο των εκπαιδευτικών.

Τα ευρήματα της έρευνας ανέδειξαν ότι η AI συμβάλλει ουσιαστικά στη μετάβαση προς μαθησιακά περιβάλλοντα που χαρακτηρίζονται από εξατομίκευση, προγνωστική ανάλυση, αυτόματη ανατροφοδότηση και βελτιωμένη εμπλοκή των εκπαιδευομένων. Παράλληλα, η μελέτη ανέδειξε πως η υιοθέτηση τέτοιων συστημάτων συνοδεύεται από σημαντικές προκλήσεις, όπως ζητήματα διαφάνειας, ηθικής ευθύνης, προστασίας προσωπικών δεδομένων και ανάγκης για ψηφιακή ενδυνάμωση των εκπαιδευτικών.

Συνολικά, **τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι η επιτυχής αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση απαιτεί έναν ισορροπημένο συνδυασμό τεχνολογικής υποδομής, οργανωσιακής στρατηγικής και παιδαγωγικής ευαισθησίας. Με την κατάλληλη εφαρμογή και θεσμική καθοδήγηση, η AI μπορεί να λειτουργήσει ως μοχλός μετασχηματισμού, προωθώντας πιο δίκαια, συμπεριληπτικά και αποτελεσματικά μαθησιακά περιβάλλοντα και συμβάλλοντας στη διαμόρφωση των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων του μέλλοντος.**

Βιβλιογραφία

Abadi, M., Barham, P., Chen, J., Chen, Z., Davis, A., Dean, J., … Kudlur, M. (2016). *TensorFlow: A system for large-scale machine learning*. https://www.tensorflow.org/

Adamopoulou, E., & Moussiades, L. (2022). Chatbots: History, technology, and applications. *Machine Learning with Applications, 7*, 100198. https://doi.org/10.1016/j.mlwa.2021.100198

Aldowah, H., Al-Samarraie, H., & Fauzy, W. (2020). Educational data mining and learning analytics: Enhancing study success. *Education and Information Technologies, 25*, 3783–3800.

Alpaydin, E. (2020). *Introduction to machine learning* (4th ed.). MIT Press.

Amaresan, S., Ganesh, P., & Praveena, S. (2023). Sentiment analysis in education: Trends and applications. *International Journal of Educational Technology*.

Baker, R. S., & Hawn, A. (2022). Algorithmic fairness in education. *Journal of Learning Analytics, 9*(3), 1–15.

Ben-Daya, M., Hassini, E., & Bahroun, Z. (2022). Artificial intelligence and supply chain: A review. *Annals of Operations Research, 319*, 1–47.

Bender, A., & Cortés-Ciriano, I. (2021). Artificial intelligence in drug discovery. *Nature Reviews Drug Discovery, 20*, 343–360.

Bommasani, R., Hudson, D., Adeli, E., Altman, R., Arora, S., et al. (2021). *On the opportunities and risks of foundation models*. Stanford Institute for Human-Centered AI.

Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2017). *Machine, platform, crowd*. W.W. Norton.

Bughin, J., Seong, J., Manyika, J., Chui, M., & Joshi, R. (2018). *Notes from the AI frontier: Modeling the impact of AI on the world economy*. McKinsey Global Institute.

Chase, H. (2023). *LangChain: Building applications with large language models*. https://github.com/hwchase17/langchain

Chen, X., Zou, D., & Xie, H. (2022). Artificial intelligence in education: A review. *Computers & Education: Artificial Intelligence, 3*, 100080.

Chollet, F. (2020). On the measure of intelligence. *Journal of Artificial Intelligence Research, 70*, 1–52.

Chollet, F. (2021). *Deep learning with Python* (2nd ed.). Manning Publications.

Curry, M., Huang, S., & Law, E. (2022). Conversational AI in customer service. *Journal of Service Research*.

Davenport, T., & Harris, J. (2007). *Competing on analytics*. Harvard Business School Press.

Davenport, T., & Ronanki, R. (2018). Artificial intelligence for the real world. *Harvard Business Review, 96*(1), 108–116.

Databricks. (2023). *Apache Spark MLlib guide*. https://spark.apache.org/mllib/

De Freitas, S., & Holmes, W. (2022). AI simulations for learning. *British Journal of Educational Technology, 53*(4), 1500–1516.

Doshi-Velez, F., & Kim, B. (2017). Towards a rigorous science of interpretable machine learning. *arXiv preprint arXiv:1702.08608*.

ENISA. (2023). *Cybersecurity in education: Threat landscape*. European Union Agency for Cybersecurity.

European Commission. (2024). *Artificial Intelligence Act*. Publications Office of the European Union.

Feurer, M., Klein, A., Eggensperger, K., Springenberg, J., Blum, M., & Hutter, F. (2015). Efficient automated machine learning. *NeurIPS Conference Proceedings*.

Fischer, F., & Wulf, T. (2023). Self-regulated learning in AI-supported environments. *Journal of Educational Psychology*.

Floridi, L. (2021). *Ethics, governance, and policy challenges of AI*. Oxford University Press.

Floridi, L., & Chiriatti, M. (2020). GPT-3: Its nature, scope, and consequences. *Minds and Machines, 30*, 681–694.

Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., … Vayena, E. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society. *Minds and Machines, 28*, 689–707.

Fryer, L., Cavalli, M., & Ogawa, A. (2022). Educational chatbots and student engagement. *International Journal of Educational Research, 112*, 101011.

Gartner. (2023). *AI adoption in enterprises*. Gartner Research.

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.

Google AI. (2023). *TensorFlow roadmap*. https://ai.google/

He, X., Zhao, K., & Chu, X. (2021). AutoML in practice. *ACM Computing Surveys, 54*(4), 1–36.

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2021). *Artificial Intelligence in Education*. Center for Curriculum Redesign.

Holmes, W., et al. (2022). AI tutoring systems: Current state and future directions. *Computers & Education*.

Huang, S., et al. (2023). Impact of LLM-driven chatbots on service efficiency. *AI & Society*.

IntelliBoard. (2023). *Analytics for Moodle LMS*. https://intelliboard.net/

Ivanov, D., & Dolgui, A. (2020). Viable supply chain model. *International Journal of Production Research, 58*(1), 290–300.

Jordan, M., & Mitchell, T. (2015). Machine learning: Trends and perspectives. *Science, 349*(6245), 255–260.

Jordan, M., & Mitchell, T. (2020). Artificial intelligence. The revolution continues. *Science, 370*(6523), 1103–1105.

Jurafsky, D., & Martin, J. (2023). *Speech and language processing* (3rd ed.). Stanford University Press.

Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? *Business Horizons, 62*(1), 15–25.

Kasneci, E., Sessler, K., et al. (2023). ChatGPT in education: Risks and opportunities. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 4*, 100123.

Khalil, M., & Ebner, M. (2020). Adaptive learning effectiveness: A meta-analysis. *Educational Technology Research & Development, 68*, 2347–2376.

LeCun, Y. (2022). A path towards autonomous machine intelligence. *OpenAI Research Papers*.

LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature, 521*, 436–444.

Leidig, T., & Ekbia, H. (2021). Bias in AI systems. *AI & Ethics Journal, 1*, 121–139.

Li, Y., et al. (2020). Fraud detection with machine learning. *Expert Systems with Applications, 158*, 113017.

Liu, X., et al. (2019). Medical AI diagnosis models. *The Lancet Digital Health, 1*(3), e157–e167.

Lu, J., & Cutumisu, M. (2023). Automated essay scoring and feedback systems. *Assessment in Education, 30*(2), 123–145.

Luckin, R. (2022). Machine learning and learner modeling. *British Journal of Educational Technology, 53*(5), 2201–2214.

Marcus, G., & Davis, E. (2019). *Rebooting AI*. Pantheon Books.

McKinsey Global Institute. (2021). *The state of AI in 2021*.

Meta AI. (2023). *PyTorch ecosystem and research tools*. https://pytorch.org/

Mitchell, T. (1997). *Machine learning*. McGraw-Hill.

Moodle.org. (2023). *Moodle LMS documentation*. https://docs.moodle.org/

O'Neil, C. (2016). *Weapons of math destruction*. Penguin Books.

OECD. (2022). *Perspectives on AI: Trends and policy implications*. OECD Publishing.

OECD. (2023). *AI in education: Opportunities and challenges*. OECD Publishing.

OpenAI. (2023). *OpenAI API documentation*. https://platform.openai.com/

Paszke, A., Gross, S., Massa, F., et al. (2019). PyTorch: An imperative style, high-performance deep learning library. *NeurIPS Proceedings*.

Rajkomar, A., Dean, J., & Kohane, I. (2018). Machine learning in healthcare. *New England Journal of Medicine, 378*, 1347–1358.

Russell, S. (2022). *Human compatible AI*. Penguin Books.

Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.

Sarker, I., Kayes, A., Badsha, S., Alqahtani, H., Watters, P., & Ng, A. (2021). AI lifecycle: Concepts and challenges. *IEEE Access, 9*, 150–176.

Shermis, M. (2022). Automated scoring systems in higher education. *Assessment & Evaluation in Higher Education, 47*(6), 1–17.

Shen, D., et al. (2021). Deep learning in medical image analysis. *Annual Review of Biomedical Engineering, 23*, 221–248.

Siemens, G., & Baker, R. (2021). Learning analytics in the age of AI. *British Journal of Educational Technology, 52*(4), 1623–1639.

Singh, A., & Goyal, A. (2021). Moodle analytics overview. *International Journal of Educational Technology*, 10(2), 55–67.

Sun, Y., et al. (2022). Deep learning recommender systems. *IEEE TKDE, 34*(10), 4900–4915.

Topol, E. (2023). *Deep Medicine*. Basic Books.

UNESCO. (2021). *Recommendation on the ethics of artificial intelligence*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Vaswani, A., et al. (2017). Attention is all you need. *NeurIPS Proceedings*.

Viberg, O., Khalil, M., & Baars, M. (2023). Learning analytics in higher education. *Computers & Education, 197*, 104701.

Villarreal, S., et al. (2021). MLOps practices. *IEEE Software*.

Voigt, P., & Von dem Bussche, A. (2017). *The EU GDPR: A practical guide*. Springer.

Waring, J., & Lindvall, M. (2022). AutoML adoption in industry. *Journal of Systems and Software, 186*, 111234.

Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). *Leading digital*. Harvard Business Review Press.

Winkler, R., & Söllner, M. (2022). Conversational agents in higher education. *Computers & Education: Artificial Intelligence, 3*, 100071.

Wolf, T., et al. (2020). Transformers: State-of-the-art NLP. *Proceedings of EMNLP*.

Zaharia, M., et al. (2016). Apache Spark: A unified engine. *Communications of the ACM, 59*(11), 56–65.

Zawacki-Richter, O. (2023). Artificial intelligence in higher education. *International Review of Research in Open and Distance Learning, 24*(2), 1–22.

Zhang, T., et al. (2022). Fraud detection with AI. *Information Sciences, 588*, 729–745.

Zhang, Y., & Chen, X. (2020). Neural collaborative filtering. *ACM Transactions on Information Systems, 38*(4), 1–48.

Zhang, C., et al. (2022). AI tools for enterprise transformation. *Journal of Enterprise Information Management, 35*(5), 1450–1472.

Zhou, Z., Pan, W., Wang, Y., Vasilakos, A., & Chen, L. (2020). Machine learning applications. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 50*, 1–12.