



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Διπλωματική Εργασία

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΗΝ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ
της

ΦΩΤΕΙΝΗ ΠΑΤΣΙΑΛΑ

Επιβλέπων καθηγητής: Ταμπούρης Ευθύμιος

Υποβλήθηκε ως προαπαιτούμενο για την απόκτηση του μεταπτυχιακού
διπλώματος ειδίκευσης στα Πληροφοριακά Συστήματα

Νοέμβριος 2023

Περίληψη

Η Τεχνητή Νοημοσύνη στην Εκπαίδευση, ενώ υπάρχει εδώ και περίπου 40 χρόνια, είναι ένας από τους αναδυόμενους τομείς της εκπαιδευτικής τεχνολογίας. Ωστόσο, ο αντίκτυπος της εφαρμογής της είναι ακόμα ασαφής στον εκπαιδευτικό τομέα. Η παρούσα εργασία σκοπεύει να παρέχει μια επισκόπηση της έρευνας σχετικά με τις εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση μέσω συστηματικής ανασκόπησης της σχετικής βιβλιογραφίας. Από τις 85 αρχικές δημοσιεύσεις που συλλέχθηκαν, 32 μελέτες, μεταξύ 2017 και 2023, συμπεριλήφθηκαν στην τελική σύνθεση της συστηματικής ανασκόπησης σύμφωνα με ρητά κριτήρια συμπερίληψης και αποκλεισμού. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι περισσότεροι ερευνητές των 32 μελετών, προέρχονται από τους κλάδους της Εκπαίδευσης, της Επιστήμης των Υπολογιστών και της Διοίκησης. Οι ποιοτικές μελέτες μαζί με τις συστηματικές ανασκοπήσεις είναι περισσότερες συγκριτικά με τις ποσοτικές. Η σύνθεση των αποτελεσμάτων ανέδειξε δώδεκα τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης που εφαρμόζονται στην εκπαίδευση, με συχνότερη αναφορά στην Αναλυτική Μάθηση, τη Μηχανική Μάθηση και την Εικονική και Επαυξημένη Πραγματικότητα. Επίσης, αναδείχθηκαν τέσσερις τομείς εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση: α) το προφίλ των μαθητών και η πρόβλεψη των μαθησιακών αποτελεσμάτων, β) τα έξυπνα συστήματα διδασκαλίας, γ) η αξιολόγηση μαθητών και καθηγητών και δ) τα chatbots και η κοινωνική δικτύωση ως βοηθοί στην εκπαίδευση. Ο ρόλος της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση συνοψίζεται σε επτά κατηγορίες: ως βοηθός σχολείων και ιδρυμάτων, βοηθός μαθητή, βοηθός εκπαιδευτικού, έξυπνο εργαλείο μάθησης, έξυπνος δάσκαλος, έξυπνος φροντιστής και σύμβουλος χάραξης πολιτικών. Τέλος, ενώ σημειώνονται διάφορα πλεονεκτήματα, ανάμεσα στα πιο βασικά η ενίσχυση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, η απελευθέρωση χρόνου των δασκάλων και η εξατομικευμένη διδασκαλία, υπάρχουν και διάφορες προκλήσεις, καθώς και ηθικά ζητήματα που προκύπτουν. Τα ηθικά ζητήματα κατά την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση αφορούν την προκατάληψη και τις διακρίσεις απέναντι στους μαθητές, την παρακολούθηση προσωπικών δεδομένων, το απόρρητο, την αυτονομία επιλογών, την έλλειψη πολιτικών και την έλλειψη ανθρώπινης ενσυναίσθησης.

Abstract

Artificial Intelligence in Education, while it has been around for about 40 years, is one of the emerging areas of educational technology. However, the impact of its implementation is still unclear in the educational sector. This paper intends to provide an overview of research on artificial intelligence applications in education through a systematic literature review. Of the 85 initial publications collected, 32 studies, between 2017 and 2023, were included in the final synthesis of the systematic review according to explicit inclusion and exclusion criteria. The results show that most researchers of the 32 studies come from the fields of Education, Computer Science and Management. Qualitative studies along with systematic literature reviews are more numerous than quantitative ones. The synthesis of the results highlighted twelve artificial intelligence techniques applied in education, with the most frequent references being to Learning Analytics, Machine Learning and Virtual and Augmented Reality. Also, four areas of application of artificial intelligence in education were highlighted: a) student profiling and prediction of learning outcomes, b) intelligent tutoring systems, c) student and teacher evaluation and assessment d) chatbots and social networking as assistants in education. The role of AI in education is summarized in seven categories: as an assistant to schools and institutions, a student assistant, a teacher assistant, a smart learning tool, a smart teacher, a smart tutor, and a policy advisor. Finally, while several advantages are noted, among the most basic ones being the enhancement of learning outcomes, freeing up teachers' time, and personalized instruction, there are also several challenges, as well as ethical issues that arise. Ethical issues in the application of artificial intelligence in education concern bias and discrimination against students, tracking of personal data, privacy, autonomy of choice, lack of policies and lack of human empathy.

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη.....	ii
Abstract	iii
Πίνακας Περιεχομένων	iv
Πίνακας των Εικονογραφήσεων	vi
Κατάλογος Πινάκων	vi
Κατάλογος Διαγραμμάτων	vii
Εισαγωγή.....	1
Περιγραφή του Προβλήματος	1
Αντικείμενο και Στόχοι της Μελέτης.....	2
Περιεχόμενα της Μελέτης	2
Ορισμός Τεχνητής Νοημοσύνης.....	4
Μεθοδολογία.....	7
3.1 Πηγές Δεδομένων	8
3.2 Κριτήρια Ένταξης και Αποκλεισμού	8
Αποτελέσματα.....	11
4.1 Ερευνητικό Προφίλ και Επισκόπηση των Περιπτώσεων.....	11
4.2 Ερευνητική Μέθοδος	15
4.3 Τεχνολογίες & Τεχνικές Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση.....	26
4.3.1 Μηχανική Μάθηση.....	29
4.3.2 Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα	32
4.3.3 Βαθιά μάθηση	34
4.3.4 Αναλυτική Μάθηση.....	35
4.3.5 Μεγάλα Δεδομένα & Εξόρυξη Δεδομένων.....	38
4.3.6 Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας	40
4.3.7 Αναγνώριση Ομιλίας	42
4.3.8 Αναγνώριση και Επεξεργασία Εικόνας.....	43
4.3.9 Αυτόνομοι Πράκτορες	43
4.3.10 Ανίχνευση Επιδράσεων.....	44
4.3.11 Προγνωστική Ανάλυση	45
4.3.12 Εικονική Πραγματικότητα & Επαυξημένη Πραγματικότητα	47

4.3.13 Generative Artificial Intelligence	49
4.4 Εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση	51
4.4.1 Προφίλ & Πρόβλεψη	54
4.4.2 Έξυπνα συστήματα διδασκαλίας και Εξατομίκευση	59
4.4.3 Αξιολόγηση	62
4.4.4 Chatbots και Κοινωνική Δικτύωση	67
4.5 Ο Ρόλος της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση	71
4.6 Πλεονεκτήματα Χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση	77
4.7 Προκλήσεις κατά την Εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση	86
4.8 Ηθικά Ζητήματα κατά την Εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση	93
Συμπεράσματα, Περιορισμοί και Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα	100
5.1 Συμπεράσματα	100
5.2 Περιορισμοί	102
5.3 Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα	102
Κατάλογος Αναφορών - Παραπομπών	104
6.1 Κατάλογος Αναφορών που Χρησιμοποιήθηκαν στη Συστηματική Ανασκόπηση	104
6.2 Κατάλογος Αναφορών που Χρησιμοποιήθηκαν για τη Σύνθεση της Μελέτης	108

Πίνακας των Εικονογραφήσεων

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Περιπτώσεις που περιλαμβάνονται στη μελέτη	11
Πίνακας 2: Λεπτομέρειες των μελετών που συμμετέχουν στη Συστηματική Ανασκόπηση	16
Πίνακας 3: Ακολουθούμενη ερευνητική μέθοδος των 32 επιλεγμένων μελετών. 26	
Πίνακας 4: Τεχνολογίες & Τεχνικές Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση ..	26
Πίνακας 5: Εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση	51
Πίνακας 6: Ο Ρόλος της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση	71
Πίνακας 7: Πλεονεκτήματα της εφαρμογής της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση.....	77
Πίνακας 8: Προκλήσεις για την Τεχνητή Νοημοσύνη στην Εκπαίδευση.....	86
Πίνακας 9: Ηθικά Ζητήματα κατά την εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση	93

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1. Κατηγορίες μελετών ανάλογα με τον h-index του πρώτου ερευνητή	9
Διάγραμμα 2. Χώρες προέλευσης όλων των συγγραφέων των περιπτώσεων της μελέτης.....	15
Διάγραμμα 3. Κατηγοριοποίηση των 32 μελετών ανάλογα με το έτος έκδοσης..	25
Διάγραμμα 4. Ερευνητική μέθοδος των 32 μελετών	26
Διάγραμμα 5. Τεχνολογίες & Τεχνικές Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση	28
Διάγραμμα 6. Εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση.....	52
Διάγραμμα 7. Ο Ρόλος της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση.....	72
Διάγραμμα 8. Πλεονεκτήματα της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση	78
Διάγραμμα 9. Προκλήσεις για την Τεχνητή Νοημοσύνη στην Εκπαίδευση.....	87
Διάγραμμα 10. Ηθικά ζητήματα για την Τεχνητή Νοημοσύνη στην Εκπαίδευση	94

Εισαγωγή

Περιγραφή του Προβλήματος

Το πεδίο της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση αναπτύσσεται σχεδόν 40 χρόνια (Self & O'Shea, 1983) και οι εφαρμογές του έχουν προσελκύσει την προσοχή ερευνητών τόσο από τους τομείς της επιστήμης των υπολογιστών όσο και της εκπαίδευσης. Ένας από τους κρίσιμους στόχους του είναι η παροχή εξατομικευμένης καθοδήγησης και υποστήριξης σε κάθε μαθητή ξεχωριστά ανάλογα με τη μαθησιακή του κατάσταση, τις προτιμήσεις ή τα προσωπικά του χαρακτηριστικά (Hwang, 2014). Από τη σκοπιά της εκπαιδευτικής ακρίβειας, προκύπτει το κρίσιμο ζήτημα της ενσωμάτωσης της γνώσης και της ευφυΐας έμπειρων καθηγητών στη διαδικασία λήψης αποφάσεων του εκάστοτε συστήματος. Η εκπαιδευτική ακρίβεια εστιάζει στην ανάγκη παροχής μεθόδων πρόληψης και παρέμβασης σε κάθε μαθητή, μέθοδοι οι οποίες προκύπτουν από την ανάλυση της μαθησιακής κατάστασης και της συμπεριφοράς, επιτρέποντας στα συστήματα να προσφέρουν έναν έξυπνο δάσκαλο (Hart, 2016).

Η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση έχει δημιουργήσει νέες ευκαιρίες για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη παραγωγικών δραστηριοτήτων και περιβαλλόντων μάθησης (Hwang et al., 2020). Ωστόσο, παραμένει μια πρόκληση για τους περισσότερους ερευνητές και επαγγελματίες, στους τομείς τόσο των υπολογιστών όσο και της εκπαίδευσης, να εφαρμόσουν σχετικές δραστηριότητες ή συστήματα (Kay, 2012). Οι προκλήσεις της ανάπτυξης έξυπνων συστημάτων διδασκαλίας και προσαρμοστικών συστημάτων μάθησης δεν αφορούν μόνο δεξιότητες προγραμματισμού ηλεκτρονικών υπολογιστών, αλλά και τεχνικές προσομοίωσης της νοημοσύνης του ανθρώπου. Οι τελευταίες οφείλουν να περιλαμβάνουν τη γνώση και την εμπειρία των δασκάλων για τη λήψη αποφάσεων με βάση τα καλύτερα διαθέσιμα στοιχεία ώστε να βοηθήσουν τον μαθητή στην επίλυση προβλημάτων και στην καλύτερη μάθηση (Hwang et al., 2020). Αυτές οι προκλήσεις προκύπτουν επειδή η τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση είναι ένας πολύ

εξαρτώμενος από την τεχνολογία και διεπιστημονικός τομέας και χωρίς την επίγνωση των ρόλων της καθώς και της λειτουργίας των τεχνολογιών της, ελλοχεύει ο κίνδυνος της αποτυχίας στη χρήση και εφαρμογή των εργαλείων της (Hwang et al., 2020). Για παράδειγμα, μια εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να παίζει τον ρόλο ενός εκπαιδευτικού που παρατηρεί τη διαδικασία μάθησης των μαθητών, αναλύει τις μαθησιακές τους επιδόσεις και τους παρέχει άμεση βοήθεια με βάση τις ανάγκες τους. Έπειτα, βασισμένη στις πιθανές ανάγκες των μαθητών, μια διεπιστημονική ομάδα, αποτελούμενη τόσο από εκπαιδευτικούς όσο και προγραμματιστές, μπορεί να αναπτύξει ένα έξυπνο σύστημα διδασκαλίας που επιτρέπει στους μαθητές να μαθαίνουν, να εξασκούνται και να αλληλεπιδρούν με συνομηλίκους ή δασκάλους, αλλά επίσης παρέχει συμβουλές, καθοδήγηση και υποστήριξη σε άτομα με βάση την κατάσταση ή τις ανάγκες τους (Hwang et al., 2020). Από την άλλη πλευρά, γνωρίζοντας τις δυνατότητες και τα χαρακτηριστικά των τεχνολογιών, οι δάσκαλοι θα μπορούσαν να υιοθετήσουν κατάλληλες εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης στις τάξεις τους για να προωθήσουν τις μαθησιακές επιδόσεις, τα κίνητρα ή τη δέσμευση των μαθητών.

Αντικείμενο και Στόχοι της Μελέτης

Ο στόχος της παρούσας εργασίας είναι να χαρτογραφήσει τον χώρο έρευνας στον τομέα της εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση, να αναλυθούν τα δεδομένα που θα συλλεχθούν και να βρεθούν τυχόν κενά που υπάρχουν. Μέσα από αυτή την ανάλυση στοχεύεται η δημιουργία πινάκων για τις τεχνολογίες και τεχνικές της τεχνητής νοημοσύνης, τον ρόλο της στην εκπαίδευση, τα πλεονεκτήματά της, τις προκλήσεις και τα ηθικά ζητήματα που προκύπτουν.

Περιεχόμενα της Μελέτης

Η παρούσα εργασία χωρίζεται σε 5 κεφάλαια: α) την εισαγωγή, β) τον ορισμό τεχνητής νοημοσύνης γ) τη μεθοδολογία, δ) τα αποτελέσματα της έρευνας, και ε) τα συμπεράσματα και προτάσεις.

Το κεφάλαιο 2, αυτό του ορισμού, αναφέρεται στον όρο «Τεχνητή Νοημοσύνη» και παραθέτει διάφορους ορισμούς με στόχο να τον προσδιορίσει.

Το κεφάλαιο 3, αυτό της μεθοδολογίας, αναφέρεται στην επιστημονική μέθοδο που ακολουθήθηκε για τη συλλογή δεδομένων, τη συστηματική ανασκόπηση και τη μετα-ανάλυση που προτείνεται από τους Cooper et al. (2009). Αναφέρονται οι βάσεις δεδομένων από τις οποίες αντλήθηκαν όλες οι πηγές και τα κριτήρια με τα οποία κρίθηκε αν μια πηγή είναι κατάλληλη για τη μελέτη.

Το κεφάλαιο 4, παρουσιάζει τα αποτελέσματα της έρευνας κάνοντας μια χαρτογράφηση του πεδίου των 32 μελετών.

Τέλος, το κεφάλαιο των συμπερασμάτων περιλαμβάνει μια σύνοψη των αποτελεσμάτων της μελέτης, αναφέρει τους περιορισμούς και τις αδυναμίες που εντοπίστηκαν και δίνει προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

Ορισμός Τεχνητής Νοημοσύνης

Η τεχνητή νοημοσύνη (στα αγγλικά ο όρος είναι «Artificial Intelligence» και ως συντομογραφία «AI») αποτελεί μια έννοια που είναι δύσκολο να προσδιοριστεί. Ο ορισμός της είναι δύσκολος επειδή ο ίδιος ο ορισμός της νοημοσύνης δεν είναι απλός. Οι Legg και Hutter (2007, σελ. 12) προσφέρουν τον ακόλουθο γενικό ορισμό: «Η ευφυΐα μετρά την ικανότητα ενός πράκτορα να πετύχει στόχους σε ένα ευρύ φάσμα περιβαλλόντων». Χρησιμοποιώντας αυτόν τον ορισμό, η νοημοσύνη θα θεωρούνταν κανονική νοημοσύνη εάν ο «πράκτορας» ήταν ένας άνθρωπος, και τεχνητή νοημοσύνη εάν ο «πράκτορας» ήταν μια μηχανή (Ziesche et al., 2022).

Με την όρο «τεχνητή νοημοσύνη» οι Chen et al. (2020b), εικάζουν έναν υπερυπολογιστή με δυνατότητες επεξεργασίας και προσαρμοστικής συμπεριφοράς μέσω της χρήσης αισθητήρων και άλλων τεχνολογιών που του επιτρέπουν να έχει γνώση αντίστοιχη της ανθρώπινης και άρα λειτουργικές ικανότητες. Οι Chassignol et al. (2018) παρέχουν έναν ορισμό δύο παραμέτρων ως περιγραφή της τεχνητής νοημοσύνης. Θεωρούν, αρχικά, την τεχνητή νοημοσύνη ως ένα πεδίο και μια θεωρία. Ως πεδίο μελέτης, την ορίζουν ως έναν τομέα μελέτης της επιστήμης των υπολογιστών των οποίων οι αναζητήσεις στοχεύουν στην επίλυση διαφορετικών γνωστικών προβλημάτων που σχετίζονται συνήθως με την ανθρώπινη νοημοσύνη, όπως είναι η μάθηση, η επίλυση προβλημάτων, η αναγνώριση προτύπων, και στη συνέχεια, η προσαρμογή (Chassignol et al., 2018). Ως θεωρία, η τεχνητή νοημοσύνη αποτελεί το θεωρητικό πλαίσιο που καθοδηγεί την ανάπτυξη και χρήση συστημάτων υπολογιστών με ανθρώπινες δυνατότητες, και την ικανότητα εκτέλεσης εργασιών που απαιτούν ανθρώπινη νοημοσύνη, συμπεριλαμβανομένης της οπτικής αντίληψης, της αναγνώρισης της ομιλίας, της λήψης αποφάσεων και της μετάφρασης γλωσσών (Chassignol et al., 2018, σελ. 17). Σε άλλες μελέτες, ο παρεχόμενος ορισμός της τεχνητής νοημοσύνης φέρνει στο προσκήνιο σχεδόν παρόμοια στοιχεία ή χαρακτηριστικά.

Στο βιβλίο των Russell et al. (2010), η τεχνητή νοημοσύνη περιγράφεται από οκτώ αναφορές:

- **Συστήματα που σκέφτονται σαν τον άνθρωπο**
 - «Η συναρπαστική νέα προσπάθεια για να κάνουμε τους υπολογιστές να σκέφτονται...μηχανές με νόηση, με την πλήρη και κυριολεκτική έννοια» (Haugeland, 1985).
 - «[Η αυτοματοποίηση των] δραστηριοτήτων που συσχετίζουμε με την ανθρώπινη σκέψη, όπως η λήψη αποφάσεων, η επίλυση προβλημάτων, η μάθηση...» (Bellman, 1978).
- **Συστήματα που σκέφτονται ορθολογικά**
 - «Η μελέτη των νοητικών ικανοτήτων με τη χρήση υπολογιστικών μοντέλων» (Charniak & McDermott, 1985).
 - «Η μελέτη των υπολογιστικών εργασιών που μας δίνουν τη δυνατότητα να αντιλαμβανόμαστε, να συλλογίζομαστε, και να ενεργούμε» (Winston, 1992).
- **Συστήματα που ενεργούν σαν τον άνθρωπο**
 - «Η τέχνη της δημιουργίας μηχανών που πραγματοποιούν λειτουργίες οι οποίες απαιτούν νοημοσύνη όταν πραγματοποιούνται από ανθρώπους» (Kurzweil, 1990).
 - «Η μελέτη του πώς μπορούμε να κάνουμε τους υπολογιστές να κάνουν πράγματα στα οποία, προς το παρόν, οι άνθρωποι είναι καλύτεροι» (Rich & Knight, 1991).
- **Συστήματα που ενεργούν ορθολογικά**
 - «Υπολογιστική Νοημοσύνη είναι η μελέτη της σχεδίασης ευφυών πρακτόρων» (Poole et al., 1998).
 - «Η τεχνητή νοημοσύνη ασχολείται με την ευφυή συμπεριφορά των τεχνουργημάτων» (Nilsson, 1998).

Οι πρώτοι τέσσερις ορισμοί ενδιαφέρονται περισσότερο για τις διαδικασίες σκέψης και τη συλλογιστική, ενώ οι υπόλοιποι ασχολούνται με τη συμπεριφορά. Επίσης, οι ίδιοι ορισμοί κατατάσσονται με βάση τη μέτρηση της επιτυχίας ως προς την εγγύτητα και τις ανθρώπινες επιδόσεις ή ως προς μια ιδανική έννοια νοημοσύνης που

ονομάζεται ορθολογικότητα (rationality). Ένα σύστημα είναι ορθολογικό αν κάνει «το σωστό», με δεδομένα όσα γνωρίζει (Russell et al., 2010).

Από τους παραπάνω ορισμούς προκύπτει ότι η τεχνητή νοημοσύνη περιλαμβάνει την ανάπτυξη μηχανών που έχουν κάποιο επίπεδο νοημοσύνης, με ικανότητα εκτέλεσης ανθρώπινων λειτουργιών, όπως η γνώση, η μάθηση, η λήψη αποφάσεων, και η προσαρμογή στο περιβάλλον. Ως εκ τούτου, η ευφυΐα και η ικανότητα εκτέλεσης ενός ευρέος φάσματος λειτουργιών που απαιτούν ανθρώπινες ικανότητες εμφανίζονται ως κλειδί και βασικό χαρακτηριστικό της τεχνητής νοημοσύνης.

Μεθοδολογία

Για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας, εφαρμόστηκε η προσέγγιση βιβλιογραφικής επισκόπησης κατά Cooper et al. (2009) ώστε να μειωθεί η υποκειμενικότητα, η μεροληψία και η παρουσίαση μεγάλων ποσοτήτων πληροφοριών (Cooper et al., 2009). Τα κύρια χαρακτηριστικά στοιχεία αυτού του τύπου ανασκόπησης είναι η συστηματική και ακριβής μέθοδος που ακολουθεί, καθώς και η ικανότητα σύνθεσης των συλλεγόμενων πηγών που δίνουν προστιθέμενη αξία (Gough et al., 2013). Τέλος, προκύπτουν τα συμπεράσματα από τον συνδυασμό των ερευνών και του συνόλου των πηγών που μελετήθηκαν.

Αρχικά, θα καθοριστεί το πρόβλημα και θα δοθεί σαφής εννοιολογικός ορισμός της τεχνητής νοημοσύνης που αποτελεί τη μεταβλητή ενδιαφέροντος. Το πρόβλημα θα τοποθετηθεί σε ένα ουσιαστικό θεωρητικό και πρακτικό πλαίσιο, κι έπειτα τα ερευνητικά στοιχεία για την τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση, που απαιτούνται για την αντιμετώπισή του, θα καθοριστούν με σαφήνεια. Στη συνέχεια, θα πραγματοποιηθεί συλλογή των ερευνητικών στοιχείων, χρησιμοποιώντας και συμπληρωματικές στρατηγικές αναζήτησης με συνδυαστικούς όρους για την εύρεση σχετικών μελετών. Θα εφαρμοστούν διαδικασίες αποκλεισμού με βάση ορισμένα κριτήρια, που περιγράφονται στην επόμενη ενότητα, για τη διασφάλιση της αμεροληψίας και της αξιοπιστίας. Θα αξιολογηθεί η αντιστοιχία μεταξύ των διαφόρων μεθόδων και της υλοποίησής τους, που χρησιμοποιούν οι μελέτες που θα συλλεχθούν, προκειμένου να συγκριθούν τα αποτελέσματά τους για χάρη της σύνθεσης της επισκόπησης. Έπειτα, οι μελέτες θα κατηγοριοποιηθούν, με χρήση πινάκων, προκειμένου να φανούν οι σημαντικές διακρίσεις μεταξύ τους όσον αφορά τον ερευνητικό σχεδιασμό τους. Τα διάφορα στοιχεία θα καταγραφούν συνοπτικά και θα ενσωματωθούν στις διάφορες κατηγορίες που εξυπηρετούν προκειμένου να ερμηνευτούν. Στη συνέχεια, θα αναλυθούν τα αποτελέσματα και θα ερμηνευτούν μέσα από παρουσιάσεις με γραφήματα για να είναι εύκολα αντιληπτά. Ταυτόχρονα, θα προκύψουν οι περιορισμοί των ευρημάτων της έρευνας και τα συμπεράσματα. Τέλος, θα σημειωθούν οι προτάσεις για μελλοντικές μελέτες.

3.1 Πηγές Δεδομένων

Στη φάση της συλλογής δεδομένων πραγματοποιήθηκε έρευνα μέσω του Google Scholar. Επιπλέον, αντλήθηκαν άρθρα και από πρακτικά συνεδρίων όπως και από την UNESCO.

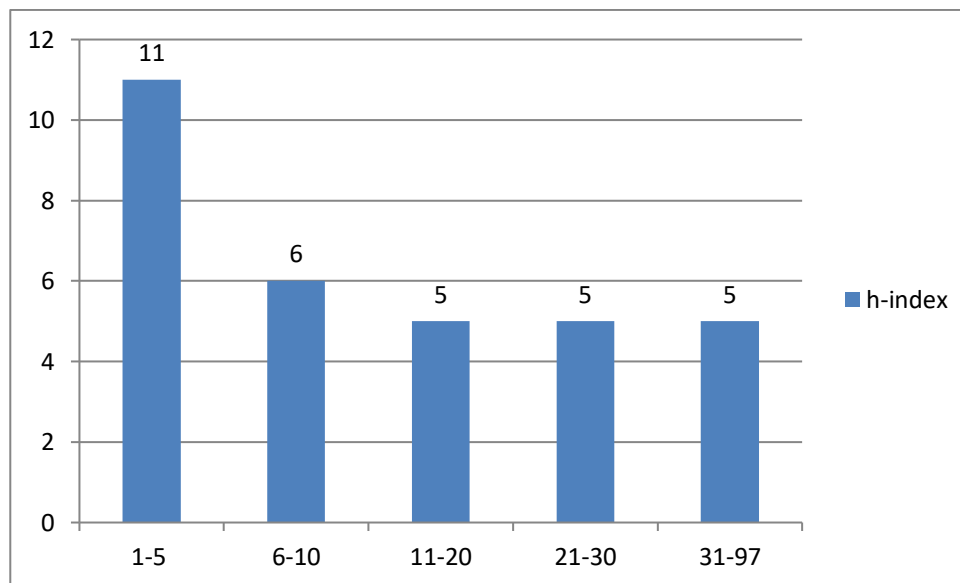
Στο πλαίσιο αυτής της ανασκόπησης χρησιμοποιήθηκαν συγκεκριμένοι όροι (keywords) για την εύρεση και ανάκτηση των μελετών. Ερευνήθηκαν διάφοροι συνδυασμοί των όρων: «Artificial Intelligence in Education», «AI in Education», «AIED», «EdTech», «Machine Learning in Education», «Learning Analytics in Education», «Intelligent Tutoring Systems» και «Generative AI in Education». Οι όροι αυτοί συνδυάστηκαν με ονόματα χωρών όπως: «China», «India», «USA». Από την παραπάνω έρευνα συλλέχθηκαν οι αναφορές.

3.2 Κριτήρια Ένταξης και Αποκλεισμού

Αρχικά, συλλέχθηκαν 85 μελέτες από τις οποίες, εφόσον αφαιρέθηκαν τυχόν διπλότυπες, επιλέχθηκαν 32 με βάση τα παρακάτω κριτήρια:

- Οι μελέτες έχουν εκδοθεί σε επιστημονικά περιοδικά, πρακτικά συνεδρίων ή είναι κεφάλαια βιβλίων.
- Είναι γραμμένες στα Αγγλικά.
- Μελέτες που επικεντρώνονται κυρίως στην εξατομικευμένη διδασκαλία και μάθηση.
- Μελέτες που μιλούν για εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης, ανάλυση μεγάλων δεδομένων και αναλυτική μάθηση στον τομέα της εκπαίδευσης.
- Μελέτες που αναφέρουν τις προκλήσεις της ενσωμάτωσης της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση και τα ηθικά ζητήματα που προκύπτουν.
- Το έτος έκδοσης είναι από το 2017 έως το 2023.

- Οι αναφορές που χρησιμοποιήθηκαν πριν το έτος 2017 εξυπηρετούν τον σκοπό της ιστορικής αναδρομής, ή της περιγραφής ορισμών και δε συμμετέχουν στην ανασκόπηση.
- Όλες οι μελέτες ταιριάζουν με τις λέξεις ή φράσεις κλειδιά με τις οποίες πραγματοποιήθηκε η αναζήτηση.
- Ο h-index του πρώτου ερευνητή της κάθε μελέτης δεν αποτέλεσε κριτήριο αποκλεισμού στην παρούσα επισκόπηση, ωστόσο έγινε κατηγοριοποίηση των μελετών:



Διάγραμμα 1. Κατηγορίες μελετών ανάλογα με τον h-index του πρώτου ερευνητή

Από το Διάγραμμα 1 προκύπτουν 5 κατηγορίες για τις 32 μελέτες που επιλέχθηκαν για την παρούσα βιβλιογραφική επισκόπηση. Το 34% έχουν ως πρώτο ερευνητή με h-index από 1 έως 5, άλλο 34% (6 και 5 μελέτες) έχουν πρώτο ερευνητή με h-index από 6 έως 20 και τέλος, άλλες 10 μελέτες (5 και 5 μελέτες), δηλαδή το 32% έχουν πρώτο ερευνητή με h-index μεγαλύτερο του 21.

Τα κριτήρια αποκλεισμού μελετών αφορούν τα παρακάτω:

- Μελέτες που επικεντρώθηκαν σε θέματα όπως «ιατρική εκπαίδευση», «ρομποτική εκπαίδευση» και εξειδικευμένη τριτοβάθμια εκπαίδευση που βασίζονται σε τεχνικές γνώσεις.

- Μελέτες που επικεντρώθηκαν περισσότερο στις θεωρίες της επιστήμης των υπολογιστών και περιλαμβάνουν μόνο τη βαθιά μάθηση και άλλες μεθόδους και εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης.
- Μελέτες που βασίστηκαν μόνο στις απαντήσεις κάποιου προγράμματος τεχνητής νοημοσύνης όπως π.χ. το ChatGPT.
- Παρουσιάσεις power point.
- Άρθρα από blog.
- Άρθρα από εφημερίδες.

Αποτελέσματα

4.1 Ερευνητικό Προφίλ και Επισκόπηση των Περιπτώσεων

Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει μια συνολική επισκόπηση της βιβλιογραφικής ανάλυσης. Οι μελέτες που έχουν επιλεγθεί παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Οι πληροφορίες που συμπεριλαμβάνονται σε κάθε περίπτωση είναι το όνομα του συγγραφέα, η χώρα των συγγραφέων της έρευνας, το έτος και ο τύπος της έκδοσης.

Πίνακας 1: Περιπτώσεις που περιλαμβάνονται στη μελέτη

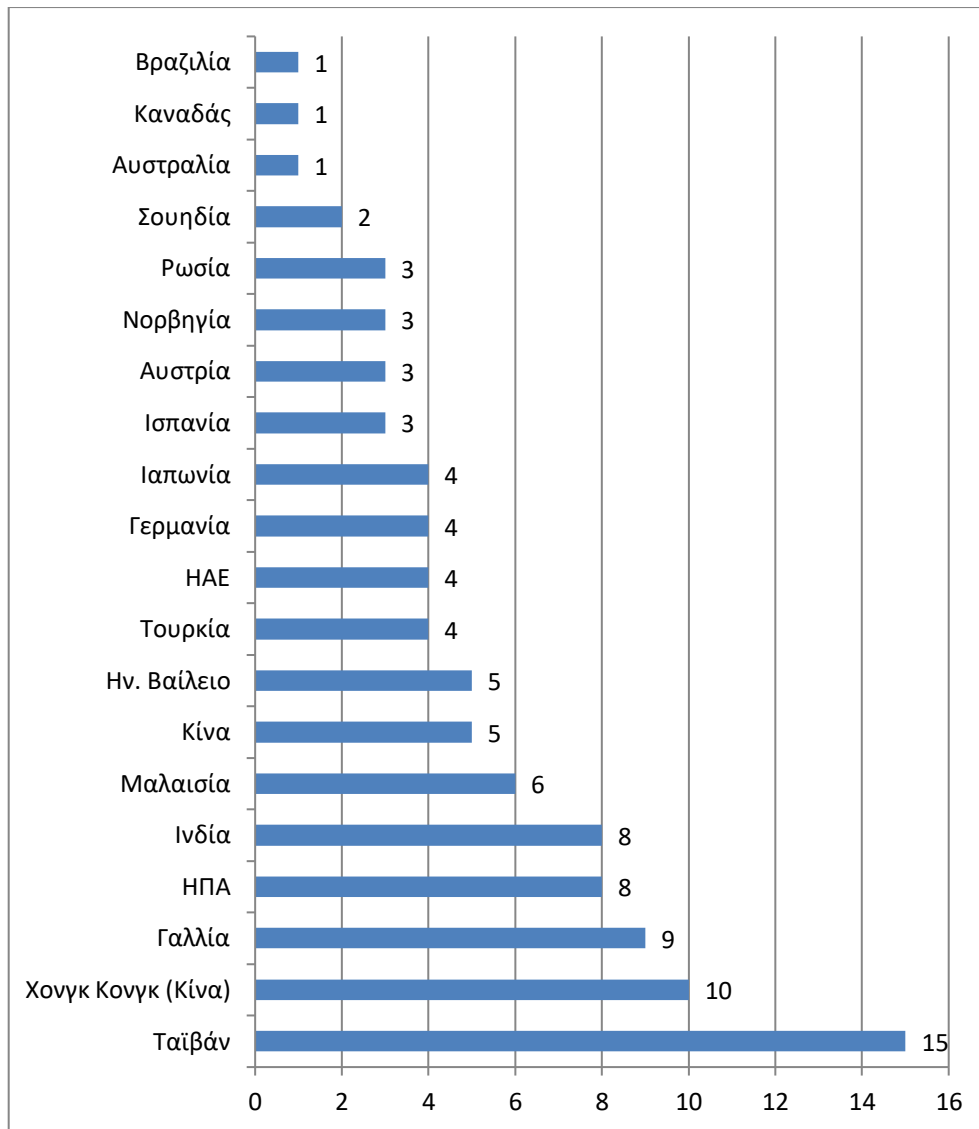
Αναγνωριστικό	Πηγή	Χώρες Ερευνητών	Έτος	Τύπος Έκδοσης
C1	Ababneh, M., Aljarrah, A., Karagozlu, D., & Ozdamli, F.	Τουρκία	2021	Άρθρο (SemanticScholar)
C2	Akgun, S., & Greenhow, C.	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (ΗΠΑ)	2021	Άρθρο (SpringerLink)
C3	Alam, A.	Ινδία	2021	Πρακτικά Συνεδρίου (IEEE)
C4	Bahrour, Z., Anane, C., Ahmed, V., & Zacca, A.	Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα (ΗΑΕ)	2023	Άρθρο (MDPI)
C5	Bhutoria, A.	Ινδία	2022	Άρθρο (ScienceDirect)
C6	Chassignol, M., Khoroshavin,	Γαλλία, Ρωσία	2018	Άρθρο (ScienceDirect)

	A., Klimova, A., & Bilyatdinova, A.			
C7	Chen, L., Chen, P., & Lin, Z.	Κίνα	2020	Άρθρο (IEEE)
C8	Chen, X., Xie, H., Zou, D., & Hwang, G. J.	Χονγκ Κονγκ (Κίνα), Ταϊβάν	2020	Άρθρο (ScienceDirect)
C9	Chiu T.	Χονγκ Κονγκ (Κίνα)	2023	Άρθρο (Taylor & Francis Online)
C10	Chocarro, R., Cortinas, M., & Marcos-Matás, G.	Ισπανία	2021	Άρθρο (Taylor & Francis Online)
C11	Ekström, S., & Pareto, L.	Σουηδία	2022	Άρθρο (SpringerLink)
C12	Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C.	Ην. Βαίλειο	2019	Βιβλίο
C13	Hwang, G. J., Xie, H., Wah, B. W., & Gašević, D.	Ταϊβάν, Χονγκ Κονγκ (Κίνα), Αυστραλία	2020	Άρθρο (ScienceDirect)
C14	Hwang, G. J., Sung, H. Y., Chang, S. C., & Huang, X. C.	Ταϊβάν	2020	Άρθρο (ScienceDirect)
C15	Jain, S., & Jain, R.	Ινδία	2019	Άρθρο (IJRAR)
C16	Jaiswal, A., & Arun, C. J.	Ινδία	2021	Άρθρο (ERIC)

C17	Kučak, D., Juričić, V., & Đambić, G.	Αυστρία	2018	Πρακτικά Συνεδρίου (DAAAM International)
C18	Li, H., & Wang, H.	Κίνα	2020	Πρακτικά Συνεδρίου (IEEE)
C19	Luan, H., Geczy, P., Lai, H., Gobert, J., Yang, S. J., Ogata, H., ... & Tsai, C. C	Ταϊβάν, Ιαπωνία, Καναδάς, ΗΠΑ, Βραζιλία, Χονγκ Κονγκ (Κίνα)	2020	Άρθρο (Frontiers)
C20	Miao, F., Holmes, W., Huang, R., & Zhang, H.	Γαλλία	2021	Βιβλίο (UNESCO)
C21	Namatherdhala, B., Mazher, N., & Sriram, G. K.	ΗΠΑ	2022	Άρθρο (Research Gate)
C22	Normadhi, N. B. A., Shuib, L., Nasir, H. N. M., Bimba, A., Idris, N., & Balakrishnan, V.	Μαλαισία	2019	Άρθρο (ScienceDirect)
C23	Pedro, F., Subosa, M., Rivas, A., & Valverde, P.	Γαλλία	2019	Άρθρο (UNESCO)
C24	Sharma, K.,	Νορβηγία	2019	Άρθρο (BERA)

	Papamitsiou, Z., & Giannakos, M.			
C25	Su, J., & Yang, W.	Χονγκ Κονγκ (Κίνα)	2023	Άρθρο (Sage Journals)
C26	Tang, K. Y., Chang, C. Y., & Hwang, G. J.	Ταϊβάν	2021	Άρθρο (Taylor & Francis Online)
C27	Tsai, Y. S., & Gasevic, D.	Ην. Βασίλειο	2017	Άρθρο (ACM)
C28	Wang, Y.	ΗΠΑ	2021	Άρθρο (Emerald Insight)
C29	Wong, B. T. M.	Χονγκ Κονγκ (Κίνα)	2017	Άρθρο (Emerald Insight)
C30	Yang, S. J., Ogata, H., Matsui, T., & Chen, N. S.	Ταϊβάν, Ιαπωνία	2021	Άρθρο (ScienceDirect)
C31	Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F.	Γερμανία	2019	Άρθρο (SpringerLink)
C32	Ziesche, S. & Bhagat, K.	Ινδία	2022	Βιβλίο (UNESCO)

Στο Διάγραμμα 2, φαίνεται ότι από τις μελέτες που επιλέχθηκαν το 56% των συγγραφέων έχουν προέλευση από κάποια χώρα της Ασίας (ΗΑΕ, Ιαπωνία, Ινδία, Κίνα (και Χονγκ Κονγκ), Μαλαισία, Ταϊβάν, Τουρκία).



Διάγραμμα 2. Χώρες προέλευσης όλων των συγγραφέων των περιπτώσεων της μελέτης

4.2 Ερευνητική Μέθοδος

Ο Πίνακας 2 παρουσιάζει μία σύντομη περιγραφή της ερευνητικής μεθόδου που ακολούθησε κάθε μελέτη που συμπεριλήφθηκε στη συστηματική ανασκόπηση. Συγκεκριμένα, αποτελείται από το αναγνωριστικό, τον συγγραφέα και το έτος, τον τίτλο της μελέτης και την ερευνητική μέθοδο.

Πίνακας 2: Λεπτομέρειες των μελετών που συμμετέχουν στη Συστηματική Ανασκόπηση

Αναγνωριστικό	Συγγραφέας & Έτος	Τίτλος	Ερευνητική Μέθοδος
C1	Ababneh et al. (2021)	Guiding the Students in High School by Using Machine Learning	Συστηματική Ανασκόπηση: 14 άρθρα από 308 αρχικά, μεταξύ 2009 και 2020. Ανασκόπηση μελετών σχετικά με τα μεγάλα δεδομένα του τομέα της εκπαίδευσης και των τεχνικών που χρησιμοποιούν.
C2	Akgun & Greenhow (2021)	Artificial Intelligence in Education: Addressing Ethical Challenges in K-12 Settings	Ποιοτική Έρευνα: βιβλιογραφική μελέτη για τα ηθικά ζητήματα κατά την εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης στην K-12 εκπαίδευση και μελέτες περιπτώσεων («AI and Ethics», «AI and Data Privacy», «AI and Ocean»).
C3	Alam (2021)	Possibilities and Apprehensions in the Landscape of Artificial Intelligence in Education	Ποιοτική Έρευνα: βιβλιογραφική μελέτη για τον ρόλο της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση «τώρα» και ποιο είναι το πιθανό μέλλον της.

C4	Bahroun et al. (2023)	Transforming Education: A Comprehensive Review of Generative Artificial Intelligence in Educational Settings through Bibliometric and Content Analysis	Συστηματική Ανασκόπηση: 217 άρθρα από 437 αρχικά μεταξύ 2018 και 2023. Παρουσιάζει μια περιεκτική ανάλυση του GenAI (Generative AI) στην εκπαίδευση.
C5	Bhutoria (2022)	Personalized Education and Artificial Intelligence in the United States, China, and India: A Systematic Review Using a Human-In-The-Loop Model	Συστηματική Ανασκόπηση: 353 άρθρα από 2000 αρχικά μεταξύ 2019 και 2021. Ανασκόπηση σχετικά με τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην εξατομίκευση της εκπαίδευσης.
C6	Chassignol et al. (2018)	Artificial Intelligence Trends in Education: a Narrative Overview	Ποιοτική Έρευνα: αφηγηματική επισκόπηση (narrative overview) σε άρθρα από το 2012 και νεότερα. Περιγράφει την επίδραση στις Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση.
C7	Chen et al. (2020a)	Artificial Intelligence in Education: A Review	Συστηματική Ανασκόπηση: 30 άρθρα από 250 αρχικά, από το 2009 και νεότερα. Περιγράφει τον αντίκτυπο της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση (διοίκηση, διδασκαλία, μάθηση).

C8	Chen et al. (2020b)	Application and Theory Gaps During the Rise of Artificial Intelligence in Education	Συστηματική Ανασκόπηση: 45 άρθρα από 1535 αρχικά, μεταξύ 1990 και 2016. Ανασκόπηση της έρευνας της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση.
C9	Chiu T. (2023)	The impact of Generative AI (GenAI) on practices, policies and research direction in education: a case of ChatGPT and Midjourney, Interactive Learning Environments	Μικτή Έρευνα: 92 άρθρα από 1418 αρχικά για τη συστηματική ανασκόπηση που χρησιμοποιεί. Ποσοτική έρευνα όπου συμμετείχαν δάσκαλοι και διευθυντές από 30 σχολεία πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τον αντίκτυπο της GenAI.
C10	Chocarro et al. (2021)	Teachers' Attitudes Towards Chatbots in Education: a Technology Acceptance model Approach Considering the Effect of Social Language, Bot Proactiveness, and Users' Characteristics	Ποσοτική Έρευνα: εξετάζει την αποδοχή των chatbots από τους εκπαιδευτικούς μέσω του μοντέλου Αποδοχής Τεχνολογίας (Technology Acceptance Model). Αναλύει 225 απαντήσεις από προκαταρκτικά τεστ και διαδικτυακή έρευνα με 4 διαφορετικά chatbots.

C11	Ekström & Pareto (2022)	The Dual Role of Humanoid Robots in Education: As Didactic Tools and Social Actors	Ποσοτική έρευνα: μελετά τις αντιλήψεις των δασκάλων για μια δραστηριότητα όπου ο μαθητής σε ρόλο δασκάλου διδάσκει μαθηματικά σε ένα ρομπότ με ρόλο φροντιστή. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν μεταξύ 2018 και 2020 σε σχολική αίθουσα.
C12	Holmes et al. (2019)	Artificial Intelligence In Education Promises and Implications for Teaching and Learning	Βιβλίο: συζητά τον αντίκτυπο της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση και πως αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της διδασκαλίας και της μάθησης.
C13	Hwang et al. (2020a)	A Fuzzy Expert System-based Adaptive Learning Approach to Improving Students' Learning Performances by Considering Affective and Cognitive Factors	Ποσοτική έρευνα: η μελέτη εφάρμοσε ένα σύστημα προσαρμοστικής μάθησης σε μαθητές 5 ^{ης} δημοτικού ως πείραμα που λαμβάνει υπόψη τόσο τη συναισθηματική όσο και τη γνωστική κατάσταση του μαθητή.
C14	Hwang et al. (2020b)	Vision, Challenges, Roles and Research Issues of Artificial Intelligence in Education	Ποιοτική έρευνα: βιβλιογραφική μελέτη για τον ορισμό και το ρόλο της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση και τους προβληματισμούς σχετικά με την εφαρμογή της.

C15	Jain & Jain (2019)	Role of Artificial Intelligence in Higher Education- an Empirical Investigation	Μικτή έρευνα: βιβλιογραφική μελέτη για την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Πραγματοποιήθηκε πείραμα με χρήση δομημένων ερωτηματολογίων για την αντίληψη των εκπαιδευτικών σε πανεπιστήμιο.
C16	Jaiswal & Arun (2021)	Potential of Artificial Intelligence for Transformation of the Education System in India	Μικτή έρευνα: διεξήχθησαν συνεντεύξεις σε ειδικούς στην τεχνητή νοημοσύνη και ανώτερα στελέχη εταιρειών εκπαιδευτικής τεχνολογίας στην Ινδία για τον τρόπο εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση και έγινε βιβλιογραφική μελέτη.
C17	Kučak et al. (2018)	Machine Learning in Education- A Survey of Current Research Trends	Συστηματική Ανασκόπηση: 67 μελέτες χωρισμένες σε 4 κατηγορίες, τη βαθμολόγηση μαθητών, τη βελτίωση διατήρησης φοιτητών, την πρόβλεψη απόδοσης μαθητών και τα τεστ μαθητών

C18	Li & Wang (2020)	Research on the Application of Artificial Intelligence in Education	Ποιοτική έρευνα: βιβλιογραφική μελέτη για τη σημασία, τα χαρακτηριστικά και τις τεχνολογίες της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση με βάση την τρέχουσα εφαρμογή τους στην Κίνα.
C19	Luan et al. (2020)	Challenges and Future Directions of Big Data and Artificial Intelligence in Education	Ποιοτική έρευνα:βιβλιογραφική μελέτη για τις προκλήσεις της χρήσης μεγάλων δεδομένων και τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαιδευτική έρευνα, τη χάραξη πολιτικής και τη βιομηχανία.
C20	Miao et al. (2021)	AI and Education Guidance for Policy- Makers	Ποιοτική έρευνα: βιβλιογραφική μελέτη για την τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση (ορισμός, τάσεις, επιπτώσεις, ηθικά ζητήματα, προκλήσεις)
C21	Namatherdhala et al. (2022)	A Comprehensive Overview of Artificial Intelligence Trends in Education	Ποιοτική έρευνα: βιβλιογραφική μελέτη για τον αντίκτυπο της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση.

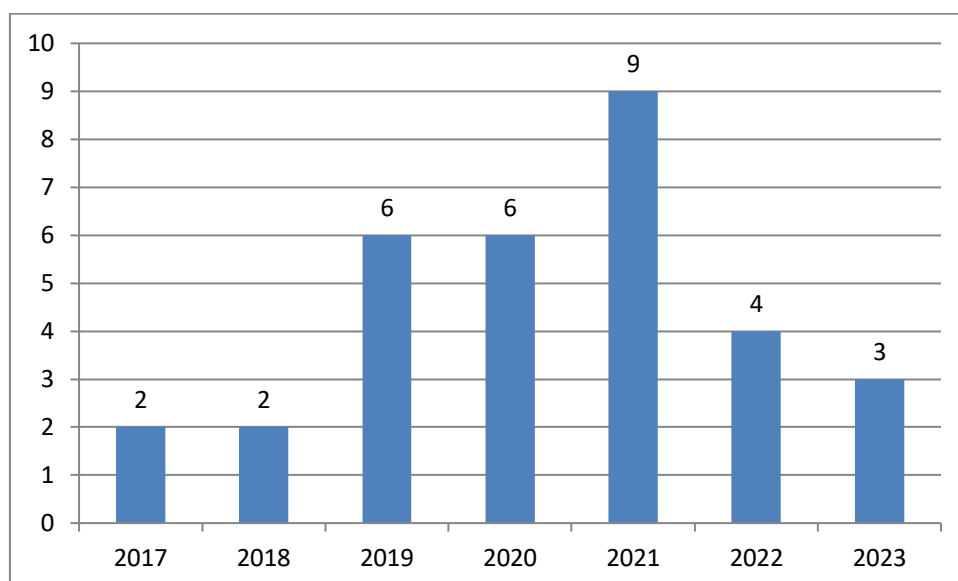
C22	Normadhi et al. (2019)	Identification of Personal Traits in Adaptive Learning Environment: Systematic literature review	Συστηματική Ανασκόπηση: 78 άρθρα από 140 αρχικά, μεταξύ 2010 και 2017. Προκειμένου να βελτιωθούν τα προσαρμοστικά συστήματα διδασκαλίας γίνεται επισκόπηση των προσωπικών χαρακτηριστικών των μαθητών και των τεχνικών που χρησιμοποιούνται για την αναγνώρισή τους.
C23	Pedro et al. (2019)	Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development	Ποιοτική έρευνα: βιβλιογραφική μελέτη για την τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση (αντίκτυπος, μέσα εφαρμογής, προκλήσεις πολιτικών εφαρμογής, μελλοντικές κατευθύνσεις).
C24	Sharma et al. (2019)	Building Pipelines for Educational Data Using AI and Multimodal Analytics: A “Grey-box” Approach	Ποσοτική έρευνα: αναλύει συγχωνευμένα πολυτροπικά εκπαιδευτικά δεδομένα, που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια μιας προσαρμοστικής δραστηριότητας αυτοαξιολόγησης, το 2018, χρησιμοποιώντας μεθόδους μηχανικής μάθησης με σκοπό την πρόβλεψη.
C25	Su & Yang (2023)	Unlocking the Power of ChatGPT: A Framework for Applying Generative AI in Education.	Ποιοτική έρευνα: Μελετά τα πιθανά οφέλη και τις προκλήσεις από τη χρήση του ChatGPT στην εκπαίδευση.

C26	Tang et al. (2021)	Trends in Artificial Intelligence-Supported e-learning: a Systematic Review and Co-citation Network Analysis (1998–2019)	Συστηματική Ανασκόπηση: 86 άρθρα από 271 αρχικά, μεταξύ 2005 και 2019. Ανασκόπηση των προτύπων δημοσίευσης για την τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση με έμφαση σε περιοδικά, χώρες, κλάδους και εφαρμογές.
C27	Tsai & Gasevic (2017)	Learning Analytics in Higher Education – Challenges and Policies: A Review of Eight Learning Analytics Policies	Συστηματική Ανασκόπηση: 23 άρθρα από 71 αρχικά που συλλέχθηκαν μέχρι το 2016. Ανασκόπηση της υιοθέτησης της αναλυτικής μάθησης στην τριτοβάθμια εκπαίδευση και 8 πολιτικών για την εφαρμογή της.
C28	Wang (2021)	Artificial Intelligence in Educational Leadership: a Symbiotic role of Human-Artificial Intelligence Decision-Making	Ποιοτική έρευνα: αναφορά που διερευνά το ρόλο της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαιδευτική ηγεσία.
C29	Wong (2017)	Learning Analytics in Higher Education: an Analysis of Case Studies	Συστηματική Ανασκόπηση: 43 άρθρα από 1492 αρχικά, μεταξύ 2007 και 2016. Ανασκόπηση της έρευνας για την αναλυτική μάθηση στην τριτοβάθμια εκπαίδευση.

C30	Yang et al. (2021)	Human-Centered Artificial Intelligence in Education: Seeing the Invisible Through the Visible	Ποιοτική έρευνα: βιβλιογραφική μελέτη για την αξιολόγηση μεθόδων και εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση.
C31	Zawacki-Richter et al. (2019)	Systematic Review of Research on Artificial Intelligence Applications in Higher education – Where Are the Educators?	Συστηματική Ανασκόπηση: 146 άρθρα από 2656 αρχικά, μεταξύ 2007 και 2018. Ανασκόπηση της έρευνας για εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης στην τριτοβάθμια εκπαίδευση.
C32	Ziesche & Bhagat (2022)	Here, There and Everywhere AI in Education, State of the Education Report for India 2022	Μικτή έρευνα: βασίζεται σε βιβλιογραφικές μελέτες, συνεντεύξεις με ειδικούς και στατιστικές έρευνες από δευτερογενείς πηγές. Το επίκεντρο της αναφοράς είναι η εκπαίδευση με τεχνητή νοημοσύνη.

Για την κατηγοριοποίηση των μελετών της παρούσας ανασκόπησης χρησιμοποιήθηκαν οι όροι ποιοτική, ποσοτική και μικτή έρευνα. Ως ποιοτική έρευνα χαρακτηρίζεται αυτή που δεν περιέχει κάποιο πείραμα ή δραστηριότητα και συγκεκριμένα, αφορά βιβλιογραφική μελέτη, μελέτη περιπτώσεων, αφηγηματική επισκόπηση ή αναφορά (έρευνα θέσης). Ως ποσοτική έρευνα χαρακτηρίζεται αυτή που περιέχει κάποιο πείραμα ή δραστηριότητα κατά την οποία συλλέγονται δεδομένα, πιο συγκεκριμένα, αφορά απαντήσεις σε τεστ, δραστηριότητα με χρήση διαδικτυακών chatbots, δραστηριότητα διδασκαλίας ρομπότ από μαθητή, πείραμα με χρήση προσαρμοστικού συστήματος μάθησης και πείραμα με χρήση προσαρμοστικής πλατφόρμας αυτοαξιολόγησης. Μικτή έρευνα χαρακτηρίζεται αυτή που είναι ποιοτική και ποσοτική, πιο συγκεκριμένα, περιλαμβάνει βιβλιογραφική μελέτη και κάποια δραστηριότητα που συλλέγει δεδομένα όπως, πείραμα με χρήση δομημένων

ερωτηματολογίων, συνεντεύξεις σε ειδικούς και στατιστικές έρευνες από δευτερεύουσες πηγές.



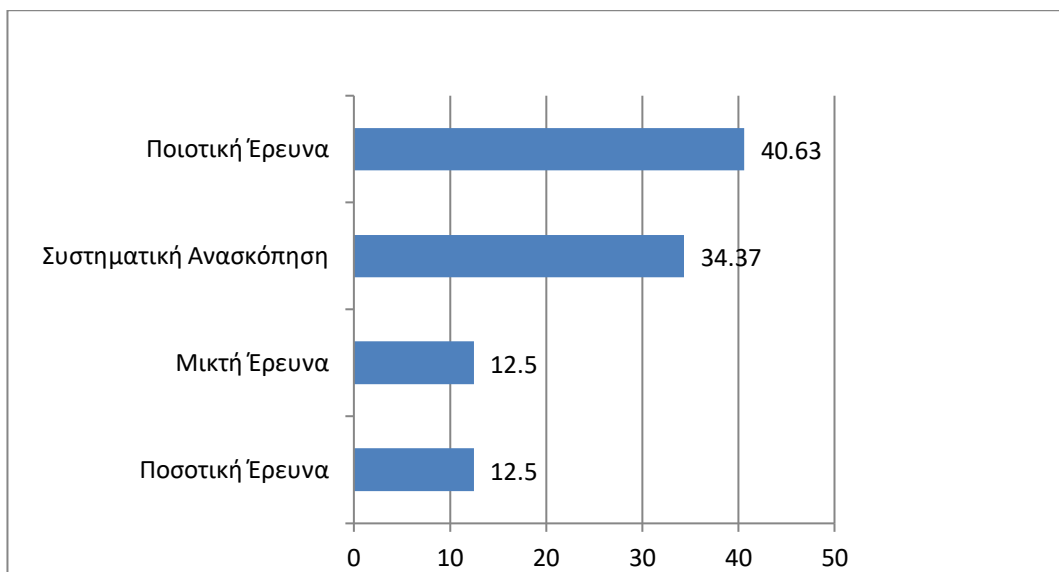
Διάγραμμα 3. Κατηγοριοποίηση των 32 μελετών ανάλογα με το έτος έκδοσης

Στο Διάγραμμα 3 φαίνεται ότι οι περισσότερες μελέτες (66%) είναι μεταξύ 2019-2021.

Από τις εξετασθείσες έρευνες, οι περισσότερες χρησιμοποιούν ποιοτικές ερευνητικές μεθόδους ή αφορούν συστηματικές ανασκοπήσεις. Οι ποσοτικές έρευνες είναι 4 και οι μικτές επίσης 4. Η έλλειψη ποσοτικών ερευνών, με πειραματικές μεθόδους και πιλοτικές εφαρμογές, δείχνει ότι υπάρχει ακόμη ουσιαστικό περιθώριο για τους εκπαιδευτικούς να στοχεύουν στην καινοτόμο και ουσιαστική έρευνα και πρακτική με Τεχνητή Νοημοσύνη στην Εκπαίδευση (AIED, Artificial Intelligence in Education). Ο Πίνακας 3 δείχνει την ερευνητική μέθοδο που ακολουθεί κάθε μελέτη που συμμετέχει στην συστηματική ανασκόπηση.

Πίνακας 3: Ακολουθούμενη ερευνητική μέθοδος των 32 επιλεγμένων μελετών

Ερευνητική Μέθοδος	Αναγνωριστικό	Σύνολο
Ποιοτική Έρευνα	C2, C3, C6, C12, C14, C18, C19, C20, C21, C23, C25, C28, C30	13
Ποσοτική Έρευνα	C10, C11, C13, C24	4
Μικτή Έρευνα	C9, C15, C16, C32	4
Συστηματική Ανασκόπηση	C1, C4, C5, C7, C8, C17, C22, C26, C27, C29, C31	11



Διάγραμμα 4. Ερευνητική μέθοδος των 32 μελετών

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 4, το 41% περίπου αφορά ποιοτικές έρευνες, το 34% συστηματικές ανασκοπήσεις, μόλις 12,5% ποσοτικές έρευνες και τέλος 12,5% μικτές.

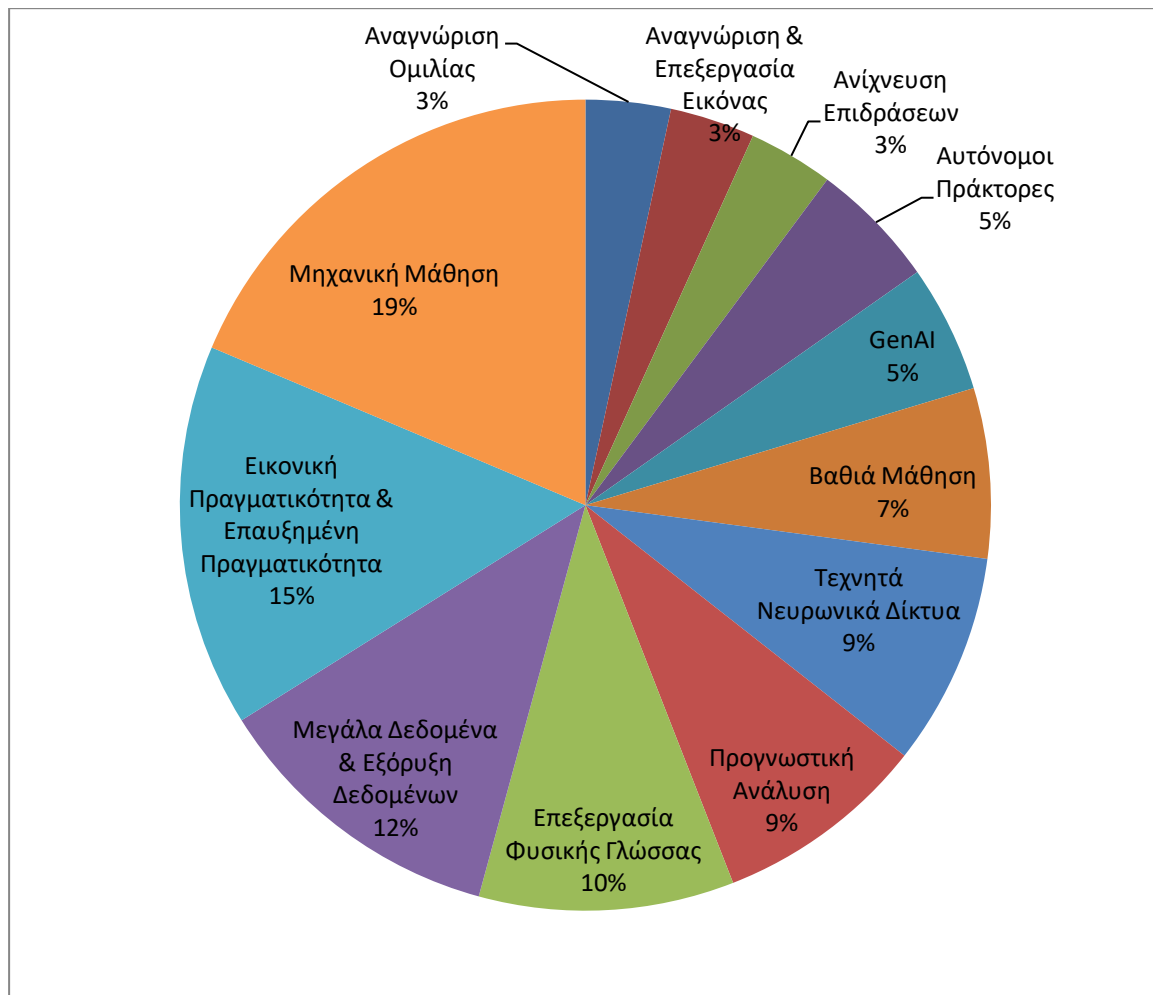
4.3 Τεχνολογίες & Τεχνικές Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Πίνακας 4: Τεχνολογίες & Τεχνικές Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Τεχνική ΑΙ	Αναγνωριστικό	Σύνολο
Μηχανική Μάθηση (Machine Learning)	C2, C7, C8, C12, C16, C17, C20, C21, C22, C23,	11

	C24	
Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (Artificial Neural Networks)	C1, C8, C12, C20, C23	5
Βαθιά Μάθηση (Deep Learning)	C3, C8, C20, C23	4
Αναλυτική Μάθηση (Learning Analytics)	C3, C5, C7, C8, C14, C19, C20, C23, C24, C27, C29, C30, C31, C32	14
Μεγάλα Δεδομένα (Big Data) & Εξόρυξη Δεδομένων (Data Mining)	C1, C7, C8, C19, C20, C23, C32	7
Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας (Natural Language Processing-NLP)	C3, C17, C20, C23, C30, C32	6
Αναγνώριση Ομιλίας (Speech Recognition)	C20, C32	2
Αναγνώριση & Επεξεργασία Εικόνας (Image Recognition & Processing)	C7, C18	2
Αυτόνομοι Πράκτορες (Autonomous Agents)	C3, C18, C20	3
Ανίχνευση Επιδράσεων (Affect Detection)	C20, C24	2
Προγνωστική Ανάλυση (Predictive Analytics)	C2, C16, C20, C28, C32	5
Εικονική Πραγματικότητα & Επαυξημένη Πραγματικότητα (Virtual Reality & Augmented Reality)	C3, C5, C6, C7, C18, C19, C20, C21, C32	9

Generative AI	C4, C9, C25	3
---------------	-------------	---



Διάγραμμα 5. Τεχνολογίες & Τεχνικές Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Όπως προκύπτει από το Διάγραμμα 5, οι περισσότερες έρευνες εστιάζουν στην Αναλυτική Μάθηση, τη Μηχανική Μάθηση και την Εικονική και Επαυξημένη Πραγματικότητα, ως βασικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται στον τομέα της εκπαίδευσης με τεχνητή νοημοσύνη.

Η ενοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης και της εκπαίδευσης δεν είναι μόνο ένας μετασχηματισμός της τελευταίας, αλλά και ένας μετασχηματισμός της ανθρώπινης γνώσης (Hwang et al., 2020b). Η τεχνητή νοημοσύνη εφαρμόζεται σε εκπαιδευτικά ιδρύματα με διαφορετικούς τρόπους, όπως με την αυτοματοποίηση των διοικητικών διαδικασιών, την ανάπτυξη προγραμμάτων σπουδών και περιεχομένου διδασκαλίας και τη διδασκαλία με την αξιοποίηση τεχνολογιών όπως η εικονική πραγματικότητα,

οι διαδικτυακές πλατφόρμες, η ρομποτική, η τηλεδιάσκεψη, τα οπτικοακουστικά αρχεία και η τεχνολογία 3-D (Chen et al., 2020b). Οι Chen et al. (2020b) στη μελέτη τους διαπίστωσαν ότι οι παραδοσιακές τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης, όπως οι Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας, Μηχανική Μάθηση, Νευρωνικά Δίκτυα και Δίκτυα Bayes, είναι οι πιο συχνά υιοθετούμενες σε εκπαιδευτικά πλαίσια.

Οι Normadhi et al. (2019) στην έρευνά τους διαπίστωσαν ότι η απλή μηχανική μάθηση στα προσαρμοστικά περιβάλλοντα μάθησης είναι η δεύτερη πιο συχνά χρησιμοποιούμενη τεχνική για τον προσδιορισμό των προσωπικών χαρακτηριστικών. Μόνο ένα μικρό μέρος των μελετών χρησιμοποίησε τεχνικές μη μηχανικής μάθησης. Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται συχνότερα για τον εντοπισμό προσωπικών χαρακτηριστικών είναι οι τεχνικές ανίχνευσης που βασίζονται σε υπολογιστή, οι οποίες συνδυάζουν δύο ή περισσότερες μεμονωμένες τεχνικές μηχανικής ή μη μηχανικής μάθησης (δηλαδή υβριδικές), ακολουθούμενες από έναν συνδυασμό ερωτηματολογίων και τεχνικών ανίχνευσης μέσω υπολογιστή (Normadhi et al., 2019). Με τη χρήση τεχνικών εξόρυξης εκπαιδευτικών δεδομένων μπορούν να αναπτυχθούν δείγματα που θα οδηγήσουν στην επιτυχία των μαθητών και των εκπαιδευτικών σκοπών (Ababneh et al., 2021).

4.3.1 Μηχανική Μάθηση

Στον πυρήνα της, η Μηχανική Μάθηση (Machine Learning) είναι απλώς ένας τρόπος για την επίτευξη τεχνητής νοημοσύνης, ωστόσο μπορεί να υπάρξει τεχνητή νοημοσύνη χωρίς τη χρήση μηχανικής μάθησης, αλλά αυτό θα απαιτούσε τη δημιουργία εκατομμυρίων γραμμών κώδικα με πολύπλοκους κανόνες και δέντρα αποφάσεων (Pedró et al., 2019). Η μηχανική μάθηση, αντί να χρησιμοποιεί κανόνες, αναλύει μεγάλες ποσότητες δεδομένων για να εντοπίσει μοτίβα και να δημιουργήσει ένα μοντέλο το οποίο στη συνέχεια χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη μελλοντικών τιμών (Miao et al., 2021). Με αυτή την έννοια, οι αλγόριθμοι, αντί να είναι προγραμματισμένοι, λέγεται ότι «μαθαίνουν». Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η μηχανική μάθηση δεν μαθαίνει πραγματικά με την έννοια που μαθαίνει ένας άνθρωπος, ούτε μαθαίνει ανεξάρτητα. Αντίθετα, εξαρτάται εξ ολοκλήρου από τους ανθρώπους, αφού επιλέγουν, καθαρίζουν και επισημαίνουν τα δεδομένα, καθώς και

σχεδιάζουν και εκπαιδεύουν τους αλγορίθμους τεχνητής νοημοσύνης, και τέλος, επιμελούνται, ερμηνεύουν και εκτιμούν την αξία των αποτελεσμάτων (Chen et al., 2020a).

Οι Holmes et al. (2019) υποστηρίζουν ότι οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης αναλύουν τα δεδομένα για να προσδιορίσουν μοτίβα και να δημιουργήσουν ένα μοντέλο, το οποίο στη συνέχεια χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη μελλοντικών τιμών (για παράδειγμα, αναγνωρίζοντας μοτίβα σε φωτογραφίες ατόμων, προβλέπει ποιος εμφανίζεται σε άλλες φωτογραφίες). Έτσι, η μηχανική μάθηση μπορεί να βοηθήσει στη δημιουργία συστάσεων στους μαθητές για να επιλέγουν μαθήματα, ακόμη και για να επιλέξουν πανεπιστήμια αφού αξιοποιεί τα δεδομένα επιτευγμάτων, τις φιλοδοξίες, τις προτιμήσεις τους, για να τους «ταιριάξει» (match-make) με ιδρύματα όπου μπορούν να εξελιχθούν καλύτερα (Chen et al., 2020a). Επιπλέον, αυτή η τεχνολογία μπορεί να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς να κατανοήσουν το «πώς» και με ποιο τρόπο κάθε έννοια γίνεται κτήμα των μαθητών (Kuřák et al., 2018). Έτσι, μπορούν να προσαρμόσουν τη μέθοδο διδασκαλίας ώστε να δουλεύει βασισμένη στα αθροιστικά αρχεία των μαθητών και να τους βοηθήσουν να κατανοήσουν καλύτερα τη διδακτέα ύλη (Chen et al., 2020a).

Οι Chen et al. (2020b) στη βιβλιογραφική τους επισκόπηση παρατήρησαν ότι ο όρος «μηχανική μάθηση» είναι ο πιο συχνά εμφανιζόμενος ανάμεσα στα άρθρα τους με ποσοστό 76%. Αυτό δείχνει ότι η υιοθέτηση τεχνικών μηχανικής μάθησης για εκπαιδευτικούς σκοπούς αποτελεί μείζονα ανησυχία μεταξύ των ερευνητών στον τομέα της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση.

Οι Jaiswal και Arun (2021) χρησιμοποίησαν μια ποιοτική μέθοδο αναζήτησης δεδομένων και πραγματοποίησαν συνεντεύξεις σε βάθος με δύο διακριτές κατηγορίες ατόμων: τέσσερις ειδικούς σε θέματα σχετικά με τεχνητή νοημοσύνη, μηχανική μάθηση και συναφείς τεχνολογίες και ανώτερα στελέχη από τέσσερις ινδικές εταιρείες εκπαιδευτικής τεχνολογίας, που έχουν αναπτύξει προϊόντα βασισμένα στην τεχνητή νοημοσύνη για την εκπαίδευση K-12. Ο σχεδιασμός της συνέντευξης ήταν ημιδομημένος με γνώμονα μια ενδεικτική λίστα ερωτήσεων και διαρκούσε περίπου 45 λεπτά. Οι συνεντεύξεις προσπάθησαν να απαντήσουν το πώς χρησιμοποιούν οι εταιρείες εκπαιδευτικής τεχνολογίας στην Ινδία την τεχνητή νοημοσύνη για να

αλλάζουν τον τρόπο με τον οποίο διδάσκουν οι εκπαιδευτικοί και μαθαίνουν οι μαθητές. Έτσι, κατέληξαν ότι η εξατομικευμένη διδασκαλία καθοδηγείται από αλγορίθμους μηχανικής μάθησης που βελτιώνουν τις προγνωστικές ικανότητες του μοντέλου με κάθε αλληλεπίδραση. Η εξόρυξη κανόνων συσχέτισης χρησιμοποιείται για την ανακάλυψη της απόδοσης των μαθητών μέσω δεδομένων με τη μορφή κανόνων «αν-τότε» (if-then) που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία προτάσεων για μαθητές (Jaiswal & Arun, 2021).

Τα αποτελέσματα των 78 μελετών που αναλύθηκαν στην έρευνα των Normadhi et al. (2019) έδειξαν ότι έχουν αναπτυχθεί τρεις κύριες τεχνικές για τον εντοπισμό προσωπικών χαρακτηριστικών σε προσαρμοστικά περιβάλλοντα μάθησης: τα ερωτηματολόγια, η ανίχνευση μέσω υπολογιστή και ο συνδυασμός και των δύο. Το 73% των μελετών χρησιμοποίησε μέθοδο ανίχνευσης μέσω υπολογιστή που ταξινομείται σε μηχανική μάθηση, μη μηχανική μάθηση και υβριδικές τεχνικές, που είναι και οι πιο δημοφιλείς (45,31%). Η δεύτερη πιο κοινή τεχνική που προτίμησαν οι ερευνητές είναι η ενιαία μηχανική μάθηση (37,50%) που αποτελείται από διαφορετικές τεχνικές, με τις πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες στον εντοπισμό προσωπικών χαρακτηριστικών να είναι η βασισμένη σε κανόνες συσχέτισης και η ασαφής λογική (6,25%).

Οι Sharma et al. (2019), τον Οκτώβριο του 2018, διεξήγαγαν ένα πείραμα με 32 προπτυχιακούς φοιτητές (15 γυναίκες [46,9%] και 17 άντρες [53,1%], ηλικίας 18–21 ετών [$M = 19,24$, $SD = 0,831$]) σε Ευρωπαϊκό Πανεπιστήμιο που εγγράφηκαν σε μια διαδικτυακή προσαρμοστική αυτοαξιολόγηση για το μάθημα Τεχνολογίες Ιστού (που σχετίζεται με την ανάπτυξη front-end). Οι συμμετέχοντες ανέλαβαν την εργασία της αυτοαξιολόγησης μεμονωμένα, σε εργαστήριο του Πανεπιστημίου, ειδικά εξοπλισμένο και οργανωμένο για τις ανάγκες της πειραματικής διαδικασίας, για περίπου 45 λεπτά ο καθένας. Συλλέχθηκαν δεδομένα αισθητήρων από τέσσερις διαφορετικές πηγές: παρακολούθηση ματιών, ηλεκτροεγκεφαλογράφημα, βίντεο προσώπου και δεδομένα διέγερσης από βραχιολάκι. Αυτή η μελέτη κατάφερε να παρουσιάσει μια γενικευμένη μεθοδολογία «γκρίζου κουτιού» για τη δημιουργία αγωγών μηχανικής μάθησης για πολυτροπικά εκπαιδευτικά δεδομένα. Καθορίζει ρητά τα βήματα της διαδικασίας κατασκευής του αγωγού, ως συλλογή δεδομένων (παρακολούθηση ματιών, ηλεκτροεγκεφαλογράφημα, βίντεο προσώπου και δεδομένα

διέγερσης από βραχιολάκι), μηχανική μάθηση γκρίζου κουτιού και ερμηνεία. Η μηχανική μάθηση γκρίζου κουτιού περιέχει τρία βήματα με τη σειρά της, την εξαγωγή χαρακτηριστικών (καθηλώσεις, κίνηση ματιού, ζώνες συχνοτήτων, μονάδες δράσης προσώπου), την επιλογή χαρακτηριστικών (PCA, random forest) και την πρόβλεψη (SVM, decision trees, Gaussian processes). Η ενδελεχής ανάλυση έδειξε ότι η πολυτροπική σύντηξη δεδομένων και διαφορετικοί αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης μπορούν να παρέχουν χρήσιμες προβλέψεις σχετικά με την προσπάθεια και την απόδοση των μαθητών που είναι εύκολο να ερμηνευτούν από την άποψη των φυσιολογικών καταστάσεων του μαθητή (Sharma et al., 2019).

Οι Akgun και Greenhow (2021), Holmes et al. (2019) και Namatherdhala et al. (2022), στις μελέτες τους αναφέρονται στη Μηχανική Μάθηση ως τεχνική και αρκούνται στην περιγραφή της ως μια διαδικασία τριών βημάτων: ανάλυση δεδομένων, δημιουργία μοντέλου και ανάληψη δράσης. Οι μελέτες τους περιορίζονται στην απόδοση ορισμών και θεωρητικής περιγραφής.

4.3.2 Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα

Ένα Τεχνητό Νευρωνικό Δίκτυο (ΤΝΔ) (Artificial Neural Network) είναι μια προσέγγιση τεχνητής νοημοσύνης που εμπνέεται από τη δομή των βιολογικών νευρωνικών δικτύων. Κάθε ΤΝΔ περιλαμβάνει τρεις τύπους διασυνδεδεμένων επιπέδων: ένα επίπεδο εισόδου, ένα ή περισσότερα κρυφά ενδιάμεσα υπολογιστικά επίπεδα και ένα επίπεδο εξόδου που παρέχει το αποτέλεσμα (Miao et al., 2021). Τα κρυφά επίπεδα είναι το μεγάλο πλεονέκτημα των ΤΝΔ, αλλά συνήθως δεν είναι δυνατό να ανακριθεί ένα βαθύ νευρωνικό δίκτυο για να προσδιοριστεί πώς έφτασε στη λύση του. Με άλλα λόγια, τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα μπορούν να οδηγήσουν στη λήψη αποφάσεων για τις οποίες το σκεπτικό είναι κρυφό και άγνωστο, ή μη επιθεωρήσιμο, και πιθανώς άδικο (Holmes et al., 2019).

Οι Chen et al. (2020b) στη μελέτη τους συμπέραναν ότι οι αλγόριθμοι που σχετίζονται με νευρωνικά δίκτυα έχουν υιοθετηθεί ευρέως για εκπαιδευτικούς σκοπούς, για την αντιμετώπιση ζητημάτων όπως η ανίχνευση του στυλ μάθησης ενός μαθητή, η πρόβλεψη εγκατάλειψης σε μαθήματα ηλεκτρονικής μάθησης, η

διαχείριση διατήρησης μαθητών, η πρόβλεψη της διάθεσης του μαθητή, η πρόβλεψη της συμπεριφοράς του μαθητή κι η βελτίωση της διδασκαλίας των παράλληλων ρομπότ.

Στην Κίνα, το 2016, το Υπουργείο Παιδείας όρισε ότι οι τοπικές κυβερνήσεις πρέπει να διαθέσουν τουλάχιστον το 8% του προϋπολογισμού τους για την ψηφιοποίηση της εκπαίδευσης. Έτσι, σχεδιάστηκε μια πειραματική εφαρμογή, η οποία εφαρμόστηκε σε 60.000 σχολεία για αυτόματη διόρθωση έκθεσης με επίπεδο ακρίβειας 92% (Pedro et al., 2019). Βασίζεται σε τεχνητό νευρωνικό δίκτυο και βελτιώνει την ικανότητά του να κατανοεί την ανθρώπινη γλώσσα χρησιμοποιώντας αλγορίθμους βαθιάς μάθησης για να ξεπεράσει τις εκθέσεις που γράφτηκαν από Κινέζους μαθητές και να συγκρίνει τις σημειώσεις με τη βαθμολόγηση και τα σχόλια των δασκάλων (Pedro et al., 2019).

Οι Ababneh et al. (2021) στη μελέτη τους συζητούν διάφορες έρευνες που ανέπτυξαν μεθόδους με χρήση τεχνητών νευρωνικών δικτύων προκειμένου να βελτιωθεί ο τομέας της εκπαίδευσης. Μια από αυτές πραγματοποιήθηκε στο πανεπιστήμιο Kumamoto της Ιαπωνίας, χρησιμοποιώντας μικτές τεχνικές, για την πρόβλεψη των μαθητών που κινδυνεύουν να αποτύχουν ή που έχουν από νωρίς χαμηλή βαθμολογία. Χρησιμοποιήθηκαν δυο αλγόριθμοι νευρωνικού δικτύου, οι οποίοι τροφοδοτήθηκαν με δεδομένα από το «σύστημα διαχείρισης μάθησης» και από τα αποτελέσματα των διαδικτυακών αλλά και των ενδιάμεσων κατά το εξάμηνο διαγωνισμάτων, τα οποία συγκέντρωσαν οι καθηγητές, αγνοώντας την πλευρά των μαθητών. Τελικά αποδεικνύεται ότι αυτοί οι δύο αλγόριθμοι δεν χρησιμοποίησαν αρκετά δεδομένα, έτσι ώστε να είναι ακριβή τα αποτελέσματα (Ababneh et al., 2021).

Μια άλλη έρευνα που συζητούν οι Ababneh et al. (2021) αφορά την δημιουργία αλγορίθμου με τεχνητά νευρωνικά δίκτυα για να προβλέψει την τελική απόδοση των φοιτητών. Χρησιμοποιήθηκαν τα πραγματικά δεδομένα 3518 φοιτητών που φοιτούσαν το χειμερινό εξάμηνο 2017–2018 ενός πανεπιστημίου και συμμετείχαν ενεργά στο σύστημα. Οι συμμετέχοντες αποτελούνταν από αναπληρωτές, προπτυχιακούς και μεταπτυχιακούς φοιτητές. Τα δεδομένα λήφθηκαν από ερωτήματα στη βάση δεδομένων χωρίς καμία άλλη αλληλεπίδραση. Επίσης, στη συγκεκριμένη μελέτη εξετάστηκε και το ύψος της συμβολής των μεταβλητών εισροών στην πρόβλεψη της μεταβλητής παραγωγής. Ο αλγόριθμος βασίζεται στην ανάλυση

πολλών μεταβλητών όπως το φύλο, η βαθμολογία περιεχομένου, ο χρόνος που αφιερώθηκε στο περιεχόμενο, ο αριθμός των καταχωρήσεων στο περιεχόμενο, οι εργασίες για το σπίτι, ο αριθμός παρακολούθησης σε ζωντανές συνεδρίες, ο συνολικός χρόνος που αφιερώθηκε σε ζωντανές συνεδρίες, ο αριθμός παρακολούθησης σε αρχειοθετημένα μαθήματα και ο συνολικός χρόνος που δαπανήθηκε σε αρχειοθετημένα μαθήματα. Το τεχνητό νευρωνικό δίκτυο που δημιουργήθηκε ως αποτέλεσμα της μελέτης κάνει μια πρόβλεψη με ακρίβεια 80,47%. Τέλος, διαπιστώθηκε ότι οι μεταβλητές του αριθμού παρακολούθησης στα ζωντανά μαθήματα, ο αριθμός παρακολούθησης σε αρχειοθετημένα μαθήματα και ο χρόνος που αφιερώθηκε στο περιεχόμενο συνέβαλαν περισσότερο στην πρόβλεψη της μεταβλητής εξόδου (Ababneh et al., 2021).

4.3.3 Βαθιά μάθηση

Η Βαθιά Μάθηση (Deep Learning) αναφέρεται σε ΤΝΔ που περιλαμβάνουν πολλαπλά ενδιάμεσα επίπεδα. Συγκεκριμένα, πρόκειται για την τεχνολογία που οδήγησε σε πολλές αξιοσημείωτες εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης όπως για παράδειγμα, στην επεξεργασία φυσικής γλώσσας, την αναγνώριση ομιλίας, τη μηχανική όραση, τη δημιουργία εικόνων, την ανακάλυψη φαρμάκων και τη γονιδιωματική (Miao et al., 2021). Η βαθιά μάθηση είναι ένα υποπεδίο της μηχανικής μάθησης και ο μακρύς κατάλογος περαιτέρω προσεγγίσεων περιλαμβάνει την εκμάθηση δέντρων αποφάσεων, τον προγραμματισμό επαγωγικής λογικής, την ομαδοποίηση, την ενισχυτική μάθηση και τα δίκτυα Bayes (Pedro et al., 2019). Οι αλγόριθμοι βαθιάς μάθησης μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εποπτευόμενοι, ημι-εποπτευόμενοι και μη εποπτευόμενοι (Chen et al., 2020b).

Δεδομένης της γρήγορης προόδου της βαθιάς μάθησης, η εφαρμογή της στην εκπαίδευση έχει σημαντικές δυνατότητες σύμφωνα με τους Chen et al. (2020b): για παράδειγμα όταν πρόκειται για μεγάλα σύνολα μη κατηγοριοποιημένων δεδομένων, τα επαναλαμβανόμενα νευρωνικά δίκτυα και άλλες τεχνικές βαθιάς μάθησης έχουν αποτελέσματα. Έτσι, στην εκπαίδευση εφαρμόζονται αποτελεσματικά, ειδικά όταν έχει συγκεντρωθεί μεγάλος όγκος δεδομένων των μαθητών (Chen et al., 2020b).

Η βαθιά μάθηση σε συνδυασμό με την επεξεργασία φυσικής γλώσσας κι άλλες μεθόδους, χρησιμοποιείται στα μαζικά ανοιχτά διαδικτυακά μαθήματα (Massive Open Online Courses, MOOC) για την αξιολόγηση της συμμετοχής, της συμπεριφοράς και των επιδόσεων των μαθητών (Alam, 2021).

4.3.4 Αναλυτική Μάθηση

Η Αναλυτική Μάθηση (Learning Analytics), αποτελεί μια τεχνολογία μηχανικής μάθησης που εφαρμόζεται στον τομέα της εκπαίδευσης και εστιάζει σε δεδομένα που προκύπτουν από το μοντέλο μαθητή και το μοντέλο γνώσης. Επιδιώκει να βελτιώσει τη διδασκαλία και τη μάθηση αξιολογώντας ακατέργαστα δεδομένα και δημιουργώντας πρότυπα για τις συνήθειες των μαθητών, την πρόβλεψη των απαντήσεών τους και την παροχή έγκαιρης ανατροφοδότησης (Pedró et al., 2019), (Yang et al., 2021), (Zawacki-Richter et al., 2019), (Ziesche & Bhagat, 2022). Επιπλέον, υποστηρίζει τη λήψη αποφάσεων, προσαρμόζει το διδακτικό περιεχόμενο, απλοποιεί τις αξιολογήσεις και παρέχει προσωπική επίβλεψη σε κάθε μαθητή (Pedró et al., 2019). Ο σκοπός είναι η Αναλυτική Μάθηση να βοηθήσει την εκπαιδευτική μέθοδο να προσαρμοστεί στις ανάγκες και στις ικανότητες του κάθε μαθητή, παρεμβαίνοντας εκεί που χρειάζεται και παρέχοντας σχόλια ανατροφοδότησης (feedback) και εκπαιδευτικού περιεχομένου (Tsai & Gasevic, 2017). Η Αναλυτική Μάθηση χρησιμοποιεί τεχνικές που σχετίζονται με τη μηχανική μάθηση, την οπτικοποίηση δεδομένων, τις μαθησιακές επιστήμες, και τη σημασιολογία και μπορεί για παράδειγμα, παράγοντας δεδομένα, να ανακαλύψει πληροφορίες για τους μαθητές και να προβλέψει την απόδοσή τους βάσει των ικανοτήτων τους, γεγονός που επιτρέπει στα ιδρύματα να ενεργούν προληπτικά (Chen et al., 2020a).

Σύμφωνα με τους Chen et al. (2020b) και τους Hwang et al. (2020b) η Αναλυτική Μάθηση θεωρείται ως η μέτρηση, η συλλογή, η ανάλυση και η αναφορά δεδομένων σχετικά με τους εκπαιδευόμενους και τα πλαίσιά τους, για σκοπούς κατανόησης και βελτιστοποίησης της μάθησης και των περιβαλλόντων στα οποία λαμβάνουν χώρα. Η Αναλυτική Μάθηση ενδιαφέρεται περισσότερο για την περιγραφή δεδομένων και αποτελεσμάτων και οι πιο συχνά υιοθετούμενες τεχνικές που ακολουθεί,

περιλαμβάνουν στατιστική, οπτικοποίηση, ανάλυση ομιλίας, ανάλυση κοινωνικών δικτύων και μοντέλα δημιουργίας νοημάτων (Chen et al., 2020b).

Σύμφωνα με την έρευνα του Alam (2021), σήμερα ένα σύνολο διδακτικών πόρων είναι προσβάσιμο μέσω υπολογιστικής νέφους (cloud), συμπεριλαμβανομένων ενημερωμένων εγχειριδίων και υλικών, καθώς και διαδικτυακών βοηθημάτων μάθησης. Τα μαθήματα έχουν διαδοχικό χαρακτήρα, με τους μαθητές να προχωρούν από το ένα στο άλλο. Έτσι, η Αναλυτική Μάθηση βοηθά τους καθηγητές να αναπτύξουν προσαρμοσμένες τεχνολογίες μάθησης και να κατανοήσουν την απόδοση των μαθητών τους στην τάξη (Alam, 2021). Σκοπός είναι η προσαρμογή της εκπαιδευτικής μεθόδου στις ατομικές ανάγκες και ικανότητες του μαθητή, καθώς και η παρέμβαση σε μαθητές που διατρέχουν κίνδυνο ή η παροχή ανατροφοδότησης και εκπαιδευτικού περιεχομένου (Chen et al., 2020a).

Τα τελευταία χρόνια, συλλέγεται τεράστια ποσότητα δεδομένων εκπαίδευσης, από τις απαντήσεις των μαθητών, το περιεχόμενο και τους πόρους μάθησης, τα οποία δεδομένα στη συνέχεια αναλύονται με τη βοήθεια της Αναλυτικής Μάθησης για την αναγνώριση προτύπων και για τη δημιουργία προγνωστικών μοντέλων, έτσι ώστε να συνταγογραφηθούν κατάλληλες επιλογές σύμφωνα με τα μαθησιακά χαρακτηριστικά των μαθητών τους (Bhutoria, 2022). Ο τομέας της Αναλυτικής Μάθησης επικεντρώνεται περισσότερο στα συστήματα διαχείρισης περιεχομένου διδασκαλίας και στα αποτελέσματα δοκιμών μεγάλης κλίμακας (Chen et al., 2020a). Οι Luan et al. (2020) στη μελέτη τους κατέληξαν ότι τα πρόσφατα ευρήματα όσον αφορά την Αναλυτική Μάθηση αποκάλυψαν ενθαρρυντικά αποτελέσματα για τη βελτίωση των ακαδημαϊκών επιδόσεων, τη διατήρηση των μαθητών, την υποστήριξη των εκπαιδευτικών στο σχεδιασμό και τη βελτίωση της στρατηγικής διδασκαλίας.

Οι Sharma et al. (2019) αναφέρουν ότι μια από τις έρευνες που μελέτησαν αφορά τη δέσμευση στην ατομική μάθηση, και χρησιμοποίησε το «Multimodal Learning Analytics» (MMLA) (δηλαδή, Πολυτροπική Αναλυτική Μάθηση) για να ανιχνεύσει αυτόματα τις στιγμές που οι προσδοκίες των μαθητών είναι πιθανό να επηρεάσουν τη δέσμευσή τους με τη γνώση. Οι συγγραφείς αυτής της έρευνας χρησιμοποίησαν ομιλία, στάση και βλέμμα για να μοντελοποιήσουν τέτοιες στιγμές, προκειμένου να κατανοήσουν το βάθος της ενασχόλησης των μαθητών με το περιεχόμενο, αλλά δεν

μπόρεσαν να επαληθεύσουν μια άμεση σχέση μεταξύ των προτύπων συμπεριφοράς στα πολυτροπικά δεδομένα. Ωστόσο, σε μια άλλη μελέτη που περιλαμβάνεται στην εργασία των Sharma et al. (2019), επαληθεύτηκε αυτή τη σχέση. Συγκεκριμένα, οι μαθητές συνεργάστηκαν σε ζευγάρια για να ολοκληρώσουν μια εργασία σχεδιασμού μηχανικής και οι συγγραφείς χρησιμοποίησαν κίνηση χεριού/καρπού, ηλεκτροδερματική ενεργοποίηση και ανίχνευση φωνητικής δραστηριότητας, για να μοντελοποιήσουν τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές ασχολούνται με την εργασία.

Στην έρευνά τους οι Tsai και Gasevic (2017), μελετούν, μέσα από έρευνες που παρουσιάζονται σε αυτή την παράγραφο, την υιοθέτηση της Αναλυτικής Μάθησης στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Στις ΗΠΑ, η Αναλυτική Μάθηση έχει χρησιμοποιηθεί για την εξάλειψη των εμποδίων στη διατήρηση και την επιτυχία των μαθητών και για τη δημιουργία εξατομικευμένων περιβαλλόντων μάθησης. Στην Αυστραλία, διεξήχθη μια μελέτη σε 32 ιδρύματα, όπου μόνο τα 2 έφτασαν σε προχωρημένο στάδιο εφαρμογής της Αναλυτικής Μάθησης, έχοντας αποδεικτικά στοιχεία πολλαπλών παρεμβάσεων ή πρωτοβουλιών βάσει δεδομένων. Οι υπόλοιπες περιπτώσεις ήταν είτε στο προπαρασκευαστικό στάδιο είτε στο αρχικό στάδιο της εφαρμογής. Στο Ηνωμένο Βασίλειο, μια άλλη έρευνα (N=53) ανάμεσα σε 130 επικεφαλής πανεπιστημίων έδειξε ότι 25 ερωτηθέντες δεν εφάρμοσαν καθόλου Αναλυτική Μάθηση, 18 εργαζόνταν για την υλοποίηση, 9 τα εφάρμοσαν εν μέρει και μόνο 1 τα εφάρμοσε πλήρως σε ολόκληρο το ίδρυμά του. Σε μια άλλη μελέτη, στο Ηνωμένο Βασίλειο, ανάμεσα σε 12 ιδρύματα, προέκυψε ότι μόνο λίγοι ερωτηθέντες ήταν πρόθυμοι να διεκδικήσουν σημαντικά αποτελέσματα από την υιοθέτηση της Αναλυτικής Μάθησης λόγω του εκκολλημένου τεχνολογικού σταδίου εφαρμογής που βρίσκονται σήμερα.

Η μελέτη του Wong (2017) δείχνει ότι τα ιδρύματα ανοιχτής και εξ'αποστάσεως εκπαίδευσης που χρησιμοποιούν Αναλυτική Μάθηση για την ανάλυση των υφιστάμενων δεδομένων και αναμένεται να ωφεληθούν σε τομείς όπως η διασφάλιση ποιότητας και η υποστήριξη σπουδαστών. Συγκεκριμένα, αυτή η μελέτη εξέτασε διάφορα μοντέλα πρόβλεψης για την επιτυχία των μαθητών, τα οποία αναπτύχθηκαν και επικυρώθηκαν για τον εντοπισμό και την ιεράρχηση των μαθητών που μπορεί να χρειάζονται υποστήριξη. Οι ποσοτικές αναλύσεις επιβεβαίωσαν ότι η μαθησιακή απόδοση αυτών των μαθητών βελτιώθηκε αφού προσεγγίστηκαν για παρεμβάσεις με βάση την Αναλυτική Μάθηση. Για παράδειγμα, οι ομάδες παρέμβασης στην

περίπτωση του Marist College παρουσίασαν βελτίωση 6% στους τελικούς βαθμούς των μαθητών σε σύγκριση με τις ομάδες ελέγχου μη παρέμβασης και για το ποσοστό διατήρησης που εξετάστηκε για το Course Signal System του Πανεπιστημίου Purdue, οι ομάδες παρέμβασης πέτυχαν σχεδόν 50% βελτίωση της απόδοσης σε σύγκριση με τις ομάδες ελέγχου (Wong, 2017).

4.3.5 Μεγάλα Δεδομένα & Εξόρυξη Δεδομένων

Τα Μεγάλα Δεδομένα (Big Data) επιτρέπουν στην τεχνητή νοημοσύνη να αξιοποιήσει πλήρως τις δυνατότητές της, άρα δεν υπάρχει τεχνητή νοημοσύνη (που βασίζεται σε δεδομένα) χωρίς αυτά (Pedró et al., 2019). Αυτά τα σύνολα είναι ένας συνδυασμός δομημένων και μη δομημένων δεδομένων και λέγεται ότι χαρακτηρίζονται από τρεις παραμέτρους, τα λεγόμενα «3V»: Volume δηλαδή όγκος (η ποσότητα των δεδομένων), Variety δηλαδή ποικιλία (οι διαφορετικοί τύποι και πηγές δεδομένων) και Velocity δηλαδή ταχύτητα (η διαθεσιμότητα δεδομένων σε πραγματικό χρόνο) (Pedró et al., 2019). Τελευταία, τα 3V των δεδομένων συμβάλλουν στην αισιοδοξία στον τομέα της εκπαίδευσης: όλο και περισσότερα δεδομένα σχετικά με τις επιδόσεις των μαθητών γίνονται διαθέσιμα σε ποικίλες μορφές και συχνά σε πραγματικό χρόνο (Ziesche & Bhagat, 2022).

Στην επιστήμη των υπολογιστών, η Εξόρυξη Δεδομένων (Data Mining) είναι η διαδικασία ανακάλυψης χρήσιμων προτύπων και σχέσεων σε μεγάλους όγκους δεδομένων. Η Εξόρυξη Εκπαιδευτικών Δεδομένων (Educational Data Mining) αναπτύσσει μεθόδους και εφαρμόζει τεχνικές από τη στατιστική, τη μηχανική μάθηση και την εξόρυξη δεδομένων για την ανάλυση δεδομένων που συλλέγονται κατά τη διδασκαλία και τη μάθηση κι επιπλέον, ελέγχει τις θεωρίες μάθησης και ενημερώνει για την εκπαιδευτική πρακτική (Pedró et al., 2019), (Chen et al., 2020b). Για παράδειγμα, τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των μαθητών και τα δεδομένα βαθμολόγησης μπορούν να αναλυθούν από έναν μικρό αριθμό γραπτών εργασιών, μέσω μιας μεθόδου παλινδρόμησης μηχανικής μάθησης, που μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη της μελλοντικής απόδοσης ενός μαθητή (Chen et al., 2020a).

Το αποτέλεσμα των συστημάτων μηχανικής μάθησης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποσότητα και την ποιότητα των δεδομένων εκπαίδευσής τους: όσο περισσότερα και καλύτερα είναι τα δεδομένα, τόσο καλύτερη αναμένεται να είναι η έξοδος του συστήματος. Η τήρηση αυτού του γενικού κανόνα αποτελεί συχνά πρόκληση για την τεχνητή νοημοσύνη στα εκπαιδευτικά συστήματα λόγω της δυσκολίας απόκτησης κατάλληλων δεδομένων εκπαίδευσης. Στην ιδανική περίπτωση, τα απαιτούμενα δεδομένα θα πρέπει να περιλαμβάνουν μετρήσεις υψηλής ποιότητας που σχετίζονται με τη διδασκαλία και τη μάθηση των στοχευόμενων μαθητών, δηλαδή θα πρέπει να είναι πιο λεπτομερή από τα κοινά δεδομένα, όπως τα μαθήματα που παρακολουθήθηκαν, οι καθηγητές, οι βαθμοί και οι βαθμολογίες (Ziesche & Bhagat, 2022). Τέτοια δεδομένα είναι συχνά διαθέσιμα μόνο από υπάρχοντα εκπαιδευτικά εργαλεία που υποστηρίζονται από τεχνητή νοημοσύνη (Ziesche & Bhagat, 2022).

Τα μεγάλα δεδομένα που προέρχονται από εκπαιδευτικά συστήματα μπορούν επίσης να συμβάλουν στη χάραξη πολιτικής: τα δημόσια εκπαιδευτικά ιδρύματα χρησιμοποιούν όλο και περισσότερο μεγάλα δεδομένα για τη δημιουργία ψηφιακών και διαδραστικών οπτικοποιήσεων, που μπορούν στη συνέχεια να παρέχουν ενημερωμένες πληροφορίες για το εκπαιδευτικό σύστημα στους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής (Miao et al., 2021). Για παράδειγμα, τα αποτελέσματα δεδομένων των συστημάτων διαχείρισης μάθησης, που έχουν δημιουργηθεί για τους πρόσφυγες, μπορεί να βοηθήσουν στον καθορισμό της βέλτιστης παροχής εκπαιδευτικών ευκαιριών και υποστήριξης (Miao et al., 2021).

Οι Ababneh et al. (2021) στη μελέτη τους συζητούν διάφορες έρευνες που χρησιμοποιούν αλγορίθμους οι οποίοι βασίζονται στα μεγάλα δεδομένα. Σε μια από αυτές, ο ερευνητής δημιούργησε έναν αλγόριθμο για να βελτιώσει την ακαδημαϊκή επίδοση των μαθητών ελέγχοντας τις καθυστερημένες εργασίες για το σπίτι, ωστόσο κατέληξε ότι ο αλγόριθμος δε λειτουργεί αποτελεσματικά όταν ασχολείται με μεγάλα δεδομένα. Σε μια άλλη έρευνα που μελέτησαν οι Ababneh et al. (2021), ο αλγόριθμος που χρησιμοποιείται εξαρτάται από μεγάλα δεδομένα για να προβλέπει την ακαδημαϊκή επίδοση. Συλλέχθηκαν δεδομένα μέσω συστήματος από 141 φοιτητές του Πανεπιστημίου της Δυτικής Σκωτίας, για να προβλέψουν ποιοι από αυτούς ενδέχεται να εγκαταλείψουν την τριτοβάθμια εκπαίδευση, χρησιμοποιώντας ένα

μοντέλο («Multi-model Heterogeneous Ensemble Approach», δηλαδή Πολυμοντέλο Ετερογενούς Προσέγγισης Συνόλων). Ωστόσο, χρειαζόταν μεγαλύτερος αριθμός μεταβλητών προς ανάλυση για να προκύψουν αξιόπιστα αποτελέσματα. Τέλος, κατέληξαν ότι με τη χρήση των τεχνικών εξόρυξης εκπαιδευτικών δεδομένων μπορούν να αναπτυχθούν δείγματα για να περιμένουμε την επιτυχία των μαθητών, ωστόσο είναι ανάγκη να γίνει περισσότερη έρευνα.

Οι τεχνολογίες μεγάλων δεδομένων που χρησιμοποιούν αναλύσεις μάθησης και μηχανική μάθηση έχουν επιδείξει υψηλή προγνωστική ακρίβεια των ακαδημαϊκών επιδόσεων των μαθητών και πρόσφατα ευρήματα αποκάλυψαν ενθαρρυντικά αποτελέσματα όσον αφορά τη βελτίωση της ακαδημαϊκής απόδοσης και διατήρησης των μαθητών, καθώς και την υποστήριξη των δασκάλων στο σχεδιασμό μάθησης και τη βελτίωση της στρατηγικής διδασκαλίας (Luan et al., 2020).

4.3.6 Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας

Η Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας (Natural Language Processing/ NLP) εκμεταλλεύεται τη μηχανική μάθηση, τη βαθιά μάθηση, τους αλγορίθμους παλινδρόμησης και κ-μέσων (k-means) για την αυτόματη ερμηνεία κειμένων, για τη σημασιολογική ανάλυση, όπως χρησιμοποιείται στη μετάφραση, και για τη δημιουργία κειμένων (Miao et al., 2021). Σύμφωνα με τους ίδιους, έχει επιτύχει ακρίβεια άνω του 90%, ωστόσο, ορισμένοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι, ακόμη και με περισσότερα δεδομένα και ταχύτερους επεξεργαστές, αυτό δε θα βελτιωθεί πολύ έως ότου αναπτυχθεί ένα νέο υπόδειγμα τεχνητής νοημοσύνης (Miao et al., 2021).

Όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 4.3.3, η επεξεργασία φυσικής γλώσσας σε συνδυασμό με τη βαθιά μάθηση κι άλλες μεθόδους, χρησιμοποιείται στα μαζικά ανοιχτά διαδικτυακά μαθήματα (Massive Open Online Courses, MOOC) για την αξιολόγηση της συμμετοχής, της συμπεριφοράς και των επιδόσεων των μαθητών (Alam, 2021). Τα Coursera, edX, iversity, Future Learn, Udacity, CognitiveClass.ai, κ.λπ. είναι παραδείγματα τέτοιων πλατφορμών, που σε ορισμένες περιπτώσεις, λένε ότι εφαρμόζουν Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας και Μηχανική Μάθηση σε συνδυασμό με Crowdsourcing, για παράδειγμα, για να βαθμολογήσουν σύντομες

απαντήσεις, ασκήσεις κωδικοποίησης, λεξιλόγιο και ακόμη και να δημιουργήσουν αυτόματα ερωτήσεις «wh» (who/ what/ when/ where/ why, ποιος/ τι/ πότε/ που/ γιατί) (Pedro et al., 2019).

Σύμφωνα με τους Kučak et al. (2018), παραδείγματα επεξεργασίας φυσικής γλώσσας αποτελούν η Μετάφραση Google που δημιουργείται από ένα σύνολο αλγορίθμων μηχανικής μάθησης που ενημερώνουν την υπηρεσία με την πάροδο του χρόνου με βάση τα δεδομένα των χρηστών, για νέες λέξεις και σύνταξη και η Siri, η Alexa, η Cortana και, πιο πρόσφατα, ο Βοηθός Google που βασίζονται στην επεξεργασία φυσικής γλώσσας για την αναγνώριση της ομιλίας και της σύνθεσης, επιτρέποντάς τους να κατανοούν ή να προφέρουν λέξεις που δεν έχουν συναντήσει ποτέ πριν.

Ένα άλλο παράδειγμα που χρησιμοποιεί επεξεργασία φυσικής γλώσσας είναι τα συστήματα διδασκαλίας που βασίζονται σε διάλογο (Dialogue-based tutoring systems, DBTS) και προσομοιώνουν έναν προφορικό εκπαιδευτικό διάλογο μεταξύ των δασκάλων και των μαθητών, διερευνώντας ερωτήσεις που δημιουργούνται από την τεχνητή νοημοσύνη αντί να παρέχουν οδηγίες, για να αναπτύξουν μια συνομιλία στην οποία οι μαθητές καθοδηγούνται προς την ανακάλυψη της κατάλληλης λύσης για ένα πρόβλημα (Miao et al., 2021). Σήμερα, τα περισσότερα DBTS σε χρήση υπάρχουν μόνο σε ερευνητικά προγράμματα ενώ το πιο εκτενώς δοκιμασμένο είναι το AutoTutor (Miao et al., 2021).

Επιπλέον παράδειγμα χρήσης της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας σύμφωνα με τους Ziesche & Bhagat, (2022), αποτελεί μια συγκεκριμένη κατηγορία συστημάτων που ονομάζεται «αυτοματοποιημένη βαθμολόγηση έκθεσης» και αξιολογεί τα συγγραφικά έργα. Αυτά τα συστήματα παρέχουν συνολικές βαθμολογίες ή στιγμιαία ατομική ανατροφοδότηση ακόμα και καθοδήγηση για βελτίωση με κοινό χαρακτηριστικό ότι εκτελούν αποτελεσματικά μια συγκεκριμένη εργασία, δηλαδή την ποσοτικοποίηση και ανάλυση της μαθησιακής προόδου, μια χρονοβόρα διαδικασία για τους δασκάλους. Τα αυτοματοποιημένα συστήματα αξιολόγησης είναι σημαντικά για τη γεφύρωση του χάσματος που δημιουργείται από τις κοινωνικοοικονομικές ανισότητες στον τομέα της εκπαίδευσης της Ινδίας, ο οποίος όχι μόνο πάσχει από έλλειψη δασκάλων αλλά παλεύει και με το ζήτημα της σπατάλης του χρόνου των εκπαιδευτικών (Ziesche & Bhagat, 2022). Οι Yang et al. (2021), στην έρευνά τους

εξηγούν την αυτόματη αξιολόγηση, στην οποία χρησιμοποιείται η επεξεργασία φυσικής γλώσσας κατά τη σύνοψη κειμένων, για την εξαγωγή βασικών εννοιών του σχολικού βιβλίου και τη δημιουργία ενός χάρτη γνώσης ως προεργασία της αξιολόγησης.

4.3.7 Αναγνώριση Ομιλίας

Η Αναγνώριση Ομιλίας (Speech Recognition) εκμεταλλεύεται την τεχνολογία της μηχανικής μάθησης και μια προσέγγιση βαθιάς μάθησης και «επαναλαμβανόμενων νευρωνικών δικτύων» (Recurrent Neural Networks) και είναι η εφαρμογή της Επεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας σε προφορικές λέξεις, στα smartphone, τους προσωπικούς βοηθούς τεχνητής νοημοσύνης και στα ρομπότ συνομιλίας (Miao et al., 2021). Οι τεχνικές αναγνώρισης ομιλίας και σημασιολογικής ανάλυσης μπορούν να βοηθήσουν τους καθηγητές στις προφορικές αξιολογήσεις και μπορούν να διορθώσουν και να βελτιώσουν την προφορά των μαθητών (Li & Wang, 2020).

Τα εργαλεία ανάγνωσης και εκμάθησης γλωσσών βασίζονται όλο και περισσότερο στην τεχνητή νοημοσύνη, είτε για να εξατομικεύσουν το περιεχόμενο διδασκαλίας είτε σε συνδυασμό με την αναγνώριση ομιλίας που χρησιμοποιείται για τη σύγκριση της προφοράς των μαθητών με δείγματα ηχογραφήσεων φυσικών ομιλητών, προκειμένου να παρέχουν αυτόματη ανατροφοδότηση στους μαθητές (Ziesche & Bhagat, 2022).

Η εφαρμογή Read Along, χρησιμοποιεί την αναγνώριση ομιλίας για να βοηθήσει μαθητές στην Ινδία. Κατά την πιλοτική της λειτουργία συμμετείχαν συνολικά 1520 παιδιά, από τα οποία τα 920 ήταν στην πειραματική ομάδα που χρησιμοποίησε την εφαρμογή και τα υπόλοιπα ανήκαν στην ομάδα ελέγχου που δε τη χρησιμοποίησαν. Η μελέτη διήρκεσε 3 μήνες και τα αποτελέσματά έδειξαν ότι το 64% των παιδιών στην πειραματική ομάδα βελτίωσε τις βαθμολογίες του στην ανάγνωση (Ziesche & Bhagat, 2022).

4.3.8 Αναγνώριση και Επεξεργασία Εικόνας

Η Αναγνώριση και Επεξεργασία Εικόνας (Image Recognition and Processing) χρησιμοποιεί μηχανική μάθηση, βαθιά μάθηση και «συνελικτικά νευρωνικά δίκτυα» (Convolutional Neural Networks) για την αναγνώριση προσώπου, χειρογράφου, όπως στην αυτοματοποιημένη ταξινόμηση ταχυδρομείου και για τον χειρισμό εικόνων, όπως στον διαχωρισμό των fake (ψεύτικων) και στα αυτόνομα οχήματα (Miao et al., 2021). Ειδικότερα, στην αξιολόγηση των μαθητών, η αναγνώριση εικόνας και η πρόβλεψη της μηχανικής μάθησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βαθμολόγηση εργασιών και εξετάσεων μαθητών, με ταχύτερα και πιο αξιόπιστα αποτελέσματα από τον άνθρωπο (Chen et al., 2020a). Συμφωνώντας και οι Li και Wang (2020), υποστηρίζουν ότι οι εικονικοί βοηθοί μπορούν να εξυπηρετούν τους δασκάλους στο σχεδιασμό διδασκαλίας και με την τεχνολογία αναγνώρισης εικόνων να τους απαλλάξουν από το βάρος της διόρθωσης εργασιών, έτσι ώστε να έχουν περισσότερο χρόνο και ενέργεια για να επικεντρωθούν στη διδασκαλία.

4.3.9 Αυτόνομοι Πράκτορες

Με τον όρο Αυτόνομοι Πράκτορες (Autonomous Agents) εννοείται η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης σε avatar (είδωλο) ηλεκτρονικών παιχνιδιών, εικονικούς συντρόφους, έξυπνα ρομπότ, κ.α.. Εκμεταλλεύεται την τεχνολογία της μηχανικής μάθησης και του GOF AI (Good Old-Fashioned Artificial Intelligence), που αφορά την βασισμένη σε κανόνες ή συμβολική τεχνητή νοημοσύνη, όπως πολλά κοινά chatbot που είναι προ-προγραμματισμένα από κάποιον με κανόνες που ορίζουν τον τρόπο απάντησης σε αναμενόμενες ερωτήσεις και χρησιμοποιεί βαθιά μάθηση και αυτο-οργανωμένα νευρωνικά δίκτυα, εξελικτική μάθηση και ενισχυτική μάθηση (Miao et al., 2021).

Ένας τομέας που χρησιμοποιεί αυτόνομους πράκτορες είναι οι ειδησεογραφικοί οργανισμοί που παρακολουθούν συνεχώς παγκόσμιες ειδήσεις και χρησιμοποιούν σημασιολογική ανάλυση για να εξάγουν αυτόματα βασικές πληροφορίες που διατίθενται στους δημοσιογράφους για να γράψουν τις ιστορίες τους (Holmes et al., 2019). Κατά παρόμοιο τρόπο μπορούν να είναι χρήσιμοι και στον τομέα της

εκπαίδευσης. Σύμφωνα με τον Alam (2021), οι αυτόνομοι πράκτορες μπορούν να αυξήσουν σημαντικά την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας και της καθοδήγησης χρησιμοποιώντας επαυξημένη διδασκαλία.

Σε άλλη έρευνα οι Li και Wang (2020), αναφέρονται αναλυτικά στην τεχνολογία ευφυών πρακτόρων (ή «πράκτορας»), ως λογισμικό που περιλαμβάνει βάση domain, βάση δεδομένων, επεξηγηματικό λογισμό και επικοινωνία μεταξύ πρακτόρων. Ο πράκτορας μιμείται την ανθρώπινη συμπεριφορά μέσω της παρατήρησης ενεργειών (έχει προηγηθεί εκπαίδευση γνώσης), συλλέγει πληροφορίες για τον χρήστη μέσω του έξυπνου διακομιστή μεσολάβησης (εφόσον προσαρμοστούν τα κριτήρια του χρήστη), και στη συνέχεια, χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο επικοινωνίας του διακομιστή μεσολάβησης για να προωθήσει τις επεξεργασμένες πληροφορίες στον χρήστη εγκαίρως. Επίσης, ο πράκτορας υποθέτει την πρόθεση του χρήστη προκειμένου να διαμορφώνει και να εκτελεί μόνος του ένα πλάνο εργασίας. Κάθε υποσύστημα πράκτορα έχει μια βάση δεδομένων για την αποθήκευση των πληροφοριών, η οποία επικοινωνεί με άλλες βάσεις άλλων υποσυστημάτων για κοινή χρήση πόρων. Έτσι, τα υποσυστήματα πρακτόρων μπορούν να απαντούν σε ερωτήσεις, να δημοσιεύουν εργασίες για το σπίτι, να εξετάζουν μαθητές και να αλληλεπιδρούν. Τέλος, η τεχνολογία ευφυών πρακτόρων περιλαμβάνει οκτώ ενότητες πρακτόρων, όπως ομάδα πρακτόρων στρατηγικής διδασκαλίας, διαχείρισης διδασκαλίας, διδασκαλίας, καθηγητών, μαθητών, βάση δεδομένων μαθητών και διεπαφή βάσης δεδομένων, βάση δεδομένων και διεπαφή βάσης δεδομένων μοντέλων δασκάλου και ομάδα πρακτόρων αξιολόγησης διδασκαλίας (Li & Wang, 2020).

4.3.10 Ανίχνευση Επιδράσεων

Η Ανίχνευση Επιδράσεων (Affect Detection) χρησιμοποιεί μηχανική μάθηση, ειδικότερα η βαθιά μάθηση και τα δίκτυα Bayes για την ανάλυση συναισθημάτων σε κείμενο, συμπεριφορά και πρόσωπα. Πολλά προγράμματα έχουν αναπτυχθεί παγκοσμίως, ωστόσο η χρήση τους είναι συχνά αμφιλεγόμενη (Miao et al., 2021).

Οι Sharma et al. (2019) αναφέρουν ότι μια από τις έρευνες που μελέτησαν αφορά ένα περιβάλλον τάξης πρόσωπο με πρόσωπο, όπου χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα EDA

(Electronic Design Automation), μετρητή Galvanic Skin Conductance, θερμοκρασίας και επιταχυνσιόμετρο, για να μετρήσουν τα επίπεδα ταυτόχρονης διέγερσης μεταξύ των μαθητών σε σχέση με τη διάθεση, τα κίνητρα, το συναίσθημα και τη συνεργατική δέσμευσή τους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η χαμηλή διέγερση ήταν η κυρίαρχη κατάσταση, ενώ όλοι οι μαθητές δεν ήταν ποτέ σε υψηλή διέγερση στην τάξη, την ίδια στιγμή. Στο ίδιο πλαίσιο, μια άλλη μελέτη στην εργασία των Sharma et al. (2019) χρησιμοποίησε τον συγχρονισμό της κατεύθυνσης του βλέμματος και των στάσεων του σώματος των μαθητών για να προβλέψει την αυτοαναφερόμενη προσοχή τους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές με χαμηλότερα επίπεδα προσοχής ήταν πιο αργοί στην αντίδραση στον δάσκαλο από τους συγκεντρωμένους μαθητές.

4.3.11 Προγνωστική Ανάλυση

Η Προγνωστική Ανάλυση (Predictive Analytics) χρησιμοποιεί μεγάλα δεδομένα, μηχανική μάθηση, βαθιά μάθηση, τα δίκτυα Bayes και μηχανές υποστήριξης διανυσμάτων, για να κάνει προβλέψεις προτείνοντας πιθανά σενάρια όπως στην ανίχνευση απάτης (Miao et al., 2021). Εφαρμόζεται στην εκπαίδευση αφού χρησιμοποιεί δεδομένα για να συγκρίνει και να αναλύσει, να ανακαλύψει μοτίβα και να προβλέψει την επίδοση των μαθητών. Όσο περισσότερα δεδομένα είναι διαθέσιμα, τόσο πιο ακριβείς αναμένεται να είναι οι προβλέψεις των συστημάτων (Ziesche & Bhagat, 2022).

Είναι σημαντικό να αξιοποιούνται μεγάλοι όγκοι δεδομένων, αλλά και να συλλέγονται δεδομένα από διάφορες πηγές. Τα συστήματα αλγορίθμων προγνωστικής ανάλυσης χρησιμοποιούνται κυρίως για τον εντοπισμό και την ανίχνευση προτύπων σχετικά με τους μαθητές με βάση τη στατιστική ανάλυση (Akgun & Greenhow, 2021). Για παράδειγμα, οι Akgun και Greenhow (2021) περιγράφουν πως μπορεί να χρησιμοποιηθεί το λογισμικό αναγνώρισης προσώπου για την καταγραφή και παρακολούθηση των εκφράσεων του προσώπου των μαθητών. Τέτοια δεδομένα μπορούν να αναλυθούν και να συνδεθούν με διαδικασίες μάθησης για να βοηθήσουν στη βελτίωση των προγνωστικών αναλυτικών στοιχείων που επιτρέπουν στα συστήματα να ειδοποιούν τους δασκάλους να παρέμβουν και να

υποστηρίζουν τους μαθητές εάν απαιτείται, με προληπτικό και όχι αντιδραστικό τρόπο.

Επίσης, οι ερευνητές εργάζονται σε συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης (πιθανολογικά μοντέλα που βασίζονται σε μεγάλες ποσότητες δεδομένων) που μπορούν να προσδιορίσουν εάν ένας μαθητής διατρέχει κίνδυνο εγκατάλειψης σε πρώιμο στάδιο (Ziesche & Bhagat, 2022). Η εγκατάλειψη των μαθητών από το σχολείο είναι ένα πειστικό ζήτημα στην Ινδία. Σύμφωνα με τους Jaiswal και Arun (2021), όσον αφορά την προγνωστική ανάλυση, τα υπάρχοντα συστήματα Edtech (Educational Technology, Εκπαιδευτική Τεχνολογία) δεν έχουν αναπτύξει προηγμένες δυνατότητες, καθώς ούτε προβλέπουν τη μελλοντική απόδοση του μαθητή με βάση την τρέχουσα επίδοσή του ούτε του προτείνουν να λάβει αποφάσεις, για παράδειγμα, να επιλέξει μια καριέρα με βάση την απόδοσή του. Ωστόσο, οι αναλύσεις δεδομένων που καθοδηγούνται από μοντέλα μηχανικής μάθησης μπορούν να βοηθήσουν στον εντοπισμό προγνωστικών μοτίβων πίσω από το γιατί οι μαθητές εγκαταλείπουν το σχολείο και επίσης να εντοπίσουν μαθητές που κινδυνεύουν να εγκαταλείψουν το σχολείο (Ziesche & Bhagat, 2022).

Κάτω από αβέβαιες συνθήκες, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει τους ηγέτες των σχολείων στην προγνωστική ανάλυση εντοπίζοντας σχέσεις μεταξύ πολλών παραγόντων, κάνοντας στατιστική προσέγγιση βασισμένη σε δεδομένα για να προκύψουν οι πιθανότητες αποτελέσματος της κάθε επιλογής (Wang, 2021). Στις Ηνωμένες Πολιτείες, χρησιμοποιώντας διαχρονικά αρχεία μαθητών από το Τμήμα Δημόσιας Εκπαίδευσης της Βόρειας Καρολίνας, οι ερευνητές εφάρμοσαν τεχνικές μηχανικής μάθησης και ενσωμάτωσαν 74 μέτρα πρόβλεψης από τις τάξεις 3 (Τρίτη Δημοτικού) έως 8 (Δευτέρα Γυμνασίου), συμπεριλαμβανομένων της ακαδημαϊκής επιτυχίας, των δεικτών συμπεριφοράς και των κοινωνικοοικονομικών και δημογραφικών χαρακτηριστικών για την αναγνώριση των μαθητών με κίνδυνο διακοπής του σχολείου (Wang, 2021). Στο τέλος, κατέληξαν ότι η ποιότητα των δεδομένων στα οποία βασίζονται τα συστήματα πρόβλεψης κινδύνου θα καθορίσει εν τέλει την επιτυχία ή την αποτυχία αυτών των συστημάτων. Σύμφωνα με την ίδια: «οι ηγέτες μπορούν να χρησιμοποιήσουν την τεχνητή νοημοσύνη για να μειώσουν την αβεβαιότητα μόνο σε κάποιο βαθμό. Η αβεβαιότητα δεν μπορεί ποτέ να εξαλειφθεί πλήρως τη στιγμή της λήψης της απόφασης» (Wang, 2021).

4.3.12 Εικονική Πραγματικότητα & Επαυξημένη Πραγματικότητα

Η Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality, VR) είναι ένα είδος τεχνητού εικονικού κόσμου που δημιουργείται από το συνδυασμό πολυμέσων και τεχνολογίας προσομοίωσης, ενσωματώνει επιστήμες όπως γραφικά υπολογιστών, επεξεργασία εικόνας και αναγνώριση προτύπων, έξυπνη τεχνολογία, τεχνολογία αισθητήρων, τεχνολογία επεξεργασίας φωνής και ήχου, τεχνολογία δικτύου κ.λπ., και μετατρέπει τις ψηφιακές πληροφορίες που επεξεργάζεται ο υπολογιστής σε πολυδιάστατες πληροφορίες με διάφορες εκφράσεις που μπορούν να αισθανθούν οι άνθρωποι (Li & Wang, 2020). Ορισμένες καινοτομίες Εικονικής Πραγματικότητας ελέγχουν ρεαλιστικά εικονικά είδωλα, επιτρέπουν τον φωνητικό έλεγχο χρησιμοποιώντας επεξεργασία φυσικής γλώσσας ή δημιουργούν ολόκληρα περιβάλλοντα από μερικές αρχικές εικόνες (Miao et al., 2021). Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality, AR), από την άλλη πλευρά, επικαλύπτει τις εικόνες που δημιουργούνται από υπολογιστή στην άποψη του χρήστη για τον πραγματικό κόσμο (Miao et al., 2021).

Σύμφωνα με τους Miao et al. (2021), η Εικονική Πραγματικότητα και η Επαυξημένη Πραγματικότητα είναι δύο σχετικές καινοτομίες που έχουν εφαρμοστεί σε εκπαιδευτικά πλαίσια στη διδασκαλία μαθημάτων, συμπεριλαμβανομένης της αστρονομίας, της βιολογίας και της γεωλογίας (Miao et al., 2021). Οι Li και Wang (2020), προτείνουν στη μελέτη τους τρεις τρόπους εφαρμογής της τεχνολογίας εικονικής πραγματικότητας στη διδασκαλία που μπορούν να δημιουργήσουν ένα διαδραστικό περιβάλλον για να μαθαίνουν οι μαθητές αυτόνομα:

1. **Εικονική τάξη**, δηλαδή, ένα λεγόμενο «εικονικό πανεπιστήμιο» που παίρνει φοιτητές ή καθηγητές ως εικονικά αντικείμενα.
2. **Εικονικό εργαστήριο**, δηλαδή η χρήση του εξοπλισμού ως εικονικού αντικειμένου. Η χρήση υπολογιστή για τη δημιουργία ενός εικονικού οργάνου που μπορεί να αντικατοπτρίζει αντικειμενικά τους νόμους του πραγματικού κόσμου για εικονικά πειράματα, αντικαθιστά εν μέρει τα πειράματα που είναι δύσκολο να εκτελεστούν στον πραγματικό κόσμο. Οι μαθητές και οι δάσκαλοι μπορούν να εκτελούν εικονικά πειράματα και εικονική ανάλυση πρόβλεψης σε υπολογιστές.

3. **Εικονική πανεπιστημιούπολη**, δηλαδή χρησιμοποιώντας την τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας για την εμφάνιση ενός πλήρους συστήματος τρισδιάστατης απεικόνισης της διδασκαλίας, των εκπαιδευτικών υποθέσεων και της ζωής στην πανεπιστημιούπολη, για να κάνουν τους ανθρώπους να αισθάνονται ένα πλήρες φάσμα διδασκαλίας και κουλτούρας.

Η προσομοίωση και άλλες συναφείς τεχνολογίες όπως η εικονική πραγματικότητα παρέχουν στους μαθητές την πρακτική έκθεση και τη βιωματική μάθηση, η οποία βελτιώνει την ποιότητα της διδασκαλίας, μέσω της χρηστικότητας, της απόλαυσης, του ενθουσιασμού των μαθητών, των κινήτρων και της αύξησης ενδιαφερόντων στους μαθητές (Chen et al., 2020a). Πιλοτικά αποτελέσματα σε μαθητικούς διαγωνισμούς και σε συνεντεύξεις ομάδων εστίασης επισημαίνουν ότι η εικονική μάθηση με βάση την προσομοίωση ενισχύει τη στρατηγική σκέψη και τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων των μαθητών (Bhutoria, 2022).

Πολλές μελέτες απλά αναφέρουν τους όρους υποστηρίζοντας την εφαρμογή τους στον εκπαιδευτικό τομέα. Για παράδειγμα, ο Alam (2021) σημειώνει ότι η εικονική πραγματικότητα έχει αρχίσει να κερδίζει δημοτικότητα, όπως υποστηρίζουν διάφοροι ερευνητές και μπορεί να βοηθήσει στην προώθηση της ποιότητας της εξ αποστάσεως και διαδικτυακής εκπαίδευσης. Οι Chassignol et al. (2018) συμφωνούν ότι οι πρόσφατες εξελίξεις της Εικονικής και της Επαυξημένης Πραγματικότητας βρίσκουν εφαρμογή στην εκπαίδευση και υποστηρίζουν ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μελέτη εξαιρετικά αφηρημένων θεμάτων, όπως για παράδειγμα η εφαρμογή AR Elements 4D που έχει σχεδιαστεί κατανοώντας τις ατομικές δομές των χημικών στοιχείων. Επιπλέον, σύμφωνα με τους Namatherdhala et al. (2022) οι Εικονική και Επαυξημένη Πραγματικότητα βοηθούν στη διδασκαλία δύσκολων εννοιών μέσω της προσομοίωσης. Συμφωνώντας και οι Ziesche & Bhagat (2022), λένε ότι το υλικό διδασκαλίας στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση μπορεί να βελτιωθεί με τη χρήση αυτών των τεχνολογιών και μπορεί να περιλαμβάνει εμπειρίες σε απρόσιτα περιβάλλοντα (γεωγραφικά ή ιστορικά). Οι Luan et al. (2020) σημειώνουν ότι ακολουθώντας τη θεωρία της «ενσωματωμένης γνώσης» θα περιμέναμε ότι η μάθηση μέσω εικονικής πραγματικότητας θα αποφέρει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα σε σύγκριση με αυτά στην τάξη, ωστόσο οι ενσωματωμένες εμπειρίες (που παρέχονται από την τεχνολογία) αλληλεπιδρούν με τις εγγενείς ικανότητες των

διαφορετικών μαθητών (καθώς και τις προηγούμενες γνώσεις και το υπόβαθρό τους) κι έτσι, τα άτομα με υψηλότερες γνωστικές και αντιληπτικές ικανότητες ίσως δε χρειάζονται πρόσθετες οπτικοχωρικές πληροφορίες (που παρέχονται στην εικονική πραγματικότητα) για να επιτύχουν στη μάθηση.

4.3.13 Generative Artificial Intelligence

Η Generative Artificial Intelligence (GenAI) επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν νέο περιεχόμενο, όπως κείμενο, εικόνες, ήχο, βίντεο και τρισδιάστατα μοντέλα, πληκτρολογώντας τα αιτήματά τους (Chiu, 2023), χρησιμοποιώντας μη εποπτευόμενη ή μερικώς εποπτευόμενη μηχανική μάθηση (Bahroun et al., 2023). Μια από τις θεμελιώδεις τεχνολογίες GenAI, είναι οι GPT («Generative Pre-training Transformers»), δηλαδή Γενεσιουργοί Προπρογραμματισμένοι Μετασχηματιστές), που είναι ένας τύπος μοντέλου μεγάλων γλωσσών (Large Language Model, LLM).

Τον Νοέμβριο του 2022, η αμερικανική εταιρεία OpenAI κυκλοφόρησε το ChatGPT, ένα chatbot τεχνητής νοημοσύνης που δημιουργεί απαντήσεις χρησιμοποιώντας την είσοδο (κείμενο) που του δίνει ο άνθρωπος και μια βάση δεδομένων γλωσσών (Bahroun et al., 2023), (Chiu, 2023), (Su & Yang, 2023). Μπορεί να επικοινωνεί με τους χρήστες και να τους βοηθά με εργασίες όπως η σύνθεση μουσικής, η ανάλυση και η σύγκριση δεδομένων, η συγγραφή δοκιμίων και η συγγραφή κώδικα προγράμματος, ενώ επίσης απαντά σε ερωτήσεις, παραδέχεται λάθη, αμφισβητεί εσφαλμένες υποθέσεις και απορρίπτει ακατάλληλα αιτήματα (Chiu, 2023). Στην εκπαίδευση, χρησιμοποιώντας το ChatGPT για λιγότερο από 30 δευτερόλεπτα, οι μαθητές ανακτούν έκθεση 1000 λέξεων, λύνουν ένα μαθηματικό πρόβλημα ή συνθέτουν μουσική (Chiu, 2023). Οι Su και Yang (2023) αναφέρουν ότι το ChatGPT μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία εικονικών δασκάλων, την απάντηση σε ερωτήσεις, την παροχή εξατομικευμένης διδασκαλίας και την ανάπτυξη τεχνογνωσίας τόσο των δασκάλων όσο και των μαθητών, η οποία αναφέρεται στην ικανότητα κατανόησης, χρήσης και κριτικής αξιολόγησης των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης και των επιπτώσεών τους στην κοινωνία.

Άλλα παρόμοια προγράμματα που κυκλοφόρησαν μετά την επιτυχία του ChatGPT, είναι το Bard της Google, το Copilot της GitHub και το Midjourney. Ωστόσο, τα προγράμματα αυτά (όπως το ChatGPT) δεν είναι απολύτως αξιόπιστα και εξακολουθούν να έχουν σφάλματα και να δημιουργούν ανακριβή αποτελέσματα, γι' αυτό τον λόγο, πολλά εκπαιδευτικά ιδρύματα δε λαμβάνουν υπόψη την GenAI στις πολιτικές τους (Chiu, 2023).

Ο Chiu (2023) μελέτησε πως το ChatGPT και το Midjourney, ως προγράμματα GenAI, επηρεάζουν την εκπαίδευση στους τομείς της μάθησης, της διδασκαλίας, της αξιολόγησης και της διοίκησης και ποια είναι τα μαθησιακά αποτελέσματα, από την οπτική γωνία των δασκάλων και των διευθυντών. Διεξήγαγε ένα πείραμα όπου συμμετείχαν 88 δάσκαλοι (25 έως 59 ετών, 43 γυναίκες- 45 άντρες) και 39 διευθυντές από 30 σχολεία πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης με διαφορετικό υπόβαθρο όσον αφορά την ακαδημαϊκή ικανότητα των μαθητών. Πριν από τη συλλογή των ποιοτικών δεδομένων, όλοι οι συμμετέχοντες παρακολούθησαν σεμινάριο και εργαστήρια για να ενημερωθούν για τη GenAI, τα προγράμματα και το πως χρησιμοποιούνται στη διδασκαλία και στη μάθηση. Έπειτα, οι συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν μια έρευνα ανοιχτού τύπου εντός 60 λεπτών, για να εκφράσουν τις απόψεις τους σχετικά με το αντικείμενο της έρευνας. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν ηχογραφήσεις συνεντεύξεων σε 14 ομάδες εστίασης, με τους συμμετέχοντες διαφόρων διδακτικών κλάδων και φύλων, με μέγεθος ομάδας 4-5 άτομα (μέση διάρκεια: 86 λεπτά). Κατά τη διάρκεια των ομάδων εστίασης, οι συμμετέχοντες ήταν ελεύθεροι να μοιραστούν τις απόψεις τους, και γίνονταν ερωτήσεις διευκρινίσεων από τον επικεφαλής της έρευνας.

Τα αποτελέσματα της έρευνας του Chiu (2023) παρουσιάζονται στην παρούσα παράγραφο. Αρχικά, για τον τομέα της μάθησης, η ανάλυση έδειξε ότι τόσο οι καθηγητές τεχνολογίας όσο και οι υπόλοιποι συμφώνησαν εξίσου στη σημασία της εισαγωγής της τεχνητής νοημοσύνης στο σχολικό πρόγραμμα σπουδών. Επιπλέον, η γνώση τεχνητής νοημοσύνης, όπως και η κριτική σκέψη είναι απαραίτητες δεξιότητες για τη μάθηση με το ChatGPT. Οι μαθητές θα πρέπει να κατανοούν την πηγή των πληροφοριών στις απαντήσεις που δημιουργούνται από το ChatGPT και να μπορούν να αξιολογούν τις πληροφορίες που τους παρέχονται. Τέλος, το ChatGPT και το Midjourney ενίσχυσαν τις πεποιθήσεις των περισσότερων συμμετεχόντων δασκάλων

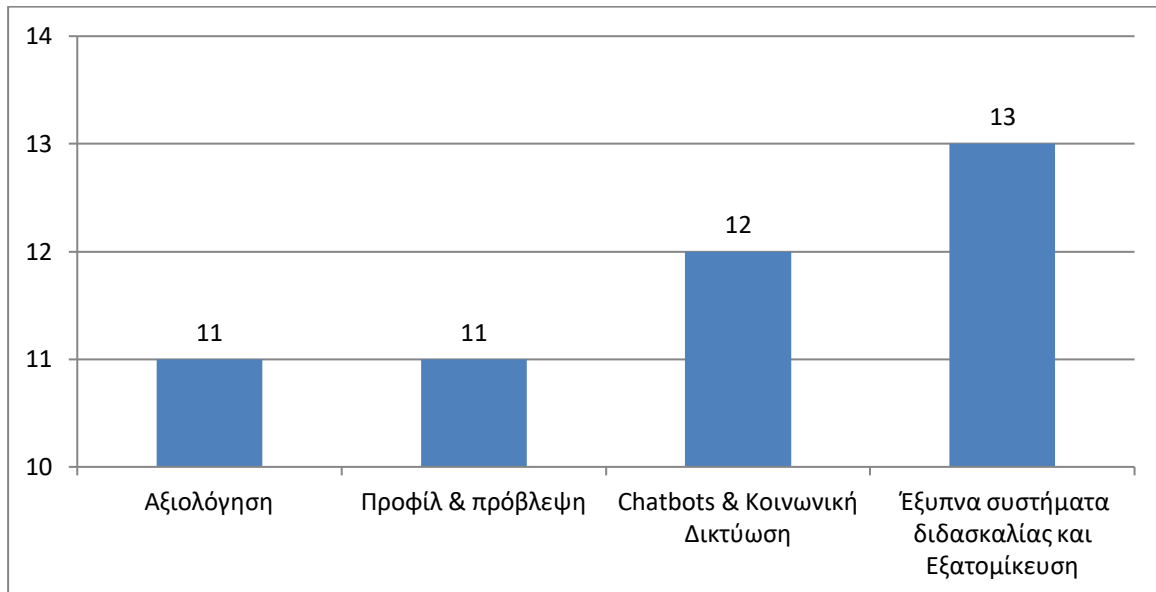
σχετικά με τη σημασία των γενικών γνώσεων και κατέληξαν ότι πρέπει να καλλιεργούνται σε όλα τα μαθήματα. Για τη διδασκαλία, οι περισσότεροι συμμετέχοντες εξέφρασαν ότι είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη οι προηγούμενες γνώσεις, οι δεξιότητες και τα συναισθήματα των μαθητών όταν χρησιμοποιούν το ChatGPT και το Midjourney στις τάξεις. Όλοι οι δάσκαλοι πρέπει να έχουν καλή γνώση τεχνητής νοημοσύνης και θα πρέπει να επικεντρώνονται στην ενίσχυση των μαθητών ώστε να κάνουν χρήσιμες ερωτήσεις στο ChatGPT. Επίσης, η GenAI ενισχύει τις πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τη διεπιστημονική διδασκαλία εντοπίζοντας τις ανάγκες και τα οφέλη της. Όσον αφορά την αξιολόγηση, οι δάσκαλοι θα πρέπει να αναθέτουν λιγότερες ασκήσεις για το σπίτι και να χρησιμοποιούν περισσότερες προφορικές εξετάσεις/τεστ, καθώς το GenAI μπορεί να δημιουργήσει κείμενα, εικόνες, ήχους, βίντεο, ήχο και τρισδιάστατα μοντέλα αποτελεσματικά. Στον τομέα της διοίκησης, τόσο οι διευθυντές όσο και οι δάσκαλοι των σχολείων αναγνώρισαν ότι η χρήση των ChatGPT και Midjourney μπορεί να βελτιώσει την απόδοση εργασιών των γραφείων ολοκληρώνοντας δουλειές ρουτίνας. Ωστόσο, τα σχολεία δεν είναι εξελιγμένα και δεν χρησιμοποιούν τεχνητή νοημοσύνη/προηγμένες τεχνολογίες για να βοηθήσουν τις διοικητικές εργασίες. Οι δάσκαλοι είναι πιο ενθουσιασμένοι να χρησιμοποιούν τεχνητή νοημοσύνη στη μάθηση και τη διδασκαλία αλλά όχι σε διοικητικές εργασίες.

4.4 Εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Πίνακας 5: Εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Εφαρμογή AI	Αναγνωριστικό	Σύνολο
Προφίλ & πρόβλεψη (Profiling & prediction)	C1, C4, C5, C8, C20, C22, C23, C24, C26, C30, C32	11
Έξυπνα συστήματα διδασκαλίας (Intelligent tutoring systems) και Εξατομίκευση	C2, C4, C5, C6, C7, C12, C13, C14, C16, C18, C20, C31, C32	13

Αξιολόγηση (Assessment & Evaluation)	C2, C4, C6, C13, C16, C20, C23, C24, C26, C30, C31	11
Chatbots & Κοινωνική Δικτύωση	C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C10, C11, C14, C20, C32	12



Διάγραμμα 6. Εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 6, οι μελέτες κατηγοριοποιούν τις εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης σε τέσσερις ομάδες, το προφίλ και την πρόβλεψη, τα έξυπνα συστήματα διδασκαλίας, την αξιολόγηση και τα chatbots. Περίπου το 1/3 των μελετών που εξετάστηκαν αναφέρεται στις δυο πρώτες κατηγορίες, αξιολόγηση και προφίλ και πρόβλεψη. Περίπου το 41% των μελετών αναφέρεται στα έξυπνα συστήματα διδασκαλίας και το 37% στα chatbots.

Σήμερα, εξατομικευμένα συστήματα μάθησης (personalized learning systems), αυτοματοποιημένες αξιολογήσεις (automated assessment systems), συστήματα αναγνώρισης προσώπου (facial recognition), chatbots (ιστοσελίδες μέσω κοινωνικής δικτύωσης) και εργαλεία ανάλυσης και πρόβλεψης (predictive analytics) αναπτύσσονται όλο και περισσότερο σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα K-12, καθώς τροφοδοτούνται από συστήματα μηχανικής μάθησης και αλγορίθμους (Akgun &

Greenhow, 2021). Σύμφωνα με τους Tang et al. (2021), η τεχνητή νοημοσύνη στην ηλεκτρονική μάθηση έχει τέσσερις ρόλους: προσαρμοστικά συστήματα και προσωποποίηση, αξιολόγηση, δημιουργία προφίλ και πρόβλεψη και έξυπνα συστήματα διδασκαλίας. Οι Miao et. al. (2021), πρότειναν ένα σύνολο τεσσάρων κατηγοριών των εφαρμογών που βασίζονται στις ανάγκες της εκπαίδευσης: (i) διαχείριση και παροχή εκπαίδευσης, (ii) μάθηση και αξιολόγηση, (iii) ενδυνάμωση των εκπαιδευτικών και ενίσχυση της διδασκαλίας, και (iv) δια βίου μάθηση. Είναι σημαντικό να αναγνωριστεί ότι κάθε μία από τις προτεινόμενες κατηγορίες είναι εγγενώς αλληλένδετες. Σύμφωνα με τον Alam (2021), η τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση χρησιμοποιείται κυρίως σε εργασίες ρουτίνας, όπως η ταξινόμηση των μαθητών με βάση το επίπεδο μάθησης και η αξιολόγηση της απόδοσης με παροχή ανατροφοδότησης. Οι Kučak et al. (2018) στη μελέτη τους, ταξινόμησαν τη χρήση της μηχανικής μάθησης στην εκπαίδευση σε τέσσερις κατηγορίες: α) βαθμολόγηση μαθητών, β) βελτίωση της διατήρησης των μαθητών, γ) πρόβλεψη της απόδοσης των μαθητών και δ) διαγωνίσματα και τεστ.

Οι εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση μπορούν να ανταποκριθούν στις ανάγκες περισσότερων από έναν τομέων. Κατά τη διάρκεια μιας μαθησιακής διαδικασίας, η τεχνητή νοημοσύνη καταγράφει τη γνώση της συμπεριφοράς του μαθητή, αξιολογεί την ακαδημαϊκή απόδοση, αναλύει δεξιότητες σκέψης υψηλού επιπέδου και διερευνά το σχεδιασμό (Tang et al., 2021). Παρόμοια, οι Zawacki-Richter et al. (2019) καταλήγουν σε τέσσερις γενικούς τομείς με 17 υποκατηγορίες για την εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης στην τριτοβάθμια εκπαίδευση: προφίλ και πρόβλεψη, έξυπνα συστήματα διδασκαλίας, αξιολόγηση και προσαρμοστικά συστήματα και εξατομίκευση. Αναλυτικά:

1. Προφίλ και πρόβλεψη
 - i. Αποφάσεις εισαγωγής και προγραμματισμός μαθημάτων
 - ii. Εγκατάλειψη και διατήρηση
 - iii. Μοντέλα μαθητών και ακαδημαϊκά επιτεύγματα
2. Έξυπνα συστήματα διδασκαλίας
 - i. Διδακτική ύλη του μαθήματος
 - ii. Διάγνωση δυνατών σημείων ή κενών στη γνώση και παροχή αυτοματοποιημένης ανατροφοδότησης
 - iii. Επιμέλεια εκπαιδευτικού υλικού με βάση τις ανάγκες των μαθητών

- iv. Διευκόλυνση της συνεργασίας μεταξύ των μαθητών
 - v. Η οπτική των δασκάλων
3. Αξιολόγηση
- i. Αυτοματοποιημένη βαθμολόγηση
 - ii. Ανατροφοδότηση
 - iii. Αξιολόγηση της κατανόησης, της δέσμευσης και της ακαδημαϊκής ακεραιότητας των μαθητών
 - iv. Αξιολόγηση της διδασκαλίας
4. Προσαρμοστικά συστήματα και εξατομίκευση
- i. Διδακτική του περιεχομένου του μαθήματος
 - ii. Σύσταση/παροχή εξατομικευμένου περιεχομένου
 - iii. Υποστήριξη των εκπαιδευτικών στο σχεδιασμό της μάθησης και της διδασκαλίας
 - iv. Χρήση ακαδημαϊκών δεδομένων για την παρακολούθηση και την καθοδήγηση των μαθητών
 - v. Υποστηρικτική αναπαράσταση της γνώσης σε εννοιολογικούς χάρτες

Στην εκπαίδευση, η GenAI βρίσκει εφαρμογές στην αξιολόγηση, την πρόβλεψη της απόδοσης των μαθητών, τα έξυπνα συστήματα διδασκαλίας και τη διαχείριση μάθησης και στα chatbots (Bahroun et al., 2023).

4.4.1 Προφίλ & Πρόβλεψη

Τα τελευταία χρόνια, έχει επιτευχθεί σημαντική επιτυχία με τη χρήση αναλυτικών στοιχείων μάθησης, τα οποία καταγράφουν μεγάλες ποσότητες δεδομένων μαθητών και τα αναλύουν για την αναγνώριση προτύπων και για τη δημιουργία προγνωστικών μοντέλων έτσι ώστε να συνταγογραφηθούν κατάλληλες επιλογές σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά των μαθητών τους (Bhutoria, 2022). Τα συστήματα πρόβλεψης που ενημερώνουν εγκαίρως για την απόδοση μαθητών και φοιτητών μπορούν να βοηθήσουν τα πανεπιστήμια και τα σχολεία να παρέχουν τη σωστή διδασκαλία και να κάνουν τον σωστό έλεγχο (Ababneh et al., 2021). Το προφίλ και η πρόβλεψη είναι μία κατηγορία εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση που αφορά αποφάσεις εισαγωγής και προγραμματισμό μαθημάτων, πρόβλεψη εγκατάλειψης και

διατήρησης μαθητών και ανάπτυξη μοντέλων μαθητών για την πρόβλεψη των ακαδημαϊκών τους επιτευγμάτων (Tang et al., 2021). Τέλος, σύμφωνα με τους Yang et al. (2021) οι μαθησιακές συμπεριφορές, τα περιβάλλοντα μάθησης και οι στρατηγικές μάθησης των μαθητών μπορούν να αναλυθούν και να συζητηθούν μέσω των τεσσάρων βημάτων της «διάγνωσης», της πρόβλεψης, της «θεραπείας» και της πρόληψης για τον εντοπισμό λύσεων.

Οι Normadhi et al. (2019) σε δυο από τις μελέτες που ερεύνησαν είχαν περιορισμένους πόρους όσον αφορά το εκπαιδευτικό υλικό για την πρόβλεψη των προσωπικών χαρακτηριστικών των μαθητών. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την υπερεξειδίκευση, μια κατάσταση στην οποία οι μαθητές απαιτούν νέο υλικό αλλά το σύστημα δεν μπορεί να τους το προσφέρει λόγω περιορισμένων πόρων και κατά συνέπεια να προσφέρει επανειλημμένα το ίδιο περιορισμένο υλικό στον εκπαιδευόμενο, γεγονός που αργά ή γρήγορα θα οδηγήσει τον μαθητή να χάσει το κίνητρό του να χρησιμοποιεί το σύστημα. Έτσι, βλέπει κανείς πόσο σημαντικά είναι τα δεδομένα για την πρόβλεψη. Συμφωνώντας, οι Pedro et al. (2019) αναφέρουν ότι οι προγνωστικοί αλγόριθμοι μπορούν να κάνουν πλήρεις και ακριβείς προβλέψεις μόνο εάν τα δεδομένα και ο χειρισμός τους είναι από μόνα τους πλήρη και ακριβή.

Οι Chen et al. (2020b) καταλήγουν σε κάποια συμπεράσματα όσον αφορά την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης για πρόβλεψη στην εκπαίδευση. Αρχικά, το νευρωνικό δίκτυο μακράς βραχυπρόθεσμης μνήμης (long short-term memory, LSTM) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση της μαθησιακής συμπεριφοράς και την πρόβλεψη του ποσοστού εγκατάλειψης (Chen et al., 2020b). Επίσης, για την πρόβλεψη της απόδοσης των μαθητών προτείνεται η χρήση παραγωγικών δικτύων αντιπάλου (generative adversarial networks), για την πρόβλεψη της ποιότητας των ερωτήσεων, η χρήση επαναλαμβανόμενων νευρωνικών δικτύων, ενώ για την πρόβλεψη της ακαδημαϊκής επιμονής των μαθητών, η χρήση αναδρομικού νευρωνικού δικτύου σε συνδυασμό με αλγόριθμο LSMT (Chen et al., 2020b).

Οι Ababneh et al. (2021) στη μελέτη τους συζητούν διάφορες έρευνες που χρησιμοποιούν αλγορίθμους για πρόβλεψη στον τομέα της εκπαίδευσης. Ένας από αυτούς περιγράφεται στην ενότητα 4.3.5 καθώς χρησιμοποιεί μεγάλα δεδομένα. Σε μία άλλη έρευνα που μελέτησαν ο ερευνητής κατασκεύασε ένα δείγμα που

ονομάζεται «Fuzzy Logic Model» και χρησιμοποιεί γενετικούς αλγορίθμους. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν με τη χρήση ενός συστήματος εξ αποστάσεως εκπαίδευσης μέσω της ανάλυσης του αριθμού εισόδων των μαθητών στο σύστημα, και του χρόνου χρήσης του διαδικτύου, και μελετήθηκαν για 6 εβδομάδες. Στη συνέχεια, έγινε σύγκριση με τα πραγματικά αποτελέσματα στο τέλος του εξαμήνου όπου το ποσοστό ακρίβειας του μοντέλου καταγράφηκε περίπου 84,52%. Έτσι, ενώ το μοντέλο είναι το πιο ακριβές στη μελέτη των Ababhneh et al. (2021), δε διαθέτει ποικιλία πόρων δεδομένων.

Οι Chen et al. (2020b) σε ένα από τα 45 άρθρα που μελέτησαν, αναφέρουν ένα αναλυτικό μοντέλο για την πρόβλεψη και την εξήγηση της «φθοράς» των πρωτοετών φοιτητών χρησιμοποιώντας τεχνολογίες εξόρυξης δεδομένων• τα πειραματικά αποτελέσματα του μοντέλου έδειξαν ότι οι βασικές αιτίες είναι εκπαιδευτικές και οικονομικές μεταβλητές. Σε άλλη μελέτη παρουσιάζεται ένα μοντέλο πρόβλεψης διατήρησης μαθητών, το οποίο χρησιμοποιεί αλγορίθμους μηχανικής μάθησης και τελικά αποδεικνύεται η αποτελεσματικότητά του (Chen et al., 2020b).

Οι Miao et al. (2021) περιγράφουν την εφαρμογή ΟΥ Analyze, που σχεδιάστηκε από το Ανοικτό Πανεπιστήμιο του Ηνωμένου Βασιλείου, ως παράδειγμα που προβλέπει ποιοι φοιτητές κινδυνεύουν να αποτύχουν αναλύοντας μεγάλα δεδομένα από το σύστημα διαχείρισης πληροφοριών εκπαίδευσης του πανεπιστημίου. Την άνοιξη του 2014, εφαρμόστηκε πιλοτικά σε δύο εισαγωγικά μαθήματα με περίπου 1500 και 3000 μαθητές αντίστοιχα. Το 2017, το τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών της Πολυτεχνικής σχολής στην Πράγα, σημείωσε ότι με βάση τις προβλέψεις του ΟΥ Analyze και τις έγκαιρες παρεμβάσεις των καθηγητών, αυξήθηκε η διατήρηση των μαθητών κατά περισσότερο από 49% (Miao et al., 2021).

Οι Pedro et al. (2019) στην ερευνά τους αναφέρουν τη μελέτη « Big Data for public policy in Education: the Chilean case» που χρηματοδοτήθηκε από την Inter-American Development Bank, στην οποία Χιλιανοί ερευνητές χρησιμοποίησαν ανοιχτά δεδομένα που δημοσιεύθηκαν από την κυβέρνηση σχετικά με κοινωνικά, γεωγραφικά και εκπαιδευτικά πλαίσια και ανέπτυξαν έναν αλγόριθμο με σκοπό την πρόβλεψη της εγκατάλειψης των μαθητών. Χρησιμοποιώντας 127 χαρακτηριστικά των μαθητών και τις γεωγραφικές τους τοποθεσίες, οι ερευνητές πέτυχαν τον σκοπό τους εντοπίζοντας

τις γεωγραφικές αποστάσεις από τα σπίτια στα σχολεία κι έφτιαξαν έναν λεπτομερή χάρτη σχολείων, πρόσβασης, ακαδημαϊκών αποτελεσμάτων και προβλέψεων εγκατάλειψης.

Οι Sharma et al. (2019) ερεύνησαν μελέτες που προβλέπουν συναισθηματικές καταστάσεις των μαθητών. Για παράδειγμα, μια από αυτές χρησιμοποίησε δεδομένα που συλλέχθηκαν από τη σωματική δραστηριότητα και τα αρχεία καταγραφής τηλεφώνου για να προβλέψει την απόδοση, την ευφυΐα, την προσωπικότητα, τη διάθεση, το άγχος, τα μέτρα υγείας, την άσκηση, τον ύπνο και το στρες. Μία άλλη μελέτη για τον ίδιο σκοπό, χρησιμοποίησε ήχο, εκφράσεις προσώπου, θερμοκρασία, ηλεκτροδερματική δραστηριότητα, καρδιακό ρυθμό και ηλεκτροκαρδιογράφημα ως δεδομένα. Τέλος, μια τρίτη μελέτη για την πρόβλεψη της συναισθηματικής κατάστασης των μαθητών, χρησιμοποίησε τα χαρακτηριστικά προσώπου και τα δεδομένα κίνησης κατά τη διάρκεια χρήσης ενός διαδικτυακού καθηγητή φυσικής. Επιπλέον, έχει διεξαχθεί επίσης σημαντικός όγκος έρευνας για την πρόβλεψη της απόδοσης σε διάφορες μαθησιακές εργασίες, χρησιμοποιώντας πολυτροπικά δεδομένα (Sharma et al., 2019). Συγκεκριμένα, μια έρευνα που μελέτησαν οι Sharma et al. (2019) έχει χρησιμοποιήσει ηλεκτροεγκεφαλογράφημα και δεδομένα συμπεριφοράς όπως ο χρόνος αντίδρασης από ροές κλικ για να προβλέψει την ανάκληση του μαθητή, τις χειρονομίες, τη στάση και τις κινήσεις του σώματος και την απόδοσή του στην επανάληψη, την ανάκληση και συσχέτιση εργασιών. Άλλοι ερευνητές στόχευαν να μοντελοποιήσουν την απόδοση των μαθητών χρησιμοποιώντας ήχο, βίντεο και δεδομένα καταγραφής από εκπαιδευτικό πρόγραμμα καθηγητή χημείας. Σε άλλη μελέτη, ενώ οι μαθητές έλυναν μαθηματικά προβλήματα, καταγράφηκαν δεδομένα και διάλογοι αισθητήρων Kinect για να εξηγήσουν την απόδοση των μαθητών όσον αφορά τα μοτίβα αλληλεπίδρασης. Σε όλες τις μελέτες, η πρόβλεψη της απόδοσης που επιτεύχθηκε ήταν εξαιρετικά ακριβής (Sharma et al., 2019). Επίσης, στην ενότητα 4.3.1 περιγράφεται το πείραμα που διεξήγαγαν οι Sharma et al. (2019), με 32 προπτυχιακούς φοιτητές που εγγράφηκαν σε διαδικτυακή προσαρμοστική αυτοαξιολόγηση για το μάθημα Τεχνολογίες Ιστού όπου φάνηκε από τα αποτελέσματα ότι η πολυτροπική σύντηξη δεδομένων και διαφορετικοί αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης μπορούν να παρέχουν χρήσιμες προβλέψεις σχετικά με την προσπάθεια και την απόδοση των μαθητών.

Οι Zawacki- Richter et al. (2019) αναφέρουν τέσσερις κατηγορίες εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, με πρώτη από αυτές να είναι το προφίλ και η πρόβλεψη. Σε τέσσερις από τις έρευνες που εξέτασαν, ο στόχος ήταν να προβλεφθεί αν κάποιος υποψήφιος φοιτητής καταφέρει ή όχι να ενταχθεί στο πανεπιστήμιο και προέκυψε τελικά μεγάλο επίπεδο ακρίβειας στις προβλέψεις. Για παράδειγμα, σε μία από αυτές επέλεξαν υποψηφίους για τη Σχολή Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού στην Τουρκία με βάση ένα τεστ φυσικής ικανότητας, τις βαθμολογίες τους στις εθνικές εισαγωγικές εξετάσεις και τον μέσο όρο του βαθμού αποφοίτησής τους. Χρησιμοποίησαν την τεχνική Support Vector Machine (SVM) για να ταξινομήσουν τους μαθητές και πρόβλεψαν τα αποτελέσματα εισαγωγής σε επίπεδο ακρίβειας 97,17% το 2006 και 90,51% το 2007 (Zawacki- Richter et al., 2019). Μια άλλη μελέτη ανέλυσε δεδομένα από 25 κινεζικές επαρχίες ως δεδομένα εκπαίδευσης για να προβλέψει τα ποσοστά εγγραφής σε άλλες επαρχίες χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο τεχνητού νευρωνικού δικτύου (Zawacki- Richter et al., 2019). Σε άλλη μελέτη, διερεύνησαν παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή μαθημάτων, όπως τα χαρακτηριστικά μαθημάτων και καθηγητών, ο φόρτος εργασίας, ο τρόπος παράδοσης και ο χρόνος εξέτασης, για να αναπτύξουν ένα μοντέλο για την πρόβλεψη της επιλογής μαθημάτων με τεχνητά νευρωνικά δίκτυα σε δύο προγράμματα μεταπτυχιακών σπουδών, στη Μηχανική Υπολογιστών και στην Πληροφορική (Zawacki- Richter et al., 2019).

Όσον αφορά την εγκατάλειψη και διατήρηση των φοιτητών, οι Zawacki- Richter et al. (2019), αναφέρονται σε μια έρευνα που χρησιμοποίησε δεδομένα από 25.224 φοιτητές που εγγράφηκαν ως πρωτοετείς φοιτητές σε ένα αμερικανικό πανεπιστήμιο για 8 χρόνια. Σε αυτή τη μελέτη, χρησιμοποιήθηκαν τρεις τεχνικές ταξινόμησης για την πρόβλεψη της εγκατάλειψης: τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, δέντρα αποφάσεων και λογιστική παλινδρόμηση (Zawacki- Richter et al., 2019). Τα δεδομένα περιείχαν μεταβλητές που σχετίζονται με τα δημογραφικά, ακαδημαϊκά και οικονομικά χαρακτηριστικά των μαθητών (π.χ. ηλικία, φύλο, εθνικότητα, γενικός μέσος όρος, βαθμολογία TOEFL, οικονομική βοήθεια, φοιτητικό δάνειο κ.λπ.). Μετά την επικύρωση που εφαρμόστηκε (10-fold cross validation), ο ερευνητής βρήκε ότι το μοντέλο τεχνητών νευρωνικών δικτύων λειτούργησε καλύτερα με ποσοστό ακρίβειας 81,19% και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι πιο σημαντικοί παράγοντες πρόβλεψης της εγκατάλειψης του φοιτητή σχετίζονται με τα προηγούμενα και παρούσα

ακαδημαϊκά επιτεύγματα καθώς και εάν λαμβάνει οικονομική υποστήριξη (Zawacki-Richter et al., 2019).

4.4.2 Έξυπνα συστήματα διδασκαλίας και Εξατομίκευση

Τα έξυπνα συστήματα διδασκαλίας (Intelligent Tutoring Systems, ITS) γνωστά και ως εξατομικευμένα συστήματα μάθησης ή προσαρμοστικές πλατφόρμες μάθησης είναι μια από τις πιο κοινές εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης για την υποστήριξη της εκπαίδευσης και έχουν λάβει σημαντική ώθηση από τις πρόσφατες εξελίξεις στις τεχνικές μηχανικής και βαθιάς μάθησης (Akgun & Greenhow, 2021), (Hwang et al., 2020b), (Ziesche & Bhagat, 2022). Τα εξατομικευμένα συστήματα που τροφοδοτούνται από τεχνητή νοημοσύνη, δεν επικεντρώνονται μόνο στις βαθμολογίες, αλλά είναι ικανά να περιλαμβάνουν ακόμη και τους μικρότερους ειδικούς παράγοντες για κάθε άτομο, όπως το επίπεδο συγκέντρωσης στην τάξη, τη συμμετοχή σε μαθησιακές δραστηριότητες και ακόμη και ορισμένους δείκτες όπως η επικοινωνία ή η συμπεριφορά στην τάξη έτσι ώστε να ενισχύσουν την αποτελεσματικότητα των μαθητών. Ο προσδιορισμός και η ενσωμάτωση διαφορετικών μορφών μάθησης (οπτική, ακουστική, κιναισθητική), οι μαθησιακές συνήθειες (τακτικές τάσεις των μαθητών που θα μπορούσαν να είναι ευνοϊκές για μάθηση - όπως η οργάνωση και η λήψη σημειώσεων στην τάξη, ή όχι - τα συστηματικά λάθη κατά την επίλυση προβλημάτων), και ο ρυθμός μάθησης των μαθητών επιτρέπουν σε ένα σύστημα που λειτουργεί με τεχνητή νοημοσύνη να προτείνει εξατομικευμένες «πορείες μάθησης» (Bhutoria, 2022). Η χρήση έξυπνων συστημάτων διδασκαλίας μπορεί να πραγματοποιήσει μια ποικιλία μεθόδων διδασκαλίας όπως η ανακαλυπτική μάθηση, η διερευνητική μάθηση και η συνεργατική μάθηση, η οποία βελτιώνει την αποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών και επίσης βοηθά στην εξατομίκευση της μάθησης (Li & Wang, 2020).

Γενικά, ο τρόπος με τον οποίο λειτουργεί το ITS είναι παρέχοντας βήμα προς βήμα μαθήματα (Chassignol et al., 2018), εξατομικευμένα για κάθε μαθητή, μέσω θεμάτων σε δομημένα μαθήματα, όπως τα μαθηματικά ή η φυσική. Το σύστημα καθορίζει μια βέλτιστη διαδρομή μέσω του μαθησιακού υλικού και των δραστηριοτήτων αξιοποιώντας τις ειδικές γνώσεις σχετικά με το αντικείμενο και ανταποκρινόμενο σε

παρανοήσεις και επιτυχίες άλλων μαθητών (Miao et al., 2021). Συγκεκριμένα, ο εκπαιδευτικός αξιολογεί ένα δείγμα από απαντήσεις των μαθητών και το ITS δημιουργεί ένα μοντέλο που ενσωματώνει κανόνες με βάση με τον τρόπο βαθμολόγησης του εκπαιδευτικού (Chassignol et al., 2018). Καθώς ο μαθητής ασχολείται με τις μαθησιακές δραστηριότητες, το σύστημα χρησιμοποιεί την ανίχνευση γνώσης (για παράδειγμα, Bayesian Knowledge Tracing ή Performance Factors Analysis) και τη μηχανική μάθηση για να προσαρμόζει αυτόματα το επίπεδο δυσκολίας και να παρέχει υποδείξεις ή καθοδήγηση σύμφωνα με τα δυνατά και αδύνατα σημεία του κάθε μαθητή, τα οποία έχουν ως στόχο να διασφαλίσουν ότι ο μαθητής είναι σε θέση να μάθει το μάθημα αποτελεσματικά (Miao et al., 2021). Το ITS μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δάσκαλος που απαντά ερωτήσεις ρουτίνας σχετικά με εργασίες ή προγράμματα σπουδών και ταυτόχρονα, βοηθά στον εντοπισμό των μαθησιακών κενών στην απόδοση των μαθητών (Chassignol et al., 2018). Επίσης, παρέχει ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών που επιτρέπει στους καθηγητές να εκτελούν διαφορετικές διοικητικές εργασίες, συμπεριλαμβανομένης της βαθμολόγησης και της παροχής ανατροφοδότησης (Chen et al., 2020a).

Οι Holmes et al. (2019) παρουσιάζουν τον αλγόριθμο του ITS ως συνισταμένη τριών μοντέλων, του μοντέλου τομέα (domain model), του παιδαγωγικού μοντέλου (pedagogy model) και του μοντέλου μαθητή (learner model), ενώ σε ορισμένα ITS βρέθηκε κι ένα τέταρτο, το μοντέλο ανοιχτού μαθητή (open learner model). Το μοντέλο τομέα αντιπροσωπεύει τη γνώση γύρω από το μάθημα που διδάσκεται, το παιδαγωγικό μοντέλο αντιπροσωπεύει τις αποτελεσματικές προσεγγίσεις διδασκαλίας που έχουν προκύψει από έρευνα και το μοντέλο μαθητή είναι οι υλοποιημένες εκδόσεις τόσο του μοντέλου τομέα όσο και του παιδαγωγικού μοντέλου (Holmes et al., 2019). Οι Zawacki-Richter et al. (2019) προτείνουν τα τρία βασικά μοντέλα του τομέα, του δασκάλου- παιδαγωγικό και του μαθητή-μάθησης αντίστοιχα, και ένα τέταρτο, αυτό της διάγνωσης (αξιολόγηση σφαλμάτων και ελαττωμάτων βάσει μοντέλου τομέα).

Οι Akgun και Greenhow (2021) στη μελέτη τους αναφέρονται σε μια έρευνα που σύγκρινε τις βαθμολογίες των μαθητών τόσο σε τυποποιημένα τεστ όσο και σε τεστ ανεπτυγμένα από ερευνητές και έδειξε ότι η διδασκαλία που βασίζεται σε

εξατομικευμένα συστήματα μάθησης οδήγησε σε υψηλότερες βαθμολογίες σε σχέση με την παραδοσιακή διδασκαλία υπό την καθοδήγηση δασκάλου.

Οι Hwang et al. (2020a) αναφέρουν έρευνες που ανέπτυξαν έξυπνα συστήματα διδασκαλίας. Για παράδειγμα, σε μια από αυτές, περιγράφεται ένα ITS που βοηθάει τους μαθητές της πέμπτης τάξης δημοτικού να μάθουν τις πράξεις του πολλαπλασιασμού και της διαίρεσης, το οποίο όπως διαπιστώθηκε, βελτίωσε τις επιδόσεις στα μαθηματικά αλλά αύξησε και τα κίνητρα μάθησης (Hwang et al., 2020a). Σε μια άλλη έρευνα, εφαρμόστηκε ITS που πραγματοποιεί μια διαδικτυακή προσαρμοστική αξιολόγηση μέσω παιχνιδιού, και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πειραματική ομάδα των 52 φοιτητών έδειξε καλύτερες στρατηγικές αναζήτησης βοήθειας από την ομάδα ελέγχου, ενώ επιπλέον βελτίωσε το μαθησιακό τους ενδιαφέρον, τη στάση και τα επιτεύγματα στην επιστήμη των υπολογιστών μετά τη δραστηριότητα (Hwang et al., 2020a).

Οι Zawacki-Richter et al. (2019) συμπέραναν ότι χρειάζεται περισσότερη έρευνα σχετικά με την αποτελεσματικότητα τόσο των ITS όσο και των προσαρμοστικών συστημάτων. Ωστόσο, μια από τις μελέτες που ερεύνησαν έδειξε ότι το ITS είχε μέτρια επίδραση στη μάθηση, ήταν λιγότερο αποτελεσματικό από τα ανθρώπινα φροντιστήρια, αλλά ξεπέρασε όλες τις άλλες μεθόδους διδασκαλίας, όπως η παραδοσιακή διδασκαλία στην τάξη, η ανάγνωση έντυπου ή ψηφιακού κειμένου ή οι εργασίες για το σπίτι (Zawacki-Richter et al., 2019). Επίσης, τα αποτελέσματα από τις πιλοτικές μελέτες πάνω στα προσαρμοστικά συστήματα αναφέρονται συνήθως ως θετικά, εκτός από μία μελέτη, στην οποία η πειραματική ομάδα που χρησιμοποίησε το σύστημα γλώσσας υποβοηθούμενο από υπολογιστή βασισμένο σε διάλογο σημείωσε χαμηλότερη βαθμολογία από την ομάδα ελέγχου στην αργοπορημένη ανάρτηση εργασίας (Zawacki-Richter et al., 2019).

Οι συνεντεύξεις που πήραν οι Jaiswal και Arun (2021), αναφέρουν τα προσαρμοστικά συστήματα που έχουν αναπτυχθεί από εταιρείες εκπαιδευτικής τεχνολογίας, ως μέσα που ανιχνεύουν τη μαθησιακή διαδρομή και παρέχουν εξατομικευμένο περιεχόμενο. Ουσιαστικά, εκατομμύρια ερωτήσεις αντλούνται από μια βάση δεδομένων και καλύπτουν έννοιες ανάλογα με το επίπεδο εκπαίδευσης. Ένας ερωτώμενος εξήγησε:

«Ο δάσκαλος εξηγεί τις έννοιες...κάθε έννοια επισημαίνεται ανάλογα με το επίπεδο δυσκολίας...οι μαθητές κάνουν ένα γρήγορο κουίζ και γνωρίζουν αμέσως το αποτέλεσμα...για τις ερωτήσεις που έκαναν λάθος, λαμβάνουν επανορθωτικές μεθόδους. Αυτό δημιουργεί μια ομαλή καμπύλη μάθησης, τους διατηρεί τα κίνητρα και βελτιώνει την μαθησιακή τους εμπειρία» (Jaiswal & Arun, 2021).

Οι Ziesche & Bhagat (2022) προτείνουν ένα βέλτιστο σενάριο χρήσης των έξυπνων συστημάτων διδασκαλίας (συγκεκριμένα για την Ινδία) που αναφέρεται στην παρούσα παράγραφο. Αρχικά, κάθε μαθητής, συμπεριλαμβανομένων των δια βίου μαθητών και των μελών περιθωριοποιημένων ομάδων, θα έχει πρόσβαση σε δωρεάν έξυπνο σύστημα διδασκαλίας (και δωρεάν διαδίκτυο). Αυτό θα μπορεί να υποστηρίξει μαθητές με διαφορετικές ικανότητες, γλωσσικές μειονότητες και όλες τις άλλες περιθωριοποιημένες ομάδες ανάλογα με τις ανάγκες τους. Επίσης, το σύστημα θα παρακολουθεί τα μαθησιακά αποτελέσματα και θα αξιολογεί τις ικανότητες κάθε μαθητή ξεχωριστά σε πραγματικό χρόνο, με βάση μεγάλο όγκο δεδομένων για όλους τους μαθητές από διάφορες πηγές. Αυτά τα δεδομένα θα ανήκουν στο μαθητή και ο μόνος άλλος σκοπός για τον οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθούν, ανώνυμα, θα είναι η περαιτέρω ενίσχυση των έξυπνων συστημάτων διδασκαλίας σε όλη τη χώρα. Με βάση την ανάλυσή του, το έξυπνο σύστημα διδασκαλίας θα ανακαλύπτει μοτίβα και τάσεις που υποδεικνύουν μεμονωμένα δυνατά σημεία, αδυναμίες, επίπεδα γνώσης και ταχύτητες μάθησης, και θα αναπτύσσει ανάλογα εξατομικευμένο πρόγραμμα σπουδών, το οποίο θα καλύπτει επίσης καλλιτεχνικά θέματα και θα υποστηρίζει την κριτική και δημιουργική σκέψη. Το εκπαιδευτικό υλικό θα είναι προσβάσιμο μέσω διαδικτύου ανά πάσα στιγμή. Τέλος, ο ρόλος του δασκάλου θα παραμείνει ακέραιος, καθώς θα είναι εκπαιδευμένος στην τεχνητή νοημοσύνη, στις τεχνικές και ηθικές πτυχές της, και το έξυπνο σύστημα διδασκαλίας θα αποτελεί εργαλείο του, για τη διαχείριση και την αξιολόγηση των μαθητών, έτσι ώστε να εξοικονομεί χρόνο για να εστιάσει περισσότερο σε κοινωνικές και δημιουργικές πτυχές της δουλειάς του.

4.4.3 Αξιολόγηση

Μεταξύ των πολλά υποσχόμενων τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης σε εφαρμογές εκπαίδευσης είναι τα αυτοματοποιημένα συστήματα αξιολόγησης. Αναπτύχθηκαν

ήδη πριν από την εισαγωγή της τεχνητής νοημοσύνης στον τομέα και χρησιμοποιούνται για να αξιολογούν τις εργασίες και εξετάσεις των μαθητών και να βαθμολογούν ακριβώς όπως ένας δάσκαλος. Ωστόσο, οι κλάδοι τεχνητής νοημοσύνης της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας και της μηχανικής μάθησης έχουν διευκολύνει τη σημαντική πρόοδο στην ποιότητα αυτών των συστημάτων. Τα αυτοματοποιημένα συστήματα αξιολόγησης έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά, που κυμαίνονται από την παροχή συνολικών βαθμολογιών και στιγμιαίας ατομικής ανατροφοδότησης έως την παροχή καθοδήγησης για βελτίωση. Το γενικό κοινό χαρακτηριστικό τους είναι ότι εκτελούν μια συγκεκριμένη εργασία, δηλαδή την ποσοτικοποίηση και ανάλυση της μαθησιακής προόδου και των ικανοτήτων, μια διαδικασία που είναι συνήθως πολύ χρονοβόρα για τους δασκάλους, ειδικά σε περιπτώσεις όπως οι εισαγωγικές εξετάσεις για τα πανεπιστήμια, όπου ο όγκος είναι τεράστιος (Miao et al., 2021). Τέλος, ενώ είναι επιθυμητό, καθίσταται αδύνατο για τους εκπαιδευτικούς να ποσοτικοποιούν συνεχώς την απόδοση κάθε μαθητή και γι' αυτό το λόγο τα συγκεκριμένα συστήματα γίνονται απαραίτητα.

Οι Chassignol et al. (2018) αναφέρουν την αξιολόγηση ως τρόπο να προβλέψουν την απόδοση των μαθητών και ως μέρος των έξυπνων συστημάτων διδασκαλίας που περιγράφηκαν στην προηγούμενη ενότητα. Οι αλγόριθμοι αξιολόγησης είναι εργαλεία υποστήριξης και διαχείρισης μαθημάτων που μειώνουν τον φόρτο εργασίας των εκπαιδευτικών. Στην ιδανική περίπτωση, αυτά τα συστήματα μπορούν να παρέχουν επίπεδα υποστήριξης στους μαθητές, καθώς τα γραπτά τους μπορούν να βαθμολογηθούν γρήγορα, όπως συμβαίνει και με μεγάλους παρόχους ανοικτών διαδικτυακών μαθημάτων, για παράδειγμα το Coursera και το EdX, που ενσωματώνουν αυτοματοποιημένη βαθμολόγηση (Akgun & Greenhow, 2021). Η αυτοαξιολόγηση οδηγεί τους μαθητές σε μεγαλύτερη αυτογνωσία, διευκολύνοντας την αυτορρύθμιση των κινήτρων και των πράξεων και προωθεί εγγενώς την προσπάθεια των μαθητών (Sharma et al., 2019).

Οι Yang et al. (2021) αναφέρονται στην έξυπνη αξιολόγηση, όπου οι δάσκαλοι παρέχουν σχολικά βιβλία και διαφάνειες, και το σύστημα χρησιμοποιεί τεχνολογία επεξεργασίας φυσικής γλώσσας για τη σύνοψη κειμένων για την εξαγωγή βασικών εννοιών του σχολικού βιβλίου και τη δημιουργία ενός χάρτη γνώσης. Κάθε κόμβος στον χάρτη γνώσης αντιπροσωπεύει μία έννοια- κλειδί, και κάθε ακμή

αντιπροσωπεύει τη σχέση μεταξύ δύο συνδεδεμένων κόμβων. Με βάση την βασική έννοια που αντιπροσωπεύεται από κάθε κόμβο στον χάρτη γνώσης, το σύστημα δημιουργεί αυτόματα ερωτήσεις και απαντήσεις αναφοράς (αυτόματη δημιουργία ερωτήσεων) για να αξιολογήσει την κυριαρχία μιας βασικής έννοιας. Εάν οι απαντήσεις των μαθητών είναι σε γραπτή μορφή, τότε το σύστημα μπορεί αυτόματα να τις συγκρίνει με τις απαντήσεις αναφοράς και να δώσει βαθμολογία (βαθμολόγηση σύντομης απάντησης), χρησιμοποιώντας τεχνολογία βαθιάς μάθησης και να παρέχει ανατροφοδότηση (Yang et al., 2021).

Στην ενότητα 4.3.1, περιγράφεται το πείραμα των Sharma et al. (2019) με 32 προπτυχιακούς φοιτητές σε Ευρωπαϊκό Πανεπιστήμιο που εγγράφηκαν σε διαδικτυακή προσαρμοστική αυτοαξιολόγηση για το μάθημα Τεχνολογίες Ιστού. Αυτή η μελέτη έδειξε μια ενοποιημένη ανάλυση συγχωνευμένων πολυτροπικών εκπαιδευτικών δεδομένων, που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια μιας προσαρμοστικής δραστηριότητας αυτοαξιολόγησης, χρησιμοποιώντας εξελιγμένες μεθόδους μηχανικής μάθησης για σκοπούς πρόβλεψης. Χρησιμοποιώντας ψυχολογικά δεδομένα από διαφορετικά κανάλια, φάνηκε, ότι με λίγα λεπτά αλληλεπίδρασης παρέχεται ενεργή ανατροφοδότηση (η μέση διάρκεια του τεστ αυτοαξιολόγησης ήταν 8 λεπτά και 41,93 δευτερόλεπτα, SD = 2 λεπτά και 0,56 δευτερόλεπτα) (Sharma et al., 2019).

Στην προηγούμενη ενότητα (4.4.2), αναφέρεται η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης για αξιολόγηση και συγκεκριμένα η εφαρμογή ενός έξυπνου συστήματος διδασκαλίας μέσω διαδικτυακού παιχνιδιού, που έδειξε ότι η πειραματική ομάδα 52 φοιτητών, συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου, βελτίωσε τις στρατηγικές αναζήτησης βοήθειας, το μαθησιακό της ενδιαφέρον, τη στάση και τα επιτεύγματα στην επιστήμη των υπολογιστών μετά τη δραστηριότητα (Hwang et al., 2020a). Οι Pedro et al. (2019) αναφέρουν ότι η τεχνητή νοημοσύνη δεν χρησιμοποιείται μόνο για τη βαθμολόγηση τεστ πολλαπλών επιλογών, αλλά και για τις γραπτές εκθέσεις, όπως για παράδειγμα, στις Ηνωμένες Πολιτείες, η Υπηρεσία Εκπαιδευτικών Δοκιμών (Educational Testing Service) που ανέπτυξε ένα αυτόματο σύστημα αξιολόγησης με χρήση επεξεργασίας φυσικής γλώσσας για τη συν-βαθμολόγηση των εκθέσεων σε τυποποιημένα τεστ.

Οι Jaiswal και Arun (2021) στην έρευνά τους παρουσιάζουν την προσαρμοστική αξιολόγηση, ως ένα σύστημα που αρχικά θεωρεί κάθε μαθητή ως μέσης επίδοσης, και ξεκινάει τις ερωτήσεις με μια μέσου επιπέδου δυσκολίας ερώτηση, γνωστή ως «ψυχρή εκκίνηση». Στη συνέχεια, αν ο μαθητής απαντήσει σωστά, το σύστημα ανεβάζει το επίπεδο δυσκολίας, θέτοντας δυσκολότερη ερώτηση, ενώ αν απαντήσει λάθος, κατεβάζει το επίπεδο δυσκολίας. Η διαδικασία συνεχίζεται έως ότου επιτευχθεί ο καθορισμένος αριθμός ερωτήσεων, που ορίζεται από τον καθηγητή. Οι ερωτήσεις βρίσκονται συγκεντρωμένες σε μια τράπεζα ερωτήσεων, σε μια βάση δεδομένων ταξινομημένες με βάση το επίπεδο δυσκολίας και ανακτώνται τυχαία. Έτσι, η αξιολόγηση προσαρμόζεται και εξατομικεύεται με βάση το επίπεδο της ικανότητας κατανόησης και επίλυσης προβλημάτων του μαθητή (Jaiswal & Arun, 2021).

Οι Akgun και Greenhow (2021) αναφέρουν ότι ο βασικός στόχος των μοντέλων μηχανικής μάθησης φαίνεται να είναι η αυξημένη ακρίβεια και αντικειμενικότητα, όμως παρουσιάζουν μία έρευνα που δείχνει το αντίθετο. Το καλοκαίρι του 2020, εξαιτίας της πανδημίας, ακυρώθηκαν οι εξετάσεις δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης A και GCSE της Αγγλίας, κι έτσι εφαρμόστηκε μια εναλλακτική μέθοδος αξιολόγησης, με χρήση του αλγορίθμου τυποποίησης βαθμού που δημιουργήθηκε από τον ρυθμιστή Ofqual (Akgun & Greenhow, 2021). Η αξιολόγηση του αλγορίθμου έγινε με βάση τα αποτελέσματα προηγούμενων εξετάσεων των σχολείων, και χιλιάδες μαθητές έλαβαν απροσδόκητα χαμηλούς βαθμούς. Η κατανομή της βαθμολογίας ευνόησε τους μαθητές που φοιτούσαν σε ιδιωτικά ή ανεξάρτητα σχολεία, ενώ μαθητές από υποεκπροσωπούμενες ομάδες αδικήθηκαν περισσότερο (Akgun & Greenhow, 2021). Δυστυχώς, οι αυτοματοποιημένοι αλγόριθμοι αξιολόγησης έχουν τη δυνατότητα να ανασυνθέσουν άδικα και ασυνεπή αποτελέσματα διαταράσσοντας τις τελικές βαθμολογίες και τις μελλοντικές σταδιοδρομίες των μαθητών (Akgun & Greenhow, 2021).

Σύμφωνα με τους Tang et al. (2021) και τους Zawacki- Richter et al. (2021), η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην αξιολόγηση αποτελείται από τέσσερις υποκατηγορίες: την αυτοματοποιημένη βαθμολόγηση, την ανατροφοδότηση, την αξιολόγηση της κατανόησης των μαθητών, της δέσμευσης και της ακαδημαϊκής ακεραιότητας και την αξιολόγηση διδασκαλίας. Σε ένα από τα άρθρα που μελέτησαν

οι Zawacki- Richter et al. (2019), γίνεται χρήση του λογισμικού ανοιχτού κώδικα Java LightSIDE για την αυτοματοποιημένη βαθμολόγηση εκθέσεων μεταπτυχιακών φοιτητών ιατρικής και κατέληξε σε συμφωνία μεταξύ της κατάταξης του υπολιστή και των καθηγητών που βαθμολογούσαν μεταξύ 94,6% και 98,2%, γεγονός που επιτρέπει τη μείωση του κόστους και του ανθρώπινου χρόνου που αφιερώνεται σε βαθμολόγηση μεγάλης κλίμακας. Ωστόσο, οι ερευνητές τόνισαν ότι μπορεί να μην είναι όλα τα είδη γραφής κατάλληλα για το σύστημα και ότι δεν θα ήταν πρακτικό να χρησιμοποιηθεί στις περισσότερες μικρές τάξεις, λόγω της ανάγκης του συστήματος να βαθμονομηθεί με μεγάλο αριθμό αξιολογήσεων εκ των προτέρων (Zawacki- Richter et al., 2019).

Άλλες μελέτες στην ίδια εργασία, ασχολούνται με την αξιολόγηση της κατανόησης, της δέσμευσης και της ακαδημαϊκής ακεραιότητας των μαθητών. Μια από αυτές χρησιμοποίησε αλγορίθμους μηχανικής μάθησης για να αξιολογήσει τη συμμετοχή των φοιτητών σε ένα μάθημα κοινωνικών επιστημών σε Ανοικτό Πανεπιστήμιο, και συμπεριέλαβε τα τελικά αποτελέσματα, τις βαθμολογίες και τον αριθμό των κλικ που κάνουν οι μαθητές στο σύστημα εικονικής μάθησης, τα οποία μπορούν να προειδοποιήσουν τους καθηγητές για την ανάγκη παρέμβασης (Zawacki- Richter et al., 2019). Μια άλλη έρευνα χρησιμοποίησε αλγορίθμους μηχανικής μάθησης και κατάφερε με μέση ακρίβεια 93% να ελέγξει την ακαδημαϊκή ακεραιότητα, αξιολογώντας την πιθανότητα μια εργασία να είναι παρόμοια με μία άλλη, γεγονός που μειώνει την ανάγκη για επιτηρητές και τις ανησυχίες σχετικά με το απόρρητο (Zawacki- Richter et al., 2019). Για την αξιολόγηση της διδασκαλίας, οι Zawacki- Richter et al. (2019), μελέτησαν τέσσερα άρθρα που χρησιμοποίησαν αλγορίθμους εξόρυξης δεδομένων και ένα από αυτά χρησιμοποιώντας τέσσερις διαφορετικές τεχνικές ταξινόμησης, διαπίστωσε ότι πολλές ερωτήσεις στο ερωτηματολόγιο αξιολόγησης των καθηγητών ήταν άσχετες. Η εφαρμογή ενός αλγορίθμου για την αξιολόγηση του αντίκτυπου των μεθόδων διδασκαλίας σε ένα μάθημα διαφορετικών εξισώσεων, διαπίστωσε ότι η διαδικτυακή εργασία για το σπίτι με άμεση ανατροφοδότηση ήταν πιο αποτελεσματική από τα clicker και ενώ τα αποτελέσματα των προηγούμενων εξετάσεων είναι γενικά καλοί προγνωστικοί παράγοντες για τα μελλοντικά αποτελέσματα των εξετάσεων, δεν μπορούν να προβλέψουν την αναμενόμενη απόδοση των μαθητών σε εργασίες που βασίζονται σε έργα (Zawacki- Richter et al., 2019).

4.4.4 Chatbots και Κοινωνική Δικτύωση

Διάφοροι μελετητές έχουν εξετάσει τον ρόλο των μέσων κοινωνικής δικτύωσης στην εκπαίδευση, κι επισημαίνουν ότι η ενσωμάτωσή τους μπορεί να ενισχύσει την ενεργό μάθηση, τις δεξιότητες συνεργασίας και τις συνδέσεις των μαθητών με κοινότητες πέρα από την τάξη (Akgun & Greenhow, 2021).

Τα chatbots αποτελούν μία τεχνολογία που βασίζεται στην υπολογιστική νέφους και σε τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης για τη διεξαγωγή προσομοιωμένων συνομιλιών με ανθρώπους. Αποτελούν μία σύγχρονη εφαρμογή, που εξυπηρετεί τους χρήστες αντί ανθρώπου, σε πολλούς κλάδους. Στην εκπαίδευση, αναγνωρίζουν και λύνουν ερωτήματα που τίθενται από τους μαθητές εν μέσω διαλέξεων στην τάξη, κι έτσι οι καθηγητές μπορούν να τα χρησιμοποιούν για να βοηθήσουν τους μαθητές τους (Alam, 2021). Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι chatbots, αυτά που χρησιμοποιούν κανόνες και λέξεις-κλειδιά για να επιλέξουν από προ-προγραμματισμένες απαντήσεις σε ένα σενάριο και υπάρχουν και τα chatbots με εικονικό βοηθό (όπως τα Siri, Alexa, DuerOS και XiaoYi) που χρησιμοποιούν επεξεργασία φυσικής γλώσσας και μηχανική μάθηση για να δημιουργήσουν μοναδικές απαντήσεις (Miao et al., 2021).

Σε εκπαιδευτικά πλαίσια, τα chatbots διευκολύνουν την εισαγωγή χρηστών-μαθητών στο σύστημα, παρέχουν πληροφορίες 24/7, υποστηρίζουν το μάθημα πολλές φορές και ως μέρος του συστήματος, παρέχουν αυτοματοποιημένη ανατροφοδότηση, κ.α. (Miao et al., 2021). Στο Georgia State University, χρησιμοποιήθηκε το chatbot «Pounce» βασισμένο σε κείμενο, για να βοηθά τους φοιτητές με τη διαδικασία εγγραφής και εισαγωγής και σε θέματα όπως η οικονομική βοήθεια και άλλες διαχειριστικές λειτουργίες (Akgun & Greenhow, 2021). Επίσης, τα cobots (συνάδελφοι ρομπότ) ή τα ρομπότ, που συνεργάζονται με δασκάλους ή άλλα cobots εφαρμόζονται για να διδάξουν στα παιδιά εργασίες ρουτίνας, όπως η ορθογραφία, η προφορά και η προσαρμογή στις ικανότητες των μαθητών (Chen et al., 2020a). Τα έξυπνα συστήματα διδασκαλίας που έχουν δυνατότητες συνομιλίας μέσω ενσωματωμένων chatbot ή cobot, έχουν ενισχύσει την αποτελεσματικότητα στη διδασκαλία (Chen et al., 2020a).

Στο πλαίσιο του ινδικού τομέα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, η εφαρμογή του chatbot, ανεξάρτητα από την ηλικία, το φύλο και το επίπεδο εκπαίδευσης του χρήστη, λειτουργεί ως προσωπικός σύντροφος μάθησης, με τις ενέργειές του να συνοψίζονται ως εξής: έναρξη, συζήτηση και απάντηση και ανατροφοδότηση (Bhutoria, 2022). Τα chatbot παρέχουν στους μαθητές έναν εύκολο και αποτελεσματικό τρόπο επικοινωνίας με το ίδρυμα, αφού εκτός του ότι συνδέονται άμεσα με τη διδασκαλία, συμβάλλουν και στη διοικητική πλευρά απαντώντας σε συχνές ερωτήσεις, επιλύοντας προβλήματα που σχετίζονται με τη διαδικασία εισαγωγής, την πληρωμή διδάκτρων κ.λπ (Bhutoria, 2022). Οι Chassignol et al. (2018) παρουσιάζουν αρκετά παραδείγματα ρομπότ που χρησιμοποιούνται για τη διδασκαλία παιδιών διαφορετικών ηλικιών (από τεσσάρων ετών) σε θέματα όπως ο προγραμματισμός, η ρομποτική, τα μαθηματικά, ο λογισμός, η επίλυση προβλημάτων και η βιολογία. Ένα από τα παραδείγματα που αναφέρουν είναι το ρομπότ NAO, της Aldebaran Robotics, που χρησιμοποιείται ως εργαλείο διδασκαλίας για παιδιά με αυτισμό (Chassignol et al., 2018).

Οι Chen et al. (2020b) αναφέρονται σε μια έρευνα που εισήγαγε μια πειραματική πλατφόρμα με ένα ρομπότ εικονικής πραγματικότητας και ανέλυσε τη συμπεριφορά ανθρώπινης διδασκαλίας σε πραγματικό χρόνο, εξετάζοντας ανεκπαιδευτους συμμετέχοντες να διδάσκουν το ρομπότ να ολοκληρώνει εργασίες. Η εργασία τους υπογράμμισε τη σημασία της κατανόησης της σχέσης μεταξύ του ανθρώπου-καθηγήτη και του ρομπότ-μαθητή, ώστε να προτείνονται καλύτερες προσεγγίσεις που θα βοηθήσουν τους ανθρώπους στη διδασκαλία και εν τω μεταξύ θα ενισχύσουν τη μαθησιακή συμπεριφορά ενός ρομπότ (Chen et al., 2020b).

Οι Hwang et al. (2020b) αναφέρονται στον έξυπνο συνεργάτη, το chatbot Microsoft Tay με διεπαφή επεξεργασίας φυσικής γλώσσας και τεχνητά νευρωνικά δίκτυα. Μέλη του κοινού έκαναν ακατάλληλα σχόλια για θέματα όπως ο ρατσισμός και ο σεξισμός ενώ συνομιλούσαν με τον Tay, και κατά συνέπεια ο Tay μιμήθηκε αυτά τα σχόλια και δημιούργησε ακατάλληλες εκφράσεις αναλόγως, οπότε, η Microsoft αποφάσισε να το κλείσει (Hwang et al., 2020b). Προτείνουν η ενότητα ηθικής να ενσωματωθεί στην αρχιτεκτονική των ρομπότ ή των chatbot για να μπορούν να αναπτυχθούν έξυπνοι

καθηγητές, και οι μαθητές να μπορούν να αλληλεπιδράσουν και να το «διδάξουν» παρέχοντας παραδείγματα εκπαίδευσης σχετικά με ένα συγκεκριμένο θέμα.

Οι Chocarro et al. (2021) διεξήγαγαν μια έρευνα στην οποία συμμετείχαν δάσκαλοι που απαντούσαν σε ερωτηματολόγιο (225 έγκυρες απαντήσεις συνολικά, το 65% ήταν γυναίκες) σχετικά με το πόσο πρόθυμοι είναι να χρησιμοποιήσουν ένα chatbot κατά τη διδασκαλία. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν μια θετική επίδραση της αντιληπτής χρησιμότητας του chatbot στην πρόθεση χρήσης τεχνολογίας των εκπαιδευτικών. Η βελτίωση της απόδοσης και της χρησιμότητας των chatbots είναι καθοριστικός παράγοντας για τους εκπαιδευτικούς όταν σκέφτονται να υιοθετήσουν αυτήν την τεχνολογία για τις δουλειές τους (Chocarro et al., 2021). Η ευκολία χρήσης των chatbots σχετίζεται με υψηλότερη πρόθεση χρήσης. Αντίθετα, η χαμηλή απαιτούμενη πνευματική προσπάθεια δεν έχει σημαντική σχέση με την πρόθεση χρήσης.

Οι Ziesche και Bhagat (2022) συζητούν την περίπτωση του Bol Behen (που σημαίνει «Μίλα/ Ρώτα Αδερφή»), ένα chatbot στο Facebook Messenger στην Ινδία, που κυκλοφόρησε από το Girl Effect και το WhatsApp, το 2020. Το Girl Effect είναι ένας ανεξάρτητος μη κερδοσκοπικός οργανισμός που έχει φτάσει σε είκοσι χώρες στην Ασία και την Αφρική και δημιούργησε το chatbot λόγω της έλλειψης πλατφόρμας που να απαντάει σε ερωτήματα σχετικά με τη φυσιολογία και την ευημερία των γυναικών. Με το Bol Behen, τα κορίτσια έχουν μια πλατφόρμα για να κάνουν ερωτήσεις σχετικά με ευαίσθητα θέματα όπως το σεξ, τις σχέσεις, την αναπαραγωγική υγεία κ.λπ και ισχυρίζεται ότι είχε 100.000 συνομιλίες με περισσότερα από 1,6 εκατομμύρια μηνύματα στην Ινδία (Ziesche & Bhagat, 2022). Ωστόσο, αντιμετώπισε ζητήματα απορρήτου και ασφάλειας δεδομένων και από τον Αύγουστο του 2022, το Bol Behen εισήχθη για περιορισμένη χρήση ως έκδοση beta τόσο σε κινητά όσο και στο διαδίκτυο (Ziesche & Bhagat, 2022).

Η μελέτη των Ekström και Pareto (2022) διερευνά τις αντιλήψεις των δασκάλων για μια μαθησιακή δραστηριότητα στην οποία ένα παιδί παίζει ένα ψηφιακό παιχνίδι μαθηματικών μαζί με ένα ανθρωποειδές ρομπότ. Το ψηφιακό παιχνίδι μαθηματικών αποτελείται από διαφορετικά minigames και περιλαμβάνει τη συνεργασία παιδιού με ρομπότ καθώς η δραστηριότητα βασίζεται στη θεωρία της μάθησης μέσω της

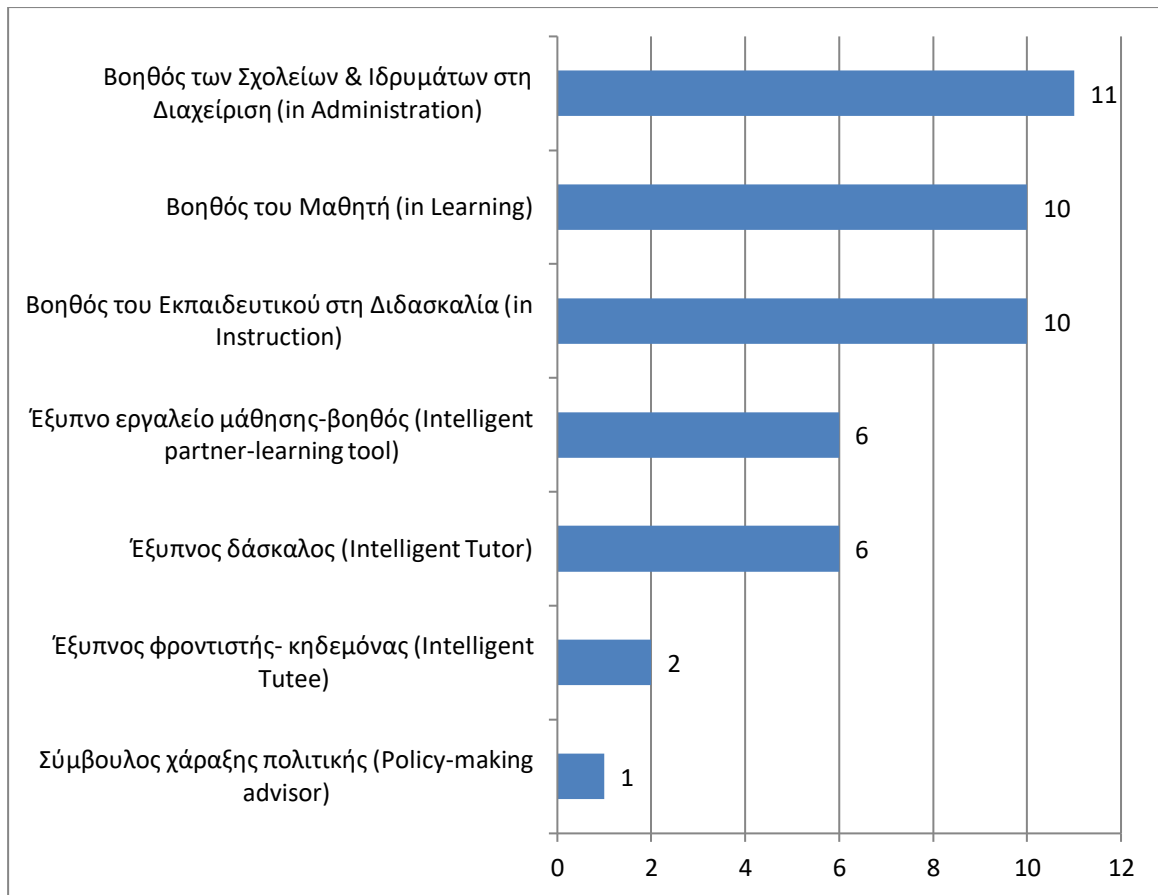
διδασκαλίας, δηλαδή έχει ανατεθεί στο παιδί ο ρόλος του δασκάλου και στο ρομπότ ο ρόλος του φροντιστή. Ως φροντιστής, το ρομπότ κάνει ερωτήσεις σχετικά με το παιχνίδι και το μαθηματικό περιεχόμενό του με την προσδοκία ότι το παιδί, σε ρόλο δασκάλου, θα εξηγήσει τις μαθηματικές του σκέψεις και ιδέες. Στο πλαίσιο συνεργασίας, το ρομπότ αλληλεπιδρά με το παιδί και μιμείται μια μαθησιακή συμπεριφορά. Η έρευνα έχει μια προσέγγιση μικτής μεθόδου και τα δεδομένα παράγονται από οκτώ διαφορετικές διευθετήσεις μελέτης. Συνολικά, η παραγωγή δεδομένων προέκυψε ως αποτέλεσμα από απαντήσεις σε δύο διαδικτυακά ερωτηματολόγια, ένα εργαστήριο στο πανεπιστήμιο όπου συγκεντρώθηκαν και συντάχθηκαν οι σημειώσεις των καθηγητών, δύο ηχογραφημένες συνεντεύξεις και μία συνέντευξη με γραπτές απαντήσεις, συνολικά έξι εργαστήρια σχεδιασμού σε σχολεία όπου πέντε ηχογραφήθηκαν και ένα βιντεοσκοπήθηκε. Όλα τα δεδομένα αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας το εργαλείο MAXQDA, το οποίο υποστηρίζει την ανάλυση δεδομένων με μικτές μεθόδους. Συνολικά κωδικοποιήθηκαν 654 φράσεις εκπαιδευτικών από το υλικό και κατηγοριοποιήθηκαν σε θέματα και υποθέματα (Ekström & Pareto, 2022). Τα τέσσερα βασικά θέματα που συζήτησαν περισσότερο οι δάσκαλοι, σχετικά με τη χρήση ενός κοινωνικού ρομπότ ως συνεργατικού συντρόφου στη μαθησιακή δραστηριότητα, ήταν 1) ο γενικός σκοπός της δραστηριότητας (81 φράσεις), 2) το θέμα της δραστηριότητας με το πρόγραμμα σπουδών (93 φράσεις), 3) συνεργασία παιδιού-ρομπότ (276 φράσεις) και 4) κοινωνικοί κανόνες στη μαθησιακή δραστηριότητα επαυξημένη από ρομπότ (204 φράσεις) (Ekström & Pareto, 2022). Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης δείχνουν ότι ο τρόπος με τον οποίο οι δάσκαλοι αντιλαμβάνονται και μιλούν για το κοινωνικό ρομπότ σε αυτή τη συνεργατική μαθησιακή δραστηριότητα παιδιού-ρομπότ εναλλάσσεται μεταξύ δύο διπλών προοπτικών: το ρομπότ γίνεται αντιληπτό τόσο ως διδακτικό εργαλείο όσο και ως κοινωνικός παράγοντας και οι δάσκαλοι αλλάζουν μεταξύ αυτών των δύο προοπτικών εντός της ίδιας δραστηριότητας. Η προοπτική που είναι κυρίαρχη εξαρτάται εν μέρει από το πόσο εμπλέκονται οι εκπαιδευτικοί στη δραστηριότητα. είτε ασχολούνται με την έννοια γενικά είτε διερευνούν ενεργά τον ρόλο τους σε αυτήν (Ekström & Pareto, 2022).

Η ενσωμάτωση των GPT (Generative Pre-training Transformers) στην ανάπτυξη chatbots σε εκπαιδευτικά πλαίσια εξατομικεύει τις αλληλεπιδράσεις, παρέχει έξυπνη ανατροφοδότηση και προσαρμοστικές διαδρομές μάθησης (Bahroun et al., 2023).

4.5 Ο Ρόλος της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Πίνακας 6: Ο Ρόλος της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Ρόλος	Αναγνωριστικό	Σύνολο
Έξυπνος δάσκαλος (Intelligent Tutor)	C5, C14, C15, C16, C25, C26	6
Έξυπνος φροντιστής- κηδεμόνας (Intelligent Tutee)	C11, C14	2
Έξυπνο εργαλείο μάθησης-βοηθός (Intelligent partner- learning tool)	C5, C11, C14, C15, C16, C24	6
Σύμβουλος χάραξης πολιτικών (Policy-making advisor)	C14	1
Βοηθός του Εκπαιδευτικού στη Διδασκαλία (in Instruction)	C4, C6, C7, C9, C15, C16, C21, C25, C26, C32	10
Βοηθός των Σχολείων & Ιδρυμάτων στη Διαχείριση (in Administration)	C4, C6, C7, C8, C9, C15, C16, C21, C26, C28, C32	11
Βοηθός του Μαθητή (in Learning)	C4, C6, C7, C8, C9, C15, C21, C25, C26, C32	10



Διάγραμμα 7. Ο Ρόλος της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Όπως προκύπτει από το Διάγραμμα 7, ο πιο συζητημένος ρόλος της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση, ανάμεσα στις μελέτες, είναι ως βοηθός στη διαχείριση σχολείων και ιδρυμάτων και έπειτα στη διδασκαλία και στη μάθηση.

Οι Namatherdhala et al. (2022) στην έρευνά τους κατηγοριοποίησαν τον ρόλο της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση σε εκπαιδευτική διοίκηση, εκπαιδευτικό σχεδιασμό και μάθηση, καθώς είναι ευρέως διαδεδομένος και καλύπτει τη μάθηση, τη διδασκαλία και τη διοίκηση- διαχείριση. Οι Ziesche & Bhagat (2022) κατηγοριοποιούν τον ρόλο της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση ως επίσημη και ανεπίσημη μάθηση, διδασκαλία, αξιολόγηση, διαχείριση σχολείου καθώς και χαρτογράφηση και αντιστοίχιση δεξιοτήτων. Σύμφωνα με τους Chassignol et al. (2018), είναι προφανές ότι η τεχνητή νοημοσύνη έχει εφαρμοστεί στην εκπαίδευση, ειδικότερα στη διοίκηση και τη διδασκαλία, κι έπειτα, στον αντίκτυπο στη μάθηση των μαθητών.

Ο ρόλος της τεχνητής νοημοσύνης ως βασικός εμπλεκόμενος στη μαθησιακή διαδικασία, ξεκινώντας από την εκτέλεση γενικών εργασιών π.χ. σκιαγράφηση του μαθήματος ενός σχολικού βιβλίου, ή αυτόματη αξιολόγηση με χρήση δεδομένων, έρχεται να εξασφαλίσει τη θέση της στην αύξηση του εκπαιδευτικού περιεχομένου - είτε συμπληρώνοντας την παραδοσιακή διδασκαλία στην τάξη είτε απλώς ως έξυπνος οικοδεσπότης ορισμένων δραστηριοτήτων μάθησης με κοινό παρανομαστή την προσωποποίηση του εκπαιδευτικού τομέα (Bhutoria, 2022). Με την ενσωμάτωση της ανθρώπινης νοημοσύνης, ένα σύστημα υπολογιστή χρησιμεύει ως έξυπνος δάσκαλος ή εργαλείο και διευκολύνει τη λήψη αποφάσεων σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα (Hwang et al., 2020b), (Jaiswal & Arun, 2021). Η GenAI υποστηρίζει τη διδασκαλία και τη μάθηση δημιουργώντας ερωτήσεις, παρέχοντας απαντήσεις και αξιολογώντας την απόδοση των μαθητών (Bahroun et al., 2023).

Οι Chen et al. (2020a) περιγράφουν τον ρόλο της τεχνητή νοημοσύνης στην εκπαίδευση ως το τρίπτυχο της διοίκησης, της διδασκαλίας και της μάθησης. Η διοίκηση έχει να κάνει με την εκτέλεση διοικητικών καθηκόντων στην εκπαιδευτική διαδικασία, όπως οι εργασίες των μαθητών, οι αναθεωρήσεις εγγράφων, η βαθμολόγηση και η παροχή ανατροφοδότησης στους μαθητές (Chen et al., 2020a). Η διδασκαλία αφορά τα έξυπνα συστήματα που αποτελούν ισχυρά παιδαγωγικά εργαλεία (Chen et al., 2020a). Τέλος, η μάθηση αφορά εφαρμογές που στοχεύουν στην προσαρμογή και στην εξατομίκευση του προγράμματος σπουδών και του περιεχομένου σύμφωνα με τις ανάγκες, τις ικανότητες και τις δυνατότητες των μαθητών (Chen et al., 2020a).

Οι Chen et al. (2020b) σχολιάζουν τον ρόλο της τεχνητή νοημοσύνης μέσα από τις έρευνες που μελέτησαν. Μία από αυτές αφορά μελέτη περίπτωσης του debate tutoring όπου χρησιμοποιήθηκαν αλγόριθμοι πρόβλεψης και ταξινόμησης για να βελτιώσουν τη λήψη αποφάσεων από τους καθηγητές στην παροχή προβληματισμών και ανατροφοδότησης (Chen et al., 2020b). Μια άλλη μελέτη, που ερεύνησαν οι Chen et al. (2020b), χρησιμοποιώντας το βλέμμα των ματιών ως μέτρηση του αποτελέσματος, διερεύνησε εάν τα ρομπότ θα μπορούσαν να ανταποκριθούν στις ανάγκες των μαθητών με νοητική υστέρηση για να ενισχύσουν την ατομική και προσωπική μάθηση όσον αφορά τη δέσμευση και την επιτυχία.

Τα κοινωνικά ρομπότ (social robots) μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο ρόλο του καθοδηγητή (tutee) συνδυάζοντας τα πλεονεκτήματα των ικανοτήτων διδασκαλίας με κοινωνικές ιδιότητες, κάνοντας τα ρομπότ να προσαρμόσουν το μαθησιακό τους στυλ στον δάσκαλο (tutor) και να κάνουν τη μαθησιακή διαδικασία σαφή, ενώ ταυτόχρονα επιτρέπουν την κοινωνική αλληλεπίδραση (Ekström & Pareto, 2022). Η χρήση ενός ρομπότ σε ρόλο καθοδηγητή έχει αποδειχθεί ότι βοηθά τα παιδιά να αναπτυχθούν σε διάφορους τομείς, όπως η ανάγνωση, η γραφή, η γλώσσα και η συλλογιστική (Ekström & Pareto, 2022).

Σε μια από τις μελέτες που ερεύνησαν οι Ekström και Pareto (2022), ένα ρομπότ λειτουργεί ως καθοδηγητής που τα παιδιά προσπαθούν να του διδάξουν αγγλικά ρήματα μέσα στην τάξη με τη δασκάλα. Ωστόσο, το ρομπότ είχε περιορισμένη μαθησιακή ικανότητα και έβλαψε τη μαθησιακή κατάσταση. Σε άλλη μελέτη που ερεύνησαν οι Ekström και Pareto (2022) τα παιδιά διδάσκουν στο ρομπότ να γράφει διορθώνοντας αυτό που έγραψε και ουσιαστικά, η κοινωνική αλληλεπίδραση αποτελούνταν από μεμονωμένες φράσεις και η μελέτη έδειξε ότι τα παιδιά βίωσαν ότι το ρομπότ έγραφε μόνο του και ότι έμαθε με την πάροδο του χρόνου. Το πείραμα περιλάμβανε έναν ενήλικα που βοήθησε με τη σειρά και την καθοδήγηση και ο δάσκαλος είχε καθοριστικό ρόλο κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης, αλλά ήταν σημαντικός και για τη μαθησιακή κατάσταση του παιδιού (Ekström & Pareto, 2022). Μια άλλη περίπτωση έρευνας, διερευνεί εάν ένα ρομπότ, ενεργώντας ως φίλος (partner) στην ανάγνωση, μπορεί να υποστηρίξει την εξάσκηση στην ανάγνωση. Το καθήκον του παιδιού κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης ήταν να διορθώνει συνεχώς την ανάγνωση του ρομπότ όταν έκανε λάθη, μια εργασία που εκτελούνταν χωρίς την παρουσία δασκάλου, ενώ το ρομπότ ήταν σε θέση να δείξει το κείμενο που διαβάστηκε, αλλά αυτή η χειρονομία κατάδειξης αποδείχθηκε ωφέλιμη μόνο για μαθητές με υψηλή ικανότητα ανάγνωσης, ενώ για μαθητές με χαμηλή ικανότητα ανάγνωσης ήταν μάλλον ενόχληση (Ekström & Pareto, 2022).

Οι Hwang et al. (2020b) στην μελέτη τους αναφέρονται σε τέσσερις ρόλους της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση: τον έξυπνο δάσκαλο (tutor), τον έξυπνο καθηγητή (tutee), το έξυπνο εργαλείο ή συνεργάτη μάθησης και τον σύμβουλο χάραξης πολιτικής. Ο έξυπνος δάσκαλος αφορά τη μεγαλύτερη κατηγορία εφαρμογών, τα έξυπνα συστήματα διδασκαλίας. Ο έξυπνος καθηγητής σχετίζεται με

την εμπλοκή των μαθητών στην εκπαίδευση του συστήματος, υπό την προσέγγιση του να διδάξουν το σύστημα προκειμένου να κατανοήσουν περίπλοκες έννοιες. Το έξυπνο εργαλείο ή συνεργάτης μάθησης, βοηθά τους μαθητές να συλλέγουν και να αναλύουν δεδομένα, εστιάζοντας σε κρίσιμα σημεία αφού τα παρουσιάζουν με «έξυπνο» τρόπο, όπως π.χ. τα εργαλεία χαρτογράφησης εννοιών, βοηθούν τους μαθητές να οργανώσουν τη γνώση συνδέοντας τις σχέσεις μεταξύ των εννοιών με παθητικό τρόπο. Τέλος, ο σύμβουλος χάραξης πολιτικής χρησιμοποιεί τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης για την ενημέρωση και την καθοδήγηση της ανάπτυξης πολιτικών ή νόμων στην εκπαίδευση. Ως εκ τούτου, είναι εφικτή η ανάπτυξη ενός συμβούλου χάραξης πολιτικής, αφού με τη βοήθεια των τεχνολογιών, οι υπεύθυνοι μπορούν να κατανοήσουν με μεγαλύτερη ακρίβεια τις τάσεις και τα προβλήματα στο εκπαιδευτικό περιβάλλον τόσο από μακροσκοπική όσο και από μικροσκοπική πλευρά, κάτι που μπορεί να τους βοηθήσει να δημιουργήσουν και να αξιολογήσουν αποτελεσματικές εκπαιδευτικές πολιτικές (Hwang et al., 2020b).

Οι Jain και Jain (2019) υποστηρίζουν ότι η τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση έχει διάφορους ρόλους στις ανεπτυγμένες χώρες του κόσμου, που την έχουν ήδη εφαρμόσει με επιτυχία. Συμπληρώνουν ότι χρησιμοποιείται στο εκπαιδευτικό σύστημα στη βαθμολόγηση, καθώς η διαδικασία μηχανοποιείται για ορισμένες σταθερές ερωτήσεις, στην προσαρμοστική και εξατομικευμένη μάθηση για να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις των μαθητών, στην πληροφόρηση των δασκάλων σχετικά με την κατανόηση του περιεχομένου από τους μαθητές και τέλος ως δασκάλος και ως συνεργάτης μάθησης (Jain & Jain, 2019).

Οι Tang et al. (2021) παρατηρούν ότι η πλειοψηφία της έρευνας έχει επικεντρωθεί σε τέσσερις ρόλους της τεχνητής νοημοσύνης: στην ηλεκτρονική μάθηση, δηλαδή προσαρμοστικά συστήματα και προσωποποίηση, αξιολόγηση, προφίλ και πρόβλεψη και έξυπνα συστήματα διδασκαλίας. Κατά τη διάρκεια μιας μαθησιακής διαδικασίας, η τεχνητή νοημοσύνη καταγράφει τη γνώση της συμπεριφοράς του μαθητή, αξιολογεί την ακαδημαϊκή επίδοση, αναλύει δεξιότητες σκέψης υψηλού επιπέδου και διερευνά τον σχεδιασμό (Tang et al., 2021).

Η Wang (2021) διερεύνησε τον ρόλο της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαιδευτική ηγεσία και υποστήριξε ότι η πρώτη είναι ένα εργαλείο που οι ηγέτες των σχολείων

μπορούν να αξιοποιήσουν για την αποτελεσματικότητα και την ακρίβειά της, για να τους βοηθήσει στη λήψη σαφώς καθορισμένων αποφάσεων που βασίζονται σε δεδομένα και τεκμηριώνονται από στοιχεία. Ωστόσο, η τεχνητή νοημοσύνη δεν χειρίζεται καλά την αβεβαιότητα, η οποία είναι εγγενής στη λήψη αποφάσεων των ηγετών των σχολείων, και γι' αυτό σε ορισμένες περιπτώσεις οι αποφάσεις που λαμβάνονται εξυπηρετούνται καλύτερα από τις ηθικές τους αξίες (Wang, 2021).

Οι Bahroun et al. (2023), σε μια από τις έρευνες που εξετάζουν αναφέρουν το εργαλείο τεχνητής νοημοσύνης «GPTeach», που έχει σχεδιαστεί για την εκπαίδευση καθηγητών, επιτρέποντάς τους να εξασκήσουν τη διδασκαλία με προσομοιωμένους μαθητές που υποστηρίζονται από GPT (Generative Pre-training Transformers).

Ο Chiu (2023) αναφέρει ότι ενώ ο ρόλος της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση περιγράφεται από τέσσερις τομείς, τη μάθηση, τη διδασκαλία, την αξιολόγηση και τη διοίκηση, η GenAI εξυπηρετεί τους τρεις από αυτούς και εξαιρεί την αξιολόγηση. Συγκεκριμένα, ο τρόπος με τον οποίο η GenAI ενισχύει τη μάθηση είναι οι συνομιλίες ανθρώπου-μηχανής και οι προσαρμοστικότητα και διαδραστικότητα σε ψηφιακά περιβάλλοντα (Chiu, 2023). Τα chatbots τεχνητής νοημοσύνης επιτρέπουν συνομιλίες σχετικά με τη μάθηση, βοηθούν τους μαθητές να αναπτύξουν τις επικοινωνιακές τους ικανότητες μέσω του διαλόγου και απαντούν σε ερωτήσεις ή αιτήματα με τρόπο που μοιάζει με άνθρωπο. Η GenAI στη διδασκαλία υποστηρίζει την επαγγελματική εξέλιξη των εκπαιδευτικών, ενισχύοντας την ικανότητά τους και παρέχοντας προσαρμοστικές στρατηγικές διδασκαλίας (Chiu, 2023). Τέλος, η GenAI στη διαχείριση της εκπαίδευσης, βελτιώνει την απόδοση των πλατφορμών, αφού το ChatGPT μπορεί να δημιουργήσει ένα προσχέδιο μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και προτάσεων και να αναλύσει δεδομένα για να δημιουργήσει αναφορές, επιπλέον μπορεί να παρέχει εξατομικευμένες υπηρεσίες και να υποστηρίξει τη λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων (Chiu, 2023).

Ο ρόλος του ChatGPT στην εκπαίδευση σύμφωνα με τους Su και Yang (2023) σημειώνεται στην ανάπτυξη εικονικών δασκάλων ως βοηθό του μαθητή και εικονικών καθοδηγητών ως βοηθό του δασκάλου. Ο εικονικός δάσκαλος βοηθάει στην εκμάθηση γλωσσών, με εξατομικευμένες πρακτικές ανατροφοδότησης και προσαρμογή στο επίπεδο και το ρυθμό των μαθητών. Ο εικονικός καθοδηγητής για

δασκάλους προσχολικής ηλικίας μπορεί να παρέχει άμεση ανατροφοδότηση στους δασκάλους κατά τη διάρκεια των παρατηρήσεων στην τάξη. Για παράδειγμα, εάν παρατηρήσει ότι ένας δάσκαλος δεν χρησιμοποιεί αρκετές ερωτήσεις ανοιχτού τύπου για την προώθηση της κριτικής σκέψης, μπορεί να παρέχει ανατροφοδότηση σχετικά με τη σημασία της χρήσης τους και να προτείνει συγκεκριμένα παραδείγματα που μπορεί να τα χρησιμοποιήσει ο δάσκαλος σε μελλοντικά μαθήματα (Su & Yang, 2023).

4.6 Πλεονεκτήματα Χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Πίνακας 7: Πλεονεκτήματα της εφαρμογής της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Πλεονεκτήματα ΑΙ	Αναγνωριστικό	Σύνολο
Εξατομικευμένη Διδασκαλία	C2, C4, C3, C7, C8, C10, C13, C25, C32	9
Έγκαιρη ανατροφοδότηση	C2, C4, C6, C7, C17, C24, C29	7
Απελευθέρωση χρόνου δασκάλων	C2, C3, C5, C6, C14, C15, C24, C28, C31, C32	10
Συμμετοχή μαθητών σε συνεργατικές τάξεις	C2, C4, C7, C31, C32	5
Ενίσχυση Μαθησιακών Αποτελεσμάτων	C4, C5, C6, C7, C9, C10, C11, C13, C14, C15, C19, C25, C29, C32	14
Μείωση του άγχους του μαθητή	C7, C9, C13	3
Αποφυγή Λογοκλοπής και Πλαστογραφίας	C7	1
Εκπαίδευση για όλους	C3, C6, C7, C20, C32	5
Λήψη αποφάσεων	C9, C12, C24, C28	4

βασισμένων σε δεδομένα		
Ενίσχυση του Δασκάλου	C25	1



Διάγραμμα 8. Πλεονεκτήματα της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Το Διάγραμμα 8 δείχνει ότι η ενίσχυση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, η απελευθέρωση χρόνου των δασκάλων και η εξατομικευμένη διδασκαλία πρωταγωνιστούν ανάμεσα στις μελέτες ως τα βασικά πλεονεκτήματα της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση.

Οι εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης, όπως τα εξατομικευμένα συστήματα μάθησης (personalized learning systems), οι αυτοματοποιημένες αξιολογήσεις (automated assessment systems), τα συστήματα αναγνώρισης προσώπου (facial recognition), τα chatbots (ιστοσελίδες μέσω κοινωνικής δικτύωσης) και τα εργαλεία ανάλυσης και πρόβλεψης (predictive analytics) υπόσχονται να υποστηρίξουν δασκάλους και μαθητές με διάφορους τρόπους: (α) παροχή διδασκαλίας σε τάξεις μικτής ικανότητας, (β) παροχή στους μαθητές λεπτομερή και έγκαιρη ανατροφοδότηση σχετικά με τις εργασίες τους, (γ) απελευθέρωση των δασκάλων από το βάρος να κατέχουν όλη τη γνώση και να τους δίνουν περισσότερο χώρο για να υποστηρίξουν τους μαθητές τους ενώ αυτοί παρατηρούν, συζητούν και συλλέγουν πληροφορίες στις συνεργατικές διαδικασίες οικοδόμησης γνώσης (Akgun & Greenhow, 2021). Οι δάσκαλοι μπορούν να επωφεληθούν από τα έξυπνα συστήματα

που βοηθούν στη συλλογή δεδομένων, στη βελτίωση της μαθησιακής προόδου και στην ανάπτυξη νέων στρατηγικών, ενώ οι μαθητές μπορούν να επωφεληθούν από τους έξυπνους δασκάλους και την ασύγχρονη εκπαίδευση για την προώθηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων (Hwang et al., 2020b). Η τεχνητή νοημοσύνη διασφαλίζει βελτιωμένη διάδοση του περιεχομένου των μαθημάτων, ξεκινώντας από τη φάση ανάπτυξης του προγράμματος σπουδών έως την πραγματική παράδοση οδηγιών, κυρίως σε διαδικτυακές πλατφόρμες μάθησης (Chen et al., 2020b). Τέλος, ο Chiu (2023) αναφέρει ότι οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης έχουν θετικά αποτελέσματα στη δέσμευση των μαθητών μέσω των κινήτρων και στην επίδοσή τους.

Ένα μακροχρόνιο ελάττωμα του σημερινού εκπαιδευτικού συστήματος είναι η ενιαία προσέγγισή του. Τα έξυπνα συστήματα διδασκαλίας μπορούν να φέρουν ισότητα, ένταξη και βελτιωμένα μαθησιακά αποτελέσματα στο εκπαιδευτικό σύστημα, αφού υποστηρίζουν μαθητές με διαφορετικές ικανότητες, γλωσσικές μειονότητες και άλλες περιθωριοποιημένες ομάδες ανάλογα με τις ανάγκες τους (Ziesche & Bhagat, 2022). Παρόμοια, συμφωνούν και οι Chassignol et al. (2018), όταν το εξατομικευμένο μαθησιακό περιβάλλον όχι μόνο βελτιώνει την ποιότητα της εκπαιδευτικής διαδικασίας, αλλά δίνει επίσης την ευκαιρία σε μαθητές και φοιτητές με δυσκολίες, όπως η δυσλεξία ή άλλα θέματα υγείας να μελετήσουν πιο αποτελεσματικά. Σύμφωνα με τον Alam (2021), η τεχνητή νοημοσύνη βοηθάει στην προώθηση της ποιότητας της εξ αποστάσεως και διαδικτυακής εκπαίδευσης, καθώς επίσης χρησιμοποιείται και σε εξελιγμένα τεχνολογικά συστήματα που περιλαμβάνουν την εικονική (VR) και την επαυξημένη πραγματικότητα (AR) και επιτρέπει σε όλα τα παιδιά, ακόμα και με ειδικές ικανότητες, να λάβουν εκπαίδευση από όπου κι αν βρίσκονται. Στη μελέτη της Bhutoria (2022), αναφέρεται ότι πιλοτικά αποτελέσματα από μαθητικούς διαγωνισμούς και συνεντεύξεις έδειξαν πως η εικονική μάθηση με βάση την προσομοίωση, όπως είναι η VR και AR, ενισχύει τη στρατηγική σκέψη και τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων των μαθητών. Οι Chen et al. (2020a) σημειώνουν ότι η τεχνητή νοημοσύνη επέτρεψε την ανάπτυξη και χρήση συστημάτων προσαρμοστικού περιεχομένου με εικονική πραγματικότητα και τεχνολογία 3D που έχει αποδειχθεί ότι έχουν θετικό αντίκτυπο στη μάθηση και πιο συγκεκριμένα, στη χρηστικότητα, την απόλαυση, τον ενθουσιασμό του μαθητή, τα κίνητρα και το αυξημένο ενδιαφέρον. Από την άλλη, οι Luan et al. (2020) υποστηρίζουν ότι τα

εμπειρικά δεδομένα δείχνουν σημαντικές ατομικές διαφορές σχετικά με το ποιοι μαθητές επωφελούνται από την μάθηση με εικονική πραγματικότητα. Οι ενσωματωμένες εμπειρίες, που παρέχονται από την τεχνολογία, αλληλεπιδρούν με τις εγγενείς ικανότητες των διαφορετικών μαθητών (καθώς και τις προηγούμενες γνώσεις και το υπόβαθρό τους) κι έτσι άτομα με υψηλότερες γνωστικές και αντιληπτικές ικανότητες δε χρειάζονται πρόσθετες οπτικοχωρικές πληροφορίες για να επιτύχουν στη μάθηση (Luan et al., 2020).

Οι Chen et al. (2020a) σημειώνουν οφέλη στις μαθησιακές εμπειρίες των μαθητών και συγκεκριμένα, ότι η χρήση των έξυπνων συστημάτων διδασκαλίας που περιέχουν πράκτορες στον ρόλο του καθοδηγητή (tutee), προάγει τη βαθιά μάθηση αφού ο μαθητής εξηγεί τη διδακτέα ύλη λεπτομερώς, καθώς και τον συλλογισμό πίσω από τη θέση του, βελτιώνοντας έτσι την πρόσληψη και τη διατήρηση των πληροφοριών. Επιπλέον, η παρακολούθηση της προόδου, ενισχύει το σύστημα να προσαρμόσει το περιεχόμενο στις ανάγκες και τις δυνατότητες του μαθητή, το οποίο παρακινεί τον τελευταίο και ενισχύει τη διατήρησή του στην εκπαίδευση. Επίσης, η τεχνητή νοημοσύνη έχει οφέλη και μέσα από ηλεκτρονικές πλατφόρμες, όπου τα προσαρμοστικά υπερμέσα, το φιλτράρισμα πληροφοριών, η παρακολούθηση τάξης και η συνεργατική μάθηση, μεταξύ άλλων, ενθαρρύνουν τη συνεργασία, τις αλληλεπιδράσεις και τη μάθηση μεταξύ των μαθητών (Chen et al., 2020a). Τέλος, τέτοιες πλατφόρμες προωθούν την παγκόσμια πρόσβαση στην εκπαίδευση και την οικονομική προσιτότητα

Σύμφωνα με τους Sharma et al. (2019) η τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση, ιδίως στην εξ αποστάσεως διαδικτυακή εκπαίδευση, έχει βελτιώσει την αποτελεσματικότητα των διοικητικών υπηρεσιών των ιδρυμάτων. Επιπλέον, εξοικονομεί χρόνο στους εκπαιδευτικούς και τους διαχειριστές ιδρυμάτων από την εκτέλεση δραστηριοτήτων μεγάλου όγκου δεδομένων (Alam, 2021) κι έτσι μπορούν να μετατοπίσουν τη συγκέντρωσή τους στην επίλυση πιο σύνθετων ζητημάτων και στην πιο ουσιαστική σύνδεση με τους μαθητές (Jain & Jain, 2019), (Ziesche & Bhagat, 2022). Η τεχνητή νοημοσύνη, έχει μειώσει σημαντικά τη γραφειοκρατία και τον φόρτο εργασίας των καθηγητών (Wang, 2021), ιδίως κατά την εκτέλεση διαφόρων διαχειριστικών λειτουργιών, επιτρέποντάς τους έτσι να επικεντρωθούν στη βασική τους δουλειά που είναι η διδασκαλία του υλικού που ακολουθεί το

πρόγραμμα σπουδών του εκάστοτε ιδρύματος (Chassignol et al., 2018), (Sharma et al., 2019). Την ίδια άποψη έχει και η Bhutoria (2022) όπου επισημαίνει ότι οι εξελίξεις στα συστήματα αξιολόγησης που βασίζονται σε τεχνητή νοημοσύνη και η αύξηση περιεχομένου, που οφείλεται στην πρόσβαση σε MOOC (Μαζικά Ανοικτά Διαδικτυακά Μαθήματα) και πλατφόρμες ηλεκτρονικής μάθησης (eLearning), απελευθερώνουν τους εκπαιδευτικούς από τις μονότονες και επαναλαμβανόμενες εργασίες της προετοιμασίας πλάνου μαθήματος και της βαθμολόγησης των διαγωνισμάτων. Επίσης, η αξιολόγηση ενός μεγάλου αριθμού εργασιών, ο εντοπισμός των κενών μάθησης και διδασκαλίας και η μέτρηση της μαθησιακής προόδου γίνεται όλο και πιο αποτελεσματική με την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης (Chassignol et al., 2018).

Οι πλήρεις συνέπειες της ανάπτυξης της τεχνητής νοημοσύνης δεν μπορούν ακόμη να προβλεφθούν σήμερα, αλλά τα μεγάλα ιδρύματα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, όπως τα πανεπιστήμια ανοιχτής και εξ' αποστάσεως διδασκαλίας, μπορούν να επωφεληθούν από την τεχνητή νοημοσύνη παρέχοντας πρόσβαση σε πολύ μεγάλο αριθμό φοιτητών (μαζική τριτοβάθμια εκπαίδευση) και επιπλέον με τις ευέλικτες, διαδραστικές και εξατομικευμένες ευκαιρίες μάθησης, μπορούν για παράδειγμα, να απαλλάξουν τους καθηγητές από βάρη, όπως η βαθμολόγηση εκατοντάδων ή και χιλιάδων εργασιών, ώστε να μπορούν να επικεντρωθούν στο πραγματικό τους καθήκον: την ανθρώπινη διδασκαλία με ενσυναίσθηση (Zawacki-Richter et al., 2019). Στην έρευνά τους, οι Chocarro et al. (2021), σημειώνουν ότι οι δάσκαλοι μπορούν να βρουν στα chatbots μια ευκαιρία να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα και να μεγιστοποιήσουν το χρόνο του μαθήματος, προωθώντας τα ως εργαλείο υποστήριξης που αναλαμβάνει εργασίες, όπως η απάντηση αιτημάτων πληροφοριών και η λύση αποριών σχετικά με τις υποβολές εργασιών. Επίσης, οι μαθητές θα μπορούσαν να μάθουν με chatbots με εξατομικευμένο τρόπο και κατ' απαίτηση όταν δεν υπάρχει διαθέσιμος δάσκαλος (Chocarro et al., 2021). Σύμφωνα με τον Chiu (2023), οι αλληλεπιδράσεις ανθρώπου-ρομπότ ή ανθρώπου-chatbot κάνουν τους μαθητές με χαμηλές επιδόσεις ή χαμηλή αυτοεκτίμηση να αισθάνονται λιγότερο αμήχανοι και πιο σίγουροι όταν αντιμετωπίζουν προκλήσεις ή δυσκολίες κι έτσι να βελτιώνουν την ακαδημαϊκή τους απόδοση (Chiu, 2023).

Οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης μπορούν να βοηθήσουν τα σχολεία ή τις σχολές να προσεγγίσουν τους μαθητές και να τους προσφέρουν τη βοήθεια που χρειάζονται για να έχουν επιτυχία όσο το δυνατόν νωρίτερα (Kuřak et al., 2018). Το όφελος της μηχανικής μάθησης έγκειται στην ικανότητά της να προβλέπει την απόδοση των μαθητών αφού «μαθαίνοντας» για κάθε μαθητή, η τεχνολογία μπορεί να εντοπίσει τις αδυναμίες και να προτείνει τρόπους βελτίωσης (Kuřak et al., 2018). Επιπρόσθετα, παρακολουθώντας την πρόοδο του μαθητή με χρήση τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να εξατομικευτεί το περιεχόμενο της διδασκαλίας πάνω του (Alam, 2021). Στην πραγματικότητα, τα έξυπνα συστήματα διδασκαλίας δημιουργούν ένα ψηφιακό προφίλ για κάθε μαθητή και του παρέχουν έναν προσωπικό δάσκαλο, κάτι που θα πρέπει να αυξήσει την παραγωγικότητα μέσα σε μια τάξη και έξω από αυτήν (Chassignol et al., 2018). Επιπλέον, αυτά τα ψηφιακά χαρτοφυλάκια μαθημάτων και θεμάτων μπορούν να βοηθήσουν πολύ τους διαχειριστές των ιδρυμάτων και τους διευθυντές των σχολείων ώστε να βελτιώσουν την ποιότητα διδασκαλίας (Chassignol et al., 2018). Τέλος, τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης προβλέπουν την πορεία της καριέρας του κάθε φοιτητή συγκεντρώνοντας δεδομένα μελέτης, τα οποία με τη σειρά τους προσαρμόζουν την επιλογή του πανεπιστημιακού προγράμματος λαμβάνοντας υπόψη την ατομική ικανότητα και την πορεία της σταδιοδρομίας (Chen et al., 2020b).

Αρκετοί εκπαιδευτικοί έχουν επισημάνει την ανάγκη να λαμβάνεται υπόψη η συναισθηματική κατάσταση των μαθητών στα προσαρμοστικά συστήματα διδασκαλίας και ως εκ τούτου, η μελέτη των Hwang et al. (2020a) πρότεινε μια προσέγγιση συστήματος λαμβάνοντας υπόψη τόσο τη συναισθηματική όσο και τη γνωστική κατάσταση των μεμονωμένων μαθητών. Διεξήχθη λοιπόν, ένα πείραμα σε μάθημα μαθηματικών πέμπτης τάξης για να συγκρίνει τις επιδόσεις και τις αντιλήψεις των μαθητών που το χρησιμοποίησαν σε σχέση με μαθητές που παρακολούθησαν το μάθημα με το συμβατικό σύστημα μάθησης. Τα αποτελέσματα ANCOVA αποκάλυψαν ότι το μοντέλο προσαρμοστικής μάθησης με τον μηχανισμό συναισθηματικής και γνωστικής ανάλυσης απόδοσης ξεπέρασε τις άλλες δύο προσεγγίσεις όσον αφορά τη βελτίωση των μαθησιακών επιδόσεων των μαθητών ($F = 3,12, p < 0,05$) και τη μείωση του άγχους του μαθητή ($F = 5,59, p < 0,01$). Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι η προτεινόμενη προσέγγιση βοήθησε τα άτομα με χαμηλές επιδόσεις να ολοκληρώσουν επιτυχώς τις εργασίες τους, ενώ εκείνοι που μάθαιναν με

τη συμβατική προσέγγιση ήταν πιο πιθανό να εγκαταλείψουν ορισμένες εργασίες (Hwang et al., 2020a). Οι Ekström και Pareto (2022) στη μελέτη τους ερευνήσαν τις αντιλήψεις των δασκάλων για μια δραστηριότητα στην οποία ένα παιδί παίζει ένα ψηφιακό παιχνίδι μαθηματικών μαζί με ένα ανθρωποειδές ρομπότ, όπου το τελευταίο έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί ως καθοδηγητής ενώ το παιδί αναλαμβάνει το ρόλο του δασκάλου, που εκπαιδεύει το ρομπότ. Οι δάσκαλοι βίωσαν ότι η χρήση ρομπότ στην τάξη βοήθησε τον μαθητή να αναπτύξει διαφορετικές δεξιότητες, π.χ., υπολογιστική σκέψη, επίλυση προβλημάτων, δεξιότητες επικοινωνίας και συνεργασίας.

Τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά (π.χ. ανοιγοκλείσιμο ματιού, σήκωμα φρυδιών, ρυτίδωση μύτης), όσον αφορά το πως συμβάλλουν στη βελτίωση της ακρίβειας πρόβλεψης τόσο για την απόδοση όσο και για την προσπάθεια, μπορούν να εξαχθούν και να παραδοθούν πίσω στους μαθητές, ανοίγοντας έτσι τα μοντέλα μαθητή σε αυτούς, ενώ ταυτόχρονα μπορούν να χρησιμοποιηθούν με συγκεντρωτικό τρόπο για εμφάνιση στους πίνακες εργαλείων των εκπαιδευτικών (Sharma et al., 2019). Τα χαρακτηριστικά έκφρασης μπορούν να ερμηνευτούν με εκπαιδευτικούς όρους, που έχουν αποδειχθεί ότι είναι σημαντικοί στη μάθηση, όπως για παράδειγμα, η προσοχή και τα συναισθήματα του μαθητή που αποτελούν βασικούς παράγοντες στην επίτευξη υψηλών επιδόσεων. Η έρευνα των Sharma et al. (2019), χρησιμοποιώντας δεδομένα έκφρασης προσώπου από διαφορετικά κανάλια, έδειξε, ότι λίγα λεπτά αλληλεπίδρασης παρέχουν ενεργή ανατροφοδότηση (η μέση διάρκεια του τεστ αυτοαξιολόγησης ήταν 8 λεπτά και 41,93 δευτερόλεπτα, SD (τυπική απόκλιση)= 2 λεπτά και 0,56 δευτερόλεπτα). Αυτό παρέχει πιθανές διαδρομές για την εφαρμογή ενεργών συστημάτων ανάδρασης για τους μαθητές.

Οι Jain και Jain (2019) στη μελέτη τους, πραγματοποίησαν έρευνα με ερωτηματολόγια, με θέμα τη «μελέτη των προοπτικών των καθηγητών σχετικά με τη μάθηση μέσω της τεχνητής νοημοσύνης με ειδική αναφορά στα επιλεγμένα πανεπιστήμια του Ρατζαστάν». Στην έρευνα συμμετείχαν τα πανεπιστήμια του Udaipur, Rajasthan που βοήθησαν στην επιθεώρηση του ρόλου των διαφόρων σύγχρονων μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης που υιοθετήθηκαν από αυτά και έδειξαν την επιτυχή ενίσχυση της ικανότητας μάθησης. Ταυτόχρονα, η τεχνητή νοημοσύνη είναι ένα εργαλείο που οι ηγέτες των σχολείων μπορούν να αξιοποιήσουν για την

αποτελεσματικότητα και την ακρίβειά της για να βοηθήσουν στη λήψη καθορισμένων αποφάσεων που βασίζονται σε δεδομένα και τεκμηριωμένες από στοιχεία (Wang, 2021). Από την ανάλυση των Chen et al. (2020a) εντοπίστηκε πως η τεχνητή νοημοσύνη επηρέασε την ποιότητα της εργασίας του εκπαιδευτικού, αφού η πρώτη ενίσχυσε την ακαδημαϊκή ακεραιότητα, με τη χρήση ελεγκτών λογοκλοπής και την παρακολούθηση και διαδικτυακή εποπτεία των δραστηριοτήτων των μαθητών σε διάφορες πλατφόρμες.

Ωστόσο, για να είναι χρήσιμη οποιαδήποτε ανάλυση που βασίζεται σε δεδομένα, με συμπεράσματα που είναι αξιόπιστα και δίκαια, τα αρχικά δεδομένα πρέπει να είναι ακριβή και απαλλαγμένα από προκαταλήψεις και κακές υποθέσεις, ενώ οι εφαρμοσμένες υπολογιστικές προσεγγίσεις πρέπει να είναι κατάλληλες και ισχυρές – απλές απαιτήσεις που πολύ συχνά δεν τηρούνται αυστηρά (Holmes et al., 2019). Επίσης, τα αποτελέσματα της μελέτης του Wong (2017) υποδεικνύουν ότι τα ιδρύματα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης έχουν δυνατότητες να χρησιμοποιήσουν την Αναλυτική Μάθηση για την ανάλυση των υφιστάμενων δεδομένων, κάτι που αναμένεται να ωφελήσει τις δραστηριότητές τους σε τομείς όπως η διασφάλιση ποιότητας και η υποστήριξη σπουδαστών. Η μελέτη εξέτασε διάφορα μοντέλα πρόβλεψης επιτυχίας, που αναπτύχθηκαν και επικυρώθηκαν για τον εντοπισμό και την ιεράρχηση των μαθητών που χρειάζονται υποστήριξη. Οι ποσοτικές αναλύσεις επιβεβαίωσαν ότι η μαθησιακή απόδοση αυτών των μαθητών βελτιώθηκε αφού προσεγγίστηκαν με παρεμβάσεις που βασίζονται στην Αναλυτική Μάθηση. Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα που σχετίζονται με τη μάθηση υποδηλώνουν ότι για να αλλάξει η συμπεριφορά των μαθητών, αρκεί απλώς να ενημερωθούν για τη μαθησιακή τους δέσμευση ή να προειδοποιηθούν ότι βρίσκονται σε κίνδυνο. Τα θετικά αποτελέσματα της μελέτης βασίστηκαν κυρίως στην αλληλεπίδραση και τη συζήτηση μεταξύ μαθητών και εκπαιδευτικών, που αποδεικνύονται αποτελεσματικές γενικά, ωστόσο η αποτελεσματικότητά τους μπορεί να ποικίλλει μεταξύ διαφορετικών ομάδων μαθητών σε διαφορετικά πλαίσια (Wong, 2017).

Πολλοί από τους ισχυρισμούς για τις επαναστατικές δυνατότητες της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση βασίζονται σε εικασίες και αισιοδοξία (Miao et al., 2021). Συγκεκριμένα, ενώ οι υποστηρικτές έχουν προτείνει ότι η τεχνητή νοημοσύνη παρέχει μια έτοιμη λύση στα ζητήματα που προκαλούνται από το κλείσιμο των

σχολείων λόγω COVID-19 και τη στροφή προς τη διαδικτυακή μάθηση, υπάρχουν επί του παρόντος λίγα στοιχεία που αποδεικνύουν ότι μια τέτοια προσέγγιση είναι κατάλληλη ή αποτελεσματική (Miao et al., 2021).

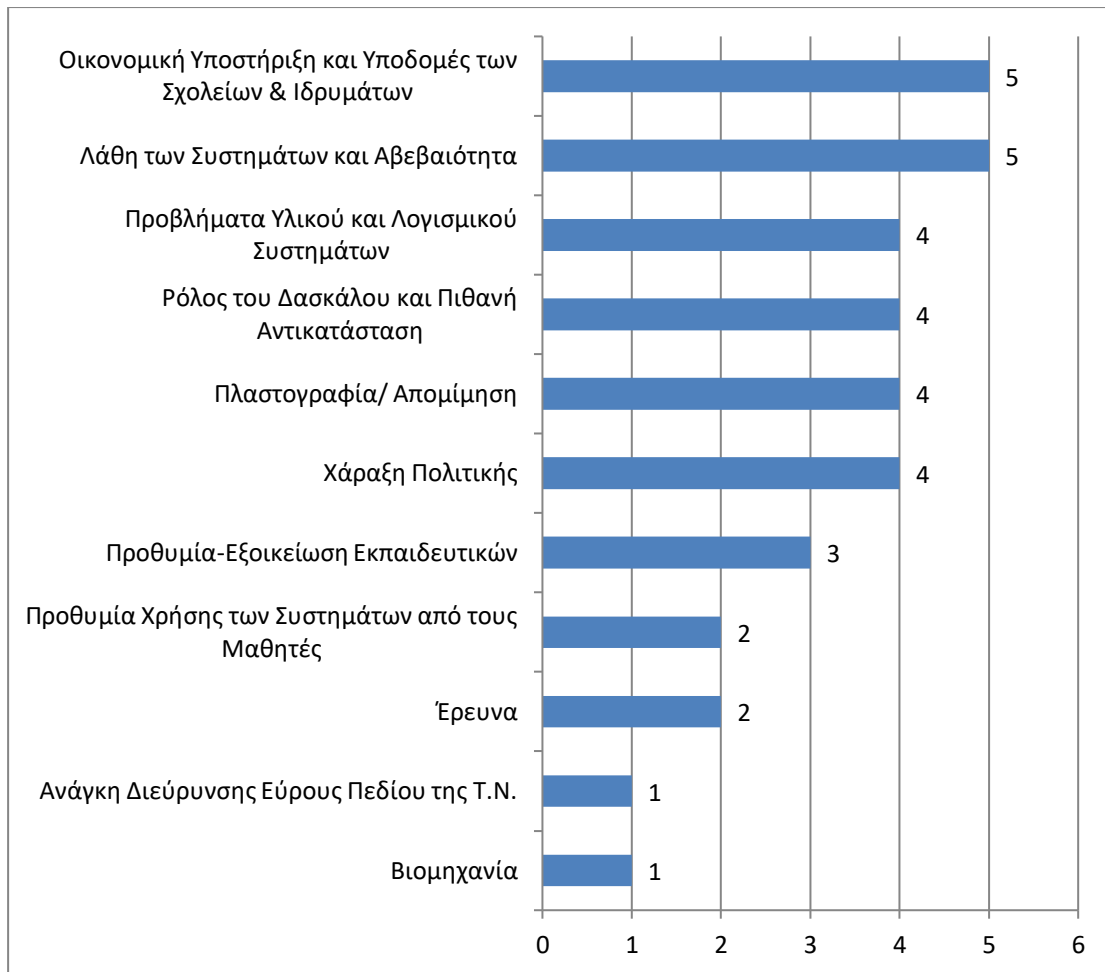
Σύμφωνα με τους Bahroun et al. (2023), η εφαρμογή της GenAI μαζί με τα chatbots τεχνητής νοημοσύνης και των εικονικών δασκάλων στην εκπαίδευση αυτοματοποιεί τον σχεδιασμό της τάξης, βελτιστοποιεί τους χώρους μάθησης, προσφέρει γρήγορη αξιολόγηση, βελτιώνει τη μαθησιακή εμπειρία μέσω διαδραστικών συστημάτων διαλόγου και παιχνιδιοποιημένων περιβαλλόντων, βελτιώνει τα μαθησιακά αποτελέσματα και τη δέσμευση των μαθητών, ξεχωρίζει γλωσσικές διαφορές και βελτιώνει την ακρίβεια της μετάφρασης, ενώ στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, προσφέρει τις τεχνολογίες της για έρευνα. Σύμφωνα με τον Chiu (2023), η χρήση GenAI στη διδασκαλία, όπως για παράδειγμα του ChatGPT, βελτιώνει την ποιότητά της, αφού δίνει στους εκπαιδευτικούς ιδέες και προοπτικές. Η έρευνα του (Chiu, 2023) έδειξε ότι οι περισσότεροι καθηγητές βρήκαν τη διδασκαλία με αυτές τις αναδυόμενες τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης (δηλαδή ChatGPT) διασκεδαστική και ενδιαφέρουσα και θα ήθελαν να μάθουν περισσότερα για τις τεχνολογίες και τις παιδαγωγικές. Επίσης, οι τεχνολογίες GenAI, όπως το ChatGPT, έχουν την ικανότητα να απλοποιούν πολύπλοκες εργασίες, να επιταχύνουν τις εκπαιδευτικές και ερευνητικές διαδικασίες, να ενισχύουν τις δυνατότητες αναγνώρισης κινδύνου, να προωθούν πρακτικές διαχείρισης ασφάλειας και να διευκολύνουν τις διεπιστημονικές προσεγγίσεις. Τέλος, τα συστήματα GenAI διδάσκουν ηθική στα μαθήματα αφού ενισχύουν την ανατροφοδότηση μεταξύ μαθητών μέσω τεχνικών επεξεργασίας φυσικής γλώσσας, αντιμετωπίζουν την πρόκληση του ποσοτικού αλφαριθμητισμού και υποστηρίζουν τη συνεργατική μάθηση.

Οι Su και Yang (2023) υπογραμμίζουν τρία βασικά πλεονεκτήματα της ενσωμάτωσης του ChatGPT σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα: την εξατομικευμένη μαθησιακή εμπειρία για τους μαθητές, τη βελτιωμένη υποστήριξη για τους δασκάλους όταν απαντούν σε ερωτήσεις των μαθητών και τη βοήθεια στη συγγραφή εκθέσεων.

4.7 Προκλήσεις κατά την Εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Πίνακας 8: Προκλήσεις για την Τεχνητή Νοημοσύνη στην Εκπαίδευση

Προκλήσεις	Αναγνωριστικό	Σύνολο
Έρευνα	C19, C23	2
Χάραξη Πολιτικής	C19, C23, C27, C32	4
Βιομηχανία	C19	1
Προθυμία-Εξοικείωση Εκπαιδευτικών	C3, C23, C32	3
Λάθη των Συστημάτων και Αβεβαιότητα	C4, C6, C14, C28, C31	5
Πλαστογραφία/ Απομίμηση	C4, C7, C25, C32	4
Ρόλος του Δασκάλου και Πιθανή Αντικατάσταση	C6, C14, C28, C31	4
Οικονομική Υποστήριξη και Υποδομές των Σχολείων & Ιδρυμάτων	C15, C16, C25, C29, C32	5
Ανάγκη Διεύρυνσης Εύρους Πεδίου της T.N.	C7	1
Προθυμία Χρήσης των Συστημάτων από τους Μαθητές	C10, C11	2
Προβλήματα Υλικού και Λογισμικού Συστημάτων	C4, C11, C14, C25	4



Διάγραμμα 9. Προκλήσεις για την Τεχνητή Νοημοσύνη στην Εκπαίδευση

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 9, οι προκλήσεις που αναφέρονται στη βιβλιογραφία ποικίλλουν. Στην κορυφή της συζήτησης βρίσκονται τα οικονομικά θέματα που σχετίζονται και με τις διαθέσιμες υποδομές, ο φόβος για την αντικατάσταση του ρόλου του εκπαιδευτικού από την τεχνητή νοημοσύνη, τα λάθη των συστημάτων και η ανάγκη χάραξης πολιτικής για την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση.

Οι Luan et al. (2020) συνοψίζουν τις προκλήσεις που έχει να αντιμετωπίσει η εφαρμογή των μεγάλων δεδομένων και της τεχνητής νοημοσύνης σε τρεις κατηγορίες: την έρευνα, την χάραξη πολιτικής και τη βιομηχανία. Αρχικά, η έρευνα της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση επικεντρώνεται επί του παρόντος σε έναν μόνο τομέα. Επίσης, ο τρόπος εκπαίδευσης αλλάζει σταδιακά, από την προσέγγιση όπου η εκπαίδευση ταιριάζει σε όλους, στην προσέγγιση της εξατομικευμένης εκπαίδευσης ακρίβειας και αυτό απαιτεί την προσεκτική σχεδίαση της μορφής, του

σκοπού και της σημασίας των δεδομένων που δημιουργούνται. Όσον αφορά τη χάραξη πολιτικής, υπάρχει επιτακτική ανάγκη για προστασία της ιδιωτικής ζωής και των προσωπικών δεδομένων από μη εξουσιοδοτημένη αποκάλυψη, εμπορική εκμετάλλευση και άλλες καταχρήσεις, αφού σε ψηφιακά καθοδηγούμενες οικονομίες, τα παραδοσιακά συστήματα τυπικής εκπαίδευσης, υφίστανται δραστικές αλλαγές. Τέλος, στη βιομηχανία, η εμπορευματοποίηση έξυπνων εκπαιδευτικών εργαλείων και συστημάτων παρουσιάζει μια σειρά από δύσκολες προκλήσεις. Η επαγγελματική κατάρτιση χρειάζεται μόνιμη αναβάθμιση για να ακολουθεί τις ριζικές αλλαγές. Επίσης, η επέκταση του φάσματος των εμπορικών και ελεύθερων διαθέσιμων εργαλείων είναι απαραίτητη για τη διατήρηση υγιούς ανταγωνισμού στην αγορά (Luan et al., 2020).

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η χάραξη των απαιτούμενων πολιτικών που σχετίζονται με την τεχνητή νοημοσύνη όχι μόνο υστερεί σε σχέση με τις ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα, αλλά και κατά πόσον τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να ρυθμιστούν παραμένει ένα ανοιχτό ερώτημα, δεδομένου ότι είναι πιο προηγμένα από τους ανθρώπους κι επομένως συχνά ενεργούν με τρόπους που είναι ανεξήγητοι ή αδιαφανείς για τον άνθρωπο (Ziesche & Bhagat, 2022). Παρόμοια, οι Pedro et al. (2019) σημείωσαν ότι ανάμεσα στις προκλήσεις που προκύπτουν είναι η ανάγκη για μια ολοκληρωμένη δημόσια πολιτική για την τεχνητή νοημοσύνη για τη βιώσιμη ανάπτυξη, όπως επίσης και η ανάγκη για σημαντική έρευνα στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση. Στην έρευνά τους οι Tsai και Gasevic (2017), μελετούν τις προκλήσεις για την υιοθέτηση της Αναλυτικής Μάθησης και καταλήγουν ότι σχετίζονται με τον στρατηγικό σχεδιασμό και τη χάραξη πολιτικής. Αρχικά, υπάρχει έλλειψη ικανοτήτων ηγεσίας για να διασφαλιστεί ότι η εφαρμογή της σχεδιάζεται και παρακολουθείται στρατηγικά, ενώ δεν υπάρχουν επαρκείς πολιτικές που να διασφαλίζουν τα ηθικά ζητήματα που προκύπτουν. Σπάνια είναι τα θεσμικά παραδείγματα ίσης συμμετοχής με διαφορετικούς ενδιαφερόμενους σε διάφορα επίπεδα, όπως επίσης δεν υπάρχουν και επαρκείς ευκαιρίες κατάρτισης για να εξοπλίσουν τους τελικούς χρήστες με τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν την Αναλυτική Μάθηση (Tsai & Gasevic, 2017).

Στην έρευνά του, ο Alam (2021), παρατήρησε ότι οι εκπαιδευτικοί των σχολείων στην Ευρώπη φαίνεται να ανησυχούν περισσότερο για την έλλειψη υποστήριξης για

τα εκπαιδευτικά εργαλεία των μαθητών τους παρά για την έλλειψη εκπαιδευτικού υλικού και εξοπλισμού, καθώς κι ότι οι μισοί ανέφεραν πως χρησιμοποίησαν ΤΠΕ μόνο λίγες φορές σε κάθε μάθημα. Η προθυμία ή μη, λοιπόν, των εκπαιδευτικών να χρησιμοποιήσουν την τεχνητή νοημοσύνη αποτελεί μια πρόκληση. Επίσης, η ίδια η προετοιμασία των εκπαιδευτικών για διδασκαλία που βασίζεται στην τεχνητή νοημοσύνη καθώς και η προετοιμασία της τεχνητής νοημοσύνης για την κατανόηση της εκπαίδευσης αποτελούν προκλήσεις (Pedro et al., 2019). Η τεχνητή νοημοσύνη στα εκπαιδευτικά συστήματα θα αλλάξει σημαντικά τον ρόλο των εκπαιδευτικών, κάτι που απαιτεί μαζική και συνεχή αναβάθμιση των δεξιοτήτων τους (Ziesche & Bhagat, 2022).

Ένα άλλο ζήτημα που προκύπτει, αφορά τα έξυπνα συστήματα αξιολόγησης, τα οποία βασίζονται τις αποφάσεις τους σε στατιστικά στοιχεία και δεν μπορούν να θεωρηθούν απολύτως αλάθητα, ειδικά χωρίς την εποπτεία εκπαιδευτικού, αφού παρακάμπτουν και θεωρούν ως λάθος ορισμένες απαντήσεις που είναι μεν σπάνιες αλλά είναι σωστές (Chassignol et al., 2018). Επιπλέον, ο ρόλος των διευθυντών των σχολείων, που λαμβάνουν αποφάσεις, περιέχει αβεβαιότητα, την οποία η τεχνητή νοημοσύνη επίσης δε χειρίζεται καλά και γι' αυτό οι αποφάσεις εξυπηρετούνται καλύτερα από τις ηθικές αξίες των ανθρώπων (Wang, 2021). Η αντικατάσταση του δασκάλου με ρομπότ μπορεί να οδηγήσει σε αρνητικά αποτελέσματα όσον αφορά τους κοινωνικούς μηχανισμούς του μαθητή (Chassignol et al., 2018). Κάθε μαθητής παρουσιάζει διαφορετική καμπύλη μάθησης και γι' αυτό ένας καλός δάσκαλος προσπαθεί να διδάσκει με τρόπο που να έχει απήχηση. Ταυτόχρονα, κάποιοι μαθητές αντιμετωπίζουν προβλήματα συμπεριφοράς ή ψυχολογικής φύσεως, ή και οικογενειακού περιβάλλοντος που ίσως εμπλέκεται στην εκπαίδευσή τους, τα οποία αποτελούν θέματα που ένας δάσκαλος τεχνητής νοημοσύνης δεν γνωρίζουμε πως θα ανταποκριθεί (Chassignol et al., 2018). Τα μέλη του διδακτικού προσωπικού, σε περιόδους περικοπών προϋπολογισμού, φοβούνται ότι έξυπνοι δάσκαλοι, έμπειρα συστήματα και ρομπότ συνομιλίας θα τους αντικαταστήσουν (Zawacki-Richter et al., 2019). Σύμφωνα με τους Zawacki-Richter et al. (2019), η εκπαιδευτική τεχνολογία δεν αφορά (μόνο) την τεχνολογία αλλά είναι οι παιδαγωγικές, ηθικές, κοινωνικές, πολιτιστικές και οικονομικές διαστάσεις της που πρέπει να μας απασχολούν. Η κωδικοποίηση των δεδομένων δεν αποτελεί απόλυτη πηγή καθοδήγησης καθώς η εκπαίδευση είναι πολύ περίπλοκη για να περιοριστεί αποκλειστικά σε ανάλυση

δεδομένων και αλγορίθμους (Zawacki-Richter et al., 2019). Τα δεδομένα και οι αλγόριθμοι πρέπει να συνδυάζονται με ηθικές αξίες και ανθρώπινο παράγοντα για την προώθηση ευγενικών, συμπονετικών και καινοτόμων σχολείων, καθώς θα ήταν επικίνδυνο η λήψη αποφάσεων να βασιζόταν αποκλειστικά στην ψυχρή λογική των δεδομένων όταν αυτή αφορά εκπαιδευτικούς, μαθητές και κοινότητες (Wang, 2021). Τέλος, οι Hwang et al. (2020b) αναφέρονται στις προκλήσεις της ανάπτυξης έξυπνων συστημάτων διδασκαλίας, που δεν αφορούν μόνο την ανάπτυξη λογισμικού αλλά και την προσομοίωση της νοημοσύνης των ειδικών, δηλαδή τη γνώση και την εμπειρία των δασκάλων για τη λήψη αποφάσεων με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία.

Οι Zawacki- Richter et al. (2019) μελέτησαν άρθρα που χρησιμοποιούσαν συστήματα αυτοματοποιημένης βαθμολόγησης (Automated Essay Scoring, AES) σε μια σειρά επιστημονικών κλάδων και παρατήρησαν ότι τα συνεχιζόμενα ζητήματα παραμένουν• κάποιες από τις μελέτες διαπίστωσαν ότι όσο πιο λεπτομερής ήταν η ανατροφοδότηση που παρέχεται από τα AES, τόσο πιο πιθανό ήταν οι μαθητές να αμφισβητήσουν τους βαθμούς τους, ενώ επιπλέον τέθηκε το ερώτημα κατά πόσο οφελεί αυτή η ανατροφοδότηση τους αρχάριους φοιτητές ξένων γλωσσών. Επίσης, η χρήση της GenAI στα αυτόματα συστήματα βαθμολόγησης εγείρει ανησυχίες σχετικά με την αξιοπιστία των συστημάτων, αφού πρέπει να εξεταστεί η εγκυρότητα και η ισότητα των μεθόδων αξιολόγησης που βασίζονται στην GenAI για να διασφαλιστεί ότι ευθυγραμμίζονται με τα καθιερωμένα εκπαιδευτικά πρότυπα και τις αρχές της δικαιοσύνης (Bahroun et al., 2023).

Οι Chen et al. (2020a) αναφέρουν τις προκλήσεις που προκύπτουν για την Αναλυτική Μάθηση στην εκπαίδευση, δηλαδή τη μελέτη ενός ευρύτερου πεδίου, έξω από το τη ζώνη άνεσης (comfort zone), που περιλαμβάνει διαπροσωπικές δεξιότητες, τέχνες και λογοτεχνία μεταξύ άλλων, που αυξάνουν το επίπεδο πολυπλοκότητας όσον αφορά τη μέτρηση και την αξιολόγηση των ικανοτήτων και των μαθησιακών αποτελεσμάτων. Μια άλλη πρόκληση είναι ότι η Αναλυτική Μάθηση πρέπει να μπορεί να εφαρμόζεται σε συγκεκριμένα πλαίσια μάθησης, αλλά ταυτόχρονα πρέπει να είναι αρκετά γενική ώστε να χρησιμοποιείται σε διαφορετικά μαθήματα και ιδρύματα (Chen et al., 2020a).

Οι Chocarro et al. (2021) στην έρευνά τους αναφέρουν ότι τα chatbots βοηθούν τους ανθρώπους σε πολλούς τομείς, από το λιανικό εμπόριο, τις οικονομικές συμβουλές, την υγειονομική περίθαλψη έως την εκπαίδευση και τη διδασκαλία, επειδή παρέχουν ευκολία και οικονομική απόδοση. Ωστόσο, έχουν να αντιμετωπίσουν ορισμένες προκλήσεις, πιο συγκεκριμένα, τα chatbots εξακολουθούν να θεωρούνται ως μηχανές και όχι ως ανθρώπινα όντα, και πολλά άτομα διστάζουν να αλληλεπιδράσουν μαζί τους καθώς προτιμούν τους πραγματικούς ανθρώπους, γιατί θεωρούν τον πράκτορα ως λιγότερο ενημερωμένο, λιγότερο συμπονετικό και του συμπεριφέρονται πιο απότομα (Chocarro et al., 2021). Οι Ekström και Pareto (2022) στη μελέτη τους ερεύνησαν τις αντιλήψεις των δασκάλων για μια δραστηριότητα στην οποία ένα παιδί παίζει ένα ψηφιακό παιχνίδι μαθηματικών μαζί με ένα ανθρωποειδές ρομπότ, όπου το τελευταίο έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί ως καθοδηγητής ενώ το παιδί αναλαμβάνει το ρόλο του δασκάλου, που εκπαιδεύει το ρομπότ. Οι προκλήσεις που προέκυψαν εδώ, ανέδειξαν γενικά τις προκλήσεις της χρήσης κοινωνικών ρομπότ στην τάξη, για όλους τους εμπλεκόμενους. Αρχικά, όταν υπήρχαν συνομήλικοι κοντά, ο δάσκαλος ήθελε να τους εμπλέξει στη μαθησιακή δραστηριότητα, κάτι που οδήγησε τόσο σε τεχνικά προβλήματα (το ρομπότ είχε δυσκολία στην αναγνώριση φωνής) όσο και σε κοινωνικές προκλήσεις (καθώς το ρομπότ αποκλείστηκε με διάφορους τρόπους). Επίσης, οι δάσκαλοι βίωσαν τη δραστηριότητα ως αργή και δυσκίνητη στην ολοκλήρωση. Τέλος, προέκυψαν ορισμένα προβλήματα με το υλικό του ρομπότ καθώς και τη σύνδεσή του στο Διαδίκτυο. Όλα αυτά τα ζητήματα οδήγησαν σε απογοήτευση των εμπλεκόμενων (Ekström και Pareto, 2022).

Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν περαιτέρω προκλήσεις που συνδέονται με την αύξηση των απομιμήσεων και πλαστογραφίας που βασίζονται σε τεχνητή νοημοσύνη και περιλαμβάνουν μια σειρά εργαλείων που υποστηρίζονται από τεχνητή νοημοσύνη με τα οποία οι μαθητές μπορούν να εξαπατήσουν (Ziesche & Bhagat, 2022). Οι Chen et al. (2020a) σημειώνουν ότι η τεχνητή νοημοσύνη έχει πιθανές δυσμενείς επιπτώσεις στη μάθηση αφού μπορεί να ενθαρρύνει την ανεντιμότητα και να θέσει σε κίνδυνο την ακαδημαϊκή ακεραιότητα, επειδή μπορεί να διευκολύνει ή να επιτρέψει στους μαθητές να χρησιμοποιούν έτοιμες εργασίες και ιστοσελίδες ή πλατφόρμες παραγωγής αυτών. Σύμφωνα με τους Bahroun et al. (2023), η χρήση της GenAI στην εκπαίδευση εγείρει ανησυχίες σχετικά με την αυθεντικότητα, την αξιοπιστία, τα λάθη των συστημάτων και τον κίνδυνο λογοκλοπής, ενώ επίσης σημειώθηκαν ανησυχίες

γύρω από τη διατήρηση της ακαδημαϊκής ακεραιότητας και τις δίκαιες μαθησιακές εμπειρίες. Τέλος, οι προκλήσεις που αναφέρει ο Wong (2017) περιλαμβάνουν την παρακολούθηση, τη συλλογή, την αξιολόγηση και την ανάλυση δεδομένων, καθώς και την έλλειψη σύνδεσης με την επιστήμη της εκπαίδευσης, την ανάγκη για βελτιστοποίηση του μαθησιακού περιβάλλοντος και ζητήματα δεοντολογίας και ιδιωτικότητας.

Σύμφωνα με τους Jain και Jain (2019), η τεχνητή νοημοσύνη έχει να αντιμετωπίσει τη μόνιμη πρόκληση της οικονομικής υποστήριξης, έτσι ώστε να υιοθετείται από τα πανεπιστήμια τα οποία πρέπει να είναι ενημερωμένα για τα ακαδημαϊκά επιτεύγματα και αποζητούν εκπαιδευτική υποστήριξη. Οι κατάλληλοι πόροι και οι υποδομές αποτελούν απαραίτητη προϋπόθεση για την υπέρβαση της ανισότητας και του ψηφιακού χάσματος μέσω της τεχνητής νοημοσύνης στα εκπαιδευτικά συστήματα, όπου εξακολουθούν να υπάρχουν σοβαρά προβλήματα ειδικά σε αγροτικές περιοχές σε χώρες όπως η Ινδία (Ziesche & Bhagat, 2022). Οι αναπτυσσόμενες χώρες βρίσκονται ακόμη σε προκαταρκτικό στάδιο σε σύγκριση με τις ανεπτυγμένες χώρες στην εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, λόγω της αδύναμης υποδομής, της κακής πρόσβασης στις πληροφορίες, της έλλειψης υποστήριξης από ιδρύματα, τους ανεπαρκείς απαραίτητους πόρους και τις φτωχές τεχνολογικές δεξιότητες (Jain & Jain, 2019). Οι Jaiswal και Arun (2021) συμφωνούν ότι η χρήση της τεχνολογίας αντιμετωπίζει τις προκλήσεις του εκπαιδευτικού συστήματος της Ινδίας σχετικά με την ανισότητα, τη χαμηλή πρόσβαση και την κακή ποιότητα εκπαίδευσης.

Οι Su και Yang (2023) αναφέρουν δυο προκλήσεις που αντιμετωπίζει η εφαρμογή της GenAI στην εκπαίδευση και συγκεκριμένα του ChatGPT. Αρχικά, το κόστος εφαρμογής του απαιτεί σημαντικές επενδύσεις σε υλικό και λογισμικό και τη συνεχή συντήρησή τους. Επιπλέον, υπάρχει η πρόκληση της λογοκλοπής και της αμφισβήτησης του υπάρχοντος συστήματος αξιολόγησης. Για παράδειγμα, το Πανεπιστήμιο του Χονγκ Κονγκ έχει απαγορεύσει προσωρινά στους φοιτητές να χρησιμοποιούν το ChatGPT και άλλα εργαλεία που βασίζονται σε τεχνητή νοημοσύνη στις ακαδημαϊκές τους εργασίες (Su & Yang, 2023). Επίσης, οι ίδιοι (Su & Yang, 2023) στη μελέτη τους χρησιμοποίησαν το ChatGPT για να το ρωτήσουν ποιοι είναι οι περιορισμοί του, κι αυτό απάντησε: η έλλειψη κοινής λογικής, η

περιορισμένη κατανόηση του περιεχομένου, η πιθανή προκατάληψη στα δεδομένα, η αδυναμία εκτέλεσης φυσικών εργασιών, η έλλειψη συναισθηματικής νοημοσύνης και τέλος, η ευπάθεια σε εισόδους δεδομένων με αντίθετο περιεχόμενο που προκαλούν λάθος απαντήσεις.

4.8 Ηθικά Ζητήματα κατά την Εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Πίνακας 9: Ηθικά Ζητήματα κατά την εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Ηθικά Ζητήματα	Αναγνωριστικό	Σύνολο
Γενικά ζητήματα και Έλλειψη Πολιτικών	C6, C12, C14, C23, C27, C28, C30, C31	8
Ηθικά ζητήματα και Ανθρώπινη Ενσυναίσθηση	C11, C19, C25	3
Προκατάληψη & Διακρίσεις	C2, C4, C20, C25, C29, C32	6
Παρακολούθηση Προσωπικών Δεδομένων	C2, C8, C15, C20, C25, C27, C29, C31	8
Αυτονομία Επιλογών	C2, C20, C25, C32	4
Απόρρητο	C2, C4, C15, C20, C25, C29, C31, C32	8



Διάγραμμα 10. Ηθικά ζητήματα για την Τεχνητή Νοημοσύνη στην Εκπαίδευση

Το Διάγραμμα 10 παρουσιάζει την έλλειψη πολιτικών, το απόρρητο και τη γενική αναφορά στα ηθικά ζητήματα ως τα πιο συζητημένα θέματα ανάμεσα στις περιπτώσεις που μελετήθηκαν. Οι περισσότερες έρευνες κατηγοριοποιούν τα ηθικά ζητήματα στην παρακολούθηση δεδομένων, το απόρρητο και τις διακρίσεις. Κάποιες άλλες προσθέτουν στις 3 κατηγορίες και την αυτονομία επιλογών. Σε 3 μελέτες έγινε αναφορά στην ανθρώπινη ενσυναίσθηση υπό την τροχιά της ηθικής στην τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση.

Υπάρχει μια γενική ανησυχία σχετικά με την ένταξη της τεχνητής νοημοσύνης στη μάθηση και την αξιολόγηση, καθώς εγείρονται ηθικά ζητήματα, δεν έχει αποδειχθεί η αποτελεσματικότητά της αλλά ούτε και ο αντίκτυπος στον ρόλο του εκπαιδευτικού ως λειτούργημα παιδαγωγού (Holmes et al., 2019). Οι ηθικές προκλήσεις και οι κίνδυνοι που θέτουν τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης έρχονται σε αντιδιαστολή με τις προσπάθειες μάρκετινγκ που παρουσιάζουν τους αλγορίθμους ως αντικειμενικούς και ουδέτερους ως εργαλεία. Λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορετικές μορφές μεροληψίας και τις ηθικές προκλήσεις των εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης στις εφαρμογές K-12, παρατηρούνται προβλήματα ιδιωτικότητας, παρακολούθησης, αυτονομίας, μεροληψίας και διακρίσεων (Akgun & Greenhow, 2021). Ο Wong (2017) παρουσιάζει ως προκλήσεις μεταξύ άλλων την παρακολούθηση, τη συλλογή, την αξιολόγηση και την ανάλυση δεδομένων και ζητήματα δεοντολογίας και ιδιωτικότητας που έχουν ηθικές επεκτάσεις. Οι Pedro et al. (2019) συμφωνούν για

ανάπτυξη συστημάτων δεδομένης ποιότητας και χωρίς αποκλεισμούς, με ηθική και διαφάνεια στη συλλογή, χρήση και διάδοση των δεδομένων και διασφάλιση της ένταξης και της ισότητας όλων σε αυτά.

Η δεοντολογία της τεχνητής νοημοσύνης, αποτελείται από δύο πτυχές, το απόρρητο και την ιδιοκτησία δεδομένων και την αλγοριθμική δικαιοσύνη και τις προκαταλήψεις που είναι ιδιαίτερα σημαντικές για την τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση (Ziesche & Bhagat, 2022). Δεδομένα όπως το φύλο, η ικανότητα και η τάξη, μπορεί να συμβάλλουν σε μια προκατειλημμένη κοσμοθεωρία στην τεχνητή νοημοσύνη στα εκπαιδευτικά συστήματα ενώ μια λύση κατά της μεροληψίας και των διακρίσεων θα ήταν τα κατάλληλα εκπαιδευτικά δεδομένα. Ωστόσο, η έλλειψη δεδομένων κατάρτισης για την τεχνητή νοημοσύνη στα εκπαιδευτικά συστήματα είναι μια άλλη πρόκληση, η οποία δεν πρέπει να αντικατασταθεί από δεδομένα από δυτικές, μορφωμένες, βιομηχανοποιημένες, πλούσιες και δημοκρατικές κοινωνίες, για όλες τις χώρες, όπως για παράδειγμα η Ινδία, καθώς δεν θα αντικατοπτρίζει την πραγματικότητα (Ziesche & Bhagat, 2022). Οι Akgun και Greenhow (2021) συμφωνούν πως η μεροληψία και οι **διακρίσεις** είναι κρίσιμες ανησυχίες στις συζητήσεις για την ηθική της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση K-12. Σε φόρμες τεχνητής νοημοσύνης, οι υπάρχουσες δομές ισχύος και προκαταλήψεις ενσωματώνονται σε μοντέλα μηχανικής μάθησης. Η προκατάληψη του φύλου είναι μια από τις πιο εμφανείς μορφές αυτού του προβλήματος, καθώς η μεροληψία αποκαλύπτεται όταν οι μαθητές σε μαθήματα εκμάθησης γλωσσών χρησιμοποιούν την τεχνητή νοημοσύνη για να μεταφράσουν ένα κείμενο από τη μια γλώσσα στην άλλη, όπου αλλάζει αυτόματα το φύλο κατά τη μετάφραση (Akgun & Greenhow, 2021). Η διακυβέρνηση της τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο αλγοριθμικής μεροληψίας και κακής χρήσης της, ενισχύοντας τη διαχείριση κινδύνου, τη λογοδοσία και την αυτοεπιτήρηση (Yang et al., 2021).

Μια άλλη ηθική ανησυχία είναι τα συστήματα επιτήρησης ή παρακολούθησης που συγκεντρώνουν λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τις ενέργειες και τις προτιμήσεις των μαθητών και των δασκάλων. Η εφαρμογή των τεχνολογιών απαιτεί συνήθως μεγάλες ποσότητες δεδομένων, που περιλαμβάνουν εμπιστευτικές πληροφορίες για φοιτητές και καθηγητές, που επομένως, ενδέχεται να εμπλέκονται πληροφορίες σχετικά με την ιδιωτική ζωή και την προστασία δεδομένων, οι οποίες θα

πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη κατά την ανάπτυξη ερευνητικών και πρακτικών δραστηριοτήτων σχετικά με την τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση (Chen et al., 2020b). Οι παραβιάσεις του **απορρήτου** συμβαίνουν κυρίως καθώς οι άνθρωποι εκθέτουν υπερβολικό αριθμό προσωπικών πληροφοριών σε διαδικτυακές πλατφόρμες (Akgun & Greenhow, 2021). Σύμφωνα με τους Jain και Jain (2019), οι κανονισμοί περί απορρήτου αποτελούν μεγάλη ανάγκη, καθώς απαιτείται πάντα να ενημερώνονται με σκοπό την αντιμετώπιση της ικανότητας των μηχανισμών τεχνητής νοημοσύνης, να παρακολουθούν πληροφορίες και να τις χρησιμοποιούν για αναλυτική μελέτη. Οι Zawacki-Richter et al. (2019) μιλούν για τις ηθικές ανησυχίες της εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση, σχετικά με το απόρρητο, την ιδιωτικότητα και την προστασία δεδομένων. Ένα από τα άρθρα που μελέτησαν, αφορά την ηλεκτρονική μάθηση που υποστηρίζεται από ευφυείς πράκτορες και αναφέρει ότι οι πράκτορες μπορούν να μάθουν αυτόνομα πολλές από τις προσωπικές πληροφορίες των μαθητών, όπως το στυλ μάθησης και την ικανότητα μάθησης, στοιχεία που είναι προσωπικά και ιδιωτικά και βρίσκουν αντίθετους τους μαθητές, που εκδηλώνουν ανησυχία για πιθανές διακρίσεις από τους καθηγητές (Zawacki-Richter et al., 2019).

Προβλήματα προκύπτουν επίσης όταν τα συστήματα επιτήρησης πυροδοτούν ζητήματα που σχετίζονται με την **αυτονομία**, πιο συγκεκριμένα, την ικανότητα του ατόμου να ενεργεί βάσει των δικών του συμφερόντων και αξιών. Τα προγνωστικά συστήματα που τροφοδοτούνται από αλγορίθμους θέτουν σε κίνδυνο την αυτονομία των μαθητών και των εκπαιδευτικών και την ικανότητά τους να κυβερνούν τη δική τους ζωή (Akgun & Greenhow, 2021). Η αυξανόμενη ικανότητα δημιουργίας συστημάτων με κακόβουλη πρόθεση χειραγώγησης ανθρώπων μέσω πλαστού περιεχομένου αποτελεί σοβαρό κίνδυνο τεχνητής νοημοσύνης (Ziesche & Bhagat, 2022).

Η εξατομικευμένη μάθηση επίσης έχει λάβει κάποια κριτική. Οι Chassignol et al. (2018), αναφέρουν τα λόγια του συγγραφέα και λέκτορα Alfie Kohn, που υποστηρίζει ότι η ουσιαστική και αληθινά προσωπική μάθηση δεν απαιτεί ποτέ τεχνολογία, και θα έπρεπε να υπάρχει δυσπιστία όσον αφορά το ποιος πραγματικά ωφελείται από την εξατομικευμένη εκπαίδευση που είναι εξαρχής ένα λογισμικό. Όλη η άλλη κριτική αφορά την ιδέα ότι ένας μαθητής με υψηλά κίνητρα δεν χρειάζεται καν ένα

εξατομικευμένο σύστημα μάθησης, αφού αυτός ο μαθητής ανακαλύπτει όλες τις σημαντικές πληροφορίες που απαιτούνται για τις σπουδές του μόνος του. Η δημοτικότητα του όρου «εξατομικευμένη μάθηση» στις μέρες μας δεν προέρχεται από αιτήματα των μαθητών αλλά από τις εταιρείες που θέλουν να πουλήσουν το λογισμικό τους (Chassignol et al., 2018).

Οι Miao et al. (2021) υποστηρίζουν ότι η ευρεία ανάπτυξη τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης φέρνει πολλαπλούς κινδύνους και προκλήσεις, όπως η ιδιοκτησία δεδομένων (π.χ. η εκμετάλλευση δεδομένων για εμπορικό όφελος), η συναίνεση (π.χ. εάν οι μαθητές είναι ικανοί, είτε αναπτυξιακά είτε νομικά, να δώσουν πραγματικά ενημερωμένη συγκατάθεση) και το απόρρητο (π.χ. η χρήση παρεμβατικών συστημάτων ανίχνευσης συναισθημάτων). Ένας άλλος κίνδυνος είναι ότι οι αλγοριθμικές προκαταλήψεις μπορεί να υπονομεύσουν τα βασικά ανθρώπινα δικαιώματα (Miao et al., 2021). Έχει αναγνωριστεί ότι από το σχεδιασμό, η τεχνητή νοημοσύνη ενισχύει τα κρυφά χαρακτηριστικά των αρχικών της δεδομένων, δηλαδή, εάν οι αλγόριθμοι εκπαιδεύονται σε δεδομένα που περιέχουν ανθρώπινη μεροληψία, τότε φυσικά οι αλγόριθμοι θα το μάθουν, αλλά επιπλέον είναι πιθανό να το ενισχύσουν (Miao et al., 2021).

Το chatbot Bol Behen, που αναπτύχθηκε το 2020 για την Ινδία από το Girl Effect, και περιγράφεται στην ενότητα 4.4.4, έχει αντιμετωπίσει ζητήματα απορρήτου και ασφάλειας δεδομένων, μεταξύ άλλων την καλύτερη επιλογή μιας κατάλληλης πλατφόρμας για την ανάπτυξη του chatbot, την τροποποίηση των πολιτικών απορρήτου και τη διερεύνηση των πολιτικών απορρήτου τρίτων οργανισμών, όπως οι πάροχοι αναλυτικών στοιχείων (Ziesche & Bhagat, 2022). Είναι μια πλατφόρμα όπου οι γυναίκες κάνουν ερωτήσεις για ευαίσθητα θέματα όπως το σεξ, τις σχέσεις, την αναπαραγωγική υγεία κ.λπ., και εξαιτίας αυτών των ζητημάτων τέθηκε σε περιορισμένη χρήση ως έκδοση beta για κινητά και διαδίκτυο, από τον Αύγουστο του 2022 (Ziesche & Bhagat, 2022). Οι Hwang et al. (2020b) στη μελέτη τους αναφέρονται στον έξυπνο συνεργάτη, το chatbot Microsoft Tay με διεπαφή επεξεργασίας φυσικής γλώσσας και τεχνητά νευρωνικά δίκτυα. Ωστόσο, όταν κυκλοφόρησε μέλη του κοινού έκαναν ακατάλληλα σχόλια για θέματα όπως ο ρατσισμός και ο σεξισμός ενώ συνομιλούσαν με τον Tay, και κατά συνέπεια ο Tay μιμήθηκε αυτά τα σχόλια και δημιούργησε ακατάλληλες εκφράσεις αναλόγως, οπότε,

η Microsoft αποφάσισε να το κλείσει (Hwang et al., 2020b). Έτσι λοιπόν, οι Hwang et al. (2020b) προτείνουν η ενότητα ηθικής να ενσωματωθεί στην αρχιτεκτονική των ρομπότ ή των chatbot για να μπορούν να αναπτυχθούν έξυπνοι καθηγητές, και οι μαθητές να μπορούν να αλληλεπιδράσουν και να τα «διδάξουν» παρέχοντας παραδείγματα εκπαίδευσης σχετικά με ένα συγκεκριμένο θέμα.

Οι Luan et al. (2020) παρατήρησαν ότι υπάρχουν ηθικές προκλήσεις κατά την εξισορρόπηση της μάθησης που παρέχεται από τον άνθρωπο και της μάθησης με τη βοήθεια μηχανών. Η τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση, από τη μια πλευρά διευκολύνει και οδηγεί στην πρόοδο, από την άλλη, μπορεί να οδηγήσει σε αλγοριθμική προκατάληψη και να γίνει εμπόδιο στη μάθηση, ειδικά όταν στερεί τις εμπειρίες και τη δημιουργικότητα όταν οι μαθητές συμμετέχουν σε δραστηριότητες (Luan et al., 2020). Οι Ekström και Pareto (2022) σημειώνουν ότι οι δάσκαλοι εξετάζουν ηθικά ζητήματα σχετικά με τη χρήση ρομπότ στη διδασκαλία, όπως η ασφάλεια των δεδομένων και το απόρρητο, αλλά και πιθανές αρνητικές συνέπειες της αλληλεπίδρασης παιδιού-ρομπότ. Επίσης, οι δάσκαλοι στη μελέτη τους πιστεύουν ότι η χρήση ρομπότ στην τάξη, μακροπρόθεσμα, μπορεί να επηρεάσει την ανθρώπινη αλληλεπίδραση και ανησυχούν για το εάν επηρεάζονται οι ανθρώπινες ενσυναίσθητες πτυχές των σχέσεων (Ekström & Pareto, 2022).

Η Wang (2021) συνιστά στους διευθυντές των σχολείων να προσέχουν τις ηθικά διακυβευμένες αποφάσεις όταν χρησιμοποιούν τεχνητή νοημοσύνη, καθώς όταν πρόκειται για κοινωνικά περιβάλλοντα, η πολυπλοκότητα κυριαρχεί και η ασάφεια μεγαλώνει. Εάν τα δεδομένα είναι ο μόνος παράγοντας στη λήψη ηθικών αποφάσεων, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να δημιουργήσει συναισθηματικά αποστασιοποιημένες αποφάσεις, για παράδειγμα για το αν θα κλείσει ένα σχολείο, με χαμηλές εγγραφές μαθητών και χαμηλή βαθμολογία, η τεχνητή νοημοσύνη ακολουθώντας τη χρηστική αρχή, μεγιστοποιώντας το ομαδικό συμφέρον και το μεγαλύτερο καλό, θα επέλεγε να κλείσει, μια ψυχρή απόφαση (Wang, 2021).

Οι Tsai και Gasevic (2017) αναφέρουν μια έρευνα που διεξήχθη από τους επικεφαλής του φόρουμ ηλεκτρονικής μάθησης (e-Learning Forum) στο Ηνωμένο Βασίλειο που αποκάλυψε ότι οι αρχές σχετικά με την ηθική χρήση των δεδομένων για την Αναλυτική Μάθηση καθώς και τους κώδικες πρακτικής ήταν κυρίως υπό εξέταση,

ενώ πολύ λίγα ιδρύματα είχαν αντιμετωπίσει αυτά τα ζητήματα μέχρι τότε (13 από τα 53 ιδρύματα με έδρα το Ηνωμένο Βασίλειο – που απάντησαν στην έρευνα – ισχυρίστηκαν ότι έλαβαν υπόψη τις αρχές και τις βέλτιστες πρακτικές σχετικά με την ηθική χρήση των δεδομένων και 5 από τα 53 ιδρύματα έχουν υιοθετήσει κώδικα πρακτικής). Τα αποτελέσματα αυτής της έκθεσης δείχνουν ότι η εφαρμογή της Αναλυτικής Μάθησης σε ιδρύματα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης στερείται σαφούς καθοδήγησης (Tsai & Gasevic, 2017).

Οι Bahroun et al. (2023), αναφέρουν ότι η εφαρμογή της GenAI στην εκπαίδευση έχει κάποιες προκλήσεις, όπως οι αλγοριθμικές προκαταλήψεις και οι ανησυχίες σχετικά με τα πνευματικά δικαιώματα και το απόρρητο των δεδομένων, γι' αυτό υπάρχει ανάγκη για ανθρώπινη δέσμευση. Οι Su και Yang (2023) αναφέρονται σε θέματα ηθικής και ασφάλειας που προκύπτουν κατά τη χρήση της GenAI και συγκεκριμένα του ChatGPT στην εκπαίδευση. Πρώτον, αν το μοντέλο δεν παρακολουθείται, μπορεί να παρέχει ανακριβείς πληροφορίες και να εξαπατήσει ή να χειραγωγήσει τους μαθητές. Δεύτερον, η ιδιωτική ζωή των μαθητών κινδυνεύει αν δεν εφαρμοστούν πολιτικές ασφαλείας για τη συλλογή ευαίσθητων πληροφοριών, η οποία απαιτεί την προηγούμενη συγκατάθεση των μαθητών. Τέλος, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να λειτουργήσει εις βάρος ορισμένων μαθητών, αν το μοντέλο δεν έχει εκπαιδευτεί σε αντιπροσωπευτικά δεδομένα κι έτσι να καταλήξει να παρέχει άνιση πρόσβαση στην εκπαίδευση.

Συμπεράσματα, Περιορισμοί και Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

5.1 Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία, διερευνήθηκε το πεδίο της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση ή αλλιώς AIED (Artificial Intelligence in Education) μέσα από τις 32 επιλεγμένες μελέτες για να προσδιοριστούν οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται, ο τρόπος εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης, ο ρόλος της στην εκπαίδευση, τα πλεονεκτήματά της, οι προκλήσεις και τα ηθικά ζητήματα που αντιμετωπίζει. Οι ερευνητές προέρχονται από τμήματα Εκπαίδευσης, Επιστήμης Υπολογιστών και Διοίκησης. Αυτή η εργασία συμβάλλει στην υπάρχουσα γνώση σε αυτόν τον τομέα και αφορά επαγγελματίες στον τομέα της εκπαιδευτικής τεχνολογίας, καθηγητές, φοιτητές και ανθρώπους που ενδιαφέρονται για τις τελευταίες τάσεις στην εκπαίδευση.

Ο πλήρης αντίκτυπος της ανάπτυξης της τεχνητής νοημοσύνης δεν μπορεί ακόμη να προβλεφθεί, αλλά η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση θα απασχολήσει αρκετά τους ερευνητές τα επόμενα χρόνια. Από την επισκόπηση είναι σαφές ότι οι τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης εφαρμόζονται ήδη σε πολλά μέρη της εκπαιδευτικής διαδικασίας, συμπεριλαμβανομένης της ανάπτυξης περιεχομένου, των μεθόδων διδασκαλίας, της αξιολόγησης των μαθητών και της επικοινωνίας μεταξύ δασκάλου και μαθητών.

Οι δυνατότητες που προσφέρουν τα έξυπνα συστήματα διδασκαλίας και άλλα προσαρμοστικά εργαλεία μπορούν να υποστηρίξουν μαθητές, φοιτητές, εκπαιδευτικό και διοικητικό προσωπικό σε κάθε είδους εκπαιδευτικό ίδρυμα και ιδιαίτερα σε εξ' αποστάσεως προγράμματα διδασκαλίας. Η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης δίνει την ευκαιρία ανάπτυξης μαζικών ανοικτών διαδικτυακών μαθημάτων, κι έτσι η εκπαίδευση έρχεται πιο κοντά σε μεγαλύτερη μερίδα μαθητών. Η αξιολόγηση ενός

μεγάλου αριθμού εργασιών, η μέτρηση της μαθησιακής προόδου και η έγκαιρη ανατροφοδότηση γίνεται όλο και πιο αποτελεσματική. Τέλος, όσον αφορά τα αποτελέσματα στη μάθηση προκύπτει ότι για να αλλάξει η συμπεριφορά των μαθητών και να βελτιωθεί η απόδοσή τους, αρκεί μέσω της χρήσης τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης να ενημερωθούν για τις επιδόσεις τους σε σχέση με άλλους μαθητές ή να τους υποδείξουν ότι βρίσκονται σε κίνδυνο.

Το εκπαιδευτικό τοπίο αλλάζει και αναδιαμορφώνεται από την τεχνητή νοημοσύνη, παρόλο που η τεχνητή νοημοσύνη δεν θα αντικαταστήσει πλήρως το παραδοσιακό εκπαιδευτικό σύστημα. Στην πραγματικότητα, είναι λάθος η τεχνητή νοημοσύνη να αντικαταστήσει πλήρως την κοινωνική αλληλεπίδραση, αλλά θα πρέπει να προστεθεί στην παραδοσιακή διαδικασία διδασκαλίας, όπως γίνεται ήδη με τις τεχνολογίες εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας και με τα έξυπνα συστήματα αξιολόγησης. Οι εκπαιδευτικοί εξοικονομώντας χρόνο από τη βαθμολόγηση μεγάλου όγκου εργασιών χάρη στην τεχνητή νοημοσύνη, μπορούν να επικεντρωθούν στο πραγματικό τους καθήκον: την ανθρώπινη διδασκαλία με ενσυναίσθηση. Ωστόσο, τα έξυπνα συστήματα αξιολόγησης σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορεί να θεωρήσουν λάθος ορισμένες σπάνιες αλλά σωστές απαντήσεις, αφού βαθμολογούν με βάση τα στατιστικά στοιχεία. Είναι λοιπόν, σημαντικό να χρησιμοποιούνται και να ελέγχονται από ανθρώπους.

Από την άλλη, τα τρέχοντα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση έχουν συχνά καταλήξει σε αποτελέσματα και συμπεράσματα με τρόπους που είναι ανεξήγητοι και αδιαφανείς για τον άνθρωπο. Αυτό δεν επηρεάζει μόνο το πόσο εύκολα εμπιστεύονται οι ενδιαφερόμενοι (εν προκειμένω καθηγητές και όχι μόνο) αυτά τα συστήματα, αλλά δημιουργεί επίσης προβλήματα σχετικά με τη λογοδοσία των συστημάτων. Η δημιουργία συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση που παράγουν άμεσα κατανοητά αποτελέσματα είναι ένα δύσκολο και ίσως άλυτο έργο, δεδομένου ότι τα συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης είναι πολύ πιο προηγμένα από τους ανθρώπους.

Από το φάσμα των ηθικών ζητημάτων που σχετίζονται με την τεχνητή νοημοσύνη, η μεροληψία στην αλγοριθμική λήψη αποφάσεων είναι μείζονος σημασίας, καθώς έχει τη δυνατότητα να αποτρέψει την ισότητα και την ένταξη στην εκπαίδευση. Η

αλγοριθμική μεροληψία ερευνάται κυρίως στις δυτικές χώρες, ωστόσο μόλις πρόσφατα αναγνωρίστηκε ότι αυτή η αναλυτική προσέγγιση δεν μπορεί να μεταφερθεί άμεσα σε αναπτυσσόμενες χώρες λόγω των διαφορετικών περιβαλλόντων και παραγόντων που επηρεάζουν τα εκπαιδευτικά συστήματα εκεί. Η ενοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης και της εκπαίδευσης δεν είναι μόνο ένας μετασχηματισμός της εκπαίδευσης αλλά και ένας μετασχηματισμός της ανθρώπινης γνώσης, της κουλτούρας και των πολιτισμών.

5.2 Περιορισμοί

Κατά την εκπόνηση της μελέτης, υπήρξαν κάποιοι περιορισμοί. Αρχικά οι 32 έρευνες που επιλέχθηκαν, σε ποσοστό 56%, έχουν ως χώρα προέλευσης, κάποια χώρα της Ασίας. Οι μελλοντικοί ερευνητές οφείλουν να αναζητήσουν βιβλιογραφία κι από άλλες χώρες και να εξετάσουν το πεδίο και σε λιγότερο αναπτυγμένες περιοχές στον πλανήτη.

Επίσης, η πλειοψηφία των περιπτώσεων που αναλύθηκαν αφορά ποιοτικές έρευνες και συστηματικές ανασκοπήσεις, συγκεκριμένα το 75%. Οι ποσοτικές έρευνες είναι μόνο 4 και οι μικτές επίσης 4, γεγονός που αφήνει μεγάλο περιθώριο για επιπλέον μελέτη με πειράματα σε μαθητές και φοιτητές. Επίσης, θα ήταν σημαντικό να υπάρξουν μελέτες τόσο πάνω σε μαθητές, όσο και σε εκπαιδευτικό και διοικητικό προσωπικό στον τομέα της εκπαίδευσης, για να σχηματιστεί μια πολύπλευρη εικόνα ανά θέμα έρευνας.

5.3 Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

Η μελέτη έδειξε την ανάγκη για μια ενιαία πολιτική, ρητά διατυπωμένη και αυστηρά εφαρμοσμένη παράλληλα με την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση. Τα περισσότερα ιδρύματα όπως προέκυψε από τη μελέτη δεν εφαρμόζουν πολιτικές προστασίας των χρηστών, ούτε έχει δημιουργηθεί μια ενιαία πολιτική εφαρμογής. Είναι αναγκαίο να διασφαλιστεί ότι η τεχνητή νοημοσύνη στην

εκπαίδευση συμβάλλει, μέσω μιας ανθρωπιστικής και ηθικής προσέγγισης, στην ισότητα και την ένταξη στην εκπαίδευση. Αυτή η πολιτική πρέπει επίσης να δώσει έμφαση σε μαθητές με διαφορετικές ικανότητες, ώστε να βελτιωθούν τα μαθησιακά αποτελέσματα συνολικά για όλους. Επιπλέον, είναι σημαντικό να συμμετέχει ένα ευρύ φάσμα σχετικών διεπιστημονικών ερευνητών στην ανάπτυξη ενός συνολικού ρυθμιστικού πλαισίου τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση.

Η εκπαιδευτική τεχνολογία δεν αφορά μόνο την τεχνολογία, έχει παιδαγωγικές ηθικές, κοινωνικές, πολιτιστικές και οικονομικές διαστάσεις. Η παρούσα έρευνα περιέγραψε αυτές τις διαστάσεις, αφήνοντας μεγάλα περιθώρια για περαιτέρω μελέτη. Άλλωστε τα δεδομένα και η κωδικοποίησή τους δεν είναι η μόνη πηγή καθοδήγησης, ούτε προσφέρουν απαντήσεις σε όλα τα εκπαιδευτικά διλήμματα. Απαιτείται περισσότερη έρευνα από εκπαιδευτικούς και σχεδιαστές της εκπαιδευτικής διαδικασίας σχετικά με τον τρόπο ενσωμάτωσης εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης σε όλο τον κύκλο ζωής των μαθητών, για να αξιοποιηθούν οι ευκαιρίες που προσφέρουν.

Κλείνοντας, παραθέτονται τα εξής ερωτήματα για μελλοντική έρευνα:

- Αν καταφέρει η τεχνητή νοημοσύνη να ενταχθεί πλήρως στην εκπαιδευτική διαδικασία θα είναι προσιτή και προσβάσιμη για όλους;
- Οι ομάδες χαμηλού εισοδήματος που προέρχονται από αναπτυσσόμενες οικονομίες θα καταφέρουν να επωφεληθούν από τις καινοτομίες της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση;
- Το διδακτικό προσωπικό είναι πρόθυμο να εκπαιδευτεί κατάλληλα και να χρησιμοποιεί εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης κατά τη διδασκαλία;
- Οι εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση προβλέπουν λύσεις για άτομα με αναπηρία και περιέχουν κανόνες προσβασιμότητας;
- Οι εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση μπορούν να προσαρμοστούν ανάλογα με το κοινωνικό πλαίσιο της εκάστοτε πολιτείας που τις χρησιμοποιεί;

Κατάλογος Αναφορών - Παραπομπών

6.1 Κατάλογος Αναφορών που Χρησιμοποιήθηκαν στη Συστηματική Ανασκόπηση

Ababneh, M., Aljarrah, A., Karagozlu, D., & Ozdamli, F. (2021). Guiding the students in high school by using machine learning. *TEM Journal*, 10(1), 384.

Akgun, S., & Greenhow, C. (2021). Artificial intelligence in education: Addressing ethical challenges in K-12 settings. *AI and Ethics*, 1-10.

Alam, A. (2021, November). Possibilities and apprehensions in the landscape of artificial intelligence in education. In *2021 International Conference on Computational Intelligence and Computing Applications (ICCICA)* (pp. 1-8). IEEE.

Bahroun, Z.; Anane, C.; Ahmed, V.; Zacca, A. Transforming Education: A Comprehensive Review of Generative Artificial Intelligence in Educational Settings through Bibliometric and Content Analysis. *Sustainability* 2023, 15, 12983. <https://doi.org/10.3390/su151712983>

Bhutoria, A. (2022). Personalized education and artificial intelligence in United States, China, and India: A systematic Review using a Human-In-The-Loop model. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100068

Chassignol, M., Khoroshavin, A., Klimova, A., & Bilyatdinova, A. (2018). Artificial Intelligence trends in education: a narrative overview. *Procedia Computer Science*, 136, 16-24. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.233>

- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020a). Artificial Intelligence in Education: A Review. *IEEE Access*, 8, 75264-75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Chen, X., Xie, H., Zou, D., & Hwang, G. J. (2020b). Application and theory gaps during the rise of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100002.
- Chiu T. K. F. (2023). The impact of Generative AI (GenAI) on practices, policies and research direction in education: a case of ChatGPT and Midjourney, *Interactive Learning Environments*. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2253861>
- Chocarro, R., Cortinas, M., & Marcos-Matás, G. (2021). Teachers' attitudes towards chatbots in education: a technology acceptance model approach considering the effect of social language, bot proactiveness, and users' characteristics. *Educational Studies*, 49(2), 295-313.
- Ekström, S., & Pareto, L. (2022). The dual role of humanoid robots in education: As didactic tools and social actors. *Education and information technologies*, 1-36.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence In Education - Promises and Implications for Teaching and Learning* Wayne Holmes, Maya Bialik, Charles Fadel. Retrieved March 6, 2023, from <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/AIED-Book-Excerpt-CCR.pdf>
- Hwang, G. J., Sung, H. Y., Chang, S. C., & Huang, X. C. (2020a). A fuzzy expert system-based adaptive learning approach to improving students' learning performances by considering affective and cognitive factors. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100003.

- Hwang, G. J., Xie, H., Wah, B. W., & Gašević, D. (2020b). Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100001
- Jain, S., & Jain, R. (2019). Role of artificial intelligence in higher education—An empirical investigation. *IJRAR-International Journal of Research and Analytical Reviews*, 6(2), 144z-150z.
- Jaiswal, A., & Arun, C. J. (2021). Potential of Artificial Intelligence for Transformation of the Education System in India. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology*, 17(1), 142-158.
- Kučak, D., Juričić, V., & Dambić, G. (2018). Machine Learning in education- a survey of current research trends. *Annals of DAAAM & Proceedings*, 29.
<https://doi.org/10.2507/29th.daaam.proceedings.059>
- Li, H., & Wang, H. (2020). Research on the application of artificial intelligence in education. In *2020 15th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)* (pp. 589-591). IEEE.
- Luan, H., Geczy, P., Lai, H., Gobert, J., Yang, S. J., Ogata, H., ... & Tsai, C. C. (2020). Challenges and future directions of big data and artificial intelligence in education. *Frontiers in psychology*, 11, 580820
- Miao, F., Holmes, W., Huang, R., & Zhang, H. (2021). *AI and education: A guidance for policymakers*. UNESCO Publishing.
- Namatherdhala, B., Mazher, N., & Sriram, G. K. (2022). A Comprehensive Overview of Artificial Intelligence Trends in Education. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 4(7).

- Normadhi, N. B. A., Shuib, L., Nasir, H. N. M., Bimba, A., Idris, N., & Balakrishnan, V. (2019). Identification of personal traits in adaptive learning environment: Systematic literature review. *Computers & Education*, 130, 168-190.
- Pedró, F., Subosa, M., Rivas, A., & Valverde, P. (2019). Artificial intelligence in education: challenges and opportunities for sustainable development. *Working papers on education policy*, 7(12).
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994>
- Sharma, K., Papamitsiou, Z., & Giannakos, M. (2019). Building pipelines for educational data using AI and multimodal analytics: A “grey-box” approach. *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 3004-3031.
- Su, J., & Yang, W. (2023). Unlocking the power of ChatGPT: A framework for applying generative AI in education. *ECNU Review of Education*, 20965311231168423
- Tang, K. Y., Chang, C. Y., & Hwang, G. J. (2021). Trends in artificial intelligence-supported e-learning: A systematic review and co-citation network analysis (1998–2019). *Interactive Learning Environments*, 1-19.
- Tsai, Y. S., & Gasevic, D. (2017, March). Learning analytics in higher education--- challenges and policies: a review of eight learning analytics policies. In *Proceedings of the seventh international learning analytics & knowledge conference* (pp. 233-242).
- Wang, Y. (2021). Artificial intelligence in educational leadership: a symbiotic role of human-artificial intelligence decision-making. *Journal of Educational Administration*, 59(3), 256-270. <https://doi.org/10.1108/JEA-10-2020-0216>
- Wong, B. T. M. (2017). Learning analytics in higher education: an analysis of case studies. *Asian Association of Open Universities Journal*.

Yang, S. J., Ogata, H., Matsui, T., & Chen, N. S. (2021). Human-centered artificial intelligence in education: Seeing the invisible through the visible. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100008.

Zawacki-Richter, O., Marín, V.I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1-27. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

Ziesche, S., & Bhagat, K. (2022). State of the Education Report for India 2022 Artificial Intelligence in Education. 10.13140/RG.2.2.14587.18723.

6.2 Κατάλογος Αναφορών που Χρησιμοποιήθηκαν για τη Σύνθεση της Μελέτης

Bellman, R. E. (1978). *An Introduction to Artificial Intelligence: Can Computers Think?* Boyd & Fraser Publishing Company, San Francisco.

Charniak, E., & McDermott, D. (1985). *Introduction to Artificial Intelligence*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts.

Cooper, H., Hedges, L. V., & Valentine, J. C. (Eds.). (2009). *The handbook of research synthesis and meta-analysis* (2nd ed.). Russell Sage Foundation.

Gough, D., Oliver, S., & Thomas, J. (2013). *Learning from research: Systematic reviews for informing policy decisions*.

Hart, S. A. (2016). Precision education initiative: Moving toward personalized education. *Mind, Brain, and Education*, 10(4), 209-211. <https://doi.org/10.1111/mbe.12109>

- Haugeland, J. (1985). *Artificial Intelligence: The Very Idea*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Hwang, G.-J. (2014). Definition, framework and research issues of smart learning environments - a context-aware ubiquitous learning perspective. *Smart Learning Environments volume, 1*(4).
- Kay, J. (2012). AI and education: Grand challenges. *IEEE Intelligent Systems*, 27(5), 66-69. <https://doi.org/10.1109/MIS.2012.92>
- Kurzweil, R. (1990). *The Age of Intelligent Machines*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Legg, S., & Hutter, M. (2007, December 20). Universal Intelligence: A Definition of Machine Intelligence. *Minds & Machines*, 17(4), 391-444.
- Nilsson, N. J. (1998). *Artificial Intelligence: A New Synthesis*. Morgan Kaufmann, San Mateo, California.
- Poole, D., Mackworth, A. K., & Goebel, R. (1998). *Computational Intelligence: A logical approach*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Rich, E., & Knight, K. (1991). *Artificial Intelligence* ((second (Ed.)) ed.). McGraw-Hill, New York.
- Russell, S. J., Norvig, P., & Davis, E. (2010). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson.
- Self, J., & O'Shea, T. (1983). *Learning and Teaching with Computers: Artificial Intelligence in Education*. Prentice-Hall.
- Winston, P. H. (1992). *Artificial Intelligence* (Vol. (Third (Ed.))). Addison-Wesley, Reading, Massachusetts.