

Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση

Τόμ. 16, Αρ. 1-6 (2023)

Ηλεκτρονική Μάθηση και Ανοικτοί Εκπαιδευτικοί Πόροι: Θέματα και ερευνητικές τάσεις στην Ελλάδα



Διαδικτυακοί Εκπαιδευτικοί Πόροι για διδακτική αξιοποίηση στο πλαίσιο της ηλεκτρονικής μάθησης

Δημήτριος Μαγέτος, Δημήτριος Κοτσιφάκος,
Χρήστος Δουληγέρης

doi: [10.12681/thete.40006](https://doi.org/10.12681/thete.40006)

Βιβλιογραφική αναφορά:

Μαγέτος Δ., Κοτσιφάκος Δ., & Δουληγέρης Χ. (2023). Διαδικτυακοί Εκπαιδευτικοί Πόροι για διδακτική αξιοποίηση στο πλαίσιο της ηλεκτρονικής μάθησης. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 16(1-6), 91-110. <https://doi.org/10.12681/thete.40006>

Διαδικτυακοί Εκπαιδευτικοί Πόροι για διδακτική αξιοποίηση στο πλαίσιο της ηλεκτρονικής μάθησης

Δημήτριος Μαγέτος¹, Δημήτριος Κοτσιφάκος², Χρήστος Δουληγέρης¹
dmagetos@unipi.gr, kotsifakos@unipi.gr, doulig@unipi.gr

¹ Τμήμα Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Πειραιώς

² Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Περίληψη. Η πανδημία του COVID-19 προκάλεσε μια απότομη μετάβαση στην ηλεκτρονική μάθηση, αποκαλύπτοντας ελλείψεις και προβλήματα σε υποδομές και διαθέσιμο υλικό, επηρεάζοντας αρνητικά την παιδαγωγική αξιοποίησή της. Η κοινωνική απομόνωση επέβαλε τη χρήση της τηλεκπαίδευσης, αυξάνοντας την ανάγκη αξιοποίησης λογισμικών και διαδικτυακών υποδομών εκτός σχολικών εργαστηρίων. Η παρούσα μελέτη έχει σκοπό πρωτίτως την επιλογή Διαδικτυακών Εκπαιδευτικών Πόρων για την υποστήριξη μαθημάτων Πληροφορικής, όπως και την ανάπτυξη προτάσεων για την επέκταση του υπολογιστικού νέφους της εκπαίδευσης. Επιπλέον, διερευνά τους παράγοντες που επηρεάζουν την πρόθεση των εκπαιδευτικών να υιοθετήσουν ΔΕΠ, με ιδιαίτερη έμφαση στη χρήση του Packet Tracer Anywhere, αξιοποιώντας το μοντέλο αποδοχής της τεχνολογίας. Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι η τεχνολογία του Υπολογιστικού Νέφους και οι Διαδικτυακοί Εκπαιδευτικοί Πόροι συμβάλλουν θετικά στην υποστήριξη της ψηφιακής εκπαίδευσης, προσφέροντας απρόσκοπτη μάθηση σε μεγάλο πλήθος μαθητών. Επιπλέον η μελέτη καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η πρόθεση των εκπαιδευτικών να υιοθετήσουν εκπαιδευτικούς ψηφιακούς πόρους επηρεάζεται θετικά από την αντιληπτή ευκολία χρήσης και τη χρησιμότητά τους. Τέλος, μέσω βιβλιογραφικής έρευνας, προτείνει μοντέλα ανάπτυξης και επέκτασης των υποδομών του Υπολογιστικού Νέφους, με στόχο την ενίσχυση της ηλεκτρονικής μάθησης, αποσκοπώντας στην αποφυγή κοινωνικών αποκλεισμών και τεχνολογικών δυσχερειών.

Λέξεις κλειδιά: Ανοικτοί Εκπαιδευτικοί Πόροι, Υπολογιστικό Νέφος, Ηλεκτρονική Μάθηση, Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας

Εισαγωγή

Η πανδημία του Covid-19 έχει επηρεάσει και συνεχίζει να επιδρά στην καθημερινότητα όλων παγκοσμίως. Η εκπαίδευση δεν ήταν δυνατόν να μείνει ανεπηρέαστη (Ψηφίδου κ.αλ, 2021). Η περίοδος της πανδημίας του covid-19 οδήγησε το σύνολο του εκπαιδευτικού συστήματος σε μια βίαιη μετάβαση στην ηλεκτρονική μάθηση και με σημαντικά προβλήματα από πλευράς υποδομών, διαθέσιμου υλικού και αποτελεσματικής αξιοποίησής της (Ράπτης, 2020). Η απότομη αυτή μεταστροφή στην επείγουσα Ηλεκτρονική Μάθηση (ΗΜ) έφερε στο προσκήνιο την ανεπάρκεια των ψηφιακών υποδομών της εκπαίδευσης και προκάλεσε την ανάγκη ανάπτυξης κατάλληλων υπολογιστικών υποδομών, οι οποίες να μπορούν να καλύψουν ταυτόχρονα μεγάλο πλήθος μαθητών, χωρίς να υπάρχουν προβλήματα πρόσβασης και ασφάλειας.

Με την υποχρεωτική εφαρμογή της τηλεκπαίδευσης έγινε έντονη η ανάγκη αξιοποίησης λογισμικών εκτός των σχολικών εργαστηρίων. Τα λογισμικά αυτά είναι απαραίτητα για τις διδακτικές ανάγκες διαφόρων γνωστικών αντικειμένων, όπως και ποικίλων μαθημάτων πληροφορικής (ΥΠΑΙΘΑ, 2015): Προγραμματισμού υπολογιστών, Δικτύων Υπολογιστών, Συστημάτων Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων, Ανάλυσης-Σχεδίασης Πληροφοριακών Συστημάτων, Σχεδίασης και ανάπτυξης διαδικτυακών εφαρμογών κτλ. Με στόχο την

ικανοποίηση της παραπάνω διδακτικής ανάγκης διερευνήθηκαν διαδικτυακά λογισμικά, περιβάλλοντα και υποδομές, τα οποία είναι κατάλληλα για διδακτική χρήση στη δια ζώσης, στην εξ αποστάσεως και στην υβριδική διδασκαλία και μάθηση (Γιασιράνης & Σοφός, 2021). Στη μελέτη αυτή, διερευνήσαμε Διαδικτυακούς Εκπαιδευτικούς Πόρους (ΔΕΠ), υπό την μορφή λογισμικών και διαδικτυακών περιβαλλόντων, τους οποίους μπορούμε να αξιοποιήσουμε σε μεγάλο φάσμα μαθημάτων πληροφορικής. Επίσης διεξήχθη ποσοτική έρευνα, για να καταγραφούν οι απόψεις των εκπαιδευτικών για τους Ανοιχτούς Εκπαιδευτικούς Πόρους (ΑΕΠ), καθώς και για την πρόθεσή τους (Al-Qaysi et al., 2020) να αξιοποιήσουν στη διδασκαλία τον διαδικτυακό προσομοιωτή Packet Tracer Anywhere, (PTA), (Mikroyannidis et al., 2020), αξιοποιώντας το Μοντέλο Αποδοχής της Τεχνολογίας - Technology Acceptance Model (TAM) (Koutromanos et al., 2018).

Η συμβολή της έρευνας οφείλεται στη διερεύνηση του Υπολογιστικού Νέφους (ΥΝ) ως μιας καινοτόμου τεχνολογίας, η οποία δύνανται να υποστηρίξει αποτελεσματικά τη διδασκαλία και μάθηση και γενικότερα την εκπαίδευση εν γένει. Η διερεύνηση των δυνατοτήτων που προσφέρει το ΥΝ, όπως η παροχή εύκολης πρόσβασης σε ΔΕΠ και εικονικά εργαστήρια, ανοίγει νέους δρόμους για την ενίσχυση της μάθησης και την ανάπτυξη δεξιοτήτων που απαιτούνται στον ψηφιακό κόσμο. Επιπλέον η μελέτη αυτή συνεισφέρει στη βιβλιογραφία διότι επικυρώνει το μοντέλο TAM, το οποίο εξηγεί την πρόθεση των εκπαιδευτικών να υιοθετήσουν τον προσομοιωτή PTA και τα ευρήματά της παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες για τη χρήση του σε εκπαιδευτικά πλαίσια. Τέλος, συμβάλλει στην ελληνική βιβλιογραφία, αναδεικνύοντας ΔΕΠ οι οποίοι είναι ωφέλιμοι στη διδασκαλία μαθημάτων, αναδεικνύει την αξία των υποδομών του ΥΝ στην ελληνική εκπαίδευση και παράλληλα εξετάζει τους παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοχή της τεχνολογίας από τους Έλληνες εκπαιδευτικούς.

Η πρωτοτυπία της έρευνας έγκειται στην επιλογή ΔΕΠ οι οποίοι παρέχονται με την μορφή λογισμικού ως υπηρεσίας και λογισμικού ως πλατφόρμας μέσω του διαδικτύου, καθώς και στη διατύπωση προτάσεων για την ανάπτυξη και επέκταση των υποδομών του ελληνικού εκπαιδευτικού ΥΝ, του ονομαζόμενου RE-Cloud, το οποίο θα πρέπει να υποστηρίξει απρόσκοπτα μεγάλο πλήθος μαθητών και σχολείων, τόσο στη δια ζώσης όσο και στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση, παρέχοντας αδιαλείπτως ανοιχτούς πόρους μάθησης. Απευθύνεται κυρίως σε σχεδιαστές διδακτικών παρεμβάσεων, ερευνητές, στην επιστημονική και εκπαιδευτική κοινότητα και στους ιθύνοντες για τη χάραξη της εκπαιδευτικής πολιτικής, προκειμένου να εγείρει προβληματισμό για την αναγκαιότητα επέκτασης και ανάπτυξης της εθνικής υποδομής υπολογιστικού νέφους για την εκπαίδευση. Συγκεκριμένα, η μελέτη επιδιώκει να απαντήσει στα εξής Επιστημονικά Ερωτήματα (ΕΕ):

- ΕΕ1. Υπάρχουν κατάλληλοι διαδικτυακοί εκπαιδευτικοί πόροι για την υποστήριξη μαθημάτων επιστήμης υπολογιστών τόσο στις φυσικές όσο και στις εικονικές τάξεις;
- ΕΕ2. Με ποια κριτήρια τους επιλέγουμε;
- ΕΕ3. Ποιο είναι το επίπεδο ανοιχτότητας αυτών των ΔΕΠ;
- ΕΕ4. Ποιες είναι οι απόψεις των εκπαιδευτικών για τους ανοιχτούς εκπαιδευτικούς πόρους;
- ΕΕ5. Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την πρόθεση των εκπαιδευτικών να χρησιμοποιήσουν δυναμικά τον ανοικτό προσομοιωτή δικτύων PTA;
- ΕΕ6. Πώς μπορούμε να εντάξουμε τους ΔΕΠ σε εθνικές εκπαιδευτικές υποδομές οι οποίες να μπορούν να ανταποκριθούν σε υψηλό φορτίο, με συνεχείς διακυμάνσεις και μεγάλο πλήθος σχολείων και μαθητών;

Το άρθρο διαρθρώνεται ως εξής: η επόμενη ενότητα περιλαμβάνει το θεωρητικό υπόβαθρο και επιστημονικό πλαίσιο της μελέτης, ακολουθεί η μεθοδολογία της μελέτης, τα

αποτελέσματα, η συζήτηση και οι προτάσεις, και στην τελευταία ενότητα παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και η μελλοντική έρευνα.

Θεωρητικό υπόβαθρο και σχετικές έρευνες

Η Ψηφιακή Μετάβαση στην Επαγγελματική Εκπαίδευση

Η πανδημία της Covid-19 προκάλεσε μια πρωτοφανή κρίση στα εκπαιδευτικά συστήματα παγκοσμίως, αναγκάζοντάς τα να αντιμετωπίσουν σοβαρές προκλήσεις. Η ραγδαία μετάβαση στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση, αν και απαραίτητη για τη συνέχιση της μαθησιακής διαδικασίας, ανέδειξε ουσιαστικά κενά και ανισότητες (Σοφός, 2021). Η μετάβαση από την παραδοσιακή δια ζώσης διδασκαλία στις ψηφιακές τάξεις και τις τηλεδιασκέψεις υπήρξε ιδιαίτερα απότομη για την Επαγγελματική Εκπαίδευση και Κατάρτιση (EEK), όχι μόνο λόγω των κοινωνικών αποκλεισμών, αλλά και εξαιτίας της έλλειψης ενός καθορισμένου πλαισίου για τη μεταφορά της θεωρητικής και εργαστηριακής διδασκαλίας των τεχνικών μαθημάτων στο ψηφιακό περιβάλλον. Αν και η εξ αποστάσεως εκπαίδευση υλοποιήθηκε με σχετική επιτυχία σε πολλά εκπαιδευτικά επίπεδα, είναι αναγκαίο να αναγνωριστεί ότι στην EEK παρουσίασε έντονες δυσκολίες και προβλήματα στην εφαρμογή της (Κοτσιφάκος, 2021).

Ο βασικός λόγος αυτής της προβληματικής κατάστασης ήταν η έλλειψη εμπειρίας και κατάλληλου ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού (Λιαράκου κ.αλ., 2021), όπως ηλεκτρονικά βιβλία, διαδραστικές εργαστηριακές ασκήσεις και εργαστήρια προσομοίωσης, καθώς και η ευρύτερη έλλειψη ψηφιακών εργαλείων για την εργαστηριακή εκπαίδευση εξ αποστάσεως (Κοτσιφάκος, 2021). Η εκπαίδευση στην EEK βασίζεται κυρίως στην ενεργό συμμετοχή των εκπαιδευτικών και των μαθητών, τόσο στη θεωρητική όσο και στην εργαστηριακή διδασκαλία, για την ανάπτυξη νοητικών και ψυχοσωματικών δεξιοτήτων. Ωστόσο, η «διαδικτύωση» των μαθημάτων της EEK κατά τη διάρκεια του εγκλεισμού λόγω της πανδημίας, αποξένωσε τους μαθητές από το φυσικό πλαίσιο μάθησης και επέφερε έναν πνευματικό και ψυχικό κατακερματισμό (Ψάνη κ.α., 2021). Μέσα από τις ηλεκτρονικές τάξεις και τις τηλεδιασκέψεις, οι μαθητές αναγκάστηκαν να συμμετάσχουν σε «νοητικές» και «εγνωσιολογικές» δραστηριότητες, όπως προσομοιώσεις, βίντεο, και αναπαραστάσεις εργαστηριακών ασκήσεων, που υπό κανονικές συνθήκες θα τους μεταδίδονταν μέσω βιωματικής και συμμετοχικής μάθησης.

Παρά τις προκλήσεις, η πανδημία επιτάχυνε την ενσωμάτωση των τεχνολογιών της πληροφορικής και των επικοινωνιών στην εκπαίδευση, ανοίγοντας νέες προοπτικές για την καινοτομία και την εξατομίκευση της μάθησης. Η αξιοποίηση υπηρεσιών ΥΝ, που προσφέρουν μέσω του διαδικτύου, ευέλικτη και κλιμακώσιμη πρόσβαση σε υπολογιστικούς πόρους και αποθηκευτικό χώρο, καθώς και η διάθεση ανοικτών εκπαιδευτικών πόρων, που επιτρέπουν δωρεάν πρόσβαση σε εκπαιδευτικό υλικό υψηλής ποιότητας, αποτελούν σημαντικές προσεγγίσεις για την ενίσχυση της ΗΜ, τις οποίες θα μελετήσουμε στις παρακάτω ενότητες.

Ανοικτοί Εκπαιδευτικοί Πόροι

Οι ΔΕΠ είναι υλικά ή πηγές πληροφοριών που είναι διαθέσιμοι μέσω του διαδικτύου και σχετίζονται με την εκπαίδευση (Τζιμογιάννης, 2020). Αυτοί οι πόροι μπορεί να περιλαμβάνουν εκπαιδευτικά βίντεο, διαδικτυακά μαθήματα, διαδραστικά περιεχόμενα, ηλεκτρονικά βιβλία, πλατφόρμες ηλεκτρονικής μάθησης, Περιβάλλοντα του Ιστού 2.0, συνεργατικά διαδικτυακά εργαλεία (Megalou & Kaklamanis, 2018), εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας, κινητές τεχνολογίες, εκπαιδευτικά παιχνίδια, κοινότητες μάθησης και

άλλες αναδυόμενες τεχνολογίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εκπαιδευτικούς σκοπούς (Wiley et al., 2014). Οι ΔΕΠ παρέχουν συχνά τη δυνατότητα στους μαθητές, τους εκπαιδευτικούς και άλλους ενδιαφερόμενους, να έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες και μαθησιακά υλικά από οπουδήποτε, οποτεδήποτε και με οποιαδήποτε συσκευή με σύνδεση στο διαδίκτυο (Mishra, 2017).

Οι εκπαιδευτικοί πόροι μπορεί να είναι Ανοιχτοί Εκπαιδευτικοί Πόροι (ΑΕΠ) ή κλειστοί, ανάλογα με τον τρόπο που χρησιμοποιούνται και διατίθενται (Σπανακά & Καμέας, 2016). Οι ΑΕΠ είναι ένα υποσύνολο εκπαιδευτικών πόρων που είναι ελεύθερα διαθέσιμοι για χρήση, αναθεώρηση, ανάμιξη και αναδιανομή (Παπαδημητρίου & Λιοναράκης, 2013). Η βασική διαφορά μεταξύ των ΑΕΠ και άλλων εκπαιδευτικών πόρων έγκειται στην ανοιχτή αδειοδότηση, η οποία επιτρέπει μεγαλύτερη προσβασιμότητα και ευελιξία στη χρήση τους (Hylén, 2006). Ένας ΑΕΠ είναι ένας πόρος που είναι δημόσιος και δημοσιεύεται με άδεια πνευματικής ιδιοκτησίας, σχετική με τη διδασκαλία, τη μάθηση και την έρευνα, η οποία επιτρέπει τη δωρεάν χρήση και επαναχρησιμοποίησή του από άλλους. Σύμφωνα με τους Geser et al. (2019), «είναι αντιληπτό ότι οι ΑΕΠ αποτελούνται από περιεχόμενο για διδασκαλία και μάθηση, εργαλεία βασισμένα σε λογισμικά και υπηρεσίες και άδειες που επιτρέπουν την ανοικτή ανάπτυξη και επαναχρησιμοποίηση περιεχομένου, εργαλείων και υπηρεσιών». Οι ΑΕΠ (Open Educational Resources, OER) μπορούν να αξιοποιηθούν, όχι μόνο σε προγράμματα ηλεκτρονικής μάθησης που παρέχονται από απόσταση ή μικτής μάθησης, αλλά επίσης και στην πρόσωπο με πρόσωπο διδασκαλία (European Commission, 2014).

Ο Wiley ανέπτυξε την ανάλυση – «ρουμπρίκα» για το πλαίσιο ALMS (Gurell, 2013) ως πλαίσιο για την εξέταση των τεχνικών πτυχών της προσαρμογής, τροποποίησης και συνδυασμού των εκπαιδευτικών πόρων. Το πλαίσιο ALMS, (*“Access to editing tools? Level of expertise required to revise or remix? Meaningfully editable? Source-file access?”*), ως πλαίσιο προσφέρει ένα εργαλείο για την ανάλυση του βαθμού ανοιχτότητας των ΑΕΠ, αξιολογώντας το επίπεδο πρόσβασης σε εργαλεία επεξεργασίας, τις απαιτούμενες γνώσεις, το επίπεδο επεξεργασίας και τη δυνατότητα πρόσβασης στο αρχικό αρχείο του ΑΕΠ (Hilton, et al, 2010). Δεδομένης της τρέχουσας εκπαιδευτικής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η οποία επικεντρώνεται στην ανάπτυξη της ανοικτής εκπαίδευσης και στην προώθηση των ΑΕΠ και λαμβάνοντας υπόψη ότι οι διάφορες ψηφιακές τεχνολογίες υποστηρίζουν ένα ανοικτό εκπαιδευτικό περιβάλλον για την τριτοβάθμια εκπαίδευση και τη σχολική εκπαίδευση, υπάρχει η ανάγκη να διερευνηθούν ΔΕΠ και μοντέλα ΥΝ, που θα υποστηρίξουν απρόσκοπτα την ψηφιακή εκπαίδευση.

Διδακτικές ανάγκες και προσεγγίσεις

Οι ΔΕΠ αξιοποιούνται εκτενώς στη διδασκαλία θεωρητικών αλλά και εργαστηριακών μαθημάτων Πληροφορικής, Ηλεκτρονικής, Ηλεκτρολογίας κτλ., όχι μόνο τις δομές της Επαγγελματικής Εκπαίδευσης και Κατάρτισης, αλλά και σε κάθε βαθμίδα εκπαίδευσης, από την πρωτοβάθμια μέχρι και την τριτοβάθμια εκπαίδευση. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία οι διδακτικές προσεγγίσεις των μαθημάτων Πληροφορικής θα πρέπει να στηρίζονται σε κονοστρουβιστικές μεθόδους, να είναι βιωματικές και να εφαρμόζουν την ενεργή μάθηση (Magetos et al., 2021). Οι προκλήσεις που αφορούν τη διδασκαλία μαθημάτων Πληροφορικής, έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη διαφόρων μοντέλων, προσεγγίσεων και εργαλείων διδασκαλίας (Στυλιάρης & Δήμου, 2015), όπου ευρέως αξιοποιούνται οι ΔΕΠ. Επίσης, η διδασκαλία και μάθηση γνωστικών αντικειμένων της Πληροφορικής προϋποθέτει την ενεργή και βιωματική ενασχόληση του εκπαιδευόμενου με λογισμικά και υπολογιστικά περιβάλλοντα (Γρηγοριάδου κ.α., 2009), τα οποία πρέπει να έχουν κατάλληλα παιδαγωγικά και τεχνολογικά χαρακτηριστικά. Σύμφωνα με τη διεθνή εμπειρία και πρακτική, τα

λογισμικά αυτά είναι απαραίτητα στην κατάκτηση των γνωστικών στόχων αλλά και στην καλλιέργεια δεξιοτήτων, απαραίτητων στην επαγγελματική εκπαίδευση και κατάρτιση των μαθητών.

Ωστόσο, η εγκατάσταση και η συντήρηση λογισμικών σε υπολογιστές σχολικών εργαστηρίων, δημιουργεί πολλαπλά προβλήματα σε τεχνικό, νομικό και οικονομικό επίπεδο. Τα προβλήματα αυτά μεγεθύνονται όταν πρέπει να εγκατασταθούν διαφορετικά λογισμικά σε υπολογιστές που χρησιμοποιούν διαφορετικές τεχνολογίες, υλικού και λογισμικού, όπως συμβαίνει συχνά στα σχολικά εργαστήρια Πληροφορικής (Kotsifakos et al., 2018). Ανάλογα ζητήματα προκύπτουν όταν τα απαραίτητα λογισμικά πρέπει να εγκατασταθούν τοπικά στους υπολογιστές των μαθητών σε ένα πλαίσιο εξ αποστάσεως ή μικτής μάθησης. Η κατάσταση αυτή δημιουργεί δυσχέρειες στην εκπαιδευτική διαδικασία και απαιτείται μία ομοιογενής λύση. Ως εκ τούτου, η διαμόρφωση ενός ομοιόμορφου εκπαιδευτικού περιβάλλοντος στο πλαίσιο είτε των δια ζώσης εργαστηρίων Πληροφορικής, είτε των εξ αποστάσεως, είναι ικανή και αναγκαία προϋπόθεση για μια επιτυχή και αποτελεσματική εκπαιδευτική διαδικασία. Η άμεση χρήση λογισμικών μέσω του διαδικτύου και του υπολογιστικού νέφους, ενδεικνύεται ως η πιο κατάλληλη και αποτελεσματική, καθώς απαλλάσσει τα σχολεία από την ανάγκη τεχνικής υποστήριξης και ακριβού εξοπλισμού. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να ασχοληθεί αποκλειστικά με το διδακτικό του έργο και όχι με ζητήματα που αφορούν σε εξασφάλιση αδειών, ενημέρωση λογισμικού και επισκευή υπολογιστών (Χρόνη κ. άλ., 2010). Το διαδικτυακό λογισμικό εξαλείφει την ετερογένεια που προκαλούν οι διαφορετικές τεχνολογίες, δημιουργεί ενιαίο περιβάλλον μάθησης και ελαχιστοποιεί προβλήματα συνεχούς υποστήριξης και ενημέρωσης των απαραίτητων λογισμικών.

Το υπολογιστικό νέφος στην εκπαίδευση

Τα τελευταία χρόνια η ανάπτυξη του Υπολογιστικού Νέφους (ΥΝ), υποστηρίζει τον ψηφιακό μετασχηματισμό διαφόρων πεδίων ανθρώπινης δραστηριότητας όπως και της εκπαίδευσης (Belesiotis & Alexopoulos, 2018). Το ΥΝ είναι ένα αναδυόμενο μοντέλο επιχειρηματικής Πληροφορικής, και βασίζεται στη συγχώνευση της παραδοσιακής τεχνολογίας υπολογιστών και δικτύων (Kumar, 2020). Πλέον, οι προσφερόμενες από έναν οργανισμό υπηρεσίες Πληροφορικής δεν είναι απαραίτητο να φιλοξενούνται σε τοπικούς εξυπηρετητές, αλλά δύνανται να βρίσκονται σε αυτά τα κέντρα δεδομένων, τα οποία είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να υπάρχει διαμοιρασμός της χρήσης τους, οδηγώντας τους οργανισμούς σε μειωμένα έξοδα κτήσης υποδομών και εγκατάστασης, συντήρησης και ενεργειακής κατανάλωσης (Μητρόπουλος & Δουληγέρης, 2023). Στην πρακτική εφαρμογή του ΥΝ η διάθεση των πόρων του παρόχου χρησιμοποιούνται για υπολογιστικές διαδικασίες, ταυτόχρονα από πολλούς χρήστες (resource pooling). Συγκεκριμένα, οι υπολογιστικοί πόροι χρησιμοποιούνται μέσω ενός μοντέλου πολυ-ενοικίασης φυσικών και εικονικών πόρων, οι οποίοι διατίθενται με έναν δυναμικό τρόπο ανάλογα με τη ζήτηση (Karim, 2017).

Το ΥΝ περιλαμβάνει μοντέλα υπηρεσιών, όπως το *Λογισμικό ως Υπηρεσία (Software as a Service/SaaS)*, την *Πλατφόρμα ως Υπηρεσία (Platform as a Service/PaaS)* και την *Υποδομή ως Υπηρεσία (Infrastructure as a Service/IaaS)*. Στο μοντέλο SaaS οι εφαρμογές παρέχονται στον τελικό χρήστη χωρίς να χρειάζεται να εγκαταστήσει λογισμικό στον υπολογιστή του (Breivold, 2014). Ο πάροχος του ΥΝ παρέχει πρόσβαση στις υπηρεσίες εφαρμογών που φιλοξενούνται στην υποδομή του, με την επιφύλαξη ορισμένων κανόνων, δικαιωμάτων και τελών (Matthew, 2021). Μέσω του μοντέλου PaaS, προσφέρονται υπηρεσίες υπολογιστικής ή προγραμματιστικής πλατφόρμας και οι ρυθμίσεις τους απευθύνεται κυρίως σε προγραμματιστές. Για τη χρήση και τη διαχείρισή του δεν απαιτείται η αγορά εξειδικευμένου εξοπλισμού και λογισμικού (Odun-Ayo et al., 2018). Ως εκ τούτου, αποτελεί ιδανική λύση για

ομάδες προγραμματιστών που συνεργάζονται, π.χ., για την από κοινού σχεδίαση και τον προγραμματισμό μιας υπηρεσίας εφαρμογής. Οι υπηρεσίες υποδομής νέφους (IaaS), κατασκευάζονται από κλιμακούμενους (scalable) υπολογιστικούς πόρους υποδομής (Matthew, 2021). Ένας χρήστης του νέφους μπορεί να ενοικιάσει αυτούς τους πόρους, αποφεύγοντας τις αρχικές επενδύσεις για αγορά εξοπλιστηρών ή χώρων και εξοικονομώντας έτσι χρήματα. Η διαχείριση της υποδομής αυτής γίνεται από τον πάροχο. Ωστόσο, η τεχνολογία του ΥΝ αντιμετωπίζει προκλήσεις όπως η ασφάλεια, το απόρρητο και η αξιοπιστία (Alouffi et al., 2021).

Οι υποδομές ΥΝ έχουν τη δυνατότητα να αυξήσουν την επεκτασιμότητα, την ευελιξία και τη διαθεσιμότητα τόσο των συστημάτων ηλεκτρονικής μάθησης όσο και των τεχνολογιών αιχμής, όπως το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things – IoT), οι τεχνολογίες εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας, οι ευφυείς πόλεις, και η ηλεκτρονική διακυβέρνηση (<https://gnet.gr/services-az>). Το cloud e-learning αναφέρεται στην εφαρμογή της τεχνολογίας ΥΝ στον τομέα της ΗΜ, όπου όλοι οι υπολογιστικοί πόροι, τόσο σε επίπεδο υλικού όσο και λογισμικού, παρέχονται ως υπηρεσίες ηλεκτρονικής μάθησης (Riahi, 2015). Το ΥΝ έχει χρησιμοποιηθεί ποικιλοτρόπως στην εκπαίδευση σε διάφορες χώρες. Στις αναπτυσσόμενες χώρες, έχει βρεθεί ότι μειώνει το κόστος πληροφορικής (Karim, 2017) και βελτιώνει την προσβασιμότητα στην εκπαίδευση (Patel, 2014). Έχει προταθεί ένα μοντέλο για την υιοθέτησή του στην εκπαίδευση, λαμβάνοντας υπόψη κοινωνικο-πολιτιστικούς παράγοντες (Sabi, 2016). Στη σχολική εκπαίδευση, το ΥΝ έχει προταθεί ως ένας τρόπος αντιμετώπισης των προκλήσεων της οικονομικής προσιτότητας και της πρόσβασης στην τεχνολογία και για τη βελτίωση της μάθησης των μαθητών μέσω της ευελιξίας, της ιδιωτικότητας, της επεκτασιμότητας και της ασφάλειας. Το ΥΝ χρησιμοποιείται ολοένα και περισσότερο στην εκπαίδευση (Breivold, 2014) για τη βελτίωση της προσβασιμότητας, της απρόσκοπτης μάθησης (Κώστας, κ.αλ., 2015) και της σχέσης κόστους-αποτελεσματικότητας.

Μερικά οφέλη του ΥΝ (Matthew, 2021) στην εκπαίδευση είναι τα εξής:

Προσβασιμότητα: Το ΥΝ επιτρέπει στους μαθητές και τους καθηγητές να έχουν πρόσβαση σε εκπαιδευτικούς πόρους, όπως υλικό μαθημάτων, διαλέξεις και εργασίες, από οπουδήποτε και οποτεδήποτε με μία σύνδεση στο διαδίκτυο.

Δέσμευση: Τα εργαλεία που βασίζονται στο ΥΝ, όπως για παράδειγμα το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, η βιντεοδιάσκεψη και το εκπαιδευτικό λογισμικό, μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να παραμείνουν αφοσιωμένοι και συγκεντρωμένοι στις σπουδές τους.

Κόστος-αποτελεσματικότητα: Το ΥΝ εξαλείφει την ανάγκη για φυσικά εγχειρίδια και μειώνει την ανάγκη για ακριβό υλικό, καθώς οι εφαρμογές που βασίζονται στο ΥΝ και οι εγγενείς εφαρμογές του ΥΝ είναι προσβάσιμες μέσω ενός προγράμματος περιήγησης ιστού.

Συνεργασία: Το ΥΝ δίνει τη δυνατότητα σε δασκάλους και μαθητές να συνεργάζονται στο διαδίκτυο, να μοιράζονται σχέδια μαθημάτων, σχόλια και άλλους πόρους σε πραγματικό χρόνο.

Ασφάλεια δεδομένων: Οι υπηρεσίες ΥΝ προσφέρουν ασφαλή αποθήκευση για ευαίσθητες πληροφορίες, διασφαλίζοντας ότι τα δεδομένα των μαθητών προστατεύονται.

Καλύτερες εγκαταστάσεις μάθησης: Το ΥΝ στην εκπαίδευση ενισχύει τη συνδεσιμότητα για τους απομονωμένους και απομακρυσμένους γεωγραφικά μαθητές, παρέχοντας πρόσβαση στην εκπαίδευση και τους πόρους ανεξάρτητα από την τοποθεσία τους.

Το ΥΝ έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς στη διδασκαλία μαθημάτων της επιστήμης των υπολογιστών και έχει αποτελέσει αντικείμενο μελέτης πολλών ερευνητών σε διάφορους τομείς της. Για παράδειγμα στη διδασκαλία του προγραμματισμού υπολογιστών είναι απαραίτητο οι μαθητές να αξιοποιήσουν διερμηνευτές ή μεταγλωττιστές των αντίστοιχων γλωσσών. Τα τελευταία χρόνια, η ανάπτυξη του ΥΝ οδήγησε στην εμφάνιση των μεταγλωττιστών νέφους, που μπορούν να μετατρέψουν τον πηγαίο κώδικα σε γλώσσα μηχανής σε περιβάλλον

υπολογιστικού νέφους (Banerjee, 2013). Οι Ansari et al. (2011), υπογραμμίζουν τα πλεονεκτήματα τους, όπως είναι η μείωση των προβλημάτων φορητότητας και η μη ανάγκη εγκατάστασής τους σε τοπικό υπολογιστή. Οι Rabitha et al. (2013), τονίζουν την αποτελεσματικότητά τους, ιδιαίτερα στο πλαίσιο των μαθησιακών περιβαλλόντων. Αυτοί οι μεταγλωττιστές, οι οποίοι είναι προσβάσιμοι από απόσταση και ανεξάρτητοι από την πλατφόρμα, προσφέρουν μια σειρά πλεονεκτημάτων, συμπεριλαμβανομένης της δυνατότητας επιλογής του καταλληλότερου και της αποφυγής της ανάγκης εγκατάστασής τους σε μεμονωμένους υπολογιστές. Παρέχουν επίσης πρόσθετες δυνατότητες, όπως συνεργασία σε πραγματικό χρόνο, αυτόματα αντίγραφα ασφαλείας και διαχείριση εκδόσεων (Kunhabdulla, 2017).

Η χρήση διαδικτυακού λογισμικού για τη διδασκαλία του μαθήματος των βάσεων δεδομένων έχει διερευνηθεί εκτενώς. Ο Kung (2010), ανέπτυξε εργαλεία βασισμένα στον ιστό για τη διδασκαλία της μοντελοποίησης δεδομένων και την κανονικοποίηση των βάσεων δεδομένων και διαπίστωσε ότι αυτά τα εργαλεία είχαν θετικό αντίκτυπο στη μάθηση των μαθητών. Ομοίως, ο Kalrokaithe (2020), διαπίστωσε ότι η χρήση διαδικτυακών μαθημάτων για τη διδασκαλία λογισμικού ποιοτικής ανάλυσης δεδομένων ήταν αποτελεσματική, υποδηλώνοντας ότι το διαδικτυακό λογισμικό μπορεί να είναι ένα πολύτιμο εργαλείο για τη διδασκαλία ανάλογων εννοιών. Η έρευνα έχει δείξει σταθερά την αποτελεσματικότητα των διαδικτυακών προσομοιωτών στη διδασκαλία δικτύων υπολογιστών. Ο Cameron (2003) και ο Zuh (2012), βρήκαν σε ανάλογες έρευνες τους ότι, οι προσομοιωτές είναι εξαιρετικά αποτελεσματικοί στη βελτίωση της μάθησης και της απόδοσης των μαθητών/-τριών. Ο Sllame (2013), τόνισε περαιτέρω τα οφέλη από τη χρήση εργαλείων προσομοίωσης και μοντελοποίησης, τα οποία όχι μόνο παρακινούν τους μαθητές αλλά γεφυρώνουν το χάσμα μεταξύ της ακαδημαϊκής μάθησης και των εφαρμογών του πραγματικού κόσμου. Οι Mikroyiannidis et al. (2020), απέδειξαν τη διδακτική αξιοποίηση και αξία του διαδικτυακού προσομοιωτή δικτύων Packet Tracer Anywhere σε διάφορες μελέτες.

Οι Aldakheel et al. (2011), υποστήριξαν την εισαγωγή της εκπαίδευσης βασισμένης στο ΥΝ για τη διδασκαλία της Επιστήμης των Υπολογιστών, η οποία μπορεί να εξαλείψει ή να ελαχιστοποιήσει διάφορα υλικοτεχνικά ζητήματα. Οι Jararweh et al. (2013), συνέβαλλαν σε αυτή τη συζήτηση παρουσιάζοντας το TeachCloud, μια εκπαιδευτική εργαλειοθήκη ΥΝ, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πειραματισμό με διαφορετικά στοιχεία ΥΝ, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που σχετίζονται με την αρχιτεκτονική των υπολογιστών.

Στα πλαίσια του ψηφιακού μετασχηματισμού της ελληνικής εκπαίδευσης και σύμφωνα με τη Βίβλο Ψηφιακού Μετασχηματισμού (<https://digitalstrategy.gov.gr>), το Κυβερνητικό Νέφος Έρευνας και Εκπαίδευσης (RE-Cloud) είναι ένα από τα ελληνικά κυβερνητικά νέφη και πρέπει να υποστηρίξει τις υπηρεσίες εκπαίδευσης, καθώς και το εκπαιδευτικό περιεχόμενο. Στο RE-Cloud θα πρέπει να εγκατασταθούν όλες οι ηλεκτρονικές εφαρμογές και τα κεντρικά Πληροφοριακά Συστήματα του Υπουργείου Παιδείας, Θρησκευμάτων και Αθλητισμού (ΥΠΑΙΘΑ), των εποπτευόμενων φορέων του, καθώς και οι εφαρμογές και υπηρεσίες που προσφέρονται από το υπουργείο Παιδείας στην εκπαιδευτική και ερευνητική κοινότητα.

Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας - Technology Acceptance Model

Οι διεθνείς έρευνες καταλήγουν ότι η αποδοχή ή η απόρριψη της τεχνολογίας από διάφορες ομάδες ανθρώπων (Lew et al., 2019), όπως και των εκπαιδευτικών, επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες και υπάρχουν μοντέλα που εξετάζουν τους λόγους, για τους οποίους, οι οργανισμοί και οι άνθρωποι, υιοθετούν την τεχνολογία τόσο στον εργασιακό τους χώρο όσο και σε άλλες πτυχές της ζωής τους (Dutta et al., 2021). Το TAM (Davis, 1989), η Θεωρία Διάχυσης Καινοτομιών του Rogers (1962), η Θεωρία της Σχεδιασμένης Συμπεριφοράς του Ajzen (1991), και η Ενοποιημένη Θεωρία Αποδοχής και Χρήσης της Τεχνολογίας (Venkatesh et al., 2003),

είναι από τις πιο χαρακτηριστικές αναφορές στο συγκεκριμένο πεδίο. Το TAM, όπως αναπτύχθηκε από τους Fred Davis, Richard Bagozzi και Yehuda Warshaw το 1989, αποτελεί ένα από τα πιο διαδεδομένα και χρησιμοποιούμενα θεωρητικά πλαίσια για την ερμηνεία και πρόβλεψη της αποδοχής νέων τεχνολογιών από τους ανθρώπους (Cheng, 2020). Στις βασικές έννοιες του TAM είναι η *Αντιληπτή Χρησιμότητα*, όπου υποδηλώνει τον βαθμό στον οποίο ένα άτομο πιστεύει ότι η χρήση μιας τεχνολογίας θα του προσφέρει πλεονεκτήματα στην εργασία του ή στην προσωπική του ζωή (Κουτρομάνος, 2021).

Η *Αντιληπτή Ευκολία Χρήσης* η οποία εκφράζει τον βαθμό στον οποίο ένα άτομο πιστεύει ότι η χρήση μιας τεχνολογίας θα είναι εύκολη στη χρήση της και η *Πρόθεση Χρήσης*, η οποία μετράει την πρόθεση ή επιθυμία ενός ατόμου να χρησιμοποιήσει μια τεχνολογία στο μέλλον (Gialamas et al., 2013). Το TAM υποστηρίζει ότι η αντιληπτή χρησιμότητα και η αντιληπτή ευκολία χρήσης επηρεάζουν θετικά την πρόθεση χρήσης. Με άλλα λόγια, όσο πιο χρήσιμη και εύχρηστη θεωρείται μια τεχνολογία από ένα άτομο, τόσο πιο πιθανό είναι να θέλει να την χρησιμοποιήσει (Koutromanos et al., 2018). Εάν ένα άτομο αντιλαμβάνεται ότι το σύστημα είναι εύκολο στη χρήση, είναι πιο πιθανό να αντιληφθεί ότι το σύστημα είναι χρήσιμο και πιο πιθανό να χρησιμοποιήσει το σύστημα, ειδικά μεταξύ αρχάριων χρηστών (Lau, 2008). Το TAM έχει εφαρμοστεί με επιτυχία σε μια πληθώρα πεδίων, όπως, στην *εκπαίδευση* όπου μελετάει την αποδοχή των εκπαιδευτικών τεχνολογιών από μαθητές και εκπαιδευτικούς (Granić & Marangunić, 2019). Στις *επιχειρήσεις* όπου διερευνά την υιοθέτηση νέων συστημάτων πληροφορικής από εργαζομένους (Ying et al., 2021). Στην *υγεία* όπου εστιάζει στη μελέτη της χρήσης τεχνολογιών υγείας από ασθενείς και επαγγελματίες υγείας (Rahimi et al., 2018). Στην *επικοινωνία* κυρίως στη μελέτη της υιοθέτησης νέων μέσων κοινωνικής δικτύωσης και πλατφορμών επικοινωνίας (Alenazy et al., 2019).

Μεθοδολογία έρευνας

Η παρούσα έρευνα βασίστηκε τόσο στη βιβλιογραφική ανασκόπηση, όσο και στην εμπειρική έρευνα σχετικά με την υιοθέτηση των ΑΕΠ και συγκεκριμένα για την αποδοχή χρήσης του διαδικτυακού ανοιχτού πόρου PTA από τους/τις εκπαιδευτικούς. Συγκεκριμένα διερευνήσαμε τους πόρους δύο κατηγοριών οι οποίοι παρέχονται μέσω υποδομών ΥΝ. Στην πρώτη κατηγορία αναζητήθηκαν λογισμικά που προσφέρονται μέσω του διαδικτύου ως *υπηρεσία SaaS (Software as a Service)* και δεν απαιτούν κάποια εγκατάσταση ή συντήρηση από τον χρήστη. Στη δεύτερη κατηγορία, αναζητήθηκαν προγραμματιστικά περιβάλλοντα, τα οποία προσφέρονται ως *πλατφόρμα PaaS (Platform as a Service)*, για την ανάπτυξη εφαρμογών. Για την επιλογή των ΔΕΠ, θέσαμε ένα σύνολο απαιτήσεων και προδιαγραφών, τόσο σε παιδαγωγικό όσο και σε τεχνολογικό επίπεδο. Στην αρχή της έρευνάς μας, αναζητήσαμε επιστημονικές δημοσιεύσεις για εκπαιδευτικούς πόρους, οι οποίοι υποστηρίζουν τη διδασκαλία μαθημάτων Πληροφορικής, όπως δικτύων υπολογιστών, τεχνολογιών διαδικτύου, βάσεων δεδομένων, γλωσσών προγραμματισμού και λειτουργικών συστημάτων. Η ανάλυση των μελετών αυτών μας οδήγησε στην επιλογή διαδικτυακών πόρων οι οποίοι, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, είναι κατάλληλοι για τη διδασκαλία αντίστοιχων μαθημάτων. Στην επόμενη φάση της έρευνας, αξιοποιήσαμε διδακτικά αυτούς τους εκπαιδευτικούς πόρους.

Στα πλαίσια της εμπειρικής έρευνας, πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση των μοντέλων αποδοχής της τεχνολογίας και για τη μελέτη αυτή αξιοποιήθηκε το μοντέλο TAM. Επίσης, στα πλαίσια του 14th Conference on Informatics in Education – Η Πληροφορική στην Εκπαίδευση (14th CIE 2022, <http://tinyurl.com/2cpm2rwc>), το οποίο διοργανώθηκε από το Τμήμα Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Πειραιώς και σε συνεργασία με την Ελληνική Εταιρία Επιστημόνων και Επαγγελματιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΕΠΥ), διεξήχθη μία εργαστηριακή συνεδρία, με τίτλο: «Αξιοποίηση Ανοικτών Εκπαιδευτικών Πόρων για την

εξ αποστάσεως διδασκαλία του μαθήματος των δικτύων υπολογιστών». Η συνεδρία αυτή υλοποιήθηκε διαδικτυακά μέσω της πλατφόρμας ZOOM και μεταδόθηκε παράλληλα μέσω καναλιού του Youtube. Η συνεδρία αυτή στόχευε να αναδείξει την ειδική εκπαιδευτική αξία των ΑΕΠ, και να γνωρίσουν οι συμμετέχοντες τον προσομοιωτή PTA.

Κατά τη διάρκεια της εργαστηριακής συνεδρίας, παρουσιάστηκαν αρχικά το περιβάλλον του προσομοιωτή, καθώς και οι δυνατότητές του, με ενδεικτικά σενάρια αξιοποίησής του στο μάθημα των δικτύων υπολογιστών. Στη συνέχεια, οι συμμετέχοντες εκπαιδευτικοί, υπό την καθοδήγηση της ερευνητικής ομάδας, χρησιμοποίησαν τον προσομοιωτή μέσα από πρακτικά παραδείγματα, προκειμένου να κατανοήσουν πλήρως τις λειτουργίες του. Επιπλέον, δόθηκε εκπαιδευτικό υλικό του PTA, για περαιτέρω εξάσκηση, εκτός του χώρου και του χρόνου της συνεδρίας, ώστε οι συμμετέχοντες να αποκτήσουν μεγαλύτερη εμπειρία και βαθύτερη κατανόηση της χρησιμότητάς του στη διδασκαλία των δικτύων υπολογιστών. Στην εργαστηριακή αυτή παρέμβαση, με τη χρήση ερωτηματολογίου διερευνήσαμε τα παιδαγωγικά και διδακτικά οφέλη που μπορεί να προσφέρουν οι ΑΕΠ και ο προσομοιωτής PTA.

Το σχετικό ερωτηματολόγιο περιλάμβανε δύο ξεχωριστές ενότητες και βασίστηκε στη πενταβάθμια κλίμακα Likert. Η κλίμακα αριθμούσε τις επιλογές ως εξής: 1 = συμφωνώ ελάχιστα, 2 = συμφωνώ λίγο, 3 = συμφωνώ μέτρια, 4 = συμφωνώ πολύ, και 5 = συμφωνώ πάρα πολύ. Στην πρώτη ενότητα (Α), τα ερωτήματα στόχευαν στην αξιολόγηση της παιδαγωγικής αξίας των ΑΕΠ, ενώ στη δεύτερη ενότητα (Β) επικεντρώνονταν στην πρόθεση των εκπαιδευτικών να χρησιμοποιήσουν τον προσομοιωτή δικτύων PTA στο μέλλον. Το ερωτηματολόγιο δημιουργήθηκε μέσω των Google Forms και υποβλήθηκε σε πιλοτική αξιολόγηση από πέντε εκπαιδευτικούς, ώστε να γίνουν οι απαραίτητες βελτιώσεις. Στη πρώτη ενότητα (Α) περιλαμβάνονταν 13 ερωτήματα για τη διερεύνηση των απόψεων και της εμπειρίας των εκπαιδευτικών σχετικά με τους ΑΕΠ. Στη δεύτερη ενότητα (Β) υπήρχαν 9 ερωτήματα που στόχευαν στη μέτρηση του βαθμού αποδοχής του προσομοιωτή PTA από τους εκπαιδευτικούς, εκ των οποίων τρεις αφορούσαν την αντιληπτή ευκολία χρήσης, τρεις την αντιληπτή χρησιμότητα του προσομοιωτή, και τρεις την πρόθεση των εκπαιδευτικών να τον χρησιμοποιήσουν στο μέλλον. Κατά τη διανομή των ερωτηματολογίων, οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν ότι η συμμετοχή τους είναι εθελοντική, ότι το ερωτηματολόγιο είναι ανώνυμο και ότι οι απαντήσεις τους είναι μόνο για ερευνητικούς λόγους. Στο ερωτηματολόγιο απάντησαν 22 εκπαιδευτικοί οι οποίοι έχουν διδάξει σχετικό μάθημα δικτύων υπολογιστών. Η έρευνα βασίστηκε στη βολική δειγματοληψία (Λιναρδής κ. άλ, 2023) αφού σαν δείγμα αξιοποιήθηκαν οι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν στην εργαστηριακή αυτή συνεδρία. Οι αναλύσεις δεδομένων πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας IBM SPSS Statistics 16 Version 27. Χρησιμοποιήθηκε επίπεδο σημαντικότητας 0,05 σε όλες τις αναλύσεις.

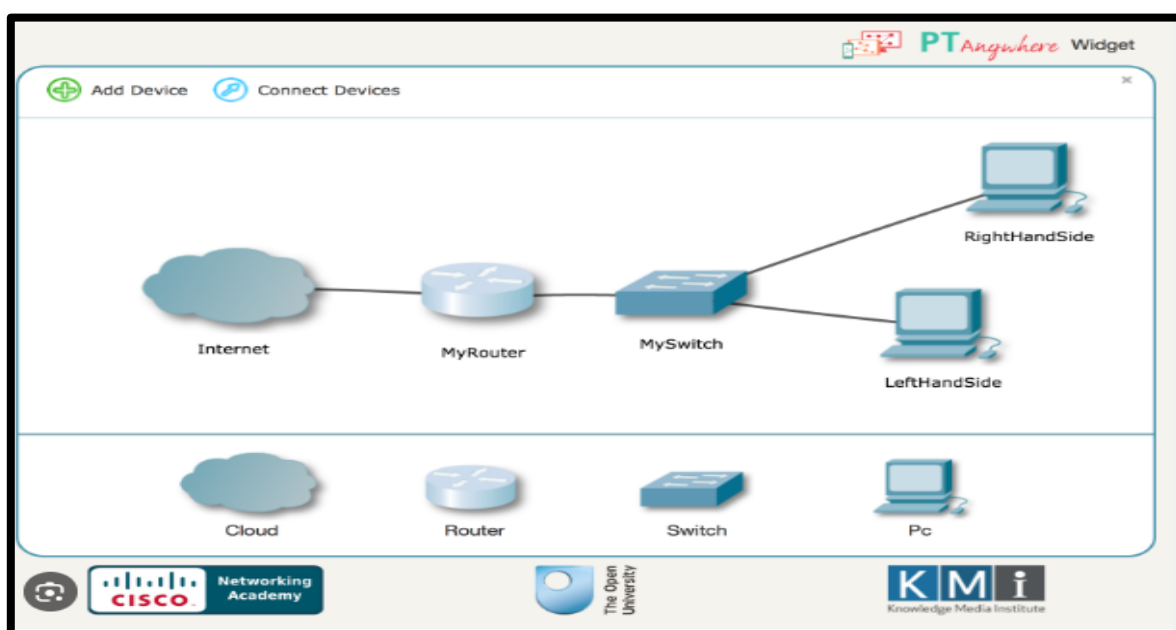
Αποτελέσματα

Στις επόμενες ενότητες παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής μελέτης αλλά και της διακρίβωση των ποσοτικών στοιχείων που προέκυψαν από την έρευνα. Αφού μελετήσαμε το πεδίο των ΔΕΠ, καταλήξαμε σε ορισμένα κριτήρια για την επιλογή τους. Τα κριτήρια (ΕΕ2) στα οποία βασιστήκαμε ήταν παιδαγωγικά, τεχνολογικά, οικονομικά, ιδρυματικά και ασφάλειας των υποκειμένων από αυτά (Τσιάτσος, 2015) και ήταν τα εξής: οι ΔΕΠ να υποστηρίζουν το γνωστικό αντικείμενο για το οποίο επιλέχθηκαν, να είναι εύκολοι στη χρήση τους από μαθητές ειδικοτήτων Πληροφορικής, Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών των ΕΠΑΛ και των ΔΙΕΚ, να μπορούν να αξιοποιηθούν στη δια ζώσης, στην εξ αποστάσεως και στη μικτή μάθηση. Οι ΔΕΠ πρέπει να μην απαιτούν τοπική εγκατάσταση, ώστε να μπορούν οι μαθητές να τους χρησιμοποιούν από οπουδήποτε, οποτεδήποτε και με

οποιαδήποτε συσκευή διαθέτουν μέσω διαδικτύου. Οι ΔΕΠ πρέπει, επίσης, να μπορούν να αξιοποιηθούν σε επίπεδο δευτεροβάθμιας, μεταδευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, να υποστηρίζονται από διάφορους φυλλομετρητές και να παρέχουν τεκμηρίωση στο χρήστη. Να διατίθενται δωρεάν χωρίς δηλαδή να υπάρχει κάποιο κόστος αγοράς του λογισμικού ή της υπηρεσίας, κόστος συντήρησης, ή κόστος αγοράς αδειών χρήσης. Τέλος, είναι αναγκαίο να ικανοποιούν κάποια κριτήρια ασφάλειας όπως να προέρχονται από αξιόπιστες πηγές, να δηλώνουν ρητά τους όρους χρήσης τους και να μην προκαλούν κινδύνους από την υιοθέτησή τους. Αποτέλεσμα αυτής της έρευνας ήταν η επιλογή ΔΕΠ οι οποίοι ακολουθούν τα περισσότερα από τα παραπάνω κριτήρια και είναι κατάλληλοι για μαθήματα του γνωστικού αντικειμένου της πληροφορικής.

Στις επόμενες ενότητες παρουσιάζουμε τους προτεινόμενους ΔΕΠ (ΕΕ1) για τη διδασκαλία ορισμένων μαθημάτων Πληροφορικής:

1. *Διδασκαλία δικτύων υπολογιστών*: Ένα δίκτυο προσομοιώνεται στον υπολογιστή (Magetos et al., 2022). Ο προσομοιωτής δικτύου επιτρέπει στους ερευνητές να δοκιμάσουν σενάρια (Cameron, 2003), που είναι δύσκολο ή κοστίζουν ακριβά να προσομοιωθούν στον πραγματικό κόσμο (Zuh, 2012). Το PTA (Σχήμα 1), προσφέρει ένα περιβάλλον προσομοίωσης δικτύου (Mikroyannidis et al., 2020) μέσω μιας διεπαφής Ιστού (<https://pt-anywhere.kmi.open.ac.uk>) στο οποίο υπάρχει η δυνατότητα πρόσβασης από οποιοδήποτε πρόγραμμα περιήγησης ιστού ή ως γραφικό στοιχείο μέσα σε ένα διαδραστικό eBook. Το PTA αναπτύχθηκε από κοινού από το Open University και τη Cisco στο πλαίσιο των έργων FORGE και Open Networking Lab. Η Cisco αναγνωρίζει τις δυνατότητες του PTA ως καινοτόμου εργαλείου εκμάθησης, που βασίζεται και επεκτείνει τόσο τις δυνατότητες όσο και το κοινό του λογισμικού Packet Tracer (Sarlis et al., 2021). Το PTA βασίζεται στον προσομοιωτή δικτύου Packet Tracer για Windows και Linux που αναπτύχθηκε από την Cisco Networking Academy. Αντί να αναπαράγει τη λειτουργικότητα του Packet Tracer σε μια εφαρμογή Ιστού, το PT Anywhere προσφέρει τη βασική του λειτουργικότητα από μια μινιμαλιστική διεπαφή που μπορεί να προσαρμοστεί σε διαφορετικά περιβάλλοντα μάθησης και σκοπούς. Ο ανοιχτός κώδικας του PT Anywhere είναι διαθέσιμος στο Github.



Σχήμα 1. Διαδικτυακός Προσομοιωτής PTA

2. *Διδασκαλία γλωσσών προγραμματισμού*: Σε αυτήν τη μελέτη, προτείνουμε την αξιοποίηση των cloud compilers οι οποίοι είναι λογισμικό ως υπηρεσία (SaaS). Αυτό σημαίνει ότι ο μεταγλωττιστής μετατρέπει τον πηγαίο κώδικα που είναι γραμμένος σε μια γλώσσα προγραμματισμού (γλώσσα πηγής) σε γλώσσα μηχανής σε περιβάλλον υπολογιστικού νέφους (Ansari et al., 2011), χωρίς να είναι απαραίτητο ο υπολογιστής-πελάτης να έχει εγκατεστημένους συγκεκριμένους μεταγλωττιστές (Banerjee, 2013). Το σύστημα YN μπορεί να παρέχει διαφορετικούς μεταγλωττιστές για διάφορες γλώσσες ως υπηρεσία, όπως C, C++, Java ή οποιοδήποτε άλλες γλώσσες (Pabitha et al., 2013). Ένα online περιβάλλον μεταγλωττιστών (Barphe et al, 2022), το οποίο διαθέτει compilers για πολλές γλώσσες προγραμματισμού, είναι το <https://www.jdoodle.com>.

3. *Διδασκαλία Τεχνολογιών Διαδικτύου*: Οι προκλήσεις όσον αφορά στη διδασκαλία της ανάπτυξης διαδικτυακών εφαρμογών, οδήγησαν στη δημιουργία διαφόρων μοντέλων, προσεγγίσεων και εργαλείων, όπου σκοπός τους είναι η αποτελεσματική διδασκαλία αυτών των πολυεπίπεδων εφαρμογών. Οι εφαρμογές που αναπτύσσονται στον ιστό απαιτούν την γνώση και τις δεξιότητες καθώς και τα απαραίτητα προγραμματιστικά εργαλεία (Δουληγέρης κ.αλ., 2013) σε τέσσερα τουλάχιστον επίπεδα: στο επίπεδο του πελάτη, στο επίπεδο του εξυπηρετητή, στο επίπεδο της βάσης δεδομένων και στο επίπεδο της διαχείρισης της φιλοξενούσας υποδομής. Στο επίπεδο του πελάτη ο εκπαιδευόμενος θα πρέπει να έχει τις γνώσεις αλλά και την εμπειρία σε εργαλεία για συγγραφή κώδικα HTML, CSS, Javascript (Δουληγέρης & Μητρόπουλος, 2015) δηλαδή σε τεχνολογίες μετωπιαίου άκρου (Frontend). Στο επίπεδο του εξυπηρετητή θα πρέπει να έχει γνώσεις σε τεχνολογίες νωτιαίου άκρου (Backend): π.χ μίας γλώσσας προγραμματισμού όπως της PHP. Στο επίπεδο της διαχείρισης των δεδομένων θα πρέπει να γνωρίζει βάσεις δεδομένων και να χειρίζεται ένα περιβάλλον όπως της MySQL ή PostgreSQL.

Σε επίπεδο του συστήματος να διαχειρίζεται τους πόρους της φιλοξενούσας υποδομής μέσα από ένα περιβάλλον διαχείρισης όπως το plesk ή το cpanel. Η πιο συνηθισμένη διδακτική πρακτική στη διδασκαλία των μαθημάτων ανάπτυξης εφαρμογών ιστού είναι να αξιοποιείται ένας τοπικός εξυπηρετητής όπως παρέχει το XAMPP ή το LAMP ή το AppServ. Το XAMPP είναι ελεύθερο λογισμικό το οποίο περιέχει ένα εξυπηρετητή ιστοσελίδων το οποίο μπορεί να εξυπηρετεί και δυναμικές ιστοσελίδες τεχνολογίας PHP/MySQL. Είναι ανεξάρτητο πλατφόρμας και τρέχει σε Microsoft Windows, Linux, Solaris, and Mac OS X και χρησιμοποιείται ως πλατφόρμα για την σχεδίαση και ανάπτυξη ιστοσελίδων με την τεχνολογίες όπως PHP, JSP και Servlets. Για την εφαρμογή των παραπάνω προτείνουμε ανοιχτές πλατφόρμες και υποδομές ελεύθερες για την ανάπτυξη και φιλοξενία εφαρμογών ιστού και όχι σε τοπικό επίπεδο όπως συνηθίζεται με λογισμικά όπως το XAMPP (Kotsifakos et al., 2018). Τα πλεονεκτήματα της προσέγγισής μας είναι ότι οι εκπαιδευόμενοι θα εξοικειωθούν σε πραγματικό περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών άμεσα και σε παραγωγικό επίπεδο, θα αποκτήσουν πιο ολοκληρωμένες γνώσεις και επαγγελματικές δεξιότητες για τη σχεδίαση, ανάπτυξη, συντήρηση και λειτουργία διαδικτυακών εφαρμογών (Sharma, 2021). Για την κάλυψη μαθημάτων με τις παραπάνω απαιτήσεις προτείνουμε το περιβάλλον <https://www.infinityfree.net>.

4. *Διδασκαλία βάσεων δεδομένων*: Η διδασκαλία των βάσεων δεδομένων απαιτεί την εξοικείωση του εκπαιδευόμενου με εντολές σε επίπεδο SQL (Kalpokaite, 2020). Ένα διαδικτυακό περιβάλλον το οποίο προσφέρει άμεση αξιοποίηση της SQL είναι και το <https://oncompiler.com> το οποίο μπορεί να προσφέρει τη διδασκαλία βάσεων δεδομένων, όπως MySQL, Mongo, MariaDB κ.λπ μέσα από τον φυλλομετρητή (Kotsifakos et al., 2019). Στα περιβάλλοντα αυτά ο μαθητής μπορεί να εκτελεί τις εντολές SQL και να βλέπει το αποτέλεσμα άμεσα στον φυλλομετρητή (Kung, 2010).

5. *Διδασκαλία λειτουργικών συστημάτων*: Για τη διδασκαλία των λειτουργικών συστημάτων, όπως το UNIX (Μαγέτος κ.ά., 2018), υπάρχει το διαδικτυακό περιβάλλον το οποίο είναι προσβάσιμο στο <https://copy.sh/v86>. Το περιβάλλον αυτό παρέχει προσομοιωτές διαφόρων λειτουργικών συστημάτων στο οποίο ο μαθητής μπορεί να εκτελέσει διαδικτυακά πολλές από τις εντολές τους και έτσι να πειραματιστεί για να κατανοήσει τις δυνατότητές τους.

6. *Διδασκαλία ανάπτυξης κινητών εφαρμογών*: Για τη διδασκαλία ανάπτυξης κινητών εφαρμογών εκτός από το AppInventor, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η πλατφόρμα (Amnouchokanant et al., 2021) η οποία υποστηρίζεται από το ΥΝ και είναι γνωστή με το όνομα Thunkable. Στο περιβάλλον αυτό (<https://thunkable.com>), οποιοσδήποτε μπορεί εύκολα να σχεδιάσει όμορφες εφαρμογές, να προγραμματίσει ισχυρές λειτουργίες με μπλοκ μεταφοράς και απόθεσης και να ανεβάσει εφαρμογές στο Google Play Store και στο App Store της Apple (Magetos et al., 2021). Όλες οι εφαρμογές που έχουν δημιουργηθεί στο Thunkable λειτουργούν τόσο για συσκευές Android όσο και για iOS και δεν απαιτεί την ύπαρξη κινητής συσκευής για την προεπισκόπηση της εφαρμογής.

7. *Διδασκαλία τεχνολογίας λογισμικού*: Για τη διδασκαλία μαθημάτων όπως ανάλυση-σχεδίαση πληροφοριακών συστημάτων όσο και συστημάτων λογισμικού είναι απαραίτητο ένα περιβάλλον μοντελοποίησης και σχεδίασης. Ένα τέτοιο διαδικτυακό περιβάλλον είναι προσβάσιμο στο σύνδεσμο <https://app.diagrams.net>. Το περιβάλλον αυτό παρέχει κατάλληλη σχεδίαση και μοντελοποίησης μεγάλης ποικιλίας διαγραμμάτων τα οποία αναπαριστούν τη δομή και την συμπεριφορά συστημάτων τα οποία είναι απαραίτητα σε ανάλογα μαθήματα.

Αποτελέσματα της εμπειρικής έρευνας

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφική μελέτη διαπιστώσαμε ότι έχουν αναπτυχθεί πολυάριθμα μοντέλα για τη διερεύνηση των προθέσεων των χρηστών να υιοθετήσουν νέες τεχνολογίες (Marangunic & Granic, 2015). Ορισμένες διαστάσεις αυτών, όπως είναι η αντιληπτή χρησιμότητα και η αντιληπτή ευκολία χρήσης (Κουτρομάνος κ.α., 2016), αξιοποιήθηκαν στη συγκεκριμένη έρευνα. Στην ενότητα αυτή παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας των απαντήσεων των εκπαιδευτικών για τους ΑΕΠ και τον προσομοιωτή ΡΤΑ (EE4), στην αρχή παρουσιάζουμε τα δημογραφικά στοιχεία των συμμετεχόντων και ύστερα την αντίστοιχη στατιστική ανάλυση του ερωτηματολογίου.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε 22 εκπαιδευτικούς δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης με εμπειρία στη διδασκαλία του μαθήματος "Δίκτυα Υπολογιστών". Η κατανομή τους είχε ως εξής:

- *Φύλο*: Οι άνδρες εκπαιδευτικοί αποτελούν το 64% του συνόλου (14 άτομα), ενώ οι γυναίκες το 36% (8 άτομα).
- *Σπουδές*: Ένα σημαντικό ποσοστό, το 77%, διαθέτει μεταπτυχιακό τίτλο σπουδών (17 άτομα).
- *Γεωγραφική κατανομή*: Το μεγαλύτερο μέρος των συμμετεχόντων, συγκεκριμένα το 80%, εργάζεται σε σχολεία της Αττικής, ενώ το υπόλοιπο 20% προέρχεται από σχολεία της επαρχίας.
- *Εργασιακή σχέση*: Η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών, που αντιστοιχεί στο 90% του συνόλου, είναι μόνιμοι υπάλληλοι, ενώ το υπόλοιπο 10% είναι αναπληρωτές.

Για την ενότητα Α (ΑΕΠ) έχουν προκύψει τα εξής: μεγάλο ποσοστό των εκπαιδευτικών (78%) πιστεύει ότι η τεχνολογία των ΑΕΠ είναι σημαντική για την μάθηση των μαθητών και επίσης μεγάλο ποσοστό (77%) υποστηρίζουν την χρήση των ΑΕΠ στην τάξη τους. Πιστεύουν σε μεγάλο ποσοστό (90%) ότι η ενσωμάτωση των ΑΕΠ στη διδασκαλία βοηθάει την μάθηση και επίσης πιστεύουν ότι οι ΑΕΠ (95%) διευκολύνουν την εφαρμογή ποικίλων εκπαιδευτικών

στρατηγικών. Στο ερώτημα αν τα κίνητρα των μαθητών για μάθηση αυξάνονται με την χρήση των ΑΕΠ το 77% των εκπαιδευτικών απάντησαν πολύ θετικά. Η επεξεργασία των απαντήσεων για την ενότητα Β (Προσομοιωτής ΡΤΑ) είχε ως αποτέλεσμα ένα μεγάλο ποσοστό εκπαιδευτικών (ΕΕ5) που συμμετείχαν στην έρευνα (66%) να πιστεύουν ότι ο προσομοιωτής είναι χρήσιμος στη διδασκαλία και μάθηση των δικτύων υπολογιστών. Επίσης πολύ μεγάλο ποσοστό (77%) θεωρεί ότι ο προσομοιωτής είναι εύκολος στη χρήση του. Επιπλέον οι εκπαιδευτικοί πιστεύουν σε μεγάλο ποσοστό (88%) ότι ο προσομοιωτής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ποικίλα σενάρια δικτύωσης υπολογιστών. Στο Σχήμα 2 εμφανίζονται οι απαντήσεις των εκπαιδευτικών για τους ΑΕΠ.

Η μελέτη χρησιμοποιεί επίσης την πολλαπλή παλινδρόμηση, αξιοποιώντας το στατιστικό πακέτο SPSS, για να εξετάσει αν η αντιληπτή ευκολία χρήσης και η αντιληπτή χρησιμότητα, επηρεάζουν θετικά την πρόθεση χρήσης του προσομοιωτή ΡΤΑ στη διδασκαλία δικτύων υπολογιστών. Τα αποτελέσματα δείχνουν υψηλή εσωτερική συνέπεια (Cronbach's Alpha= 0.83 > 0.70) για όλες τις μεταβλητές. Η περιγραφική στατιστική ανάλυση έδειξε υψηλές μέσες τιμές για τις ανεξάρτητες μεταβλητές (ευκολία χρήσης: 4.9, χρησιμότητα: 4.23) και την εξαρτημένη (πρόθεση χρήσης: 4.14). Η ανάλυση παλινδρόμησης (Πίνακας 1) έδειξε ισχυρή και στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ της πρόθεσης χρήσης και των ανεξάρτητων μεταβλητών (R: 0.879, R²: 0.772, p < 0.001). Το μοντέλο παλινδρόμησης είναι: ΠΡΟΘΕΣΗ ΧΡΗΣΗΣ = 0.422 + 0.547 * ΕΥΚΟΛΙΑ ΧΡΗΣΗΣ + 0.350 * ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ, με την ευκολία χρήσης να έχει μεγαλύτερη επιρροή. Τα δεδομένα επιβεβαιώνουν ότι και οι δύο παράγοντες επηρεάζουν θετικά και σημαντικά την πρόθεση χρήσης του προσομοιωτή ΡΤΑ.

Η ερμηνεία των συντελεστών Pearson (Πίνακας 2) δείχνει ότι υπάρχει ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ της πρόθεσης χρήσης του προσομοιωτή και της αντιληπτής ευκολίας χρήσης (συντελεστής 0.789), καθώς και μεταξύ της πρόθεσης χρήσης και της αντιληπτής χρησιμότητας (συντελεστής 0.690). Αυτό σημαίνει ότι όσο πιο εύκολος στη χρήση και χρήσιμος θεωρείται ο προσομοιωτής, τόσο μεγαλύτερη είναι η πρόθεση των εκπαιδευτικών να τον χρησιμοποιήσουν.



Σχήμα 2. Απαντήσεις εκπαιδευτικών για τους ΑΕΠ

Πίνακας 1. Συνολικό μοντέλο πολλαπλής παλινδρόμησης

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	Durbin-Watson
1	.879 ^a	.772	.748	.418	.772	32.173	2	19	<.001	2.366

a. Predictors: (Constant), ΕΥΚΟΛΙΑ, ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ

b. Dependent Variable: ΠΡΟΘΕΣΗ

Πίνακας 2. Αποτελέσματα συσχετίσεων Pearson

		ΠΡΟΘΕΣΗ	ΕΥΚΟΛΙΑ	ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ
Pearson Correlation	ΠΡΟΘΕΣΗ	1.000	.789	.690
	ΕΥΚΟΛΙΑ	.789	1.000	.433
	ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ	.690	.433	1.000
Sig. (1-tailed)	ΠΡΟΘΕΣΗ		<.001	<.001
	ΕΥΚΟΛΙΑ	.000		.022
	ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ	.000	.022	
N	ΠΡΟΘΕΣΗ	22	22	22
	ΕΥΚΟΛΙΑ	22	22	22
	ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ	22	22	22

Πίνακας 3. Συντελεστές παλινδρόμησης

Model		Unstandardized Coefficients B	Standardized Coefficients Beta	t	Sig.	Collinearity Tolerance	Statistics VIF
1	(Constant)	.422		0.893	.383		
	ΕΥΚΟΛΙΑ	.547	.604	4.970	<.001	.813	1.231
	ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ	.350	.428	3.524	.002	.813	1.231

a. Dependent Variable: ΠΡΟΘΕΣΗ

Η συσχέτιση μεταξύ της αντιληπτής ευκολίας χρήσης και της αντιληπτής χρησιμότητας είναι μέτρια (συντελεστής 0.433), υποδεικνύοντας μια μέτρια θετική σχέση μεταξύ των δύο αυτών παραγόντων. Η τιμή Durbin-Watson είναι 2.366 και υποδεικνύει την απουσία αυτοσυσχετίσης στα σφάλματα του μοντέλου (Πίνακας 1). Οι τιμές Variance-Inflation Factor (VIF) (Πίνακας 3) για τις ανεξάρτητες μεταβλητές είναι όλες κάτω από 1.231, το οποίο υποδηλώνει ότι δεν υπάρχει συγγραμμικότητα στο μοντέλο. Συμπερασματικά, οι εκπαιδευτικοί είναι πιο πιθανό να χρησιμοποιήσουν τον προσομοιωτή ΡΤΑ αν τον θεωρούν εύκολο στη χρήση και χρήσιμο για τη διδασκαλία των δικτύων υπολογιστών.

Συζήτηση - Προτάσεις

Στη σημερινή ταχέως εξελισσόμενη ψηφιακή εποχή, οι παραδοσιακές μέθοδοι ηλεκτρονικής μάθησης δεν επαρκούν για να καλύψουν τις απαιτήσεις των σύγχρονων διαδικασιών εκπαίδευσης. Η εμπειρία της πανδημίας Covid-19 υπογράμμισε τη ζωτική σημασία των ψηφιακών υποδομών για την απρόσκοπτη λειτουργία της εκπαίδευσης. Η ανεπάρκεια των

υφιστάμενων υποδομών αποκάλυψε τα όρια της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και κατέστησε επιτακτική την ανάγκη για επενδύσεις σε σύγχρονες τεχνολογίες όπως το ΥΝ, ώστε να διασφαλιστεί η αποτελεσματική παροχή εκπαίδευσης σε όλους τους μαθητές, χωρίς να προκύπτουν τεχνολογικές δυσχέρειες και κοινωνικοί αποκλεισμοί. Η αποδοτική αξιοποίηση όμως των ψηφιακών τεχνολογιών, προϋποθέτει εκτός από την ανάπτυξη της κατάλληλης υποδομής, την παροχή ψηφιακού περιεχομένου και την επιλογή των κατάλληλων πόρων (Voogt et al., 2013). Η παραγωγή πολυμεσικού περιεχομένου για ηλεκτρονική μάθηση είναι χρονοβόρα και δαπανηρή. Ως εκ τούτου, η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης ανοικτών πόρων και κοινής χρήσης του περιεχομένου ηλεκτρονικής μάθησης, μειώνει το κόστος και ενισχύει την ευελιξία της τόσο σε περιόδους κανονικότητας όσο και σε περιόδους επείγουσας και αναγκαστικής εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Μια λύση σε όλα αυτά αποτελεί η περαιτέρω ανάπτυξη του ΥΝ (ΕΕ6) το οποίο παρέχει το λογισμικό ως υπηρεσία και προσφέρει τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης κοινόχρηστων πόρων μέσω του διαδικτύου.

Επομένως, για να εξασφαλίζεται η αξιοποίηση των ΔΕΠ σε μεγάλο πλήθος μαθητών/-τριών, θα πρέπει οι υποδομές αυτές να είναι ανθεκτικές σε υψηλό φορτίο και αποδοτικές στις διακυμάνσεις αυτού (ΕΕ6). Οι υποδομές αυτές σύμφωνα με τη διεθνή έρευνα και πρακτική πρέπει να υποστηρίζονται από την τεχνολογία του ΥΝ. Η ευελιξία που παρέχει το διαδίκτυο, το οποίο δεν θέτει χωρικούς και χρονικούς περιορισμούς και η εγγενής υπηρεσία του ΥΝ να διανέμει το λογισμικό (Κανάκη, 2015), χωρίς να χρειάζεται να το εγκαταστήσει και να το συντηρεί τοπικά ο χρήστης-μαθητής, αλλά μόνο ο πάροχος του λογισμικού, αποτελούν χαρακτηριστικά μεγάλης εκπαιδευτικής αξίας. Η άμεση χρήση λογισμικών μέσω του διαδικτύου (Belesiotis & Alexopoulos, 2018), ενδείκνυται ως η πιο κατάλληλη και αποτελεσματική, διότι απαλλάσσει τα σχολεία από την ανάγκη τεχνικής υποστήριξης και ακριβού εξοπλισμού. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να ασχοληθεί αποκλειστικά με το διδακτικό του έργο και όχι με ζητήματα που αφορούν την εξασφάλιση αδειών, εγκατάσταση και ενημέρωση λογισμικού, ενώ οι μαθητές δεν χρειάζεται να εγκαθιστούν τα απαραίτητα λογισμικά στις συσκευές τους.

Η υιοθέτηση του ΥΝ στην ηλεκτρονική μάθηση μπορεί να οδηγήσει σε μια εξελιγμένη διαδικασία μάθησης, η οποία αξιοποιεί τα χαρακτηριστικά του ΥΝ, όπως η επεκτασιμότητα, η ευελιξία, η απρόσκοπτη προσβασιμότητα και η δυνατότητα κοινής χρήσης εκπαιδευτικών πόρων (Gong et al., 2010). Ως εκ τούτου, για να είναι βιώσιμη και αποτελεσματική η ηλεκτρονική μάθηση θα πρέπει να (μετ)εγκατασταθεί σε υποδομές νέφους. Παρόμοια το ψηφιακό περιεχόμενο και οι προηγμένες τεχνολογίες μάθησης θα πρέπει στα πλαίσια της ψηφιοποίησης της εκπαίδευσης να (μετ)εγκατασταθούν στο ΥΝ. Το όλο εγχείρημα της ψηφιακής μετάβασης στο ΥΝ θα πρέπει να ακολουθήσει μοντέλα και πρότυπα διεθνή ώστε να παράγει ποιοτικά αποτελέσματα. Κρίσιμης σημασίας είναι και η ανάπτυξη υποδομών διαχείρισης του εκπαιδευτικού νέφους καθώς και καταρτισμένων στελεχών στην ανάπτυξη και διαχείριση υποδομών εκπαιδευτικού νέφους. Η υιοθέτηση μιας εθνικής στρατηγικής ΥΝ απαιτεί συνεργασία μεταξύ των κυβερνήσεων, των τομέων της εκπαίδευσης και των παρόχων υπηρεσιών νέφους, ώστε να γίνει με τον καλύτερο τρόπο η ενσωμάτωση του στις τρέχουσες εκπαιδευτικές πρακτικές. Με τις υποδομές ΥΝ θα μπορούμε να αξιοποιούμε με εκπαιδευτικά, κοινωνικά και τεχνολογικά πρότυπα τις προηγμένες εκπαιδευτικές τεχνολογίες για την αποτελεσματική ανάπτυξη της ηλεκτρονικής μάθησης.

Οι προτεινόμενες στρατηγικές ανάπτυξης και επέκτασης του ΥΝ για την εκπαίδευση, οι οποίες ευθυγραμμίζονται με τις πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης (European Commission, 2020) είναι οι εξής:

- *Ανάπτυξη ΥΝ με μίσθωση δημόσιων νεφών* όπως το Microsoft Azure, το Amazon AWS, το GoogleApp, οι οποίες σύμφωνα με επίσημες ανακοινώσεις τους αναπτύσσουν κέντρα δεδομένων και στη χώρα μας.

- Υποδομές νέφους οι οποίες μπορούν να δημιουργηθούν από το ελληνικό κράτος ως *ιδιωτικό ΥΝ* σύμφωνα με τα πρότυπα του Εθνικού Δικτύου Υποδομών Τεχνολογίας και Έρευνας – ΕΔΥΤΕ ΑΕ (GRNET).
- Τρίτη και ίσως η επικρατέστερη στρατηγική είναι η σύμπραξη του κράτους και των δημοσίων παρόχων ΥΝ στη βάση ενός *υβριδικού νέφους*. Στην περίπτωση αυτή τα ευαίσθητα δεδομένα θα παραμένουν στο ιδιωτικό νέφος για λόγους ασφάλειας.

Η διαδικασία επιλογής ΔΕΠ βασίστηκε σε μια σειρά κριτηρίων, τα οποία είναι ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση της ποιότητας και της καταλληλότητας των εκπαιδευτικών πόρων. Αυτά τα κριτήρια πρέπει να περιλαμβάνουν παιδαγωγικές διαστάσεις, τεχνολογικές, οικονομικές, ιδρυματικές και διαστάσεις ασφάλειας. Οι επιλεγμένοι πόροι πρέπει να υποστηρίζουν το σχετικό γνωστικό αντικείμενο, να είναι εύχρηστοι και προσβάσιμοι από οποιαδήποτε συσκευή μέσω διαδικτύου, και να είναι κατάλληλοι για διάφορα εκπαιδευτικά πλαίσια, όπως η δια ζώσης, η εξ αποστάσεως και η μικτή μάθηση. Επίσης, είναι σημαντικό να διατίθενται ελεύθερα για εκπαιδευτική χρήση και να μην ενέχουν κινδύνους ασφάλειας. Σύμφωνα με την μελέτη μας ορισμένοι από τους ΔΕΠ που διερευνήθηκαν, παρέχονται εντελώς δωρεάν για εκπαιδευτική χρήση και για όλες τις λειτουργίες τους, όπως το ΡΤΑ. Άλλοι ΔΕΠ προσφέρονται με ορισμένους περιορισμούς για εκπαιδευτική χρήση και απαιτούν κάποιο κόστος για επαγγελματική χρήση. Ορισμένοι από αυτούς, όπως το ΡΤΑ, διαθέτουν άδειες που επιτρέπουν την τροποποίηση του κώδικά τους και είναι ανοικτού κώδικα, ενώ άλλοι δεν επιτρέπουν τροποποιήσεις και είναι κλειστού κώδικα (ΕΕ3).

Πολλοί από αυτούς τους πόρους απαιτούν ειδικές γνώσεις και ενδέχεται να χρειάζονται ακριβά εργαλεία για την τροποποίησή τους, με αποτέλεσμα, κάποιοι πόροι που διατίθενται δωρεάν για εκπαιδευτική χρήση ενδέχεται να έχουν τεχνικούς, νομικούς και οικονομικούς περιορισμούς, περιορίζοντας την ευχέρεια χρήσης τους σε διάφορα πλαίσια. Παρόλο που ΑΕΠ διατίθενται με άδεια από τους δημιουργούς τους, ώστε να επιτρέπεται η αναδιανομή, η επαναχρησιμοποίηση, η αναθεώρηση και η ανάμειξή τους, συχνά ορισμένα τεχνικά προβλήματα καθιστούν δύσκολη την αναθεώρηση και την ενσωμάτωσή τους με άλλους πόρους. Οι δημιουργοί εκπαιδευτικών πόρων θα πρέπει, εκτός από την παροχή αδειών χρήσης, να προσφέρουν και τα απαραίτητα τεχνικά εργαλεία για την τροποποίηση των πόρων, ώστε οι χρήστες να μπορούν να τους προσαρμόσουν στις ανάγκες τους. Σύμφωνα με τα ευρήματα της μελέτης αυτής, οι εκπαιδευτικοί αξιοποιούν ΑΕΠ μέσω του διαδικτύου, τους οποίους θεωρούν σημαντικούς τόσο για τη δια ζώσης όσο και για την εξ αποστάσεως εκπαίδευση.

Η πρωτογενής έρευνα επαληθεύει τη θεωρία του TAM και αποδεικνύει ότι η ευκολία χρήσης όσο και η χρησιμότητα αποτελούν τους βασικούς παράγοντες ερμηνείας της πρόθεσης χρήσης του διαδικτυακού προσομοιωτή ΡΤΑ. Η ευκολία χρήσης αναδεικνύεται ότι κατέχει τον μεγαλύτερο βαθμό ερμηνείας από την χρησιμότητα. Τα ευρήματα αυτά μπορούν να καθοδηγούν τους δημιουργούς εκπαιδευτικών εφαρμογών στο υπολογιστικό νέφος, ώστε αυτές να γίνονται αποδεκτές από την εκπαιδευτική κοινότητα. Το μοντέλο όμως της TAM, αν και ευρέως αποδεκτό, έχει δεχθεί κριτική για τον περιορισμένο του χαρακτήρα. Συγκεκριμένα, το TAM αγνοεί σημαντικούς κοινωνικούς, προσωπικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών, όπως οι κοινωνικές πιέσεις, τα προσωπικά χαρακτηριστικά και οι εξωτερικές συνθήκες, αντίστοιχα. Μια μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να διερευνήσει και άλλους παράγοντες, οι οποίοι επηρεάζουν την πρόθεση χρήσης, όπως ενδεχομένως η αντιληπτή ευχαρίστηση, η αντιληπτή πίεση των σημαντικών τρίτων, η προσωπική ικανότητα χρήσης, όπως και άλλων παραγόντων στην ερμηνεία της αποδοχής της τεχνολογίας.

Συμπεράσματα

Η πανδημία της Covid-19 αποκάλυψε τις σοβαρές ελλείψεις στις ψηφιακές υποδομές της εκπαίδευσης, ιδιαίτερα στις απομακρυσμένες περιοχές. Η περιορισμένη πρόσβαση στο διαδίκτυο, η έλλειψη κατάλληλου εξοπλισμού και εκπαιδευτικών ψηφιακών πόρων και η ανεπαρκής εκπαίδευση στις ψηφιακές τεχνολογίες, υπογράμμισαν την ανάγκη για ένα ολοκληρωμένο σχέδιο ψηφιακού μετασχηματισμού της εκπαίδευσης, για την αποτελεσματική υλοποίηση της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και την εξασφάλιση ισότιμων ευκαιριών μάθησης για όλους. Η ηλεκτρονική μάθηση για να είναι ευέλικτη και αποτελεσματική θα πρέπει να παρέχει ΑΕΠ στους οποίους θα υπάρχει απρόσκοπτη χωρίς περιορισμούς πρόσβαση από την εκπαιδευτική κοινότητα. Οι ΑΕΠ αυτοί προκειμένου να είναι συνεχώς λειτουργικοί, είτε στο πλαίσιο της παραδοσιακής είτε της ψηφιακής μάθησης, θα πρέπει να είναι ταυτόχρονα διαθέσιμοι σε μεγάλο πλήθος μαθητών. Οι υποδομές που θα φιλοξενούν τους ΑΕΠ πρέπει να μπορούν να κλιμακώνουν τις λειτουργίες τους σε διακυμάνσεις του απαιτούμενου φορτίου. Την απαίτηση αυτή μπορεί να την υποστηρίξουν αποτελεσματικά υποδομές υπολογιστικού νέφους, δημόσιες, ιδιωτικές ή υβριδικές. Το ΥΝ για την εκπαίδευση, προτείνουμε να παρέχει υπηρεσίες ανοιχτές και ελεύθερες στην εκπαιδευτική κοινότητα και να φιλοξενεί:

α. λογισμικά ως υπηρεσία νέφους (*SaaS*) τα οποία είναι ελεύθερα και κατάλληλα για διδακτική αξιοποίηση ώστε να χρησιμοποιούνται αποκλειστικά διαδικτυακά.

β. ως υπηρεσία πλατφόρμες για την ανάπτυξη εφαρμογών επιπέδου *PaaS*. Οι πλατφόρμες αυτές είναι αναγκαίες για τη διδασκαλία μαθημάτων που άπτονται του γνωστικού αντικείμενου του προγραμματισμού Η/Υ, βάσεων δεδομένων κλπ.

γ. ως υπηρεσία εικονικές μηχανές και εικονικά δίκτυα τύπου *IaaS*. Οι υπηρεσίες αυτές είναι απαραίτητες σε εξειδικευμένες διδακτικές ανάγκες γνωστικών αντικείμενων όπως τα δίκτυα υπολογιστών, η ασφάλεια των δικτύων κ.λπ.

Η παρούσα έρευνα είχε τους ακόλουθους δύο περιορισμούς: Πρώτον, το δείγμα ήταν βολικό, γιατί προέρχεται από εκπαιδευτικούς που ήταν διαθέσιμοι στη συγκεκριμένη εργαστηριακή συνεδρία. Δεύτερον, η συλλογή των δεδομένων περιορίστηκε μόνο στα ερωτηματολόγια. Πιθανόν η συλλογή δεδομένων μέσω παρατήρησης, συνεντεύξεων, ανάλυσης και αξιολόγησης να παρείχε επιπλέον πληροφορίες που θα εμπλούτιζαν τα αποτελέσματα σε σχέση με τους στόχους της έρευνας.

Για την αντιμετώπιση αυτών των περιορισμών μελλοντικά σκοπεύουμε να διερευνήσουμε ένα ευρύτερο φάσμα ΔΕΠ, οι οποίοι θα καλύπτουν επιπλέον γνωστικά αντικείμενα της επιστήμης των υπολογιστών. Επίσης, σκοπεύουμε να διερευνήσουμε τις δυνατότητες που προσφέρουν οι τεχνολογίες ΥΝ κορυφαίων παρόχων, όπως το Azure της Microsoft, το AWS της Amazon και το Google Cloud, στον τομέα της εκπαίδευσης. Μελλοντικός μας στόχος μας είναι να σχεδιάσουμε ένα μοντέλο «Εκπαίδευσης ως Υπηρεσίας» (*EaaS*) που θα αξιοποιήσει τις δυνατότητες του νέφους για να προσφέρει καινοτόμες λύσεις στην εκπαιδευτική διαδικασία. Σκοπεύουμε να επικεντρωθούμε επιπλέον στη διερεύνηση του ρόλου που διαδραματίζουν παράγοντες όπως, η αντιληπτή ευχαρίστηση, η αντιληπτή αίσθηση ασφάλειας κ.α., στη διαμόρφωση θετικών στάσεων απέναντι στις νέες τεχνολογίες, ενώ το πλαίσιο ALMS θα αποτελέσει το θεωρητικό μας εργαλείο για τη διερεύνηση της ανοιχτότητας των ΔΕΠ σε μελλοντικές μας μελέτες.

Αναφορές

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211.
- Alenazy, W. M., Al-Rahmi, W. M., & Khan, M. S. (2019). Validation of TAM model on social media use for

- collaborative learning to enhance collaborative authoring. *IEEE Access*, 7, 71550-71562.
- Al-Qaysi, N., Mohamad-Nordin, N., & Al-Emran, M. (2020). Employing the technology acceptance model in social media: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 25, 4961-5002.
- Alouffi, B., Hasnain, M., Alharbi, A., Alosaimi, W., Alyami, H., & Ayaz, M. (2021). A systematic literature review on cloud computing security: threats and mitigation strategies. *IEEE Access*, 9, 57792-57807.
- Annouchokanant, V., Boonlue, S., Chuathong, S., & Thamwipat, K. (2021). Online learning using block-based programming to foster computational thinking abilities during the Covid-19 pandemic. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(13), 227
- Ansari, A. N., Patil, S., Navada, A., Peshave, A., & Borole, V. (2011, July). Online C/C++ compiler using cloud computing. In *2011 International Conference on Multimedia Technology* (pp. 3591-3594). IEEE.
- Barphe, S. S., Lokare, V. T., Sutar, S. R., & Kiwelekar, A. W. (2022). Effective Online Tools for Teaching Java Programming Course on an Online Platform. In *Intelligent Sustainable Systems: Selected Papers of WorldS4 2021 (Volume 2)*, pp. 615-622. Springer Singapore.
- Belesiotis, V. S., & Alexopoulos, C. P. (2018). An Implementation of the Cloud Based School. *European Journal of Engineering and Technology Research*, 30-37.
- Breivold, H. P., & Crnkovic, I. (2014, April). Cloud Computing education strategies. In *IEEE 27th Conference on Software Engineering Education and Training* (pp. 29-38). IEEE.
- Datta, A., & Paul, A. K. (2014, May). Online compiler as a cloud service. In *2014 IEEE International Conference on Advanced Communications, Control and Computing Technologies* (pp. 1783-1786). IEEE.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of Use, and user Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Dutta, B., Peng, M. H., Chen, C. C., & Sun, S. L. (2021). Interpreting usability factors predicting sustainable adoption of cloud-based E-learning environment during COVID-19 pandemic. *Sustainability*, 13(16), 9329.
- European Commission. (2020). *Cloud Computing*. https://commission.europa.eu/business-economy-euro/doing-business-eu/contract-rules/cloud-computing-contracts_en
- Geser, G., Schön, S., & Ebner, M. (2019, June). Business models for Open Educational Resources: how to exploit OER after a funded project?. In *EdMedia+ Innovate Learning* (pp. 1537-1543). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Cheng, Y. M. (2020). Students' satisfaction and continuance intention of the cloud-based e-learning system: roles of interactivity and course quality factors. *Education+ Training*, 62(9), 1037-1059.
- Gialamas, V., Nikolopoulou, K., & Koutromanos, G. (2013). Student teachers' perceptions about the impact of internet usage on their learning and jobs. *Computers & Education*, 62, 1-7.
- Gong, J. Liu, Q. Zhang, H. Chen, & Gong, Z. (2010). The Characteristics of Cloud Computing. *39th International Conference on Parallel Processing Workshops* (pp. 275-279). San Diego, CA, USA, doi: 10.1109/ICPPW.2010.45.
- Granić, A., & Marangunić, N. (2019). Technology acceptance model in educational context: A systematic literature review. *British Journal of Educational Technology*, 50(5), 2572-2593.
- Gurell, S. M. (2013). *Measuring Technical Difficulty in Reusing Open Educational Resources with the ALMS Analysis Framework*. Brigham Young University.
- Hilton III, J., Wiley, D., Stein, J., & Johnson, A. (2010). The four 'R's of openness and ALMS analysis: frameworks for open educational resources. *Open learning: The Journal of Open, Distance and e-learning*, 25(1), 37-44.
- Karim, F., & Rampersad, G. (2017). Cloud Computing in Education in Developing Countries. *Computer and Information Science*, 10(2), 87-96.
- Kotsifakos, D., Magetos, D., & Douligieris, C. (2018). Utilization of Web-Based Services and Applications for Educational Purposes in Vocational Education and Training (VET). *European Journal of Engineering and Technology Research*, 3(3), 38-43.
- Kotsifakos, D., Magetos, D., Veletsos, A., & Douligieris, C. (2019). Teaching the basic commands of nosql databases using neo4j in vocational education and training (vet). *European Journal of Engineering and Technology Research, Special Issue: CIE 2018*, 13-18.
- Koutromanos, G., Tzortoglou, F., Sofos, A. (2018). Evaluation of an Augmented Reality Game for Environmental Education: "Save Elli, Save the Environment". In T. Mikropoulos (ed.), *Research on e-Learning and ICT in Education* (pp.231-241). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95059-4_14.
- Kumar, V., & Bhardwaj, A. (2020). Role of cloud computing in school education. *Handbook of research on diverse teaching strategies for the technology-rich classroom* (pp. 98-108).
- Lai, P. C. (2017). The literature review of technology adoption models and theories for the novelty technology. *Journal of Information Systems and Technology Management*, 14, 21-38.
- Lau, S. H., & Woods, P. C. (2008). An investigation of user perceptions and attitudes towards learning objects. *British Journal of Educational Technology*, 39(4), 685-699.
- Lew, S. L., Lau, S. H., & Leow, M. C. (2019). Usability factors predicting continuance of intention to use cloud e-learning application. *Heliyon*, 5(6).
- Magetos, D., Kotsifakos, D., & Douligieris, C. (2021). Exploring the utilization of online open-source environments for mobile applications development in the Vocational Education and Training (VET) curriculum. *Interactive Mobile Communication, Technologies and Learning* (pp. 225-236). Cham: Springer International Publishing.

- Magetos, D., Sarlis, I., Kotsifakos, D., & Douligeris, C. (2021, September). Network simulator software utilization as a teaching method for distance learning. *Proceedings of the International Conference on Interactive Collaborative Learning* (pp. 274-285). Cham: Springer International Publishing.
- Marangunic, N., & Granic, A. (2015). Technology acceptance model: a literature review from 1986 to 2013. *Universal Access in the Information Society*, 14, 81-95.
- Matthew, U. O., Kazaure, J. S., & Okafor, N. U. (2021). Contemporary development in E-Learning education, cloud computing technology & internet of things. *EAI Endorsed Transactions on Cloud Systems*, 7(20), e3-e3.
- Megalou, E., & Kaklamanis, C. (2018). Open content, OER repositories, interactive textbooks, and a digital social platform: The case of Greece. *Education and New Developments* (pp. 146-149).
- Mikroyannidis, A., Gómez-Goiri, A., Smith, A., & Domingue, J. (2020). PT Anywhere: a mobile environment for practical learning of network engineering. *Interactive Learning Environments*, 28(4), 482-496.
- Mishra, S. (2017). Open educational resources: Removing barriers from within. *Distance Education*, 38(3), 369-380.
- Odun-Ayo, I., Ananya, M., Agono, F., & Goddy-Worlu, R. (2018, July). Cloud computing architecture: A critical analysis. *18th International Conference on Computational Science and Applications-ICCSA* (pp. 1-7). IEEE.
- Pabitha, M., Selvakumar, T., & Devi, S. P. (2013). An Effective C, C++, PHP, Perl, Ruby, Python Compiler using Cloud Computing. *International Journal of Computer Applications*, 69(7).
- Rahimi, B., Nadri, H., Afshar, H. L., & Timpka, T. (2018). A systematic review of the technology acceptance model in health informatics. *Applied Clinical Informatics*, 9(03), 604-634.
- Riahi, G. (2015). E-learning systems based on cloud computing: A review. *Procedia Computer Science*, 62, 352-359.
- Rogers, E. (1962). *Adoption and diffusion of innovations*. New York, NY: The Free.
- Sabi, H. M., Uzoka, F. M. E., Langmia, K., & Njeh, F. N. (2016). Conceptualizing a model for adoption of cloud computing in education. *International Journal of Information Management*, 36(2), 183-191.
- Sarlis, I., Magetos, D., Kotsifakos, D., & Douligeris, C. (2022, September). Teaching the Simple Network Management Protocol Using the Packet Tracer Anywhere Network Simulator. In *International Conference on Interactive Collaborative Learning* (pp. 718-729). Cham: Springer International Publishing.
- Sharma, V. K. (2021). Focalthorem-A portfolio Web Application. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(3), 3809-3814.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478.
- Voogt, J., Erstad, O., Dede, C., & Mishra, P. (2013). Challenges to learning and schooling in the digital networked world of the 21st century. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(5), 403-413.
- Wiley, D., Bliss, T. J., & McEwen, M. (2014). Open educational resources: A review of the literature. *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (pp. 781-789). Springer.
- Ying, Z., Jianqiu, Z., Akram, U., & Rasool, H. (2021). TAM model evidence for online social commerce purchase intention. *Information Resources Management Journal*, 34(1), 86-108.
- Γρηγοριάδου, Μ., Γουλή, Ε., Γουλή, Α., Γόγουλου, Α. (2009). *Διδακτικές Προσεγγίσεις και Εργαλεία για τη διδασκαλία της Πληροφορικής*. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Δουληγέρης, Χ., Μαυροπόδη, Ρ., & Κοπανάκη, Ε. (2013). *Τεχνολογίες Διαδικτύου*. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Δουληγέρης, Χ., & Μητρόπουλος, Σ. (2015). *Πληροφορικά συστήματα στο διαδίκτυο*. Κάλυψος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <https://hdl.handle.net/11419/3969>.
- Κοτσιφάκος, Δ. (2021). Διεργασίες Ψηφιοποίησης στην Επαγγελματική Εκπαίδευση και Κατάρτιση. *Πρακτικά 1ου Διεθνούς Διαδίκτυακού Εκπαιδευτικού Συνεδρίου «Από τον 20ο στον 21ο αιώνα μέσα σε 15 ημέρες»* (σ. 307-316). Ανακτήθηκε στις 12 Φεβρουαρίου 2023, από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/online-edu/article/view/3238/3306>.
- Κουτρομάνος, Γ., Τζόρτζογλου, Φ., & Σοφός, Α. (2016). Αξιολόγηση ενός παιχνιδιού επαυξημένης πραγματικότητας για την περιβαλλοντική εκπαίδευση με τίτλο «Σώσε την Έλλη! Σώσε το περιβάλλον!». *Πρακτικά 10ου Πανελληνίου και Διεθνούς Συνεδρίου «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»* (σ. 255-262). Ανακτήθηκε στις 12 Μαρτίου 2023, από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/3831/3754>.
- Κουτρομάνος, Γ. (2021). Επαυξημένη Πραγματικότητα και Σχολικά Εγχειρίδια: Μία εναλλακτική πρόταση διδασκαλίας σε σύγχρονες και ασύγχρονες ψηφιακές τάξεις. *Πρακτικά 1ου Διεθνούς Διαδίκτυακού Εκπαιδευτικού Συνεδρίου «Από τον 20ο στον 21ο αιώνα μέσα σε 15 ημέρες»* (σ. 70-83). Ανακτήθηκε στις 12 Φεβρουαρίου 2023, από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/online-edu/article/view/3212>.
- Κώστας, Α., Σοφός, Α., Τσολακίδης, Κ., & Βρατσάλης, Κ. (2015). Εικονικές Κοινότητες στο Υπολογιστικό Νέφος: Περιβάλλον Ορόσημης Στήριξης Εκπαιδευόμενων Εκπαιδευτικών κατά τη διάρκεια της Πρακτικής Άσκησης. *Πρακτικά Διεθνούς Συνεδρίου για την Ανοικτή & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση 8(1A)*. doi:10.12681/icodl2015.11
- Λιαράκου, Γ., Κώστας, Α., Γαβριλάκης, Κ., Μεγάλου, Ε., & Πάνος, Α. (2021). Επείγουσα Διαδίκτυακή Διδασκαλία και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση/Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη: ζητήματα αξιοποίησης των ψηφιακών πόρων του Φωτόδεντρου-Μαθησιακά Αντικείμενα. *Πρακτικά 1ου Διεθνούς Διαδίκτυακού Εκπαιδευτικού Συνεδρίου «Από τον 20ο στον 21ο αιώνα μέσα σε 15 ημέρες»* (σ. 297-306). Ανακτήθηκε στις 12 Φεβρουαρίου 2023, από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/online-edu/article/view/3237>.

- Λιναρδής, Α., Μαραβελάκης, Π., & Φραγκούλης, Γ. (2023). *Μέθοδοι συλλογής δεδομένων με τη χρήση ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου και μεθοδολογία έρευνας*. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <https://dx.doi.org/10.57713/kallipos-381>.
- Μαγέτος, Δ., Κοτσιφάκος, Δ., & Δουληγέρης, Χ. (2018). Λειτουργικά συστήματα και ασφάλεια συστημάτων με χρήση εξειδικευμένων διανομών ανοιχτού λογισμικού. *Πρακτικά 12ου Πανελληνίου Συνεδρίου Καθηγητών Πληροφορικής*. Ανακτήθηκε στις 9 Ιανουαρίου 2023, από <http://synedrio.pekap.gr/praktika/12o/ergasies/pdkap2018-paper14.pdf>.
- Μητρόπουλος, Σ., & Δουληγέρης, Χ. (2023). *Κατανεμημένα Πληροφοριακά Συστήματα και Διαχείρισή τους*. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <https://dx.doi.org/10.57713/kallipos-304>.
- Παπαδημητρίου, Σ., & Λιοναράκης, Α. (2013). Ανοικτοί Εκπαιδευτικοί Πόροι και Ανοικτά Μαθήματα στην Πανεπιστημιακή Εκπαίδευση. *Πρακτικά Διεθνούς Συνεδρίου για την Ανοικτή & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση* (σ. 237-252).doi: 10.12681/icodl.583
- Ράπτης, Α. (2021). Πανδημία και Παιδεία. *Πρακτικά 1ου Διεθνούς Διαδικτυακού Εκπαιδευτικού Συνεδρίου «Από τον 20ο στον 21ο αιώνα μέσα σε 15 ημέρες»* (σ. 21-37). Ανακτήθηκε στις 12 Φεβρουαρίου 2023, από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/online-edu/article/view/3208>.
- Σοφός, Α., Κώστας, Α., & Παράσχου, Β. (2015). *Online εξ αποστάσεως εκπαίδευση*. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <https://hdl.handle.net/11419/182>.
- Σοφός, Α. Λ. (2021). Εκπαίδευση υπό έκτακτες συνθήκες ή εξ αποστάσεως σχολική εκπαίδευση; Προβληματισμοί και ζητήματα που προκύπτουν για τον εκπαιδευτικό και προοπτικές για το μέλλον. *Πρακτικά 1ου Διεθνούς Διαδικτυακού Εκπαιδευτικού Συνεδρίου «Από τον 20ο στον 21ο αιώνα μέσα σε 15 ημέρες»* (σ. 38-50). Ανακτήθηκε στις 12 Φεβρουαρίου 2023, από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/online-edu/article/view/3209>.
- Σπανακά, Α., & Καμέας, Α. (2016). Πόσο ανοικτοί μπορεί να είναι οι Ανοικτοί Εκπαιδευτικοί Πόροι (ΑΕΠ); Παραδείγματα εφαρμογής και αξιοποίησης. *Πρακτικά 7ου Διεθνούς Συνεδρίου για την Ανοικτή & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση*, 7(1Α). doi: 10.12681/icodl.532.
- Στυλιάρης, Γ., & Δήμου, Β. (2015). *Διδακτική της Πληροφορικής*. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <https://hdl.handle.net/11419/722>.
- Τζιμογιάννης, Α. (2020). Ανοικτοί Εκπαιδευτικοί Πόροι και Ηλεκτρονική Μάθηση: Σύγχρονες ερευνητικές τάσεις και προοπτικές. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 13(1/2), 1-6.
- Τσιτάσος, Θ. (2015). *Εκπαιδευτικά περιβάλλοντα διαδικτύου*. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <https://hdl.handle.net/11419/3200>.
- Υ.ΠΑΙ.Θ.Α. (2015). *Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών του μαθήματος Γενικής Παιδείας «Εισαγωγή στις Αρχές της Επιστήμης των Η/Υ» της Β' και Γ' τάξης Ημερήσιων και Γ' και Δ' τάξης Εσπερινών ΕΠΑ.Α. και των μαθημάτων ειδικοτήτων του Τομέα Πληροφορικής της Ομάδας Προσανατολισμού Τεχνολογικών Εφαρμογών των τάξεων Β' και Γ' Ημερήσιων και Β', Γ' και Δ' Εσπερινών ΕΠΑ.Α.* Αθήνα.
- Χρόνη, Μ., Μποζιάρης, Β., & Νικολόπουλος, Σ. (2010). Πρόταση Χρήσης Τεχνολογίας Υπολογιστικού Νέφους στην Εκπαίδευση. *Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»* (σ. 35-44). Ανακτήθηκε στις 2 Φεβρουαρίου 2023, από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4976>.
- Ψάνη, Α., Μακρυγιάννης, Π., & Κοτσιφάκος, Δ. (2021). Η Εμπειρία της Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης στην Τεχνική Εκπαίδευση σε Έκτακτες Συνθήκες. *Πρακτικά 1ου Διεθνούς Διαδικτυακού Εκπαιδευτικού Συνεδρίου «Από τον 20ο στον 21ο αιώνα μέσα σε 15 ημέρες»* (σ. 317-330). <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/online-edu/article/view/3239/3307>.
- Ψηφίδου, Ρ., Κυριακοπούλου, Α., & Κατσικής, Ι. (2021). Εξ αποστάσεως επαγγελματική εκπαίδευση και κατάρτιση κατά την πανδημία: προσαρμογές και προκλήσεις για εκπαιδευόμενους και εκπαιδευτές στην Ευρώπη. *Πρακτικά 1ου Διεθνούς Διαδικτυακού Εκπαιδευτικού Συνεδρίου «Από τον 20ο στον 21ο αιώνα μέσα σε 15 ημέρες»* (σ. 85-93). Ανακτήθηκε στις 12 Φεβρουαρίου 2023, από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/online-edu/article/view/3239/3307>.