ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2025)

12ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «Διδακτική της Πληροφορικής»

Ανάπτυξη Εννοιών Υπολογιστικής Σκέψης στο Δημοτικό Σχολείο: Εμπειρικά Ευρήματα και Επιδιώξεις του Νέου Προγράμματος Σπουδών

Ιωάννης Βουρλέτσης

doi: 10.12681/cetpe.9227

Βιβλιογραφική αναφορά:

Βουρλέτσης Ι. (2025). Ανάπτυξη Εννοιών Υπολογιστικής Σκέψης στο Δημοτικό Σχολείο: Εμπειρικά Ευρήματα και Επιδιώξεις του Νέου Προγράμματος Σπουδών. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 198–207. https://doi.org/10.12681/cetpe.9227

Ανάπτυξη Εννοιών Υπολογιστικής Σκέψης στο Δημοτικό Σχολείο: Εμπειρικά Ευρήματα και Επιδιώξεις του Νέου Προγράμματος Σπουδών

Ιωάννης Βουρλέτσης
vourlets@uth.gr
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Περίληψη

Η Υπολογιστική Σκέψη (ΥΣ) αποτελεί κρίσιμη δεξιότητα του 21ου αιώνα, ενσωματώνοντας έννοιες, πρακτικές και στάσεις που προάγουν την επίλυση προβλημάτων σε όλα τα πεδία. Η γνωστική της διάσταση περιλαμβάνει έννοιες όπως οι ακολουθίες, οι βρόχοι και οι συνθήκες, των οποίων η κατανόηση, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, προϋποθέτει συγκεκριμένα επίπεδα γνωστικής ωριμότητας. Ωστόσο, παραμένουν ερευνητικά κενά σχετικά με την αναπτυξιακή πορεία της ΥΣ και τη σύνδεσή της με τις γνωστικές και μαθησιακές ανάγκες των μαθητών/τριών. Η παρούσα μελέτη επιχειρεί να διερευνήσει την αναπτυξιακή πορεία των εννοιών της ΥΣ μέσω της χρήσης της ελληνικής προσαρμογής του Beginners Computational Thinking Test (BCTt) σε δείγμα 517 μαθητών/τριών Α' έως Γ' δημοτικού σχολείου. Τα αποτελέσματα έδειξαν διαφορές στις επιδόσεις ανά τάξη και έννοια, με υψηλότερες επιδόσεις στις ακολουθίες και χαμηλότερες στις συνθήκες. Συνολικά, η μελέτη παρέχει δεδομένα για την αναπτυξιακή πορεία της ΥΣ και προτείνει κατευθύνσεις για την υποστήριξη της διδασκαλίας και της μάθησης.

Λέξεις κλειδιά: αξιολόγηση, γνωστική ανάπτυξη, δημοτικό σχολείο, πρόγραμμα σπουδών, Υπολογιστική Σκέψη

Εισαγωγή

Ο όρος *Υπολογιστική Σκέψη* (Computational Thinking· στο εξής ΥΣ), αναφέρθηκε για πρώτη φορά το 1980 από τον Seymour Papert ως μια διανοητική δεξιότητα που αποκτούν τα παιδιά μέσω του προγραμματισμού (Papert, 1980). Το ενδιαφέρον για την ΥΣ αναζωπυρώθηκε από την Wing (2006), που περιέγραψε την ΥΣ ως ένα σύνολο νοητικών εργαλείων για την επίλυση προβλημάτων, τον σχεδιασμό συστημάτων και την κατανόηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς, θεμελιωμένο στις αρχές της Επιστήμης των Υπολογιστών και εξίσου σημαντικό με την ανάγνωση, τη γραφή και την αριθμητική.

Η ανανέωση του ενδιαφέροντος για την ΥΣ προκάλεσε έντονη ακαδημαϊκή συζήτηση για τον ορισμό της, στην οποία κυριάρχησε το πλαίσιο της ΥΣ ως γνωστικής κατασκευής (Kafai et al., 2020). Η προσέγγιση αυτή εστιάζει στην καλλιέργεια θεμελιωδών εννοιών και πρακτικών που σχετίζονται με την ΥΣ, αξιοποιώντας τη θεωρία γνωστικής ανάπτυξης του Piaget (1964). Πρόσφατες έρευνες επισημαίνουν την ανάγκη για διερεύνηση περισσότερων διαστάσεων και ηλικιακών ομάδων για την πληρέστερη κατανόηση της αναπτυξιακής πορείας της ΥΣ, παρά την καταγραφή προοδευτικής ανάπτυξης ορισμένων διαστάσεων της ΥΣ σε μαθητές/τριες δημοτικού (Román-González & Pérez-González, 2024). Η παρούσα μελέτη επιδιώκει να ανταποκριθεί σε αυτό το ερευνητικό κενό, εξετάζοντας την αναπτυξιακή πορεία βασικών εννοιών (ακολουθίες, βρόχοι, συνθήκες) της ΥΣ στις πρώτες τάξεις του δημοτικού σχολείου και συνδέοντας τα ευρήματα με τις επιδιώξεις του νέου Προγράμματος Σπουδών (ΠΣ) για το μάθημα Πληροφορική και Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) (ΙΕΠ, 2022).

Θεωρητικό πλαίσιο

Η γνωστική βάση και βασικές έννοιες της Υπολογιστικής Σκέψης: Ακολουθίες, βρόχοι και συνθήκες

Στο πλαίσιο της ΥΣ ως γνωστικής κατασκευής, ένα από τα πιο επιδραστικά μοντέλα περιγραφής της αναπτύχθηκε από τους Brennan και Resnick (2012) και την οργανώνει σε τρεις διαστάσεις: έννοιες, πρακτικές και στάσεις, με βασικές υπολογιστικές έννοιες τις ακολουθίες, τους βρόχους και τις συνθήκες. Οι ακολουθίες αφορούν τη σωστή διάταξη βημάτων, οι βρόχοι την επανάληψή τους και οι συνθήκες τη λήψη αποφάσεων βάσει κριτηρίων. Ο κεντρικός ρόλος των εννοιών αυτών υπογραμμίζεται από τα ευρήματα των Zeng et al. (2023), οι οποίοι στο πλαίσιο της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης ερευνών για την ΥΣ με μαθητές/τριες 2 ως 8 ετών, εντόπισαν στο 74% των ερευνών τις ακολουθίες, στο 43% τους βρόχους και στο 24% τις συνθήκες, ενώ αποτελούν και τις διαστάσεις αξιολόγησης του Beginners Computational Thinking Test (BCTt, Zapata-Cáceres et al., 2020, 2021), του οποίου η ελληνική έκδοση χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα.

Η γνωστική βάση της ΥΣ αντλείται από τη θεωρία γνωστικής ανάπτυξης του Piaget (1964). Σύμφωνα μ' αυτή, κατά το στάδιο της προλογικής σκέψης (2-7 ετών), τα παιδιά σκέφτονται με βάση συγκεκριμένα στοιχεία. Στο στάδιο της συγκεκριμένης λογικής σκέψης (7-11 ετών) αρχίζουν να αποκτούν δεξιότητες λογικής επίλυσης προβλημάτων και να χειρίζονται πιο σύνθετες σχέσεις, όπως βρόχους και συνθήκες. Η ικανότητα υποθετικής σκέψης και αφαίρεσης αναπτύσσεται στο επόμενο στάδιο.

Η έρευνα συνδέει την ΥΣ με γενικότερες γνωστικές λειτουργίες. Ειδικότερα, η ΥΣ σχετίζεται όχι μόνο με τη γενική νοητική ικανότητα αλλά και με επαγωγικές, χωρικές και λεκτικές ικανότητες (Román-González et al., 2017). Οι Gerosa et al. (2021) διαπίστωσαν ότι η κατάκτηση χρονικών ακολουθιών και η σύγκριση μεγεθών προβλέπουν την ΥΣ ήδη από το νηπιαγωγείο. Ακόμα, η διδασκαλία της ΥΣ σχετίζεται με την οπτικοχωρική μνήμη και τη γνωστική αναστολή (Robledo-Castro et al., 2023) και συνδέεται με αριθμητικές, γλωσσικές και οπτικοχωρικές δεξιότητες (Tsarava et al., 2022). Τέλος, η κοινωνική και πολυτροπική αλληλεπίδραση ενισχύει αυτή τη σύνδεση (Kjällander et al., 2021· Lai et al., 2023).

Η αναπτυξιακή πορεία της Υπολογιστικής Σκέψης στην παιδική και σχολική ηλικία

Η ανάπτυξη της ΥΣ δεν είναι γραμμική, αλλά επηρεάζεται από τη γνωστική ωρίμανση και τη συμμετοχή σε στοχευμένες μαθησιακές δραστηριότητες (Kim et al., 2021· Rijke et al., 2018· Román-González et al., 2017). Η μελέτη των Jiang και Wong (2022) με 197 μαθητές/τριες Δ' έως ΣΤ' τάξης έδειξε ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ παράλληλα με τη γνωστική ωρίμανση, καθώς οι μεγαλύτεροι/ες (12-13 ετών) σημείωσαν καλύτερες επιδόσεις στις συνθήκες, τους λογικούς τελεστές και την αναγνώριση προτύπων από τους/τις μικρότερους/ες (9-11 ετών). Παρόμοια, οι Román-González et al. (2017) συνέδεσαν την ανάπτυξη της ΥΣ με τη γνωστική ωριμότητα, αξιολογώντας μεγάλο δείγμα μαθητών/τριών Ε' τάξης δημοτικού έως Α' λυκείου με το εργαλείο Computational Thinking Test (CTt, Román-González, 2015· Román-González et al., 2017). Οι Polat et al. (2021) απέδωσαν τις διαφορές μεταξύ μαθητών Ε' και ΣΤ' τάξης στη συμμετοχή των μεγαλύτερων σε πιο σύνθετα έργα, ενώ οι Kong και Wang (2023) διαπίστωσαν ότι η παρατεταμένη ενασχόληση μαθητών Δ' έως ΣΤ' τάξης με γνωστικά απαιτητικά έργα ενισχύει δεξιότητες όπως η αφαίρεση και η αλγοριθμική σκέψη.

Η ανάπτυξη της έννοιας της ακολουθίας ξεκινά από την προσχολική ηλικία και τα πρώτα χρόνια της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, καθώς οι μαθητές/τριες μπορούν να κατασκευάζουν ακολουθίες (An, 2022), αντιμετωπίζοντας δυσκολίες, ωστόσο, όταν χρειάζεται να εμπλέξουν επαναλήψεις των εντολών τους (Elkin et al., 2016). Οι Sullivan και Bers (2016) ανέφεραν

επίσης διαφορές στην επίδοση στους βρόχους με χρήση αισθητήρων μεταξύ μαθητών/τριών Α΄ και Β΄ τάξης. Οι συνθήκες αποτελούν επίσης μια απαιτητική έννοια για τους/τις μαθητές/τριες. Οι Pila et al. (2019) διαπίστωσαν περιορισμένη βελτίωση στην κατανόηση των συνθηκών "when" σε μαθητές/τριες προσχολικής ηλικίας μετά από σύντομη διδακτική παρέμβαση και αντίστοιχα, οι Luo et al. (2022) παρατήρησαν ότι μαθητές/τριες Δ΄ τάξης αντιμετώπισαν δυσκολίες στην εφαρμογή συνθηκών που απαιτούσαν σύνθετη λογική. Αντίθετα, η μελέτη των Sullivan και Bers (2018) με δείγμα 98 παιδιών προσχολικής ηλικίας που συμμετείχαν σε ένα πρόγραμμα ρομποτικής 7 εβδομάδων, έδειξε ότι παιδιά ηλικίας 3 έως 6 ετών μπορούν να κατανοήσουν και να εφαρμόσουν με επιτυχία τις συνθήκες.

Παρά την επίδραση αναπτυξιακών παραγόντων, τα χαρακτηριστικά της διδακτικής παρέμβασης μπορούν να διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ. Διδακτικές παρεμβάσεις με προσαρμοσμένα στην ηλικία των μαθητών/τριών εργαλεία, όπως το Scratch, ακόμη κι αν είχαν μικρή χρονική διάρκεια, έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικές στην ενίσχυση εννοιών όπως η ακολουθία, οι βρόχοι και οι συνθήκες, ειδικά όταν συγχρονίζονται με τη γνωστική ετοιμότητα και κυρίως με την κατάκτηση μαθηματικών εννοιών (Rodríguez-Martínez et al., 2019· Tengler et al., 2022).

Τέλος, παρά τις εμπειρικές ενδείξεις για την αναπτυξιακή πορεία της ΥΣ, οι υπάρχουσες μελέτες δεν παρέχουν ολοκληρωμένη περιγραφή της πορείας αυτής κατά τη σχολική ηλικία. Η έλλειψη επικυρωμένων εργαλείων αξιολόγησης σε συνδυασμό με τη συχνή παράβλεψη των αναπτυξιακών διαφορών και των μαθησιακών περιβαλλόντων αναδεικνύουν σημαντικά ερευνητικά κενά (Fagerlund et al., 2021· Román-González & Pérez-González, 2024).

Το νέο πρόγραμμα σπουδών για την Πληροφορική και ΤΠΕ

Το νέο ΠΣ για το μάθημα Πληροφορική και ΤΠΕ (ΙΕΠ, 2022) στο δημοτικό σχολείο, το οποίο εφαρμόστηκε ήδη σε Πρότυπα και Πειραματικά σχολεία και του οποίου η γενικευμένη εφαρμογή θα οριστεί με νέα υπουργική απόφαση, δίνει έμφαση στην ΥΣ εξοικειώνοντας τους/τις μαθητές/τριες με βασικές προγραμματιστικές έννοιες, όπως οι ακολουθίες, οι βρόχοι και οι συνθήκες. Στην Α΄ τάξη, το ΠΣ εισάγει την έννοια του προγράμματος ως ακολουθίας βημάτων μέσω προγραμματιστικών περιβαλλόντων και απλών διαδικασιών της καθημερινότητας. Οι μαθητές/τριες δημιουργούν και εκτελούν ακολουθίες οδηγιών σε φυσικό χώρο και ψηφιακά περιβάλλοντα, για την περιγραφή κινήσεων, την επίλυση προβλημάτων και τη δημιουργική έκφραση.

Στη Β΄ τάξη, οι μαθητές/τριες επιδιώκεται να ενισχύσουν την ικανότητά τους να περιγράφουν και να εκτελούν απλά βήματα αλγορίθμων, με ιδιαίτερη έμφαση σε διαδικασίες που περιλαμβάνουν επανάληψη εντολών. Το ΠΣ εισάγει την παραμετροποίηση των ακολουθιών, την περιγραφή της λειτουργίας των διακριτών τμημάτων ενός προγράμματος και τη δημιουργία μικρών προγραμμάτων με δομές επανάληψης. Επιπλέον, οι μαθητές/τριες επιλύουν προβλήματα δημιουργώντας απλά προγράμματα που περιλαμβάνουν εντολές χειρισμού συμβάντων και καθορισμένου αριθμού επαναλήψεων.

Τέλος, στη Γ΄ τάξη, το ΠΣ δίνει έμφαση στην επίλυση προβλημάτων και την ανάπτυξη πιο σύνθετων προγραμματιστικών δεξιοτήτων. Οι μαθητές/τριες εντοπίζουν και περιγράφουν προβλήματα με συνθήκες (π.χ. Εάν … τότε, Εάν … τότε … διαφορετικά), κατανοούν τη λογική τους με κινησιοθετικά παιχνίδια και δημιουργούν προγράμματα με επαναλήψεις και διακριτά τμήματα, εξοικειωνόμενοι/ες με τον εντοπισμό και τη διόρθωση σφαλμάτων.

Συμπερασματικά, η ενσωμάτωση της ΥΣ στο ΠΣ ακολουθεί αναπτυξιακή προσέγγιση, με τους/τις μαθητές/τριες να καλλιεργούν σταδιακά γνωστικές και μεταγνωστικές δεξιότητες για την κατανόηση και την εφαρμογή υπολογιστικών εννοιών. Παράλληλα, καλλιεργούνται δεξιότητες συνεργασίας, δημιουργικότητας, οργάνωσης και επίλυσης προβλημάτων.

Μεθοδολογία

Ερευνητικά ερωτήματα

Βασικός στόχος της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση του βαθμού ανάπτυξης των εννοιών της ΥΣ μεταξύ μαθητών Α΄ έως Γ΄ τάξης δημοτικού, με έμφαση στις διαφορές επιδόσεων μεταξύ των τάξεων αλλά και μεταξύ επιμέρους εννοιών της ΥΣ (ακολουθίες, βρόχοι, συνθήκες) εντός της ίδιας τάξης. Παράλληλα, εξετάστηκε η αντιστοιχία μεταξύ των εμπειρικών ευρημάτων και των προσδοκώμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων που έχουν τεθεί στο νέο ΠΣ για την Πληροφορική και τις ΤΠΕ. Στο πλαίσιο αυτό, διατυπώθηκαν τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

1. Υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στον βαθμό ανάπτυξης της ΥΣ μεταξύ μαθητών/τριών διαφορετικής τάξης;
2. Υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στον βαθμό ανάπτυξης επιμέρους εννοιών της ΥΣ μεταξύ μαθητών/τριών διαφορετικής τάξης;
3. Υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στον βαθμό ανάπτυξης επιμέρους εννοιών της ΥΣ μεταξύ μαθητών/τριών της ίδιας τάξης;
4. Υπάρχει αντιστοιχία μεταξύ των αναδυόμενων προτύπων επιδόσεων στις επιμέρους έννοιες της ΥΣ και των αντίστοιχων προσδοκώμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων του νέου ΠΣ Πληροφορικής και ΤΠΕ;

Η παρούσα μελέτη υιοθετεί τα χαρακτηριστικά της περιγραφικής-συγκριτικής ερευνητικής προσέγγισης (descriptive-comparative study, Cantrell, 2011), εστιάζοντας στη σύγκριση επιδόσεων μαθητών/τριών στις έννοιες της ΥΣ, χωρίς χειρισμό μεταβλητών ή τυχαία κατανομή συμμετεχόντων. Η έμφαση δίνεται στην περιγραφή και σύγκριση των χαρακτηριστικών των ομάδων, χωρίς πρόθεση αιτιώδους διερεύνησης.

Συμμετέχοντες

Η παρούσα μελέτη εντάσσεται σε ευρύτερο ερευνητικό έργο για τη μετάφραση, πολιτισμική προσαρμογή και ψυχομετρική επικύρωση της πρωτότυπης κλίμακας BCTt, για την αξιολόγηση της ανάπτυξης της ΥΣ μαθητών μικρών τάξεων δημοτικού. Το δείγμα προέκυψε από δειγματοληψία δύο σταδίων: αρχικά πραγματοποιήθηκε τυχαία επιλογή εκπαιδευτικής περιφέρειας και στη συνέχεια σχολείων, με αποτέλεσμα την επιλογή της Περιφέρειας Αττικής και πέντε σχολείων επίβλεψής της. Η δειγματοληπτική διαδικασία οδήγησε σε αρχικό δείγμα 673 μαθητών/τριών, από το οποίο αποκλείστηκαν 156 της Δ΄ τάξης λόγω φαινομένου οροφής, με τελικό δείγμα 517 μαθητών/τριών από την Α΄ (160), τη Β΄ (172) και τη Γ΄ (185) τάξη.

Το εργαλείο συλλογής των δεδομένων

Για την αξιολόγηση της ΥΣ χρησιμοποιήθηκε η ελληνική προσαρμογή της πρωτότυπης κλίμακας BCTt (Zapata-Cáceres et al., 2020, 2021), ενός ψυχομετρικά τεκμηριωμένου εργαλείου, ανεξάρτητου από περιβάλλοντα προγραμματισμού, που βασίζεται στη δομή του CTt και έχει σχεδιαστεί ειδικά για μαθητές/τριες ηλικίας 5-10 ετών. Η ελληνική προσαρμογή υλοποιήθηκε με τυποποιημένα στάδια μετάφρασης, έλεγχο νοηματικής ισοδυναμίας και σύντομη πιλοτική χορήγηση σε μαθητές/τριες Α΄ έως Γ΄ τάξης δημοτικού, επιβεβαιώνοντας την καταλληλότητα της κλίμακας για το ελληνικό πλαίσιο (Vourletsis & Politis 2025· Βουρλέτσης & Πολίτης, 2024). Η ψυχομετρική επικύρωση ανέδειξε την αξιοπιστία και εγκυρότητα του εργαλείου, με ερωτήσεις ισορροπημένης και προοδευτικά αυξανόμενης δυσκολίας. Η ελληνική έκδοση περιλαμβάνει 25 ερωτήσεις κλειστού τύπου, οργανωμένες σε έξι σύνολα καθένα από τα οποία καλύπτει μια ξεχωριστή υπολογιστική έννοια: τις *ακολουθίες*

(6 ερωτήσεις), τους απλούς και φωλιασμένους *βρόχους* (5 και 7 ερωτήσεις αντίστοιχα) και τις *συνθήκες* αν-τότε, αν-τότε-αλλιώς και όσο (2, 2 και 3 ερωτήσεις αντίστοιχα). Για κάθε ερώτηση, μόνο μία από τις τέσσερις δυνατές απαντήσεις είναι σωστή. Οι υπολογιστικές έννοιες που αξιολογούνται ευθυγραμμίζονται με τους δείκτες του νέου Προγράμματος Σπουδών Πληροφορικής και ΤΠΕ (ΙΕΠ, 2022) για τις τάξεις Α' έως Γ' του Δημοτικού, όπου προβλέπεται σταδιακή εισαγωγή ακολουθιών, βρόχων και συνθηκών. Συνοψίζοντας, η ελληνική έκδοση αναδείχθηκε ως κατάλληλο εργαλείο για την έγκυρη και αξιόπιστη αξιολόγηση της ΥΣ στις τάξεις Α΄ έως Γ΄ δημοτικού και ακόμη περισσότερο για την Α΄ και τη Β΄.

Διαδικασία συλλογής και ανάλυσης των δεδομένων

Πραγματοποιήσαμε τη συλλογή των δεδομένων κατά τον Μάιο και Ιούνιο του 2022 και αφού είχαμε εξασφαλίσει τις απαραίτητες άδειες. Η διάρκεια ολοκλήρωσης της δοκιμασίας κυμάνθηκε από 35 έως 55 λεπτά. Κατά την κωδικοποίηση των δεδομένων, αποδώσαμε σε καθεμία σωστή απάντηση 1 βαθμό (συνολική βαθμολογία 0-25 βαθμών), ενώ για τη διασφάλιση συγκρισιμότητας στις υποκλίμακες (ακολουθίες, βρόχοι, συνθήκες), μετατρέψαμε τις βαθμολογίες σε κανονικοποιημένες τιμές (0-1).

Κατά την ανάλυση, αρχικά υπολογίσαμε περιγραφικά στατιστικά των βαθμολογιών. Για να διερευνήσουμε διαφορές μεταξύ των τάξεων, πραγματοποιήσαμε αναλύσεις διακύμανσης (ANOVA) κατά έναν παράγοντα με τη μέθοδο Welch και πολλαπλές συγκρίσεις (Games-Howell για τη συνολική βαθμολογία, τις ακολουθίες και τους βρόχους, Tukey HSD για τις συνθήκες). Το μέγεθος της επίδρασης υπολογίστηκε με τους δείκτες ω^2 και η^2 (Cohen, 1988). Τέλος, εξετάσαμε διαφορές εντός των τάξεων με αναλύσεις διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων και διόρθωση Greenhouse-Geisser.

Αποτελέσματα

Συνολική επίδοση και διαφορές μεταξύ τάξεων

Η μέση τιμή της συνολικής επίδοσης όλων των μαθητών/τριών του δείγματος υπολογίστηκε σε 14,19, η διάμεσος σε 15,00 και η τυπική απόκλιση σε 5,96, υποδεικνύοντας μέτρια διασπορά των επιδόσεων γύρω από τη μέση τιμή. Οι μαθητές/τριες της Γ΄ τάξης σημείωσαν την υψηλότερη μέση τιμή (16,35) και τη μικρότερη τυπική απόκλιση (5,03), που υποδηλώνει περισσότερο ομοιογενή επίδοση (Πίνακας 1). Συνολικά, οι μέσες τιμές των επιδόσεων ακολουθούν αυξητική τάση από την Α΄ προς τη Γ΄ τάξη, ενώ οι τυπικές αποκλίσεις μειώνονται, υποδεικνύοντας αυξανόμενη ομοιογένεια των επιδόσεων προς τη Γ΄ τάξη.

Πίνακας 1. Περιγραφικά στατιστικά δεδομένα των συνολικών βαθμολογιών ανά τάξη

Τάξη	*N*	*Μ.Τ.*	*Διάμεσος*	*Τ.Α.*	*Ελάχιστο*	*Μέγιστο*
Α΄	160	12,44	13,00	6,22	0,00	24,00
Β΄	172	13,49	14,00	5,96	0,00	24,00
Γ΄	185	16,35	16,00	5,03	7,00	25,00
Σύνολο	**517**	**14,19**	**15,00**	**5,96**	**0,00**	**25,00**

Η ανάλυση διακύμανσης κατά έναν παράγοντα με τη μέθοδο του Welch έδειξε ότι η μέση τιμή της συνολικής βαθμολογίας στη δοκιμασία ήταν διαφορετική σε στατιστικά σημαντικό βαθμό μεταξύ των μαθητών/τριών διαφορετικών τάξεων, Welch's $F(2, 331{,}74) = 23{,}69$, $p < 0{,}001$. Η επίδραση της τάξης φοίτησης χαρακτηρίζεται ως μέτρια ($\omega^2 = 0{,}08$, $\eta^2 = 0{,}08$), αφού το 8% της διακύμανσης αποδίδεται στον παράγοντα της τάξης. Η διενέργεια πολλαπλών

συγκρίσεων με τη μέθοδο Games-Howell έδειξε στατιστικά σημαντική αύξηση της μέσης συνολικής επίδοσης από την Α′ στη Γ′ τάξη (3,91, 95% CI [2,46, 5,36], $p < 0,001$) και από τη Β′ στη Γ′ τάξη (2,86, 95% CI [1,48, 4,24], $p < 0,001$).

Επίδοση στις επιμέρους έννοιες και διαφορές μεταξύ τάξεων

Σύμφωνα με τα περιγραφικά στατιστικά δεδομένα των επιδόσεων στις επιμέρους έννοιες της ΥΣ (Πίνακας 2), οι μέσες τιμές των επιδόσεων στις ακολουθίες, τους βρόχους και τις συνθήκες αυξάνονται σταδιακά από την Α′ προς τη Γ′ τάξη και οι μαθητές/τριες της Γ′ τάξης σημειώνουν τις υψηλότερες τιμές. Αντίστροφα, η τυπική απόκλιση μειώνεται από την Α′ προς τη Γ′ τάξη στις ακολουθίες και τους βρόχους, υποδεικνύοντας μεγαλύτερη ομοιογένεια στις μεγαλύτερες τάξεις, ενώ στις συνθήκες παραμένει σταθερή. Προκειμένου να διερευνήσουμε πιθανές διαφορές μεταξύ των επιδόσεων των μαθητών/τριών στις επιμέρους έννοιες της ΥΣ, διενεργήσαμε αναλύσεις διακύμανσης κατά έναν παράγοντα για καθεμία.

Πίνακας 2. Περιγραφικά στατιστικά δεδομένα των επιμέρους βαθμολογιών(κανονικοποιημένες τιμές) ανά τάξη

	Τάξη	*Μ.Τ.*	*Τ.Α.*	*Ελάχιστο*	*Μέγιστο*
Ακολουθίες	Α′	0,73	0,27	0,00	1,00
	Β′	0,77	0,26	0,00	1,00
	Γ′	0,83	0,22	0,17	1,00
Βρόχοι	Α′	0,48	0,27	0,00	1,00
	Β′	0,53	0,27	0,00	1,00
	Γ′	0,68	0,23	0,08	1,00
Συνθήκες	Α′	0,33	0,30	0,00	1,00
	Β′	0,36	0,30	0,00	1,00
	Γ′	0,46	0,31	0,00	1,00

Η ανάλυση διακύμανσης κατά Welch για τις ακολουθίες έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τάξεων, Welch's $F(2, 332,04) = 7,84$, $p < 0,001$, με μικρό μέγεθος επίδρασης ($\omega^2 = 0,02$ και $\eta^2 = 0,03$). Οι πολλαπλές συγκρίσεις έδειξαν υψηλότερες επιδόσεις της Γ′ τάξης σε σύγκριση με την Α′ (0,10, 95% CI [0,04, 0,16], $p < 0,001$) και τη Β′ (0,06, 95% CI [0,01, 0,13], $p = 0,028$), χωρίς διαφορά μεταξύ Α′ και Β′ ($p = 0,424$).

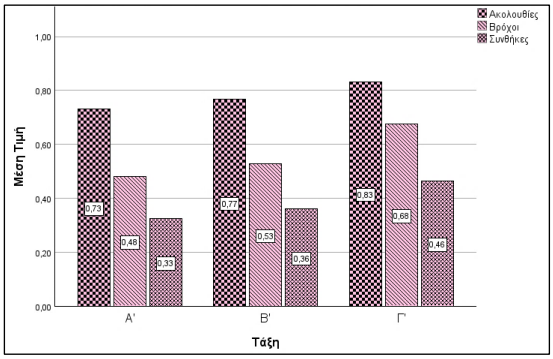
Η ανάλυση διακύμανσης κατά Welch για τους βρόχους έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τάξεων, Welch's $F(2, 332,71) = 30,09$, $p < 0,001$, με μέτριο μέγεθος επίδρασης ($\omega^2 = 0,09$ και $\eta^2 = 0,10$). Οι πολλαπλές συγκρίσεις έδειξαν υψηλότερες επιδόσεις της Γ′ τάξης σε σύγκριση με την Α′ (0,19, 95% CI [0,13, 0,26], $p <0 ,001$) και τη Β′ (0,15, 95% CI [0,09, 0,21], $p < 0,001$), χωρίς διαφορά μεταξύ Α′ και Β′ ($p = 0,241$).

Τέλος, η ανάλυση διακύμανσης κατά έναν παράγοντα για τις συνθήκες ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τάξεων Welch's $F(2, 514) = 9,82$, $p < 0,001$, με μικρό προς μέτριο μέγεθος επίδρασης ($\omega^2 = 0,03$, $\eta^2 = 0,04$). Οι πολλαπλές συγκρίσεις έδειξαν υψηλότερες επιδόσεις της Γ′ τάξης σε σύγκριση με την Α′ (0,14, 95% CI [0,06, 0,22], $p < 0,001$) και τη Β′ (0,10, 95% CI [0,03, 0,18], $p = 0,005$), χωρίς διαφορά μεταξύ Α′ και Β′ ($p = 0,522$).

Επίδοση στις επιμέρους έννοιες και διαφορές εντός τάξεων

Τα περιγραφικά στατιστικά δεδομένα των επιδόσεων στις έννοιες της ΥΣ ανά τάξη (Πίνακα 2) ανέδειξαν το επαναλαμβανόμενο μοτίβο του Σχήματος 1 με υψηλότερες επιδόσεις στις ακολουθίες, ακολουθούμενες από τους βρόχους και τις συνθήκες. Προκειμένου να διερευνήσουμε αν οι επιδόσεις των μαθητών/τριών της ίδιας τάξης στις έννοιες της ΥΣ

διαφοροποιούνται σε στατιστικά σημαντικό βαθμό, διενεργήσαμε ξεχωριστές αναλύσεις διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων για καθεμία τάξη.



Σχήμα 1. Μέσες επιδόσεις στις επιμέρους έννοιες της ΥΣ ανά τάξη

Η ανάλυσή μας έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις των μαθητών/τριών της Α΄ τάξης μεταξύ των τριών εννοιών, $F(1{,}81, 288{,}33) = 234{,}01$, $p < 0{,}001$, με μεγάλο μέγεθος επίδρασης ($\eta_p^2 = 0{,}60$, $\omega^2 = 0{,}49$). Οι πολλαπλές συγκρίσεις με διόρθωση Bonferroni έδειξαν ότι όλες οι διαφορές ήταν στατιστικά σημαντικές ($p < 0{,}001$) με τις ακόλουθες μέσες διαφορές: ακολουθίες-βρόχοι (0,25, 95% CI [0,21, 0,29]), ακολουθίες-συνθήκες (0,41, 95% CI [0,35, 0,46]), βρόχοι-συνθήκες (0,16, 95% CI [0,11, 0,20]).

Παρόμοιο μοτίβο εντοπίσαμε στη Β΄ τάξη, με στατιστικά σημαντικές διαφορές, $F(1{,}87, 320{,}10) = 247{,}16$, $p < 0{,}001$, και μεγάλο μέγεθος επίδρασης ($\eta_p^2 = 0{,}59$, $\omega^2 = 0{,}49$). Οι διαφορές μεταξύ όλων των ζευγών εννοιών ήταν στατιστικά σημαντικές ($p < 0{,}001$), με τις εξής μέσες διαφορές: ακολουθίες-βρόχοι (0,24, 95% CI [0,20, 0,28]), ακολουθίες-συνθήκες (0,41, 95% CI [0,36, 0,46]), βρόχοι-συνθήκες (0,17, 95% CI [0,13, 0,21]).

Τέλος, εντοπίσαμε στατιστικά σημαντικές διαφορές και στη Γ΄ τάξη, $F(1{,}81, 332{,}81) = 172{,}37$, $p < 0{,}001$, με μεγάλο μέγεθος επίδρασης ($\eta_p^2 = 0{,}48$ και $\omega^2 = 0{,}38$). Οι πολλαπλές συγκρίσεις με διόρθωση Bonferroni έδειξαν ότι οι διαφορές μεταξύ όλων των εννοιών ήταν στατιστικά σημαντικές ($p < 0{,}001$), με τις ακόλουθες μέσες διαφορές: ακολουθίες-βρόχοι (0,16, 95% CI [0,12, 0,20]), ακολουθίες-συνθήκες (0,37, 95% CI [0,32, 0,42]), βρόχοι-συνθήκες (0,21, 95% CI [0,16, 0,26]).

Σύνδεση της ανάπτυξης της ΥΣ με τις επιδιώξεις του προγράμματος σπουδών

Η ανάλυσή μας ανέδειξε αναπτυξιακή πρόοδο στις έννοιες της ΥΣ (ακολουθίες, βρόχοι, συνθήκες), η οποία ευθυγραμμίζεται με τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα του νέου ΠΣ Πληροφορικής και ΤΠΕ (ΙΕΠ, 2022) για τις τάξεις Α΄ έως Γ΄ του δημοτικού σχολείου. Ειδικότερα, η σταδιακή βελτίωση των επιδόσεων από την Α΄ στη Γ΄ τάξη αντικατοπτρίζει την αναπτυξιακή προσέγγιση του ΠΣ, με την εισαγωγή των ακολουθιών σε απλές διαδικασίες καθημερινής ζωής στην Α΄ τάξη, τη διδασκαλία των δομών επανάληψης στη Β΄ τάξη και τη χρήση σύνθετων συνθηκών στη Γ΄ τάξη.

Η παρατηρούμενη στην έρευνά μας προοδευτική κατάκτηση των εννοιών από τους/τις μαθητές/τριες προσφέρει ενδείξεις για τη συμβατότητα του ΠΣ με τις δυνατότητες των μαθητών/τριών στις αντίστοιχες ηλικίες. Η αυξητική τάση της συνολικής επίδοσης από την Α΄ προς τη Γ΄ τάξη φαίνεται να αντανακλά προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα του ΠΣ

που συνάδουν με τις γνωστικές δυνατότητες κάθε ηλικιακής ομάδας, ενώ οι υψηλότερες επιδόσεις της Γ΄ τάξης αναδεικνύουν την έμφαση στην επίλυση προβλημάτων και την ανάπτυξη πιο σύνθετων δεξιοτήτων. Παράλληλα, οι διαφοροποιήσεις στις επιδόσεις μεταξύ των εννοιών αντανακλούν γνωστικές προκλήσεις και υποδηλώνουν τη συνέπεια του ΠΣ με την αναπτυξιακή προσέγγιση.

Συζήτηση

Η παρούσα μελέτη επιχείρησε να συνεισφέρει στη διερεύνηση της αναπτυξιακής πορείας βασικών εννοιών της ΥΣ (ακολουθίες, βρόχοι, συνθήκες) στις τρεις πρώτες τάξεις του δημοτικού σχολείου με χρήση έγκυρων και αξιόπιστων εργαλείων αξιολόγησής της (Fagerlund et al., 2021· Román-González & Pérez-González, 2024). Ταυτόχρονα, επιχείρησε να διερευνήσει την αντιστοίχιση των ευρημάτων με τις επιδιώξεις του νέου ΠΣ για το μάθημα Πληροφορική και ΤΠΕ (ΙΕΠ, 2022) για τις ίδιες τάξεις. Τα ευρήματά μας παρέχουν σημείο αναφοράς για την επικείμενη καθολική εφαρμογή του νέου ΠΣ, συμβάλλοντας στον σχεδιασμό διδακτικών παρεμβάσεων και την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών.

Τα αποτελέσματα της μελέτης μας ανέδειξαν τη σταδιακή πρόοδο των μαθητών/τριών στις έννοιες της ΥΣ από την Α΄ προς τη Γ΄ τάξη του δημοτικού σχολείου, υπογραμμίζοντας την αναπτυξιακή της διάσταση. Οι επιδόσεις ήταν υψηλότερες στις ακολουθίες, ακολουθούμενες από τους βρόχους και τις συνθήκες, επιβεβαιώνοντας προηγούμενες έρευνες για προοδευτική ανάπτυξη δεξιοτήτων με την ηλικία και τη γνωστική ωρίμανση (Elkin et al., 2016· Jiang & Román-González et al., 2017· Sullivan & Bers, 2016· Wong, 2022). Η χαμηλότερη επίδοση στις συνθήκες αντανακλά τις γνωστικές προκλήσεις των σύνθετων λογικών σχέσεων, εύρημα που συνάδει με προηγούμενες έρευνες (Luo et al., 2022· Pila et al., 2019). Παράλληλα, η προοδευτική βελτίωση των επιδόσεων αντικατοπτρίζει τη θεωρία του Piaget (1964) και ευθυγραμμίζεται με την αναπτυξιακή προσέγγιση του ελληνικού ΠΣ, που προβλέπει προοδευτική εισαγωγή και εμβάθυνση εννοιών.

Παρόλο που η μελέτη μας βασίστηκε σε μεγάλο δείγμα και έγκυρο εργαλείο αξιολόγησης, αναγνωρίζονται περιορισμοί όπως η γεωγραφική της εστίαση, ο εγκάρσιος σχεδιασμός χωρίς παρακολούθηση των ίδιων μαθητών/τριών σε βάθος χρόνου και η αποκλειστική χρήση ερωτημάτων πολλαπλής επιλογής. Επιπλέον, στο ισχύον πλαίσιο και στις τάξεις Α΄ έως Γ΄ του δημοτικού δε διδάσκονται συστηματικά οι υπολογιστικές έννοιες στις οποίες εστιάσαμε και επομένως τα ευρήματά μας προσφέρουν κυρίως ενδείξεις μαθησιακής ετοιμότητας πριν τη διδασκαλία. Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν ποιοτικές μεθόδους, να εξετάσουν τη σχέση της ΥΣ με άλλες δεξιότητες και να υλοποιήσουν διαχρονικές παρεμβάσεις ευθυγραμμισμένες με το νέο ΠΣ. Συνοψίζοντας, η μελέτη μας παρέχει δεδομένα για την αναπτυξιακή πορεία της ΥΣ, αναδεικνύει τη σημασία προσαρμοσμένων διδακτικών παρεμβάσεων και ενισχύει τη θεωρητική βάση για τη διδασκαλία της. Επιπλέον, υποδεικνύει κατευθύνσεις διδασκαλίας, τροφοδοτώντας τη βελτίωση της εκπαιδευτικής πρακτικής.

Συμπεράσματα

Η παρούσα μελέτη ανέδειξε την αναπτυξιακή πορεία βασικών εννοιών της ΥΣ στις πρώτες τάξεις του δημοτικού, καλύπτοντας αντίστοιχα ερευνητικά κενά. Αξιοποιώντας την ελληνική προσαρμογή του BCTt σε δείγμα 517 μαθητών/τριών Α΄ έως Γ΄ τάξης, διαπιστώθηκε σταδιακή βελτίωση από την Α΄ προς τη Γ΄ τάξη τόσο στις επιμέρους όσο και στις συνολικές επιδόσεις της ΥΣ, επιβεβαιώνοντας τη θεωρητική βάση της ΥΣ ως γνωστικής κατασκευής που εξελίσσεται με εμπειρία και διδασκαλία. Ταυτόχρονα, τα ευρήματά μας ευθυγραμμίζονται με τις επιδιώξεις του νέου ελληνικού ΠΣ για το μάθημα Πληροφορική και ΤΠΕ. Ωστόσο, η

δυνατότητα γενίκευσης περιορίζεται από τον εγκάρσιο σχεδιασμό, τον γεωγραφικό περιορισμό και την απουσία ποιοτικών δεδομένων. Συνολικά, η μελέτη συμβάλλει στην εκπαιδευτική πρακτική, ενισχύει τη θεωρητική βάση για τη διδασκαλία της ΥΣ και προσφέρει μια χρήσιμη αφετηρία για την εφαρμογή του νέου ΠΣ και τη μελλοντική έρευνα.

Αναφορές

An, M. (2022). CTST: Development and validation of an sequence ability in computational thinking in early childhood education. *Proceedings of the 5th International Conference on Big Data and Education* (pp. 241-247). ACM. https://doi.org/10.1145/3524383.3524445

Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of the Annual American Educational Research Association Meeting (*pp. 1-25). AERA. https://scratched.gse.harvard.edu/ct/files/AERA2012.pdf

Cantrell, M. A. (2011). Demystifying the research process: Understanding a descriptive comparative research design. *Pediatric Nursing*, *37*(4), 188-189.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd. ed.). Lawrence Erlbaum Associates.

Elkin, M., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Programming with the KIBO robotics kit in preschool classrooms. *Computers in the Schools*, *33*(3), 169-186. https://doi.org/10.1080/07380569.2016.1216251

Fagerlund, J., Häkkinen, P., Vesisenaho, M., & Viiri, J. (2021). Computational thinking in programming with Scratch in primary schools: A systematic review. *Computer Applications in Engineering Education*, *29*(1), 12-28. https://doi.org/10.1002/cae.22255

Gerosa, A., Koleszar, V., Tejera, G., Gómez-Sena, L., & Carboni, A. (2021). Cognitive abilities and computational thinking at age 5: Evidence for associations to sequencing and symbolic number comparison. *Computers and Education Open*, *2*, 100043. https://doi.org/10.1016/j.caeo.2021.100043

Jiang, S., & Wong, G. K. W. (2022). Exploring age and gender differences of computational thinkers in primary school: A developmental perspective. *Journal of Computer Assisted Learning*, *38*(1), 60-75. https://doi.org/10.1111/jcal.12591

Kafai, Y., Proctor, C., & Lui, D. (2020). From theory bias to theory dialogue. *ACM Inroads*, *11*(1), 44-53. https://doi.org/10.1145/3381887

Kim, H. S., Kim, S., Na, W., & Lee, W. J. (2021). Extending Computational Thinking into Information and Communication Technology literacy measurement. *ACM Transactions on Computing Education*, *21*(1), 1-25. https://doi.org/10.1145/3427596

Kjällander, S., Mannila, L., Åkerfeldt, A., & Heintz, F. (2021). Elementary students' first approach to computational thinking and programming. *Education Sciences*, *11*(2), 80. https://doi.org/10.3390/educsci11020080

Kong, S.-C., & Wang, Y.-Q. (2023). Monitoring cognitive development through the assessment of computational thinking practices: A longitudinal intervention on primary school students. *Computers in Human Behavior*, *145*, 107749. https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107749

Lai, X., Ye, J., & Wong, G. K. W. (2023). Effectiveness of collaboration in developing computational thinking skills: A systematic review of social cognitive factors. *Journal of Computer Assisted Learning, 39*(5), 1418-1435. https://doi.org/10.1111/jcal.12845

Luo, F., Israel, M., & Gane, B. (2022). Elementary Computational Thinking Instruction and Assessment: A Learning Trajectory Perspective. *ACM Transactions on Computing Education*, *22*(2), 1-26. https://doi.org/10.1145/3494579

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.

Piaget, J. (1964). Cognitive development in children: Development and Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, *2*, 176-186. https://doi.org/10.1002/tea.3660020306

Pila, S., Aladé, F., Sheehan, K. J., Lauricella, A. R., & Wartella, E. A. (2019). Learning to code via tablet applications: An evaluation of Daisy the Dinosaur and Kodable as learning tools for young children. *Computers & Education*, *128*, 52-62. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.006

Polat, E., Hopcan, S., Kucuk, S., & Sisman, B. (2021). A comprehensive assessment of secondary school students' computational thinking skills. *British Journal of Educational Technology*, *52*(5), 1965-1980. https://doi.org/10.1111/bjet.13092

Rijke, W. J., Bollen, L., Eysink, T. H. S., & Tolboom, J. L. J. (2018). Computational Thinking in primary school: An examination of abstraction and decomposition in different age groups. *Informatics in Education*, *17*(1), 77-92. https://doi.org/10.15388/infedu.2018.05

Robledo-Castro, C., Hederich-Martínez, C., & Castillo-Ossa, L. F. (2023). Cognitive stimulation of executive functions through computational thinking. *Journal of Experimental Child Psychology*, *235*, 105738. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2023.105738

Rodríguez-Martínez, J. A., González-Calero, J. A., & Sáez-López, J. M. (2019). Computational thinking and mathematics using Scratch: an experiment with sixth-grade students. *Interactive Learning Environments*, *28*(3), 316-327. https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1612448

Román-González, M. (2015). Computational thinking test: Design guidelines and content validation. *Proceedings of the EDULEARN15 Conference* (pp. 2436-2444). IATED. https://library.iated.org/view/ROMANGONZALEZ2015COM

Román-González, M., Pérez-González, J.-C., & Jiménez-Fernández, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the computational thinking test. *Computers in Human Behavior*, *72*, 678-691. https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.047

Román-González, M., & Pérez-González, J.-C. (2024). Computational thinking assessment: A developmental approach. In H. Abelson, & S.-C. Kong (Eds.), *Computational thinking curricula in K-12: International implementations* (pp. 121-142). The MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/14041.003.0009

Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Girls, boys, and bots: Gender differences in young children's performance on robotics and programming tasks. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, *15*, 145-165. https://doi.org/10.28945/3547

Sullivan, A., & Bers, M. U. (2018). Dancing robots: integrating art, music, and robotics in Singapore's early childhood centers. *International Journal of Technology and Design Education*, *28*(2), 325-346. https://doi.org/10.1007/s10798-017-9397-0

Tengler, K., Kastner-Hauler, O., Sabitzer, B., & Lavicza, Z. (2022). The effect of robotics-based storytelling activities on primary school students' computational thinking. *Education Sciences*, *12*(1), 10. https://doi.org/10.3390/educsci12010010

Tsarava, K., Moeller, K., Román-González, M., Golle, J., Leifheit, L., Butz, M. V., & Ninaus, M. (2022). A cognitive definition of computational thinking in primary education. *Computers & Education*, *179*, 104425. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104425

Vourletsis, I., Politis, P. (2025). Greek translation, cultural adaptation, and psychometric validation of beginners computational thinking test (BCTt). *Education and Information Technologies*, *30*, 2211-2235. https://doi.org/10.1007/s10639-024-12887-6

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, *49*(3), 33-35. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215

Zapata-Cáceres, M. Martín-Barroso, E., & Román-González, M. (2021). BCTt: Beginners Computational Thinking Test. In *Understanding computing education (Vol 1), Proceedings of the Raspberry Pi Foundation Research Seminar series*. Raspberry Pi Foundation. www.rpf.io/seminar-proceedings-2020

Zapata-Cáceres, M., Martín-Barroso, E., & Román-González, M. (2020). Computational Thinking Test for Beginners: Design and Content Validation. In *2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. IEEE. https://doi.org/10.1109/educon45650.2020.9125368

Zeng, Y., Yang, W., & Bautista, A. (2023). Computational thinking in early childhood education: Reviewing the literature and redeveloping the three-dimensional framework. *Educational Research Review*, *39*, 100520. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2023.100520

Βουρλέτσης, Ι., & Πολίτης, Π. (2024). Ελληνική προσαρμογή και ψυχομετρική επικύρωση της κλίμακας Beginners Computational Thinking Test (BCTt) για την αξιολόγηση της Υπολογιστικής Σκέψης μαθητών/τριών Δημοτικού Σχολείου. *Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνεδρίου "Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία"* (619-632). ΕΤΠΕ. https://www.etpe.gr/wp-content/uploads/2025/07/8etpearticle__48_619-632.pdf

ΙΕΠ. (2022). *Πρόγραμμα σπουδών για το μάθημα Πληροφορική και Τεχνολογίες της Πληροφορίας και Επικοινωνιών δημοτικού*. ΙΕΠ. https://www.iep.edu.gr/el/nea-ps-provoli