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 Εργαλείου Αξιολόγησης Υπολογιστικής Σκέψης DACT

Εμμανουήλ Πουλάκης, Παναγιώτης Πολίτης, Πέτρος Ρούσσος

doi: 10.12681/cetpe.9217

Βιβλιογραφική αναφορά:

Πουλάκης Ε., Πολίτης Π., & Ρούσσος Π. (2025). Ανάπτυξη Εργαλείου Αξιολόγησης Υπολογιστικής Σκέψης DACT. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 107–116. https://doi.org/10.12681/cetpe.9217

Ανάπτυξη Εργαλείου Αξιολόγησης Υπολογιστικής Σκέψης DACT

Εμμανουήλ Πουλάκης[1], Παναγιώτης Πολίτης[2], Πέτρος Ρούσσος[3]
epoulakis@uth.gr, ppol@uth.gr, roussosp@psych.uoa.gr
[1]Γενικό Λύκειο Τζερμιάδων Λασιθίου
[2]Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
[3]Τμήμα Ψυχολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Η υπολογιστική σκέψη (ΥΣ) (computational thinking), παρά τις επιμέρους διαφοροποιήσεις των ερευνητών ως προς τον ορισμό της, έχει κερδίσει σταθερά έδαφος στην επιστημονική κοινότητα τα τελευταία 20 χρόνια. Αρκετές χώρες έχουν προχωρήσει ήδη στην ενσωμάτωση της ΥΣ αναμορφώνοντας τα προγράμματα σπουδών τους. Ανιχνεύεται όμως ακόμα σήμερα ένα κενό στην αξιολόγηση της ΥΣ, η οποία αποτελεί πρωταρχικό εργαλείο για την ανάπτυξη αποδοτικών διδακτικών πρακτικών ΥΣ. Βασιζόμενοι στην έρευνα προχωρήσαμε στη σχεδίαση και δημιουργία ενός εργαλείου αξιολόγησης της ΥΣ. Το εργαλείο αξιολόγησης ΥΣ DACT (https://dact.pre.uth.gr/) αποτελεί μοναδικό εργαλείο αξιολόγησης ΥΣ μαθητών συγκεκριμένης ηλιακής ομάδας (11-14 ετών), λαμβάνει υπόψη του τις έξι διαστάσεις της ΥΣ (αλγοριθμική σκέψη, αξιολόγηση, αποσύνθεση, γενίκευση και μοτίβα, αφαίρεση και λογική), δεν συνδέεται με προγραμματιστικό περιβάλλον και μπορεί να χορηγηθεί σε ψηφιακή ή σε έντυπη μορφή. Υπό αυτό το πρίσμα αποτελεί πρωτότυπη συνεισφορά στην επιστημονική κοινότητα.

Λέξεις κλειδιά: εργαλείο αξιολόγησης ΥΣ, μαθητές 11-14 ετών, Υπολογιστική Σκέψη

Εισαγωγή

Η ΥΣ ήρθε στο προσκήνιο της επιστημονικής αναζήτησης με ένα άρθρο της Wing (2006), στο οποίο πραγματεύεται την οριζόντια διείσδυση της Επιστήμης των Υπολογιστών σε όλα τα αντικείμενα. Ενώ υπάρχουν αρκετές προτάσεις για διδακτικό υλικό για την ανάπτυξη της ΥΣ, η αξιολόγηση της ΥΣ δεν δείχνει να ακολουθεί με τον ίδιο ρυθμό. Έτσι, διαπιστώνονται θέματα, όπως είναι οι ηλικιακές ομάδες που απευθύνεται η αξιολόγηση, η εξάρτηση από συγκεκριμένα προγραμματιστικά περιβάλλοντα, η αξιολόγηση κυρίως προγραμματιστικών εννοιών, η μη αυτοματοποιημένη διαδικασία και η υποκειμενικότητα, καθώς και η επικύρωση και ο έλεγχος των προτεινόμενων εργαλείων, ώστε αυτά να είναι έγκυρα (Poulakis & Politis, 2021· Tang et al., 2020· Ukkonen et al., 2024· Πουλάκης & Πολίτης, 2019).

Θεωρητικό πλαίσιο

Εδώ και χρόνια, σε παγκόσμιο επίπεδο, διεξάγεται μεγάλη συζήτηση για την ΥΣ, την οποία αναφέρουν διεξοδικά πολλοί ερευνητές, όπως οι Allan et al. (2010), Barr και Stephenson (2011), Denning (2007), Guzdial (2008), Selby και Woolard (2013), Yadav et al. (2017), Μαυρουδή κ.ά. (2014), ενώ αρκετή συζήτηση γίνεται και στα workshops του National Research Council (2010). Οι Selby και Woolard (2013) αναφέρουν πέντε, κοινές σχεδόν σε όλους τους ορισμούς, έννοιες: αλγοριθμική σκέψη, αφαίρεση, αποσύνθεση, αξιολόγηση και γενίκευση. Αναφέρονται κι άλλες παρεμφερείς έννοιες όπως η αυτοματοποίηση (Barr & Stephenson, 2011), η οποία συνδέεται με την αλγοριθμική σκέψη (ISTE & CSTA, 2011). Αντίστοιχα, η αναπαράσταση δεδομένων συνδέεται με την αφαίρεση, ενώ η ανάλυση και οργάνωση των δεδομένων γίνεται με λογικό τρόπο, συνδέοντάς τις έννοιες αυτές με τη λογική του CS Unplugged (University of Canterbury, n.d.). Μέχρι σήμερα δεν υπάρχει καθολικά

αποδεκτός ορισμός της ΥΣ, ενώ η ποικιλία ορισμών οδηγεί την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Bocconi et al., 2016· European Commission, 2016), στο να προσδιορίσει ένα σύνολο κοινά εμφανιζόμενων κι αποδεκτών εννοιών για την ΥΣ: αφαίρεση, αλγοριθμική σκέψη, αυτοματοποίηση, αποσύνθεση, αποσφαλμάτωση και γενίκευση. Πρωτοβουλίες με παγκόσμια απήχηση, όπως είναι το CS Unplugged (University of Canterbury, n.d.) ή το Computing At School (CAS) (Computing At School, n.d.) βασίζονται στους Selby και Woollard (2013) και αναφέρουν έξι βασικές διαστάσεις (Bell & Lodi, 2019· Computing At School, 2015· University of Canterbury, n.d.): αλγοριθμική σκέψη, αφαίρεση, αποσύνθεση, γενίκευση και μοτίβα, αξιολόγηση και λογική. Εκτός την προσθήκη της λογικής (Bell & Lodi, 2019), το CAS επίσης αναφέρεται σε επιπλέον σε τεχνικές και προσεγγίσεις (Computing At School, 2015). Το Teaching London Computing (n.d.) ακολουθεί επίσης την προσέγγιση της ΥΣ του CAS, ενώ και ο διαγωνισμός Bebras εναρμονίζεται με τις έννοιες των Selby και Woollard (Dagienė & Sentance, 2016).

Έτσι, στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας θα ακολουθήσουμε την ίδια θεωρητική προσέγγιση, στην οποία η ΥΣ αποτελεί γνωστική διεργασία (cognitive process) ή διεργασία σκέψης (thought process) και περιλαμβάνει τις έξι (6) διαστάσεις: αλγοριθμική σκέψη, αφαίρεση, αποσύνθεση, γενίκευση και μοτίβα, αξιολόγηση και λογική. Σύντομα παραδείγματα και ορισμούς των εννοιών δίνουν οι Curzon et al. (2014).

Από τη μελέτη των υφιστάμενων εργαλείων αξιολόγησης της ΥΣ δεν βρήκαμε κάποιο εργαλείο που να αξιολογεί αυτόνομα την ΥΣ λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω διαστάσεις. Οι διαστάσεις της ΥΣ μπορούν να ομαδοποιηθούν σε δύο γενικές κατηγορίες (Bocconi et al., 2022): α) ΥΣ που σχετίζεται με την επίλυση γενικών προβλημάτων και β) ΥΣ που σχετίζεται με τον προγραμματισμό και τον υπολογισμό. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν σχεδόν όλες οι διαστάσεις (εκτός την αλγοριθμική σκέψη) που απαρτίζουν την ΥΣ, όμως τα περισσότερα αυτοματοποιημένα εργαλεία αξιολόγησης ΥΣ ασχολούνται κυρίως με προγραμματιστικές έννοιες και ανήκουν στη δεύτερη κατηγορία. Η αξιολόγηση της ΥΣ θα πρέπει να μην βασίζεται μόνο σε προγραμματιστικές έννοιες ή σε συγκεκριμένο προγραμματιστικό περιβάλλον, αλλά να γίνει ανεξάρτητη από συγκεκριμένες πλατφόρμες με διαλειτουργικά εργαλεία αξιολόγησης (Poulakis & Politis, 2021). Επίσης, αναφέρθηκε η έλλειψη αναφοράς των εργαλείων αξιολόγησης σε συγκεκριμένες ηλικιακές ομάδες, αλλά και η έλλειψη τους σε μεγαλύτερες ηλικίες μαθητών, μετά το δημοτικό. Στην πολύ ενδιαφέρουσα έρευνα των Román-González και Pérez-González (2024), η οποία εξετάζει τα γνωστικά στάδια ανάπτυξης σύμφωνα με την θεωρία του Piaget, αναφέρεται ότι για την ΥΣ στο τέλος του δημοτικού με τις πρώτες τάξεις γυμνασίου ξεκινά το στάδιο τυπικών λογικών-αφαιρετικών ενεργειών, όπου με μεθοδικό πλέον τρόπο εμφανίζεται πλήρως η αφαίρεση, οι μεταγνωστικές ικανότητες και η συστηματική επίλυση προβλημάτων μέσω της λογικής. Για την αξιολόγηση, οι ίδιοι συγγραφείς αναφέρουν την θεμελίωσή της επίσης σε αυτό το ηλικιακό στάδιο, ενώ την γενίκευση την τοποθετούν σε λίγο μεγαλύτερη ηλικία. Αναφέρονται επίσης σε έναν νέο ορισμό της ΥΣ χρησιμοποιώντας γνωστικές έννοιες, και συγκεκριμένα: α) αποσύνθεση, β) αναγνώριση μοτίβων, γ) αφαίρεση, δ) αλγοριθμικός σχεδιασμός, ε) αυτοματοποίηση, στ) αξιολόγηση και ζ) γενίκευση. Παρατηρούμε ότι υπάρχει κοινός τόπος με την δική μας προσέγγιση, με διαφορά στην αναφορά της λογικής και της αυτοματοποίησης. Στην Ελλάδα έχουν γίνει προσπάθειες για την αξιολόγηση της ΥΣ (Atmatzidou & Demetriadis, 2016· Kanaki & Kalogiannakis, 2019, 2022), αλλά είτε ηλικιακά δεν αφορούν το δείγμα της παρούσας έρευνας, είτε δεν αποτελούν αυτόνομα εργαλεία αξιολόγησης ΥΣ.

Λαμβάνοντας υπόψη τις παραμέτρους αυτές, προχωρήσαμε στον σχεδιασμό και την κατασκευή ενός νέου εργαλείου αξιολόγησης της ΥΣ που: α) θα βασίζεται στις έξι προαναφερθείσες διαστάσεις της ΥΣ, β) θα αποδεσμεύεται από καθαρά προγραμματιστικές

έννοιες, γ) δεν θα βασίζεται σε συγκεκριμένο προγραμματιστικό περιβάλλον, δ) θα έχει αφαιρετικό σκηνικό και μορφές (να μην αποσπούν την προσοχή), ε) θα αναπαριστά κίνηση σε δισδιάστατο επίπεδο, και στ) θα απευθύνεται στην ηλικιακή ομάδα 11-14 ετών.

Μέθοδος

Ως βασικός ερευνητικός στόχος της έρευνας τέθηκε η κατασκευή ενός αυτόνομου εργαλείου αξιολόγησης της ΥΣ μαθητών ηλικίας 11-14 ετών και ειδικότερα ο σχεδιασμός νέου εργαλείου βασιζόμενοι στις συγκεκριμένες διαστάσεις ΥΣ και η ανάπτυξη του εργαλείου μέσα από την ερευνητική διαδικασία.

Για την ανάπτυξη του εργαλείου σχεδιάσαμε αρχικά ερωτήματα (tasks) τα οποία αναφέρονται στις βασικές διαστάσεις της ΥΣ. Ο Robinson (2018) αναφέρει ότι για τη μέτρηση ενός χαρακτηριστικού σε μια κλίμακα χρειάζονται τουλάχιστον τρία (3) ερωτήματα, και για ασφάλεια προτείνει τέσσερα (4), ενώ εμείς για μεγαλύτερη αξιοπιστία του εργαλείου στοχεύσαμε στα πέντε (5) ερωτήματα για κάθε διάσταση στο τελικό εργαλείο αξιολόγησης. Ο αριθμός των αρχικών ερωτημάτων προτείνεται να είναι τουλάχιστον διπλάσια από τα τελικά (Boateng et al., 2018) για την κατασκευή μιας κλίμακας, ενώ εμείς για μεγαλύτερη ασφάλεια επιλέξαμε να έχουμε τριπλάσια ερωτήματα από τα επιθυμητά τελικά. Έτσι, ο σχεδιασμός του εργαλείου περιλάμβανε 90 ερωτήματα που αντιστοιχούσαν σε 15 ανά διάσταση.

Μετά τη δημιουργία των ερωτημάτων, τα οποία είναι όλα πρωτότυπα και κατασκευάστηκαν στο πλαίσιο της έρευνας, ακολούθησε αρχικά πιλοτική εφαρμογή τους σε ένα μικρό δείγμα μαθητών για να εντοπίσουμε τυχόν αστοχίες και δυσλειτουργίες του ερευνητικού σχεδιασμού και των ερωτημάτων. Μετά από τις απαιτούμενες διορθώσεις και αντικαταστάσεις ή τροποποιήσεις ερωτήσεων, προέκυψε η τελική τράπεζα των 90 ερωτήσεων η οποία χρησιμοποιήθηκε στην κυρίως έρευνα.

Όπως αναφέρουν οι Boateng et al. (2018) για την κατασκευή μιας κλίμακας χρειάζεται μεγάλο δείγμα, που μπορεί να είναι 10 συμμετέχοντες ανά ερώτημα ή συνολικά 200-300 άτομα για ανάλυση παραγόντων. Στην κυρίως έρευνα έχοντας κατά νου τα τελικά 30 ερωτήματα, από τα 90 αρχικά, καταλήξαμε σε δείγμα περισσότερων από 500 μαθητών.

Η επεξεργασία που ακολουθήσαμε είχε να κάνει με την πρόβλεψη του δείκτη αξιοπιστίας (Cronbach's α) του συνολικού ερωτηματολογίου. Έχοντας τις απαντήσεις όλων των συμμετεχόντων στο SPSS διερευνήσαμε το ερώτημα της αξιοπιστίας (reliability statistics) ζητώντας κάθε φορά να υπολογιστεί η νέα του τιμή αν σβηστεί κάποιο ερώτημα, αφαιρώντας μια ερώτηση κάθε φορά και τρέχοντας ξανά το ίδιο ερώτημα. Ως τελικό σημείο θέσαμε το σημείο στο οποίο μείναμε με τουλάχιστον πέντε ερωτήματα σε κάθε διάσταση ή το σημείο στο οποίο κρίναμε ότι από εκεί και πέρα το σχεδιαζόμενο εργαλείο δεν θα είναι αξιόπιστο.

Σε όλα τα σημεία της έρευνας δόθηκε ιδιαίτερη βάση σε ζητήματα δεοντολογίας, ενημερώθηκαν διεξοδικά οι συμμετέχοντες, ελήφθησαν οι απαιτούμενες άδειες (π.χ. εισόδου σε σχολεία, γονική συναίνεση) και ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στην τήρηση της ανωνυμίας όπως και στην ενημέρωση για το ενδεχόμενο πλαίσιο παρουσίασης ή δημοσίευσης των αποτελεσμάτων. Σε όλα τα στάδια υπήρξε ελευθερία στην απόφαση συμμετοχής στην έρευνα, με απώτερο στόχο να επιτύχουμε τη συνειδητή συναίνεση (Cohen et al., 2008).

Σχεδιασμός

Η δεοντολογία της έρευνάς μας απαιτούσε να υπάρξει πλήρης ανωνυμία των συμμετεχόντων, ενώ ταυτόχρονα θα έπρεπε να μπορούμε να συνδέσουμε τα ερευνητικά δεδομένα τα οποία συλλέγονταν σε παραπάνω από μια συναντήσεις. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν κωδικοί και η αντιστοίχιση γινόταν από τον εκπαιδευτικό του τμήματος, ώστε να μην

μπορούν οι ερευνητές να προσωποποιήσουν τα αποτελέσματα. Χρησιμοποιήθηκαν tablets και φόρμες Google για τα ερωτηματολόγια. Η προσέγγιση αυτή είχε πλεονεκτήματα, όπως την αποφυγή λαθών και την διαχείριση του χρόνου.

Κατασκευή ερωτημάτων

Ως βασικός αρχικός ερευνητικός στόχος τέθηκε η κατασκευή 90 ερωτημάτων, αντιστοιχίζοντας 15 ερωτήματα σε κάθε μία από τις βασικές διαστάσεις της ΥΣ, η απεξάρτηση από συγκεκριμένη γλώσσα προγραμματισμού ώστε να αποφύγουμε την προαπαιτούμενη γνώση προγραμματισμού και η χρήση απλών μορφών και σχεδίων ώστε να μην αποσπάται η προσοχή του μαθητή από αυτά. Η κατασκευή των ερωτημάτων βασίστηκε στην εμπειρία των ερευνητών από τη μελέτη της βιβλιογραφίας και λόγω του αντικειμένου εργασίας τους, ακολουθώντας τα δύο πρώτα βήματα του πλαισίου των Li et al. (2021).

Για την κατασκευή λήφθηκε υπόψη η υπάρχουσα βιβλιογραφία, ενώ υπάρχουν αναφορές ότι δεν υπάρχει ποτέ μόνη της κάποια διάσταση σε ένα ερώτημα, αλλά συνυπάρχουν αρκετές από αυτές (Computing At School, 2014· Rich et al., 2019· Rowe et al., 2021). Στην κατασκευή των ερωτημάτων χρησιμοποιήσαμε ιδέες και παραλλαγές από τους Rowe et al. (2021), καθώς και τους Li et al. (2021). Αποφασίστηκε επίσης να δημιουργηθεί ένα πρωτότυπο περιβάλλον ,προγραμματισμού,, στο οποίο μέσα θα κινούνται μορφές, και εμπεριέχει βασικά αντικείμενα. Έτσι, σχεδιάσαμε ένα μικρόκοσμο που αποτελείται από: δισδιάστατο λαβύρινθο με διακριτά κι εύκολα μετρήσιμα βήματα, μια αντρική και μια γυναικεία μορφή (αφαιρετικές και οι δύο), μια γλάστρα, έναν κουβά μπογιάς, τέσσερις βασικές εντολές οι οποίες κάνουν τη μορφή να κινηθεί δεξιά, αριστερά, πάνω και κάτω, και προγραμματιστικές δομές που αναπαριστούν την απλή και σύνθετη δομή επιλογής και τη δομή επανάληψης.

Η διαδικασία ακολούθησε συγκεκριμένα στάδια: αρχική καταγραφή ιδεών ανά διάσταση της ΥΣ, σχεδιασμός και συζήτηση μεταξύ των ερευνητών για την κατηγοριοποίηση και την μορφή του κάθε ερωτήματος, κατασκευή των ερωτημάτων-γραφικών που απαιτούνταν, μορφοποίησή τους στο Microsoft Word και κωδικοποίησή τους σε φόρμα Google και επισκόπησή τους από δύο ειδήμονες σχετικά με την διάσταση που ανήκουν. Έτσι, καταλήξαμε σε 90 ερωτήματα χωρισμένα σε έξι κατηγορίες (έξι διακριτά ερωτηματολόγια).

Πιλοτική έρευνα

Στην πιλοτική έρευνα συμμετείχε ένα Γυμνάσιο στην επαρχία με τρία τμήματα και συνολικά 70 συμμετοχές. Από τους 70 μαθητές που συμμετείχαν δεν συμπλήρωσαν όλοι όλα τα ερωτηματολόγια, παρόλες τις προσπάθειες που έγιναν, καθώς δεν έγιναν όλα σε συνεχόμενες ώρες λόγω αναμενόμενης κόπωσης. Έτσι, υπήρξαν απουσίες κάποιων μαθητών, παρόλο που οι ερευνητές επανήλθαν. Στον Πίνακα 1 βλέπουμε τις συμμετοχές. Τελικά, 41 μαθητές συμπλήρωσαν όλα τα ερωτηματολόγια και 23 τα πέντε από τα έξι ερωτηματολόγια.

Πίνακας 1. Συμμετοχές ανά ερωτηματολόγιο

ΑΑ	Ερωτηματολόγιο	Συμμετοχές
1	Algorithmic thinking - ALG	68
2	Evaluation - EVA	65
3	Decomposition - DEC	51
4	Generalization - GEN	69
5	Logic - LOG	69
6	Abstraction - ABS	61
	Σύνολο	**383**

Οι φόρμες Google είχαν ως υποχρεωτικές όλες τις ερωτήσεις τους, διασφαλίζοντάς μας έτσι ότι δεν θα έμεναν αναπάντητα ερωτήματα, όπως συμβαίνει στα εκτυπωμένα ερωτηματολόγια. Για να αποφύγουμε βιαστικές ή τυχαίες απαντήσεις, σε όλα τα ερωτήματα ανεξαιρέτως, υπήρξε μια πέμπτη επιλογή ,ΔΕΝ ΑΠΑΝΤΩ,, την οποία προτρέπαμε τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν όποτε δεν μπορούσαν να απαντήσουν μια ερώτηση.

Χρησιμοποιήθηκε το φύλλο καταγραφής της πορείας των μαθητών κάθε τμήματος, και στο οποίο σημειώνεται αναλυτικά το σχολείο και το τμήμα, οι ημερομηνίες και οι ώρες που επισκεφτήκαμε το τμήμα, οι κωδικοί των μαθητών, οι απουσίες και το ποιο ερωτηματολόγιο συμπλήρωνε ο κάθε μαθητής. Χρησιμοποιήσαμε ένα φύλλο παρατηρήσεων με ελεύθερη δομή, στο οποίο καταγραφόταν η ημερομηνία, η ώρα και το τμήμα, ώστε αν τυχόν θέλαμε κάποια διευκρίνιση να μπορέσουμε να απευθυνθούμε ξανά στο ίδιο τμήμα μεταγενέστερα.

Για τις συνεντεύξεις με τους μαθητές ακολουθήθηκε το μοντέλο της ημιδομημένης συνέντευξης (Cohen et al., 2008), όπου μέσω κάποιων βασικών ερωτήσεων και ελεύθερης συζήτησης καταγράψαμε βασικές απόψεις των μαθητών σχετικά με τα εύκολα ερωτήματα, τα δύσκολα, τα διασκεδαστικά, αν θα πρότειναν και σε άλλους τη συμμετοχή τους κτλ, λαμβάνοντας υπόψη μας τα πλεονεκτήματα της συνέντευξης ως ερευνητικού εργαλείου (Cohen et al., 2008) και ως εργαλείου αξιολόγησης γνώσης (Welzel & Roth, 1998).

Τα δεδομένα αποθηκεύτηκαν σε υπολογιστικά φύλλα στο Google Drive και μεταφορτώνονταν άμεσα, ώστε να διασφαλίσουμε σε μέγιστο βαθμό την ακεραιότητα των δεδομένων. Η επεξεργασία έγινε στο Excel, όπου με μια κλείδα αυτόματης διόρθωσης δόθηκε τιμή 1 στη σωστή απάντηση και τιμή 0 στην λανθασμένη ή στο ,ΔΕΝ ΑΠΑΝΤΩ,.

Κύρια έρευνα

Για το δείγμα της έρευνας τέθηκε ως στόχος μεγάλος αριθμός μαθητών περίπου στην ηλικία των 12-13 ετών (Α' γυμνασίου). Ακολουθήσαμε την συμπτωματική δειγματοληψία (Cohen et al., 2008), εντάσσοντας στην έρευνα σχολεία τόσο από αστικά κέντρα, όσο και από μικρότερες πόλεις, και μάλιστα από δύο Περιφερειακές Ενότητες. Όπως βλέπουμε στον Πίνακα 2, ο αρχικός αριθμός συμμετοχών ανήλθε στις 521 και την έρευνα τελικά ολοκλήρωσαν 452 άτομα, (ποσοστό 86,76%). Αυτό οφείλεται στην επιμονή που δείξαμε επιστρέφοντας στα σχολεία, αλλά και στο ότι φάνηκε ενδιαφέρον στα ίδια τα παιδιά και ήθελαν να συμμετέχουν.

Πίνακας 2. Δείγμα κύριας έρευνας

ΑΑ	Σχολείο	Τμήματα	Συμμετοχές	Ολοκλήρωσαν
1	Χ1ο Γυμνάσιο ΠΕ1	8	87	80
2	Χ2ο Γυμνάσιο ΠΕ1	5	127	115
3	Χ3ο Γυμνάσιο ΠΕ1	5	107	91
4	Χ4ο Γυμνάσιο ΠΕ1	7	126	106
5	Χ2ο Γυμνάσιο ΠΕ2	3	67	57
6	Χ3ο Γυμνάσιο ΠΕ2	1	7	3
	Σύνολο	**29**	**521**	**452**

Για την έρευνα χρησιμοποιήθηκε ο ερευνητικός σχεδιασμός που περιγράφηκε στην πιλοτική έρευνα, με χρήση των τελικών ερωτηματολογίων σε μορφή φόρμας Google, κωδικών και tablets. Συγκεντρώθηκαν οι απαντήσεις ανά μαθητή (κωδικό) από όλα τα ερωτηματολόγια, ελέγχθηκαν τυχόν λάθη, διορθώθηκαν και έγινε η στατιστική επεξεργασία των απαντήσεων. Η επεξεργασία περιελάμβανε την εξαγωγή στατιστικών ανά ερώτημα, ώστε

να φανεί αν είναι πολύ εύκολο ή πολύ δύσκολο, καθώς και την εξαγωγή στατιστικών ανά μαθητή, ώστε να συζητηθεί τυχόν αναξιοπιστία στις απαντήσεις (π.χ. κάποιο ερωτηματολόγιο που έχει 80% απαντήσεις, ΔΕΝ ΑΠΑΝΤΩ, θα το κρίνουμε ότι δεν θα πρέπει να συμπεριληφθεί στα αποτελέσματά μας). Διενεργήθηκαν ημιδομημένες σύντομες συνεντεύξεις με τους μαθητές που συμμετείχαν, και μέσω αυτών σημειώθηκαν σημεία που θα πρέπει να εξετάσουμε στα ερωτήματα (τι δυσκόλεψε πολύ, τι ήταν ακατανόητο, τι ήταν διασκεδαστικό κτλ). Η συμμετοχή και 2ου ερευνητή ως παρατηρητή στην έρευνα βοήθησε στην καταγραφή αποριών που γίνονταν στην ολομέλεια της τάξης, δυσλειτουργιών, αλλά και στην κατάθεση της δικής του οπτικής. Στη συνέχεια έγινε στατιστική επεξεργασία των απαντήσεων των μαθητών που συμπεριελήφθησαν στο τελικό δείγμα, καθώς κάποιες συμμετοχές αφαιρέθηκαν. Η στατιστική επεξεργασία περιελάμβανε την αξιοπιστία του ερωτηματολογίου και ειδικότερα την εσωτερική εγκυρότητά του (internal validity). Ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία: α) Έγινε επαναληπτικά Ανάλυση Αξιοπιστίας (Reliability Analysis) στο συνολικό ερωτηματολόγιο, και σε κάθε βήμα εμφανιζόταν ο δείκτης Cronbach's α με όλα τα ερωτήματα, καθώς η τιμή του αν αφαιρεθεί κάποιο ερώτημα (scale if item deleted), β) σε κάθε επανάληψη αφαιρείτο ένα ερώτημα και ελέγχαμε ξανά το δείκτη, γ) η διαδικασία σταμάταγε: α) όταν φτάναμε στον ελάχιστο αριθμό των πέντε ερωτημάτων ανά διάσταση ή β) αν ο δείκτης πέσει κάτω από το όριο του 0.80, το οποίο θεωρείται ως όριο αποδεκτής εσωτερικής αξιοπιστίας (Bryman, 2008).

Αποτελέσματα

Η πιλοτική έρευνα βοήθησε στο να ελεγχθεί στην πράξη το σχέδιο έρευνας, επιβεβαίωσε ότι ο σχεδιασμός της συλλογής των απαντήσεων ηλεκτρονικά μέσω διαδικτύου είναι εφικτός και δεν παρουσίασε προβλήματα, ενώ υπερτερεί σε ταχύτητα και βοηθά στην αποφυγή λαθών.

Μέσω της πιλοτικής έρευνας προσαρμόστηκαν και διορθώθηκαν ερωτήσεις που δυσκόλεψαν τα παιδιά στην κατανόηση των δεδομένων και των ζητούμενων της ερώτησης. Η οπτικοποίηση των δεδομένων αποδεικνύεται καλή πρακτική, ενώ η χρήση οργανωτικών δομών, όπως πίνακες ή κουκίδες, βοηθά επίσης τον μαθητή να κατανοήσει ευκολότερα. Ο τρόπος σύνταξης των ερωτήσεων επίσης φάνηκε να ασκεί ιδιαίτερο ρόλο στην κατανόησή τους από τον εκάστοτε συμμετέχοντα. Παρατηρήθηκαν επίσης κάποιες λανθασμένες καταχωρήσεις κωδικών, οι οποίες όμως οφείλονταν σε αναγραμματισμούς που έγιναν. Εφαρμόζοντας τα παραπάνω η έρευνα αυτή κατέληξε στο να προτείνει την τελική τράπεζα των 90 ερωτημάτων, χωρισμένων ανά 15 στα επιμέρους ερωτηματολόγια Αλγοριθμικής Σκέψης, Αξιολόγησης, Αποσύνθεσης, Γενίκευσης και Μοτίβων, Λογικής και Αφαίρεσης.

Στην κύρια έρευνα μετά τη συλλογή, διόρθωση και κωδικοποίηση των δεδομένων, αυτά μεταφέρθηκαν στο SPSS. Αποτελούνται από 92 μεταβλητές, που είναι ο κωδικός, το σχολείο, και τα 90 ερωτήματα στα οποία έχει απαντήσει ο συμμετέχων. Σε έναν πρώτο έλεγχο των δεδομένων μέσω της διερευνητικής ανάλυσης παραγόντων δεν εμφανίστηκαν κάποιες ομάδες ερωτήσεων, κι έτσι το εργαλείο μας είναι μονοπαραγοντικό.

Η ανάλυση που ακολουθήσαμε ξεκίνησε με την αφαίρεση δύο μεταβλητών λόγω μηδενικής διακύμανσης. Στην πρώτη στατιστική ανάλυση έχουμε 88 ερωτήματα και ο δείκτης Cronbach's alpha έχει τιμή 0,933. Ακολουθώντας την πρόταση του "Cronbach's alpha if item deleted", επιλέγουμε να αφαιρεθεί η μεταβλητή εκείνη που μας αφήνει με τον υψηλότερο δείκτη αξιοπιστίας όταν θα αφαιρεθεί. Ο όγκος των πινάκων του SPSS καθιστά αδύνατη την αυτούσια μεταφορά τους στην παρούσα εργασία. Οι δυνατές επιλογές αφαίρεσης ενός ερωτήματος τη φορά ανοίγουν ένα δέντρο επιλογών, και οι διαφορετικές επιλογές αυξάνουν εκθετικά. Οι διαφορετικές εναλλακτικές διαδρομές κατέληξαν μετά από μερικά βήματα στην ίδια κατάσταση, δηλαδή είχαν αφαιρεθεί τα ίδια ερωτήματα αλλά με διαφορετική σειρά. Η

διαδικασία τελείωσε σε 53 βήματα διασφαλίζοντας ότι καμία διάσταση δεν μένει με λιγότερα από πέντε ερωτήματα μέσα στο τελικό ερωτηματολόγιο.

Καταλήγουμε λοιπόν με τον τρόπο που περιεγράφηκε στο τελικό ερωτηματολόγιο το οποίο αποτελείται τελικά από 36 ερωτήματα, τα οποία αντιστοιχούνται στις έξι διαστάσεις της ΥΣ: αλγοριθμική σκέψη (8), αξιολόγηση (5), αποσύνθεση (5), γενίκευση και μοτίβα (7), λογική (6), και αφαίρεση (5). Ο δείκτης Cronbach's *a* είναι 0,926, παρουσιάζει δηλαδή πάρα πολύ υψηλή τιμή του δείκτη για την εσωτερική του εγκυρότητα.

Το τελικό ερωτηματολόγιο είναι διαθέσιμο σε μορφή αρχείου κειμένου (.docx), σε μορφή portable (.pdf) για ευκολότερη εκτύπωση αν θέλει κάποιος να το χρησιμοποιήσει σε έντυπη μορφή, ενώ έχει ήδη μορφοποιηθεί κατάλληλα και για χρήση μέσω του διαδικτύου και είναι διαθέσιμο σε μορφή φόρμας Google. Το τελικό ερωτηματολόγιο συνοδεύει και αντίστοιχο πρωτόκολλο χορήγησης, ενώ στην τελική του μορφή θα είναι διαθέσιμο στον ιστότοπο του έργου σε όλες τις μορφές για χρήση, μετά από την κατάλληλη άδεια των δημιουργών του.

Τέλος, οι ημιδομημένες συνεντεύξεις μας έδωσαν βελτιωμένες απαντήσεις σε σχέση με την πιλοτική έρευνα. Μέσα από την κωδικοποίηση ανέκυψε ότι τα ερωτήματα που έχουν να κάνουν με κίνηση, μορφές και έχουν εικόνες θεωρούνται πιο εύκολα, αυτά με εικόνες θεωρούνται πιο διασκεδαστικά, ενώ θεωρούνται πιο δύσκολα τα ερωτήματα που έχουν περισσότερο κείμενο και δεν χρησιμοποιούν άλλο μέσο αναπαράστασης της πληροφορίας.

Συμπεράσματα

Στην έρευνά μας, λαμβάνοντας υπόψη την υφιστάμενη βιβλιογραφία καταλήξαμε στην πρωτότυπη τράπεζα των 90 ερωτημάτων αξιολόγησης της ΥΣ. Η άποψή μας, ότι οι διαστάσεις της ΥΣ συνυπάρχουν σε μεγάλο βαθμό και δεν μπορούν να διαχωριστούν πλήρως, επιβεβαιώνεται από τη βιβλιογραφία. Το πεδίο του διαχωρισμού των διαστάσεων και της χρονικής εξάρτησής τους (εμφανίζονται πάντα μαζί, κάποιες πριν, κάποιες μετά και με ποιον τρόπο) θεωρούμε ότι θα πρέπει μελλοντικά να αποτελέσει αντικείμενο εκτεταμένης έρευνας.

Τα ερωτήματα που κατασκευάστηκαν αποτέλεσαν τη βάση της πιλοτικής έρευνας, μέσα από την οποία προέκυψε η τελική τράπεζα ερωτήσεων. Από την κύρια έρευνα προέκυψε το τελικό ερωτηματολόγιο αξιολόγησης της ΥΣ, το οποίο απαρτίζεται από 36 ερωτήματα. Εμφανίζει πολύ υψηλό δείκτη εσωτερικής εγκυρότητας Cronbach's α, φιλοδοξώντας να καλύψει το κενό που έχει αναφερθεί στη βιβλιογραφία (Poulakis & Politis, 2021). Το ερωτηματολόγιο αξιολόγησης ΥΣ αναφέρεται με το ακρωνύμιο DACT (Development and Assessment of Computational Thinking) και η συνολική δουλειά παρουσιάζεται στον ιστότοπο https://dact.pre.uth.gr/ του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Το εργαλείο αξιολόγησης ΥΣ DACT βασίζεται στις προαναφερθείσες διαστάσεις της ΥΣ: αλγοριθμική σκέψη, αφαίρεση, αποσύνθεση, γενίκευση και μοτίβα, αξιολόγηση και λογική και ταυτόχρονα αποδεσμεύεται από καθαρά προγραμματιστικές έννοιες, χωρίς να αγνοεί τις βασικές προγραμματιστικές δομές. Δεν βασίζεται σε συγκεκριμένο προγραμματιστικό περιβάλλον κι έτσι δεν προαπαιτεί γνώση προγραμματισμού ή συγκεκριμένης γλώσσας προγραμματισμού, ενώ σε όσα ερωτήματα χρησιμοποιείται σκηνικό, μορφές και εντολές προγραμματισμού, αυτά δεν προέρχονται από συγκεκριμένο προγραμματιστικό περιβάλλον αλλά από τον μικρόκοσμο που δημιουργήθηκε για το σκοπό αυτό. Εκτός από την δυσκολία να πρέπει κάποιος να μάθει ένα προγραμματιστικό περιβάλλον για να αξιολογηθεί μέσα σε αυτό, αποφεύγουμε με τον τρόπο αυτό και την λανθασμένη αξιολόγηση κάποιων μαθητών που μπορεί να είναι ήδη εξοικειωμένοι με το συγκεκριμένο προγραμματιστικό περιβάλλον, σε σχέση με κάποιους που καλούνται για πρώτη φορά να το χρησιμοποιήσουν. Επιπλέον, όπως αναφέρθηκε και στο σχεδιασμό των ερωτημάτων, το σκηνικό και οι μορφές είναι σκόπιμα αφαιρετικές ώστε να μην αποσπούν την προσοχή, ενώ η κίνηση σε δισδιάστατο

επίπεδο θεωρείται αρκετή και δεν υπήρξε προσπάθεια να εμπλέξουμε τους μαθητές με τον τρισδιάστατο κόσμο, καθώς μια τέτοια ανάγκη δεν προκύπτει βιβλιογραφικά.

Το εργαλείο αξιολόγησης έχει βασιστεί στην θεωρητική ανάλυση που περιγράψαμε. Τα τελευταία χρόνια εμφανίζεται το εργαλείο CTA-M (Wiebe et al., 2019), το οποίο βασίζεται στο υπάρχον εργαλείο αξιολόγησης CTt και σε επιλεγμένα θέματα του διαγωνισμού Bebras (Blokhuis et al., 2016· Román-González et al., 2018). Αρκετά ερωτήματα ομοιάζουν με αντίστοιχα που σχεδιάσαμε και ανήκουν στο εργαλείο μας. Το 2020, οι Tang et al. (2020) προτείνουν να δημιουργηθούν περισσότερα εργαλεία για μαθητές μεγαλύτερης ηλικίας και φοιτητές, κάτι το οποίο έρχεται να καλύψει το εργαλείο μας για τις πρώτες τάξεις της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, καθώς και να δοθεί μεγαλύτερη βάση στην θεωρητική τεκμηρίωση των εργαλείων, αλλά και στο να μπορούν να χορηγούνται ανεξάρτητα από συγκεκριμένα περιβάλλοντα (cross-platform), τα οποία το εργαλείο μας καλύπτει επαρκώς. Νεότερες προτάσεις αναφέρονται σε μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Li et al., 2021), κάνοντας ακόμα επιτακτικότερη την ανάγκη για αξιολόγηση στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, ενώ προτάσεις αξιολόγησης συνεχίζουν να βασίζονται κυρίως σε προγραμματιστικές δομές (Grover, 2020). Η Lai (2021) τονίζει το να χρησιμοποιούνται γενικότερες έννοιες κι όχι μόνο βασικές προγραμματιστικές έννοιες στην αξιολόγηση της ΥΣ, κάτι το οποίο ακολουθεί το εργαλείο μας. Το 2022 οι El-Hamamsy et al. (2022) με το εργαλείο αξιολόγησης της ΥΣ cCTt απευθύνονται σε μαθητές μεγαλύτερων τάξεων δημοτικού και χρησιμοποιώντας την προσέγγιση unplugged ξεφεύγουν από τα βασικά προγραμματιστικά περιβάλλοντα. Παραμένει όμως το κενό στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση, το οποίο φιλοδοξεί να καλύψει το εργαλείο μας για τις πρώτες της τάξεις. Εμφανίζονται νέες προσεγγίσεις για αξιολόγηση της ΥΣ σε μικρότερες ηλικίες (Ocampo et al., 2024· Rowe et al., 2021), ενώ νεότερες έρευνες συνεχίζουν να βασίζονται κυρίως στον προγραμματισμό για την αξιολόγηση της ΥΣ (Ghosh et al., 2024). Απόψεις εκπαιδευτικών για την αξιολόγηση της ΥΣ, όπου αναφέρουν ότι είναι ευκολότερο να αξιολογήσουν τις βασικές προγραμματιστικές έννοιες, ότι θεωρούν όμως ότι η ΥΣ περιλαμβάνει και γενικότερα από τον προγραμματισμό χαρακτηριστικά, τα οποία δεν αξιολογούν επαρκώς τα υπάρχοντα εργαλεία αξιολόγησης, δείχνοντας έτσι ότι συνεχίζει να υπάρχει το ερευνητικό κενό που μας ώθησε στη δημιουργία του εργαλείου αξιολόγησης της ΥΣ (Ukkonen et al., 2024). Επιπλέον, οι Román-González και Pérez-González (2024) αναλύουν τις διαστάσεις της ΥΣ που αναμένεται να αναπτυχθούν στα ηλικιακά γκρουπ, κι έτσι τοποθετούν στα middle schools (συνήθεις ηλικίες 11-14) τη θεμελίωση της λογικής σκέψης (σύμφωνα και με τον Piaget) και τη μεταφορά της σε αφαιρετικά σχήματα, τη χρήση δηλαδή της αφαιρετικής σκέψης, της αξιολόγησης μέσω της επιχειρηματολογίας και διαλογιστικής, ενώ προσεγγίζουν την επίλυση προβλημάτων μέσω τακτικής και μεθοδικότητας, κι όχι απλά βασιζόμενοι σε προσεγγίσεις δοκιμής και σφάλματος (trial-and-error). Τα παραπάνω επιβεβαιώνουν και την στόχευση του εργαλείου μας στην ηλικιακή αυτή ομάδα.

Σε μελλοντικές έρευνες μπορεί να επαναληφθεί με άλλο αντίστοιχο δείγμα η διαδικασία κατασκευής του ερωτηματολογίου, ώστε να συγκριθούν τα αποτελέσματα. Θα είχε ίσως ενδιαφέρον να γίνει στόχευση όχι στο σύνολο μιας τάξης, αλλά σε επιλεγμένους μαθητές που έχουν αποδεδειγμένο ενδιαφέρον για τα μαθήματα και ενδεχομένως τον προγραμματισμό ή την επίλυση προβλημάτων, ώστε να δούμε τι θα προκύψει από την δική τους συμμετοχή και μόνο, υποθέτοντας ότι δεν θα υπάρχει πουθενά η έννοια της τυχαιότητας των απαντήσεων.

Αναφορές

Allan, W., Coulter, B., Denner, J., Erickson, J., Lee, I., Malyn-Smith, J., & Martin, F. (2010). *Computational Thinking for Youth*. ITEST Learning Resource Center.

Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2014). How to support students' computational thinking skills in educational robotics activities. In D. Alimisis, G. Granosik, & M. Moro (Eds.), *Proceedings of 4th International Workshop "Teaching Robotics & Teaching with Robotics" & 5th International Conference "Robotics in Education"* (pp. 43-50). TRTWR & RiE.

Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community. *ACM InRoads, 2*(1), 48-54.

Bell, T., & Lodi, M. (2019). Constructing Computational Thinking without using computers. *Constructivist Foundations, 14*(3), 342-351.

Blokhuis, D., Millican, P., Roffey, C., Schrijvers, E., & Sentance, S. (2016). *UK Bebras Computational Thinking challenge 2016*. University of Oxford.

Boateng, G. O., Neilands, T. B., Frongillo, E. A., Melgar-Quiñonez, H. R., & Young, S. L. (2018). Best practices for developing and validating scales for health, social, and behavioral research: A primer. *Frontiers in Public Health, 6*, 1-18.

Bocconi, S., Chioccariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education - Implications for policy and practice*. https://goo.gl/dmWYfU

Bocconi, S., Chioccariello, A., Kampylis, P., Dagienė, V., Wastiau, P., Engelhardt, K., Earp, J., Horvath, M.A., Jasutė, E., Malagoli, C., Masiulionytė-Dagienė, V., & Stupurienė, G. (2022). Reviewing Computational Thinking in compulsory education. In A. Inamorato Dos Santos, R. Cachia, N. Giannoutsou, & Y. Punie (Eds.), *Reviewing computational thinking in compulsory education*. Publications Office of the European Union.

Borsa, J.C., Damásio, B.F., & Bandeira, D.R. (2012). Cross-cultural adaptation and validation of psychological instruments: Some considerations. *Paidéia (Ribeirão Preto), 22*(53), 423-432.

Bryman, A. (2008). *Social research methods* (3rd ed.). Oxford University Press.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2008). *Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας*. Μεταίχμιο.

Computing At School (2014). *Computing progression pathways*. Computing At School. https://tinyurl.com/ydwhydzp

Computing At School (2015). *Computational Thinking. A guide for teachers*. Computing At School. https://community.computingatschool.org.uk/files/8550/original.pdf

Computing At School (n.d.). *Computing at school*. Computing At School. https://www.computingatschool.org.uk/

Curzon, P., Dorling, M., Ng, T., Selby, C., & Woollard, J. (2014). *Developing computational thinking in the classroom: a framework*. Computing At School. https://goo.gl/28ScgY

Dagienė, V., & Sentance, S. (2016). It's Computational Thinking! Bebras tasks in the curriculum. In A. Brodnik, & F. Tort (Eds.), *ISSEP 2016: Informatics in Schools: Improvement of Informatics Knowledge and Perception* (pp. 28-39). Springer.

Denning, P. J. (2007). Computing is a natural science. *Communications of the ACM, 50*(7), 13-18.

El-Hamamsy, L., Zapata-Caceres, M., Barroso, E.M., Mondada, F., Dehler Zufferey, J., & Bruno, B. (2022). The competent Computational Thinking test: Development and validation of an unplugged Computational Thinking test for upper primary school. *Journal of Educational Computing Research, 60*(7), 1818-1866.

European Commission (2016). *The Computational Thinking study*. European Commission.

Ghosh, A., Malva, L., & Singla, A. (2024). Analyzing-evaluating-creating: Assessing Computational Thinking and problem solving in visual programming domains. In B. Stephenson, J.A. Stone, L. Battestilli, S.A., & Rebelsky, L. Shoop (Eds.), *Proceedings of the 55th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1 (SIGCSE 2024)* (pp. 387-393). ACM.

Grover, S. (2020). Designing an assessment for introductory programming concepts in middle school Computer Science. In J. Zhang, & M. Sherriff (Eds.), *Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '20)* (pp. 678-684). ACM.

Gudzial, M. (2008). Paving the way for computational thinking. *Communications of the ACM, 51*(8), 25-27.

ISTE, & CSTA (2011). *Operational definition of Computational Thinking in K-12 education*. ISTE. https://goo.gl/AlSSp

Kanaki, K., & Kalogiannakis, M. (2019). Assessing computational thinking skills at first stages of schooling. In *ICEEL '19: Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Education and E-Learning* (pp. 135-139). New York: ACM.

Kanaki, K., & Kalogiannakis, M. (2022). Assessing Algorithmic Thinking skills in relation to gender in early childhood. *Educational Process: International Journal, 11*(2), 44-59.

Lai, R.P.Y. (2021). Beyond programming: A computer-based assessment of Computational Thinking competency. *ACM Transactions on Computing Education (TOC), 22*(2), 1-27.

Li, Y., Xu, S., & Liu, J. (2021). Development and validation of Computational Thinking assessment of chinese elementary school students. *Journal of Pacific Rim Psychology, 15*, 1-22.

National Research Council (2010). *Committee for the Workshops on Computational Thinking: Report of a workshop on the scope and nature of computational thinking*. The National Academies Press.

Ocampo, L. M., Corrales-Álvarez, M., Cardona-Torres, S. A., & Zapata-Cáceres, M. (2024). Systematic review of instruments to assess Computational Thinking in early years of schooling. *Education Sciences 2024, 14*(10), 1124.

Poulakis, E., & Politis, P. (2021). Computational Thinking assessment: Literature review. In T. Tsiatsos, S. Demetriadis, V. Dagdilelis, & A. Mikropoulos (Eds.), *Research on e-Learning and ICT in Education: Technological, Pedagogical and Instructional Issues* (pp. 111-128). Springer.

Rich, P. J., Egan, G., & Ellsworth, J. (2019). A framework for decomposition in Computational Thinking. In B. Scharlau, R. McDermott, A. Pears, & M. Sabin (Eds.), *ITiCSE '19: Proceedings of the 2019 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (pp. 416-421). ACM.

Robinson, M. A. (2018). Using multi-item psychometric scales for research and practice in human resource management. *Human Resource Management, 57*, 739-750.

Román-González, M., & Pérez-González, J. (2024). Computational Thinking assessment: A developmental approach. In H. Abelson, & S.C. Kong (Eds.), *Computational Thinking curricula in K-12: International implementations* (pp. 121-141). The MIT Press.

Román-González, M., Pérez-González, J.C., Moreno-Leon, J., & Robles, G. (2018). Can computational talent be detected? Predictive validity of the Computational Thinking Test. *International Journal of Child-Computer Interaction, 18*, 47-58.

Rowe, E., Asbell-Clarke, J., Almeda, M., Gasca, S., Edwards, T., Bardar, E., Shute, V., & Ventura, M. (2021). Interactive assessments of CT (IACT): Digital interactive logic puzzles to assess Computational Thinking in grades 3-8. *International Journal of Computer Science Education in Schools, 5*(2), 28-73.

Selby, C., & Woollard, J. (2013). *Computational Thinking: the developing definition*. University of Southampton (E-prints). https://eprints.soton.ac.uk/356481/

Tang, X., Yin, Y., Lin, Q., Hadad, R., & Zhai, X. (2020). Assessing computational thinking: A systematic review of empirical studies. *Computers & Education, 148*, 1-22.

Teaching London Computing (n.d.). *Teaching London Computing: A resource hub from CAS London and CS4FN*. Teaching London Computing. https://teachinglondoncomputing.org/

Ukkonen, A., Pajchel, K., & Mifsud. L. (2024). Teachers' understanding of assessing computational thinking. *Computer Science Education*, 1-27.

University of Canterbury (n.d.). *CS Education Research Group: Computer Science unplugged*. University of Canterbury. https://goo.gl/L2ca8

Welzel, M., & Roth, W.M. (1998). Do interviews really assess students' knowledge? *International Journal of Science Education, 20*(1), 25-44.

Wiebe, E., London, J., Aksit, O., Mott, B. W., Boyer, K. E., & Lester, J.C. (2019). Development of a lean Computational Thinking abilities assessment for middle grades students. In E. K. Hawthorne, M. A. Pérez-Quiñones, S. Heckman, & J. Zhang (Eds.), *SIGCSE '19: Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 456-461). ACM.

Wing, J. M. (2006), Computational thinking. *Communications of the ACM, 49*(3), 33-35.

Yadav, A., Stephenson, C. & Hong, H. (2017). Computational Thinking for teacher education. *Communications of the ACM, 60*(4), 55-62.

Μαυρουδή, Ε. , Πέτρου, Α. Α., & Φεσάκης, Γ. (2014). Υπολογιστική Σκέψη: Εννοιολογική εξέλιξη, διεθνείς πρωτοβουλίες και προγράμματα σπουδών. *Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Συνεδρίου "Διδακτική της Πληροφορικής"* (σσ. 111-120). ΕΠΤΕ.

Πουλάκης, Ε., & Πολίτης, Π. (2019). Συστήματα αξιολόγησης της Υπολογιστικής Σκέψης στην εκπαίδευση: Βιβλιογραφική επισκόπηση. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση, 12*(2), 99-119.