

## Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2018)

9ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής

Organized by:  

**9°**

**9ο Πανελλήνιο Συνέδριο  
«Διδακτική της Πληροφορικής»  
Θεσσαλονίκη, 19-21 Οκτωβρίου 2018**

**9th Pan-Hellenic Conference  
“Computer Science Education”  
Thessaloniki, 19-21 October 2018**

<http://didinfo2018.csd.auth.gr/>

Distinguished sponsor  


Sponsors  
  

Organized by:



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

# 9<sup>ο</sup>

**9ο Πανελλήνιο Συνέδριο  
«Διδακτική της Πληροφορικής»  
Θεσσαλονίκη, 19-21 Οκτωβρίου 2018**

**9th Pan-Hellenic Conference  
“Computer Science Education”  
Thessaloniki, 19-21 October 2018**

<http://didinfo2018.csd.auth.gr/>

Distinguished sponsor



Sponsors



Επιστημονικές Εκδόσεις  
**ΤΖΙΟΛΑ**



**ISBN: 978-618-83186-1-8**

## 9<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική της Πληροφορικής»

### Επιτροπές

#### Προεδρείο

Δημητριάδης Σταύρος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης  
Δαγδιλέλης Βασίλειος, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας  
Τσιάτσος Θρασύβουλος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

#### Συντονιστική Επιτροπή

Δημητριάδης Σταύρος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης  
Δαγδιλέλης Βασίλειος, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας  
Τσιάτσος Θρασύβουλος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης  
Καραγιαννίδης Χαράλαμπος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας  
Πιντέλας Παναγιώτης, Μέλος ΔΣ ΕΤΠΕ, Πανεπιστήμιο Πατρών  
Λαδιάς Αναστάσιος, Μέλος ΔΣ ΕΤΠΕ, Σχολικός Σύμβουλος  
Χαλκίδης Άνθιμος, Μέλος ΔΣ ΕΤΠΕ, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

#### Επιστημονική Επιτροπή

Γόγουλου Αγορίτσα, Πανεπιστήμιο Αθηνών  
Γρηγοριάδου Μαρία, Πανεπιστήμιο Αθηνών  
Δαγδιλέλης Βασίλειος, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας  
Δημητριάδης Σταύρος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης  
Dimitriadis Y., University of Valladolid, Spain  
Εφόπουλος Βασίλης, Σχολικός Σύμβουλος  
Κανίδης Βαγγέλης, Σχολικός Σύμβουλος  
Καραγιαννίδης Χαράλαμπος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας  
Κόμης Βασίλης, Πανεπιστήμιο Πατρών  
Κορδάκη Μαρία, Πανεπιστήμιο Αιγαίου  
Κοτίνη Ισαβέλλα, Σχολικός Σύμβουλος  
Λαδιάς Τάσος, Σχολικός Σύμβουλος  
Μανουσαρίδης Ζαχαρίας, Σχολικός Σύμβουλος  
Magoulas G. D., University of London, UK  
Μπελεσιώτης Βασίλης, Σχολικός Σύμβουλος  
Μπράτιτσης Θαρρενός, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας  
Ξυνόγαλος Στέλιος, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας  
Παλαγεωργίου Γιώργος, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας  
Παναγιωτακόπουλος Χρήστος, Πανεπιστήμιο Πατρών  
Πανσεληνάς Γεώργιος, Σχολικός Σύμβουλος

Παπαδάκης Σπύρος, ΕΑΠ, Σχολικός Σύμβουλος  
Παπανικολάου Κυπαρισσία, ΑΣΠΑΙΤΕ  
Πιντέλας Παναγιώτης, Πανεπιστήμιο Πατρών  
Τζελέπη Σοφία, Σχολικός Σύμβουλος  
Τζιμογιάννης Αθανάσιος, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου  
Τσιάτσος Θρασύβουλος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης  
Φεσάκης Γιώργος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου  
Χαλκίδης Άνθιμος, Μέλος ΔΣ ΕΤΠΕ, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων  
Hadzilacos Th., Open University of Cyprus, Cyprus  
Valanides N., University of Cyprus

### **Τοπική Οργανωτική Επιτροπή**

Αποστολίδης Ιπποκράτης  
Ατματζίδου Σουμέλα  
Βουλγαρίδου Εύη  
Δημητριάδης Νικόλαος  
Μαγήσαλης Ιωάννης  
Μαυρίδης Απόστολος  
Μεϊμαρίδου Δάφνη  
Μιχαηλίδης Νικόλαος  
Μπεκιάρη Χρυσάνθη  
Παάνα Βασιλική  
Πολιτόπουλος Νικόλαος  
Σαακιάν Σουσανίκ  
Σταυρουλάκης Σταύρος  
Στυλιανίδης Παναγιώτης  
Τέγος Στέργιος  
Τερζίδου Λία  
Τόττα Ελένη  
Τζήμας Δημήτριος  
Φυντανίδου Ελένη  
Χαλδογερίδης Αησιλάος  
Ψαθάς Γεώργιος

## Εισαγωγή

Το 9ο Συνέδριο «Διδακτική της Πληροφορικής» διεξήχθη στο πλαίσιο του 11ου Πανελληνίου και Διεθνούς Συνεδρίου «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση» στη Θεσσαλονίκη τον Οκτώβριο 2018, με συνδιοργάνωση του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και του Πανεπιστημίου Μακεδονίας.

Ιστορικά το έναυσμα για την καθιέρωση του Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής» αποτέλεσε η 1η Ημερίδα «Διδακτική της Πληροφορικής», που οργανώθηκε στην Αθήνα το 2001. Ακολούθησε μια Διημερίδα το 2003 στο Βόλο, που αποτελεί και την ουσιαστική αρχή του θεσμού. Από τότε το Συνέδριο πραγματοποιείται κάθε δύο χρόνια και έχει φιλοξενηθεί από διάφορα Πανεπιστήμια σε πολλές ελληνικές πόλεις: Κόρινθος (2005), Πάτρα (2008), Αθήνα (2010), Φλώρινα (2012), Ρέθυμνο (2014) και Ιωάννινα (2016).

Στόχος του Συνεδρίου γενικά είναι να αποτελεί βήμα παρουσίασης και διαλόγου σχετικά με ερευνητικές μελέτες και εργασίες, προτάσεις, αναλύσεις και θεωρητικά πλαίσια που σχετίζονται με τη Διδακτική της Πληροφορικής και τη διδασκαλία της Πληροφορικής σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Απευθύνεται στην επιστημονική και εκπαιδευτική κοινότητα που ασχολείται με την έρευνα στη διδακτική της Πληροφορικής και τη διδασκαλία της Πληροφορικής στην Πρωτοβάθμια, Δευτεροβάθμια, Τριτοβάθμια εκπαίδευση και επιμόρφωση.

Στο 9ο Συνέδριο «Διδακτική της Πληροφορικής» υποβλήθηκαν 19 άρθρα από τα οποία έγιναν δεκτά 14 ως πλήρη άρθρα και 1 ως άρθρο αφίσας (poster). Με βάση τη θεματολογία τους τα πλήρη άρθρα παρουσιάστηκαν σε τρεις θεματικές ενότητες: Α) Scratch, Python, Thymio II, Β) Καινοτόμες διδασκαλίες, και Γ) Αλγόριθμοι και υπολογιστική σκέψη.

Βραβείο καλύτερου άρθρου απονεμήθηκε στο άρθρο με τίτλο: *“Καλλιέργεια Χωρικής και Υπολογιστικής Σκέψης μέσω του Προγραμματισμού Η/Υ στο Νηπιαγωγείο”* με συγγραφείς τους Δημήτριο Μαρκουζή, Γεώργιο Φεσάκη και Αναστασία Κωνσταντοπούλου.

Θα θέλαμε και από τη θέση αυτή να ευχαριστήσουμε την Ελληνική Επιστημονική Ένωση Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση (ΕΤΠΕ) που μας εμπιστεύθηκε την οργάνωση του 9<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής» καθώς και τα μέλη της Συντονιστικής επιτροπής για την υποστήριξη της διοργάνωσης. Ευχαριστούμε επίσης το Τμήμα Πληροφορικής και το Τμήμα Φυσικής του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης που έθεσαν υπό την αιγίδα τους το Συνέδριο. Ευχαριστούμε όλα τα μέλη της Επιστημονικής επιτροπής για τη βοήθειά τους στην κρίση των εργασιών και τα μέλη της Οργανωτικής επιτροπής που εργάστηκαν για την επιτυχημένη οργάνωση του συνεδρίου. Τέλος ευχαριστούμε όλους τους συγγραφείς που εμπιστεύθηκαν τις εργασίες τους στο συνέδριο.

Θεσσαλονίκη, Οκτώβριος 2018

Το Προεδρείο

Σταύρος Δημητριάδης, Βασίλειος Δαγδιλέλης και Θρασύβουλος Τσιάτσος

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### **SCRATCH, PYTHON, THYMIO II**

- Τα λάθη των παιδιών προσχολικής ηλικίας όταν προγραμματίζουν με το προγραμματιστικό περιβάλλον ScratchJr ..... 6
- Οι έννοιες «robot» και «αισθητήρες» μέσα από τις έξι προ-προγραμματισμένες συμπεριφορές του robot «Thymio II» σε παιδιά προσχολικής ηλικίας(5-6 ετών) 14
- Python vs ΓΛΩΣΣΑ: Ποια να επιλέξουμε για το Γενικό Λύκειο;..... 22
- Οι αντιλήψεις παιδιών προσχολικής ηλικίας σχετικά με την διεπιφάνεια χρήση του προγραμματιστικού περιβάλλοντος "SCRATCH JUNIOR" ..... 30
- Διερευνώντας τη μετάβαση από ψευδογλώσσα σε γλώσσα Python στη σχολική εκπαίδευση ..... 38

### **ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΕΣ / INNOVATIVE TEACHING**

- Διδασκαλία Βασικών Εννοιών Πολύπλοκων Δυναμικών Συστημάτων σε Μαθητές Γυμνασίου με τη NetLogo ..... 46
- Οι μηχανές Goldberg στη διδακτική προσέγγιση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής: Απόψεις εκπαιδευτικών ..... 54
- Γνωστικός Τύπος και Διδακτική της Πληροφορικής ..... 62
- Ο Διάχυτος Υπολογισμός, ο Κινητός Υπολογισμός και το Διαδίκτυο των Πραγμάτων στην Εκπαίδευση ..... 70
- Αντιλήψεις μαθητών Νηπιαγωγείου για τους εναλλακτικούς τρόπους προγραμματισμού του BlueBot. .... 78

### **ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ / ALGORITHMS AND COMPUTATIONAL THINKING**

- Αντιλήψεις, πεποιθήσεις και στάσεις εκπαιδευτικών Πληροφορικής για την Υπολογιστική Σκέψη ..... 86
- Σχεδιασμός και Ανάπτυξη ενός Εκπαιδευτικού Περιβάλλοντος Δυναμικής Οπτικοποίησης Αλγορίθμων ..... 94
- Καλλιέργεια Χωρικής και Υπολογιστικής Σκέψης Μέσω του Προγραμματισμού Η/Υ στο Νηπιαγωγείο ..... 102
- Προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών Γυμνασίου και Λυκείου στους αλγόριθμους ταξινόμησης. Μια συγκριτική ανάλυση ..... 110

# Τα λάθη των παιδιών προσχολικής ηλικίας όταν προγραμματίζουν με το προγραμματιστικό περιβάλλον ScratchJr

Γιαννίτση Μαρίνα Βασιλική<sup>1</sup>, Κολοβού Ελένη<sup>1</sup>, Κόμης Βασιλίας<sup>1</sup>, Φιλίππιδη Ανδρομάχη<sup>1</sup>

[marinagiannitsi@gmail.com](mailto:marinagiannitsi@gmail.com), [k.eleni95@gmail.com](mailto:k.eleni95@gmail.com), [komis@upatras.gr](mailto:komis@upatras.gr),  
[afilippidi@upatras.gr](mailto:afilippidi@upatras.gr)

<sup>1</sup> Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Πανεπιστήμιο Πατρών

## Περίληψη

Η παρούσα μελέτη αφορά στην διερεύνηση των λαθών που κάνουν τα παιδιά προσχολικής ηλικίας όταν λύνουν προγραμματιστικά προβλήματα με το λογισμικό οπτικού προγραμματισμού ScratchJr. Αν και φαίνεται ότι τα παιδιά είναι ικανά να προγραμματίζουν, ωστόσο κάνουν μια σειρά από λάθη που τα εμποδίζουν να αναπτύξουν πλήρως την προγραμματιστική τους σκέψη. Μελετήθηκε σε βάθος η υλοποίηση δραστηριοτήτων επίλυσης προγραμματιστικών προβλημάτων από 24 παιδιά προσχολικής ηλικίας. Από την ανάλυση των δεδομένων καταγράφονται τρία βασικά είδη λαθών: Τα λάθη χειρισμού, τα συντακτικά λάθη και τα εννοιολογικά/λογικά λάθη. Τα είδη των λαθών ορίζονται με βάση τα χαρακτηριστικά τους και αποδίδονται σε συγκεκριμένες δυσκολίες που αφορούν τα παιδιά, τη διδακτική παρέμβαση αλλά και το ίδιο το περιβάλλον της ScratchJr.

**Λέξεις κλειδιά:** Προγραμματισμός, Προσχολική ηλικία, Λάθη των παιδιών, ScratchJr.

## Εισαγωγή

Ο ψηφιακός γραμματισμός και η ανάπτυξη της Υπολογιστικής Σκέψης (computational thinking) αποτελεί αντικείμενο μελέτης στο πλαίσιο της προσχολικής και της πρώτης σχολικής εκπαίδευσης (Κόμης, 2005). Η ανάπτυξη του σύγχρονου ψηφιακού γραμματισμού, ως βασική ικανότητα του 21<sup>ου</sup> αιώνα, δεν εμπερικλείει απλώς τη γνώριμια των μαθητών με τις τεχνολογίες αλλά αφορά κυρίως την ανάπτυξη ικανοτήτων που συνδυάζουν χρήσεις ψηφιακών εργαλείων και χρήσεις τεχνολογιών ελέγχου και αλγοριθμικής σκέψης, όπως η ρομποτική και ο προγραμματισμός (Manches & Plowman, 2015; Misirlı, 2015). Για την προσχολική ηλικία η ανάπτυξη της προγραμματιστικής σκέψης φαίνεται να μπορεί να καλυφθεί από το λογισμικό ScratchJr (<https://www.scratchjr.org>). Στο περιβάλλον της ScratchJr, τα παιδιά έχουν τη δυνατότητα, να προγραμματίσουν με γλώσσα προγραμματισμού που βασίζεται στις αρχές τις Logo (Papert, 1996) να παίξουν και να κατασκευάζουν παιχνίδια και διαδραστικές ιστορίες (Bers & Resnick, 2015).

Τα πλεονεκτήματα από την ανάπτυξη προγραμματιστικής σκέψης σε παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας, εμπερικλείουν ειδικές και γενικές ικανότητες σκέψης η ανάπτυξη ενός δομημένου τρόπου σκέψης, η ανάπτυξη κριτικής σκέψης και η επίλυση προβλήματος, ειδικά για τα παιδιά προσχολικής ηλικίας (Falloon, 2016; Papadakis, Kalogiannakis & Zaranis, 2016; Brennan & Resnick, 2012). Οι ικανότητες αυτές αναπτύσσονται μέσα από διαδικασίες παρατήρησης, εξαγωγής συμπερασμάτων, πρόβλεψης, σε συνδυασμό με ενσωματωμένες διαδικασίες, όπως την ερμηνεία των δεδομένων, τον χειρισμό των μεταβλητών, τη διατύπωση υποθέσεων και την εκτέλεση πειραμάτων.



Σύμφωνα με τους Cejka, Rogers και Postmore (2006), τα παιδιά ήδη από την ηλικία των τεσσάρων ετών μπορούν να καταλάβουν βασικές έννοιες του προγραμματισμού και αντίστοιχα μπορούν να κατασκευάσουν απλές ρομποτικές κατασκευές. Οι Portelance, Strawhacker και Bers (2015) ισχυρίζονται ότι τα παιδιά μαθαίνουν να προγραμματίζουν χρησιμοποιώντας τη ScratchJr, παρουσιάζοντας μεγαλύτερη ευκολία στις εντολές κίνησης. Επίσης τα παιδιά φαίνεται να μπορούν να χρησιμοποιήσουν και κάποιες σύνθετες εντολές προγραμματισμού όπως τα μηνύματα και η επανάληψη (Τουλουπάκη και άλλοι, 2017). Ωστόσο, σύμφωνα με την έρευνα των Misirli και Komis (2012), που αφορούσε τις νοητικές αναπαραστάσεις των παιδιών σχετικά με τα προγραμματιστικά παιχνίδια, απέδειξε ότι τα παιδιά προσχολικής ηλικίας τείνουν να εκφράζουν μια σύγχυση σχετικά με την απόδοση της ιδιότητας και τη λειτουργίας των προγραμματιστικών παιχνιδιών καθώς θεωρούν σε μεγάλο βαθμό ότι λειτουργούν ανεξάρτητα (Magnenant et al., 2011). Ο Chao (2015) βρίσκει ότι η επίλυση προβλήματος μέσω του προγραμματισμού συμβάλλει στην εκμάθηση του προγραμματισμού από νέους μαθητευόμενους και στην ανάπτυξη στρατηγικών υπολογιστικής σκέψης. Τέλος σημειώνεται ότι η ScratchJr ευνοεί την αποτελεσματικότητα των παιδιών όταν λύνουν προβλήματα (Ahn, Mao, Sung και Black, 2017), και συνεπώς μπορεί να αξιολογηθεί και από μαθητές νηπιαγωγείου.

### Προβληματική της έρευνας

Από την μελέτη ερευνών που έχουν διεξαχθεί σχετικά με τις προγραμματιστικές έννοιες γίνεται αντιληπτό ότι τα παιδιά είναι ικανά να αναπτύξουν την προγραμματιστική σκέψη χρησιμοποιώντας κατάλληλα προγραμματιστικά περιβάλλοντα, όπως η ScratchJr. Ωστόσο, παρατηρήθηκε το γεγονός ότι δεν υπήρχαν στην διεθνή βιβλιογραφία αρκετές έρευνες που να εστιάζουν στα λάθη που κάνουν τα παιδιά κατά την οικοδόμηση προγραμματιστικών εννοιών στις τάξεις του νηπιαγωγείου, εκτός από τις εντολές που αφορούν την κατανόηση και ορθή χρήση εννοιών που σχετίζονται με το χώρο (όπως η έννοια δεξιά – αριστερά, Paradakis et al., 2016). Συνεπώς, σκοπός της παρούσας μελέτης αποτελεί η διερεύνηση των λαθών που πραγματοποιούν τα παιδιά προσχολικής ηλικίας κατά την αλληλεπίδρασή τους με ένα εκπαιδευτικό λογισμικό προγραμματισμού, και πιο συγκεκριμένα με το προγραμματιστικό περιβάλλον ScratchJr.

### Μεθοδολογία της έρευνας

Το ερευνητικό παράδειγμα που ακολουθήθηκε στη παρούσα έρευνα είναι το ποιοτικό και πιο συγκεκριμένα πρόκειται για μια μελέτη περίπτωσης που έχει ως σκοπό να μελετήσει τη διαδικασία που ακολουθούν τα νήπια κατά την αλληλεπίδρασή τους με το προγραμματιστικό περιβάλλον ScratchJr. Η έρευνα έγινε στα πλαίσια του έργου Dalie. Κατά τη διάρκεια του προγράμματος, προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι όλοι οι συμμετέχοντες εκπαιδευτικοί είχαν την κατάλληλη προαπαιτούμενη γνώση, οργανώθηκαν επιμορφωτικές συναντήσεις προκειμένου να εξοικειωθούν με τα περιβάλλοντα και τις έννοιες που καλούνταν σε επόμενη φάση να μεταφέρουν στην εκπαιδευτική πράξη. Συνεπώς, η συγκεκριμένη έρευνα, αποτελώντας μέρος του συγκεκριμένου προγράμματος, χρησιμοποιεί βολικό δείγμα, το οποίο αποτελείται από 24 παιδιά, εκ των οποίων τα 13 αγόρια και τα 11 κορίτσια, ηλικίας πέντε και έξι χρόνων (18 νήπια και 6 προνήπια). Η οργάνωση των παιδιών κατά την εφαρμογή του σεναρίου ήταν ομάδες τεσσάρων ατόμων, στις οποίες εμπλέκονται δύο ομάδες ανά Tablet. Για τη συλλογή δεδομένων της έρευνας, χρησιμοποιήθηκε υλικό από το έργο Dalie, το οποίο περιλάμβανε ένα εκπαιδευτικό σενάριο επίλυσης προβλημάτων με τη χρήση του λογισμικού ScratchJr, βιντεοσκοπήσεις της εφαρμογής του και ατομικές συνεντεύξεις των παιδιών, με τη

μορφή προ-τεστ και μετά-τεστ. Για την ανάλυση των δεδομένων αξιοποιήθηκε η δυνατότητα κωδικοποίησης και κατηγοριοποίησης του ποιοτικού εργαλείου Nvivo.

### Το έργο DALIE

Η παρούσα έρευνα αποτελεί τμήμα της ευρύτερης έρευνας του ευρωπαϊκού έργου DALIE που διεξάγεται με τη συνεργασία 5 γαλλικών πανεπιστημίων και 1 ελληνικού. Η πρώτη φάση του έργου που εγκρίθηκε, διεξάγεται κατά το διάστημα 2015-2017. Στην Ελλάδα, η έρευνα υλοποιείται από το πανεπιστήμιο Πατρών και το Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της αγωγής στην προσχολική ηλικία (ΤΕΕΑΠΗ). Συγκεκριμένα, το εργαστήριο Διδακτικής των Θετικών Επιστημών και ΤΠΕ στην Εκπαίδευση και η ερευνητική ομάδα για τις ΤΠΕ στην Εκπαίδευση με επιστημονικό υπεύθυνο τον κ. Κόμη Β. έχει αναλάβει την πραγμάτωση του έργου στα δημόσια νηπιαγωγεία της περιοχής της Πάτρας.

### Ανάλυση των Δεδομένων

Για την ανάλυση των δεδομένων έγινε απομαγνητοφώνηση και καταγραφή των κινήσεων των παιδιών από τα βίντεο που συλλέχθηκαν στο πλαίσιο του προγράμματος DALIE. Τα βίντεο που μελετήθηκαν αφορούσαν όλες τις δραστηριότητες του σεναρίου (δραστηριότητες ψυχολογικής και γνωστικής προετοιμασίας, διδασκαλίας, εμπέδωσης και αξιολόγησης). Το σύνολο των δραστηριοτήτων ήταν έξι ανά ομάδα παιδιών και όλα τα βίντεο που αναλύθηκαν διήρκεσαν περίπου δέκα ώρες. Η ανάλυση των δεδομένων έγινε στο λογισμικό ποιοτικής ανάλυσης δεδομένων NVivo. Για την ανάλυση των δεδομένων δημιουργήθηκαν πρωτότυπες κατηγορίες ανάλυσης οι οποίες αφορούσαν σε πρώτη φάση όλα τα λάθη που έκαναν τα παιδιά κατά τον προγραμματισμό και τα οποία παρατηρήθηκαν κατά την διεξαγωγή των μελετώμενων δραστηριοτήτων στα βίντεο. Στην συνέχεια έγινε ομαδοποίηση των λαθών σε τρεις ευρύτερες κατηγορίες (βλ. πίνακα 1): τα λάθη χειρισμού, τα συντακτικά λάθη και τα εννοιολογικά ή αλλιώς λογικά λάθη και κωδικοποίηση τους σε συγκεκριμένους κόμβους (children και parent nodes), οι οποίοι αντιστοιχούσαν στις κατηγορίες και τις υποκατηγορίες των λαθών που είχαν παρατεθεί παρακάτω (βλ. πίνακα 2).

| Πίνακας 1 Παραδείγματα κωδικοποίησης του υλικού              |                  |   |
|--|------------------|---|
| ΚΟΜΒΟΙ (NODES)   |                  | ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ  |
| Tree<br>λαθών/Εννοιολογικά/Εντολή<br>αρχικοποίησης/σημασία   | Nodes/Κατηγορίες | Θ (N): Δοκιμάζει το σενάριο του ξανά χωρίς να έχει πατήσει το κουμπί της αρχικοποίησης των χαρακτήρων |
| Tree<br>λαθών/Εννοιολογικά/Αποθήκευση/εισαγωγή<br>χαρακτήρων | Nodes/Κατηγορίες | Μ (N): Για να αποθηκεύσει το έργο της επιλέγει την εισαγωγή χαρακτήρα                                 |
| Tree<br>λαθών/Χειρισμού/Tablet/και τα δύο παιδιά             | Nodes/Κατηγορίες | Μ (N): πατάει την οθόνη ταυτόχρονα με το ζευγάρι της  |

Τέλος, εξήχθη από το πρόγραμμα μια γενική έκθεση των κωδικοποιημένων στοιχείων (summary tree nodes), η οποία χρησιμοποιήθηκε για την μετέπειτα εξαγωγή αποτελεσμάτων.

Ειδικότερα, αναφορικά με τα λάθη που έκαναν τα παιδιά, διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά κατά την διάρκεια της εφαρμογής του σεναρίου εμφάνισαν κάποιες αδυναμίες όσον αφορά τον χειρισμό της διεπιφάνειας χρήστη του λογισμικού, την σύνταξη κώδικα αλλά και την κατανόηση και την χρήση των λειτουργιών και των εντολών του λογισμικού. Συνεπώς, δεδομένου ότι η γνώση αυτών των λαθών μπορεί να αποτελέσει ως ένας είδος

ανατροφοδότησης για την οργάνωση παρόμοιων εκπαιδευτικών διαδικασιών, πραγματοποιήθηκε κατηγοριοποίησή τους στις εξής κατηγορίες: λάθη χειρισμού, συντακτικά λάθη και εννοιολογικά ή λογικά λάθη.

Στην κατηγορία των λαθών χειρισμού, εντάχθηκαν τα λάθη που αφορούσαν τον χειρισμό τόσο της διεπιφάνειας χρήστη του λογισμικού όσο και του ίδιου του Tablet. Πιο συγκεκριμένα, συμπεριλήφθηκαν αδυναμίες των παιδιών που είχαν να κάνουν για παράδειγμα με την τάση που εμφάνιζαν να χρησιμοποιούν τα δύο δάχτυλά τους για να χειριστούν την διεπιφάνεια χρήστη ή την μη αποτελεσματική διαγραφή και αποσύνδεση εντολών κατά τη σύνθεση του κώδικά τους. Οι υπόλοιπες δυσκολίες των παιδιών αφορούσαν την αδυναμία να συνδέσουν εντολές με το drag and drop, να αναγνωρίσουν τον χώρο προγραμματισμού του κάθε χαρακτήρα, να εισάγουν νέο έργο, να αναγνωρίσουν την σκηνή, να χειριστούν αποτελεσματικά την λειτουργία ηχογράφησης, να εισάγουν, να διαγράψουν και να αρχικοποιήσουν χαρακτήρες και τέλος να ξεκινήσουν το πρόγραμμα όταν εισέρχονται στη πλήρη οθόνη.

Στην κατηγορία των *συντακτικών λαθών*, αν και το προγραμματιστικό αυτό περιβάλλον έχει φτιαχτεί με τέτοιο τρόπο (σε μορφή παζλ), ώστε να μην υπάρχουν συντακτικά λάθη, συμπεριλήφθηκε μια αδυναμία ενός παιδιού που αφορούσε μια παραβίαση του τυπολογικού και του συντακτικού της γλώσσας ScratchJr. Πιο συγκεκριμένα, το συγκεκριμένο παιδί εμφάνισε την τάση να προσπαθεί να τοποθετήσει την εντολή τέλους στην μέση του κώδικα.

Στην κατηγορία των *εννοιολογικών ή λογικών λαθών* εντάχθηκαν οι δυσκολίες των παιδιών που αφορούσαν την κατανόηση των εννοιών του λογισμικού. Στον παρακάτω πίνακα (βλ. πίνακα 2) φαίνεται πιο αναλυτικά η κατηγοριοποίηση των λαθών αυτών, γιατί εμφάνισαν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον στην παρούσα μελέτη διότι κατά την ανάλυση τους και φαίνεται ότι σε αυτά οφείλονται τελικά οι αδυναμίες των παιδιών ώστε να λύσουν ένα πρόβλημα προγραμματισμού με επιτυχία:

**Πίνακας 2 Τα εννοιολογικά/λογικά λάθη των παιδιών**

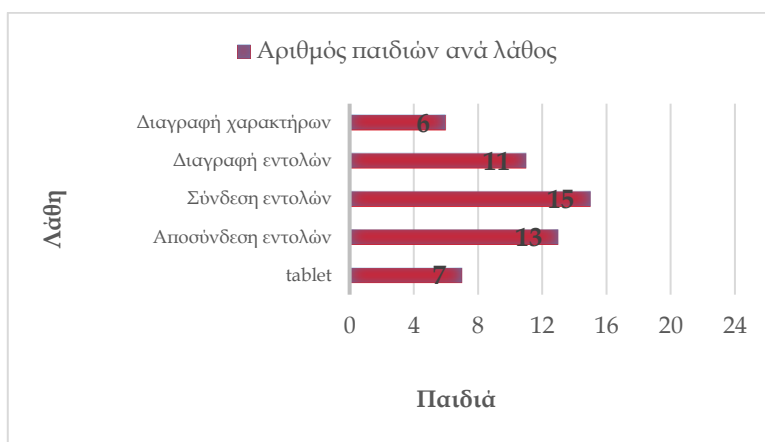
| Εντολή                             | Πιο συχνά εμφανιζόμενα Λάθη   |
|------------------------------------|---|
| <u>Αποθήκευση</u>                  | <b>Δυσκολία</b> στην αναγνώριση και την κατανόηση της εντολής<br><b>Σύγχυση</b> με: πράσινη σημαία, πλήρη οθόνη, κουμπί ScratchJr, εισαγωγή και αρχικοποίηση χαρακτήρων και εισαγωγή νέας σελίδας |
| <u>Σκηνικό</u>                     | <b>Δυσκολία</b> στην αναγνώριση και την κατανόηση της εντολής<br><b>Σύγχυση</b> με: παλέτα εντολών προγραμματισμού, εισαγωγή χαρακτήρων και νέας σελίδας  |
| <u>Πράσινη σημαία</u>              | <b>Δυσκολία</b> στην αναγνώριση και την κατανόηση της εντολής<br><b>Σύγχυση</b> με: έξοδο από πλήρη οθόνη και αρχικοποίηση χαρακτήρων   |
| <u>Πλήρη οθόνη</u>                 | <b>Δυσκολία</b> στην αναγνώριση και την κατανόηση της εντολής<br><b>Σύγχυση</b> με: πλέγμα, αρχικοποίηση χαρακτήρων και εισαγωγή σκηνικού   |
| <u>Έργο</u>                        | <b>Δυσκολία</b> στην αναγνώριση και την κατανόηση της έννοιας<br><b>Σύγχυση</b> με: αποθήκευση και κουμπί ScratchJr   |
| <u>Εντολή τέλους</u>               | <b>Δυσκολία</b> στην αναγνώριση και την κατανόηση της εντολής<br><b>Σύγχυση</b> με: επανάληψη για πάντα   |
| <u>Εντολή κάθετης πάνω κίνησης</u> | <b>Δυσκολία</b> στην ονομασία της εντολής   |
| <u>Εντολή κάθετης κάτω κίνησης</u> | <b>Δυσκολία</b> στην ονομασία της εντολής   |

|  |   |
|--|---|
|  | Σύγχυση με: δεξιόστροφη κίνηση, εντολή οριζόντιας δεξιά κίνησης, εντολή αρχικής θέσης   |
| <u>Εντολή οριζόντιας δεξιάς κίνησης</u>    | Σύγχυση με: δεξιόστροφη κίνηση, κάθετη πάνω κίνηση, οριζόντια αριστερή κίνηση   |
| <u>Εντολή οριζόντιας αριστερής κίνησης</u> | Δυσκολία στην ονομασία της εντολής<br>Σύγχυση με: αριστερόστροφη κίνηση και κάθετη πάνω και κάτω κίνηση   |
| <u>Εντολή αναπήδησης</u>                   | Σύγχυση με: κάθετη πάνω και κάτω κίνηση   |
| <u>Εντολή ηχογράφησης</u>                  | Δυσκολία στην αναγνώριση της εντολής<br>Σύγχυση με: εισαγωγή νέας σελίδας   |
| <u>Εντολή εκκίνησης</u>                    | Δυσκολία αναγνώρισης και κατανόησης της σημασίας της εντολής<br>Σύγχυση με: πράσινη σημαία  |
| <u>Αρχικοποίηση χαρακτήρων</u>             | Δυσκολία αναγνώρισης και κατανόησης της σημασίας της εντολής  |
| <u>Εισαγωγή χαρακτήρων</u>                 | Δυσκολία αναγνώρισης και κατανόησης της εντολής<br>Σύγχυση με: παλέτα εντολών προγραμματισμού, αρχικοποίηση χαρακτήρων, εισαγωγή σκηρικού και νέας σελίδας, πράσινη σημαία και αποθήκευση |

## Αποτελέσματα

Για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων και προκειμένου να μελετηθούν ποια είδη λαθών εκτελούν τα παιδιά όταν προγραμματίζουν αξιοποιήθηκαν τα κωδικοποιημένα στοιχεία του ποιοτικού εργαλείου Nvivo και μελετήθηκαν πόσες φορές εμφανίζεται η κάθε κατηγορία λαθών σε αυτά προκειμένου να εντοπιστούν τα επικρατέστερα. Για την καλύτερη απεικόνιση των αποτελεσμάτων έγινε απόπειρα ερμηνείας και οπτικοποίησης των δεδομένων αυτών σε σχηματικές παραστάσεις όπως αναλύεται παρακάτω:

**Λάθη Χειρισμού:** Όσον αφορά τα λάθη χειρισμού (βλ. σχήμα 1) , το μεγαλύτερο μέρος των παιδιών, δηλαδή 15 στα 24 παιδιά, αντιμετώπισε πρόβλημα με την ορθή χρήση της εντολής drag and drop, κατά την μεταφορά και σύνδεση των εντολών στον προγραμματιστικό χώρο. Τη δυσκολία αυτή δεν την αποδώσαμε στα ίδια τα παιδιά, αλλά στη δυσλειτουργία του λογισμικού ή του Tablet, το οποίο «κολλούσε». Άλλα λάθη που παρατηρήθηκαν από ένα μεγάλο μέρος των παιδιών αφορούσαν στη δυσκολία διαγραφής εντολών (11/24 συμμετέχοντες), παρατηρήθηκε δηλαδή ότι τα παιδιά αδυνατούσαν να σύρουν εκτός προγραμματιστικού χώρου την εντολή που επιθυμούσαν να διαγράψουν. Την δυσκολία αυτή την αποδώσαμε και αυτή στη δυσλειτουργία των Tablet. Ακόμη καταγράφηκε δυσκολία από τα παιδιά στην αποσύνδεση εντολών (7/24), τα παιδιά δεν μπορούσαν να επιλέξουν και να σύρουν την εντολή που ήθελαν να σβήσουν εκτός του πλαισίου προγραμματισμού. Η δυσκολία αυτή συνδυάζεται με την λάθος χρήση της εντολής σύρε και άφησε αφού η πρώτη αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της διαγραφής των εντολών. Σχετίζεται επίσης με την τάση των παιδιών να μπερδεύουν την αποσύνδεση των εντολών με τη διαγραφή τους και φυσικά στην καταγεγραμμένη δυσκολία που παρουσιάστηκε στον χειρισμό των Tablet. Τέλος, αρκετά λάθη των παιδιών που κωδικοποιήθηκαν ως λάθη χειρισμού του Tablet οφείλονταν στην τάση των παιδιών να χειρίζονται ταυτόχρονα, με το ζευγάρι τους, την επιφάνεια εργασίας του λογισμικού (4/24) ή με δύο δάχτυλα μαζί (3/24).



Σχήμα 1 Λάθη χειρισμού των παιδιών

**Συντακτικά Λάθη:** Αναφορικά με το συντακτικό λάθος της εντολής τέλους πραγματοποιήθηκε από έναν συμμετέχοντα (1/24), ο οποίος προσπάθησε χωρίς επιτυχία να τοποθετήσει την εντολή τέλους στη μέση του σεναρίου, ένα γεγονός το οποίο αποδώσαμε ωστόσο στη λανθασμένη σημασιολογία που είχε το παιδί για την εντολή αυτή, καθώς όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, το εκπαιδευτικό λογισμικό προγραμματισμού ScratchJr έχει δημιουργηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μην είναι δυνατόν να υπάρξουν συντακτικά λάθη.

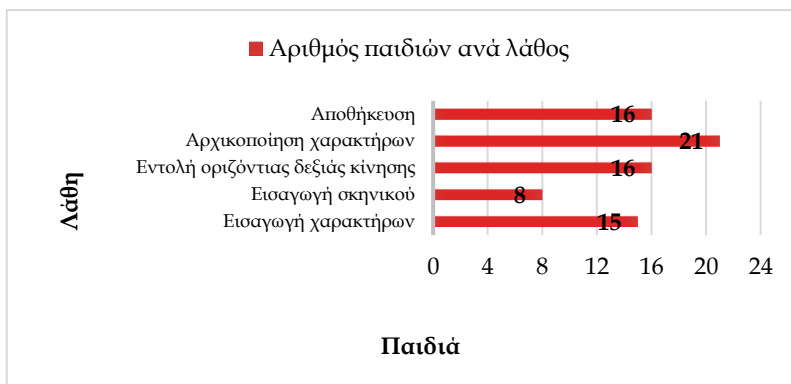
**Εννοιολογικά ή Λογικά Λάθη:** Όσον αφορά τα εννοιολογικά λάθη (βλ. σχήμα 2), το μεγαλύτερο μέρος των παιδιών (21/24) αποδείχθηκε να εμφανίζει προβλήματα στην αρχικοποίηση των χαρακτήρων. Την συγκεκριμένη δυσκολία την αποδίδουμε από τη μία στην αδυναμία των παιδιών να κατανοήσουν τη σημασιολογία της εντολής αυτής κατά τη σύνθεση κώδικά τους και από την άλλη στην αδυναμία τους να αναγνωρίσουν και να χειριστούν την εντολή (13/24). Το αποτέλεσμα αυτής της δυσκολίας των παιδιών κατά την εκτέλεση του προγράμματος στο λογισμικό ήταν οι χαρακτηρισές καθώς εκτελούσαν το πρόγραμμα τους να φτάνουν εκτός σκηνής, προκαλώντας σύγχυση στα παιδιά.

Ένα ακόμη λάθος που καταγράφηκε από τα περισσότερα παιδιά αφορούσε την εντολή οριζόντιας κίνησης προς τα δεξιά (16/24), την οποία ένα μέρος των παιδιών την μπέρδεψε με την εντολή κάθετης κίνησης προς τα πάνω (2/16), ή την εντολή της δεξιόστροφης κίνησης (2/16) ή με την εντολή οριζόντιας κίνησης προς τα αριστερά (11/16). Σε μια προσπάθεια ερμηνείας της συγκεκριμένης δυσκολίας, διαπιστώθηκε ότι τα προβλήματα που εμφανίζουν τα παιδιά στην ορθή χρήση των εντολών κατεύθυνσης δεν αφορούν τις προγραμματιστικές τους ικανότητες αλλά τις ικανότητες που σχετίζονται με την αντίληψη του χώρου (Misirlı, 2015) και συγκεκριμένα στην αδυναμία των παιδιών να διακρίνουν τις έννοιες δεξιά-αριστερά, μια ικανότητα η οποία τείνει να τελειοποιηθεί από την ηλικία των έξι ετών (Rigal, 1994).

Ένα ακόμη εμφανιζόμενο λάθος, αφορούσε την εντολή αποθήκευσης (16/24), την οποία ένα μέρος των παιδιών δεν μπορούσε να την αναγνωρίσει (2/24) γιατί είτε την μπέρδεψε με την εντολή αρχικοποίησης είτε με την εφαρμογή της πλήρους οθόνη. Ωστόσο, η πλειοψηφία των παιδιών φάνηκε ότι την μπέρδεψε με την εισαγωγή χαρακτήρων (11/24) και νέας σελίδας (6/24), γεγονός που το αποδίδουμε στη οπτική αναπαράσταση της εντολής (η εντολή συμβολίζεται με ένα σπίτι).

Ένα ακόμη λάθος που παρατηρήθηκε αφορούσε την εισαγωγή χαρακτήρων (15/24), την οποία ένα μέρος των παιδιών (3/24) την μπέρδεψε με την εντολή αρχικοποίησης, ένα μέρος

με την εισαγωγή σελίδας (2/24), ένα μέρος (5/24) με την εισαγωγή σκηνικού, ένα μέρος με την αποθήκευση (1/24), την παλέτα εντολών (3/24), την εισαγωγή χαρακτήρων (2/24), ενώ ένα άλλο μέρος (4/15) δεν κατάφεραν να την αναγνωρίσουν καθόλου, καταφεύγοντας στην καθοδήγηση από την νηπιαγωγό. Τέλος, ένα ακόμη λάθος που παρατηρήθηκε από το μικρότερο μέρος των παιδιών (8/24), αφορούσε στην εισαγωγή σκηνικού και συγκεκριμένα την δυσκολία αναγνώρισής του (2/24), την σύγχυσή του με την εισαγωγή νέας σελίδας (1/24), την εισαγωγή χαρακτήρων (2/24) και την παλέτα εντολών (3/24), πιθανόν λόγω της οπτικής αναπαράστασης της εντολής αυτής.



Σχήμα 2 Εννοιολογικά/Λογικά λάθη των παιδιών

## Συμπεράσματα

Στη παρούσα έρευνα γίνεται μια προσπάθεια καταγραφής και κατηγοριοποίησης των λαθών που πραγματοποιούν τα παιδιά προσχολικής ηλικίας κατά την επίλυση προγραμματιστικών προβλημάτων στο περιβάλλον ScratchJr. Από την ανάλυση των δεδομένων της έρευνας προέκυψε ότι το δείγμα ως επί το πλείστον εμφάνισε αποτελεσματική συμπεριφορά όσον αφορά την κατανόηση των εννοιών και των δεξιοτήτων της διεπιφάνειας χρήσης και των προγραμματιστικών εντολών του ScratchJr. Το γεγονός αυτό έρχεται να επιβεβαιώσει την βιβλιογραφία που αφορά την επιτυχή κατανόηση των βασικών εννοιών του προγραμματισμού από τα παιδιά προσχολικής ηλικίας και την ανάπτυξη γενικών και ειδικών τύπων σκέψης αλλά και γνωστικών δεξιοτήτων. Ωστόσο, κατά την πορεία της εφαρμογής του εκπαιδευτικού σεναρίου υπήρχαν αρκετές περιπτώσεις δυσκολιών εκ μέρους των παιδιών, οι οποίες αφορούσαν σε τεχνικά χαρακτηριστικά όπως μικρές δυσχέρειες του προγραμματιστικού περιβάλλοντος ScratchJr και στην δυσλειτουργία των Tablet σχετικά με την διεπιφάνεια χρήσης του. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι τα περισσότερα παιδιά κατά την αλληλεπίδρασή τους με το λογισμικό έκαναν κυρίως εννοιολογικά λάθη, καθώς πολλές φορές αδυνατούσαν να κατανοήσουν τη μορφολογία και τη σημασιολογία των εντολών του λογισμικού.

Αρκετά από τα λάθη που καταγράφηκαν ίσως θα μπορούσαν να έχουν αποφευχθεί με τη βελτίωση του εκπαιδευτικού σεναρίου που σχεδιάστηκε (πχ. η οργάνωση της τάξης). Επίσης η προσφερόμενη υποστήριξη των παιδιών από τους εκπαιδευτικούς θα μπορούσε να οργανωθεί με τέτοιο τρόπο ώστε μπορούν να ξεπεραστούν τα λάθη αυτά με την κατάλληλη εκπαιδευτική παρέμβαση (Tsourari et al., 2018).

Όμως, επειδή η συγκεκριμένη έρευνα βασίστηκε σε βολικό δείγμα και συνεπώς δεν μπορεί να γίνει γενίκευση των αποτελεσμάτων σχετικά με τα λάθη που πραγματοποιούν τα παιδιά

προσχολικής ηλικίας με το προγραμματιστικό περιβάλλον ScratchJr, ενδείκνυται η χρήση μεγαλύτερου δείγματος με σκοπό την εξασφάλιση πιο αντιπροσωπευτικών αποτελεσμάτων.

## Αναφορές

- Ahn, J. H., Mao, Y., Sung, W., & Black, J. B. (2017, March). Supporting Debugging Skills: Using Embodied Instructions in Children's Programming Education. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 19-26). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Brennan, K. (2011) *Creative Computing: A Design-Based Introduction to Computational Thinking*. Available online at: <http://scratched.media.mit.edu/sites/default/files/CurriculumGuide20110923.pdf> (accessed on 17 January 2016).
- Cejka, E., Rogers, C., & Postmore, M. (2006). *Kindergarten Robotics: Using Robotics to Motivate Math, Science, and Engineering Literacy in Elementary School*. *International Journal of Engineering Education*, 22(4), 711-722.
- Chao, P. Y. (2016). Exploring students' computational practice, design and performance of problem-solving through a visual programming environment. *Computers & Education*, 95, pp. 202-215.
- DALIE επίσημη ιστοσελίδα : <http://www.unilim.fr/dalie>.
- Falloon, G. (2016). *An analysis of young students' thinking when completing basic coding tasks using Scratch Jr. On the iPad*. *Journal of Computer Assisted Learning*, 32(6), 576-593.
- Komis V. & Misirli, A. (2012). *L'usage des jouets programmables à l'école maternelle: concevoir et utiliser des scénarios éducatifs de robotique pédagogique*. *Revue Skhole*, (17), 143-154
- Magnenat, S., Riedo F., Bonani, M., & Mondada, F. (2011). A programming Workshop using the Robot "Thymio II": The Effect on the Understanding by Children. Retrieved from <https://infoscience.epfl.ch/record/175763/files/thymio-workshop2011.pdf>
- Misirli, A. (2015). The development of algorithmic thinking and programming abilities with programmable robots in early childhood education. PhD thesis. Department of Educational Sciences and Early Childhood Education, University of Patras.
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M., & Zaranis, N. (2016). *Developing fundamental programming concepts and computational thinking with ScratchJr in preschool education: a case study*. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 10(3), 187.
- Papert S., (1996). An Exploration in the Space of Mathematics Educations, *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 1(1), pp. 95- 123.
- Portelance, D.J., Strawhacker, A., & Bers, M.U. (2015). Constructing the ScratchJr programming language in the early childhood classroom. *International Journal of Technology and Design Education*. pp. 1-16.
- Rigal R. (1994). *Right-left orientation: development of correct use of right and left terms*. *Percept Mot Skills* (79), 1259-78.
- ScratchJr επίσημη ιστοσελίδα : <http://www.scratchjr.org>
- Tsourapi, C., Komis, V., & Baron, G. L. (2018, Février). L'étayage des enseignants de l'école maternelle au cours des activités de programmation avec le logiciel ScratchJr. Article présenté à Didapro 7 - DidaSTIC: De 0 à 1 ou l'heure del'informatique à l'école, Colloque de didactique de l'informatique. Lausanne.
- Κόμης, Β. (2005). *Εισαγωγή στη Διδακτική της Πληροφορικής*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.
- Τουλουπάκη Σ., Κωνσταντινοπούλου Μ.-Ε., Νικολός Δ., Baron G.-L., & Κόμης Β. (2016). Η οικοδόμηση της έννοιας του «μηνύματος» στη γλώσσα προγραμματισμού ScratchJr από μαθητές 5-7 ετών. *Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής της Πληροφορικής*, Ιωάννινα, 23-25 Σεπτεμβρίου, 2016.

# Οι έννοιες «robot» και «αισθητήρες» μέσα από τις έξι προ-προγραμματισμένες συμπεριφορές του robot«Thymio II» σε παιδιά προσχολικής ηλικίας(5-6 ετών)

Ζιάτα Χριστίνα<sup>1</sup>, Φιλιππίδη Ανδρομάχη<sup>1</sup>, Κόμης Βασίλης<sup>1</sup>  
[ziataxristina@gmail.com](mailto:ziataxristina@gmail.com) , [afilippidi@upatras.gr](mailto:afilippidi@upatras.gr), [komis@upatras.gr](mailto:komis@upatras.gr)

<sup>1</sup> Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Πανεπιστήμιο Πατρών

## Περίληψη

Η παρούσα μελέτη αφορά στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο τα παιδιά προσχολικής ηλικίας (5-6 ετών) μπορούν να έρθουν σε επαφή με το robot Thymio II, και να το χρησιμοποιούν ως εργαλείο για να λύσουν τα προγραμματιστικά προβλήματα που τους ανατίθενται κάθε φορά. Παράλληλα, εξετάζεται αν το robot μπορεί να ευνοήσει τη συνεργασία και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παιδιών. Μελετήθηκε σε βάθος η υλοποίηση δραστηριοτήτων επίλυσης προγραμματιστικών προβλημάτων από 12 παιδιά προσχολικής ηλικίας. Από την ανάλυση των δεδομένων φαίνεται ότι τα παιδιά μπορούν να χρησιμοποιήσουν το robot με λειτουργικό τρόπο για να λύσουν τα προβλήματα που τους ανατίθενται.

**Λέξεις-κλειδιά:** «robot», robotThymio II, αισθητήρας, εκπαιδευτική ρομποτική, αλληλεπίδραση.

## Εισαγωγή

Το ερευνητικό ενδιαφέρον γύρω από την εισοδο της ρομποτικής στην εκπαιδευτική διαδικασία, καθώς και του τρόπου που αντιμετωπίζουν και χειρίζονται τα παιδιά τα robot από την προσχολική ηλικία, έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια. Οι περισσότερες έρευνες μέχρι σήμερα, έχουν δείξει ότι ένα σημαντικό ποσοστό παιδιών, αντιμετωπίζουν και περιγράφουν τα robot ως «πλάσματα» με ανθρωποειδή χαρακτηριστικά και ιδιότητες (Μισιρλή & Κόμης, 2012). Συγκεκριμένα, θεωρούν ότι η εκάστοτε συμπεριφορά που παρουσιάζει ένα robot σε μία δεδομένη χρονική στιγμή, είναι αποτέλεσμα των χαρακτηριστικών που διαθέτει και είναι αντίστοιχα με εκείνα των ζωντανών οργανισμών και όχι αποτέλεσμα των τεχνολογικών χαρακτηριστικών του, που οφείλονται στον συνδυασμό και τη δημιουργία κωδικών, αλγορίθμων, λειτουργίας αισθητήρων κλπ. (Okita & Schwarz, 2005). Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί ότι τα παιδιά έχουν την τάση να προσδίδουν στα robot υψηλότερες και περισσότερες ικανότητες από αυτές που συνήθως διαθέτουν (Lin, 2009).

Οι «αισθητήρες» αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της εκπαιδευτικής ρομποτικής, αφού αυτοί είναι υπεύθυνοι για την εκδήλωση κάθε συμπεριφοράς, είτε προ-προγραμματισμένης είτε αυτοσχέδιας από τον χρήστη του. Οι αισθητήρες, λοιπόν, ορίζονται ως το κύριο μέσο επικοινωνίας με τα robot δεδομένου ότι λαμβάνουν εισόδους / πληροφορίες από τους χρήστες ή το περιβάλλον και τις μετατρέπουν σε ενέργειες της ρομποτικής συσκευής (Κόμης, 2016), της οποίας αποτελούν βασικό στοιχείο και βασική λειτουργία, κυρίως της προγραμματιζόμενης συσκευής. Σε ότι αφορά τη χρήση των αισθητήρων του robot Thymio II φαίνεται ότι μπορούν αξιοποιηθούν κατάλληλα από παιδιά ηλικίας 4-18 ετών αρκεί να έχουν



σχεδιαστεί κατάλληλες διδακτικές παρεμβάσεις βασισμένες τόσο στην ηλικία των παιδιών όσο και τις δυνατότητες του robot (Magnenat et al. 2011; Riedo et al., 2013).

Τέλος, η ομαδική και συλλογική δραστηριότητα των παιδιών έχει ερευνηθεί με διάφορους τρόπους – μέσω πειραμάτων στα οποία ομάδες ή ζευγάρια παιδιών υλοποιούν δραστηριότητες που αφορούν την επίλυση προβλημάτων, καθώς και της μελέτης και των του τρόπου ομιλίας των παιδιών (Βύρλα, 2008), των κινήσεων και της μεταξύ τους αλληλεπίδρασης. Τα παιδιά προσχολικής ηλικίας φαίνεται ότι είναι σε θέση να λύσουν προβλήματα από κοινού προσφέροντας υποστήριξη μεταξύ τους (Βαρλάμη, 2017), ενώ στις συζητήσεις τους φαίνεται να κυριαρχεί η σωρευτική ομιλία η οποία εξελίσσεται σε διερευνητική, διατυπώνοντας ουσιαστικά ερωτήματα που αφορούσαν είτε τα εργαλεία είτε τον τρόπο επίλυσης των προβλημάτων (Hyun&Davis, 2005).

### **Το ρομπότ ThymioII**

Το robot Thymio II (<https://www.thymio.org/en:thymio>) αποτελεί ένα εκπαιδευτικό robot, το οποίο, μέσω της χρήσης του, επιτρέπει σε εκπαιδευτικούς και μαθητές – νηπιαγωγείου μέχρι λυκείου – να εξοικειωθούν με την ρομποτική και τον προγραμματισμό. Ταυτόχρονα, είναι ωφέλιμο και για τους μαθητές που εμπλέκονται σε δραστηριότητες, στις οποίες αποτελεί το κύριο εργαλείο υλοποίησής τους, αφού προάγει την παροχή κινήτρων, τη συνεργασία και τη βιωματική μάθηση με στόχο την οικοδόμηση γνώσεων και δεξιοτήτων πληροφορικού γραμματισμού (Κόμης et al. 2017). Το robot Thymio II, είναι φιλικό προς τον χρήστη και διαθέτει ποικιλία αισθητήρων, που λαμβάνουν μηνύματα είτε από το περιβάλλον είτε από τον ίδιο τον χρήστη, καθώς και μία ποικιλία ενεργειών, οι οποίες μπορούν να ενεργοποιηθούν είτε από την εκτέλεση των έξι προ-προγραμματισμένων συμπεριφορών που διαθέτει το ίδιο το robot, είτε μέσα από το περιβάλλον προγραμματισμού Aseba Studio, όπου οι χρήστες σχεδιάζουν και δημιουργούν νέες συμπεριφορές, όπως κίνηση μέσα στο χώρο, παραγωγή ήχων κ.α. Να σημειωθεί ότι κατά τις έξι διαφορετικές συμπεριφορές το Thymio: ακολουθεί ένα αντικείμενο, διερευνά το χώρο αποφεύγοντας εμπόδια, ανιχνεύει κτυπήματα και την κατεύθυνση της βαρύτητας, εντοπίζει πίστες και χρωματικές διαφορές, υπακούει σε χειριστήρια, ακούει και διακρίνει ήχους (Κόμης,2016). Όσον αφορά το Aseba Studio, στηρίζεται στον προγραμματισμό (εικονικό και κειμενικό) βάσει συμβάντων(event-drivenprogramming), δηλαδή εκτέλεση μιας ενέργειας, όπως αλλαγή κατάσταση, φωτισμός, παραγωγή μελωδίας, κίνηση, η οποία έπεται ενός γεγονότος πχ. άγγιγμα, ήχος, χρόνος, κλίση εδάφους, ανίχνευση ή όχι ενός αντικειμένου (Κόμης et al. 2017).

### **Προβληματική της έρευνας**

Με βάση την βιβλιογραφία που προηγήθηκε, καθώς και τη διαπίστωση ότι το robot Thymio II δεν έχει εισέλθει ακόμα στον ελληνικό εκπαιδευτικό χώρο, γεγονός που πιστοποιείται από την έλλειψη αντίστοιχων ερευνών και αποτελεσμάτων, στόχος της παρούσας έρευνας είναι να εξεταστεί ο τρόπος με τον οποίο αντιλαμβάνονται και κατανοούν τα παιδιά την έννοια του «αισθητήρα», καθώς και ο τρόπος που συνεργάζονται μεταξύ τους και αλληλεπιδρούν με τη ρομποτική μηχανή. Τα ερωτήματα που επιδιώκεται να απαντηθούν είναι τα εξής: 1. Είναι εφικτό τα παιδιά προσχολικής ηλικίας να κατανοήσουν, μέσω της χρήσης του robot Thymio II, έννοιες ρομποτικής και συγκεκριμένα τις έννοιες: «robot» και «αισθητήρες», σε τόσο μικρή ηλικία – δίνοντας έμφαση στην έννοια του «αισθητήρα»; 2. Πώς αλληλεπιδρούν τα παιδιά τόσο με το ίδιο το robot όσο και μεταξύ τους κατά τον χειρισμό του και την επίλυση των προβλημάτων;

## Μεθοδολογία της έρευνας

Η παρούσα έρευνα, που σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε σε πραγματικές συνθήκες τάξης, αποτελεί μία ποιοτική έρευνα, αφού μέσω των ευρημάτων της, προσπαθεί να εξηγήσει το υπό μελέτη φαινόμενο, δηλαδή τον τρόπο με τον οποίο τα παιδιά προσχολικής ηλικίας (5-6 ετών) μπορούν να έρθουν σε επαφή με την εκπαιδευτική ρομποτική στα πλαίσια της συνεργατικής μάθησης. Αυτό σημαίνει, ότι την ενδιαφέρει να εξεταστεί και τον τρόπο με τον οποίο τα παιδιά αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και συνεργάζονται στα πλαίσια της ομάδας, προκειμένου να επιτύχουν έναν κοινό στόχο (επίλυση του εκάστοτε προβλήματος), καθώς και τον τρόπο που αλληλεπιδρούν με το ίδιο το robot Thymio II. Να σημειωθεί ότι η συγκεκριμένη έρευνα, βασίστηκε στη μελέτη περίπτωσης που αποτελεί τμήμα της ποιοτικής ερευνητικής μεθόδου (Cohen et al. 2007).

### Το δείγμα

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε στο 20ο Νηπιαγωγείο Πατρών. Συμμετείχαν μόνο οι 12 από τους 16 μαθητές του πρώτου τμήματος (11 ήταν νήπια και 1 προνήπιο). Τα παιδιά χωρίστηκαν σε 4 ομάδες, ανάμεικτες, αποτελούμενες από 3 μέλη η καθεμία. Τα παιδιά, να σημειωθεί ότι χωρίστηκαν σε τριάδες γιατί στη βιβλιογραφία παρατηρήθηκε ότι οι μαθητές όταν χρησιμοποιούν μία ρομποτική συσκευή για να λύσουν προβλήματα συνεργάζονται και αλληλεπιδρούν καλύτερα στις ομάδες (Βαρλάμη, 2017) και έτσι δημιουργήθηκε η απορία αν θα συμβεί το ίδιο και στη συγκεκριμένη περίπτωση. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε από την ερευνήτρια, ενώ ο νηπιαγωγός του τμήματος δεν συμμετείχε στη διεξαγωγή της. Πραγματοποιήθηκε εντός της σχολικής τάξης και διήρκεσε μία διδακτική εβδομάδα - διάστημα πέντε ημερών (Δευτέρα 27/03/2017 έως Παρασκευή 31/03/2017).

### Συλλογή και Ανάλυση των Δεδομένων

Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το εκπαιδευτικό σενάριο «Οι συμπεριφορές του robot Thymio II στην προσχολική ηλικία», που δημιουργήθηκε εξ ολοκλήρου από την ερευνήτρια και περιλάμβανε 11 δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων, οι οποίες αφορούσαν τις έξι προ - προγραμματισμένες συμπεριφορές του Thymio. Συγκεκριμένα, τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσα από τις απαντήσεις που έδιναν τα παιδιά στις δομημένες ερωτήσεις της ερευνήτριας που αφορούσαν τις συμπεριφορές του robot και τα χαρακτηριστικά τους, καθώς και τους αισθητήρες που ενεργοποιούνταν σε καθεμία από αυτές και τα επιμέρους χαρακτηριστικά τους. Παραδείγματα ερωτήσεων είναι τα εξής: 1. Είναι δυνατόν το Thymion να ακολουθήσει μία κόκκινη γραμμή; 2. Μπορούν οι επίγειοι αισθητήρες να ανιχνεύσουν την κίνηση του χεριού ή ενός αντικειμένου; Επίσης, δεδομένα συλλέχθηκαν και από τα παραγόμενα των παιδιών, τις αυτοσχέδιες δηλαδή διαδρομές τους, που προέκυψαν από την δραστηριότητα εμπέδωσης. Να σημειωθεί ότι δεδομένα προέκυψαν και από την αλληλεπίδραση (κινήσεις) μεταξύ των παιδιών καθώς και την αλληλεπίδρασή τους με το ίδιο το robot. Τα δεδομένα αυτά, καταγράφηκαν στην ψηφιακή κάμερα της ερευνήτριας, μέσω της διαδικασίας της βιντεοσκόπησης.

Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο ανάλυσης το μοντέλο ομιλίας και σκέψης του Neil Mercer (2000), που αφορά τον τρόπο με τον οποίο δομείται η ομιλία και η σκέψη των παιδιών, όταν συνεργάζονται για να λύσουν ένα πρόβλημα σε ένα υπολογιστικό περιβάλλον ή χρησιμοποιώντας μία ρομποτική συσκευή, όπως συνέβη στην παρούσα έρευνα. Ταυτόχρονα, το μοντέλο αυτό εμπλουτίστηκε με κατηγορίες και

υποκατηγορίες από την ερευνήτρια οι οποίες διατήρησαν τη δομή του προηγούμενου μοντέλου και προήλθαν από μία συγκεκριμένη διαδικασία, στηριζόμενες σε πέντε σημαντικούς άξονες. Πιο αναλυτικά, έγινε η προβολή των βίντεο που είχαν καταγραφεί στην κάμερα και η ερευνήτρια σημείωσε σημαντικά σχόλια και παρατηρήσεις που θα βοηθούσαν στη δημιουργία των νέων κατηγοριών και υποκατηγοριών. Με βάση αυτές τις παρατηρήσεις προέκυψαν οι εξής άξονες: 1. Τι λένε και 2. Τι κάνουν τα παιδιά, 3. Τι γίνεται με την ρομποτική συσκευή και συγκεκριμένα 4. Τι γίνεται με τις συμπεριφορές και τους αισθητήρες του robot Thymio II καθώς και 5. Ποιες είναι οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παιδιών καθώς και με το robot Thymio II. Οι άξονες με τη σειρά τους οδήγησαν στον εμπλουτισμό του μοντέλου ομιλίας του Neil Mercer (2000) με μία επιπλέον κατηγορία και αντίστοιχες υποκατηγορίες. Συγκεκριμένα, με την «ομιλία εκτός θέματος» γιατί παρατηρήθηκε ότι τα παιδιά κατά τη διάρκεια υλοποίησης του εκπαιδευτικού σεναρίου έδιναν σημασία και θέματα που δεν αφορούσαν το robot Thymio II που αποσπούσαν την προσοχή τους καθώς και την προσοχή όλης της ομάδας, γεγονός το οποίο δημιουργούσε δυσκολίες στην επίλυση των προβλημάτων. Η κατηγορία αυτή εμπλουτίστηκε και με αντίστοιχες υποκατηγορίες όπως και η «ομιλία αμφισβήτησης», η «σφραγιστική ομιλία» και η «διερευνητική ομιλία» του Neil Mercer (2000) και αναφέρονται στον πρώτο άξονα. Συνεχίζοντας, δημιουργήθηκε η κατηγορία της «κίνησης» -που αναφέρεται στον δεύτερο και πέμπτο άξονα-γιατί παρατηρήθηκε ότι ιδιαίτερα σημαντικές δεν ήταν μόνο οι λεκτικές αλληλεπιδράσεις και οι διάλογοι μεταξύ των παιδιών αλλά και οι κινήσεις που πραγματοποιούσαν για να αρπάξουν το Thymio από τους συμμαθητές τους ή να παρέμβουν στην εκτέλεση των συμπεριφορών προκειμένου να λυθεί το πρόβλημα πιο γρήγορα. Αυτό με τη σειρά του δημιουργούσε δυσκολία στη διαδικασία επίλυσης αφού κυριαρχούσε ο εκνευρισμός και ξεκινούσαν τα χτυπήματα μεταξύ των παιδιών. Ακολουθεί η κατηγορία «χειρισμός του robot Thymio II» του τρίτου και πέμπτου άξονα, η οποία δημιουργήθηκε γιατί παρατηρήθηκε ότι τα παιδιά πριν την υλοποίηση του αντιμετώπισαν το Thymio ανιμιστικά καθώς και ως τηλεκατευθυνόμενο αυτοκινητάκι και δημιουργήθηκε η απορία αν τα παιδιά θα μπορούσαν να το χειριστούν μέσω των κουμπιών της διεπιφάνειας χρήσης του. Η κατηγορία «συμπεριφορές του robot Thymio II» που στηρίζεται στον τέταρτο άξονα, δημιουργήθηκε γιατί η ερευνήτρια θέλησε να εξετάσει αν τα παιδιά προσχολικής ηλικίας επιλέγουν, ενεργοποιούν και εκτελούν σωστά τις έξι προγραμματισμένες συμπεριφορές του Thymio. Η κατηγορία «αισθητήρες του robot Thymio II» που αφορά και αυτή τον τέταρτο άξονα, δημιουργήθηκε γιατί η ερευνήτρια θέλησε να εξετάσει αν τα παιδιά καταλαβαίνουν όχι μόνο τη γενική έννοια αισθητήρα αλλά τη σημασία και τη σύνδεση του κάθε αισθητήρα με την εκδήλωση της εκάστοτε συμπεριφοράς του Thymio. Ταυτόχρονα, εξετάστηκε και αν τα παιδιά ήταν εύκολο να εντοπίσουν τους αισθητήρες που ενεργοποιούνταν σε κάθε συμπεριφορά. Τέλος, ακολουθεί η κατηγορία «επίλυση προβλήματος» που αφορά τον πέμπτο άξονα και δημιουργήθηκε γιατί η βιβλιογραφική επισκόπηση έδειξε ότι τα παιδιά όταν χρησιμοποιούν ρομποτικές συσκευές παρέχουν ένα ικανοποιητικό περιβάλλον συνεργασίας (Hyun&Davis, 2005) και θετικών αλληλεπιδράσεων (Βαρλάμη, 2017) και η ερευνήτρια θέλησε να εξετάσει αν συμβαίνει το ίδιο και στα παιδιά που συμμετείχαν στη συγκεκριμένη έρευνα και αν θα επιβεβαιωθούν έτσι οι προηγούμενες έρευνες. Να σημειωθεί ότι στις κατηγορίες που δημιουργήθηκαν αντιστοιχούν και υποκατηγορίες που βασίζονται στους άξονες που αναφέρθηκαν αλλά και στα χαρακτηριστικά των κατηγοριών.

## Αποτελέσματα

Αναλύοντας τα βιντεοσκοπημένα αρχεία, και ξεκινώντας από το πρώτο ερευνητικό ερώτημα που αφορά τον τρίτο και πέμπτο άξονα, παρατηρήθηκε ότι η πλειοψηφία των παιδιών αντιμετώπισαν το robot Thymio II, πριν την έναρξη υλοποίησης του σεναρίου ανιμιστικά, αποδίδοντας τον ανθρωπίνες ιδιότητες. Ταυτόχρονα, αντιμετώπισαν το Thymio και ως ένα τηλεκατευθυνόμενο αυτοκινητάκι με αντίστοιχες ιδιότητες. Ωστόσο, μετά την υλοποίηση του σεναρίου τα παιδιά αντιμετώπισαν το Thymio ως ένα «μικρό robot που θα τα βοηθήσει να μάθουν νέα πράγματα προκειμένου να λύσουν τα προβλήματά τους», αναγνωρίζοντας έτσι την εκπαιδευτική του ιδιότητα. Αυτό φαίνεται από την παρουσία της κατηγορίας C. «κίνηση του robotThymio II» με 32 φορές εμφάνισης. Κύρια των υποκατηγοριών της είναι η C4. «χρήση των κουμπιών για να κινηθεί το robot (βελάκια)», η οποία εμφανίζεται 11 φορές, ενώ ακολουθεί η C3. «μιλούν στο robot ώστε να κινηθεί» με 8 συνολικές φορές (Πίνακας 1).

**Πίνακας 1 Χειρισμός του robotThymio II**

|   |  |  |  |   |
|---|--|--|--|---|
| <b>A.Εύρεση λειτουργίας στρογγυλού/κεντρικού κουμπιού.</b>    | Ενεργοποίηση του robot Thymio II. (A1)                 | Απενεργοποίηση του robot Thymio II.(A2)            | Ενεργοποίηση της εκάστοτε συμπεριφοράς του robot Thymio II. (A3) | Απενεργοποίηση της εκάστοτε συμπεριφοράς του robot Thymio II.(A4) |
| <b>B.Εύρεση λειτουργίας των υπόλοιπων κουμπιών (βελάκια).</b> | Εναλλαγή συμπεριφορών. (B1)                            | Επιλογή της εκάστοτε συμπεριφοράς . (B2)           | Χρήση κουμπιών για εναλλαγή χρωμάτων.(B3)                        | Χρήση κουμπιών (βελάκια) για να κινηθεί το robot. (B4)            |
| <b>C. Κίνηση του robot Thymio II.</b>                         | Δίνουν ώθηση με τα χέρια στο robot για να κινηθεί.(C1) | Σπρώχνουν με τα χέρια το robot για να κινηθεί.(C2) | Μιλούν στο robot ώστε να κινηθεί. (C3)                           | Χρήση κουμπιών βελάκια για να κινηθεί το robot.(C4)               |

Όσον αφορά την έννοια του «αισθητήρα», τα παιδιά παρομοίασαν τους αισθητήρες με «μάτια» και «κάμερες», αποδίδοντας τους και τις ιδιότητές τους, δηλαδή «βλέπουν» τι συμβαίνει και αντιδρούν ή αντιγράφουν αυτό που βλέπουν. Αυτό σημαίνει ότι είχαν αντιληφθεί την γενική ιδιότητα των αισθητήρων, ωστόσο δυσκολεύτηκαν να καταλάβουν τη σημασία και τη σύνδεση των αισθητήρων με την εκδήλωση της εκάστοτε συμπεριφοράς του Thymio πλην της γαλάζιας και της πράσινης συμπεριφοράς. Φάνηκε λοιπόν ότι τα παιδιά πριν την υλοποίηση του εκπαιδευτικού σεναρίου ήξεραν την έννοια του αισθητήρα, όμως δεν καταλάβαιναν ότι το robot έχει αισθητήρες. Επιπλέον, τα παιδιά, όταν αντιλήφθηκαν τη σημασία των αισθητήρων πίστευαν ότι στις συμπεριφορές που δεν ενεργοποιούνταν ότι θα ενεργοποιηθούν και έτσι χρειάστηκε η παρέμβαση της ερευνήτριας προκειμένου να εκτελεστούν σωστά οι συμπεριφορές. Όσον αφορά τον εντοπισμό των αισθητήρων να σημειωθεί ότι εντόπιζαν εύκολα τους αισθητήρες που ενεργοποιούνταν εκτός από τους επίγειους αισθητήρες. Τα παραπάνω φαίνονται από τις φορές εμφάνισης των υποκατηγοριών που αφορούν την γενική έννοια του «αισθητήρα» σε κάθε συμπεριφορά. Παρατηρήθηκε ότι τα παιδιά στις περισσότερες συμπεριφορές, πλην της γαλάζιας «Thymio ανακριτής - ακόλουθος συμπεριφοράς» - 7 φορές εμφάνισης, εξηγούσαν με περισσότερη ευκολία την γενική έννοια του αισθητήρα παρά την σημασία του κάθε αισθητήρα που λειτουργούσε στην αντίστοιχη συμπεριφορά. Επιπλέον, η ευκολία του εντοπισμού των αισθητήρων παρατηρείται και στην συνολική εμφάνιση των υποκατηγοριών με 14 φορές (Πίνακας 2).

**Πίνακας 2 Αισθητήρες του robotThymio II**

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| <b>A.Πράσινη συμπεριφορά: «Φιλικό Thymio».</b><br>Αισθητήρες πρόσοψης & επίγειοι αισθητήρες.       | Καταλαβαίνουν γενικά την έννοια του αισθητήρα. (A1) | Εντοπίζουν τους αισθητήρες που λειτουργούν στην πράσινη συμπεριφορά. (A2) | Εξηγούν τη λειτουργία των εκάστοτε αισθητήρων της πράσινης συμπεριφοράς. (A3)  |
| <b>E.Γαλάζια συμπεριφορά: «Thymio ανακριτής – ακόλουθος συμπεριφοράς».</b><br>Επίγειοι αισθητήρες. | Καταλαβαίνουν γενικά την έννοια του αισθητήρα. (E1) | Εντοπίζουν τους αισθητήρες που λειτουργούν στην γαλάζια συμπεριφορά. (E2) | Εξηγούν τη λειτουργία των επίγειων αισθητήρων της γαλάζιας συμπεριφοράς. (E3)  |
| <b>F.Μώβ συμπεριφορά: «Υπάκουα συμπεριφορά Thymio».</b><br>Δεν λειτουργούν οι αισθητήρες.          | Θεωρούν ότι λειτουργούν οι αισθητήρες. (F1)         | Αντιλαμβάνονται ότι δεν λειτουργούν οι αισθητήρες. (F2)                   | Αντιλαμβάνονται ότι η συμπεριφορά λειτουργεί με τα κουμπιά/βελιάκια της διεπιφάνειας χρήσης ή με το τηλεχειριστήριο και όχι με τους αισθητήρες. (F3) |

Προχωρώντας με το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα που αφορά τον πρώτο, τον δεύτερο και πέμπτο άξονα, παρατηρήθηκε ότι η συνεργασία και η αλληλεπίδραση μεταξύ των μελών των ομάδων ήταν κακή, ωστόσο με την κατάλληλη διδακτική παρέμβαση η συνεργασία τους μπορούσε να βελτιωθεί. Τα αποτελέσματα αυτά ήρθαν σε αντίθεση με τα αποτελέσματα αντίστοιχων ερευνών που υποστήριξαν ότι τα παιδιά με τη χρήση της ρομποτικής συσκευής έχουν μία καλή συνεργασία (Βαρλάμη, 2017) καθώς και ότι κυριαρχεί η «διερευνητική ομιλία» (Hyun & Davis, 2005). Στη συγκεκριμένη περίπτωση, συνέβη το αντίθετο και αυτό ποσοποιείται από την εμφάνιση της κατηγορίας της «σωρευτικής ομιλίας» ως κύρια όλων των κατηγοριών της, με 44 συνολικές φορές εμφάνισης έναντι της «διερευνητικής ομιλίας» με 22 φορές εμφάνισης (Πίνακας 3). Να σημειωθεί ότι η δυσκολία στη συνεργασία των παιδιών φαίνεται και από την ατομική επίλυση των προβλημάτων και όχι από την ομαδική.

**Πίνακας 3 Ομιλία**

|                               |   |   |   |
|-------------------------------|---|---|---|
| <b>A.Ομιλία αμφισβήτησης</b>  | Διαφωνούν & παίρνουν διαφορετικές αποφάσεις. (A1) | Μιλούν για να διορθώσουν ο ένας τα λάθη του άλλου. (A2) | Μιλούν χωρίς να τους έχουν δώσει το λόγο. (A3)                  |
| <b>B.Σωρευτική ομιλία</b>     | Μιλούν όλοι μαζί. (B1)                            | Μιλούν χωρίς να συμφωνούν ή να διαφωνούν. (B2)          | Ο καθένας εκφράζει την άποψή του χωρίς να δέχεται σχόλια. (B3)  |
| <b>C.Διερευνητική ομιλία</b>  | Συνομιλούν και δέχονται τη γνώμη του άλλου. (C1)  | Συνομιλούν και απορρίπτουν τη γνώμη του άλλου. (C2)     | Συνομιλούν και παίρνουν αποφάσεις. (C3)                         |
| <b>D.Ομιλία εκτός θέματος</b> | Μιλούν για κάτι που θυμήθηκαν. (D1)               | Μιλούν για ένα θέμα που τους απασχολεί. (D2)            | Μιλούν για κάτι που τους τράβηξε την προσοχή στην αίθουσα. (D3) |

Η δυσκολία στη συνεργασία μεταξύ των μελών των ομάδων παρατηρείται και στις κινήσεις και τις αλληλεπιδράσεις που εκδηλώθηκαν. Τα παιδιά με δυσκολία κατάφεραν να τηρήσουν τη σειρά προτεραιότητας, το οποίο επιβεβαιώνεται από τις φορές εμφάνισης των υποκατηγοριών που διαφέρουν μόνο 2 φορές, C1. «περιμένουν τη σειρά τους» με 25 φορές εμφάνισης, έναντι της C3. «δεν περιμένουν τη σειρά τους» με 23 φορές. Ακολουθούν οι

αρπαγές του robot Thymio II μεταξύ των μελών κάθε φορά που κάποιος από αυτούς παραβίαζε το άτυπο χρονικό όριο που είχαν θέσει για την κατοχή του (Πίνακας 4). Να σημειωθεί ότι η αρπαγή του robot συνοδευόταν από χτυπήματα μεταξύ τους, είτε για να το πάρουν είτε για πλάκα.

**Πίνακας 4 Κίνηση**

|                                  |                                |   |                                    |
|----------------------------------|--------------------------------|---|------------------------------------|
| <b>A.Αρπαγή robot Thymio II.</b> | Απλή αρπαγή.(A1)               | Αρπαγή κατόπιν προειδοποίησης.(A2)                  | Βίαη αρπαγή.(A3)                   |
| <b>B.Χτυπήματα.</b>              | Απλά χτυπήματα.(B1)            | Χτυπήματα για πλάκα.(B2)                            | Βίαη χτυπήματα.(B3)                |
| <b>C.Σειρά προτεραιότητας.</b>   | Περιμένουν τη σειρά τους. (C1) | Περιμένουν τη σειρά τους, αλλά διαμαρτύρονται. (C2) | Δεν περιμένουν τη σειρά τους. (C3) |

## Συμπεράσματα

Στην παρούσα έρευνα γίνεται μία προσπάθεια κατανόησης του τρόπου με τον οποίο τα παιδιά προσχολικής ηλικίας (5-6 ετών) μπορούν να έρθουν σε επαφή με το robot Thymio II, που το χρησιμοποιούν ως εργαλείο και μέσο για να λύσουν τα προβλήματα που τους ανατίθενται κάθε φορά, καθώς και του τρόπου με τον οποίο αντιλαμβάνονται ρομποτικές έννοιες, όπως το «robot» και οι «αισθητήρες», με κυριότερη την έννοια του «αισθητήρα». Επιπλέον, εξετάζεται και ο τρόπος που τα παιδιά αλληλεπιδρούν μεταξύ τους όταν δουλεύουν σε ομάδες προκειμένου να λύσουν προβλήματα. Να σημειωθεί ότι εξετάζεται και η αλληλεπίδραση μεταξύ των παιδιών και του ίδιου του robot κατά την υλοποίηση των δραστηριοτήτων.

Στην πλειοψηφία τους τα παιδιά που συμμετείχαν στην παρούσα μελέτη φάνηκε ότι πριν την υλοποίηση του εκπαιδευτικού σεναρίου δεν ήταν εξοικειωμένα με τη ρομποτική, ωστόσο μετά την υλοποίησή του κατάφεραν να αποκτήσουν τις βασικές δεξιότητες χειρισμού ενός robot και συγκεκριμένα του robot Thymio II. Επιπλέον, κατάφεραν να κατανοήσουν και να εκτελέσουν τις έξι προ-προγραμματισμένες συμπεριφορές του Thymio, καθώς και να κατανοήσουν και να αντιληφθούν την έννοια του «αισθητήρα» και τη σημασία και τη σύνδεσή του με την εκτέλεση των εκάστοτε συμπεριφορών (Magnenat et al., 2011). Τέλος, κατάφεραν να λύσουν προβλήματα με ατομικό και όχι ομαδικό τρόπο, όπως προέκυπτε από την βιβλιογραφία (Βαρλάμη, 2017), ωστόσο με την κατάλληλη διδακτική παρέμβαση θα μπορούσαν να συνεργαστούν καλύτερα στις ομάδες τους.

Συμπερασματικά, η έρευνα ολοκληρώθηκε επιτυχώς αφού τα ερευνητικά ερωτήματα απαντήθηκαν. Ωστόσο, όσον αφορά το εκπαιδευτικό σενάριο, επειδή προέκυψαν κάποια προβλήματα κατά την υλοποίησή του, θα ήταν χρήσιμο να βελτιωθούν κάποιες πτυχές του. Συγκεκριμένα, θα μπορούσε να διατεθεί στα παιδιά περισσότερος χρόνος από τον προβλεπόμενο κατά τη δραστηριότητα ανίχνευσης ώστε να εξοικειωθούν περισσότερο με το robot Thymio II. Όσον αφορά την βελτίωση της συνεργασίας τους θα μπορούσε να δημιουργηθεί ένα διδακτικό συμβόλαιο μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών κατά το οποίο οι μαθητές που λειτουργούν ατομικά - από προσωπική πρωτοβουλία - και όχι ομαδικά θα μένουν για πέντε λεπτά εκτός της διαδικασίας επίλυσης του προβλήματος.

## Αναφορές

- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2007). *Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας*. Αθήνα: Εκδόσεις Μεταίχιμο.
- Hyun E., Davis G., (2005), *Kindergartner' s Conversations in a Computer Based Technology Classroom*, *Communication Education*, 54, (2), 118-135.
- Lin, Y. C., Liu, T. C., Chang, M., &Yeh, S. P. (2009). Exploring Children's Perceptions of the Robots. *Learning by Playing. Game-Based Education System Design and Development*, 512-517. Retrieved from <http://www.springerlink.com/index/g317624385837107.pdf>
- Magnenat, S., Riedo, F., Bonani, M., &Mondada, F. (2011). A Programming Workshop using the Robot "Thymio II": *The Effect on the Understanding by Children*. Retrieved from <http://ieeexplore.ieee.org/document/6213393/>
- Mercer, N., (2000). *Η συγκρότηση της γνώσης. Γλωσσική αλληλεπίδραση μεταξύ εκπαιδευτικών και εκπαιδευομένων*. Αθήνα: Εκδόσεις Μεταίχιμο.
- Riedo, F., Chevalier, M., Magnenat, S. &Mondada, F. (2013). *Thymio II, a robot that grows wiser with children*. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/261312530\\_Thymio\\_II\\_a\\_robot\\_that\\_grows\\_wiser\\_with\\_children](https://www.researchgate.net/publication/261312530_Thymio_II_a_robot_that_grows_wiser_with_children)
- Okita, S. Y., & Schwartz, D. L. (2006). Young Children'S Understanding of Animacy and Entertainment Robots. *International Journal of Humanoid Robotics*, 03, 393-412. <http://doi.org/10.1142/S0219843606000795>
- Thymio - Thymio & Aseba*: <https://www.thymio.org/en:thymio>
- Βαρλάμη, Φ. (2017). Διδασκαλία στο Νηπιαγωγείο της έννοιας του χώρου και του προσανατολισμού με τη χρήση προγραμματιζόμενων παιχνιδιών, Μεταπτυχιακή Εργασία, Θεσσαλονίκη: Πανεπιστήμιο Μακεδονίας.
- Βύρλα, Γ. (2008). Αξιολόγηση των συνεργατικών συμπεριφορών ομάδων παιδιών προσχολικής ηλικίας κατά τη διάρκεια επίλυσης προβλήματος με τη χρήση υπολογιστή, Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Πάτρα: Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Κόμης, Β. (2016). Διδακτική - γνωστική ανάλυση περιβαλλόντων προγραμματισμού προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας, *Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου "Διδακτική της Πληροφορικής"*, Ιωάννινα: ΕΤΠΕ. 23-25 Σεπτεμβρίου 2016. Ανακτήθηκε στις 22 Δεκεμβρίου 2017 από <http://www.etpe.gr/custom/pdf/etpe2377.pdf>
- Κόμης, Β., Δημοπούλου, Α., Θεοδοροπούλου, Ι., Ζιάτα, Χ., Μισορλή, Α., Τσοβόλας, Σ., Δαπόντες, Ν. (2017). Εισαγωγή στη Ρομποτική και τον Προγραμματισμό με τη χρήση του ρομπότ Thymio& του λογισμικού Aseba, *Πρακτικά Εργασιών 5 ου Πανελληνίου Συνεδρίου "Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία"*, Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής & Τεχνολογικής Εκπαίδευσης, 21-23 Απριλίου 2017.
- Μισορλή, Α., Κόμης, Β. (2012). Αναπαραστάσεις των παιδιών προσχολικής ηλικίας για το προγραμματιζόμενο παιχνίδι Bee-Bot, 6<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο "Διδακτική της Πληροφορικής", Φλώρινα, 20-22 Απριλίου 2012. Ανακτήθηκε στις 22 Δεκεμβρίου του 2017 από <http://www.etpe.gr/custom/pdf/etpe1848.pdf>

## Python vs ΓΛΩΣΣΑ: Ποια να επιλέξουμε για το Γενικό Λύκειο;

Σταματοπούλου Ελευθερία<sup>1</sup>, Τζήμας Δημήτριος<sup>2</sup>, Δημητριάδης Σταύρος<sup>3</sup>  
[stamelef@csd.auth.gr](mailto:stamelef@csd.auth.gr), [detzimas@csd.auth.gr](mailto:detzimas@csd.auth.gr), [sdemetri@csd.auth.gr](mailto:sdemetri@csd.auth.gr)

<sup>1</sup>Καθηγήτρια Πληροφορικής Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης - MSc

<sup>2</sup>Υποψήφιος Διδάκτορας - Τμήμα Πληροφορικής - Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο

<sup>3</sup>Αναπληρωτής Καθηγητής - Τμήμα Πληροφορικής - Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο

### Περίληψη

Ο σκοπός του παρόντος άρθρου είναι να καταγράψει τις εντυπώσεις των μαθητών για τη γλώσσα προγραμματισμού Python και παράλληλα να διερευνήσει τις επιπτώσεις στη βαθμολογία, όταν αυτή χρησιμοποιηθεί στα μαθήματα της επιστήμης των υπολογιστών στο Γενικό Λύκειο συγκριτικά με τη χρησιμοποιούμενη ψευδογλώσσα. Για τους λόγους αυτούς οι απόψεις των μαθητών καταγράφηκαν με συνεντεύξεις και οι επιδόσεις τους με κριτήριο αξιολόγησης. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι οι δυσκολίες των μαθητών είναι κοινές και στα δύο εργαλεία και οφείλονται σε προβλήματα που σχετίζονται με την προσπάθεια ανάπτυξης δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης. Μέσα από τις εντυπώσεις των μαθητών αναδεικνύεται μία υπεροχή της Python στην επιλογή της ως γλώσσα προγραμματισμού. Τέλος, οι επιδόσεις των μαθητών δε φαίνεται να επηρεάζονται από το χρησιμοποιούμενο εργαλείο αλλά από τη σπειροειδή προσέγγιση του προγράμματος σπουδών.

**Λέξεις κλειδιά:** Υπολογιστική σκέψη, Python, Γενικό Λύκειο, Εκπαίδευση, Προγραμματισμός

### Εισαγωγή

Στις μέρες μας οι εκπαιδευόμενοι θα πρέπει να μαθαίνουν να αναπτύσσουν δεξιότητες και ικανότητες που θα τους επιτρέπουν να αντιμετωπίζουν πληθώρα προβλημάτων σε διαφορετικούς τομείς. Ένας τρόπος να επιτευχθεί αυτός ο σκοπός είναι η ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης μέσω των μαθημάτων της επιστήμης των υπολογιστών (Werner, Denner, Campe, & Kawamoto, 2012). Η απόκτηση αυτού του είδους των δεξιοτήτων γίνεται περισσότερο επιτακτική, όταν αναλογιστούμε ότι η επιστήμη των υπολογιστών επηρεάζει αυτή τη στιγμή σχεδόν το σύνολο των επιστημών.

Η ανάπτυξη δεξιοτήτων προγραμματιστικής και υπολογιστικής σκέψης φαίνεται να αποτελεί έναν από τους διδακτικούς σκοπούς της σχεδιαζόμενης στρατηγικής για την εκπαίδευση στην Ελλάδα και αντίστοιχα μαθήματα έχουν ενταχθεί στα προγράμματα σπουδών στην Πρωτοβάθμια και τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Το 2015 είχε αναγγελθεί αλλαγή του προγράμματος σπουδών στα Γενικά Λύκεια (ΓΕ.Λ.) και η επιτροπή που συνέταξε το αναλυτικό πρόγραμμα του μαθήματος Πληροφορικής της Γ' Λυκείου πρότεινε την Python ως την καταλληλότερη επιλογή (Αράπογλου et al., 2015). Ωστόσο, η αλλαγή αυτή ακόμη δεν έχει εφαρμοστεί και αυτή τη στιγμή εξακολουθεί να χρησιμοποιείται η ΓΛΩΣΣΑ, μία γλώσσα προγραμματισμού - ψευδογλώσσα στα ελληνικά που δημιουργήθηκε για εκπαιδευτικούς σκοπούς βασισμένη σε πραγματικές γλώσσες προγραμματισμού.

Η Python είναι ισχυρή και ταυτόχρονα απλή στην ανάπτυξη προγραμμάτων, υποστηρίζεται από την επιστημονική κοινότητα και επικρατεί ως εισαγωγική γλώσσα προγραμματισμού στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση στις περισσότερες χώρες (Guo, 2014). Η τάση αυτή παρατηρείται και στα Ελληνικά Πανεπιστήμια καθώς η χρήση της Python αυξάνεται στα τμήματα Πληροφορικής της χώρας (Αβούρης et al., 2013). Τα χαρακτηριστικά



της βοηθούν την εκπαιδευτική διαδικασία καθώς σύμφωνα με έρευνες η χρήση της είχε θετική επίδραση στους εκπαιδευόμενους (Grandell et al., 2006; Manilla & de Raadt, 2006). Όμως, μία αναζήτηση στην ελληνική αρθρογραφία έδειξε ότι ελάχιστα έχει διερευνηθεί η επίδραση της Python ως εργαλείου στα μαθήματα προγραμματισμού του εκπαιδευτικού μας συστήματος. Επομένως, το άρθρο αυτό επιχειρεί να διερευνήσει τη συγκεκριμένη περιοχή και να αξιολογήσει την επιρροή της στους μαθητές των Γενικών Λυκείων.

## **Θεωρητικό υπόβαθρο**

### **Υπολογιστική σκέψη και προγραμματισμός**

Ο όρος υπολογιστική σκέψη (Υ.Σ.) προτάθηκε από τη Wing (2006) για να εκφράσει μια βασική δεξιότητα που πρέπει όλοι να κατέχουν, όχι μόνο οι επιστήμονες πληροφορικής, ως πολίτες ενός κόσμου όπου η τεχνολογία παίζει καθημερινά κυρίαρχο ρόλο. Σύμφωνα με τη Wing (2014): «Υπολογιστική σκέψη είναι οι διεργασίες σκέψης που συμμετέχουν στη διατύπωση ενός προβλήματος και των λύσεων του με τρόπο που να μπορούν να εκτελεστούν αποτελεσματικά από έναν υπολογιστή, άνθρωπο ή μηχανή». Η Υ.Σ. αφορά και στη λογική οργάνωση και ανάλυση δεδομένων, την αναπαράσταση δεδομένων με αφαιρετικό τρόπο, την αυτοματοποίηση λύσεων μέσω αλγοριθμικής σκέψης, την εύρεση της καταλληλότερης λύσης και τη γενίκευση και μεταφορά της διαδικασίας επίλυσης σε μια ευρύτερη περιοχή προβλημάτων (Barr & Stephenson, 2011). Συνεπώς, ξεπερνά τα όρια της εκμάθησης προγραμματισμού υπολογιστών και ο σκοπός είναι να εφαρμόζουν προγραμματιστικές μεθόδους στην επίλυση οποιουδήποτε προβλήματος και στη διατύπωση ερωτημάτων προς διερεύνηση άλλων περιοχών ενδιαφέροντος (Hemmeldinger, 2010) καθώς τόσο ο προγραμματισμός όσο και η Υ.Σ. συνδέονται άμεσα με επιστημονικά πεδία όπως, η Βιολογία, η Χημεία, η Φυσική, η Υγεία, η Μηχανική, οι Κοινωνικές Επιστήμες, η Τέχνη και η Μουσική (Buitrago Flórez et al., 2017).

Σε θεωρητικό επίπεδο ένα καλά οργανωμένο μάθημα προγραμματισμού είναι μια εναλλακτική προσέγγιση στη διδασκαλία της υπολογιστικής σκέψης, αφού γνώσεις προγραμματισμού δεν αποτελούν προϋπόθεση για την κατάκτησή της (Lye & Koh, 2014). Όμως, η εκμάθηση προγραμματισμού δεν είναι μια εύκολη υπόθεση για τους μαθητές, αντιθέτως, έχει επισημανθεί από νωρίς ο μεγάλος βαθμός δυσκολίας (Kurland, Pea, Clement, & Mawby, 1986; Papert, 1993; Saeli, Perrenet, Hochems, & Zwaneveld, 2011). Οι μαθητές πρέπει να απομνημονεύσουν πολλές πληροφορίες σχετικά με τη σύνταξη και τη σημασιολογία της γλώσσας, ταυτόχρονα με το συνδυασμό και την εφαρμογή τους σε επίλυση προβλημάτων και ανάπτυξη αντίστοιχων προγραμμάτων (Pane & Myers, 1996; Winslow, 1996). Ένα ζήτημα είναι η επιλογή της γλώσσας που θα χρησιμοποιηθεί. Σε μεγαλύτερους ηλικιακά μαθητές μπορούν να χρησιμοποιηθούν επαγγελματικές γλώσσες που εφαρμόζονται σε πραγματικές συνθήκες, μεταξύ των οποίων η Python προτείνεται ως καταλληλότερη (Manilla & deRaadt, 2006; Grandell, Peltomaki, Back & Salakoski, 2006).

### **Μαθήματα προγραμματισμού στο Γενικό Λύκειο**

Στο ΓΕ.Λ. μαθήματα αλγοριθμικής σκέψης και προγραμματισμού περιλαμβάνονται στα προγράμματα σπουδών της Β' και Γ' Λυκείου αντίστοιχα. Στη Β' Λυκείου όλοι οι μαθητές διδάσκονται το μάθημα γενικής παιδείας «Εισαγωγή στις Αρχές της Επιστήμης των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών» (Ε.Α.Ε.Η.Υ.) για μία ώρα εβδομαδιαίως. Στην ύλη του περιλαμβάνονται βασικές έννοιες ανάπτυξης αλγορίθμων και επίλυσης υπολογιστικών προβλημάτων χρησιμοποιώντας ως εργαλείο για την εκμάθηση των εννοιών αυτών την

ψευδογλώσσα. Το μάθημα Ε.Α.Ε.Η.Υ. είναι γραπτώς εξεταζόμενο και συνυπολογίζεται για την προαγωγή των μαθητών στη Γ' Λυκείου. Επιπλέον, αποτελεί την εισαγωγή για το μάθημα «Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον» (Α.Ε.Π.Π.) το οποίο διδάσκεται σε μαθητές που επιλέγουν το Θετικό προσανατολισμό και τον προσανατολισμό Οικονομίας-Πληροφορικής στη Γ' Λυκείου για 2 διδακτικές ώρες εβδομαδιαίως, υλοποιώντας μια σπειροειδή διδακτική προσέγγιση. Οι δύο αυτές ομάδες μαθητών διδάσκονται την ίδια ύλη, που περιλαμβάνει βασικές έννοιες προγραμματισμού υπολογιστών, όπως ακολουθία, επιλογή, επανάληψη, δομές δεδομένων και υποπρογράμματα. Όμως, μόνο οι μαθητές του προσανατολισμού Οικονομίας-Πληροφορικής εξετάζονται σε αυτό στις Πανελλαδικές εξετάσεις για την πρόσβασή τους στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση αν και οι σχολές Πληροφορικής είναι προσβάσιμες και από τους δύο προσανατολισμούς. Στο μάθημα Α.Ε.Π.Π. χρησιμοποιείται ως εργαλείο η ΓΛΩΣΣΑ, μία γλώσσα προγραμματισμού σχεδιασμένη ως εργαλείο για εκπαιδευτικούς σκοπούς και βασισμένη σε γλώσσες προγραμματισμού, όπως Pascal, Basic, C.

### Ερευνητικά ερωτήματα

Αν και η μετάβαση στην Python προς το παρόν έχει αναβληθεί στα ΓΕ.Λ. η χρήση της στα Επαγγελματικά Λύκεια από το σχολικό έτος 2015-2016 ίσως σημαίνει ότι και η αξιοποίησή της στα ΓΕ.Λ. δε θα αργήσει για πολύ ακόμη. Επιπλέον, ελάχιστα έχει ερευνηθεί η επιρροή της στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Συνεπώς, μπορεί κάποιος να αναρωτηθεί:

1. Ποιες είναι οι εντυπώσεις των μαθητών των ΓΕ.Λ. για τη γλώσσα Python ως εργαλείο στα μαθήματα προγραμματισμού;

Επιπλέον, τόσο οι μαθητές της Β' όσο της Γ' Λυκείου διδάσκονται μαθήματα αλγοριθμικής σκέψης και προγραμματισμού στα οποία αξιολογούνται γραπτώς, άρα η επίτευξη όσο το δυνατόν καλύτερων βαθμολογιών για τους περισσότερους μαθητές είναι επιθυμητή. Κατά συνέπεια τίθενται τα ερωτήματα:

2. Οι επιδόσεις των μαθητών επηρεάζονται από την επιλογή της ΓΛΩΣΣΑΣ ή της Python ως το προγραμματιστικό εργαλείο που θα χρησιμοποιηθεί;
3. Η σπειροειδής διδακτική προσέγγιση στα μαθήματα αλγοριθμικής σκέψης και προγραμματισμού βελτιώνει τις επιδόσεις των μαθητών;

### Μέθοδος

Για τους σκοπούς αυτού του πειράματος αναπτύχθηκε υλικό σε μορφή φύλλων εργασιών για τη γλώσσα προγραμματισμού Python ισοδύναμο σε επίπεδο, μέγεθος και πληρότητα με το αντίστοιχο της ψευδογλώσσας για την ύλη των μαθημάτων Ε.Α.Ε.Η.Υ. της Β' Λυκείου και Α.Ε.Π.Π. της Γ' Λυκείου. Συγκεκριμένα, αφορά στις βασικές γλωσσικές δομές (τύποι δεδομένων, εκφράσεις, εντολές εισόδου-εξόδου) και τις δομές ακολουθίας, επιλογής και επανάληψης. Σε όλους τους μαθητές διδάχθηκε η ψευδογλώσσα και μέσω των φύλλων εργασιών η Python. Σε συνδυασμό με το θεωρητικό μέρος, ορισμένες ασκήσεις υλοποιήθηκαν σε κώδικα στους υπολογιστές των εργαστηρίων των σχολείων χρησιμοποιώντας για την ψευδογλώσσα το online εργαλείο [www.pseudoglossa.gr](http://www.pseudoglossa.gr) ενώ για την Python το [repl.it](http://repl.it). Στο τέλος των μαθημάτων καταγράφηκαν με συνέντευξη οι απόψεις και οι εντυπώσεις των μαθητών τόσο για την ψευδογλώσσα όσο και για την Python. Επίσης, αξιολογήθηκαν βαθμολογικά οι επιδόσεις τους χρησιμοποιώντας δύο ισοδύναμα κριτήρια για την ψευδογλώσσα και την Python αντίστοιχα.

Συνολικά διεξήχθησαν δύο ανεξάρτητα πειράματα σε ΓΕ.Λ. της Βόρειας Ελλάδας, τα οποία θα αποκαλούνται σχολείο Α και σχολείο Β, από τους καθηγητές Πληροφορικής του κάθε

σχολείου την ίδια χρονική περίοδο του Α' τετραμήνου του σχολικού έτους 2017-2018 και για ίσες ώρες διδασκαλίας. Ο διδάσκων έχει πολυετή εμπειρία στη διδασκαλία των μαθημάτων του Γ.Ε.Λ. και ένας από αυτούς συμμετείχε στη συγγραφή του προγράμματος σπουδών και των εγχειριδίων του μαθήματος "Προγραμματισμός Υπολογιστών" των Επαγγελματικών Λυκείων. Πριν την επεξεργασία των αποτελεσμάτων όλα τα προσωπικά στοιχεία των μαθητών αφαιρέθηκαν. Στο σχολείο Α το υλικό δόθηκε μόνο σε μαθητές της Γ' Λυκείου, ενώ στο σχολείο Β δόθηκε τόσο στη Β' όσο και στη Γ' Λυκείου.

### **Συμμετέχοντες**

Στο πείραμα συμμετείχαν 11 μαθητές του σχολείου Α και 21 μαθητές του σχολείου Β από το Θετικό Προσανατολισμό της Γ' Λυκείου και 25 μαθητές ενός τμήματος της Β' τάξης του σχολείου Β που επιλέχθηκε τυχαία μεταξύ των τριών τμημάτων γενικής παιδείας. Οι μαθητές δεν είχαν καθόλου προηγούμενη εμπειρία με την Python.

### **Συγκέντρωση δεδομένων και ανάλυση**

Από τις συνεντεύξεις των μαθητών συγκεντρώθηκαν δεδομένα σχετικά με τις εντυπώσεις που τους δημιουργούνται από τη χρήση κάθε εργαλείου και από τα κριτήρια αξιολόγησης συγκεντρώθηκαν ποσοτικά δεδομένα σχετικά με την επίδοση των μαθητών. Τα ποσοτικά δεδομένα αναλύθηκαν στη στατιστική εφαρμογή SPSS 23.0 και υπολογίστηκαν τα σχετικά περιγραφικά στατιστικά, με το παραμετρικό Paired T-Test και το μη παραμετρικό Mann-Whitney U ανάλογα με τις υποθέσεις  $H_0$ : 'Το δείγμα του πληθυσμού ακολουθεί κανονική κατανομή' και  $H_1$ : 'Το δείγμα του πληθυσμού ακολουθεί μη κανονική κατανομή'.

### **Αποτελέσματα**

#### **Ερευνητικό ερώτημα 1**

Οι μαθητές στο τέλος του πειράματος εξέφρασαν την άποψή τους σε συνέντευξη σχολιάζοντας τα δύο εργαλεία:

- «Θα ήταν καλό να γίνει η αλλαγή από νωρίς σε γλώσσα που θα μας χρειαστεί»
- «Αφού δε θα γίνουμε όλοι Πληροφορικοί δεν χρειάζεται να μάθουμε Python, αλλά στην υπολογιστική σκέψη πιστεύω ότι είναι καλύτερη»
- «Πιστεύω ότι η Python είναι χρήσιμη και στο μέλλον, στην κατανόηση, στο πανεπιστήμιο, στην ανάπτυξη τρόπου σκέψης, στη λογική και τα μαθηματικά που με ενδιαφέρουν»
- «Ένωθα πιο άνετος να γράφω κώδικα σε Python, μου έδινε ελευθερία, αλλά τα αγγλικά μάλλον δημιουργούν πρόβλημα στην κατανόηση. Πιστεύω ότι αν ασχοληθείς μπορείς να πας καλά σε αποτελέσματα-βαθμούς»
- «Περισσότερη δυσκολία αλλά μεγαλύτερο εύρος δυνατοτήτων, είμαι σίγουρος ότι η Python κάπου θα μου χρειαστεί»
- «Αν πρόσεχα περισσότερο στην Python θα την είχα καταλάβει καλύτερα και ίσως να μου άρεσε περισσότερο»
- «Η Python είναι η γλώσσα που έπρεπε να μαθαίνουμε εξ αρχής»
- «Την ψευδογλώσσα τη διδασκόμαστε περισσότερο για αυτό φαίνεται πιο εύκολη»
- «Μου άρεσε η εμπειρία της Python, ήταν καινούριο, διευρύνει τους ορίζοντες»
- «Μπαινεις σε καλόιπι με τη ΓΛΩΣΣΑ, ήταν η αρχή για να εξοικειωθώ με τον προγραμματισμό»

Επιπλέον, αναφέρθηκε από τους μαθητές ότι στην Python δυσκολεύτηκαν περισσότερο στη σύνταξη των εντολών, την εύρεση λαθών, τη λειτουργία των εντολών επανάληψης, την αγγλική γλώσσα, την επίλυση προβλημάτων. Επίσης, στην Ψευδογλώσσα καταγράφηκαν αντίστοιχες δυσκολίες για τη σύνταξη των εντολών, τις εντολές επανάληψης, την κατανόηση και την επίλυση προβλημάτων και την ευκολία με την οποία γίνονται λάθη.

### Ερευνητικό ερώτημα 2

Για το σχολείο Α αφού ελέγχθηκε η κανονικότητα της διαφοράς βαθμών του δείγματος (N=11) για τη Γ' Λυκείου με το Kolmogorov-Smirnov ( $p = 0.082$ ,  $p > 0.05$ ) έγινε paired t-test το οποίο δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά στους βαθμούς της ΓΛΩΣΣΑΣ (M=37.27, SD=11.95) και της Python (M=36.45, SD=13.93) καθώς  $t(10)=0.466$  και  $p=0.651$ .

Για το σχολείο Β αφού ελέγχθηκε η κανονικότητα της διαφοράς βαθμών του δείγματος (N=25) για τη Β' Λυκείου με το Kolmogorov-Smirnov ( $p = 0.103$ ,  $p > 0.05$ ) έγινε paired t-test το οποίο δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά στους βαθμούς της ψευδογλώσσας (M=33.28, SD=15.86) και της Python (M=29.92, SD=14.27) καθώς  $t(24)=1.784$  και  $p=0.087$ .

Επίσης, για το σχολείο Β αφού ελέγχθηκε η κανονικότητα της διαφοράς βαθμών του δείγματος (N=21) για τη Γ' Λυκείου με το Kolmogorov-Smirnov ( $p=0.094$ ,  $p > 0.05$ ) έγινε paired t-test το οποίο δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά στους βαθμούς της ΓΛΩΣΣΑΣ (M=44.33, SD=11.45) και της Python (M=42.66, SD=15.64) καθώς  $t(20)=0.837$  και  $p=0.412$ .

**Πίνακας 1: Test κανονικότητας για τους βαθμούς Β' και Γ' Τάξης σε ΓΛΩΣΣΑ και Python**

|               | Τάξη | Kolmogorov-Smirnov |    |         | Shapiro-Wilk |    |         |
|---------------|------|--------------------|----|---------|--------------|----|---------|
|               |      | Statistic          | Df | Sig.    | Statistic    | Df | Sig.    |
| Βαθμός ΓΛΩΣΣΑ | B    | 0.142              | 25 | 0.200   | 0.944        | 25 | 0.184   |
|               | Γ    | 0.177              | 21 | 0.085   | 0.882        | 21 | 0.016** |
| Βαθμός Python | B    | 0.110              | 25 | 0.200   | 0.965        | 25 | 0.518   |
|               | Γ    | 0.201              | 21 | 0.027** | 0.900        | 21 | 0.035** |

\*\*  $p < 0.05$

**Πίνακας 2: Mann-Whitney U test για την ψευδογλώσσα - ΓΛΩΣΣΑ**

| Βαθμοί ψευδογλώσσας        |         |
|----------------------------|---------|
| Mann-Whitney U             | 157,000 |
| Wilcoxon W                 | 482,000 |
| Z                          | -2,329  |
| Asymp. Sig. (2-tailed)     | ,020**  |
| 1. Grouping Variable: τάξη |         |
| 2. ** $p < 0.05$           |         |

### Ερευνητικό ερώτημα 3

Για το σχολείο Β ελέγχθηκε η κανονικότητα των βαθμών της Β' και Γ' τάξης και λόγω της απόρριψης της  $H_0$  (πίνακας 1) έγινε το μη παραμετρικό Mann-Whitney U test (Πίνακας 2) το οποίο έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στους βαθμούς της ψευδογλώσσας της Β' Λυκείου (M=33.28, SD=15.86) και της ψευδογλώσσας της Γ' Λυκείου (M=44.33, SD=11.45) με  $U=157.000$ ,  $Z=-2.329$ ,  $p=0.020$  ( $p < 0.05$ ) με size effect  $\eta^2=0,12$  (μικρό).

Επίσης, για το σχολείο Β έγινε το μη-παραμετρικό Mann-Whitney U (Πίνακας 3) το οποίο έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στους βαθμούς της Python της Β' Λυκείου (M=29.92, SD=14.27) και της Python της Γ' Λυκείου (M=42.66, SD=15.64) με  $U=141.000$ ,  $Z=-2.680$ ,  $p=0.007$  ( $p < 0.05$ ) με size effect  $\eta^2=0,16$  (μικρό).

Πίνακας 3: Mann-Whitney U test για την Python

|                        |                         | Βαθμοί Python |
|------------------------|-------------------------|---------------|
| Mann-Whitney U         |                         | 141,000       |
| Wilcoxon W             |                         | 466,000       |
| Z                      |                         | -2,680        |
| Asymp. Sig. (2-tailed) |                         | ,007**        |
| 1.                     | Grouping Variable: τάξη |               |
| 2.                     | ** p<0.05               |               |

## Συζήτηση

Το μάθημα Ε.Α.Ε.Η.Υ. της Β' Λυκείου διδάσκεται σε όλους, κατά συνέπεια μπορούμε να υποθέσουμε ότι τα κίνητρα των μαθητών αφορούν στην απόκτηση γενικής γνώσης πάνω στο αντικείμενο, ενώ στη Γ' η Α.Ε.Π.Π είναι πιο εξειδικευμένη καθώς ανήκει σε συγκεκριμένους προσανατολισμούς. Όμως, η Γ' Λυκείου είναι μία τάξη στην οποία οι μαθητές είναι προσανατολισμένοι στις Πανελλαδικές Εξετάσεις για την πρόσβαση στην τριτοβάθμια εκπαίδευση και παρατηρείται το φαινόμενο να αφιερώνουν το χρόνο τους στην ενασχόληση με τα μαθήματα στα οποία θα εξεταστούν πανελλαδικά, ενώ τα υπόλοιπα τίθενται σε δεύτερη μοίρα και τα διαβάζουν υποτυπώδως. Κατά συνέπεια η Α.Ε.Π.Π. για τους μαθητές του Θετικού Προσανατολισμού αντιμετωπίζεται ως μάθημα γενικής παιδείας που έχει δευτερεύουσα σημασία για αυτούς. Το μάθημα Ε.Α.Ε.Η.Υ. διδάσκεται για μία διδακτική ώρα εβδομαδιαίως, χρόνος ο οποίος περιορίζει σημαντικά το διδάσκοντα και δε βοηθά στην επίτευξη των στόχων. Ανάλογη εικόνα μπορούμε να εντοπίσουμε και στη Γ' Λυκείου, αν και το μάθημα διδάσκεται για δύο διδακτικές ώρες εβδομαδιαίως.

Η επιλογή μιας δημοφιλούς πραγματικής γλώσσας προγραμματισμού με επαγγελματικές εφαρμογές και εκτεταμένη χρήση στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση, όπως είναι η Python, ίσως να προετοιμάσει από νωρίς τους μαθητές ως πολίτες μιας κοινωνίας που η τεχνολογία παίζει σημαντικό ρόλο σε πολλές πτυχές της και αντικατοπτρίζεται στα αποτελέσματα της παρούσης, καθώς μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα εξέφρασαν την άποψη ότι μπορεί να τους είναι χρήσιμη και στο μέλλον. Ωστόσο, διατυπώθηκε και η άποψη από μαθητές ότι δεν είναι απαραίτητη η εκμάθηση της Python στο Γενικό Λύκειο. Επίσης, στις απόψεις των μαθητών διαφαίνεται ότι η Python θα μπορούσε να κεντρίσει το ενδιαφέρον τους για το μάθημα του προγραμματισμού σε σχέση με τη ΓΛΩΣΣΑ. Συνεπώς, θα μπορούσε να αυξήσει την ικανοποίησή τους από το μάθημα, ειδικά εάν υπήρχε η δυνατότητα να συνδυαστεί με νέου τύπου διδακτικές προσεγγίσεις όπως Problem Based Learning ή Experiential Learning (Avouris, Sgarbas, Paliouras, & Koukias, 2017; Avouris, Kaxiras, Koufopavlou, Sgarbas, & Stathopoulou, 2010).

Οι μαθητές επεσήμαναν στην Python μία σχετική δυσκολία λόγω της αγγλικής γλώσσας, γεγονός που ίσως προκαλεί εντύπωση, αφού η γνώση της συγκεκριμένης ξένης γλώσσας θεωρείται σχεδόν δεδομένη σε αυτή την ηλικιακή ομάδα. Στα δύο εργαλεία καταγράφηκαν κοινά ζητήματα που προβλημάτιζαν τους μαθητές, όπως η σύνταξη των εντολών και οι δομές επανάληψης. Οι μαθητές ίσως εστιάζουν περισσότερο στα τεχνικά χαρακτηριστικά της γλώσσας και λιγότερο στην ανάπτυξη δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης και ενδεχομένως αυτός να είναι ο λόγος για τον οποίο δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στις επιδόσεις των μαθητών. Εντούτοις, η σπειροειδής προσέγγιση που επιχειρείται στο πρόγραμμα σπουδών, με την Ε.Α.Ε.Η.Υ. της Β' να έχει το ρόλο του εισαγωγικού μαθήματος στην Α.Ε.Π.Π. στη Γ' Λυκείου, φαίνεται να λειτουργεί θετικά και να βελτιώνει τις βαθμολογικές επιδόσεις των μαθητών, φαινόμενο που παρατηρείται τόσο στην ψευδογλώσσα όσο και στην Python.

## Συμπεράσματα

Τα μαθήματα προγραμματισμού στο Γενικό Λύκειο έχουν ως βασικό στόχο να αναπτύξουν οι μαθητές δεξιότητες της υπολογιστικής σκέψης και σε αυτή την εργασία προσπαθήσαμε να καταγράψουμε τις εντυπώσεις των μαθητών για τη γλώσσα προγραμματισμού Python σε αυτό το πλαίσιο. Αν και η έρευνα διεξήχθη για μικρό χρονικό διάστημα και υλοποιήθηκε μόνο σε δύο σχολικές μονάδες σε μικρό δείγμα μαθητών, μπορούμε να πούμε ότι από την οπτική γωνία των μαθητών η Python έχει μια υπεροχή έναντι της χρησιμοποιούμενης ψευδογλώσσας, κυρίως λόγω της απλότητας της σύνταξης των εντολών, της χρησιμότητας και της εφαρμογής της σε πραγματικές συνθήκες. Άρα, η χρήση της στο Γενικό Λύκειο ίσως είναι ενδεδειγμένη ώστε οι μαθητές να εξοικειωθούν νωρίτερα με μια πραγματική γλώσσα προγραμματισμού.

Μέσα από τα αποτελέσματα της έρευνας φάνηκε ότι στην πραγματικότητα οι μαθητές αντιμετωπίζουν δυσκολίες όχι τόσο στο εργαλείο που θα χρησιμοποιηθεί, όσο στην προσπάθεια ανάπτυξης δεξιοτήτων της υπολογιστικής σκέψης. Προβλήματα τα οποία σχετίζονται με τις αφηρημένες έννοιες, την επίλυση προβλημάτων, τη γενίκευση και την εφαρμογή της λύσης ενός προβλήματος σε μία ευρύτερη περιοχή, τη μεταφορά του αλγοριθμικού τρόπου σκέψης και σε άλλες περιοχές ενδιαφέροντος, αποτελέσματα τα οποία είναι συμβατά και με άλλες σχετικές έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί στο παρελθόν (Grandell, Peltomaki, Back, & Salakofki, 2006).

Βάσει των αποτελεσμάτων της έρευνας και της συνολικής διδακτικής μας εμπειρίας πιστεύουμε ότι η Python είναι μία καλή επιλογή και θα μπορούσε να αντικαταστήσει την παρωχημένη ψευδογλώσσα στα μαθήματα υπολογιστικής-αλγοριθμικής σκέψης και προγραμματισμού στη Β' και τη Γ' Λυκείου, δημιουργώντας μία συνεκτική αλυσίδα που ξεκινά από το Γενικό Λύκειο αλλά εκτείνεται και μετά από αυτό. Επίσης, κρίνουμε ότι είναι απαραίτητη η αύξηση του διδακτικού χρόνου, καθώς στην παρούσα φάση τα ευρήματα της έρευνας μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι είναι ανεπαρκής, ιδιαιτέρως αν λάβουμε υπόψη μας το γεγονός ότι η εκμάθηση προγραμματισμού και η ανάπτυξη δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης είναι μια απαιτητική μαθησιακή διαδικασία.

## Μελλοντική έρευνα

Η παρούσα έρευνα επικεντρώθηκε στην οπτική γωνία των μαθητών του Γενικού Λυκείου για την Python στα μαθήματα προγραμματισμού. Μελλοντικές έρευνες που έχουν ενδιαφέρον και σχεδιάζονται αφορούν στην οπτική των μαθητών των Επαγγελματικών Λυκείων, που ήδη διδάσκονται την γλώσσα στα σχετικά μαθήματα, την καταλληλότητά της σε μικρότερους ηλικιακά μαθητές, όπως στο Γυμνάσιο, και τη γνώμη των καθηγητών Πληροφορικής για την χρήση της ως εργαλείου. Επιπλέον, η Python δεν είναι η μοναδική επιλογή ως γλώσσα προγραμματισμού, συνεπώς σχεδιάζεται η σύγκρισή της με άλλες γλώσσες, όπως η C, για να διαπιστωθεί αν υπάρχει οποιαδήποτε υπεροχή της.

## Αναφορές

- Avouris, N., Kaxiras, S., Koufopavlou, O., Sgarbas, K., & Stathopoulou, P. (2010, September). Teaching Introduction to Computing through a project-based collaborative learning approach. In *Informatics (PCI), 2010 14th Panhellenic Conference on* (pp. 237-241). IEEE.
- Avouris, N., Sgarbas, K., Paliouras, V., & Koukias, M. (2017, April). Work in progress: An introduction to computing course using a Python-based experiential approach. In *Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2017 IEEE* (pp. 1663-1666). IEEE.

- 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. <https://doi.org/10.1145/1929887.1929905>.
- Buitrago Flórez, F., Casallas, R., Hernández, M., Reyes, A., Restrepo, S., & Danies, G. (2017). Changing a Generation's Way of Thinking: Teaching Computational Thinking Through Programming. *Review of Educational Research*, 87(4), 834-860.
- Grandell, L., Peltomaki, M., Back, R.J., & Salakoski, T. (2006). *Why complicate things? Introducing programming in high school using python*. In D. Tolhurst and S. Mann (Eds.), Eighth Australasian Computing Education Conference (ACE2006), CRPIT, Hobart, Australia
- Guo, P. (2014, July 7). Python is Now the Most Popular Introductory Teaching Language at Top U.S. Universities. Retrieved from <http://cacm.acm.org/blogs/blog-cacm/176450-python-is-now-the-most-popular-introductory-teaching-language-at-top-us-universities/fulltext>
- Hemmendinger, D. (2010). A plea for modesty. *ACM Inroads*, 1(2), 4-7. <https://doi.org/10.1145/1805724.1805725>.
- Kurland, M., Pea, R., Clement, C., & Mawby, R. (1986). A study of the development of programming ability and thinking skills in high school students. *Educational Computing Research*, 2, 429-458. Retrieved from <http://jec.sagepub.com/content/2/4/429.abstract>
- Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12?. *Computers in Human Behavior*, 41, 51-61.
- Mannila, L., & de Raadt, M. (2006). *An objective comparison of languages for teaching introductory programming*. In Proceedings of the 6th Baltic Sea conference on Computing education research: Koli Calling 2006 (Baltic Sea '06). ACM, New York, NY, USA, 32-37
- Pane, J., & Myers, B. (1996). *Usability issues in the design of novice programming system* (Technical Report CMU-CS-96-132). Pittsburgh, PA: Carnegie Mellon University, School of Computer Science. Retrieved from <http://www.cs.cmu.edu/~pane/cmu-cs-96-132.html>
- Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York, NY: Basic Books.
- Saeli, M., Perrenet, J., Jochems, W. M., & Zwaneveld, B. (2011). Teaching programming in secondary school: A pedagogical content knowledge perspective. *Informatics in Education*, 10, 73-88. Retrieved from <http://www.fing.edu.uy/grupos/nifcc/material/2015/PCK.pdf>
- Werner, L., Denner, J., Campe, S., & Kawamoto, D. C. (2012). The fairy performance assessment: Measuring computational thinking in middle school. In Proceedings of the 43rd ACM technical symposium on computer science education, SIGCSE '12 (pp. 215-220). New York, NY, USA: ACM.
- Wing, J. (2006). Computational Thinking, *Communications of the ACM*, March 2006/Vol. 49, No. 3.
- Wing, J. (2014). Computational thinking benefits society. 40th Anniversary Blog of Social Issues in Computing, 2014.
- Winslow, L. E. (1996). Programming pedagogy—a psychological overview. *ACM Sigcse Bulletin*, 28(3), 17-22.
- Αβούρης, Ν., Κουκιάς, Μ., Παλιουράς, Β., & Σγάρμπας, Κ. (2013). *Εισαγωγή στους υπολογιστές με τη γλώσσα Python*. Πάτρα: Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών.
- Αράπογλου, Α., Βραχνός, Ε., Κανίδης, Ε., Μαραγκός, Κ., Μπελεσιώτης, Β., Παπαδάκης, Σ., Τζήμας, Δ. (2015). Το Πρόγραμμα Σπουδών Πληροφορικής της Γ' Λυκείου και η επιλογή της Python. *Πρακτικά Εργασιών 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου Καθηγητών Πληροφορικής*, Καστοριά, 24-26 Απριλίου 2015.

## Οι αντιλήψεις παιδιών προσχολικής ηλικίας σχετικά με την διεπιφάνεια χρήστη του προγραμματιστικού περιβάλλοντος "SCRATCH JUNIOR"

Ελένη-Μαρία Κωνσταντινοπούλου<sup>1</sup>, Βασίλης Κόμης<sup>2</sup>, Κωνσταντίνος Λαβίδας<sup>2</sup>, Μισιρλή Αναστασία<sup>2</sup>, Φιλιππίδη Ανδρομάχη<sup>2</sup>, Λαβαζού Αντωνία<sup>2</sup>, Τσουράπη Χρύσα-Αγνή<sup>2</sup>

[marilou5245@gmail.com](mailto:marilou5245@gmail.com), [komis@upatras.gr](mailto:komis@upatras.gr), [lavidas@upatras.gr](mailto:lavidas@upatras.gr), [amisirli@upatras.gr](mailto:amisirli@upatras.gr), [afilippidi@upatras.gr](mailto:afilippidi@upatras.gr), [senjouhara92@gmail.com](mailto:senjouhara92@gmail.com), [chrisatsou@gmail.com](mailto:chrisatsou@gmail.com)

ΤΕΕΑΠΗ, Πανεπιστήμιο Πατρών

### Περίληψη

Η παρούσα έρευνα υπάγεται στα πλαίσια του ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος DALIE (Didactique et apprentissage de l'informatique a l'école), το οποίο μελετά τη διδασκαλία και τη μάθηση της Πληροφορικής στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία. Το πρόγραμμα αυτό υλοποιήθηκε μέσα από τη συνεργασία ενός ελληνικού και πέντε γαλλικών πανεπιστημίων. Στο άρθρο εξετάζουμε, μέσα από μία στατιστική ανάλυση, τις απαντήσεις παιδιών ηλικίας 4-5 ετών, σε ερωτήσεις που τους τέθηκαν σχετικά με τη διεπιφάνεια χρήστη του προγραμματιστικού περιβάλλοντος Scratch Junior, πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση. Σκοπός μας είναι να εξετάσουμε την ικανότητα αντίληψης και κατανόησης του προγραμματιστικού αυτού περιβάλλοντος από παιδιά προσχολικής ηλικίας και να ελέγξουμε την όποια διαφοροποίηση υπάρχει μεταξύ αρχικών και τελικών απαντήσεων των παιδιών. Ακόμα πραγματοποιείται έλεγχος των μεταβλητών φύλο, ηλικία και κατοχή ταμπλέτας, για τυχόν επίδραση τους στην διαφοροποίηση των απαντήσεων. Στο κείμενο που ακολουθεί γίνεται μία εισαγωγή στο θεωρητικό πλαίσιο της έρευνας, παρατίθεται η μεθοδολογία και στη συνέχεια πραγματοποιείται ανάλυση των αποτελεσμάτων και έκθεση των συμπερασμάτων.

**Λέξεις κλειδιά:** προ-έλεγχος, μετα-έλεγχος, διεπιφάνεια χρήστη, οπτικός προγραμματισμός, προσχολική ηλικία

### Εισαγωγή

Ο Papert μέσα από την προσέγγιση του «κατασκευαστικού εποικοδομισμού», παρουσιάζει την υπολογιστική μηχανή ως ένα γνωστικό εργαλείο, ένα εργαλείο δηλαδή με το οποίο σκεπτόμαστε, ερευνούμε και παράγουμε κάποιο έργο (Κόμης, 2004, σελ.315-316· 2005, σελ.82-84). Με βάση τη θεωρία αυτή αναπτύχθηκε και η γλώσσα προγραμματισμού Scratch. Το περιβάλλον Scratch ανήκει σε αυτό που ονομάζουμε δημιουργική χρήση του υπολογιστή (creative computing). Σκοπός είναι το παιδί να αποκτήσει τη βασική παιδεία που χρειάζεται για την επαφή του με τα διαδραστικά υπολογιστικά μέσα της καθημερινής του ζωής (Brennan, Balch & Chung, χ.χ.ε.). Η Jeanette Wing χρησιμοποιώντας τον όρο «computational thinking», υπολογιστική δηλαδή σκέψη, αναφέρεται στην κατάκτηση του τρόπου σκέψης των επιστημόνων των υπολογιστών και όχι του ίδιου του υπολογιστή, η οποία θα οδηγήσει όχι μόνο στον προγραμματισμό των υπολογιστών, αλλά και στη δυνατότητα σκέψης σε πολλαπλά επίπεδα αφαίρεσης (Wing, 2006). Οι Brennan και Resnick δανείστηκαν τον όρο αυτό προκειμένου να εξηγήσουν τη διαδικασία μάθησης και ανάπτυξης που λαμβάνει χώρα



στο περιβάλλον Scratch, μέσα από την παρουσία τριών σταδίων. Καθώς οι σχεδιαστές προγραμματίζουν, αναπτύσσουν αρχικά τις υπολογιστικές έννοιες (*computational concepts*) και στη συνέχεια τις υπολογιστικές πρακτικές (*computational practices*), ενώ τέλος διαμορφώνουν υπολογιστικές απόψεις (*computational perspectives*) για τον κόσμο γύρω τους, αλλά και για τον εαυτό τους (Brennan & Resnick, 2012). Η Scratch, αποτελεί τη βάση πάνω στην οποία στηρίζεται η γλώσσα και το περιβάλλον προγραμματισμού ScratchJr. Το ScratchJr ήρθε να καλύψει το κενό της προγραμματιστικής δυνατότητας σε παιδιά 5 έως 7 ετών. Στο περιβάλλον αυτό, τα παιδιά έχουν τη δυνατότητα να κατασκευάζουν παιχνίδια και διαδραστικές ιστορίες. Υπήρξε αναδιαμόρφωση της γλώσσας προγραμματισμού, του περιβάλλοντος εργασίας, καθώς και των αντικειμένων - χαρακτήρων, με σκοπό να είναι κατάλληλο για το γνωστικό, ατομικό, κοινωνικό και συναισθηματικό επίπεδο των παιδιών. Διατίθεται δωρεάν σε περιβάλλοντα ios και android (επίσημη ιστοσελίδα ScratchJr, χ.χ.ε.), (scratch wiki, χ.χ.ε.), που σημαίνει ότι διαφοροποιείται και ως προς το υπολογιστικό μέσο (χρήση ταμπλέτας και όχι υπολογιστή). Ο χρήστης αλληλεπιδρά με το περιβάλλον μέσω της οθόνης αφής και της ενέργειας «σύρε και άφησε» (drag and drop) (επίσημη ιστοσελίδα ScratchJr, χ.χ.ε.), (ομάδα ScratchJr, χ.χ.ε.). Πρόκειται για μία οπτική γλώσσα προγραμματισμού, που σύμφωνα με τη Βικιπαιδεία «*επιτρέπει στον χρήστη τη δημιουργία προγραμμάτων μέσα από το γραφικό χειρισμό προγραμματιστικών στοιχείων (αντί κειμένου)*» και κατατάσσεται στην κατηγορία των οπτικών γλωσσών προγραμματισμού “icon based” (Βικιπαιδεία, χ.χ.ε.). Η διεπιφάνεια χρήστη αποτελείται από έναν συνδυασμό εικόνων και λέξεων, μέσα από τα οποία προβάλλονται στοιχεία αλφαριθμητισμού και αριθμητικής. Το παιδί βέβαια δεν χρειάζεται να ξέρει να διαβάζει τις εντολές, καθώς αυτές δίνονται μέσω εικόνων σε τετραγωνάκια. Κάθε κατηγορία εντολής έχει το δικό της χρώμα, ώστε να διαχωρίζονται εμφανώς, ενώ το σχήμα των εντολών αποτρέπει από τυχόν λάθη μη συμβατής σύνδεσης (ομάδα ScratchJr, χ.χ.ε.). Οι εικόνες, έχουν δημιουργηθεί με σκοπό να βοηθούν το παιδί στην εννοιολογική σύνδεση σημαίνοντος και σημαινόμενου. Σκοπός είναι το παιδί να συσχετίσει τη μορφή με τη λειτουργία των εικονιδίων - εντολών. Για παράδειγμα, τα βελάκια σηματοδοτούν την κίνηση-κατεύθυνση, η πράσινη σημαία την εκκίνηση σεναρίου ή έργου, το συν την προσθήκη έργου ή χαρακτήρα κτλ. Ωστόσο, η ανάγνωση των εικόνων δεν είναι δυνατόν να είναι ίδια από όλα τα παιδιά, καθώς υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που καθορίζουν τον τρόπο αντίληψης (π.χ. φύλο, ηλικία, εκπαίδευση, πολιτισμικό υπόβαθρο, αναπαραστάσεις που έχουν από το περιβάλλον τους, κτλ.) (Γρόσδος, 2008).

Σκοπός της έρευνάς μας είναι να διερευνήσει τις απόψεις των παιδιών για τη διεπιφάνεια χρήστη του προγραμματιστικού περιβάλλοντος ScratchJr σε παιδιά προσχολικής ηλικίας και να ελέγξει αν αυτές επηρεάζονται από παράγοντες όπως η ηλικία, το φύλο, ή η κατοχή ταμπλέτας.

## Μεθοδολογία

Η έρευνα διενεργήθηκε στα πλαίσια του ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος DALIE, το οποίο διερευνά τη διδασκαλία και τη μάθηση του προγραμματισμού στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία. Σκοπός είναι η ανάπτυξη της αλγοριθμικής και υπολογιστικής σκέψης μέσα από τον προγραμματισμό και την εκπαιδευτική ρομποτική. Το πρόγραμμα οργανώθηκε και υλοποιήθηκε μεταξύ πέντε γαλλικών πανεπιστημίων (Cergy-Pontoise, Clermont-Ferrand 2, Limoges, Paris 5, Poitiers) και του ελληνικού Πανεπιστημίου Πατρών. Για τους σκοπούς του προγράμματος, η ελληνική ερευνητική ομάδα επέλεξε βάση κριτηρίων επτά νηπιαγωγούς (41 έως 57 ετών, εργαζόμενες σε δημόσια νηπιαγωγεία), έπειτα από δημόσια πρόσκληση στην εκπαιδευτική κοινότητα της πόλης. Στη συνέχεια πραγματοποιήσε επιμόρφωση των συμμετεχόντων νηπιαγωγών για τις έννοιες του προγραμματιστικού περιβάλλοντος

ScratchJr, καθώς και εξοικείωση με το τεχνολογικό εργαλείο. Ακολούθως, σχεδίασε μία διδακτική παρέμβαση, την οποία θα εφαρμόζαν οι νηπιαγωγοί στις τάξεις τους. Η φάση της επιμόρφωσης - εξοικείωσης πραγματοποιήθηκε τον Μάρτιο του 2016, ενώ η φάση υλοποίησης της έρευνας στο διάστημα Απρίλιος - Μάιος 2016. Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι σε κάθε εκπαιδευτική παρέμβαση ήταν παρόν ένα μέλος της ερευνητικής ομάδας, το οποίο βιντεοσκοπούσε όλη τη διαδικασία και συμμετείχε όποτε κρινόταν απαραίτητο. Οι τάξεις που συμμετείχαν, απαρτιζόνταν συνολικά από 133 μαθητές, ωστόσο στην παρούσα έρευνα αξιολογούμε τις απόψεις 117 παιδιών που συμμετείχαν καθόλη τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης. Σχετικά με την ηλικία τα 92 είναι νήπια και τα 25 προνήπια, ενώ σχετικά με το φύλο τα 62 είναι αγόρια και τα 55 κορίτσια. Πρόκειται για μία έρευνα μικτού μοντέλου καθώς χρησιμοποιείται τόσο το ποσοτικό όσο και το ποιοτικό παράδειγμα. Πραγματοποιήθηκε μια οιοει πειραματική έρευνα, όπου τα παιδιά στην αρχική και τελική φάση της διδακτικής παρέμβασης υποβάλλονταν σε μία ποιοτική ημιδομημένη συνέντευξη. Δημιουργήθηκαν δύο πανομοιότυποι πίνακες ερευνητικού πρωτοκόλλου (προ-έλεγχος & μετα-έλεγχος) με 22 ερωτήσεις ανοικτού τύπου. Στο παρόν άρθρο ελέγχουμε τις 18 από αυτές που αναφέρονται σε στοιχεία του προγραμματιστικού περιβάλλοντος (εικονίδιο έναρξης έργου, εντολή εκκίνησης σεναρίου, εντολή τέλους σεναρίου, εντολή κίνησης προς τα δεξιά/αριστερά, εντολή κίνησης προς τα πάνω/κάτω, εντολή στρίψε δεξιά/αριστερά, εντολή αναπήδησης, εντολή ηχογράφησης, χώρος προγραμματισμού, χώρος σκηνής, εικονίδιο εισαγωγής χαρακτήρων, εικονίδιο έναρξης σεναρίων, εικονίδιο εισαγωγής σκηνικού, εικονίδιο μεγέθυνσης της οθόνης, εικονίδιο αποθήκευσης έργου). Οι απαντήσεις των παιδιών κατηγοριοποιήθηκαν σε τρεις τύπους: Μη πλήρεις: δεν ξέρω/δεν γνωρίζω & λάθος απαντήσεις (π.χ. για την εντολή κίνησης προς τα δεξιά: «θα βγει μία τέτοια πινακίδα»), Ημιπλήρεις: μη ολοκληρωμένες απαντήσεις, προσεγγίζουν δηλαδή τη σωστή απάντηση αλλά όχι με τον επιθυμητό τρόπο (π.χ. για τον χώρο προγραμματισμού: «βάζουμε εντολές»), Πλήρεις: εννοιολογικά σωστές απαντήσεις (π.χ. για το εικονίδιο εισαγωγής χαρακτήρων: «επιλέγουμε και εισάγουμε έναν νέο χαρακτήρα»)

Ενδιάμεσα από τον προ-έλεγχο και μετα-έλεγχο εφαρμόζεται ένα εκπαιδευτικό σενάριο με δύο δραστηριότητες ψυχολογικής και γνωστικής προετοιμασίας, τρεις δραστηριότητες διδασκαλίας του γνωστικού αντικείμενου, μία δραστηριότητα εμπέδωσης του γνωστικού αντικείμενου, μία δραστηριότητα αξιολόγησης και μία μεταγνωστική δραστηριότητα, η οποία δεν εφαρμόστηκε. Μετά το πέρας της έρευνας, τα δεδομένα εισήχθησαν στο πρόγραμμα IBM SPSS Statistics.

## Αποτελέσματα

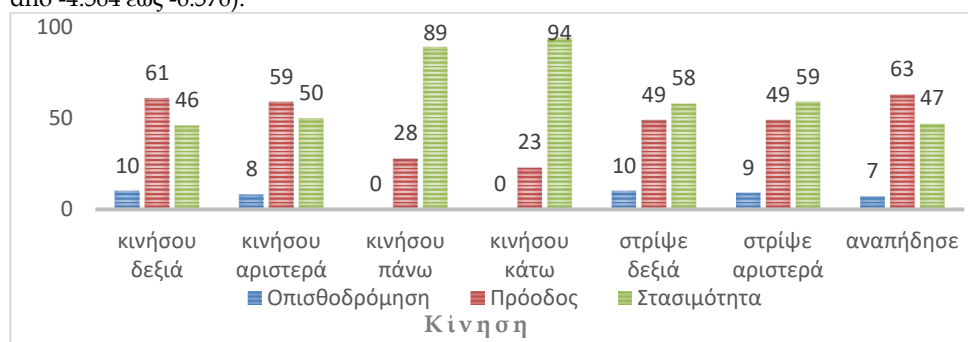
Για την καλύτερη παρουσίαση των αποτελεσμάτων έγινε ομαδοποίηση των προς εξέταση στοιχείων του προγραμματιστικού περιβάλλοντος. Η κατηγοριοποίηση διαμορφώθηκε ως εξής: Κίνηση (εντολή κίνησης προς τα δεξιά/αριστερά, εντολή κίνησης προς τα πάνω/κάτω, εντολή στρίψε δεξιά/αριστερά, εντολή αναπήδησης), Εκτέλεση σεναρίων (εντολή έναρξης σεναρίου, εντολή τέλους σεναρίου, εικονίδιο έναρξης σεναρίων), Διαμόρφωση προγραμματιστικού περιβάλλοντος (χώρος προγραμματισμού, χώρος σκηνής, εικονίδιο εισαγωγής χαρακτήρων, εικονίδιο εισαγωγής σκηνικών, εντολή ηχογράφησης), Έλεγχος προγραμματιστικού περιβάλλοντος (εικονίδιο εισαγωγής σε νέο έργο, εικονίδιο μεγέθυνσης της σκηνής, εικονίδιο αποθήκευσης έργου).

Αρχικά, στον πίνακα 1 αποτυπώνονται οι τελικές απαντήσεις των παιδιών σχετικά με τις εντολές κίνησης. Παρατηρούμε ότι τα παιδιά φαίνεται να έχουν κατανοήσει σε μεγάλο βαθμό τέσσερις από τις επτά εντολές κίνησης.

**Πίνακας 1. Τελικές απαντήσεις των μαθητών για τις εντολές κίνησης**

| Απάντηση      | Κινήσου δεξιά | Κινήσου αριστερά | Κινήσου επάνω | Κινήσου κάτω | Στρίψε δεξιά | Στρίψε αριστερά | Αναπήδησε  |
|---------------|---------------|------------------|---------------|--------------|--------------|-----------------|------------|
| Μη πλήρης     | 10            | 9                | 3             | 2            | 38           | 37              | 38         |
| Ημιπλήρης     | 13            | 11               | 0             | 0            | 35           | 34              | 14         |
| Πλήρης        | 94            | 97               | 114           | 115          | 44           | 46              | 65         |
| <b>Σύνολο</b> | <b>117</b>    | <b>117</b>       | <b>117</b>    | <b>117</b>   | <b>117</b>   | <b>117</b>      | <b>117</b> |

Πραγματοποιώντας εν συνεχεία το μη παραμετρικό τεστ Wilcoxon για να εξετάσουμε τυχόν διαφοροποίηση μεταξύ αρχικών και τελικών απαντήσεων, παρατηρείται ότι σε μεγάλο βαθμό υπήρξε διαφοροποίηση στις τελικές απαντήσεις των μαθητών. Μέσα από το σχήμα 1 φαίνεται ο βαθμός προόδου, ο οποίος είναι πολύ μεγαλύτερος από τον βαθμό οπισθοδρόμησης. Τα αποτελέσματα αυτά είναι και στατιστικά σημαντικά ( $p=0.01 < 0.05$ ,  $z=$  από  $-4.564$  έως  $-6.576$ ).

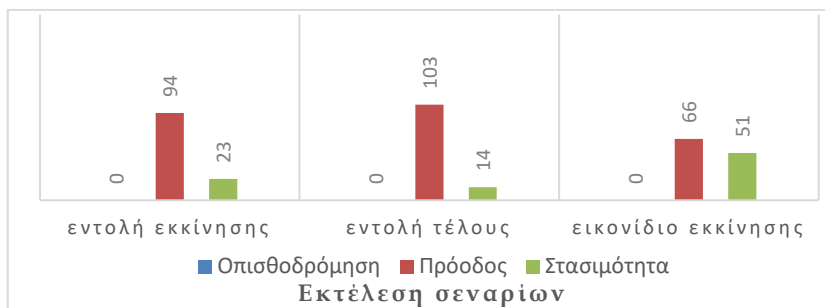
**Σχήμα 1. Κατανομή απαντήσεων των παιδιών για τις εντολές κίνησης**

Στον πίνακα 2 δίνονται οι τελικές απαντήσεις των μαθητών σχετικά με τα στοιχεία εκτέλεσης των σεναρίων, τα οποία φαίνεται να μην έχουν κατανοηθεί επαρκώς.

**Πίνακας 2. Τελικές απαντήσεις των μαθητών σχετικά με τα στοιχεία εκτέλεσης σεναρίων**

| Απάντηση      | Εντολή εκκίνησης σεναρίου | Εντολή τέλους σεναρίου | Εικονίδιο εκκίνησης σεναρίου |
|---------------|---------------------------|------------------------|------------------------------|
| Μη πλήρης     | 19                        | 13                     | 48                           |
| Ημιπλήρης     | 76                        | 78                     | 35                           |
| Πλήρης        | 22                        | 26                     | 34                           |
| <b>Σύνολο</b> | <b>117</b>                | <b>117</b>             | <b>117</b>                   |

Ωστόσο στο σχήμα 2 παρατηρούμε μία διαφοροποίηση στις τελικές τους απαντήσεις, με σημαντικό βαθμό προόδου, ενώ δεν υφίσταται καθόλου οπισθοδρόμηση. Τα αποτελέσματα αυτά είναι και στατιστικά σημαντικά ( $p=0.01 < 0.05$ ,  $z=$  από  $-7.288$  έως  $-9.361$ ).



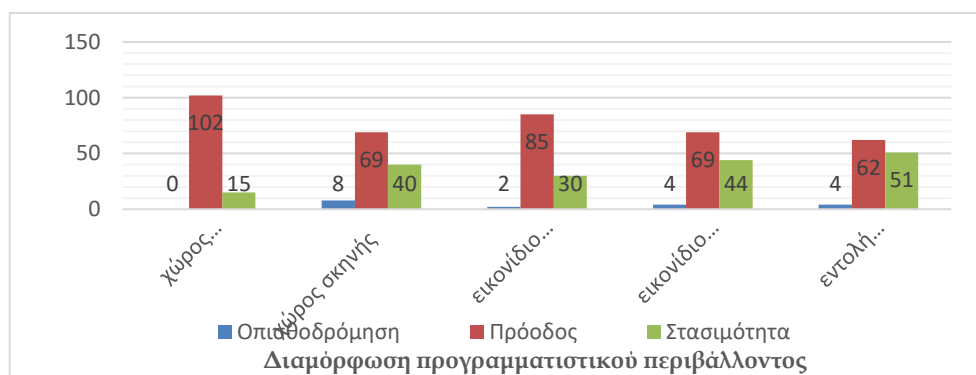
Σχήμα 2. Κατανομή απαντήσεων των παιδιών για τις εντολές και το εικονίδιο εκτέλεσης σεναρίων

Στον πίνακα 3 όπου δίνονται οι τελικές απαντήσεις των μαθητών για τα στοιχεία διαμόρφωσης του προγραμματιστικού περιβάλλοντος, παρατηρείται ένας μικρός αριθμός πλήρων απαντήσεων, που φαίνεται να ερμηνεύει ως ελλιπή την κατανόηση των μαθητών για τα στοιχεία αυτά.

Πίνακας 3. Τελικές απαντήσεις των μαθητών για τα στοιχεία διαμόρφωσης του προγραμματιστικού περιβάλλοντος

| Απάντηση      | Χώρος προγραμματισμού | Χώρος σκηνής | Εικονίδιο εισαγωγής χαρακτήρων | Εικονίδιο εισαγωγής σκηνικών | Εντολή ηχογράφησης |
|---------------|-----------------------|--------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------|
| Μη πλήρης     | 13                    | 23           | 26                             | 27                           | 6                  |
| Ημιπλήρης     | 71                    | 66           | 47                             | 43                           | 75                 |
| Πλήρης        | 33                    | 28           | 44                             | 47                           | 36                 |
| <b>Σύνολο</b> | <b>117</b>            | <b>117</b>   | <b>117</b>                     | <b>117</b>                   | <b>117</b>         |

Εντούτοις μέσα από το σχήμα 3 παρατηρούμε μία σημαντική πρόοδο, ενώ χαμηλός εμφανίζεται ο βαθμός οπισθοδρόμησης. Τα αποτελέσματα είναι και στατιστικά σημαντικά ( $p=0.01 < 0.05$ ,  $z=$  από  $-6.805$  έως  $-9.206$ ).



Σχήμα 3. Κατανομή απαντήσεων των παιδιών για τα στοιχεία διαμόρφωσης του προγραμματιστικού περιβάλλοντος

Τέλος, στον πίνακα 4, παρουσιάζονται οι τελικές απαντήσεις των μαθητών για τα εικονίδια ελέγχου του προγραμματιστικού περιβάλλοντος, όπου φαίνεται να έχουν κατανοηθεί σε μεγαλύτερο βαθμό, δύο από τα τρία εικονίδια της κατηγορίας αυτής.

**Πίνακας 4. Τελικές απαντήσεις των μαθητών για τα εικονίδια ελέγχου του προγραμματιστικού περιβάλλοντος**

| Απάντηση      | Εικονίδιο εισαγωγής σε νέο έργο | Εικονίδιο μεγέθυνσης της σκηνής | Εικονίδιο αποθήκευσης του έργου |
|---------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Μη πλήρης     | 19                              | 9                               | 36                              |
| Ημιπλήρης     | 2                               | 3                               | 24                              |
| Πλήρης        | 96                              | 105                             | 57                              |
| <b>Σύνολο</b> | <b>117</b>                      | <b>117</b>                      | <b>117</b>                      |

Στο σχήμα 4 αντίστοιχα, παρατηρούμε τη διαφοροποίηση που υπήρξε μεταξύ αρχικών και τελικών απαντήσεων, με το εικονίδιο εισαγωγής σε νέο έργο να παρουσιάζει τον μικρότερο βαθμό διαφοροποίησης. Ωστόσο και στα τρία εικονίδια παρατηρείται πρόοδος, ενώ αισθητά μικρότερος είναι ο βαθμός οπισθοδρόμησης. Πρόκειται για αποτελέσματα, που είναι και στατιστικά σημαντικά ( $p=0.01 < 0.05$ ,  $z$ = από  $-4.824$  έως  $-9.380$ ).



**Σχήμα 4. Κατανομή απαντήσεων των παιδιών για τα εικονίδια ελέγχου του προγραμματιστικού περιβάλλοντος**

Για να εξετάσουμε στη συνέχεια εάν η μεταβλητή «φύλο» επηρεάζει τις απαντήσεις των παιδιών, κάναμε διαχωρισμό των απαντήσεων με βάση αυτή τη μεταβλητή και πραγματοποιήσαμε εκ νέου το μη παραμετρικό τεστ Wilcoxon. Η διαφοροποίηση των απαντήσεων φάνηκε να είναι στατιστικά σημαντική και για τα δύο φύλα (αγόρια:  $p$ = από  $0.001$  έως  $0.01 < 0.05$ ,  $z$ =από  $-3.317$  έως  $-6.912$  & κορίτσια:  $p$ =από  $0.001$  έως  $0.01 < 0.05$ ,  $z$ =από  $-3.217$  έως  $-6.423$ ). Η ίδια διαδικασία πραγματοποιήθηκε και για τον έλεγχο της μεταβλητής «ηλικία», διαχωρίζοντας τις απαντήσεις σε νήπια και προνήπια. Η διαφοροποίηση των απαντήσεων των νηπίων παρουσιάζεται ως στατιστικά σημαντική για όλα τα προς εξέταση στοιχεία του προγραμματιστικού περιβάλλοντος ( $p$ = από  $0.01 < 0.05$ ,  $z$ = από  $-4.119$  έως  $-8.366$ ). Διαφορετική είναι η εικόνα στις απαντήσεις των προνηπίων. Εκτενέστερα ως στατιστικά μη σημαντικά παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σε 3 εκ των 18 ερωτήσεων: εντολές κίνησης στρίψε δεξιά ( $p=0.2 > 0.05$ ,  $z$ =  $-1.165$ ), στρίψε αριστερά ( $p=0.2 > 0.05$ ,  $z$ =  $-1.328$ ) και λειτουργία σκηνής ( $p=0.6 > 0.05$ ,  $z$ =  $-0.535$ ). Τέλος επανάληψη της παραπάνω διαδικασίας πραγματοποιήθηκε και για τον έλεγχο της μεταβλητής «κατοχή ταμπλέτας», διαχωρίζοντας τις απαντήσεις των παιδιών σε αυτά που δήλωσαν ότι έχουν ταμπλέτα και σε αυτά που

δήλωσαν ότι δεν έχουν. Από τα αποτελέσματα παρατηρείται ότι η διαφοροποίηση των απαντήσεων είναι και στις δύο ομάδες στατιστικά σημαντική (κατοχή ταμπλέτας:  $p =$  από 0.001 έως 0.01  $< 0.05$   $z =$  από -3.300 έως -7.562 & μη κατοχή ταμπλέτας:  $p =$  από 0.001 έως 0.01  $< 0.05$   $z =$  από -3.217 έως -5.984).

## Συμπεράσματα

Εξετάζοντας τις απαντήσεις των παιδιών για τα προς μελέτη στοιχεία του προγραμματιστικού περιβάλλοντος ScratchJr, θα μπορούσαμε να εξάγουμε τα ακόλουθα συμπεράσματα. Αρχικά για την κατηγορία των εντολών κίνησης, τα παιδιά φαίνεται να κατανοούν σε μεγάλο βαθμό τις εντολές οριζόντιας και κάθετης κίνησης, παρουσιάζοντας δυσκολία στις εντολές κίνησης «στρίψε δεξιά/αριστερά». Μία πιθανή εξήγηση της δυσκολίας αυτής θα μπορούσε να είναι το γεγονός ότι τα παιδιά έχουν διαφορετική αναπαράσταση, σε σχέση με το πώς αυτές εκτελούνται μέσα στο προγραμματιστικό περιβάλλον (πρόκειται για περιστροφή του χαρακτήρα). Έπειτα, η κατηγορία με τα στοιχεία εκτέλεσης των σεναρίων φαίνεται να είναι αυτή με τον μικρότερο βαθμό κατανόησης. Μέσα από τις απαντήσεις των παιδιών διακρίνεται η αδυναμία τους να περιγράψουν επαρκώς και ολοκληρωμένα την λειτουργία της εντολής εκκίνησης και της εντολής τέλους σεναρίου, ενώ φαίνεται να υπάρχει μία σύγχυση στη σκέψη τους για το εικονίδιο εκκίνησης σεναρίων. Αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί από το γεγονός ότι είναι φαινομενικά ίδιο με την εντολή εκκίνησης του σεναρίου. Επιπρόσθετα το περιβάλλον επιτρέπει στον χρήστη να «τρέξει» το σενάριο ενός χαρακτήρα, επιλέγοντάς το από τον χώρο προγραμματισμού, χωρίς να έχει εισάγει σε αυτό την εντολή της πράσινης σημαίας, ενώ το ίδιο δεν μπορεί να συμβεί εάν επιλέξει το εικονίδιο της πράσινης σημαίας (σε αυτή την περίπτωση απαιτείται η εισαγωγή της εντολής εκκίνησης στο σενάριο). Αυτό εγείρει μεγαλύτερα προβλήματα ειδικά στην προβολή του έργου στην πλήρη οθόνη, το οποίο εκτελείται μόνο μέσω του εικονιδίου της πράσινης σημαίας. Αναφορικά με τα στοιχεία διαμόρφωσης του προγραμματιστικού περιβάλλοντος, φαίνεται και αυτά να παρουσιάζουν μία δυσκολία στην κατανόηση τους, καθώς τόσο ο χώρος προγραμματισμού όσο και της σκηνής επιτελούν πολλές λειτουργίες που δεν είναι πάντα ορατές από τους χρήστες (π.χ. στην εκτέλεση ενός έργου με δύο χαρακτήρες, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να βλέπει και τους δύο χαρακτήρες να εκτελούν το σενάριο στη σκηνή, αλλά δεν μπορεί να βλέπει ταυτόχρονα το σενάριο και των δύο στον χώρο προγραμματισμού). Επιπρόσθετα το σύμβολο «+» που υποδηλώνει προσθήκη δεν υπάγεται στις αναπαραστάσεις της προσχολικής ηλικίας, με αποτέλεσμα να γίνεται αναφορά μόνο στην εύρεση και όχι και στην προσθήκη νέων χαρακτήρων. Ακόμα η εντολή ηχογράφησης φαίνεται να δυσκολεύει τη σκέψη των παιδιών λόγω των περαιτέρω διαδικασιών που απαιτεί, έναντι της απλής επιλογής και ένταξης στον χώρο προγραμματισμού που απαιτούν οι υπόλοιπες εντολές που διδάχθηκαν. Τέλος, σημαντικός παρουσιάζεται και ο βαθμός κατανόησης της κατηγορίας των στοιχείων ελέγχου του προγραμματιστικού περιβάλλοντος. Το εικονίδιο μεγέθυνσης της οθόνης, το οποίο ενδέχεται να έχουν ξανασυναντήσει σε άλλα υπολογιστικά περιβάλλοντα και το εικονίδιο εισαγωγής σε νέο έργο, είναι τα στοιχεία με τα καλύτερα αποτελέσματα. Η διαφορετική εικόνα που παρουσιάζεται για το εικονίδιο αποθήκευσης του έργου, μπορεί να στηριχθεί στο γεγονός ότι το “σπίτι” (με το οποίο αναπαριστάται η έννοια της αποθήκευσης), έχει διαφορετική έννοια και λειτουργία στο προγραμματιστικό περιβάλλον από ότι στις αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου των μαθητών. Ακόμα ο τρόπος αποθήκευσης στο συγκεκριμένο περιβάλλον εμπεριέχει και ένα είδος αρχικοποίησης, καθώς ταυτόχρονα με την αποθήκευση ο χρήστης επιστρέφει στην αρχική οθόνη του προγράμματος, γεγονός που οδηγεί τους μαθητές σε μη ολοκληρωμένη κατανόηση της λειτουργίας του.

Ελέγχοντας έπειτα αν υπήρξε διαφοροποίηση μεταξύ αρχικών και τελικών απαντήσεων των μαθητών, παρουσιάζεται μια σημαντική εικόνα προόδου, ενώ πολύ μικρός εμφανίζεται ο βαθμός οπισθοδρόμησης. Στην περίπτωση αυτή φαίνεται η διδακτική παρέμβαση να είχε έναν βοηθητικό ρόλο. Επιπρόσθετα εξετάζοντας τις μεταβλητές φύλο, ηλικία και κατοχή ταμιλέτας, παρατηρείται ότι μόνο η μεταβλητή ηλικία φαίνεται να επηρεάζει τις απαντήσεις των μαθητών.

Καταληκτικά, μέσω αυτής της έρευνας θα θέλαμε να εστιάσουμε και να αναδείξουμε τα προβλήματα που εγείρει το προγραμματιστικό περιβάλλον ScratchJr στη σκέψη των μαθητών προσχολικής ηλικίας και όχι στην προγραμματιστική τους ικανότητα μέσα από αυτό, για την οποία έχουν πραγματοποιηθεί άλλες έρευνες. Μπορεί το ScratchJr να απευθύνεται στην προσχολική ηλικία, ωστόσο υπάρχουν ακόμα προβλήματα που χρήζουν επίλυσης, ώστε να είναι πιο λειτουργικό για έναν χρήστη προσχολικής ηλικίας. Επιπλέον προτείνουμε μια εκ νέου αξιολόγηση των αποτελεσμάτων μας, ίσως με την χρήση ενός μεγαλύτερου δείγματος, για πιο αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα, καθώς και την εξέταση περισσότερων μεταβλητών που ενδέχεται να επηρεάζουν τις αντιλήψεις των μαθητών (π.χ. εκπαιδευτικό επίπεδο, πρότερες αναπαραστάσεις, κ.α.).

## Αναφορές

- Brennan, K., Balch, C. & Chung, M. (χ.χ.ε.). *Creative Computing*. Ανακτήθηκε 2 Ιουνίου 2015 από <http://scratched.gse.harvard.edu/guide/files/CreativeComputing20140806.pdf>
- Brennan, K. & Resnick, M. (2012). *New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking*. Ανακτήθηκε 28 Μαΐου 2015 από [http://web.media.mit.edu/~kbrennan/files/Brennan\\_Resnick\\_AERA2012\\_CT.pdf](http://web.media.mit.edu/~kbrennan/files/Brennan_Resnick_AERA2012_CT.pdf)
- ScratchJr επίσημη ιστοσελίδα (χ.χ.ε.). Ανακτήθηκε 26 Οκτωβρίου 2014, από <http://www.scratchjr.org/>
- ScratchJr (ομάδα δημιουργίας του περιβάλλοντος). *ScratchJr: Computer programming in early childhood education as a pathway to academic readiness and success*. Ανακτήθηκε 26 Οκτωβρίου 2014, από <http://web.media.mit.edu/~mres/proposals/ScratchJr-draft.pdf>
- Scratch wiki (χ.χ.ε.). *Scratch Jr*. Ανακτήθηκε 3 Νοεμβρίου 2014, από <http://wiki.scratch.mit.edu/wiki/ScratchJr>
- Wikipedia, (χ.χ.ε.). *Οπτική γλώσσα προγραμματισμού*. Ανακτήθηκε 7 Φεβρουαρίου 2018, από [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9F%CF%80%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE\\_%CE%B3%CE%BB%CF%8E%CF%83%CF%83%CE%B1\\_%CF%80%CF%81%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1\\_%CE%BC%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%BF%CF%8D](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9F%CF%80%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%B3%CE%BB%CF%8E%CF%83%CF%83%CE%B1_%CF%80%CF%81%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1_%CE%BC%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%BF%CF%8D)
- Wing, J. M. (2006, Μάρτιος). *Computational thinking*. Ανακτήθηκε 26 Ιουνίου 2015, από <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>
- Γρόσδος, Σ. (2008). *Οπτικός Γραμματισμός και πολυτροπικότητα. Ο ρόλος των εικόνων στη γλωσσική διδασκαλία στο βιβλίο Γλώσσας της Β Δημοτικού*. (Μεταπτυχιακή εργασία). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη. Ανακτήθηκε 24 Φεβρουαρίου 2018, από <http://ikee.lib.auth.gr/record/112440/files/%CE%A3.%20%CE%93%CF%81%CF%8C%CF%83%CE%B4%CE%BF%CF%82-%CE%9C%CE%B5%CF%84%CE%B1%CF%80%CF%84%CF%85%CF%87%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE%20%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1.pdf>
- Κόμης, Β. (2014). *Σχεδιασμός εκπαιδευτικού σεναρίου*. Πάτρα: Πανεπιστημιακές σημειώσεις
- Κόμης, Β. (2005). *Εισαγωγή στη Διδακτική της Πληροφορικής*. Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος
- Κόμης, Β. (2004). *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών*. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών
- Λαβίδας, Κ. (2017). *Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής Έρευνας: Ποσοτικές Προσεγγίσεις*. Πάτρα: Πανεπιστημιακές σημειώσεις

## Διερευνώντας τη μετάβαση από ψευδογλώσσα σε γλώσσα Python στη σχολική εκπαίδευση

Αλεξούδα Γεωργία<sup>1</sup>, Δημητριάδης Σταύρος<sup>2</sup>  
alexouda@gmail.com, sdemetri@csd.auth.gr

<sup>1</sup> Εκπαιδευτικός Πληροφορικής και διευθύντρια 1<sup>ου</sup> Γυμνασίου Τούμπας

<sup>2</sup> Αν. Καθηγητής, Τμήμα Πληροφορικής ΑΠΘ

### Περίληψη

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται η διερεύνηση της μετάβασης από την ψευδογλώσσα στην επαγγελματική γλώσσα προγραμματισμού Python στο μάθημα "Εισαγωγή στις Αρχές της Επιστήμης των Η/Υ" της Β' τάξης του Γενικού Λυκείου. Για το λόγο αυτό σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε τρίωρη διδακτική παρέμβαση που μελετά τις μαθησιακές δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές κατά τη μετάβασή τους από την ψευδογλώσσα στην Python στις δομές επανάληψης «Όσο...» (while) και «Για...» (for). Η γλώσσα προγραμματισμού Python είναι ευανάγνωστη, διαθέτει απλό και εύκολο συντακτικό και αποτελεί σήμερα ένα σημαντικό ανοικτό περιβάλλον για προγραμματισμό σε επαγγελματικό επίπεδο και ειδικότερα για επιστημονικούς σκοπούς. Η εμπειρία της υλοποίησης έδειξε ότι τα χαρακτηριστικά αυτά διευκολύνουν τη μετάβαση από την ψευδογλώσσα στην Python. Στην εργασία προτείνονται τύποι δραστηριοτήτων που αξιοποιούν τα παραπάνω θετικά χαρακτηριστικά της Python και η εμπειρία της υλοποίησής τους δείχνει να είναι θετική. Γενικά οι δυσκολίες που διαπιστώθηκαν ήταν λίγες και αντιμετωπίστηκαν με επιτυχία.

**Λέξεις κλειδιά:** Διδασκαλία προγραμματισμού, Python, ψευδογλώσσα, δομές επανάληψης.

### Εισαγωγή

Η Python είναι σήμερα μια δημοφιλής γλώσσα προγραμματισμού υποστηριζόμενη από μία δυναμική κοινότητα. Χρησιμοποιείται εκτεταμένα από πολλές εταιρείες, πανεπιστήμια αλλά και απλούς προγραμματιστές (Lutz, 2007). Τα τελευταία χρόνια βρίσκεται σταθερά μεταξύ των 5 δημοφιλέστερων γλωσσών προγραμματισμού (TIOBE index, n.d.) και θεωρείται ένα εξαιρετικό εργαλείο που συνδέει ιδανικά το χώρο της εκπαίδευσης και τον επαγγελματικό χώρο καθώς συνοδεύεται και από πληθώρα βιβλιοθηκών που επιτρέπουν την αποδοτική ανάπτυξη εφαρμογών σε ποικίλες περιοχές (πχ. Radenski, 2006; Karanowski, 2014).

Η Python είναι εκ θεμελίων της αντικειμενοστρεφής γλώσσα χωρίς όμως να επιβάλει στον προγραμματιστή να ακολουθεί οπωσδήποτε την τεχνική του αντικειμενοστρεφούς προγραμματισμού. Βασικά χαρακτηριστικά της που την καθιστούν δημοφιλή είναι η σαφής και ευανάγνωστη σύνταξη (η Python πολλές φορές αποκαλείται «εκτελέσιμος ψευδοκώδικας»), οι υψηλού επιπέδου δομές και τύποι δεδομένων, η ευέλικτη δυναμική διαχείριση σφαλμάτων με μορφή εξαιρέσεων και ένα πλήθος βιβλιοθηκών και πακέτων λογισμικού που επεκτείνουν τη γλώσσα και που αναπτύσσονται συνεχώς από μια εξαιρετικά παραγωγική κοινότητα (Karanowski, 2014).

Στην εκπαίδευση η Python συχνά προτείνεται ως κατάλληλη για να αποτελέσει την πρώτη γλώσσα εκμάθησης προγραμματισμού στο πρόγραμμα σπουδών Πανεπιστημιακών τμημάτων (Zelle, 2004; Downey et al., 2008). Γενικά είναι μια γλώσσα που λόγω της συντακτικής της απλότητας μπορεί γρήγορα να γίνει «διάφανη» για τον προγραμματιστή και να του επιτρέψει να εστιάσει αποδοτικά στην υλοποίηση του αλγορίθμου.



Αξίζει να τονιστεί πως η Python δεν πρέπει να θεωρείται μια ακόμη απλή γλώσσα προγραμματισμού αλλά ως ένα εργαλείο ανάπτυξης της υπολογιστικής σκέψης ακόμη και για μη Πληροφορικούς σπουδαστές (πχ. Oladipo & Ibrahim, 2018). Αποτελεί επίσης εργαλείο προγραμματισμού σε πολλά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα που στοχεύουν στην ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης των μαθητών μέσω διαχείρισης δημοφιλών τεχνολογιών ρομποτικής (πχ. EdPy programming language, 2018; Fraanje et al. 2016). Γενικά η Python προβάλλει ως ένα προγραμματιστικό εργαλείο τόσο για την εκπαίδευση και ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης όσο και για επαγγελματικούς και προχωρημένου επιπέδου εργασίες σε διάφορες περιοχές ψηφιακών τεχνολογιών.

Στο μάθημα "Εισαγωγή στις Αρχές της Επιστήμης των Η/Υ" της Β' τάξης του Γενικού Λυκείου οι μαθητές καλούνται να αναπτύξουν αλγοριθμική σκέψη χρησιμοποιώντας μια ψευδογλώσσα εκπαιδευτικής χρήσης. Τον τελευταίο καιρό στην εκπαιδευτική κοινότητα της Πληροφορικής τίθεται το ζήτημα της αξιοποίησης μιας γλώσσας προγραμματισμού στο πλαίσιο του παραπάνω μαθήματος και στη συνέχεια και στο μάθημα της Ανάπτυξης Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον της Γ' τάξης. Στα Επαγγελματικά Λύκεια (ΕΠΑΛ) ήδη άρχισε να αξιοποιείται η γλώσσα προγραμματισμού Python από το σχολικό έτος 2015-16. Πιο συγκεκριμένα, αξιοποιείται στο μάθημα «Αρχές Προγραμματισμού Υπολογιστών» της Β' τάξης των ΕΠΑΛ όλων των ειδικοτήτων του τομέα Πληροφορικής καθώς και στο μάθημα γενικής παιδείας «Εισαγωγή στις αρχές της Επιστήμης των Η/Υ» της Γ' τάξης των ΕΠΑΛ (ΦΕΚ Β' 2010/16-9-2015). Η εισαγωγή της γλώσσας Python στην επαγγελματική εκπαίδευση οδήγησε στην ανάπτυξη ενδιαφερουσών διδακτικών προτάσεων για τα σχετικά μαθήματα στα ΕΠΑΛ (Κονταξή & Γεωργαντοπούλου, 2016, Παπαδοπούλου & Τσιτούρας, 2016). Επίσης έχουν προταθεί διδακτικές παρεμβάσεις για τη μετάβαση από το περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού του Scratch στην Python (Τερζίδου, 2016).

Η αναγκαιότητα του διδακτικού μετασχηματισμού της γλώσσας Python που θα καταστήσει την εκπαιδευτική αξιοποίηση της επιτυχή φαίνεται επιτακτική (Δημητριάδης, 2016). Προηγούμενη έρευνα μικρής έκτασης για την αξιοποίηση της Python στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση της χώρας μας (Georgatos, 2002) καταγράφει ότι οι μαθητές περνάνε εύκολα από τον ψευδοκώδικα στον πραγματικά εκτελέσιμο κώδικα, εντοπίζοντας όμως και σημεία όπου πρέπει να δοθεί προσοχή, όπως πχ. ο τρόπος σύνταξης και λειτουργίας της δομής επανάληψης for..range.

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας πεδίου είναι η διερεύνηση της μετάβασης από την ψευδογλώσσα στην επαγγελματική γλώσσα προγραμματισμού Python στο μάθημα "Εισαγωγή στις Αρχές της Επιστήμης των Η/Υ" της Β' τάξης του Γενικού Λυκείου. Λαμβάνοντας υπόψη τις οδηγίες διδασκαλίας του μαθήματος "Εισαγωγή στις Αρχές της Επιστήμης των Η/Υ" (ΥΠΠΕΘ, 2016) της Β' τάξης του Γενικού Λυκείου, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση με την αξιοποίηση της επαγγελματικής γλώσσας προγραμματισμού Python. Λόγω των στενών χρονικών περιορισμών του μονόωρου μαθήματος, η διδακτική παρέμβαση δεν μπορούσε να υπερβεί τις τρεις διδακτικές ώρες. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζουμε τη διδακτική παρέμβαση και τα αποτελέσματά της. Τέλος επιχειρούμε να εξάγουμε κάποια συμπεράσματα για τη μετάβαση από την ψευδογλώσσα στην Python στο Γενικό Λύκειο.

## Η διδακτική παρέμβαση

Η διδακτική παρέμβαση μελετά τις μαθησιακές δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές κατά τη μετάβασή τους από την ψευδογλώσσα στη γλώσσα προγραμματισμού Python στις δομές επανάληψης «Όσο...» (while) και «Για...» (for). Το σκεπτικό της διδακτικής παρέμβασης είναι αρχικά να διαγνωστεί το επίπεδο των γνώσεων και των δεξιοτήτων των

μαθητών στις δομές επανάληψης «Όσο...» και «Για...» μέσω της υλοποίησης δραστηριοτήτων στην ψευδογλώσσα και στη συνέχεια να διερευνηθούν οι δυσκολίες που θα αντιμετωπίσουν οι μαθητές στην υλοποίηση αντίστοιχων δραστηριοτήτων στην Ρυθμό αρχικά με τη μέθοδο χαρτί και μολύβι και στη συνέχεια με την αξιοποίηση του προγραμματιστικού περιβάλλοντος στον υπολογιστή. Η διδακτική παρέμβαση υλοποιήθηκε σε τρεις διδακτικές ώρες. Σε όλες τις διδακτικές ώρες οι μαθητές κλήθηκαν να εργαστούν σε ζευγάρια με σταθερή σύνθεση. Οι δύο πρώτες διδακτικές ώρες υλοποιήθηκαν στην αίθουσα διδασκαλίας με τη μέθοδο χαρτί και μολύβι και η τελευταία στο εργαστήριο Πληροφορικής.

Προηγήθηκε η διδασκαλία των δομών επανάληψης «Όσο...», «Για...» και «...Μέχρις\_ότου» στην ψευδογλώσσα, για την οποία αφιερώθηκαν επτά διδακτικές ώρες, από τις οποίες οι πέντε πρώτες υλοποιήθηκαν στην αίθουσα διδασκαλίας με τη μέθοδο χαρτί και μολύβι και η μία από αυτές αφιερώθηκε σε ωριαίο γραπτό διαγώνισμα. Οι δύο τελευταίες διδακτικές ώρες υλοποιήθηκαν στο εργαστήριο Πληροφορικής. Για την αρχική εξοικείωση χρησιμοποιήθηκαν δραστηριότητες εκτέλεσης αλγορίθμων και στη συνέχεια δραστηριότητες ανάπτυξης αλγορίθμων. Στις δραστηριότητες χρησιμοποιήθηκαν μετρητές και αθροιστές.

Ακολουθεί η περιγραφή της διδακτικής παρέμβασης.

#### 1η διδακτική ώρα:

Οι μαθητές κλήθηκαν να υλοποιήσουν δραστηριότητες για να διαγνωστεί το επίπεδό τους στους αλγορίθμους στην ψευδογλώσσα. Τους δόθηκαν τέσσερις αλγόριθμοι σε ψευδογλώσσα και κλήθηκαν να εργαστούν σε ζευγάρια για να μελετήσουν τους συγκεκριμένους αλγορίθμους και να εξηγήσουν τι κάνουν. Οι δραστηριότητες παρουσιάζονται στον πίνακα 1. Οι μαθητές δεν συνάντησαν ιδιαίτερες δυσκολίες και απάντησαν σωστά στις ερωτήσεις των δραστηριοτήτων.

Στο τέλος η εκπαιδευτικός έκανε μια σύντομη εισήγηση που αφορούσε τα χαρακτηριστικά και τη δημοφιλία της γλώσσας Ρυθμό προκειμένου να αναδειχθεί η σημασία της και με τον τρόπο αυτό να κεντρίσει το ενδιαφέρον των μαθητών για τις δραστηριότητες των δύο επόμενων διδακτικών ωρών.

**Πίνακας 1. Δραστηριότητες με ψευδογλώσσα**

| Αλγόριθμος  | Εργασία μαθητών  |
|---|--|
| <u>1ος Αλγόριθμος</u>   |  |
| Αλγόριθμος Παράδειγμα1<br>$\Sigma \leftarrow 0$<br>$K \leftarrow 0$<br>Όσο $\Sigma < 10$ επανάλαβε<br>$K \leftarrow K + 2$<br>$\Sigma \leftarrow \Sigma + K$<br>Εμφάνισε $K, \Sigma$<br>Τέλος_επανάληψης<br>Τέλος Παράδειγμα1 | A. Εξηγήστε τι κάνει ο αλγόριθμος.<br>B. Ποιες τιμές θα εμφανιστούν κατά την εκτέλεσή του; |
| <u>2ος Αλγόριθμος</u>   |  |
| Αλγόριθμος Παράδειγμα2<br>$\Sigma \leftarrow 0$<br>$K \leftarrow 0$<br>Διάβασε $X$<br>Όσο $X > 0$ επανάλαβε<br>$K \leftarrow K + 1$   | Εξηγήστε τι κάνει ο αλγόριθμος.  |

```

Σ ← Σ + Χ
Διάβασε Χ
Τέλος_επανάληψης
Αν Κ > 0 τότε
    Εμφάνισε Σ/Κ
Τέλος_αν
Τέλος Παράδειγμα2

```

### 3ος Αλγόριθμος

```

Αλγόριθμος Παράδειγμα3
Για Ι από 1 μέχρι 10
    Εμφάνισε Ι
Τέλος_επανάληψης
Τέλος Παράδειγμα3

```

A. Εξηγήστε τι κάνει ο αλγόριθμος.  
B. Ποιες τιμές θα εμφανιστούν κατά την εκτέλεσή του;

### 4ος Αλγόριθμος

```

Αλγόριθμος Παράδειγμα4
Σ ← 0
Για Ι από 1 μέχρι 10
    Διάβασε Χ
    Σ ← Σ + Χ
Τέλος_επανάληψης
Εμφάνισε Σ/10
Τέλος Παράδειγμα4

```

Εξηγήστε τι κάνει ο αλγόριθμος.

### 2η διδακτική ώρα:

Δόθηκαν στους μαθητές τέσσερα προγράμματα σε Python χωρίς προηγούμενα να τους παρουσιαστούν στοιχεία που αφορούν τις εντολές της γλώσσας και τη σύνταξή τους. Οι μαθητές κλήθηκαν να εργαστούν σε ζευγάρια για να μελετήσουν τα συγκεκριμένα προγράμματα και να εξηγήσουν τι κάνουν. Οι δραστηριότητες παρουσιάζονται στον πίνακα 2. Στο τέλος τους ζητήθηκε να καταγράψουν τις δυσκολίες που συνάντησαν.

### 3η διδακτική ώρα:

Δόθηκαν στους μαθητές ηλεκτρονικές διευθύνσεις με τα παραπάνω προγράμματα στο codeskulptor, όπου καλούνται μέσα από δοκιμαστικές εκτελέσεις να διερευνήσουν τη λειτουργία τους και στη συνέχεια να την περιγράψουν. Οι μαθητές εργάστηκαν και πάλι σε ζευγάρια.

**Πίνακας 2. Δραστηριότητες με γλώσσα Python**

| Αλγόριθμος  | Εργασία μαθητών  |
|---|--|
| # 1ο Πρόγραμμα<br><br>k=0<br>s=0<br>while s<20:<br>k=k+5<br>s=s+k<br>print(s) | A. Εξηγήστε τι κάνει το πρόγραμμα.<br>B. Ποιες τιμές θα εμφανιστούν κατά την εκτέλεσή του; |

# 2ο Πρόγραμμα

```
k=0
x=int(input("Give a number"))
while x<0:
    k=k+1
    x=int(input("Give a number"))
print(k)
```

Εξηγήστε τι κάνει το πρόγραμμα.

# 3ο Πρόγραμμα

```
for i in range(6):
    print(i)
```

A. Εξηγήστε τι κάνει το πρόγραμμα.  
B. Ποιες τιμές θα εμφανιστούν κατά την εκτέλεσή του;

# 4ο Πρόγραμμα

```
s=0
for i in range(6):
    x=int(input("Give a number"))
    s=s+x
print(s)
```

Εξηγήστε τι κάνει το πρόγραμμα.

## Η εμπειρία της υλοποίησης

Η διδακτική παρέμβαση υλοποιήθηκε το σχολικό 2016-17 σε δύο τμήματα της Β΄ τάξης του Γενικού Λυκείου του Πειραματικού Σχολείου του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Δύο μαθητές είχαν διδαχτεί προηγούμενα τη γλώσσα Python, επειδή παρακολουθούσαν τον όμιλο προγραμματισμού υπολογιστικών συστημάτων του συγκεκριμένου σχολείου. Διευκρινίζεται ότι η εισαγωγή των μαθητών των παραπάνω τμημάτων στο πειραματικό σχολείο έγινε με κλήρωση και όχι με εξετάσεις. Στο Γυμνάσιο οι συγκεκριμένοι μαθητές διδάχθηκαν το μάθημα της Πληροφορικής με βάση το Πιλοτικό Πρόγραμμα Σπουδών για τον Πληροφορικό Γραμματισμό (ΥΠΓΒΜΘ, 2011) σύμφωνα με το οποίο το μάθημα διδάσκεται σε συνεχόμενο δίωρο κάθε εβδομάδα και σε όλες τις τάξεις περιλαμβάνεται η θεματική ενότητα «Προγραμματίζω τον υπολογιστή». Διευκρινίζεται ότι με βάση τις οδηγίες για το μάθημα της Πληροφορικής στο Γυμνάσιο που συντάχθηκαν στο πλαίσιο του εξορθολογισμού της διδακτέας ύλης (ΥΠΠΕΘ, 2016) από το σχολικό έτος 2016-17 το μάθημα της Πληροφορικής είναι μεν μονόωρο, αλλά σε όλες τις τάξεις υπάρχει η ενότητα «Προγραμματίζω υπολογιστικές συσκευές και ρομποτικά συστήματα». Επειδή λόγω κάποιων απουσιών των μαθητών η σύνθεση μερικών ζευγαριών άλλαξε στην πορεία, τα ζευγάρια αυτά δε λήφθηκαν υπόψη στην καταγραφή. Συνολικά έγινε καταγραφή για 16 ζευγάρια με σταθερή σύνθεση και στις τρεις διδακτικές ώρες.

Όταν οι μαθητές κλήθηκαν να καταγράψουν τις δυσκολίες που συνάντησαν στη δεύτερη διδακτική ώρα τα 6 ζευγάρια δήλωσαν ότι τους δυσκόλεψε η εντολή range. Από τα υπόλοιπα 10 ζευγάρια, τα 8 ζευγάρια παρότι δεν κατέγραψαν τη συγκεκριμένη δυσκολία, απάντησαν λάθος στη δραστηριότητα που χρησιμοποιούσε την εντολή range. Σημειώνεται ότι στα δύο ζευγάρια που απάντησαν σωστά στη δραστηριότητα που χρησιμοποιούσε την εντολή range, το ένα από τα δύο μέλη παρακολουθεί τον όμιλο προγραμματισμού υπολογιστικών συστημάτων, στον οποίο αξιοποιείται η γλώσσα προγραμματισμού Python. Η εντολή range είναι ουσιαστικά μια συνάρτηση - γεννήτορας (generator). Η συνάρτηση range(start, end

[step]) επιστρέφει μια ακολουθία τιμών στο διάστημα [start, end). Το βήμα μεταβολής είναι προαιρετικό και όταν δεν αναφέρεται, θεωρείται ότι είναι το 1. Επίσης, όταν δεν δίνεται αρχική τιμή, θεωρείται ότι είναι το 0. Για παράδειγμα, η `range(6)` που υπάρχει στο 3<sup>ο</sup> και το 4<sup>ο</sup> πρόγραμμα επιστρέφει 0, 1, 2, 3, 4, 5. Στην τρίτη δραστηριότητα της δεύτερης διδακτικής ώρας οι μαθητές που παρανόησαν την εντολή `range` θεώρησαν ότι θα εμφανιστούν οι αριθμοί: 1, 2, 3, 4, 5 και 6 αντί για 0, 1, 2, 3, 4 και 5. Πρόκειται για ένα αναμενόμενο λάθος, δεδομένου ότι προηγούμενα δεν δόθηκε κάποια επεξήγηση για τη σύνταξη και τη λειτουργία της συνάρτησης `range` και οι μαθητές αντιμετώπισαν απλά την εντολή «`for`» της Python όπως την εντολή «Για ...» της ψευδογλώσσας. Σημειώνεται ότι όλα τα ζευγάρια όταν εκτέλεσαν τα προγράμματα στην 3η διδακτική ώρα κατάλαβαν τι κάνει η εντολή `range`.

Επίσης στο τέλος της δεύτερης διδακτικής ώρας 5 ζευγάρια δήλωσαν ότι δεν κατάλαβαν τι κάνει η συνάρτηση `int`. Παρόλα αυτά, η συγκεκριμένη απορία δεν τους επηρέασε περαιτέρω στην κατανόηση των προγραμμάτων και την υλοποίηση των δραστηριοτήτων. Οι μαθητές που δεν κατέγραψαν τη συγκεκριμένη απορία, όταν ρωτήθηκαν για το τι κάνει η συγκεκριμένη συνάρτηση δεν μπόρεσαν να απαντήσουν με εξαίρεση τέσσερις μαθητές που είχαν προηγούμενη επαφή με επαγγελματική γλώσσα προγραμματισμού. Η χρήση της μεταβλητής στην Python έχει αρκετές ιδιαιτερότητες σε σχέση με τις παραδοσιακές γλώσσες προγραμματισμού (Αράπογλου, 2016), αλλά η εμφάθυση στο θέμα αυτό υπερβαίνει τους στόχους της συγκεκριμένης διδακτικής παρέμβασης.

Η υλοποίηση των δύο πρώτων διδακτικών ωρών έδειξε ότι οι μαθητές εξηγούσαν τι κάνουν οι αλγόριθμοι στην πρώτη διδακτική ώρα και τα προγράμματα στη δεύτερη διδακτική ώρα με παρόμοιο τρόπο. Όταν οι μαθητές είχαν τη δυνατότητα να εκτελέσουν το πρόγραμμα, τότε έδιναν πιο συνοπτική και ουσιαστική περιγραφή του τι κάνει. Για παράδειγμα στο 4ο πρόγραμμα στη δεύτερη διδακτική ώρα ένα ζευγάρι έδωσε την περιγραφή «Το `s` είναι ο αθροιστής. Αρχικά `s=0`. Για 6 αριθμούς εκτελείται επανάληψη, όπου διαβάξει `x` και εκτελεί την πράξη `s=s+x`. Τέλος, εμφανίζει το `s`». Το ίδιο ζευγάρι για το ίδιο πρόγραμμα στην τρίτη διδακτική ώρα αναφέρει: «Έχει έναν αθροιστή `s`. Διαβάζει έξι αριθμούς και υπολογίζει και εμφανίζει το άθροισμά τους.»

Η συμμετοχή των μαθητών κατά την όλη διάρκεια των τριών διδακτικών ωρών έδειξε ότι η διδακτική παρέμβαση ικανοποίησε την περιέργειά τους για το πώς είναι οι επαγγελματικές γλώσσες προγραμματισμού και κίνησε το ενδιαφέρον τους. Η παρατήρηση αυτή επιβεβαιώθηκε και από τη συζήτηση ανατροφοδότησης που ακολούθησε μετά την παρέμβαση.

## Συμπεράσματα

Η γλώσσα προγραμματισμού Python είναι ευανάγνωστη και διαθέτει απλό και εύκολο συντακτικό. Στο πλαίσιο της διδακτικής παρέμβασης που παρουσιάστηκε, επιχειρήθηκε η αξιοποίηση των παραπάνω χαρακτηριστικών της Python. Συγκεκριμένα, ζητήθηκε από τους μαθητές να μελετήσουν προγράμματα γραμμένα σε Python και να εξηγήσουν τι κάνουν. Τα προγράμματα χρησιμοποιούσαν τις δομές επανάληψης «`while`» και «`for`». Οι μαθητές δεν εισήχθησαν προηγούμενα στη γλώσσα Python, αλλά διδάχτηκαν στην ψευδογλώσσα τις δομές επανάληψης «Όσο» και «Για». Οι δυσκολίες που παρατηρήθηκαν στη χρήση της εντολής `range` επιβεβαιώνουν το σημείο προβληματισμού για τον τρόπο σύνταξης της `for...range` που αναφέρθηκε σε προηγούμενη έρευνα (Georgatos, 2002). Οι δυσκολίες αυτές ήταν αναμενόμενες, δεδομένου ότι προηγούμενα δεν δόθηκε κάποια επεξήγηση για τη σύνταξη και τη λειτουργία της συνάρτησης `range`. Είναι αξιοσημείωτο ότι παρότι υπήρξαν δυσκολίες κατά τη μελέτη του πηγαίου κώδικα, όταν οι μαθητές είχαν την ευκαιρία να εκτελέσουν το πρόγραμμα, κατάφεραν να υπερβούν τις δυσκολίες αυτές. Αυτό δείχνει πως

πρόκειται για δυσκολίες που οι μαθητές μπορούν εύκολα να υπερβούν και οι δραστηριότητες εκτέλεσης προγραμμάτων στον υπολογιστή μπορούν να συμβάλλουν καθοριστικά στην κατανόηση των μαθητών.

Γενικά οι δυσκολίες που συνάντησαν οι μαθητές στη μετάβαση από την ψευδογλώσσα στην Python ήταν περιορισμένες και αντιμετωπίστηκαν όταν τους δόθηκε η δυνατότητα να εκτελέσουν τα συγκεκριμένα προγράμματα. Το περιβάλλον του codeskulptor αποδείχτηκε ιδιαίτερα διευκολυντικό για τη γρήγορη διαμοίραση των προγραμμάτων και τη δυνατότητα εκτέλεσής τους από τους μαθητές.

Λόγω του χαμηλού βαθμού δυσκολίας του συντακτικού της Python που επιβεβαιώθηκε κατά την υλοποίηση της διδακτικής μας παρέμβασης μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι η μετάβαση από την ψευδογλώσσα στην Python (όσον αφορά τις δομές επανάληψης) γίνεται χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα. Οι περιορισμένες δυσκολίες που διαπιστώθηκαν καθώς και το ενδιαφέρον των μαθητών για μια επαγγελματική γλώσσα προγραμματισμού είναι ενθαρρυντικές για την εισαγωγή της Python στο Γενικό Λύκειο. Θεωρούμε σημαντικό να δοθεί έμφαση στην καλλιέργεια της υπολογιστικής σκέψης και να δοθεί ο απαραίτητος διδακτικός χρόνος, έτσι ώστε να υπάρξει η δυνατότητα εμβάθυνσης. Οι περιορισμοί που θέτει το μονόωρο μάθημα της Β΄ τάξης του Γενικού Λυκείου θεωρούνται πολύ στενοί. Η γλώσσα Python κρίνεται κατάλληλη για να αξιοποιηθεί και στη Γ΄ τάξη του Γενικού Λυκείου. Επίσης προτείνουμε το μάθημα να υλοποιείται στο εργαστήριο Πληροφορικής.

## Αναφορές

- Αράπογλου, Α. (2016). Η έννοια της μεταβλητής στο προγραμματισμό. Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της έννοιας στη γλώσσα προγραμματισμού Python και διαφοροποιήσεις ως προς τη διδακτική προσέγγιση της. Στο: Μικρόπουλος, Α, Τσιάρα, Α. & Χαλκή, Π. (επιμ.), *Πρακτικά 8ου Συνεδρίου Διδακτικής της Πληροφορικής*, σελ, 115 - 122.
- Δημητριάδης, Σ. (2016). Η Python και η «τέχνη του υπολογίζεин»: πρόταση για ένα λεξικό μοντέλων διδασκαλίας της γλώσσας. Στο: Μικρόπουλος, Α, Τσιάρα, Α. & Χαλκή, Π. (επιμ.), *Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής της Πληροφορικής*, σελ, 107-114.
- Δουκάκης, Σ., Δουλιγέρης, Χ., Καρβουνίδης, Θ., Κοιλίας, Χ. & Πέρδος, Α. (2014). *Εισαγωγή στις Αρχές της Επιστήμης των Η/Υ*, Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος».
- Κονταξή, Ι. & Γεωργαντοπούλου, Μ. (2016), Εισαγωγή στην Python με τη χρήση LAMS, Στο Δ. Κολοκοτρώνης, Δ. Λιόβας, Β. Στεφανίδης, κ.α. (επιμ.), *Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου για την Προώθηση της Εκπαιδευτικής Καινοτομίας με Διεθνή Συμμετοχή*, Τόμος Γ΄, Λάρισα, 14-27.
- Παπαδοπούλου, Ε. & Τσιτούρας, Ν. (2016), Εξοικείωση με τα δομικά στοιχεία της γλώσσας Python μέσα από παράδειγμα. Η περίπτωση του παιχνιδιού με τη χρήση του PyGame. Στο Δ. Κολοκοτρώνης, Δ. Λιόβας, Β. Στεφανίδης, κ.α. (επιμ.), *Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου για την Προώθηση της Εκπαιδευτικής Καινοτομίας με Διεθνή Συμμετοχή*, Τόμος Γ΄, Λάρισα, 423-436.
- Τερζίδου, Θ. (2016). "Python from Scratch". Μετάβαση από το Scratch στην Python και τον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό αξιοποιώντας το παιχνίδι Code Combat. Στο: Μικρόπουλος, Α, Τσιάρα, Α. & Χαλκή, Π. (επιμ.), *Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής της Πληροφορικής*, σελ, 107-114.
- ΥΠΠΒΜΘ (2011). *Πρόγραμμα Σπουδών για τον Πληροφορικό Γραμματισμό στο Γυμνάσιο (4η έκδοση)*.
- ΥΠΠΕΘ (2016). *Οδηγίες για τη διδασκαλία του μαθήματος Εισαγωγή στις Αρχές της Επιστήμης των Η/Υ στη Β΄ τάξη Ημερήσιου και Εσπερινού ΓΕΛ για το σχολ. έτος 2016 - 2017*.
- ΥΠΠΕΘ (2016). *Οδηγίες για τη διδασκαλία της Πληροφορικής στο Γυμνάσιο για το σχολ. έτος 2016 - 2017*.
- ΦΕΚ Β΄ 2010/16-9-2015. Απόφαση Αριθμ. Φ2/141426/Δ4: 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.Λ. και των μαθημάτων ειδικότητων του Τομέα Πληροφορικής της Ομάδας Προσανατολισμού Τεχνολογικών Εφαρμογών των τάξεων Β΄ και Γ΄ Ημερήσιων και Β΄, Γ΄ και Δ΄ Εσπερινών ΕΠΑ.Λ., *Εθνικό Τυπογραφείο*, 2015.

- Downey, A. B., Elkner, J., Meyers, C., 2008, How to Think Like a Computer Scientist. Learning with Python, Green Tea Press
- Kapanowski, 2014. *Python for Education: Permutations. The Python Papers*, 9:3. Ανακτήθηκε Δεκέμβριος 2017 από <http://ojs.pythonpapers.org/index.php/tpp/article/view/258>
- Georgatos, F. (2002). How applicable is Python as first computer language for teaching programming in a pre-university educational environment, from a teacher's point of view? *Master Thesis*, AMSTEL Institute, Faculty of Science, Universiteit of Amsterdam.
- EdPy programming language. Retrieved March, 2018, from <https://meetedison.com/robot-programming-software/edpy/>
- Fraanje, R. Koroneef, T., Le Mair, A., and de Jong, S. (2016). Python in Robotics and Mechatronics Education, *MECATRONICS - REM 2016*, (pp. 14-19).
- Kapanowski, 2014. Python for Education: Permutations. *The Python Papers*, 9:3. Ανακτήθηκε Δεκέμβριος 2017 από <http://ojs.pythonpapers.org/index.php/tpp/article/view/258>
- Lutz, M., 2007, *Learning Python*, Third Edition, O'Reilly Media.
- Oladipo, F. O. and Ibrahim, M.A. (2018). The CodeEazee Tool Support for Computational Thinking in Python. *EJERS, European Journal of Engineering Research and Science*, 3(3), 12-20.
- Radenski, A. (2006). "Python First": A Lab-Based Digital Introduction to Computer Science. In *Proceedings of the 11th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education (ITICSE '06)*, (pp. 197-201).
- TIOBE index (n.d.) TIOBE programming community index. Retrieved from <http://www.tiobe.com/tpci.htm>
- Zelle, J. M., 2004, *Python Programming: An Introduction to Computer Science*, Franklin, Beedle & Associates.

# Διδασκαλία Βασικών Εννοιών Πολύπλοκων Δυναμικών Συστημάτων σε Μαθητές Γυμνασίου με τη NetLogo

Σαββιδάκη Αρχοντία<sup>1</sup>, Φεσάκης Γεώργιος<sup>2</sup>  
asavidaki@gmail.com, gfesakis@rhodes.aegean.gr

<sup>1</sup> Β΄ Τοσίτσειο-Αρσάκειο Γυμνάσιο Εκάλης,

<sup>2</sup> Αναπληρωτής Καθηγητής Τ.Ε.Π.Α.Ε.Σ. - Πανεπιστήμιο Αιγαίου

## Περίληψη

Στην εργασία, διερευνάται η επίδραση ειδικά σχεδιασμένης Διδακτικής Παρέμβασης σε συνδυασμό με το προγραμματιστικό περιβάλλον NetLogo σε μαθητές Γυμνασίου (ηλικίας 14-15) όσον αφορά στην κατανόηση των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων των Πολύπλοκων Δυναμικών Συστημάτων. Η Διδακτική Παρέμβαση και το συνοδευτικό εκπαιδευτικό υλικό, σχεδιάστηκε με κεντρικό θέμα τη διερεύνηση ενός έτοιμου μοντέλου για τη μελέτη της κυκλοφοριακής συμφόρησης. Η παρέμβαση αξιοποιεί την ομαδοσυνεργατική προσέγγιση και εντάσσεται στο πλαίσιο του κοινωνικού εποικοδομητισμού σε συνδυασμό με τη διερευνητική μάθηση, όπου αξιοποιούνται οι εμπειρικο-βιωματικές γνώσεις των μαθητών και προωθείται η συνεργασία είτε μεταξύ των μαθητών, είτε μεταξύ μαθητών-δασκάλου. Οι μαθητές πριν και μετά την παρέμβαση απάντησαν ένα ερωτηματολόγιο διερεύνησης αντιλήψεων, στάσεων, απόψεων και γνώσεων. Από τα ερευνητικά ευρήματα ενισχύεται η άποψη για θετική επίδραση της παρέμβασης και του περιβάλλοντος NetLogo στους μαθητές του δείγματος σε σχέση με την κατανόηση των χαρακτηριστικών των πολύπλοκων δυναμικών συστημάτων και την ανάπτυξη Συστημικής και Υπολογιστικής σκέψης γενικότερα.

**Λέξεις κλειδιά:** Πολύπλοκα Δυναμικά Συστήματα, NetLogo, Γυμνάσιο, Υπολογιστική Σκέψη, Διδακτική Παρέμβαση

## Εισαγωγή

Τα Πολύπλοκα Δυναμικά Συστήματα (ΠΔΣ-Complex Dynamic Systems) χαρακτηρίζονται από δυσκολία στην πρόβλεψη της συμπεριφοράς τους από τον ανθρώπινο νου, η οποία έχει ως αποτέλεσμα να προκαλούνται δυσκολίες στην κατανόησή τους. Ως ΠΔΣ θεωρούμε, άτυπα, *κάθε σύστημα που αποτελείται από ένα σύμπλεγμα οντοτήτων/αντικειμένων/δομικών στοιχείων, που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους ή/και με το περιβάλλον του συστήματος, επηρεάζοντας την εξέλιξή τους και την εξέλιξη όλου του συστήματος κατά την πάροδο του χρόνου με μη αναλυτικά προβλέψιμο τρόπο.*

Σύμφωνα με τον Sterman (2001) (στο Φεσάκης & Λαζακίδου, 2017) η πολυπλοκότητα των συστημάτων πηγάζει από μια σειρά χαρακτηριστικών τους, τα οποία δεν είναι απαραίτητο να εμφανίζονται όλα στο ίδιο πολύπλοκο σύστημα. Τα χαρακτηριστικά αυτά περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων μεγάλο αριθμό αλληλεπιδρώντων στοιχείων, ισχυρή διασύνδεση, ανατροφοδότηση, μη γραμμικότητα, αντι-διαισθητική συμπεριφορά, ευαισθησία στις αρχικές συνθήκες και έλλειψη κεντρικού ελέγχου. Τις τελευταίες δεκαετίες, για την αντιμετώπιση των δυσκολιών στη μελέτη των ΠΔΣ, έχουν αναπτυχθεί υπολογιστικά περιβάλλοντα μοντελοποίησης, τα οποία χρησιμοποιούνται βασικά ως επιστημολογικά εργαλεία. Παράλληλα, πιο πρόσφατα, εμφανίστηκαν εκπαιδευτικά περιβάλλοντα μοντελοποίησης ΠΔΣ, όπως το STELLA, η StarLogo (Klopfer et al, 1994 & Colella et al, 2001 στο Κυροδήμου, Φεσάκης & Φλογαίτη 2015), και η NetLogo (Wilensky, 1997; 1999), με τα οποία οι μαθητές μπορούν να διερευνήσουν ΠΔΣ. Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας το περιβάλλον NetLogo



επιλέχθηκε για να αξιοποιηθεί ως κατάλληλο για τη διδασκαλία πολύπλοκων, φυσικών ή κατασκευασμένων από άνθρωπο συστημάτων.

Στο επίπεδο της σύγχρονης Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, βάσει των επίσημων αναλυτικών προγραμμάτων, λίγα διδάσκονται για τα ΠΔΣ και τη συστημική προσέγγιση. Το πρόβλημα επιτείνεται επειδή στη δομή των αναλυτικών προγραμμάτων επικρατεί σε μεγάλο ποσοστό η αυστηρή οριοθέτηση των κλάδων και σπανίζει η διεπιστημονική προσέγγιση προβλημάτων. Έτσι οι μαθητές αποκτούν, στην καλύτερη περίπτωση, ένα οριοθετημένο σώμα ασύνδετης γνώσης.

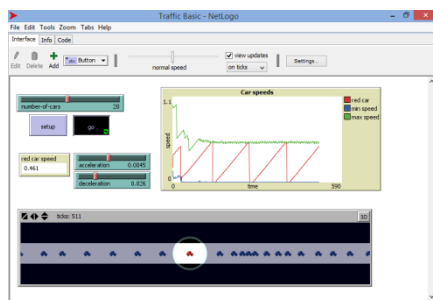
Ο Jay Forrester (1992) έχει προτείνει τη δυναμική συστημάτων (system dynamics) σε συνδυασμό με τη μαθητοκεντρική προσέγγιση (learner centered learning) ως πλαίσιο για επίτευξη συνοχής, νοήματος και κινήτρων στη σύγχρονη εκπαίδευση όλων των βαθμίδων (Forrester, 1992 στο Φεσάκης & Λαζακίδου, 2017). Η σημασία της ανάπτυξης της Συστημικής Σκέψης μέσα από την υπολογιστική μοντελοποίηση γίνεται περισσότερο φανερή αν λάβει κανείς υπόψη ότι η Συστημική Σκέψη (ΣΣ) και η μελέτη των ΠΣΔ θεωρούνται βασικές διαστάσεις της Υπολογιστικής Σκέψης (Fesakis, Komis, Mavroudi & Prantsoudi, 2018).

Οι σχετικές προσπάθειες είναι διεθνώς σχετικά λίγες και στην Ελλάδα ακόμα σε αρχικό στάδιο (Χαλκίδης, Γκιόλμας, Στούμπα, Κονταξή, & Σκορδούλης, 2016). Προς την κατεύθυνση της διερεύνησης της δυνατότητας διεπιστημονικής προσέγγισης της ΣΣ από μαθητές Γυμνασίου εκπονήθηκε μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία (Σαββιδάκη, 2016) της πρώτης συγγραφέως με την επίβλεψη του δεύτερου στο πλαίσιο της οποίας, σχεδιάστηκε και δοκιμάστηκε πειραματικά Διδακτική Παρέμβαση (ΔΠ) που αξιοποιεί την NetLogo. Σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας ήταν μέσω της ΔΠ να γίνει διερεύνηση της επίδρασης του περιβάλλοντος της NetLogo σε μαθητές της Γυμνασίου, όσον αφορά α) στην κατανόηση της έννοιας «Πολύπλοκο Δυναμικό Σύστημα» και χαρακτηριστικών ιδιοτήτων των ΠΔΣ (Serman, 2001), β) στην ανάπτυξη δεξιοτήτων ΣΣ (Assaraf & Orion, 2005) και γ) στην εξέλιξη της ιδέας του κεντρικού ελέγχου (centralized mindset), που ακολουθεί συνήθως η σκέψη τους, όταν προσπαθούν να ερμηνεύσουν ΠΔΣ (Resnick, 1994). Τα θετικά αποτελέσματα για τα σχετικά με την κατανόηση της έννοιας ΠΔΣ, την ανάπτυξη της ΣΣ και την παρανόηση του κεντρικού ελέγχου αναλύονται στο Σαββιδάκη & Φεσάκης (2017). Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η διερεύνηση της επίδρασης της ΔΠ σε συνδυασμό με τη NetLogo στους μαθητές, όσον αφορά την κατανόηση χαρακτηριστικών ιδιοτήτων των ΠΔΣ.

## Η διδακτική παρέμβαση

Στη ΔΠ χρησιμοποιήθηκε το έτοιμο μοντέλο «Traffic Basic» (Wilensky, 1997) (σχήμα 1), που βρίσκεται στο φάκελο Social Science της βιβλιοθήκης της NetLogo (Έκδοση 5.3.1.), προκειμένου να διερευνηθεί το ΠΔΣ, που αφορά στην κυκλοφοριακή συμφόρηση. Το μοντέλο αναπαριστά την κυκλοφορία των αυτοκινήτων σε μια εθνική οδό, τα οποία κινούνται όλα προς μια κατεύθυνση. Κάθε αυτοκίνητο ακολουθεί ένα απλό σύνολο κανόνων: α) *επιβραδύνει (φρενάρει) εάν «βλέπει» ένα αυτοκίνητο κοντά και μπροστά από αυτό και β) τρέχει γρηγορότερα (επιταχύνει), εάν δεν «δει» ένα αυτοκίνητο μπροστά του. Η μελέτη του μοντέλου δείχνει ότι η κυκλοφοριακή συμφόρηση μπορεί να προκληθεί ακόμα και χωρίς ατυχήματα, γκρεμισμένες γέφυρες, ή φορτηγά που έχουν ανατραπεί, χωρίς να είναι απαραίτητο να υπάρχει μια «κεντρική αιτία». Στο πλαίσιο της ΔΠ οι μαθητές με τη βοήθεια ενός Φύλλου Εργασίας με τίτλο «Φύλλο Εργασίας: Traffic Basic» (διαθέσιμο στη δ/ση <https://goo.gl/rretvB>) καθοδηγούνται από την εξοικείωση με το μοντέλο και τις παραμέτρους του στη συστηματική διερεύνηση της συμπεριφοράς του υπό διάφορες συνθήκες ώστε να ανακαλύψουν τα αναδυόμενα μοτίβα της συμπεριφοράς του και τελικά να διατυπώσουν τις απόψεις τους για το πως δημιουργείται η κυκλοφοριακή συμφόρηση στο σύστημα. Για τη σχεδίασή του Φύλλου*

Εργασίας χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο 5E (Ενεργοποίηση/ Engagement, Διερεύνηση-Εξερεύνηση/Exploration, Ερμηνεία-Εξήγηση/Explanation, Επεξεργασία - Εφαρμογή/Elaboration και Αξιολόγηση/Evaluation) (Bybee et. Al., 2006). Το Διδακτικό αυτό Μοντέλο υποστηρίζει τη μάθηση που βασίζεται στην διερεύνηση (Inquiry-Based Learning) σύμφωνα με το οποίο οι μαθητές μαθαίνουν μέσα και γύρω από την επιστημονική έρευνα και όχι από την παρουσίαση της επιστημονικής γνώσης από τους εκπαιδευτικούς (IBSE, 2011). Λειπομέρειες για τα βήματα της ΔΠ και το εκπαιδευτικό υλικό στο (Σαββιδάκη, 2016).



Σχήμα 3. Στιγμιότυπο από την διεπαφή χρήστη του μοντέλου «Traffic Basic» στη NetLogo

### Οι μαθησιακοί στόχοι της Διδακτικής Παρέμβασης

Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή η ΔΠ είχε μια σειρά μαθησιακών και ερευνητικών στόχων η αναλυτική παρουσίαση των οποίων δεν είναι εφικτή στον περιορισμένο χώρο της παρούσας εργασίας. Στον πίνακα 1 καταγράφονται οι Μαθησιακοί Στόχοι (ΜΣ) της ΔΠ που σχετίζονται με βασικά χαρακτηριστικά των ΠΔΣ. Η επίδραση της ΔΠ στην κατανόηση των στόχων του πίνακα 1 από τους μαθητές είναι το ζήτημα που αναλύεται στην εργασία.

Πίνακας 1. Μαθησιακοί στόχοι της Διδακτικής Παρέμβασης

| A/A | Περιγραφή   | Κεντρική Έννοια                                   |
|-----|---|---|
| ΜΣ1 | Να συμπεραίνουν ότι τα πολύπλοκα συστήματα παρακολουθούν τις εξόδους τους, οι οποίες μεταβάλλουν την κατάσταση τους και επηρεάζουν τη μελλοντική τους συμπεριφορά.  | Ανατροφοδότηση                                    |
| ΜΣ2 | Να συμπεραίνουν ότι τα αποτελέσματα είναι συχνά δυσανάλογα με τα αίτια. Ότι συμβαίνει τοπικά σε κάποια περιοχή του συστήματος δεν προδικάζει τι θα συμβεί σε απομακρυσμένες περιοχές ή άλλες περιστάσεις.   | Μη γραμμικότητα                                   |
| ΜΣ3 | Να παρατηρούν ότι η δυναμική των συστημάτων αναδύεται ακούσια από την εσωτερική τους δομή.  | Αυτό-οργάνωση                                     |
| ΜΣ4 | Να παρατηρούν ότι οι ικανότητες και οι κανόνες λειτουργίας των στοιχείων των πολύπλοκων συστημάτων μεταβάλλονται με το χρόνο καθώς εξελίσσονται και προσαρμόζονται ανάλογα με την αλληλεπίδραση του συστήματος με το περιβάλλον του και την αντιμετώπιση προβλημάτων. | Προσαρμοστικότητα                                 |
| ΜΣ5 | Να συμπεραίνουν ότι πολλές φορές τα πολύπλοκα συστήματα εμφανίζουν συμπεριφορά αντίθετη από αυτή, που θα προέβλεπε κανείς με την κοινή λογική ως αντίδραση σε κάποια μεταβολή.  | Αντι-διαισθητική συμπεριφορά & γνωστική σύγκρουση |

### Ερευνητική μεθοδολογία και ερευνητικές συνθήκες

Η έρευνα αποτελεί μεθοδολογικά μια έρευνα με σχεδιασμό με βασικό παραδοτέο την προτεινόμενη ΔΠ για την αξιολόγηση της οποίας εφαρμόστηκε μελέτη περίπτωσης. Η εκπαιδευτικός-ερευνητρια συμμετείχε ενεργά στην υλοποίηση της παρέμβασης και ανέλαβε

τον ρόλο του ενεργού παρατηρητή. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Πληροφορικής του Ιδιωτικού Σχολείου-Β' Αρσακείου-Τοισιτσείου Γυμνασίου Εκάλης, στο Νομό Αττικής. Το δείγμα που έλαβε μέρος στην έρευνα ήταν 47 μαθήτριες/τές (διαφόρων επιδόσεων) των τμημάτων Β1' (26) και Γ2' (21) του Γυμνασίου (ηλικίας 14-15 ετών), το σχολικό έτος 2016-2017. Οι μαθητές σχεδόν σε όλη τη διάρκεια της ΔΠ, εργάστηκαν ομαδοσυνεργατικά, σε ομάδες που δημιούργησαν οι ίδιοι. Κάθε ομάδα χρησιμοποιούσε κάθε φορά τον ίδιο από τους 14 υπολογιστές του εργαστηρίου και εργαζόταν με βάση το Φύλλο Εργασίας το οποίο αποτέλεσε τον πυρήνα της ΔΠ. Ατομικά συμπλήρωσαν ένα *Ερωτηματολόγιο διερεύνησης αντιλήψεων, στάσεων, απόψεων και γνώσεων*, (διαθέσιμο στη δ/ση <https://goo.gl/yb5Wu1>) πριν και μετά από τη ΔΠ. Η ΔΠ υλοποιήθηκε, στο πλαίσιο του μαθήματος της Πληροφορικής, τις 3 τελευταίες εβδομάδες του Νοεμβρίου του 2016 και για την ολοκλήρωσή της χρειάστηκαν 11 διδακτικές ώρες, ξεχωριστά για κάθε τμήμα. Η ΔΠ εντάχθηκε στο υπάρχον αναλυτικό πρόγραμμα, στην ενότητα *Διερευνώ, ανακαλύπτω και λύνω προβλήματα* για τη Β' Τάξη και *Διερευνώ, σχεδιάζω και λύνω προβλήματα* για τη Γ' Τάξη (ΠΣΓ, 2011). Δεν υπήρχαν προ-απαιτούμενες γνώσεις.

Οι μαθητές διερεύνησαν το μοντέλο «Traffic Basic» προκειμένου να αναγνωρίσουν μοτίβα στη συμπεριφορά του και να διατυπώσουν πως αυτά σχετίζονται με τις ρυθμίσεις των μεταβλητών, **ΑΡΙΘΜΟΣ των αυτοκινήτων**, **ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ** και **ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗ**, που είναι οι βασικές παράμετροι του μοντέλου. Παράλληλα προσπάθησαν να δώσουν απάντηση στο πρόβλημα, που τέθηκε στο Φύλλο Εργασίας: *Ποια είναι η αιτία που προκαλεί κυκλοφοριακή συμφόρηση-κατάρρευση;*. Προκειμένου να απαντήσουν, καθοδηγήθηκαν να διερευνήσουν πέντε διαφορετικές περιπτώσεις τιμών των παραμέτρων, καταγράφοντας σε κάθε μια από αυτές τον ελάχιστο και τον μέγιστο αριθμό αυτοκινήτων που μπορούν να κινούνται σε αυτό το δρόμο χωρίς να δημιουργείται κυκλοφοριακή συμφόρηση. Κατά την διαδικασία αυτή οι μαθητές εξοικειώνονται με την συμπεριφορά του συγκεκριμένου ΠΣΔ και αρχίζουν να παρατηρούν τις ιδιότητες του, που διαφέρουν από τα συνήθη αναλυτικά αιτιοκρατικά συστήματα που μελετούν συνήθως. Η έκθεση αυτή των μαθητών στην συμπεριφορά των ΠΔΣ αναμένεται να βοηθήσει στην ανάπτυξη της κατανόησης των βασικών ιδιοτήτων των ΠΔΣ που έχουν ενταχθεί στους Μαθησιακούς Στόχους της Δ/κης Παρέμβασης (πίνακας 1).

## Ερευνητικά Ερωτήματα

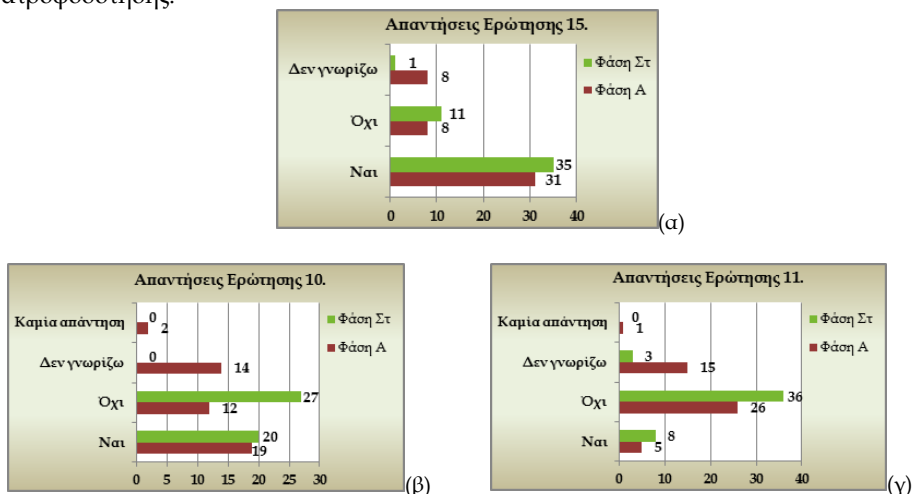
Το ερευνητικό ερώτημα, στην παρούσα εργασία, είναι κατά πόσο η προτεινόμενη Διδακτική Παρέμβαση σε συνδυασμό με το περιβάλλον NetLogo μπορεί να επιδράσει στην ανάπτυξη της κατανόησης των βασικών χαρακτηριστικών ιδιοτήτων των Πολύπλοκων Δυναμικών Συστημάτων που εμφανίζονται στον πίνακα 1 από μαθητές Γυμνασίου.

## Ανάλυση ερευνητικών δεδομένων

Στην ενότητα αυτή αναλύονται τα ευρήματα της έρευνας που προέκυψαν από τις απαντήσεις των μαθητών στο *Ερωτηματολόγιο διερεύνησης αντιλήψεων, στάσεων, απόψεων και γνώσεων*.

Παρατηρώντας το σχήμα 2α), που αφορά στις απαντήσεις της Ερώτησης 15 «*Η εμπλοκή των οδηγών σε μια κυκλοφοριακή συμφόρηση επηρεάζει τη μελλοντική συμπεριφορά τους;*», διαπιστώνουμε ότι, η πλειονότητα των μαθητών και πριν (31/47), αλλά και μετά τη ΔΠ (35/47), αντιλαμβάνεται, ότι η εμπλοκή των οδηγών σε μια κυκλοφοριακή συμφόρηση επηρεάζει τη μελλοντική τους συμπεριφορά. Επομένως οι μαθητές αναγνωρίζουν την **Ανατροφοδότηση** ως χαρακτηριστικό του ΠΔΣ της κυκλοφοριακής συμφόρησης (**στόχος ΜΣ1**). Ταυτόχρονα ένας σημαντικός αριθμός μαθητών εξακολουθεί, μετά την Παρέμβαση, να

απαντά Όχι (11/47) αντιμετωπίζοντας δυσκολίες να αντιληφθεί τη σημασία της ανατροφοδότησης.



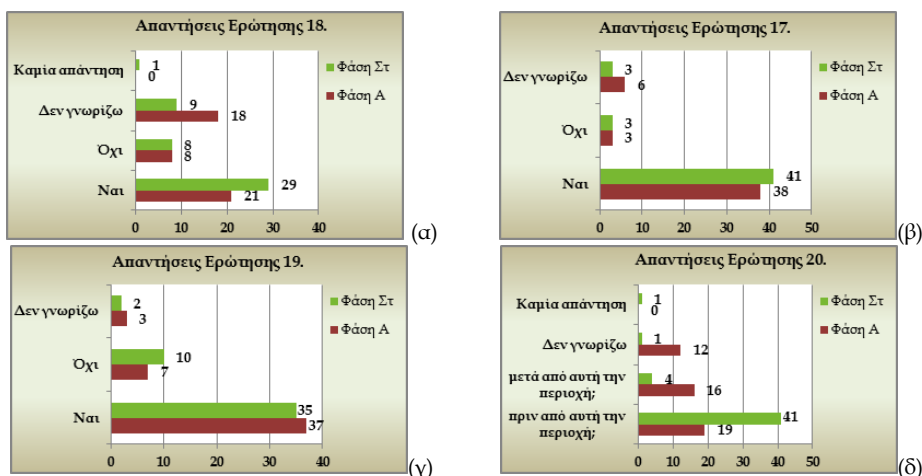
Σχήμα 4α, 2β, 2γ. Απαντήσεις Ερωτήσεων 15, 10 και 11

Στα σχήματα 2β) και 2γ) συνοψίζονται οι απαντήσεις των Ερωτήσεων 10 και 11 αντίστοιχα, που αφορούν στην αντίληψη της στοχαστικότητας των ΠΣΔ. Στο σχήμα 2β), στην Ερώτηση 10: «*Αν εκτελέσουμε δυο φορές το ίδιο μοντέλο στον υπολογιστή, αν οι αρχικές συνθήκες είναι ίδιες, θα έχουμε τα ίδια αποτελέσματα;*» ένας σημαντικός αριθμός μαθητών απαντά *Ναι* ή *Δεν γνωρίζω*, τόσο πριν (Φάση Α') όσο και μετά (Φάση Στ') τη ΔΠ, ενώ παρατηρείται σημαντική αύξηση των μαθητών που απάντησαν *Όχι* μετά τη ΔΠ (πριν 12/47-μετά 27/47). Παρόμοια είναι η κατάσταση στο σχήμα 2γ) όπου παρατηρούμε, ότι στην Ερώτηση 11: «*Αν σε κάποια στιγμή όλες οι αρχικές συνθήκες που αφορούν ένα φαινόμενο που αφορά σε σύστημα που έχει δημιουργήσει ο άνθρωπος (π.χ. κυκλοφοριακή συμφόρηση) είναι ίδιες, το ίδιο φαινόμενο θα έχει την ίδια ακριβώς εξέλιξη;*», αυξάνεται ο αριθμός των μαθητών που απάντησαν *Όχι* μετά την ΔΠ (πριν 26/47-μετά 36/47), αλλά ένα σημαντικό ποσοστό απαντά *Ναι* (πριν 5/47-μετά 8/47). Οι μαθητές λοιπόν, σε μεγάλο ποσοστό με τη βοήθεια της ΔΠ αντιλαμβάνονται τα χαρακτηριστικά της **Μη γραμμικότητας (στόχος ΜΣ2)** των ΠΔΣ, αν και ένα ποσοστό πιστεύει ότι με ίδιες αρχικές συνθήκες τόσο το μοντέλο όσο και τα πραγματικά συστήματα πρέπει να εμφανίζουν ίδια εξέλιξη στη συμπεριφορά. Οι μαθητές αυτοί είναι πιθανό να αντιμετωπίζουν μια γνωστική δυσκολία σχετικά με τα ΠΔΣ επειδή εκτελώντας το μοντέλο «*Traffic Basic*» επανειλημμένες φορές με ίδιες αρχικές συνθήκες παρατήρησαν ότι, η εξέλιξη της κίνησης των αυτοκινήτων ήταν κάθε φορά διαφορετική, τα μοτίβα της οποίας, μάλιστα, είχαν κληθεί κάποιες φορές να τα σχεδιάσουν, αλλά παρόλα αυτά απάντησαν *Ναι*.

Στο σχήμα 3α) συνοψίζονται οι απαντήσεις της Ερώτησης 18 «*Τα μοτίβα που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια μιας κυκλοφοριακής συμφόρησης οφείλονται στην αυτό-οργάνωση των εμπλεκόμενων αυτοκινήτων;*». Παρατηρούμε ότι το ποσοστό των μαθητών που απάντησε *Ναι* τόσο πριν (21/47), όσο και μετά τη ΔΠ (29/47) είναι υψηλό, με μια μικρή αύξηση μετά τη ΔΠ, που υιοθετεί την άποψη αυτή. Επίσης, παρατηρούμε ότι ένας σημαντικός αριθμός μαθητών απαντά *Όχι* (8/47) ή *Δεν Γνωρίζω* (9/47) ακόμα και μετά τη ΔΠ. Οι συγκεκριμένοι μαθητές είναι πιθανόν να μην έχουν εμπειρία οδήγησης για να απαντήσουν, ή/και να μην κατανοούν την έννοια της *Αυτό-οργάνωσης* σύμφωνα με την οποία η δυναμική των συστημάτων αναδύεται ακούσια από την εσωτερική τους δομή και συχνά μικρές τυχαίες διαταραχές

ενισχύονται και διαμορφώνονται από την ανατροφοδότηση, δημιουργώντας μοναδικά μοτίβα στο χώρο και στο χρόνο (**Αυτό-οργάνωση**), όπως τα μοτίβα, που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια μιας κυκλοφοριακής συμφόρησης, τα οποία οφείλονται στην αυτό-οργάνωση των εμπλεκόμενων αυτοκινήτων (**στόχος ΜΣ3**).

Το σχήμα 3β) αφορά στις απαντήσεις της Ερώτησης 17 «*Κατά τη γνώμη σου κατά την εξέλιξη της κίνησης των αυτοκινήτων στους δρόμους οι οδηγοί προσαρμόζονται στις καταστάσεις που δημιουργούνται;*». Παρατηρούμε ότι οι συντριπτική πλειονότητα των μαθητών απαντούν *Ναι* και πριν και μετά την ΔΠ (πριν 38/47-μετά 41/47). Οι μαθητές αν και σε επίπεδο μοντέλου δυσκολεύτηκαν περισσότερο να κατανοήσουν την έννοια της ανατροφοδότησης (όπως δείχνουν στις απαντήσεις τους στην Ερώτηση 15) σε επίπεδο ανθρώπινης συμπεριφοράς φαίνεται να κατανοούν περισσότερο ότι οι ικανότητες και οι κανόνες λειτουργίας των στοιχείων των πολύπλοκων συστημάτων μεταβάλλονται με το χρόνο καθώς **εξελισσονται** και **προσαρμόζονται** ανάλογα με την αλληλεπίδραση του συστήματος με το περιβάλλον του και την αντιμετώπιση προβλημάτων (**στόχος ΜΣ4**).



Σχήμα 5α, 3β, 3γ, 3δ. Απαντήσεις Ερωτήσεων 18, 17, 19 και 20

Αντιφατικά είναι τα συμπεράσματα που αφορούν στο χαρακτηριστικό των ΠΔΣ, που σχετίζεται με την *Αντί-διαισθητική συμπεριφορά* (**στόχος ΣΜ5**). Από τις απαντήσεις της Ερώτησης 19: «*Υπάρχει περίπτωση ενώ όλοι οι οδηγοί προσπαθούν να οδηγούν σωστά τα αυτοκίνητα, να δημιουργηθούν καταστάσεις σταμάτα-ξεκίνα χωρίς να υπάρχει προφανής λόγος, όπως π.χ. ένα ατύχημα;*», φαίνεται ότι, η ΔΠ δεν βοήθησε όλους τους μαθητές να κατανοήσουν ότι, ενδέχεται να προκύψουν καταστάσεις «σταμάτα-ξεκίνα», παρά τις προσπάθειες των οδηγών να κινούνται μπροστά και ομαλά και κατά συνέπεια να συμπεράνουν ότι πολλές φορές τα πολύπλοκα συστήματα εμφανίζουν συμπεριφορά αντίθετη από αυτή που θα προέβλεπε κανείς με την κοινή λογική (σχήμα 3γ). Αντίθετα από τις απαντήσεις της Ερώτησης 20: «*Όταν κάποια στιγμή δημιουργηθεί σε μια περιοχή κυκλοφοριακή συμφόρηση, η συμφόρηση αυτή συμβαίνει;*», φαίνεται ότι, η όλη διαδικασία βοήθησε τους μαθητές τους να συμπεράνουν ότι η κυκλοφοριακή συμφόρηση δεν συμβαίνει στην περιοχή της συμφόρησης αλλά πριν από αυτή (σχήμα 3δ).

## Αποτελέσματα-Συζήτηση

Συνοψίζοντας διαπιστώνουμε ότι, αρκετά χρόνια αφότου ο Forrester (1992) πρότεινε τη ΣΣ ως έναν τρόπο εξέλιξης της προσέγγισης των επιστημών στην γενική εκπαίδευση με την αξιοποίηση της ολιστικής διεπιστημονικής προσέγγισης και της υπολογιστικής μοντελοποίησης, διαμορφώνονται οι συνθήκες για την πρακτική της έρευνα και εφαρμογή σε ευρεία κλίμακα. Βασικός λόγος της ωρίμανσης αυτής είναι η εξάπλωση των Η/Υ στην εκπαίδευση και η ανάπτυξη εκπαιδευτικών υπολογιστικών περιβαλλόντων μοντελοποίησης κατάλληλων για μαθητές. Όπως είναι επόμενο, οι σχετικές έρευνες αρχίζουν να πληθαίνουν όπως π.χ. η έρευνα για την έννοια της «κρίσιμης συμπεριφοράς» ή «κρίσιμης κατάστασης» (Scheffer, 2009, στο Χαλκίδης κ.ά., 2016) που τόσο στην απλή της μορφή, όσο και στην αυτο-οργανούμενη μορφή της (Self Organised Criticality), απασχολεί τη βιβλιογραφία (Bak, Chen, & Tang, 1990; Bak, 2008, στο Χαλκίδης κ.ά., 2016). Στην κατεύθυνση αυτή σχεδιάστηκε και η παρούσα έρευνα με σκοπό να διερευνήσει κατά πόσο οι μαθητές με ειδικά σχεδιασμένη ΔΠ και το περιβάλλον NetLogo μπορούν να κατανοήσουν βασικές ιδιότητες των ΠΔΣ. Από τα ερευνητικά ευρήματα φαίνεται ότι η ΔΠ και το περιβάλλον NetLogo συνέβαλαν στο να διαμορφώσει η πλειονότητα των μαθητών βελτιωμένες απόψεις για βασικά χαρακτηριστικά των ΠΔΣ. Επομένως οι ΔΠ αυτού του τύπου μπορούν να συμβάλουν στην ανάπτυξη της ΣΣ για την κατανόηση της πολυπλοκότητας, των κυκλικών σχέσεων αιτίας-αποτελέσματος και των αλληλεξαρτήσεων των γεγονότων, που συμβαίνουν γύρω μας και να κατανοούν καλύτερα πώς λειτουργεί ο «κόσμος». Σημαντική είναι επίσης η διαπίστωση ότι, είναι εφικτή η αξιοποίηση των λογισμικών περιβαλλόντων μοντελοποίησης ΠΔΣ από τους μαθητές ως επιστημολογικών εργαλείων και η χρήση τους για επίλυση προβλημάτων εφαρμόζοντας Υπολογιστική Σκέψη (Fessakis et al., 2018). Παρόλο που το δείγμα, που έλαβε μέρος στην έρευνα αυτή, είναι ευκαιριακό και περιορισμένο, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι είναι ενδεικτικό του τι μπορεί να πετύχει η συγκεκριμένη ΔΠ σε σχέση με τον σκοπό της.

## Συμπεράσματα-Μελλοντικά σχέδια

Τα αποτελέσματα της έρευνας συμφωνούν με άλλες παρόμοιες (Χαλκίδης κ.ά., 2016) ότι δηλαδή, μαθητές Γυμνασίου φαίνεται να μπορούν να εμπλακούν με επιτυχία σε διερευνήσεις ΠΔΣ με το περιβάλλον NetLogo. Αξιοποιώντας το καινοτόμο περιβάλλον της NetLogo και αναπτύσσοντας κατάλληλο εκπαιδευτικό υλικό φαίνεται ότι δίνουμε στους μαθητές τη δυνατότητα να διερευνήσουν πολύπλοκα φαινόμενα και προβλήματα, που τους αφορούν και τους ενδιαφέρουν, εμπλεκόμενοι ενεργά στη διαδικασία της μάθησης, συνεργαζόμενοι με τους συμμαθητές τους, κάνοντας υποθέσεις, προβλέψεις, πειραματισμούς και ελέγχους και τους βοηθάνε να τα προσεγγίσουν με ένα διαφορετικούς τρόπους σκέψης, όπως η ΣΣ και η ΥΣ. Με τον τρόπο αυτό οικοδομούν γνώσεις, καλλιεργώντας μια σειρά από δεξιότητες και αξιοποιώντας παράλληλα τον προγραμματισμό Η/Υ ως επιστημολογικό εργαλείο για επίλυση διεπιστημονικών προβλημάτων. Η ΔΠ θα μπορούσε να επανασχεδιαστεί βελτιωμένη βάσει της εμπειρίας της πρώτης εφαρμογής της, να λυθούν ίσως προβλήματα, που παρουσιάστηκαν κατά την εφαρμογή της και να πραγματοποιηθεί σε μεγαλύτερο δείγμα με βελτιωμένη μεθοδολογία και παράλληλα σε άλλες έννοιες, που σχετίζονται με την πολυπλοκότητα και τη συστημική και Υπολογιστική Σκέψη.

## Αναφορές

Assaraf, O., & Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context of earthscience system education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 518–560.

- Bak, P., Chen, K., & Tang, C., (1990). A forest-fire model and some thoughts on turbulence. *Physics Letters, A*, 147, 297-300.
- Bak, P. (2008). Πώς λειτουργεί η Φύση: Η Επιστήμη της Αυτοοργανούμενης Κρισιμότητας. Κάτοπτρο. Αθήνα.
- Bybee et. al. (2006). The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness. Report for the Office of Science Education National Institutes of Health.
- Colella, V., Klopfer, E., & Resnick, M. (2001). *Adventures in Modeling: Exploring Complex, Dynamic Systems with StarLogo*. New York Teachers College Press.
- Fessakis, G., Komis, V., Mavroudi, E., Prantsoudi, S. (2018). Exploring the scope and the conceptualization of Computational Thinking at the K-12 classroom level curriculum, In M.S. Khine (Ed.) (2018). *Computational Thinking in the STEM Disciplines: Foundations and Research Highlights*. Switzerland: Springer
- Forrester, J. W. (1992). System dynamics and learner-centered-learning in kindergarten through 12th grade education. Text of remarks delivered December, 12, 1992.
- Inquiry Based Science Education (IBSE), (2011). The Pathway to Inquiry Based Science Teaching. PATHWAY/D2.1 The Features of Inquiry Learning: theory, research and practice <http://creations-project.eu/wp-content/uploads/2016/09/Download-3.pdf>
- Klopfer, E. (2003). Technologies to support the creation of complex systems models—using StarLogo software with students. *Biosystems*, 71(1-2), 111-122. Ανακτήθηκε 13 Δεκεμβρίου, 2015 από <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14568212>
- Resnick, M. (1994). *Turtles, Termites and Traffic Jams: Explorations in Massively Parallel Microworlds*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Scheffer, M. (2009). *Critical transitions in nature and society*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.
- Sterman, J. D. (2001). System dynamics modeling: Tools for learning in a complex world. *California Management Review*, 43(4), pp. 8-27.
- Wilensky, U. (1997). NetLogo Traffic Basic model. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.
- Wilensky, U. (1999). NetLogo. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University. Evanston, IL.
- Κυροδήμου, Ε., Φεσάκης, Γ., & Φλογαίτη, Ε. (2015). Η Συστημική Δυναμική στην Εκπαίδευση για το Περιβάλλον και την Αειφορία Μια διδακτική πρόταση. Παρουσιάστηκε στο 7ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΠΕΕΚΠΕ, Βόλος.
- ΠΣΓ, (2011). Πρόγραμμα Σπουδών για τον Πληροφορικό Γραμματισμό στο Γυμνάσιο. Ανακτήθηκε 30 Ιουλίου, 2016, από [http://digitalschool.minedu.gov.gr/info/newws/Νέο\\_Π.Σ.\\_Πληροφορικής](http://digitalschool.minedu.gov.gr/info/newws/Νέο_Π.Σ._Πληροφορικής)
- Σαββιδάκη, Α. (2016). Μοντελοποίηση πολύπλοκων δυναμικών συστημάτων με ΤΠΕ στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Διπλωματική Εργασία στο ΠΜΣ "Διδακτική Θετικών Επιστημών και Τ.Π.Ε. στην Εκπαίδευση: Διεπιστημονική προσέγγιση". Ρόδος.
- Σαββιδάκη, Α. & Φεσάκης, Γ. (2017). Αξιοποίηση του Πολυπρακτορικού Περιβάλλοντος της NetLogo στη Διδασκαλία Πολύπλοκων Δυναμικών Συστημάτων στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Παρουσιάστηκε στο 9ο Πανελλήνιο Συνέδριο των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ, Σύρος
- Φεσάκης, Γ., Λαζακίδου, Γ. (2017). *Τεχνολογίες Πληροφορίας & Επικοινωνίας (ΤΠΕ) και Διακυβέρνηση Εκπαιδευτικών Οργανισμών*, Εκδόσεις Διάδραση, ISBN:978-618-5059-65-1
- Χαλκίδης, Α., Γκιόλιας, Α., Στούμπα, Α., Κονταξή, Μ., & Σκορδούλης, Κ. (2016). Μπορούν οι μαθητές Γυμνασίου να προσεγγίσουν έννοιες πολυπλοκότητας εργαζόμενοι με τη βιβλιοθήκη μοντέλων της NetLogo; Ευρήματα από μια πρώτη διερεύνηση. Στο Τ. Α. Mikropoulos, et al. (eds.), *Proceedings of the 10th Pan-Hellenic and International Conference "ICT in Education"*, Ioannina: HAICTE. 23-25 September 2016.

# Οι μηχανές Goldberg στη διδακτική προσέγγιση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής: Απόψεις εκπαιδευτικών

Στάτη Φωτεινή<sup>1</sup>, Καλτέκης Γ.<sup>2</sup>, Φεσάκης Γ.<sup>3</sup>, Δημητρακοπούλου Αγγελική<sup>4</sup>

[psemdt15023, psemdt15010, gfesakis, adimitr]@aegean.gr

<sup>1,2</sup> Εκπαιδευτικός, ΜEd, Πανεπιστήμιο Αιγαίου/ΤΕΠΑΕΣ

<sup>3</sup> Αναπληρωτής Καθηγητής/Πανεπιστήμιο Αιγαίου/ΤΕΠΑΕΣ

<sup>4</sup> Καθηγήτρια/Πανεπιστήμιο Αιγαίου/ΤΕΠΑΕΣ

## Περίληψη

Η Εκπαιδευτική Ρομποτική αναπτύσσεται συνεχώς στην γενική εκπαίδευση διεθνώς, καθώς αναγνωρίζεται ευρύτερα η μαθησιακή της αξία και ο ρόλος της στην διεπιστημονική προσέγγιση της γνώσης στα πεδία STEAM. Τα θέματα όμως που χρησιμοποιούνται για τα έργα των μαθητών είναι κυρίως επιστημονικά και συχνά δεν εντάσσονται στη σφαίρα των ενδιαφερόντων των παιδιών ώστε να εμπλακούν νοητικά και συναισθηματικά ευρύτερες ομάδες. Στην παρούσα εργασία μελετάται διδακτική προσέγγιση, η οποία αξιοποιεί τις μηχανές Rube Goldberg ως κεντρική ιδέα για να προσδώσει αυθεντικό και ψυχαγωγικό χαρακτήρα στην Εκπαιδευτική Ρομποτική. Για τη διερεύνηση των απόψεων των εκπαιδευτικών για την προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση σχεδιάστηκε ταχύρρυθμο επιμορφωτικό πρόγραμμα και εφαρμόστηκε σε μεταπτυχιακούς φοιτητές διδακτικής των θετικών επιστημών. Το πρόγραμμα περιλαμβάνει σύντομη θεωρητική εισαγωγή στην διδακτική προσέγγιση και εφαρμογή δύο ενδεικτικών διδακτικών σεναρίων με αντίστοιχες μηχανές Rube Goldberg υλοποιημένες με τη συλλογή Εκπαιδευτικής Ρομποτικής LEGO-NXT. Στην εργασία παρουσιάζονται η διδακτική προσέγγιση, το επιμορφωτικό πρόγραμμα και τα αποτελέσματά του.

**Λέξεις κλειδιά:** Rube Goldberg Machines, Εκπαιδευτική Ρομποτική Διεπιστημονικότητα, STEAM

## Εισαγωγή

Η Εκπαιδευτική Ρομποτική (ΕΡ) αποτελεί σύγχρονο γνωστικό αντικείμενο και ταυτόχρονα, νοητικό εργαλείο συμβατό με αρχές του κοινωνικού κονστрукτιβισμού για αυθεντική, βιωματική, συνεργατική και παιγνιώδη προσέγγιση της γνώσης. Η ΕΡ παρουσιάζει αυξημένο ενδιαφέρον επειδή θεωρείται ότι εξυπηρετεί την προσέγγιση των πεδίων STEAM, διευκολύνοντας τη διεπιστημονική προσέγγιση στην εκπαίδευση. Διεθνώς, έχουν αναπτυχθεί Προγράμματα Σπουδών (ΠΣ) ΕΡ με ποικιλία μαθησιακών σεναρίων (Ιωάννου, 2016). Τα σενάρια ΕΡ στηρίζονται κυρίως στην μάθηση μέσω επίλυσης προβλήματος και περιλαμβάνουν από το πρόβλημα της εξόδου από λαβύρινθο μέχρι τη δημιουργία ρομποτικών «κατοικίδιων» που παίζουν επιτραπέζια παιχνίδια ή μουσικά όργανα. Στα περισσότερα σενάρια ΕΡ είναι έκδηλος ο διεπιστημονικός χαρακτήρας (π.χ. The Robotics Alliance Project της NASA) όμως τα θέματα στα ΠΣ είναι κυρίως επιστημονικά και σπανίζει ο ψυχαγωγικός χαρακτήρας που τα καθιστά ελκυστικότερα στα παιδιά, αλλά και κίνητρο να ασχοληθούν περισσότερο. Στην εργασία εξετάζουμε τον συνδυασμό ΕΡ με μηχανές Rube Goldberg (Kim & Park, 2012) για να δοθεί αυθεντική και ψυχαγωγική διάσταση στη θεματολογία των μαθησιακών σεναρίων ΕΡ. Ειδικότερα παρουσιάζεται ο σχεδιασμός πιλοτικών μαθησιακών σεναρίων που συνδυάζουν ΕΡ και μηχανές Goldberg και η υποδοχή τους από εκπαιδευτικούς μεταπτυχιακούς φοιτητές της διεπιστημονικής προσέγγισης.



## Η Εκπαιδευτική Ρομποτική

Η Ρομποτική αποτελεί διεπιστημονικό πεδίο που περιλαμβάνει κλάδους της μηχανικής (engineering), όπως η μηχανολογία και η ηλεκτρολογία/ηλεκτρονική και της επιστήμης όπως η Φυσική, τα Μαθηματικά η Πληροφορική, η Τεχνητή Νοημοσύνη κ.ά. Η Ρομποτική ασχολείται με τον σχεδιασμό, την κατασκευή και τη χρήση ρομπότ, δηλαδή ηλεκτρομηχανικών διατάξεων οι οποίες ελέγχονται από πληροφοριακά συστήματα για να υποκαθιστούν ή/και να μιμούνται τους ανθρώπους σε εργασίες που συνδυάζουν φυσικό έργο, κίνηση και λήψη αποφάσεων. Για να μπορεί ένα ρομπότ να μιμείται τον άνθρωπο διαθέτει, αισθητήρες (sensors), υπολογιστικό σύστημα και ενεργοποιητές (actuators), μηχανισμούς δηλαδή που υλοποιούν τις αποφάσεις του στο φυσικό περιβάλλον. Η έννοια του Ρομπότ αποτελεί ειδική περίπτωση του παλαιότερου όρου «Αυτόματο» (Rance, 2013).

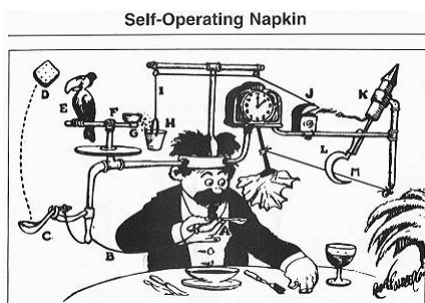
Ο όρος Εκπαιδευτική Ρομποτική περιγράφει τη διδασκαλία και τη μάθηση της Ρομποτικής ως γνωστικό αντικείμενο (εκπαίδευση για την Ρομποτική), περισσότερο όμως χρησιμοποιείται για τη χρήση της Ρομποτικής στη μάθηση άλλων γνωστικών αντικειμένων (εκπαίδευση μέσω της Ρομποτικής). Η ΕΡ αποτελεί βασικό μέσο διδασκαλίας και μάθησης στο πλαίσιο της σύγχρονης αντίληψης για την διεπιστημονική προσέγγιση της εκπαίδευσης. Στην παρούσα εργασία η ΕΡ εντάσσεται στην αξιοποίηση των ΤΠΕ και της Υπολογιστικής Σκέψης (Fessakis et al., 2018) ως γνωστικό εργαλείο σύμφωνα με τις αρχές του κοινωνικού κονστραξιονισμού (Papert, 1980; Stager, 2009). Άλλωστε η ΕΡ ξεκινά με την χελώνα του Papert το 1960 στο ΜΙΤ και παίρνει διαστάσεις από την συνεργασία του με την εταιρεία LEGO περίπου το 1985 για την παραγωγή εκπαιδευτικών συλλογών Ρομποτικής. Οι μαθησιακές προσεγγίσεις της ΕΡ (Φράγκου, 2009) που συνάδουν με την κονστραξιονιστική παιδαγωγική φιλοσοφία περιλαμβάνουν τη μάθηση μέσω κατασκευών (learning by making) (Anderson, 2013), τη μάθηση μέσω σχεδιασμού (learning by design), τη μάθηση με επινόηση (learning by invention) (Piaget, 1974) και τη δημιουργική μάθηση.

Η εκπαιδευτική έρευνα για την ΕΡ στη χώρα μας αφορά σε διάφορα ζητήματα. Υπάρχουν, μεταξύ άλλων, αρκετές διερευνητικές μελέτες περίπτωσης για την ενσωμάτωση της ΕΡ ως καινοτομίας στην προσχολική (π.χ. Φεσάκης & Τασούλα 2006), την πρωτοβάθμια (π.χ. Anagnostakis & Makrakis, 2010; Tsovolas & Komis 2010) και τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Fragou, et al, 2010) καθώς και εργασίες για την ανάπτυξη ΠΣ, επιμορφωτικού υλικού και προγραμμάτων ΕΡ για εκπαιδευτικούς (π.χ. Fesakis, Kladogenis & Markouzis, 2012; the TERECoP project Alimisis et al, 2010; Alimisis, 2009; Papanikolaou, et al, 2007).

Η εκπαιδευτική ρομποτική εισάγεται για πρώτη φορά στα επίσημα Ελληνικά ΠΣ Πληροφορικής το 2011 (Π.Σ. Πληροφορικής, 2011) με ενδεικτικές προτεινόμενες δραστηριότητες που στοχεύουν στην εξοικείωση των παιδιών με την τεχνολογία της Ρομποτικής και αφορούν σε βασικές γνώσεις και προβλήματα όπως η ακολουθία γραμμής (line following), επίλυση λαβύρινθου (maze solving), περισυλλογή αντικειμένων (object collector) κ.α. Περιλαμβάνονται επίσης διεπιστημονικές δραστηριότητες όπως η κατασκευή ρομπότ για τη μελέτη της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης και μέτρηση απόστασης με βάση την περίμετρο της ρόδας του ρομπότ στη Β΄ Γυμνασίου. Μια συστηματική ανάλυση ΠΣ για την εκπαιδευτική ρομποτική από διάφορες χώρες παρουσιάζεται στο Ιωάννου (2016). Γενικά, οι δραστηριότητες που προτείνονται στο πλαίσιο της ΕΡ παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία, είναι διεπιστημονικές και εντάσσουν τον προγραμματισμό στην προσέγγιση STEAM. Στα επίσημα ΠΣ τα θέματα της ΕΡ είναι κυρίως επιστημονικά και στερούνται ψυχαγωγικών χαρακτηριστικών που θα τα καθιστούσε ελκυστικότερα σε περισσότερα παιδιά. Για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα αυτό θα εξετάσουμε την δυνατότητα του συνδυασμού της ΕΡ με τις μηχανές Rube Goldberg (<https://www.rubegoldberg.com/>) για να δοθεί αυθεντική και ψυχαγωγική διάσταση στη θεματολογία των εργασιών.

## Μηχανές Goldberg

Με τον όρο Μηχανή Rube Goldberg (RGM) περιγράφεται μια διάταξη η οποία δημιουργεί μια εξαιρετικά περίπλοκη αλυσιδωτή αντίδραση γεγονότων για να φέρει εις πέρας μια πολύ απλή εργασία (Εικόνα 1). Οι RGM πήραν το όνομα του ανθρώπου που τις επινόησε για χιουμοριστικούς σκοπούς χωρίς να τις υλοποιεί. Η υπερβολική πολυπλοκότητα της διάταξης σε αντιδιαστολή με απλότητα της εργασίας που επιτελεί αποτελεί τη βάση της χιουμοριστικής άποψης των μηχανών. Η διαδικασία κατασκευής της απαιτεί εφαρμογή Μηχανικής, επιστημονικών αρχών, Μαθηματικών και δημιουργικότητας στον σχεδιασμό (Kim & Park, 2012b) (Εικόνα 2).



Εικόνα 1. Η διάσημη «Αυτόματη Χαρτοπετσέτα» του Rube Goldberg



Εικόνα 2. Υλοποίηση μηχανής Rube Goldberg

Οι RGM ενώ διαθέτουν έντονο ψυχαγωγικό χαρακτήρα, παράλληλα εμπεριέχουν κάποιες βασικές έννοιες, όπως η βαρύτητα, η δυναμική ενέργεια λόγω ύψους, η δυναμική ενέργεια λόγω συσπείρωσης, η αρχή διατήρησης της ορμής, η άνωση, ο ηλεκτρομαγνητισμός, οι μετατροπές ενέργειας αλλά και σχεδόν όλα τα υπόλοιπα είδη ενέργειας (φωτεινή, ηλεκτρική, χημική, θερμότητα). Όπως είναι φυσικό δεν άργησαν να κινηθούν το ενδιαφέρον της εκπαιδευτικής κοινότητας. Οι πρώτοι διαγωνισμοί με RGM έλαβαν χώρα τη δεκαετία του 1950, από το τμήμα μηχανικών στο πανεπιστήμιο Purdue στην Indiana των ΗΠΑ όπου διοργανώνονται μέχρι σήμερα. Οι συμμετέχοντες καλούνται να κατασκευάσουν μια μηχανή η οποία θα αποτελείται από τουλάχιστον 20 βήματα και θα επιτελεί μια απλή εργασία, όπως βίδωμα μιας λάμπας ή κόλληση ενός γραμματοσήμου σε έναν φάκελο. Παράλληλα, σε παγκόσμιο επίπεδο διάφορες ομάδες κατασκευάζουν RGM και διοργανώνονται εκθέσεις και διαγωνισμοί RGM. Ο σχεδιασμός μιας μηχανής Goldberg ενεργοποιεί τη φαντασία και τη δημιουργική σκέψη των μαθητών, ενώ καλλιεργείται η μεταξύ τους επικοινωνία και η ανάπτυξη κατασκευαστικών δεξιοτήτων (Kim & Park, 2012a). Παράλληλα, η παρέμβαση της O' Connor (2003) κατέδειξε ότι η κατασκευή των μηχανών συνάδει με τους στόχους των ΠΣ της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης ως προς τα Μαθηματικά, τη Φυσική και την Τεχνολογία, πεδία που αφορούν άμεσα την προσέγγιση STEM. Στην παρούσα εργασία εξερευνούμε την ιδέα του συνδυασμού των RGM με την ΕΡ για να αποκτήσει ψυχαγωγικά χαρακτηριστικά η δεύτερη.

## Μαθησιακά σενάρια με συνδυασμό RGM και Εκπαιδευτικής Ρομποτικής

Η βασική αρχή που αξιοποιήθηκε για τον συνδυασμό των RGM με την ΕΡ είναι η χρήση ρομποτικών διατάξεων ως τμήματα των μηχανών. Για παράδειγμα μια διάταξη θα μπορούσε να χειρίζεται μια περιστρεφόμενη γέφυρα για να περάσει μια μεταλλική σφαίρα ή θα μπορούσε να ανυψώνει τη σφαίρα ως ανελκυστήρας για να αποκτήσει πάλι δυναμική

ενέργεια κλπ. Με βάση το σκεπτικό αυτό, σχεδιάστηκαν δύο ενδεικτικά δοκιμαστικά μαθησιακά σενάρια τα οποία περιγράφονται στην παρούσα ενότητα. Τα δύο σχέδια διαφέρουν στο είδος της RGM και απευθύνονται σε διαφορετικές τάξεις. Η διδακτική προσέγγιση που χρησιμοποιήθηκε προβλέπει α) αρχικά βασική εξοικείωση με κάποιο σετ EP, β) στη συνέχεια εξοικείωση με σταδιακά πιο σύνθετες RGM με απλά υλικά και έτοιμα σχέδια, γ) κατόπιν γίνεται επίδειξη συνδυασμού RGM με EP αντικαθιστώντας κάποιο «δύσκολο» τμήμα της RGM με ρομποτική διάταξη και δ) τέλος οι μαθητές ενθαρρύνονται να υλοποιήσουν RGM δικής τους επινοήσης που να ενσωματώνουν και διατάξεις EP. Τα σενάρια που παρουσιάζονται εδώ ανήκουν στο γ' στάδιο της διδακτικής προσέγγισης. Οι μαθητές σε κάθε σενάριο κατασκευάζουν μια RGM αρχικά χωρίς ρομποτική διάταξη και στη συνέχεια τη βελτιώνουν αντικαθιστώντας ένα «προβληματικό», με όρους αξιόπιστης εκτέλεσης, τμήμα με ρομποτική διάταξη.

Σενάριο 1. Στην RGM 1 (εικόνα 3) αρχικά, ξετυλίγεται ένα πλαστικό μπαλάκι που είναι δεμένο με ένα σκοινί από έναν ξύλινο άξονα και συγκρούεται σε μια σειρά από ντόμινο. Στο τέλος της σειράς υπάρχει ένα μπαλάκι που πέφτει προς το πάτωμα και σπρώχνει ένα όρθιο βιβλίο. Το βιβλίο πέφτει πάνω στον διακόπτη ενός πολύμπριζου, με αποτέλεσμα να ανάβει ένας ανεμιστήρας. Στην εικόνα 4, η ρομποτική διάταξη αντικατέστησε το τμήμα με το μπαλάκι που πέφτει πάνω στο βιβλίο. Μέσω του θορύβου της ρίψης των ντόμινο, το ρομπότ ενεργοποιείται λόγω του ειδικού αισθητήρα που εντοπίζει τον ήχο και ρίχνει το βιβλίο.



Εικόνα 3. RGM 1 χωρίς ρομποτική διάταξη



Εικόνα 4. RGM1 με ρομποτική διάταξη



Εικόνα 5. RGM2 χωρίς ρομποτική διάταξη



Εικόνα 6. RGM2 με ρομποτική διάταξη

Σενάριο 2. Η RGM 2 (εικόνα 5) αποτελείται από μια επιφάνεια ξύλου με προσαρμοσμένες διαδρομές (μετροταινία, ρολό από χαρτί), στις οποίες κυλάνε μπίλιες, καταλήγοντας μέσω ενός πλαστικού μπουκαλιού στην άκρη μιας ξύλινης «τραμπάλας». Η τραμπάλα με τη σειρά της ανατρέπει ένα μπουκάλι με νερό, το οποίο πέφτοντας ποτίζει μια γλάστρα με λουλούδια. Στην εικόνα 6 το «προβληματικό» τμήμα της τραμπάλας αντικαταστάθηκε με μια ρομποτική διάταξη, η οποία ενεργοποιείται μέσω αφής και ανατρέπει το μπουκάλι.

Οι μαθητές σε κάθε σενάριο λαμβάνουν το σχέδιο της μηχανής και καλούνται να την κατασκευάσουν. Μετά την ολοκλήρωση της μηχανής, μέσα από συζήτηση με τους μαθητές εντοπίζονται τα σημεία στα οποία αντιμετωπίστηκε κάποια δυσκολία, οπότε χρησιμοποιείται ως έναυσμα η χρήση κάποιας ρομποτικής διάταξης ως «σωτήριο» εργαλείο που θα δώσει λύση στο πρόβλημα και θα αντικαταστήσει το τμήμα στο οποίο προέκυψε η δυσκολία. Τα σχέδια απευθύνονται στις τάξεις Ε' και ΣΤ' Δημοτικού και μπορούν να εφαρμοστούν στα πλαίσια της Ευέλικτης Ζώνης, με διάρκεια περίπου 6 διδακτικών ωρών.

### Έρευνα για την υποδοχή των σεναρίων από τους εκπαιδευτικούς

Με σκοπό την διερεύνηση των απόψεων των εκπαιδευτικών για τα μαθησιακά σενάρια που συνδυάζουν RGM και ΕΡ και την εκτίμηση της πιθανότητας αποδοχής τους υλοποιήθηκε διερευνητική μελέτη περίπτωσης (Yin, 1994, 2011). Συγκεκριμένα τα μαθησιακά σχέδια παρουσιάστηκαν σε 29 εκπαιδευτικούς, μεταπτυχιακούς/κες φοιτητές/τριες του Π.Μ.Σ «Διδακτική Θετικών Επιστημών και ΤΠΕ στην Εκπαίδευση: Διεπιστημονική Προσέγγιση» και καταγράφηκαν οι αντιδράσεις τους. Οι εκπαιδευτικοί επιλέχθηκαν από το συγκεκριμένο ΠΜΣ ώστε να είναι ενυποθητοποιημένοι όσον αφορά την διεπιστημονική προσέγγιση και το STEM. Η ερευνητική παρέμβαση διήρκεσε 2 ½ ώρες. Αρχικά πραγματοποιήθηκε σύντομη επιμόρφωσή των εκπαιδευτικών στις RGM και το σκεπτικό του συνδυασμού τους με την ΕΡ, και στη συνέχεια παρουσιάστηκαν τα μαθησιακά σχέδια. Οι εκπαιδευτικοί απάντησαν ένα διαγνωστικό ερωτηματολόγιο στην αρχή της παρέμβασης και ένα στο τέλος. Τα ερωτήματα που διερευνήθηκαν είναι αν γνώριζαν οι φοιτητές πριν την παρέμβασή μας τι είναι οι RGM, αν είναι σε θέση να επινοήσουν και να σχεδιάσουν μια δική τους μηχανή κι αν είναι σε θέση να προτείνουν απλές ή περίπλοκες τροποποιήσεις/επεκτάσεις σε υπάρχουσα μηχανή. Ενδιάμεσα συμπλήρωναν φύλλο εργασίας όπου μετά από την παρουσίαση κάθε σεναρίου πρότειναν απλές ή σύνθετες παρεμβολές ρομποτικής διάταξης στις RGM. Τέλος υπήρχαν ερωτήσεις για την αξιολόγηση της παρέμβασης που τους έγινε.

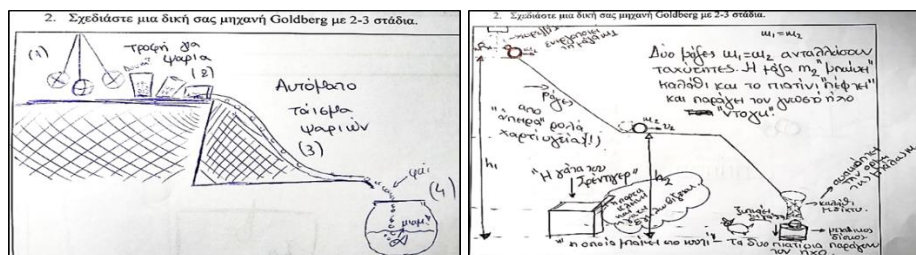
### Ανάλυση ερευνητικών δεδομένων

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τα φύλλα εργασίας. Παρά το γεγονός ότι κανένας από τους φοιτητές δεν γνώριζε για την ύπαρξη των RGM πριν την παρέμβαση, σύντομα ήταν σε θέση να σχεδιάσουν μια δική τους μηχανή, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Πλήθος σταδίων των RGM που σχεδιάστηκαν

| Σχεδιάστε μια δική σας μηχανή Goldberg με 2-3 στάδια | Συχνότητα | Ποσοστό %    |
|--|-----------|--------------|
| Κανένα σχέδιο  | 1         | 4            |
| Μηχανές 3-4 σταδίων                                  | 14        | 48           |
| Μηχανές 5-10 σταδίων                                 | 14        | 48           |
| <b>Σύνολο</b>  | <b>29</b> | <b>100.0</b> |

Δύο από τα σχέδια RGM που έφτιαξαν οι φοιτητές, φαίνονται στην Εικόνα 7. Είναι εμφανής η ενσωμάτωση διάφορων αρχών της Φυσικής, η υλοποίηση της περιττής περιπλοκότητας καθώς και η χιουμοριστική έκφραση που δόθηκε στα σχέδιά τους.



Εικόνα 7. Σχέδια RGM από φοιτητές

Μετά την παρουσίαση των οι δύο RGM στα πλαίσια των μαθησιακών σχεδίων ζητήθηκε από τους φοιτητές να προτείνουν τροποποιήσεις. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2, προτάθηκαν εξίσου απλές αλλά και σύνθετες τροποποιήσεις.

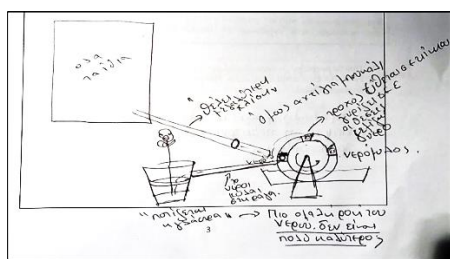
Πίνακας 2. Πλήθος προτεινόμενων τροποποιήσεων των μηχανών

| Προτείνετε τροποποιήσεις, επεκτάσεις ή αλλαγές για τις μηχανές 1 και 2 | Μηχανή 1  |              | Μηχανή 2  |              |
|--|-----------|--------------|-----------|--------------|
|  | Συχνότητα | Ποσοστό %    | Συχνότητα | Ποσοστό %    |
| Καμία αλλαγή   | 5         | 17           | 3         | 10           |
| Απλές αλλαγές (ως 2 βήματα)  | 14        | 48           | 14        | 48           |
| Σύνθετες αλλαγές (>2 βήματα)   | 10        | 35           | 12        | 42           |
| <b>Σύνολο</b>  | <b>29</b> | <b>100.0</b> | <b>29</b> | <b>100.0</b> |

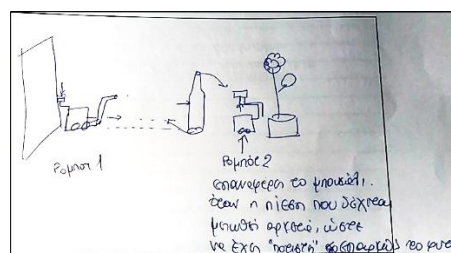
Όλοι σχεδόν οι φοιτητές πέτυχαν να ενσωματώσουν ρομποτικές διατάξεις σε ήδη υπάρχουσες μηχανές, μάλιστα κάποιου πρότειναν ιδιαίτερα σύνθετες παρεμβολές, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3 και στις Εικόνες 8 και 9.

Πίνακας 3. Είδος προτεινόμενων παρεμβολών ρομπότ στις μηχανές

| Προτείνετε παρεμβολή αυτόματων μηχανισμών για τις μηχανές 1 και 2 | Μηχανή 1  |              | Μηχανή 2  |              |
|---|-----------|--------------|-----------|--------------|
|   | Συχνότητα | Ποσοστό %    | Συχνότητα | Ποσοστό %    |
| Πουθενά   | 2         | 7            | 1         | 4            |
| Απλές παρεμβολές  | 24        | 83           | 23        | 79           |
| Σύνθετες παρεμβολές   | 3         | 10           | 5         | 17           |
| <b>Σύνολο</b>   | <b>29</b> | <b>100.0</b> | <b>29</b> | <b>100.0</b> |



Εικόνα 8. Παράδειγμα σύνθετης μετατροπής για την RGM2 από φοιτητές



Εικόνα 9. Παράδειγμα παρεμβολής ρομπότ για την RGM2 από φοιτητές

Οι φοιτητές έμειναν γενικά ικανοποιημένοι από την παρουσίαση και η πλειοψηφία τους δήλωσε ότι δεν θα έκανε καμία αλλαγή. Στη συζήτηση που πραγματοποιήθηκε οι φοιτητές εξέφρασαν τον ενθουσιασμό τους για την ιδέα του συνδυασμού RGM και ΕΡ όμως δεν έλλειψαν και οι προβληματισμοί και οι επιφυλάξεις για διάφορα πρακτικά ζητήματα. Για

παράδειγμα η προμήθεια και η διαχείριση των υλικών, τα θέματα της ασφάλειας των υλικών, η διδακτική διαχείριση των σεναρίων σε πολυπληθείς τάξεις και η μαθησιακή αποτελεσματικότητα φάνηκαν να προβληματίζουν τους εκπαιδευτικούς. Για κάθε προβληματισμό όμως υπήρχαν προτάσεις από τους ίδιους και τελικά η προσέγγιση θεωρείται πρακτικά εφαρμόσιμη σε αρκετές περιπτώσεις με την κατάλληλη υποδομή και προετοιμασία.

### Σύνοψη - προτάσεις

Η ΕΡ αποτελεί βασικό μαθησιακό μέσο για την διεπιστημονική προσέγγιση των πεδίων STEAM και την Υπολογιστική Σκέψη. Με την εισαγωγή ψυχαγωγικού χαρακτήρα στα μαθησιακά σενάρια της ΕΡ είναι δυνατό να γίνει αυθεντικότερη και ελκυστικότερη για περισσότερα παιδιά. Οι RGM έχουν αξιοποιηθεί στην εκπαίδευση των μηχανικών με περισσότερο ελκυστικό τρόπο, λόγω της χιουμοριστικής φύσης τους. Ο συνδυασμός της ΕΡ και των RGM θα μπορούσε να εξυπηρετήσει τον σκοπό της απόδοσης ψυχαγωγικού χαρακτήρα στα μαθησιακά σενάρια της ΕΡ στα τρέχοντα ΠΣ. Η ικανότητα των RGM να ενσωματώνουν, μέσω ενός κατάλληλα διαμορφωμένου διδακτικού σεναρίου, προβλήματα που προσεγγίζονται διεπιστημονικά, τις καθιστά ως ένα χρήσιμο εργαλείο διεπιστημονικής προσέγγισης της μάθησης. Επιπλέον, βασικό πλεονεκτήματα των RGM είναι πως παρέχουν στον εκπαιδευτικό την ευελιξία να επιλέξει τις έννοιες που θα ενσωματώσει και θα «διδάξει», αφού δεν υπάρχουν περιορισμοί στο μέγεθος, τον αριθμό βημάτων ή τις λειτουργίες της μηχανής.

Όσον αφορά την στάση των φοιτητών-εκπαιδευτικών, υποδέχτηκαν θετικά την πρόταση εισαγωγής των RGM σε διδακτικά σενάρια ρομποτικής. Εκδηλώθηκε ενθουσιασμός κι ενδιαφέρον καθ' όλη τη διάρκεια της παρουσίασης με ενεργή συμμετοχή και διατυπώθηκε πλήθος διδακτικών προτάσεων καθώς και μεταβολών/προσθηκών στις μηχανές. Με την ολοκλήρωση της παρουσίασης οι φοιτητές εξέφρασαν μεγάλη προθυμία να εφαρμόσουν στην εκπαιδευτική τους πράξη τις μεθόδους και τις δραστηριότητες με τις οποίες ήρθαν σε επαφή, καθώς η συγκεκριμένη θεματική τους έδωσε κίνητρο να μεταβάλουν τον τρόπο διδασκαλίας τους και να ενσωματώσουν τη διεπιστημονική προσέγγιση σε αυτόν. Συμπερασματικά, οι μηχανές Goldberg είναι σε θέση να προσδώσουν έναν αυθεντικό κι ολιστικό χαρακτήρα στα διδακτικά σενάρια Εκπαιδευτικής Ρομποτικής. Για να εφαρμοστεί ευρύτερα η προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση, προτείνεται να δημιουργηθεί μια διαδίκτυακή κοινότητα πρακτικής εκπαιδευτικών η οποία θα ανταλλάσσει ιδέες και υλικό σχετικά με την ΕΡ σε συνδυασμό με τις RGM. Η κοινότητα αυτή μπορεί επίσης να πραγματοποιεί επιμορφωτικά εργαστήρια και συναντήσεις παρουσιάσεων ή διαγωνισμών. Επιπλέον, είναι απαραίτητη η πειραματική εφαρμογή της διδακτικής προσέγγισης και περισσότερων μαθησιακών σχεδίων σε μαθητές ώστε να διερευνηθούν οι επιπτώσεις της, τόσο μαθησιακά όσο και συναισθηματικά.

### Αναφορές

- Alimisis, D. (2009). Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods. School of Pedagogical and Technological Education, Athens
- Alimisis, D., Arlegui, J., Fava N., Frangou, S., Ionita, S., Menegatti, E., Monfalcon, S., Moro, M., Papanikolaou, K., & Pina, A. (2010). Introducing robotics to teachers and schools: experiences from the TERECOP project. Proceedings for Constructionism 2010, Paris, France.
- Anagnostakis, S., & Makrakis, V. (2010). The educational robotics as a development module for getting familiar with ICT and for awareness of environmental protection: An action study to elementary greek students. In proceedings of the 7th Conference of HAICTE (pp 127-136). Korinthos, Greece.
- Anderson, C. (2013, May 2). "20 Years of Wired: Maker Movement". *Wired magazine*.

- Fessakis, G., Kladogenis, D., Markouzis, D., (2012). Training mixed groups of teachers and students in educational robotics using the studio pedagogical model, In C., Kynigos, J., Clayson, & N., Yiannoutsou (eds.), Proceedings of CONSTRUCTIONISM 2012, Conference, August 21-25, Athens, Greece. pp.: 260-269, Available online at <http://constructionism2012.etl.ppp.uoa.gr/?pid=31>
- Fessakis, G., Komis, V., Mavroudi, E., Prantsoudi, S. (2018). Exploring the scope and the conceptualization of Computational Thinking at the K-12 classroom level curriculum, In M.S. Khine (Ed.)(2018). *Computational Thinking in the STEM Disciplines: Foundations and Research Highlights*. Switzerland: Springer
- Fragou, S., Grigoriadou, M., Papanikolaou K., (2010), Designing educational robotics activities activities for secondary school students. In proceedings of the 5th Hellenic Conference of ICT in Education (pp ). Athens, Greece: National and Kapodistrian University of Athens(in Greek)
- Kim, Y., & Park, N. (2012a). Elementary Education of Creativity Improvement Using Rube Goldberg's Invention. In Information Technology Convergence, Secure and Trust Computing, and Data Management (pp. 257-263). Springer, Dordrecht.
- Kim, Y., & Park, N. (2012b). The effect of STEAM education on elementary school student's creativity improvement. In Computer applications for security, control and system engineering (pp. 115-121). Springer, Berlin, Heidelberg.
- O'Connor, D. (2003)., Application sharing in K-12 education: Teaching and learning with Rube Goldberg. *TechTrends*, 47(5), 6-13.
- Papanikolaou, K., Frangou, S., & Alimisis, D. (2007). Developing a framework for the design and implementation of *activities* with programmed robotic devices: The TERECoP Project. In Proceedings of the 4th National Conference of ICT in Education (pp. 604-612). Syros, Greece
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*, N.Y.: Basic Books
- Piaget, J. (1974). *To understand is to invent*. N.Y.: Basic Books.
- Rance, P. (2013). 'Philo of Byzantium' in R.S. BAGNALL et al. (edd.), *The Encyclopedia of Ancient History* (Chichester/Malden, MA, 2013) 5266-8
- Stager, G. (2009). A constructionist approach to robotics. In 9th IFIP World Conference on Computers in Education, Bento Gonçalves, Brazil.
- Tsovolas, S., & Komis, V. (2010). Robotic construction of elementary students: An analysis based on Activity Theory. In proceedings of the 5th Hellenic Conference of ICT in Education (pp ). Athens, Greece: National and Kapodistrian University of Athens (in Greek)
- Yin, R. K. (1994). *Case study techniques: Design and methods*, (2nd ed.). Newbury Park, CA: Sage.
- Yin, R. K. (2011). *Applications of Case Study Research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Ιωάννου, Β. (2016). Διεπιστημονικότητα και Προγράμματα Σπουδών Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, Διπλωματική Εργασία στο ΠΜΣ Διδακτική των Θετικών Επιστημών και ΤΠΕ στην Εκπαίδευση: Διεπιστημονική Εκπαίδευση, Πανεπιστήμιο Αιγαίου/ΤΕΠΑΕΣ
- Στάτη, Φ. & Καλτέκης, Γ. (2018). Διεπιστημονικές Διδακτικές Προσεγγίσεις της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και STEM, Διπλωματική Εργασία στο ΠΜΣ Διδακτική των Θετικών Επιστημών και ΤΠΕ στην Εκπαίδευση: Διεπιστημονική Εκπαίδευση, Πανεπιστήμιο Αιγαίου/ΤΕΠΑΕΣ
- Φεσάκης Γ., Τασούλα Ε., (2006). Σχεδιασμός χειριζόμενης μέσω ΗΥ εκπαιδευτικής ρομποτικής διάταξης για την οικοδόμηση μαθηματικών εννοιών και ανάπτυξη δεξιοτήτων αντίληψης χώρου από νήπια, Περιοδικό «Αστρολάβος» της ΕΜΕ, τεύχος 6, Ιούλιος-Δεκέμβριος 2006, σελ.: 33-54
- Φράγκου, Σ., (2009). Εκπαιδευτική ρομποτική: παιδαγωγικό πλαίσιο και μεθοδολογία ανάπτυξης διαθεματικών συνθετικών εργασιών. Στο: Γρηγοριάδου, Μ., Γουλή, Ε., Γόγουλου, Α. (Επιμ.): Διδακτικές Προσεγγίσεις και Εργαλεία για τη διδασκαλία της Πληροφορικής, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα.
- Rube Goldberg official site, <https://www.rubegoldberg.com/>, τελευταία πρόσβαση 28/02/2018.
- Πρόγραμμα Σπουδών Πληροφορικής (2011). Υ.Π.Δ.Β.Μ.Θ/ Υπουργική Απόφαση/ ΑΠ:113719/Γ1/03-10-2011, ΦΕΚ Β' 2323/2011, Έγκριση Προγραμμάτων Σπουδών, <http://ebooks.edu.gr/new/ps.php>.



# Γνωστικός Τύπος και Διδακτική της Πληροφορικής

Τορτούρη Κατερίνα, Αγγελή Χαρούλα

ktorto01@ucy.ac.cy, cangeli@ucy.ac.cy

Πανεπιστήμιο Κύπρου

## Περίληψη

Το μάθημα της Πληροφορικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση διδάσκεται κυρίως με δασκαλοκεντρικό τρόπο όπου η έμφαση βρίσκεται στη μεταφορά γνώσης αγνοώντας ατομικές διαφορές που σχετίζονται με το πώς μαθητές διαφορετικού γνωστικού τύπου επεξεργάζονται την πληροφορία. Η παρούσα εισήγηση αποσκοπεί στο να καλύψει το κενό αυτό στην βιβλιογραφία και εξετάζει την επίδραση του γνωστικού τύπου στις μαθησιακές επιδόσεις μαθητών 13 και 14 ετών στο μάθημα της δομής διακλάδωσης. Συγκεκριμένα, η έρευνα διερευνά κατά πόσο υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις μαθητών με γνωστικό τύπο εξαρτημένο του πεδίου και μαθητών με γνωστικό τύπο μη εξαρτημένο του πεδίου όταν αυτοί μαθαίνουν με δύο διαφορετικές μεθόδους διδασκαλίας για τη δομή διακλάδωσης και κατά πόσο η σειρά με την οποία μαθαίνουν με τις δύο μεθόδους επηρεάζει κατά διαφορετικό τρόπο τις μαθησιακές τους επιδόσεις λαμβάνοντας υπόψη τον γνωστικό τους τύπο. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η μάθηση της δομής διακλάδωσης πρώτα με λεκτική περιγραφή και μετά με λογικά διαγράμματα βοηθά στη βελτίωση της επίδοσης των μαθητών με γνωστικό τύπο εξαρτημένο του πεδίου.

**Λέξεις κλειδιά:** γνωστικός τύπος, δομή διακλάδωσης, Πληροφορική

## Εισαγωγή

Ένα σύγχρονο εκπαιδευτικό σύστημα εμπλέκει ενεργά τους μαθητές του στη μαθησιακή διαδικασία μέσα από διδακτικές μεθόδους που ενσωματώνουν τις Νέες Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) (Wecker, Kohnle, & Fischer, 2007). Οι ΤΠΕ στο εκπαιδευτικό σύστημα χρησιμοποιούνται ως εργαλείο διδασκαλίας και μάθησης στα διάφορα γνωστικά αντικείμενα. Τα τελευταία χρόνια γίνεται μια συστηματική προσπάθεια να ενσωματωθούν οι ΤΠΕ και στο μάθημα της Πληροφορικής με σκοπό να γίνει το μάθημα πιο μαθητοκεντρικό (Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού Κύπρου, 2006). Ένας σημαντικός παράγοντας, ο οποίος επηρεάζει την κατανόηση του περιεχομένου από την πλευρά του μαθητή, όταν διδάσκεται με τη χρήση οποιουδήποτε τεχνολογικού εργαλείου, είναι οι ατομικές γνωστικές διαφορές, και συγκεκριμένα, το γνωστικό τύπος του κάθε μαθητή (Burnett, 2010). Σύμφωνα με τους Witkin, Moore, Goodenough και Cox (1977), οι μαθητές με γνωστικό τύπο εξαρτημένο του πεδίου (ΓΤΕΠ) και γνωστικό τύπο ανεξάρτητο του πεδίου (ΓΤΑΠ) διαφοροποιούνται ως προς την ικανότητά τους να λαμβάνουν, να οργανώνουν και να επεξεργάζονται πληροφορίες από το περιβάλλον. Συγκεκριμένα, οι μαθητές με ΓΤΕΠ επεξεργάζονται τις πληροφορίες που λαμβάνουν με ένα τρόπο γενικό χωρίς να αναλύουν επιμέρους στοιχεία τους. Επίσης έχουν υψηλότερες μαθησιακές επιδόσεις όταν μαθαίνουν μέσα από δομημένα περιβάλλοντα διδασκαλίας (Witkin et al., 1977). Αντίθετα, οι μαθητές με ΓΤΑΠ χαρακτηρίζονται από μια αναλυτική διάθεση προσέγγισης ενός πολύπλοκου θέματος και με ικανότητες να διακρίνουν επιμέρους στοιχεία του.

Σύμφωνα με έρευνες, τα γνωστικά στυλ μπορούν να μεταβληθούν ως αποτέλεσμα μιας παρέμβασης, όπως, επίσης, και εξαιτίας της κοινωνικοποίησης των ανθρώπων (Zhang 2013). Καθώς τα ερευνητικά πορίσματα είναι ελλιπή, εξακολουθεί να υπάρχει ασάφεια, και οι εκπαιδευτικοί είναι πολύ πιθανό να διστάζουν να αξιοποιήσουν την έννοια του γνωστικού στυλ στις τάξεις τους. Αν όμως τα στυλ είναι ευέλικτα, τουλάχιστον μέχρι κάποια



συγκεκριμένη ηλικία, τότε είναι απαραίτητες οι συνεχείς προσπάθειες για την ανάπτυξη γνωστικών χαρακτηριστικών που σχετίζονται με γνωστικά στυλ όπως ο ΓΤΑΠ (Angeli κ. ά., 2014).

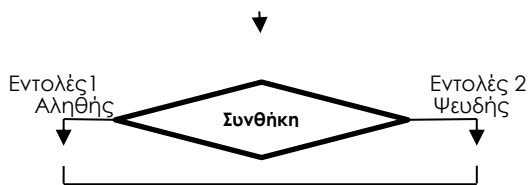
Το σημαντικό όμως για τη διδασκαλία είναι ότι, όπως δείχνουν οι έρευνες των Angeli και Valanides (2004, 2013), Angeli, Valanides και Kirschner (2009) και των Angeli, Valanides, Polemitou και Fraggoulidou (2014), ο γνωστικός τύπος των μαθητών επηρεάζει την αποτελεσματικότητα μεθόδων διδασκαλίας και σε τελική ανάλυση τις μαθησιακές τους επιδόσεις. Για το μάθημα της Πληροφορικής δεν υπάρχουν αυτή την στιγμή έρευνες που να μελετούν την επίδραση του ΓΤΕΠ/ΓΤΑΠ στις μαθησιακές επιδόσεις των μαθητών. Είναι σημαντικό όμως να μελετηθεί το θέμα αυτό διότι η διδασκαλία της Πληροφορικής και πιο συγκεκριμένα η διδασκαλία για τη δομή διακλάδωσης περιλαμβάνει τη χρήση αναπαραστάσεων λεκτικών και οπτικών (π.χ., λογικά διαγράμματα) που σύμφωνα με προηγούμενες έρευνες οι μέθοδοι αυτές δεν είχαν ωφέλημα μαθησιακά αποτελέσματα για όλους τους μαθητές (Κόμης, 1998). Αναντίλεκτα, ερευνητικά δεδομένα που αναδεικνύουν την αποτελεσματικότητα των μεθόδων αυτών ή τη μη αποτελεσματικότητά τους για μαθητές με ΓΤΕΠ ή και ΓΤΑΠ θα έχουν τόσο θεωρητική αλλά και πρακτική σημαντικότητα για τη διδασκαλία της Πληροφορικής.

Η διδασκαλία της Πληροφορικής δίνει έμφαση σε δεξιότητες και στρατηγικές, όπως την επίλυση προβλημάτων, τη διατύπωση υποθέσεων και επαλήθευσή τους, τη δυνατότητα αναζήτησης, εντοπισμού και αξιολόγησης γνώσεων, την αντιμετώπιση περιπλοκών καταστάσεων, την αυτονομία αντιμετώπισης καταστάσεων και προβλημάτων, την επαγωγική προσέγγιση της γνώσης, την ανάπτυξη μοντέλων και τη διερεύνηση των ορίων εγκυρότητάς τους και την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης (Τζιμογιάννης, & Γεωργίου, 1999). Η διδακτική της Πληροφορικής δεν εστιάζει μόνο στον τρόπο με τον οποίο οργανώνονται οι γνώσεις αλλά και τον τρόπο με τον οποίο οι υπάρχουσες γνωστικές δομές μεταβάλλονται κατά τη διαδικασία πρόσκτησης νέων γνώσεων (Κόμης, 1998). Οι εκπαιδευτικοί πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις πρότερες γνώσεις (ιδέες - αναπαραστάσεις) των μαθητών. Οι πρότερες γνώσεις των μαθητών δεν αλλάζουν εύκολα και για αυτό τον λόγο αποτελούν σημαντικά γνωστικά εμπόδια στην οικοδόμηση των νέων γνώσεων. Σε περίπτωση που οι ιδέες, οι αντιλήψεις και οι αναπαραστάσεις που διαθέτουν οι μαθητές αποκλίνουν από τις επιστημονικές γνώσεις και παράλληλα δεν αλλάζουν κατά τη διάρκεια μιας διδακτικής παρέμβασης, τότε αναφερόμαστε σε αυτές ως εναλλακτικές απόψεις ή παρανοήσεις (Thompson, & Logue, 2006). Ο βασικός στόχος της διδασκαλίας είναι η υπέρβαση των μαθησιακών εμποδίων που προκύπτουν. Η ανάδειξη των λαθών που κάνουν οι μαθητές και η αναζήτηση των αιτιών από τις οποίες προέρχονται συνιστά βασικό ζητούμενο στη διδακτική της Πληροφορικής. Η υπέρβαση των εναλλακτικών απόψεων απαιτεί συνήθως ατομική αναδιοργάνωση της σκέψης του μαθητή μέσω της γνωστικής σύγκρουσης (Ioannou, & Angeli, 2014).

Ο όρος «παρανοήσεις» χρησιμοποιείται για να περιγράψει εναλλακτικές αντιλήψεις, όπως οι θεωρίες ή απόψεις, οι οποίες δεν συνάδουν με τις έννοιες που σήμερα είναι αποδεκτές από την επιστημονική κοινότητα (Keeley, 2012). Κάποιοι ερευνητές με τον όρο «παρανοήσεις» αναφέρονται στις προσπάθειες των παιδιών να ενσωματώσουν τις νέες και παλιές αντιλήψεις. Σύμφωνα με τους Thompson και Logue (2006), ο σχηματισμός των παρανοήσεων έχει τις ρίζες του σε αρκετές πιθανές πηγές, όπως τα μέσα μαζικής ενημέρωσης, τα οποία συχνά αποτελούν πηγή σύγχυσης τόσο για τους εκπαιδευτικούς όσο και για τους μαθητές. Ακόμη, παρανοήσεις συχνά προκύπτουν από εμπειρίες του κάθε μαθητή που προέρχονται από την καθημερινή τους ζωή (Ioannou, & Angeli, 2014).

Στη διδασκαλία της Επιστήμης της Πληροφορικής, και ειδικότερα στον προγραμματισμό, οι μαθητές έχουν παρανοήσεις ή δυσκολίες στην κατανόηση του περιεχομένου του

μαθήματος. Μια συγκεκριμένη παρανόηση είναι η κατανόηση της δομής διακλάδωσης (ή ελέγχου). Η δομή διακλάδωσης IF-THEN-ELSE σε σχηματική περιγραφή λογικών διαγραμμάτων παρουσιάζεται στην πιο κάτω εικόνα (Εικόνα 1). Στη δομή αυτή υπάρχει μια συνθήκη και δύο επιλογές, η αληθής και η ψευδής. Αν η απάντηση της συνθήκης είναι αληθής, εκτελούνται οι Εντολές 1, αντίθετα, αν είναι ψευδής εκτελούνται οι Εντολές 2. Πολλοί μαθητές κατά την εκτέλεση της δομής διακλάδωσης νομίζουν ότι θα εκτελεστεί και το αληθές τμήμα και το ψευδές (Ioannou, & Angeli, 2013). Κάτι τέτοιο στη πραγματικότητα δεν μπορεί να συμβεί, αφού η απάντηση της συνθήκης μπορεί να είναι είτε αληθής είτε ψευδής αλλά όχι και τα δύο.



Εικόνα 1. Λογικό Διάγραμμα της Δομής Διακλάδωσης

Στην παρούσα εργασία οι ερευνητές μελετούν τη δομή διακλάδωσης IF-THEN-ELSE χρησιμοποιώντας δύο λογισμικά προγράμματα που έχουν σχεδιαστεί με το λογισμικό Scratch. Μέσα στο πλαίσιο αυτό, διερευνάται κατά πόσο ο γνωστικός τύπος μαθητών ηλικίας 13-14 ετών επηρεάζει κατά διαφορετικό τρόπο τις επιδόσεις τους όταν αρχικά εργάζονται πρώτα με το λογισμικό που συμπεριλαμβάνει λογικά διαγράμματα (ΛΔ) και μετά με το λογισμικό που χρησιμοποιεί τη μέθοδο της λεκτικής περιγραφής (ΛΠ), και όταν εργάζονται αντίστροφα με τα λογισμικά, δηλαδή πρώτα με το λογισμικό ΛΠ και στη συνέχεια με το λογισμικό ΛΔ. Ειδικότερα, ο σκοπός της εργασίας αυτής είναι η μελέτη της αποτελεσματικότητας της σειράς χρήσης των μεθόδων αυτών διδασκαλίας μέσα στην τάξη ούτως ώστε να επωφελούνται όλοι οι μαθητές ανεξαρτήτως γνωστικού τύπου.

Οι συγγραφείς υποθέτουν ότι οι μαθητές με ΓΤΕΠ που θα διδαχθούν πρώτα με το λογισμικό ΛΠ και μετά με το λογισμικό ΛΔ δεν θα έχουν στατιστικές σημαντικές διαφορές με τους μαθητές με ΓΤΑΠ που θα διδαχθούν με την ίδια σειρά χρήσης των λογισμικών στα μεταπειραματικά δοκίμια, αλλά θα έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τους μαθητές με ΓΤΕΠ που θα διδαχθούν πρώτα με το λογισμικό ΛΔ και μετά με το λογισμικό ΛΠ. Όπως είναι γνωστό από υφιστάμενες έρευνες, οι μαθητές με ΓΤΕΠ, δυσκολεύονται να εντοπίσουν την πληροφορία μέσα από σύνθετες συμβολικές αναπαραστάσεις, αφού αυτό το έργο απαιτεί σύνθετες ικανότητες ανάλυσης, που δεν διαθέτουν (Hall, 2000, Angeli κ. ά., 2014). Ως εκ τούτου, οι μαθητές αυτοί χρειάζονται στην αρχή να μαθαίνουν με πιο απλές αναπαραστάσεις για να είναι σε θέση στη συνέχεια και σταδιακά να επεξεργάζονται πιο σύνθετες αναπαραστάσεις (Angeli κ. ά., 2014). Για το λόγο αυτό, οι ερευνητές υποθέτουν ότι η μάθηση πρώτα με λογισμικό ΛΠ και μετά με το λογισμικό ΛΔ θα βοηθήσει στη βελτίωση της επίδοσης των μαθητών με ΓΤΕΠ στην επίλυση προβλημάτων που συμπεριλαμβάνουν πιο σύνθετες αναπαραστάσεις όπως τα λογικά διαγράμματα που προϋποθέτουν διαδοχική επεξεργασία πληροφοριών.

## Μεθοδολογία

## **Συμμετέχοντες**

Οι συμμετέχοντες στην έρευνα ήταν μαθητές ηλικίας 13 έως 14 ετών, δηλαδή μαθητές που φοιτούν στην Β΄ τάξη Γυμνασίου. Συνολικά στην έρευνα συμμετείχαν 72 μαθητές. Οι μαθητές εργάστηκαν ατομικά. Σημειώνεται ότι όλοι οι μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα κατείχαν βασικές γνώσεις και δεξιότητες χρήσης ηλεκτρονικού υπολογιστή και κανένας μαθητής δεν είχε πρότερη γνώση του θέματος της δομής διακλάδωσης.

## **Εργαλεία συλλογής δεδομένων**

### **Group Embedded Figures Test (GEFT)**

Το GEFT (Witkin, 1971) είναι ένα ειδικά σχεδιασμένο ερευνητικό δοκίμιο για την αξιολόγηση του ΓΤΕΠ/ΓΤΑΠ μαθητών ηλικίας 10 και άνω. Το δοκίμιο περιλάμβανε 25 ερωτήσεις με σύνθετα σχήματα, στα οποία οι μαθητές πρέπει να εντοπίσουν ένα απλό σχήμα. Ο χρόνος χορήγησης του δοκιμίου είναι 12 λεπτά. Κάθε ορθή απάντηση πιστώνεται με μία μονάδα. Η τελική βαθμολογία για τον κάθε μαθητή κυμαίνεται από το μηδέν μέχρι το 18, διότι οι πρώτες επτά ερωτήσεις δεν βαθμολογούνται αφού χρησιμοποιούνται για σκοπούς πρακτικής και μόνο.

### **Προπειραματικό/μεταπειραματικό δοκίμιο γνώσεων δομής διακλάδωσης για την παρέμβαση με το Λογισμικό ΛΠ**

Το δοκίμιο για το Λογισμικό ΛΠ, αποτελείται από πέντε ασκήσεις. Οι ασκήσεις αυτές εξετάζουν τις γνώσεις των μαθητών για την επίλυση προβλημάτων δομής διακλάδωσης με τη χρήση της λεκτικής περιγραφής. Στην πρώτη άσκηση οι μαθητές καλούνται να περιγράψουν δύο παραδείγματα από την καθημερινή τους ζωή που αφορούν στην λήψη μιας απόφασης. Στη συνέχεια, στη δεύτερη, τρίτη και τέταρτη άσκηση, οι μαθητές καλούνται να γράψουν τη λεκτική περιγραφή για κάποιο πρόβλημα. Τέλος, στην πέμπτη άσκηση οι μαθητές πρέπει να γράψουν το αποτέλεσμα (τιμές μεταβλητών) ενός προβλήματος δομής διακλάδωσης που δίνεται μέσω μιας λεκτικής περιγραφής. Για την αξιολόγηση του δοκιμίου κάθε ορθή απάντηση των μαθητών βαθμολογείται με μία μονάδα ενώ κάθε λανθασμένη με μηδέν μονάδες. Η τελική βαθμολογία για τον κάθε μαθητή κυμαίνεται από το 0 μέχρι το 5.

### **Προπειραματικό/μεταπειραματικό δοκίμιο γνώσεων δομής διακλάδωσης για την παρέμβαση με το Λογισμικό ΛΔ**

Το δοκίμιο για το Λογισμικό ΛΔ, αποτελείται από πέντε ασκήσεις. Οι εν λόγω ασκήσεις εξετάζουν τις γνώσεις των μαθητών για την επίλυση προβλημάτων δομής διακλάδωσης με τη χρήση λογικών διαγραμμάτων. Η πρώτη άσκηση καλεί τους μαθητές να κυκλώσουν το σχήμα (ρόμβος), το οποίο χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση της συνθήκης στη δομή διακλάδωσης στα λογικά διαγράμματα. Η δεύτερη και τρίτη άσκηση ζητούν από τους μαθητές να συμπληρώσουν λογικά διαγράμματα, γράφοντας την λεκτική περιγραφή μέσα στα σχήματα. Τέλος, η τέταρτη και πέμπτη άσκηση ζητούν από τους μαθητές να γράψουν το αποτέλεσμα (τιμές μεταβλητών) ενός προβλήματος δομής διακλάδωσης που παρουσιάζεται μέσω ενός λογικού διαγράμματος. Για την αξιολόγηση του δοκιμίου κάθε ορθή απάντηση των μαθητών βαθμολογείται με μία μονάδα ενώ κάθε λανθασμένη με καμία μονάδα. Η τελική βαθμολογία για τον κάθε μαθητή κυμαίνεται από το 0 μέχρι το 5.

### **Παρέμβαση με το Λογισμικό ΛΠ**

Το λογισμικό ΛΠ σχεδιάστηκε με το εργαλείο Scratch και προσεγγίζει τη διδασκαλία της δομής IF-THEN-ELSE με τη μέθοδο της λεκτικής περιγραφής. Αρχικά εμφανίζεται ένας

χαρακτήρας ο οποίος καλεί τους μαθητές να παίξουν μαζί του το παιχνίδι που έχει φτιάξει σχετικά με τη δομή διακλάδωσης. Εν συνεχεία, εμφανίζεται στην οθόνη ένα κουμπί με τη μορφή ζαριού, που είναι το κύριο στοιχείο του παιχνιδιού. Ο μαθητής καλείται να πατήσει πάνω στο κουμπί-ζάρι και να βρει το αποτέλεσμα του προβλήματος που παρουσιάζεται στην οθόνη με τη μέθοδο της λεκτικής περιγραφής. Κάθε φορά το ζάρι παίρνει τυχαία τιμή και συγκεκριμένα από το 1 μέχρι το 6. Στο πάνω μέρος της οθόνης εμφανίζεται το σκορ για το παιχνίδι, το οποίο αναπαριστά τους βαθμούς που κερδίζει ο μαθητής ανάλογα με τη λεκτική περιγραφή που βρίσκεται στα δεξιά. Το σκορ ξεκινά με 10 βαθμούς και ανάλογα με την απάντηση του μαθητή στη λεκτική περιγραφή αφαιρούνται ή προστίθενται βαθμοί. Στο τέλος, εμφανίζεται ένας τελικός βαθμός για τον μαθητή. Ο βαθμός έχει αρχική τιμή 100 και αν ο μαθητής κάνει κάποιο λάθος στο αποτέλεσμα της λεκτικής περιγραφής, αφαιρούνται 5 βαθμοί κάθε φορά. Επίσης, αν ο μαθητής δώσει λάθος απάντηση, καλείται να προσπαθήσει ξανά να λύσει το συγκεκριμένο πρόβλημα μέχρι να δώσει την ορθή απάντηση.

### **Παρέμβαση με το Λογισμικό ΛΔ**

Το Λογισμικό ΛΔ επίσης σχεδιάστηκε με το εργαλείο Scratch και προσεγγίζει τη διδασκαλία της δομής IF-THEN-ELSE με τη χρήση των λογικών διαγραμμάτων. Αρχικά εμφανίζεται ένας χαρακτήρας ο οποίος καλεί τους μαθητές να παίξουν μαζί του το παιχνίδι που έχει φτιάξει.

Ακολούθως εμφανίζεται στην οθόνη το παιχνίδι «Φιδάκι», που είναι είκοσι τετράγωνα αριθμημένα, ένα πόνι και ένα ζάρι. Ο μαθητής καλείται να πατήσει με το ποντίκι πάνω στο ζάρι και να βρει το αποτέλεσμα του προβλήματος που παρουσιάζεται με τη μέθοδο του λογικού διαγράμματος, ώστε να προχωρήσει συγκεκριμένο αριθμό κουτιών με το πόνι. Κάθε φορά το ζάρι παίρνει τυχαία τιμή, από το 1 μέχρι το 6. Αν ο μαθητής απαντήσει λάθος πρέπει να πάει πίσω κάποια κουτιά. Στο πάνω μέρος της οθόνης εμφανίζεται το σκορ. Ο αριθμός του σκορ είναι ο αριθμός του κουτιού που βρίσκεται πάνω το πόνι κάθε στιγμή. Το παιχνίδι τερματίζεται όταν το σκορ, δηλαδή το κουτί στο οποίο βρίσκεται το πόνι είναι ίσο ή υπερβεί το 20. Στο τέλος, εμφανίζεται ένας τελικός βαθμός για τον μαθητή. Ο βαθμός αυτός αρχικά έχει την τιμή 100. Αν ο μαθητής κάνει κάποιο λάθος αφαιρούνται 5 βαθμοί κάθε φορά. Επίσης, αν ο μαθητής δώσει λάθος απάντηση, καλείται να προσπαθήσει ξανά να λύσει το συγκεκριμένο πρόβλημα μέχρι να δώσει την ορθή απάντηση.

### **Ερευνητικές Διαδικασίες**

Στην παρούσα έρευνα, η συλλογή δεδομένων έγινε σε τάξεις μαθητών Β΄ Γυμνασίου. Αρχικά χορηγήθηκε στον κάθε μαθητή το GEFT (Witkin, 1971). Με το δοκίμιο αυτό διαγνώστηκε ο γνωστικός τύπος των μαθητών που συμμετείχαν στην έρευνα και έγινε η κατηγοριοποίησή τους σε άτομα με ΓΤΑΠ και σε άτομα με ΓΤΕΠ. Η χορήγηση του GEFT είχε διάρκεια 12 λεπτά. Η κάθε μια ομάδα γνωστικού τύπου χωρίστηκε στη συνέχεια σε δύο υποομάδες οι οποίες με τυχαίο τρόπο σχημάτισαν την Ομάδα Α΄ και την Ομάδα Β΄.

Μια βδομάδα μετά την πρώτη φάση, προγραμματίστηκε η δεύτερη φάση. Στη δεύτερη φάση αρχικά δόθηκε στους μαθητές ένα προπαιραματικό δοκίμιο για τη διάγνωση των προϋπάρχουσων γνώσεων τους σχετικά με την επίλυση προβλημάτων δομής διακλάδωσης χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της λεκτικής περιγραφής και ένα προπαιραματικό δοκίμιο για τη διάγνωση των προϋπάρχουσων γνώσεων τους σχετικά με την επίλυση προβλημάτων δομής διακλάδωσης χρησιμοποιώντας τη μέθοδο των λογικών διαγραμμάτων. Η χορήγηση των προπαιραματικών δοκιμίων είχε συνολική διάρκεια 40 λεπτά - δηλαδή 20 λεπτά για το κάθε ένα τεστ. Μετά, οι μαθητές παρακολούθησαν μια 10λεπτη διάλεξη για τη δομή διακλάδωσης. Κατά τη διάλεξη εξηγήθηκε στους μαθητές τι είναι η δομή διακλάδωσης. Στη συνέχεια, για τα επόμενα 20 λεπτά οι μαθητές εργάστηκαν στον ΗΥ χρησιμοποιώντας το Λογισμικό ΛΠ ή

το Λογισμικό ΛΔ. Στο τέλος δόθηκε το μεταπειραματικό δοκίμιο για το αντίστοιχο λογισμικό για την αξιολόγηση των επιδόσεων των μαθητών.

Στην τρίτη φάση, η οποία πραγματοποιήθηκε την επόμενη μέρα, οι μαθητές εργάστηκαν στον ΗΥ για 20 λεπτά χρησιμοποιώντας το Λογισμικό ΛΔ (εάν εργάστηκαν με το Λογισμικό ΛΠ την προηγούμενη μέρα) ή το Λογισμικό ΛΠ (εάν εργάστηκαν με το Λογισμικό ΛΔ την προηγούμενη μέρα). Στη συνέχεια χορηγήθηκε το αντίστοιχο μεταπειραματικό δοκίμιο για το αντίστοιχο λογισμικό για την αξιολόγηση των επιδόσεων των μαθητών.

## Αποτελέσματα

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία για τις επιδόσεις των μαθητών στα προπειραματικά και μεταπειραματικά δοκίμια για τη διδασκαλία με τα λογισμικά ΛΠ και ΛΔ ανά γνωστικό τύπο (ΓΤΕΠ/ΓΤΑΠ).

Με βάση τα πιο κάτω περιγραφικά στοιχεία όπως εμφανίζονται στον Πίνακα 1 φαίνεται πως οι μαθητές που ανήκουν και στις δύο ομάδες (Ομάδα Α' και Ομάδα Β') και έχουν ΓΤΑΠ παρουσιάζουν υψηλότερο ΜΟ από τους μαθητές ΓΤΕΠ και στα δύο μεταπειραματικά δοκίμια. Ωστόσο, οι μαθητές με ΓΤΕΠ που έχουν διδαχθεί τη δομή διακλάδωσης στην Ομάδα Α', δηλαδή που έχουν μάθει πρώτα με το λογισμικό ΛΠ και μετά με το λογισμικό ΛΔ έχουν υψηλότερο ΜΟ από τους μαθητές ΓΤΕΠ που έχουν διδαχθεί στην Ομάδα Β' και στα δύο μεταπειραματικά δοκίμια λεκτικής περιγραφής και λογικών διαγραμμάτων (ΜΟ = 3,70; ΜΟ = 4,10) αντίστοιχα. Επιπλέον, οι μαθητές με ΓΤΑΠ που έχουν διδαχθεί τη δομή διακλάδωσης στην Ομάδα Α' έχουν υψηλότερο ΜΟ από τους μαθητές ΓΤΑΠ που έχουν διδαχθεί στην Ομάδα Β' στο μεταπειραματικό δοκίμιο των λογικών διαγραμμάτων (ΜΟ = 4,71; ΜΟ = 4,42) αντίστοιχα. Αντίθετα, οι μαθητές με ΓΤΑΠ που έχουν διδαχθεί τη δομή διακλάδωσης στην Ομάδα Β', δηλαδή που έχουν μάθει πρώτα με το λογισμικό ΛΔ και μετά με το λογισμικό ΛΠ έχουν υψηλότερο ΜΟ από τους μαθητές ΓΤΑΠ που έχουν διδαχθεί στην Ομάδα Α' στο μεταπειραματικό δοκίμιο της λεκτικής περιγραφής (ΜΟ = 4,58; ΜΟ = 4,41) αντίστοιχα.

**Πίνακας 1. Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία για τις επιδόσεις των μαθητών στα προπειραματικά και μεταπειραματικά δοκίμια για τη διδασκαλία με τα Λογισμικά ΛΠ και ΛΔ ανά γνωστικό τύπο**

|          |      | Επίδοση προπειραματικού δοκίμιου ΛΠ  |      |    | Επίδοση προπειραματικού δοκίμιου ΛΔ  |      |    |
|----------|------|--------------------------------------|------|----|--------------------------------------|------|----|
|          |      | ΜΟ                                   | ΤΑ   | Ν  | ΜΟ                                   | ΤΑ   | Ν  |
| Ομάδα Α' | ΓΤΕΠ | 1,15                                 | 0,93 | 20 | 1,50                                 | 1,50 | 20 |
|          | ΓΤΑΠ | 1,86                                 | 1,03 | 14 | 2,00                                 | 1,41 | 14 |
|          | Σ    | 1,44                                 | 1,02 | 34 | 1,71                                 | 1,46 | 34 |
| Ομάδα Β' | ΓΤΕΠ | 1,61                                 | 1,02 | 26 | 1,42                                 | 1,39 | 26 |
|          | ΓΤΑΠ | 2,17                                 | 1,12 | 12 | 2,17                                 | 1,40 | 12 |
|          | Σ    | 1,79                                 | 1,07 | 38 | 1,66                                 | 1,42 | 38 |
|          |      | Επίδοση μεταπειραματικού δοκίμιου ΛΠ |      |    | Επίδοση μεταπειραματικού δοκίμιου ΛΔ |      |    |
|          |      | ΜΟ                                   | ΤΑ   | Ν  | ΜΟ                                   | ΤΑ   | Ν  |
| Ομάδα Α' | ΓΤΕΠ | 3,70                                 | 1,13 | 20 | 4,10                                 | 0,72 | 20 |
|          | ΓΤΑΠ | 4,41                                 | 0,51 | 14 | 4,71                                 | 0,47 | 14 |
|          | Σ    | 4,03                                 | 0,96 | 34 | 4,38                                 | 0,68 | 34 |
| Ομάδα Β' | ΓΤΕΠ | 3,38                                 | 1,20 | 26 | 3,35                                 | 1,16 | 26 |
|          | ΓΤΑΠ | 4,58                                 | 0,52 | 12 | 4,42                                 | 0,67 | 12 |
|          | Σ    | 3,76                                 | 1,17 | 38 | 3,68                                 | 1,14 | 38 |

Σημείωση: Ομάδα Α' = Λογισμικό ΛΠ → Λογισμικό ΛΔ, Ομάδα Β' = Λογισμικό ΛΔ → Λογισμικό ΛΠ  
 ΓΤΕΠ = Γνωστικός Τύπος Εξαρτημένος του Πεδίου, ΓΤΑΠ = Γνωστικός Τύπος Ανεξάρτητος του Πεδίου, ΜΟ = Μέσος όρος, ΤΑ = Τοπική απόκλιση, Σ = Σύνολο

Για να εξεταστεί κατά πόσο οι διαφορές στις επιδόσεις αυτές ήταν στατιστικά σημαντικές πραγματοποιήθηκε 2Χ2 Ανάλυση Πολλαπλών Διασπορών με συμμεταβλητή τις προϋπάρχουσες γνώσεις (MANCOVA). Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι οι αρχικές επιδόσεις των μαθητών στο προπείραματικό δοκίμιο της λεκτικής περιγραφής δεν επηρέασαν σε στατιστικά σημαντικό βαθμό τις επιδόσεις τους στο μεταπείραματικό δοκίμιο της λεκτικής περιγραφής ( $F_{(1,66)} = 0,15, p = 0,70$ ) ούτε και τις επιδόσεις τους στο μεταπείραματικό δοκίμιο των λογικών διαγραμμάτων ( $F_{(1,66)} = 0,16, p = 0,06$ ). Με τον ίδιο τρόπο, οι αρχικές επιδόσεις των μαθητών στο προπείραματικό δοκίμιο των λογικών διαγραμμάτων δεν επηρέασαν σε στατιστικά σημαντικό βαθμό τις επιδόσεις τους στο μεταπείραματικό δοκίμιο της λεκτικής περιγραφής ( $F_{(1,66)} = 0,33, p = 0,57$ ) ούτε και τις επιδόσεις τους στο μεταπείραματικό δοκίμιο των λογικών διαγραμμάτων ( $F_{(1,66)} = 0,76, p = 0,40$ ). Ο γνωστικός τύπος των μαθητών επηρέασε σε στατιστικά σημαντικό βαθμό τις επιδόσεις τους στο μεταπείραματικό δοκίμιο μόνο των λογικών διαγραμμάτων ( $F_{(1,66)} = 6,66, p < 0,05$ ) αλλά όχι της λεκτικής περιγραφής ( $F_{(1,66)} = 0,34, p = 0,57$ ). Επιπλέον, τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ του γνωστικού τύπου και της σειράς χρήσης των λογισμικών ως προς τις επιδόσεις των μαθητών στο μεταπείραματικό δοκίμιο της λεκτικής περιγραφής μόνο ( $F_{(3,66)} = 3,31, p < ,05$ ).

### Συζήτηση αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής έδειξαν ότι οι μαθητές με ΓΤΕΠ που διδάχθηκαν τη δομή διακλάδωσης στην Ομάδα Α', δηλαδή που έμαθαν πρώτα με το λογισμικό ΛΠ και μετά με το λογισμικό ΛΔ είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές από τους μαθητές με ΓΤΕΠ της Ομάδας Β' και στα δύο μεταπείραματικά δοκίμια (λεκτική περιγραφή και λογικά διαγράμματα). Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνουν την ερευνητική υπόθεση ότι οι επιδόσεις των μαθητών με ΓΤΕΠ της Ομάδας Α' θα ήταν καλύτερες από τις επιδόσεις των μαθητών με ΓΤΕΠ της Ομάδας Β' και στα δύο μεταπείραματικά δοκίμια. Συνεπώς, η χρήση πρώτα του λογισμικού ΛΠ και μετά του λογισμικού ΛΔ βοήθησε τους μαθητές με ΓΤΕΠ να κατανοήσουν καλύτερα τη δομή διακλάδωσης με λογικά διαγράμματα. Η στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ του γνωστικού τύπου και της παρέμβασης (Ομάδα Α' και Ομάδα Β') δείχνει ότι οι μαθητές με ΓΤΕΠ μόνο επωφελήθηκαν με τη μάθηση πρώτα με το λογισμικό ΛΠ και μετέπειτα με το λογισμικό ΛΔ ως προς τις επιδόσεις τους στο μεταπείραματικό δοκίμιο της λεκτικής περιγραφής. Ως εκ τούτου προκύπτει ότι η προετοιμασία και διδασκαλία του μαθήματος της Πληροφορικής, λαμβάνοντας υπόψη το γνωστικό στυλ κάθε μαθητή, θα οδηγούσε σε υψηλότερες επιδόσεις όλους τους μαθητές εάν συμπεριληφθούν εργαλεία, αναπαραστάσεις και γενικότερα μαθησιακό υλικό που θα βοηθήσει τους μαθητές με ΓΤΕΠ να υπερπηδήσουν τα γνωστικά τους εμπόδια. Τα αποτελέσματα της έρευνας συνάδουν με τις τελευταίες εξελίξεις στον τομέα των ατομικών γνωστικών διαφορών που υποστηρίζουν ότι το γνωστικό στυλ επηρεάζεται από το σχεδιασμό του μαθησιακού περιβάλλοντος και ότι οι αδυναμίες που οφείλονται σε κάποια γνωστικά χαρακτηριστικά μπορούν να αντιμετωπιστούν με κατάλληλο εκπαιδευτικό σχεδιασμό.

### Αναφορές

- Angeli, C., & Valanides, N. (2004). Examining the effects of text-only and text-and-visual instructional materials on the achievement of field-dependent and field-independent learners during problem-solving with modeling software. *Educational Technology Research and Development*, 52(4), 23-36.
- Angeli, C., Valanides, N., & Kirschner, P. (2009). Field dependence-independence and instructional-design effects on learners' performance with a computer-modeling tool. *Computers in Human Behavior*, 25(6), 1355-1366.

- Angeli, C., & Valanides, N. (2013). Using educational data mining methods to assess field-dependent and field-independent learners' complex problem solving. *Educational Technology Research and Development*, 61(3), 521-548.
- Angeli, C., Valanides, N., Polemitou, E., & Fraggoulidou, E. (2014). Order Effects of Learning with Modeling and Simulation Software on Field-Dependent and Field-Independent Children's Cognitive Performance: An Interaction Effect. *International Association for Development of the Information Society*.
- Burnett, W. C. (2010). *Cognitive style: A meta-analysis of the instructional implications for various integrated computer enhanced learning environments* (Doctoral dissertation thesis). Indiana University of Pennsylvania, Pennsylvania.
- Ioannou, I., & Angeli, C. (2013). Teaching Computer Science in Secondary Education: A Technological Pedagogical Content Knowledge Perspective. In: Caspersen, M.; Romeike, R.; Knobelsdorf, M. (Ed.): *Proceedings of the 8th Workshop in Primary and Secondary Computing Education - WiPSCe 2013*.
- Ioannou, I., & Angeli, C. (2014). Examining the effects of an instructional intervention on destabilizing learners' misconceptions about the central processing unit. In *Proceedings of the 9th Workshop in Primary and Secondary Computing Education* (pp. 93-99). ACM.
- Ioannou, I., & Angeli, C. (2015). Technological Pedagogical Content Knowledge as a Framework for Integrating Educational Technology in the Teaching of Computer Science. In *Technological Pedagogical Content Knowledge* (pp. 225-237). Springer US.
- Keeley, P. (2012). Misunderstanding misconceptions. *Science Scope*, 35(8), 12-15.
- Raven, J. C. (1998). *Raven's progressive matrices*. Oxford: Oxford Psychologists Press.
- Thompson, F., & Logue, S. (2006). An Exploration of Common Student Misconceptions in Science. *International Education Journal*, 7(4), 553-559.
- Wecker, C., Kohnle, C., & Fischer, F. (2007). Computer literacy and inquiry learning: When geeks learn less. *Journal of computer assisted learning*, 23(2), 133-144.
- Witkin, H. A. (1971). *A manual for the embedded figures tests*. Consulting Psychologists Press.
- Witkin, H.A, Ottman, P.K., Raskin, E., Karp, S.A. (1971). *A manual for the Embedded Figures Tests*. Palo Alto, CA. Consulting Psychologists.
- Witkin, H. A., & Moore, C. A. (1974). Cognitive Style and the Teaching Learning Process.
- Witkin, H. A., Moore, C. A., Goodenough, D. R., & Cox, P. W. (1975). Field-dependent and field-independent cognitive styles and their educational implications. *ETS Research Bulletin Series*, 1975(2), 1-64.
- Witkin, H.A, Moore, C.A., Goodenough, D.R., Cox, P.W. (1977). Field-dependent and field-independent cognitive styles and their educational implications. *Review of Educational Research*, 47(1), 1-64.
- Κόμης, Β. (1998). Οι Νέες Τεχνολογίες στη διδακτική και μαθησιακή διαδικασία. *Μια Τυπολογία των Παιδαγωγικών Δραστηριοτήτων και Αντιλήψεων και των ψυχολογικών Προσεγγίσεων*, 23-34.
- Σύσταση του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 18ης Δεκεμβρίου 2006, σχετικά με τις βασικές ικανότητες της δια βίου μάθησης, *Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης*, L394/10-L394/18.
- Τζιμογιάννης, Α., & Γεωργίου, Β. (1999). Οι δυσκολίες μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην εφαρμογή της δομής ελέγχου για την ανάπτυξη αλγορίθμων. *Μία μελέτη περίπτωσης. Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου «Πληροφορική και Εκπαίδευση*, 183-192.

# Ο Διάχυτος Υπολογισμός, ο Κινητός Υπολογισμός και το Διαδίκτυο των Πραγμάτων στην Εκπαίδευση

Μαγδαληνού Καλλιόπη<sup>1</sup>, Παπαδάκης Σπυρίδων<sup>2</sup>

[kmag388@gmail.com](mailto:kmag388@gmail.com), [papadakis@eap.gr](mailto:papadakis@eap.gr)

<sup>1</sup> Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων

<sup>2</sup> ΑΠΚΥ, ΕΑΠ, ΙΤΥΕ Διόφαντος

## Περίληψη

Το παρόν άρθρο αποτελεί μια πρόταση αξιοποίησης πεδίων αιχμής της πληροφορικής, όπως ο Διάχυτος Υπολογισμός, ο Κινητός Υπολογισμός και το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, για τους σκοπούς της εκπαίδευσης και της προετοιμασίας του μελλοντικού πολίτη του 21<sup>ου</sup> αιώνα. Ειδικότερα, παρουσιάζεται μία έρευνα με αξιοποίηση αυτών των πεδίων, στο πλαίσιο της τυπικής Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, για την ανάπτυξη ικανοτήτων υπολογιστικής σκέψης των μαθητών και στάσεων τους έναντι αυτών των τεχνολογιών. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν έρευνα δράσης και διήρκεσε τέσσερα διδακτικά δίωρα. Διαπιστώθηκε αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για την πληροφορική, της αυτοπεποίθησής τους όσον αφορά τη χρήση της, την καλλιέργεια συνιστωσών της υπολογιστικής σκέψης και της εξοικειώσής τους με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων. Γενικά, οι μαθητές διαπιστώθηκε ότι ενδιαφέρονται για μελλοντική επιστημονική καριέρα στο πεδίο της πληροφορικής αν πειστούν για τη χρησιμότητά της.

**Λέξεις κλειδιά:** Διαδίκτυο των Πραγμάτων, Διάχυτος Υπολογισμός, Κινητός Υπολογισμός, Υπολογιστική Σκέψη, Καριέρα

## Εισαγωγή

Η εκπαιδευτική κοινότητα προσπαθεί να βελτιώσει τα αποτελέσματα της εκπαίδευσης, η οποία άλλωστε αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα ζητούμενα των σύγχρονων κοινωνιών. Αρωγός σε αυτήν την προσπάθεια αναδείχθηκε, από τη δεκαετία του 1950, η τεχνολογία.

Πιο συγκεκριμένα, οι εξελίξεις στην τεχνολογία των υπολογιστών οδήγησαν τους ερευνητές στην αντιμετώπιση της τεχνολογίας ως ενεργό συνεργάτη του μαθητή με σκοπό την κατασκευή γνώσης (Kozma, 1991). Οι υπέρμαχοι της αξιοποίησης των υπολογιστών και των συσχετιζόμενων με αυτούς τεχνολογιών για την αντιμετώπιση των εκπαιδευτικών αναγκών και προβλημάτων, επιχειρηματολογούν υποστηρίζοντας την παροχή κινήτρων προς τους μαθητές και τη διευκόλυνση της συνεργατικής μάθησης, της συμμετοχικής νοημοσύνης και της επίλυσης προβλημάτων (Roblyer, 2009).

Η μελλοντική διδακτική αξιοποίηση προηγμένων τεχνολογιών της πληροφορικής, στις οποίες εκτίθενται οι μαθητές στην καθημερινότητά τους, αποτελεί το αντικείμενο του παρόντος άρθρου. Οι τεχνολογίες που επιλέχθηκαν να αξιοποιηθούν, προς αυτή την κατεύθυνση, είναι ο Διάχυτος Υπολογισμός, ο Κινητός Υπολογισμός και το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (στο οποίο δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση). Η αξιοποίηση των παραπάνω τεχνολογιών υπαγορεύεται από δύο λόγους:

- i. Τη γενικότερη διείσυσή τους σε όλες τις δραστηριότητες των σύγχρονων κοινωνιών, καθώς οι εφαρμογές τους επηρεάζουν τόσο τον εργασιακό όσο και τον προσωπικό βίο των χρηστών τους (Atzori et al., 2010).
- ii. Την ενσωμάτωσή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Ο όρος «Κινητή Μάθηση» (Mobile Learning) αναφέρεται στη μάθηση με τη βοήθεια φορητών και φορετών



συσκευών (Traxler, 2007) , ενώ ο όρος «Πανταχού Παρούσα Μάθηση» (Ubiquitous Learning) χρησιμοποιήθηκε για να οριστεί η μάθηση που προκύπτει με αξιοποίηση υπηρεσιών των φορητών και φορητών συσκευών προκειμένου να παρέχεται η δυνατότητα συνεχούς και από παντού πρόσβασης σε εκπαιδευτικό υλικό (Cope & Kalantzis, 2008).

Όπως αναφέρεται από Μαγδαληνού και Παπαδάκη (2017), έχουν εκφραστεί διεθνώς ανησυχίες για την ποιότητα της εκπαίδευσης στην πληροφορική. Χαρακτηριστικά, η αναφορά “Running on Empty: The Failure to teach K-12 Computer Science in the Digital Age” (Wilson et al., 2010) αναφέρει ότι η εκπαίδευση που παρέχεται στα δύο τρίτα των μαθητών της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στις Ηνωμένες Πολιτείες, στο μάθημα της Πληροφορικής, είναι χαμηλής ποιότητας (Grover & Pea, 2013). Ανάλογα ανησυχητικά είναι τα συμπεράσματα στην αναφορά της Βρετανικής Εθνικής Ακαδημίας “Shut down or restart?” που χαρακτηρίζει την εκπαίδευση στον τομέα της πληροφορικής ως μη ικανοποιητική (Royal Society, 2012).

Στοιχεία, αναλόγως ανησυχητικά, για την Ελλάδα αντλήθηκαν από στατιστικές δημοσιευμένες από το Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων σχετικά με τις Πανελλαδικές Εξετάσεις 2017, σύμφωνα με τις οποίες το 36.41% των υποψηφίων φοιτητών πέτυχε επίδοση κάτω από τη βάση στο μάθημα της Ανάπτυξης Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον (Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων, 2017). Επιπλέον, χαμηλές επιδόσεις καταγράφηκαν, όσον αφορά τους Έλληνες μαθητές, στη διεθνή αξιολόγηση του Οργανισμού για την Οικονομική Συνεργασία και Ανάπτυξη (ΟΟΣΑ) PISA που διεξήχθη το 2015. Σύμφωνα με την έκθεση του οργανισμού, οι 15χρονοι Έλληνες κατέλαβαν την 43η θέση ανάμεσα σε 72 χώρες, στις τρεις βασικές κατηγορίες αξιολόγησης, που είναι οι επιστήμες, η κατανόηση κειμένου και τα μαθηματικά (PISA, 2016). Και στις τρεις κατηγορίες που εξετάστηκαν, οι επιδόσεις των Ελλήνων 15χρονων ήταν κατώτερες του μέσου όρου των χωρών μελών του ΟΟΣΑ. Οι Έλληνες μαθητές εμφανίζονται, επίσης, να έχουν χαμηλές επαγγελματικές προσδοκίες από τις γνώσεις που προσφέρουν οι επιστήμες, ενώ δηλώνουν την έλλειψη κινήτρων που θα τους ωθούσαν στη μελέτη (PISA, 2016).

Η αντιμετώπιση του προβλήματος είναι κρίσιμη καθώς οι προβλέψεις, διεθνώς, είναι ότι ο χώρος των προηγμένων τεχνολογιών της πληροφορικής προσφέρει πολλές ευκαιρίες σταδιοδρομίας. Πιο συγκεκριμένα στις Ηνωμένες Πολιτείες, η Στατιστική Υπηρεσία (Bureau of Labor Statistics) (Bureau of Labor Statistics, 2017) προβλέπει ότι ο χώρος των ηλεκτρονικών υπολογιστών και της πληροφορικής θα είναι η ταχύτερα αναπτυσσόμενη αγορά εργασίας, μέχρι το 2024. Σύμφωνα με την ίδια πηγή, «από το 2014 μέχρι το 2024 προβλέπεται να δημιουργηθούν 488.000 νέες θέσεις εργασίας με έμφαση στα θέματα υπολογιστικού νέφους, συλλογής και αποθήκευσης δεδομένων μεγάλου όγκου (Big Data), σύνδεσης αντικειμένων στο Διαδίκτυο (Internet of Things) και φορητών υπολογιστικών συσκευών». Κατ’ αναλογία, ο τομέας των υπολογιστών και της πληροφορικής στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωση αντιπροσωπεύει το 4.8% της οικονομίας, απορροφά το 25% των συνολικών δαπανών για έρευνα, ενώ, οι επενδύσεις αντιστοιχούν στο 50% της παραγωγικής ανάπτυξης που σημειώνεται συνολικά στην Ε.Ε. (Horizon 2020, 2016).

Τα ερευνητικά ερωτήματα που εξετάστηκαν στην παρούσα έρευνα, είναι αν η αξιοποίηση καινοτόμων τεχνολογιών στο πλαίσιο της διδασκαλίας μαθημάτων Πληροφορικής στην τυπική Δευτεροβάθμια εκπαίδευση σχετίζεται θετικά με την καλλιέργεια της υπολογιστικής σκέψης, την αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για την πληροφορική και την επιστήμη των υπολογιστών, την αύξηση της αυτοπεποίθησης μαθητών όσον αφορά τη χρήση τεχνολογίας και την αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για μελλοντική καριέρα στο χώρο της επιστήμης και της τεχνολογίας αυτής της κατεύθυνσης.

Στη συνέχεια του άρθρου παρουσιάζεται η μεθοδολογία, τα αποτελέσματα, τα συμπεράσματα και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

## Μεθοδολογία

Η ερευνητική μέθοδος που επιλέχθηκε ήταν η εκπαιδευτική έρευνα δράσης. Τα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου είδους έρευνας, δηλαδή η δυνατότητα παρέμβασης σε ένα υφιστάμενο σύστημα (τυπικό εκπαιδευτικό σύστημα) με σκοπό την επίλυση προβλημάτων προς ωφέλεια των συμμετεχόντων (καλλιέργεια ικανότητας υπολογιστικής σκέψης, κατανόηση του πραγματικού κόσμου και επαγγελματικό ενδιαφέρον για τις επιστήμες και την τεχνολογία), κρίθηκαν απόλυτα σύμφωνα με τη στόχευση της έρευνας στο πλαίσιο του παρόντος πονήματος.

Συγκεκριμένα, επιδιώχθηκε μια νέα εκπαιδευτική προσέγγιση όσον αφορά τη διδασκαλία του μαθήματος «Εφαρμογές Πληροφορικής» της Α' τάξης Ημερήσιου και Εσπερινού Γενικού Λυκείου και πραγματοποιήθηκε μία παρέμβαση μικρής κλίμακας στη λειτουργία του αυθεντικού-πραγματικού «κόσμου» (Γενικό Λύκειο) κατά τη διάρκεια της οποίας τηρήθηκε ημερολόγιο. Τέλος, έγινε μία κλειστή εξέταση των αποτελεσμάτων αυτής της παρέμβασης.

Εφαρμόστηκε ο κύκλος «σχεδιασμός - δράση - παρατήρηση - αναστοχασμός» που χαρακτηρίζει το συγκεκριμένο τύπο έρευνας.

- Ο σχεδιασμός περιελάμβανε την ένταξη της δράσης στο υφιστάμενο Πρόγραμμα Σπουδών, την επιλογή πλατφόρμας, τον καθορισμό των φάσεων διενέργειας του πειράματος, τη δημιουργία διαγνωστικών δοκιμασιών (ερωτηματολογίων) ώστε να καθιστάται εφικτή η εκτίμηση των αποτελεσμάτων της δράσης και τη συγγραφή δύο εκπαιδευτικών σεναρίων.
- Η δράση περιελάμβανε την εφαρμογή των δοκιμασιών (ερωτηματολογίων) και των προβλεπόμενων, από τα εκπαιδευτικά σεναρία, δραστηριοτήτων.
- Η παρατήρηση επιτεύχθηκε μέσω των δοκιμασιών (τεστ - ερωτηματολογίων), της αξιολόγησης-ανατροφοδότησης από τους μαθητές, όπως προβλέπονταν από τα εκπαιδευτικά σεναρία, και της τήρησης ημερολογίου.
- Ο αναστοχασμός, που στη συγκεκριμένη έρευνα περιλαμβάνει τα συμπεράσματα, τους περιορισμούς της έρευνας και κάποιες προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

## Σχεδιασμός

Η έρευνα δράσης που σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε αφορά την πραγμάτωση του σκοπού και των στόχων της διδασκαλίας του μαθήματος «Εφαρμογές Πληροφορικής» της Α' τάξης Ημερήσιου και Εσπερινού Γενικού Λυκείου, όπως αυτοί περιγράφονται τόσο από το Πρόγραμμα Σπουδών (ΦΕΚ 932 τ.Β' /14-04-2014) όσο και μέσω αναλυτικών οδηγιών προς τους εκπαιδευτικούς, μετά από σχετική εισήγηση του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής (Αρ. Πρωτ. 150671/Δ2 15-09-2016). Οι Οδηγίες για τη διδασκαλία του μαθήματος (Αρ. Πρωτ. 150671/Δ2 15-09-2016) προτείνουν:

- η διδασκαλία του μαθήματος να είναι σύμφωνη με τις αρχές του Κοινωνικού Εποικοδομητισμού και τις σύγχρονες θεωρήσεις για τη μάθηση.
- η διδασκαλία του μαθήματος να προάγει τη διερευνητική προσέγγιση, την αυτενέργεια και τη συνεργατική μάθηση. Σε επίπεδο εκπαιδευτικών τεχνικών, προτείνεται η ευθυγράμμιση με ενεργητικές εκπαιδευτικές τεχνικές και η χρησιμοποίηση αυθεντικών παραδειγμάτων από τον πραγματικό κόσμο.

- την εφαρμογή διδακτικών σεναρίων τα οποία θα οργανώνουν τη διδασκαλία, εξειδικεύοντας τους στόχους και τα προσδοκώμενα αποτελέσματα κάθε Ενότητας του Προγράμματος Σπουδών με την εκπόνηση κατάλληλων δραστηριοτήτων.

Το πεδίο που επιλέχθηκε να αξιοποιηθεί περισσότερο είναι το Διαδίκτυο των Πραγμάτων. Οι πλατφόρμες που χρησιμοποιήθηκαν είναι ο μικροελεγκτής Arduino (για την ευρέως διαδεδομένη χρήση του, το μεγάλο όγκο υποστηρικτικού υλικού και την αξιοπιστία του), και οι υπολογιστές μονής πλακέτας UD00 NEO (πλατφόρμα που χρησιμοποιείται στο ερευνητικό έργο UMI-Sci-Ed, Horizon 2020) και Raspberry Pi (για την αξιόπιστη λειτουργία του, την καλή υποστήριξη του και την εκπαιδευτική του στόχευση).

Η χρησιμοποίηση τριών διαφορετικών πλατφορμών αποφασίστηκε καθώς στόχος ήταν η έκθεση των μαθητών στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων και η εξοικείωσή τους με ποικίλες μορφές υλικού και περιβαλλόντων λογισμικού σχετικών με τη συγκεκριμένη τεχνολογία και όχι η, σε βάθος, γνώση της λειτουργίας μιας πλατφόρμας.

Η διαδικασία του πειράματος συμπεριλάμβανε τρεις φάσεις. Στην πρώτη, οι μαθητές απάντησαν στο Ερωτηματολόγιο Πριν τη Δράση (Pre-test) για να διερευνηθούν η στάση και η ικανότητά τους κατά την επίλυση προβλημάτων (Υπολογιστική Σκέψη) και να ανιχνευτούν οι γνώσεις βασικών όρων Διάχτυου Υπολογισμού/Κινητού Υπολογισμού/Διαδικτύου των Πραγμάτων. Στη δεύτερη φάση υλοποιήθηκαν δύο εκπαιδευτικά σενάρια τα οποία δημιουργήθηκαν για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας. Στην τρίτη φάση, οι μαθητές συμπλήρωσαν το Ερωτηματολόγιο Μετά τη Δράση (Post-test) προκειμένου να διερευνηθεί η στάση και η ικανότητά των μαθητών κατά την επίλυση προβλημάτων (Υπολογιστική Σκέψη), η γνώση βασικών όρων Διάχτυου Υπολογισμού/Κινητού Υπολογισμού/Διαδικτύου των Πραγμάτων και η αύξηση του ενδιαφέροντος και της αυτοπεποίθησής τους όσον αφορά την τεχνολογία.

Το Ερωτηματολόγιο Πριν τη Δράση (Pre-test) αποτελείται από τρία μέρη. Το πρώτο μέρος αφορά τη διερεύνηση των στάσεων και των πεποιθήσεων των μαθητών απέναντι στην έννοια του προβλήματος, το δεύτερο επιχειρεί διερεύνηση γνώσεων και δεξιοτήτων (Υπολογιστική Σκέψη, όροι Διάχτυου Υπολογισμού/Κινητού Υπολογισμού/Διαδικτύου των Πραγμάτων), ενώ, το τρίτο αφορά την πρόθεση καριέρας τους.

Το Ερωτηματολόγιο Μετά τη Δράση (Post-test) αποτελείται από τρία μέρη. Το πρώτο μέρος αφορά τη διερεύνηση της στάσης των μαθητών απέναντι στην τεχνολογία και ειδικότερα στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, το δεύτερο επιχειρεί διερεύνηση των γνώσεων (όροι Διάχτυου Υπολογισμού/Κινητού Υπολογισμού/Διαδικτύου των Πραγμάτων) και των δεξιοτήτων τους κατά την επίλυση προβλημάτων (Υπολογιστική Σκέψη), ενώ, το τρίτο αφορά την πρόθεσή τους να επιδιώξουν καριέρα σε συγκεκριμένους επαγγελματικούς χώρους στο μέλλον.

Τα τρίτα μέρη των ερωτηματολογίων που χρησιμοποιήθηκαν πριν και μετά την εφαρμογή των δύο εκπαιδευτικών σεναρίων ήταν όμοια, προκειμένου να εντοπιστεί οποιαδήποτε μεταβολή σε αυτό το επίπεδο.

Κατά το σχεδιασμό των δύο σεναρίων κατεβλήθη προσπάθεια ώστε να κινητοποιηθεί το ενδιαφέρον των μαθητών για να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή ενεργός συμμετοχή τους, μέσω των προτεινόμενων δραστηριοτήτων, να τεθούν, και, τελικά, να επιτευχθούν στόχοι που θα οδηγήσουν στην ενίσχυση του ψηφιακού προφίλ τους.

Το πρώτο σενάριο ήταν εισαγωγικό και είχε τον τίτλο «Internet of Things (IoT), μικροελεγκτές και υπολογιστές μονής πλακέτας». Σκοπός του ήταν η γνώση βασικών όρων του Διάχτυου Υπολογισμού/Κινητού Υπολογισμού/Διαδικτύου των Πραγμάτων και των λειτουργιών των μικροελεγκτών και των υπολογιστών μονής πλακέτας.

Το δεύτερο σενάριο αφορούσε τη «Δομή Επιλογής» η οποία αποτελεί πηγή μεγάλων δυσκολιών για τους αρχάριους προγραμματιστές. Ο τίτλος του σεναρίου ήταν «Δομή Επιλογής - Ανάπτυξη εφαρμογής με χρήση Arduino, UDOO NEO και Raspberry Pi». Ο προγραμματισμός, ως μέσο ελέγχου της λειτουργίας των τριών πλατφορμών (Arduino, UDOO NEO και Raspberry Pi), και η συνεπαγόμενη οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της εκτέλεσης προγραμμάτων οδηγούν στην άμεση εφαρμογή της θεωρίας για την επίλυση πραγματικών προβλήματος και αναμέναμε να επηρεάσουν θετικά την κατανόηση της δομής επιλογής.

### **Δράση**

Στην έρευνα δράσης συμμετείχαν δύο τμήματα δημοσίου Γενικού Λυκείου. Συνολικά συμμετείχαν 38 μαθητές. Οι τρεις φάσεις του πειράματος πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με το σχεδιασμό της δράσης από το Φεβρουάριο μέχρι τον Απρίλιο 2017.

### **Αποτελέσματα**

Η αποτίμηση των αποτελεσμάτων της έρευνας δράσης βασίστηκε στα δεδομένα που συλλέχθηκαν μέσω του Ερωτηματολογίου Πριν τη Δράση, του Ερωτηματολογίου Μετά τη Δράση και του ημερολογίου. Στο ημερολόγιο, εκτός από τις παρατηρήσεις και τους προβληματισμούς του εκπαιδευτικού, καταγράφηκαν παρατηρήσεις οι οποίες προέκυψαν από τα φύλλα των Αξιολογήσεων - Αναστοχασμών που συμπλήρωσαν οι μαθητές.

Από τις απαντήσεις στο Ερωτηματολόγιο Πριν τη Δράση προκύπτει ότι:

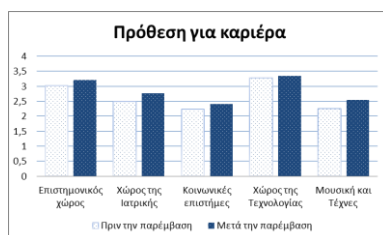
- *Στάση απέναντι στα προβλήματα:* Οι μαθητές δήλωσαν ότι τα προβλήματα είναι μέρος της καθημερινότητάς τους και ότι δεν αντιμετωπίζουν προβλήματα μόνο στο πλαίσιο κάποιων μαθημάτων (της Πληροφορικής, των Μαθηματικών, της Φυσικής και της Χημείας). Δυσκολεύτηκαν, όμως, να καταγράψουν προβλήματα που να μην εμπίπτουν στο χώρο των παραπάνω μαθημάτων. Κατά την επίλυση προβλημάτων, δήλωσαν ότι εφαρμόζουν τη φάση της ανάλυσης, ενώ, η εφαρμογή της κατηγοριοποίησης και της γενίκευσης επίλυσης εφαρμόζονται επιλεκτικά.
- *Υπολογιστική Σκέψη:* Οι μαθητές, πριν την παρέμβαση, ήταν ικανοί να επιλύουν απλά προβλήματα. Όταν, όμως, η επίλυση ενός προβλήματος απαιτούσε ανάλυση, κατηγοριοποίηση και σύνθεση οι επιδόσεις τους ήταν μέτριες. Τέλος, οι μαθητές επέδειξαν πολύ κακές επιδόσεις κατά την επίλυση προβλημάτων με αλγορίθμους.
- *Διάχυτος Υπολογισμός/Κινητός Υπολογισμός/Διαδίκτυο των Πραγμάτων:* Αρκετοί μαθητές, είχαν ακούσει τον όρο "Internet of Things". Δεν ανέφεραν, όμως, την ιδιότητα των έξυπνων αντικειμένων να συνδέονται στο Διαδίκτυο και τη δυνατότητα των υπολογιστών να ελέγχουν, εξ αποστάσεως, τη λειτουργία αντικειμένων και συσκευών. Τέλος, η συντριπτική πλειοψηφία δεν είχε δει ποτέ μικροελεγκτή ή υπολογιστή μονής πλακέτας.
- *Πρόθεση για μελλοντική καριέρα:* Από τα ποσοστά απαντήσεων εξάγεται το συμπέρασμα ότι οι μαθητές είχαν, εκ των προτέρων, αυξημένο ενδιαφέρον τόσο για το χώρο των Επιστημών όσο και για το χώρο της Τεχνολογίας. Οι μαθητές είχαν επιλέξει να παρακολουθήσουν το μάθημα «Εφαρμογές Πληροφορικής», γεγονός που δικαιολογεί τα παραπάνω ευρήματα.

Μετά την υλοποίηση της παρέμβασης έγιναν οι ακόλουθες παρατηρήσεις:

- *Στάση απέναντι στα προβλήματα:* Οι μαθητές δήλωσαν τη μέτρια εμμονή τους στην κατανόηση ενός προβλήματος, την πεποίθησή τους ότι η ανάλυση ενός προβλήματος δεν είναι απαραίτητη για την επίλυσή του, αν και η πλειοψηφία την εφαρμόζει, την

προτίμησή τους να επιλύουν προβλήματα εμπνευσμένα από τον πραγματικό κόσμο και τη μέτρια αυτοπεποίθησή τους κατά την αντιμετώπιση σύνθετων προβλημάτων.

- **Υπολογιστική Σκέψη:** Καταγράφηκε θετική επίδραση της δράσης στην καλλιέργεια της Υπολογιστικής Σκέψης των μαθητών. Οι μαθητές κατάφεραν, σε ικανοποιητικό βαθμό, να εφαρμόσουν διαδικασίες ανάλυσης και κατηγοριοποίησης προβλήματος και σύνθεσης της επίλυσής του. Μεγάλη επίδραση της δράσης καταγράφεται ως προς την καλλιέργεια της Αλγοριθμικής Σκέψης (συνιστώσας της Υπολογιστικής Σκέψης). Οι μαθητές, σε μεγάλο βαθμό, κατάφεραν να σχεδιάσουν και να αποτοπώσουν σε αλγόριθμο την επίλυση προβλήματος εμπνευσμένου από τον πραγματικό κόσμο, συνδυάζοντας βασικές έννοιες του προγραμματισμού (μεταβλητές, δομή επιλογής, απλές και σύνθετες λογικές εκφράσεις) και καινοτόμων τεχνολογιών πληροφορικής.
- **Στάση απέναντι στην τεχνολογία (ηλεκτρονικούς υπολογιστές):** Η στάση των μαθητών απέναντι στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές καταγράφεται ιδιαίτερα θετική, καθώς τους αντιμετωπίζουν ως όχημα για τη γνώση, αποδίδουν ιδιαίτερη αξία στις δεξιότητες χρήσης τους, αποκομίζουν το συναίσθημα της ικανοποίησης από τη χρήση τους και αισθάνονται άνεση όταν καλούνται να εργαστούν με αυτούς.
- **Αποτίμηση της παρέμβασης:** Οι μαθητές διατύπωσαν θετικές απόψεις για τη δράση. Σύμφωνα με τις απαντήσεις τους, η δράση αύξησε πολύ το ενδιαφέρον τους για την τεχνολογία, ενώ παράλληλα, θεωρούν ότι αυξήθηκε η αυτοπεποίθησή τους όσον αφορά τη χρήση της. Περισσότερο συγκρατημένα θετικοί εμφανίζονται ως προς τη συμβολή της δράσης στην κατανόηση εφαρμογών της τεχνολογίας.
- **Διάχυτος Υπολογισμός/Κινητός Υπολογισμός/Διαδίκτυο των Πραγμάτων:** Οι μαθητές επέτυχαν σε ικανοποιητικό βαθμό να χρησιμοποιήσουν όρους του Διάχυτου Υπολογισμού, του Κινητού Υπολογισμού και του Διαδικτύου των Πραγμάτων για να περιγράψουν υπηρεσίες του πραγματικού κόσμου.
- **Πρόθεση για μελλοντική καριέρα:** Σύγκριση των ποσοστών που συγκέντρωσαν οι επιλογές των μαθητών στο Ερωτηματολόγιο Μετά τη Δράση με αυτά του Ερωτηματολογίου Πριν τη Δράση, αναδεικνύει την αύξηση του ενδιαφέροντός τους τόσο για τον χώρο της Τεχνολογίας, όσο και για το χώρο των Επιστημών. Παράλληλα, αύξηση ποσοστών καταγράφεται για τους χώρους της Ιατρικής, των Κοινωνικών Επιστημών και της μουσικής και των τεχνών. Τα ευρήματα από το Μέρος Γ' των δύο ερωτηματολογίων και η μεταξύ τους σύγκριση αναπαρίστανται γραφικά στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1: Πρόθεση για καριέρα

Από το ημερολόγιο που τηρήθηκε κατά τη δράση προέκυψαν οι παρακάτω παρατηρήσεις:

- Οι μαθητές από την αρχή έδειξαν ενδιαφέρον και δημιούργησαν, στα πλαίσια των δραστηριοτήτων, αξιοπρεπείς παρουσιάσεις της τεχνολογίας που τους ανατέθηκε. Η

μεταξύ τους συνεργασία είχε κάποια προβλήματα. Οι μαθητές δεν είναι εθισμένοι στην εκπόνηση ομαδικών εργασιών.

- Οι περισσότεροι μαθητές κατανόησαν εύκολα τις απλές λογικές εκφράσεις και πρότειναν σωστές μετατροπές σε δεδομένα προγράμματα, ενώ, οι σύνθετες λογικές εκφράσεις αποτέλεσαν πηγή σοβαρών προβλημάτων κατανόησης. Τέλος, οι μαθητές συνέταξαν σωστές προτάσεις για την εφαρμογή των καινοτόμων τεχνολογιών πληροφορικής στη λειτουργία ενός υποθετικού «έξυπνου σχολείου».

Προβλήματα που παρατηρήθηκαν κατά τη δράση και καταγράφηκαν στο ημερολόγιο είναι τα εξής:

- Στην περίπτωση που το υλικό ήταν στα αγγλικά υπήρχε σχετική αδυναμία κατανόησής του.
- Έπρεπε να καταβληθεί προσπάθεια ώστε να πειστούν οι μαθητές να δημιουργήσουν μία συνεργατική παρουσίαση. Το περιβάλλον που προτιμούν να δημιουργούν τις παρουσιάσεις είναι το Microsoft PowerPoint, προφανώς γιατί είναι περισσότερο εξοικειωμένοι. Όταν «αναγκάστηκαν» να συνεργαστούν, επέλεξαν το Google Drive. Μία ομάδα δημιούργησε την παρουσίασή της σε Prezi.
- Αρκετά σημεία των παρουσιάσεων ήταν προϊόντα αντιγραφής του περιεχομένου των προτεινόμενων από τα φύλλα εργασίας ιστοσελίδων.
- Όπως ήταν αναμενόμενο, οι γνώσεις προγραμματισμού Python (σε μεγαλύτερο βαθμό) και Wiring (σε μικρότερο) δυσχέραναν τους μαθητές λόγω έλλειψης εμπειρίας.
- Η έλλειψη ανάλογου υπόβαθρου οδήγησε τους μαθητές σε απλή αντιγραφή των σχεδίων των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Ίσως θα έπρεπε να αφιερωθεί περισσότερος χρόνος στην κατανόηση της λειτουργίας των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων.

Τα ευρήματα από την έρευνα δράσης ήταν ενθαρρυντικά και σε πλήρη αντιστοιχία με τα ευρήματα του Davis (Technology Acceptance Model) σύμφωνα με τα οποία οι χρήστες τεχνολογιών πληροφορικής είναι θετικοί απέναντι σε μία νέα τεχνολογία όταν πειστούν για τη χρησιμότητά της και τις δυνατότητες αξιοποίησής της (Davis, 1989).

### **Συμπεράσματα**

Η αξιοποίηση των τεχνολογιών του Διάχυτου Υπολογισμού, Κινητού Υπολογισμού και του Διαδικτύου των Πραγμάτων απαντά στο αίτημα της κοινωνίας για έναν πολίτη με ικανότητες υπολογιστικής σκέψης για επίλυση προβλημάτων με τη βοήθεια υπολογιστικών συσκευών. Επιπλέον, είναι εφικτή η εξοικείωση των μαθητών σε επερχόμενα περιβάλλοντα, όπως αυτά με περιρρέουσα νοημοσύνη, και τις υπολογιστικές συσκευές στο παρασκήνιο στους περισσότερους τομείς της ζωής του. Τέλος, τον καθοδηγεί για τον τρόπο που μπορεί να γίνει δημιουργός ανάλογων επιτευγμάτων επιλέγοντας επιστημονική καριέρα σε αυτόν τον τομέα.

Η εμπάθυση σε θέματα ηλεκτρονικών κυκλωμάτων πριν την εμπλοκή των μαθητών με δημιουργία νέων εκπαιδευτικών σεναρίων κρίνεται ότι θα συμβάλλει στην αποτελεσματικότητα της εφαρμογής τέτοιου είδους εκπαιδευτικών σεναρίων. Οι μαθητές, έτσι, θα έχουν τις προαπαιτούμενες γνώσεις ώστε να σχεδιάζουν ηλεκτρονικά κυκλώματα για την επίτευξη συγκεκριμένων λειτουργιών ή να τροποποιούν υφιστάμενα σχέδια για τη μεταβολή της λειτουργίας τους. Αυτό αναμένεται ότι θα αυξήσει περισσότερο το ενδιαφέρον τους και την αυτοπεποίθησή τους όσον αφορά τις τεχνολογίες αυτές, αλλά και θα λειτουργήσει επικουρικά στη διδασκαλία άλλων μαθημάτων όπως των Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών.

Θα είχε ενδιαφέρον να διερευνηθεί η επίδραση της διαθεματικής προσέγγισης με αξιοποίηση των καινοτόμων τεχνολογιών της πληροφορικής τόσο στο επίπεδο των σχολικών επιδόσεων όσο και στο επίπεδο διαμόρφωσης στάσεων όσον αφορά την τεχνολογία.

Ως μελλοντική έρευνα προτείνεται η ανάπτυξη εφαρμογών έξυπνων αντικειμένων-χώρων, στο πλαίσιο της διδασκαλίας μαθημάτων Πληροφορικής με σκοπό την καλλιέργεια της υπολογιστικής σκέψης των μαθητών για μεγαλύτερη χρονική διάρκεια και με την προϋπόθεση της πρόσβασης στον απαιτούμενο εξοπλισμό.

Τέλος, η υλοποίηση ανάλογων δράσεων, σε μεγαλύτερη κλίμακα, θα δώσει περισσότερα, επεξεργάσιμα με ποσοτικές μεθόδους ανάλυσης, δεδομένα.

## Αναφορές

- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010) The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787-2805, 2010. <http://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>
- Bureau of Labor Statistics. (2017) *Computer and Information Technology Occupations* Retrieved 9 February 2017 from [https://www.bls.gov/ooh/computer-and-information-technology/](mailto:https://www.bls.gov/ooh/computer-and-information-technology/)
- Cope, B., & Kalantzis, M. (2008) Ubiquitous Learning: An agenda for educational transformation. *Proceedings of the 6th International Conference on Networked Learning*, ISBN No: 978-1-86220-206-1, 576-582.
- Davis, F. D. (1989) *Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology*. *MIS Quart.* 13, 319-339, 1989.
- Grover, S., & Pea, R. (2013) Computational Thinking in K - 12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43, 2013. <http://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Horizon 2020. (2016) *ICT Research & Innovation*. Retrieved 9 February 2017 from <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/area/ict-research-innovation>
- Kozma, R. B. (1991) Learning with Media. *Review of Educational Research*, 61(2), 179-211. <http://doi.org/10.3102/00346543061002179>
- PISA. (2016) *PISA 2015 Results in Focus*. OECD.. Retrieved 12 April 2017 from <http://doi.org/10.1787/9789264266490-en>
- Roblyer, M. (2009). *Εκπαιδευτική τεχνολογία και διδασκαλία*. Εκδόσεις Ίων.
- Royal Society. (2012) *Shut down or restart: The way forward for computing in UK schools*. Retrieved 10 February 2017 from [https://royalsociety.org/~media/Royal\\_Society\\_Content/education/policy/computing-in-schools/2012-01-12-Computing-in-Schools.pdf](https://royalsociety.org/~media/Royal_Society_Content/education/policy/computing-in-schools/2012-01-12-Computing-in-Schools.pdf)
- Traxler, J. (2007) Defining, Discussing and Evaluating Mobile Learning: the moving finger writes and having writ Retrieved 12 April 2017 from <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/viewArticle/346/875>
- Wilson, C., Sudol, L. A., Stephenson, C., & Stehlik, C. (2010) *Running On Empty: The failure to teach K-12 computer science in the digital age*. New York, NY: *The Association for Computing Machinery and the Computer Science Teachers Association*.
- Μαγδαληνού, Κ. & Παπαδάκης, Σ. (2017) Η χρήση εκπαιδευτικών σεναρίων με αξιοποίηση τεχνολογιών αιχμής της πληροφορικής όπως ο διάχυτος υπολογισμός (Ubiquitous Computing), ο κινητός υπολογισμός (Mobile Computing) και το διαδίκτυο των αντικειμένων (Internet of Things) ως κίνητρο επιλογής επιστημονικής καριέρας. ΑΠΚΥ. Ανακτήθηκε στις 15 Απριλίου 2018 από <https://kypseli.ouc.ac.cy/handle/11128/2947?show=full&locale-attribute=el>
- Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων. (2017). *Στατιστικά στοιχεία των βαθμολογιών των Πανελλαδικών Εξετάσεων*. Ανακτήθηκε στις 11 Ιουνίου 2018 από <https://www.minedu.gov.gr/lykeio-2/sxolika-nea-lykeio/29113-03-07-17-statistika-stoixeia-ton-vathmologion-ton-panelladikon-eksetaseon-2017-minyma-tou-ypourgoy-paideias-erevna-kai-thrskvmaton-4>

## Αντιλήψεις μαθητών Νηπιαγωγείου για τους εναλλακτικούς τρόπους προγραμματισμού του BlueBot.

Θαρρενός Μπράτιτσης, Μιχάλης Ιωάννου  
bratitsis@uowm.gr, michalissioannou@yahoo.gr

Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

### Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται έντονη ερευνητική δράση αναφορικά με την εκπαιδευτική αξιοποίηση ρομποτικών κατασκευών. Το BlueBot, ως μετεξέλιξη του BeeBot ανήκει στην κατηγορία των περιπατητών εδάφους (floor roamers) και αξιοποιείται αρκετά στην προσχολική και πρωτοσχολική ηλικία. Σε αυτή του την έκδοση υποστηρίζει τέσσερις διαφορετικούς τρόπους προγραμματισμού κίνησης, τον κλασικό μέσω των κουμπιών που ενσωματώνει το ρομπότ, μέσω αναπαραστατικών πλακιδίων και Bluetooth και μέσω φορητών συσκευών είτε ως «τηλεκατευθυνόμενη» είτε ως προγραμματιζόμενη συσκευή. Στο πλαίσιο αυτό σχεδιάστηκε μια απλή διαδρομή και ζητήθηκε από παιδιά του Νηπιαγωγείου να προγραμματίσουν με όλους τους τρόπους το εν λόγω ρομπότ, ώστε να μελετηθούν οι αντιλήψεις τους για τις προγραμματιστικές μεθόδους, η ευχέρειά τους και η ικανοποίηση που αποκόμισαν.

**Λέξεις κλειδιά:** Νηπιαγωγείο, BlueBot, προγραμματισμός, εκπαιδευτική ρομποτική

### Εισαγωγή - Εκπαιδευτική Ρομποτική

Η ρομποτική τεχνολογία είναι παρούσα στην καθημερινότητα ενός ανθρώπου και ως εκ τούτου ο μαθητής, ως μελλοντικός πολίτης, οφείλει να έχει μια ελάχιστη κατανόηση της λειτουργίας της, να είναι σε θέση να την χρησιμοποιεί και να αντιλαμβάνεται τα οφέλη της. Έτσι, είναι σημαντική η εκπαίδευση των παιδιών στις βασικές αρχές αυτού του κλάδου στο πλαίσιο της υποχρεωτικής και προαιρετικής εκπαίδευσης. Επιπλέον, η ενασχόληση με ρομποτικές κατασκευές είναι πολυσύνθετη και διαθεματική δραστηριότητα. Μπορεί να αναδείξει δύσκολες έννοιες που συνδέονται με ποικίλα διδακτικά αντικείμενα, όπως η Πληροφορική, η Τεχνολογία, τα Μαθηματικά, η Φυσική, με αναπαραστατικό και καινοτόμο τρόπο ενώ ταυτόχρονα επιτρέπει την προσωπική έκφραση του μαθητή. Σε ένα τέτοιο πλαίσιο, η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να αξιοποιηθεί για την πραγματοποίηση πειραματισμών και άλλων μικρής διάρκειας διδακτικών παρεμβάσεων (Φράγκου, 2009).

Πλέον, υπάρχει πληθώρα προγραμματιζόμενων ρομποτικών συσκευών για αξιοποίηση σε εκπαιδευτικά πλαίσια, με την πλειοψηφία αυτών να απευθύνονται σε ηλικίες άνω των 7 ετών περίπου. Για την προσχολική και πρωτοσχολική αγωγή (4-7 ετών), ένα από τα πιο δημοφιλή εκπαιδευτικά ρομπότ είναι το BeeBot και εσχάτως το BlueBot που σχεδιάστηκε ως αναβάθμιση του πρώτου. Η σημαντικότερη διαφοροποίηση του BlueBot είναι ότι ενσωματώνει τη δυνατότητα Bluetooth επικοινωνίας που του επιτρέπει να προγραμματίζεται εξ αποστάσεως, μέσω απικών μέσων ή φορητών συσκευών.

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η ανταπόκριση μαθητών του Νηπιαγωγείου στις νέες δυνατότητες προγραμματισμού του BlueBot, ώστε να διαπιστωθεί πόσο εύκολες είναι για τα παιδιά, αλλά και η έκταση της ικανοποίησης που τα παιδιά αντλούν από αυτές. Παράλληλα, μελετήθηκε κατά πόσο οι εναλλακτικοί τρόποι προγραμματισμού βοηθούν τα παιδιά στη χωρική αντίληψη εννοιών, κάτι που καταγράφεται στη βιβλιογραφία ως ιδιαίτερα σημαντικό ζήτημα για τις συγκεκριμένες ηλικίες (Bratitsis & Louki, 2011).



Η εργασία δομείται ως εξής, αρχικά συζητείται το θέμα της αξιοποίηση των συγκεκριμένων ρομποτικών συσκευών στην εκπαίδευση και καταγράφονται ανάλογες έρευνες στον Ελληνικό χώρο. Ακολούθως περιγράφεται συνοπτικά η μελέτη που υλοποιήθηκε και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα. Η εργασία ολοκληρώνεται με την καταληκτική συζήτηση.

### **BlueBot και BeeBot στην εκπαίδευση**

Η διδακτική πρακτική κατά την οποία ο εκπαιδευτικός χρησιμοποιώντας τα ρομπότ προσεγγίζει τη γνώση, άλλοτε μέσα από τα ρομπότ και άλλοτε για τα ίδια τα ρομπότ ονομάζεται εκπαιδευτική ρομποτική. Αποτελεί μια διδακτική προσέγγιση που επιστρατεύει προγραμματιζόμενα συστήματα και αξιοποιεί τη προσέγγιση της μάθησης μέσω project (project-based learning) και προσδιορίζεται από τη χρήση των ΤΠΕ στο πλαίσιο των δυνατοτήτων τους για παρατήρηση, ανάλυση, μοντελοποίηση και έλεγχο διάφορων φυσικών διεργασιών (Derover et al., 2007). Η εκπαιδευτική ρομποτική σχετίζεται τόσο με την παρατήρηση και τον απλό χειρισμό ρομπότ όσο και με την εμπλοκή του μαθητή με τον προγραμματισμό, την επίλυση προβλήματος και τη λήψη αποφάσεων σε σχέση με τη συμπεριφορά του ρομπότ, με στόχο την ανάπτυξη της δημιουργικής σκέψης που αποτελεί και το υψηλότερο επίπεδο σκέψης (Μπελεσιώτης και Κόκκινος, 2012).

Στην προσχολική και πρωτοσχολική ηλικία αξιοποιείται κατά κύριο λόγο μια ειδική κατηγορία εκπαιδευτικών ρομπότ, τα προγραμματιζόμενα παιχνίδια τύπου Logo, όπως τα BeeBot και BlueBot. Είναι προγραμματιζόμενα ρομπότ που ελέγχονται από τον χρήστη. Ο χρήστης σχεδιάζει και καθορίζει το σύνολο των εντολών που θα εκτελέσει το ρομπότ ακολουθώντας τις αρχές της γλώσσας προγραμματισμού Logo. Έτσι, εννοείται η μεταγνωστική ικανότητα, κατά την οποία τα παιδιά αναστοχάζονται σχετικά με τις διαδικασίες σκέψης που έχουν ακολουθήσει, βελτιώνει την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και προάγεται η ικανότητα του χωρικού προσανατολισμού (Μισριλή & Κόμης, 2012).

Στο σύγχρονο εκπαιδευτικό περιβάλλον τα παιδιά στο Νηπιαγωγείο εισάγονται στον ψηφιακό γραμματισμό, ο οποίος περιλαμβάνει γνώσεις, δεξιότητες, στάσεις και αξίες για τις ΤΠΕ, απαραίτητες για τη συμμετοχή τους στην ψηφιακή εποχή. Μέσα από τις ΤΠΕ παρέχονται στα παιδιά προσχολική ηλικίας ευκαιρίες και εργαλεία που ενισχύουν το παιχνίδι και δημιουργούν σημαντικές μαθησιακές εμπειρίες, σχετικές τόσο με την καθημερινότητά τους όσο και τις εμπειρίες τους. Η χρήση τους ενισχύει την ανάπτυξη νοητικών ικανοτήτων, ικανοτήτων συνεργασίας, επίλυσης προβλημάτων, δημιουργικής σκέψης κ.α. (ΥΠΔΒΜΘ, 2011). Ειδικότερα, στο Νέο Πρόγραμμα Σπουδών για το Νηπιαγωγείο (ΥΠΔΒΜΘ, 2011), στην Ενότητα «Γνωρίζω τις ΤΠΕ και δημιουργώ» εντοπίζεται ο μαθησιακός στόχος να εξοικειωθούν τα παιδιά και σταδιακά να αυτονομηθούν στην εκτέλεση απλών βασικών λειτουργιών στις διάφορες ψηφιακές συσκευές. Τα παιδιά «γνωρίζουν ένα προγραμματιζόμενο παιχνίδι (π.χ. BeeBot) που έρχεται στην τάξη και προσπαθούν τα το καθοδηγήσουν».

### **Έρευνες με το BeeBot και το BlueBot στον Ελληνικό χώρο**

Στην ενότητα αυτή γίνεται μια σύντομη επισκόπηση μελετών στον ελληνικό χώρο που αξιοποίησαν κυρίως το BeeBot, μιας και το BlueBot έχει εμφανιστεί πρόσφατα στην αγορά.

Οι Μισριλή & Κόμης (2012) μελέτησαν τις αναπαραστάσεις των παιδιών προσχολικής ηλικίας για το προγραμματιζόμενο παιχνίδι BeeBot και πώς αυτές μπορούν να διαφοροποιηθούν μετά από διδακτική παρέμβαση. Για την μελέτη αυτή σχεδιάστηκε εκπαιδευτικό σενάριο με θέμα τη διδακτική προσέγγιση των εννοιών πληροφορικής. Το διδακτικό υλικό αποτέλεσε το BeeBot για τη μέτρηση αποστάσεων μαζί με τα δάπεδα

περιήγησης, τις κάρτες αναπαράστασης εντολών και το αντίστοιχο λογισμικό. Αν και τα περισσότερα παιδιά εξακολουθούσαν μετά το πέρας της διδακτικής παρέμβασης να αποδίδουν ανιμιστική ιδιότητα στο παιχνίδι BeeBot, εισήγαγαν πλέον με πιο συστηματικό τρόπο στοιχεία που σχετίζονται με τη διαδικασία του προγραμματισμού για τον έλεγχο και το χειρισμό του με συνακόλουθη χρήση λειτουργικών ορισμών.

Οι Γαρταγάνη κ.α. (2012) παρουσίασαν ένα πλήρες πρόγραμμα εισαγωγής του BeeBot στο νηπιαγωγείο. Αρχικά, μέσω του kidspiration και συζήτησης δημιούργησαν εννοιολογικό χάρτη και την ανίχνευσαν τις ιδέες των παιδιών σχετικά με το ρομπότ και τις κινήσεις του. Στη συνέχεια, σε ζευγάρια τα παιδιά έγιναν τα ίδια ρομπότ και εκτελούσαν τις συγκεκριμένες εντολές που έδινε το ένα στο άλλο. Ακολούθησε η εξοικείωση των παιδιών με τα σύμβολα του ρομπότ και χρησιμοποιήθηκαν αντίστοιχες καρτέλες για να γίνει αντιπαραβολή με άλλα σύμβολα που συναντάει κανείς στην καθημερινότητά του. Αξιοποιώντας αυτά τα σύμβολα πραγματοποιήθηκε και ο προγραμματισμός του BeeBot για απλές διαδρομές.

Οι Κοροσίδου & Μπράτιτσης (2012) αξιοποίησαν το BeeBot για τη διδασκαλία ξένης γλώσσας (Αγγλικής), στη Δ' Δημοτικού. Στην έρευνα αυτή το BeeBot χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο για να αναπτυχθεί η σωστή παροχή οδηγιών κατεύθυνσης από τα παιδιά.

Η Γιαννακού (2013) παρουσίασε έρευνα που περιλαμβάνει την εισαγωγή του BeeBot σε μουσειακές εκπαιδευτικές δραστηριότητες με τη συμμετοχή παιδιών ηλικίας 10-15 ετών. Οι δραστηριότητες που υλοποιήθηκαν ήταν: α) σχεδιασμός σχημάτων με τη χρήση του BeeBot, β) μετακίνηση του BeeBot από ένα σημείο σε ένα άλλο, γ) μετακίνηση του BeeBot μέσα από διαδοχικά σημεία, δ) μετακίνηση του BeeBot μέσα σε λαβύρινθο, και ε) μετακίνηση του BeeBot σε γράμματα με αλφαβητική σειρά. Οι δραστηριότητες στόχευαν τόσο στην ανάπτυξη της αλγοριθμικής σκέψης όσο και σε μαθηματικές και γλωσσικές δεξιότητες.

Οι Κοκκόση κ.α. (2014) στην έρευνά τους παρουσίασαν τις αναπαραστάσεις των παιδιών προσχολικής και πρωτοσχολικής ηλικίας για τις έννοιες κατεύθυνσης και προσανατολισμού (μπροστά-πίσω και δεξιά-αριστερά) μέσα από τον προγραμματισμό του BeeBot. Φαίνεται ότι τα περισσότερα παιδιά του νηπιαγωγείου παρουσίαζαν έλλειψη αναπαραστάσεων. Ωστόσο ορισμένα παιδιά χρησιμοποιούσαν λειτουργικούς ορισμούς που φανέρωνε πως έχουν πλήρη ιδέα για τις χωρικές έννοιες της κατεύθυνσης και του προσανατολισμού. Το ίδιο δεν συνέβαινε όμως στα παιδιά του δημοτικού. Η γνωστική ανάπτυξη φαίνεται να επηρεάζει τη διάκριση και την αναγνώριση μεταξύ των εννοιών της κατεύθυνσης και του προσανατολισμού. Μετά την διδακτική παρέμβαση με το BeeBot όλα τα παιδιά του δημοτικού και σχεδόν όλα τα παιδιά του νηπιαγωγείου παρουσίαζαν πλήρη αντίληψη για τις έννοιες της κατεύθυνσης και του προσανατολισμού. Ο πειραματισμός με το προγραμματιζόμενο παιχνίδι BeeBot προκάλεσε διαφοροποίηση μεταξύ αρχικών και τελικών αναπαραστάσεων κυρίως για τα παιδιά του νηπιαγωγείου.

Η Τσιγγίδου (2016) ακολούθησε μια σειρά από διδακτικές φάσεις για την εισαγωγή του BeeBot στο νηπιαγωγείο. Αρχικά τα παιδιά είχαν την πρώτη γνωριμία με το ρομπότ και τα κουμπιά-εντολές, όπου παρατηρήθηκε ότι είχαν δυσκολία στις εντολές CLEAR και PAUSE. Στη συνέχεια ακολούθησαν απλές και σύνθετες διαδρομές όπου τα παιδιά χρησιμοποιούσαν την καταγραφή των εντολών σε πίνακα κατά τον προγραμματισμό. Τέλος, κλήθηκαν να προγραμματίσουν το BeeBot να ακολουθήσει συγκεκριμένες αλλά και τυχαίες διαδρομές διαθεματικού χαρακτήρα.

Γενικά, υπάρχουν αρκετές έρευνες που αξιοποιούν το BeeBot, ειδικά σε μικρές ηλικίες. Σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις, τα παιδιά κλήθηκαν να προγραμματίσουν το ρομπότ απευθείας, χρησιμοποιώντας τα κουμπιά εντολών που είναι ενσωματωμένα σε αυτό. Το δείγμα των μελετών που αναφέρθηκαν σε αυτή την ενότητα μπορεί να μην είναι πλήρες, είναι όμως αντιπροσωπευτικό της υπάρχουσας κατάστασης στον ελληνικό χώρο.

## Σκοπός της έρευνας

Όπως προαναφέρθηκε, μια σημαντική διαφορά που εισάγει το BlueBot είναι οι εναλλακτικοί τρόποι προγραμματισμού του, σε σχέση με το BeeBot. Εργασίες που να αξιοποιούν το πρώτο δεν υπάρχουν, μιας και είναι σχετικά νέο στην αγορά. Όμως, οι μελέτες που πραγματοποιήθηκαν με το BeeBot, όπως είναι αναμενόμενο, δεν εστιάζουν στον τρόπο προγραμματισμού του, αφού ήταν ένας και μοναδικός. Η μόνη διαφοροποίηση που παρατηρείται είναι ότι σε κάποιες περιπτώσεις, ειδικά σε πολύ μικρές ηλικίες, χρησιμοποιήθηκαν βοηθήματα για να προγραμματιστούν τα ρομπότ (π.χ. εκτυπωμένες εντολές κίνησης ή πίνακες). Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να μελετηθεί η πιθανή διαφορά στη δυνατότητα των παιδιών να προγραμματίσουν το BlueBot μέσω των εναλλακτικών μεθόδων που υπάρχουν, καθώς και ο εντοπισμός των διαφορών μεταξύ τους. Επίσης, η καταγραφή των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν τα παιδιά και οι παρατηρήσεις των ερευνητών κατά την διδακτική παρέμβαση. Βαθύτερος στόχος είναι να διερευνηθεί κατά πόσο κάποια από τις μεθόδους προγραμματισμού του BlueBot είναι πιο εύκολη, ώστε από μελλοντικά πειράματα που αξιοποιούν τέτοιου τύπου ρομπότ να μην αντιμετωπίζουν την πρόσθετη παράμετρο του προγραμματισμού και του χωρικού προσανατολισμού που αυτός εμπεριέχει, καθιστώντας ευκολότερες τις μελέτες αυτές και την ανάλυση των δεδομένων τους, επιτρέποντάς τους να εστιάσουν στη γνωστική περιοχή που επιθυμούν.



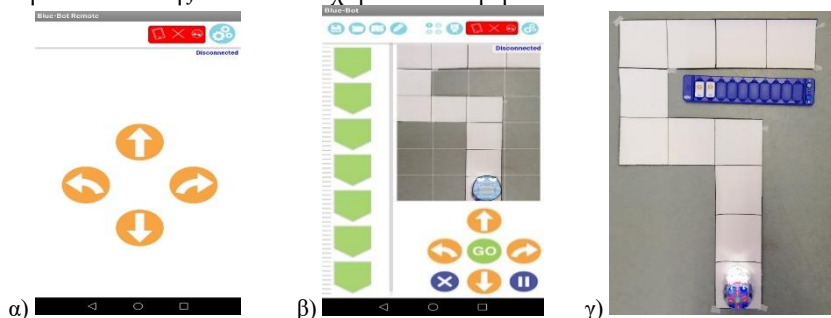
Σχήμα 1. BlueBot και Tactile reader

Υλοποιήθηκε μια διδακτική παρέμβαση με την αξιοποίηση του ρομποτικού παιχνιδιού BlueBot (Σχήμα 1). Το BlueBot είναι μια προγραμματιζόμενη συσκευή που αποτελεί μια εξελιγμένη έκδοση του BeeBot. Τα παιδιά μέσα από αυτό το παιχνίδι μαθαίνουν να το κινούν μπροστά-πίσω, δεξιά-αριστερά (90° και 45°, σε αντίθεση με το BeeBot που στρίβει κατά 90° μόνο), και να το καθοδηγούν σε συγκεκριμένα μονοπάτια και πορείες. Αναπτύσσουν έτσι δεξιότητες βασικού προγραμματισμού και αναπτύσσουν την αλγοριθμική σκέψη για να επιλύουν προβλήματα. Ο προγραμματισμός του μπορεί να γίνει με τρεις τρόπους:

1. Στο πάνω μέρος του υπάρχουν κουμπιά, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1 (αριστερά). Τα τέσσερα πορτοκαλί κουμπιά εξυπηρετούν τις κινήσεις μπροστά, πίσω, στροφή δεξιά και στροφή αριστερά. Το κεντρικό πλήκτρο GO χρησιμοποιείται για την εκτέλεση των εντολών. Το πλήκτρο CLEAR χρησιμοποιείται για τη διαγραφή των εντολών από την μνήμη και το πλήκτρο PAUSE παρέχει παύση της κίνησης του παιχνιδιού για 1 δευτερόλεπτο. Αυτός ο τρόπος προγραμματισμού είναι ίδιος με αυτόν του BeeBot.
2. Με την βοήθεια του Tactile Reader (Σχήμα 1 δεξιά) και των εντολών σε μορφή πλακιδίων. Ο χρήστης τοποθετεί τα πλακίδια με την επιθυμητή σειρά και αυτές αποστέλλονται στο ρομπότ μέσω Bluetooth για να τις εκτελέσει. Υπάρχει δυνατότητα να συνδεθούν Tactile Readers σειριακά, μέσω καλωδίου USB και να αξιοποιηθούν περισσότερα πλακίδια εντολών. Κατά την εκτέλεση κάθε εντολής, αναβοσβήνει ένα κόκκινο led πάνω από τη θέση που βρίσκεται το αντίστοιχο πλακίδιο, ώστε να υπάρχει άμεση αντίληψη από τον χρήστη για το ποια εντολή εκτελείται κάθε στιγμή.

3. Μέσω εφαρμογών για φορητές συσκευές. Η πρώτη εφαρμογή ονομάζεται «Blue-Bot» (Σχήμα 2β) και προσφέρει στον χρήστη έτοιμους χάρτες για να περιηγηθεί ένα εικονικό BlueBot. Ωστόσο παράλληλα μπορεί να κινείται και το κανονικό ρομπότ. Υπάρχει η δυνατότητα να φωτογραφηθεί ένας χάρτης (που δημιουργείται με τη μορφή χαλιού για το πραγματικό BlueBot) και έτσι να παρέχεται συγχρονισμένη κίνηση του πραγματικού και του εικονικού ρομπότ. Η δεύτερη εφαρμογή ονομάζεται «Blue-Bot Remote» (Σχήμα 2α) και παρέχει τη δυνατότητα χειρισμού τύπου «τηλεκατευθυνόμενο παιχνίδι», όπου εκτελείται μία εντολή τη φορά στο BlueBot.

Όπως και στην περίπτωση του BeeBot, έτσι και στο BlueBot χρησιμοποιούνται ειδικά σχεδιασμένα χαλιά για την περιήγηση του ρομπότ, ανάλογα με τη γνωστική περιοχή στην οποία θέλει κανείς να αξιοποιήσει το ρομπότ. Τα χαλιά αυτά έχουν συνήθως σχηματισμένα τετράγωνα 15 εκατοστών, που αντιστοιχούν στο βήμα κίνησης του ρομπότ. Άλλες σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δύο ρομπότ αφορούν στο πλήθος των εντολών που μπορούν να αποθηκεύσουν στη μνήμη τους (περίπου πενταπλάσιες στο BlueBot) και στη βασική τους εμφάνιση, αφού το BlueBot είναι διαφανές και ενσωματώνει leds διαφόρων χρωμάτων. Σε κάθε περίπτωση όμως μπορούν να αξιοποιηθούν με τον ίδιο τρόπο, αξιοποιώντας και τη δυνατότητα κατασκευής στολών από χαρτί και διάφορα υλικά.



Σχήμα 1. Αποτοπώσεις οθόνης για τις εφαρμογές χειρισμού του BlueBot και χάρτης προτεινόμενης δραστηριότητας

## Μεθοδολογία

Στη παρούσα μελέτη υλοποιήθηκε μια διδακτική παρέμβαση με τη συμμετοχή 20 μαθητών δημοσίου νηπιαγωγείου (4-6 χρονών) σχετικά με τον προγραμματισμό του BlueBot. Ειδικότερα, τα παιδιά κλήθηκαν να το οδηγήσουν το BlueBot στη διαδρομή που φαίνεται στο Σχήμα 2γ, ατομικά. Η διαδρομή επιλέχθηκε ώστε να ενσωματώνει τις 3 πιθανές κατευθύνσεις (εκτός του πίσω) για βέλτιστη διερεύνηση της χωρικής αντίληψης των παιδιών.

Η παρέμβαση είχε τα εξής στάδια:

1. Αρχικά, κάθε παιδί κλήθηκε να αναγνωρίσει την διαδρομή για να διαπιστωθεί αν είναι σε θέση να κατανοήσει τις αλλαγές κατεύθυνσης που απαιτούνται. Έτσι ήταν δυνατό να ελεγχθεί αν τα παιδιά ήταν σε θέση να προχωρήσουν στον προγραμματισμό, χωρίς κάποιο άλλο γνωστικό εμπόδιο. Τα παιδιά κλήθηκαν να αναγνωρίσουν την αρχή, το τέλος και το σύνολο της διαδρομής, λεκτικά και χρησιμοποιώντας το δάχτυλό τους για να δείξουν τη διαδρομή.
2. Στη συνέχεια, κλήθηκαν να προγραμματίσουν το BlueBot χρησιμοποιώντας τα κουμπιά στο πάνω μέρος του, ώστε να ολοκληρώσει τη διαδρομή.

3. Στην επόμενη φάση χρησιμοποίησαν το Tactile Reader και τα πλακίδια για την ίδια διαδρομή. Πρώτα τοποθετούσαν τα πλακίδια πάνω στην διαδρομή και ακολούθως τα μετέφεραν στον αναγνώστη με τη σειρά.
4. Έπειτα χρησιμοποίησαν την εφαρμογή «BlueBot – remote» μέσω smartphone για να διασχίσουν την διαδρομή (κάθε εντολή που πατούσαν εκτελούνταν από το BlueBot).
5. Τέλος, τα παιδιά μέσω της εφαρμογής «Blue-Bot» προγραμματίζαν εκ νέου το BlueBot για να διασχίσει το χάρτη που εμφανιζόταν και στην οθόνη του smartphone. Έτσι τα παιδιά προγραμματίζαν τόσο το εικονικό όσο και το πραγματικό BlueBot αφού αυτά ακολουθούσαν τις ίδιες εντολές και κινήσεις, δίνοντάς τους καλύτερη εποπτεία της αλληλουχίας εκτέλεσης των εντολών.

Κατά την εισαγωγή της δραστηριότητας οι ερευνητές πραγματοποίησαν μια σύντομη περιγραφή για την εξοικείωση των παιδιών με τα «κουμπάκια» του ρομπότ και τις λειτουργίες του καθώς, επίσης, υποβοηθούσαν το παιδί στον προγραμματισμό όπου χρειαζόταν.

### Παρατηρήσεις - Αποτελέσματα

Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 20 παιδιά (12 νήπια – 8 προνήπια, 14 αγόρια – 6 κορίτσια) από δημόσιο νηπιαγωγείο της Φλώρινας. Κάθε παιδί συμμετείχε ατομικά για περίπου 10 λεπτά, ώστε να ολοκληρώσει τη διαδρομή και με τους 4 τρόπους. Στη συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά οι παρατηρήσεις που προέκυψαν.

Στην πρώτη δραστηριότητα, όλα τα παιδιά ήταν σε θέση να αναγνωρίσουν τη διαδρομή, δείχνοντας την αρχή και το τέλος. Για το υπόλοιπο της διαδρομής, κυρίως τα προνήπια έδειχναν την κατεύθυνση στις στροφές χρησιμοποιώντας το αντίστοιχο χέρι (π.χ. «θα στρίψουμε προς αυτό το χέρι»). Συνολικά 7 παιδιά χρησιμοποίησαν αθόρμητα και σωστά τις λέξεις «δεξιά» και «αριστερά», όλα νήπια. Όταν τους ζητήθηκε να δείξουν όλη τη διαδρομή με το δάχτυλό τους, ανταποκρίθηκαν πλήρως όλα τα παιδιά. Συνεπώς, δεν υπήρξε κανένα πρόβλημα στην αναγνώριση της διαδρομής.

Στη δεύτερη δραστηριότητα, τα παιδιά έπρεπε να προγραμματίσουν το BlueBot με τα κουμπιά που έχει στο πάνω μέρος του. Σχεδόν όλα τα παιδιά χρειάστηκε να προσπαθήσουν περισσότερες από μία φορές. Στην αρχή προγραμματίζαν σωστά την κίνηση του ρομπότ προς τα εμπρός και πατούσαν το κουμπί στροφής στα αριστερά. Από εκείνο το σημείο και μετά, τα περισσότερα παιδιά δε μετρούσαν πια τετραγωνάκια, αλλά προσπαθούσαν μόνο να δείξουν κατεύθυνση μετακίνησης. Συνολικά, κανένα από τα προνήπια δεν κατάφερε να ολοκληρώσει σωστά τη δραστηριότητα, αφού φάνηκε να αντιμετωπίζουν πολύ μεγάλο πρόβλημα όταν απαιτούνταν να προβάλουν τον εαυτό τους στη θέση του ρομπότ. Πρόκειται για πρόβλημα κατανόησης των χωρικών εννοιών με σημείο αναφοράς διαφορετικό από το σώμα τους που καταγράφεται στη βιβλιογραφία (Bratitsis & Louki, 2011). Από τα νήπια, αυτά που με τη δεύτερη ή την τρίτη προσπάθεια ολοκλήρωναν επιτυχώς τη δραστηριότητα διαπιστώθηκε ότι ήταν γεννημένα τους πρώτους μήνες της αντίστοιχης χρονιάς (2012). Αντίθετα, όσο πιο κοντά προς το τέλος του έτους είχαν γεννηθεί, τόσο μεγαλύτερο πρόβλημα αντιμετώπιζαν. Τα παιδιά που ήταν γεννημένα περίπου στο μέσο του έτους μπορούσαν να ολοκληρώσουν αφού τοποθετούσαν το ρομπότ κατά μήκος της διαδρομής, ώστε να βλέπουν σε τι κατάσταση θα είναι μετά από κάθε εντολή (το κινούσαν με το χέρι και στη συνέχεια προγραμματίζαν).

Στην τρίτη δραστηριότητα τα παιδιά χρησιμοποίησαν τα πλακίδια και τον tactile reader. Συνολικά, τα προβλήματα προσανατολισμού που σχετιζόνταν με την ηλικία και πάλι παρατηρήθηκαν. Αυτό που αναδείχθηκε ήταν ότι ήταν προτιμότερο να τοποθετούνται τα πλακίδια στις διαχωριστικές γραμμές ανάμεσα στα τετραγωνάκια του χάρτη. Αυτό βοηθούσε να καταλάβουν τα παιδιά ότι όταν το ρομπότ βρισκόταν σε τετράγωνο στροφής, ουσιαστικά χρειαζόταν δύο εντολές για να το περάσει (στροφή και μπροστά). Αλλιώς, σχεδόν πάντα τα

παιδιά έβραζαν μία εντολή λιγότερη. Επίσης, όταν οι ερευνητές υποστήριξαν τα παιδιά με ερωτήσεις και χρησιμοποιώντας το δάχτυλό τους ή το ρομπότ για να δείξουν το αποτέλεσμα κάθε εντολής, τα νήπια ανταποκρίθηκαν πλήρως (και ελάχιστα προνήπια), λέγοντας δυνατά στο τέλος τη σωστή σειρά εντολών, όταν εκτελούνταν από τον reader.

Στην τέταρτη δραστηριότητα όπου το ρομπότ αντιμετωπίστηκε ως τηλεκατευθυνόμενο παιχνίδι, όλα τα νήπια και τα περισσότερα προνήπια ανταποκρίθηκαν πλήρως. Η άμεση ανατροφοδότηση που λάμβαναν από την κίνηση του ρομπότ και η έλλειψη της ανάγκης να προβλέψουν αρκετά βήματα μπροστά τα βοήθησε να το κατευθύνουν σωστά.

Στην τελευταία δραστηριότητα παρατηρήθηκαν τα ίδια προβλήματα με τη δεύτερη, αφού το ρομπότ έπρεπε να προγραμματιστεί για το σύνολο της διαδρομής εκ των προτέρων. Ήταν λίγο πιο δύσκολο για τα παιδιά, αφού οι εντολές που επέλεγαν εμφανίζονταν στα αριστερά της οθόνης και χρειαζόταν να σκρολάρουν μετά από κάποιο σημείο. Γενικότερα όμως τα προβλήματα με τις χωρικές έννοιες εμφανίστηκαν με τον ίδιο τρόπο.

Τέλος, τα παιδιά ρωτήθηκαν «ποιος τρόπος τους άρεσε πιο πολύ» και δήλωσαν τα περισσότερα (12) το κινητό, χωρίς να διακρίνουν ανάμεσα στις δύο εφαρμογές. Από τα συμπραζόμενα φαίνεται να προτίμησαν την εφαρμογή Blue-Bot (σαν τηλεκατευθυνόμενο παιχνίδι). Ακολούθησε η επιλογή των ενσωματωμένων στο ρομπότ κουμπιών (5 παιδιά) και τα πλακίδια (3 παιδιά). Στις περισσότερες περιπτώσεις δήλωσαν ότι η επιλογή τους ήταν και η πιο εύκολη για τον προγραμματισμό του ρομπότ, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις οι δηλώσεις ήταν αντιφατικές. Λόγω έλλειψης χρόνου δε διερευνήθηκε παραπάνω το ζήτημα αυτό.

## Συμπεράσματα

Το πρώτο σαφές συμπέρασμα που προκύπτει είναι η δυσκολία των παιδιών μέχρι το 5<sup>ο</sup> έτος τους να κατανοήσουν χωρικές έννοιες, όπως αναφέρεται και βιβλιογραφικά (Bratitis & Louki, 2011). Το δεύτερο είναι ότι τα παιδιά μπορούν να αναγνωρίσουν την προτεινόμενη διαδρομή εύκολα. Όμως, όταν κλήθηκαν να προγραμματίσουν το ρομπότ αντιμετώπισαν δυσκολίες, διαφορετικές σε κάθε περίπτωση.

Χρησιμοποιώντας τα κουμπιά πάνω στο ρομπότ αντιμετώπιζαν δυσκολίες λόγω προσανατολισμού, όταν έπρεπε να προβάλλουν τον εαυτό τους στη θέση του ρομπότ. Με τα πλακίδια μπορούσαν να κατανοήσουν ευκολότερα τα βήματα που έπρεπε να κάνει το ρομπότ, αφού τα αντιμετώπιζαν ένα ένα και δεν υπήρχε η ανάγκη να προβλέψουν όλες τις κινήσεις τους. Αυτό όμως δεν έδειξε να τα βοηθάει να καταλάβουν μακροπρόθεσμα πώς προγραμματίζεται η κίνησή του στο σύνολό της. Την περίπτωση της χρήσης του κινητού, όταν το ρομπότ χρησιμοποιήθηκε ως τηλεκατευθυνόμενο παιχνίδι, σχεδόν όλα τα παιδιά ανταποκρίθηκαν άριστα, ενώ με την εναλλακτική εφαρμογή αντιμετώπισαν δυσκολίες.

Συμπερασματικά, φαίνεται ότι η εφαρμογή του «τηλεκατευθυνόμενου» ρομπότ μπορεί να αξιοποιηθεί όταν η διδακτική προσέγγιση αφορά κυρίως γνωστικό αντικείμενο άλλο από τη πληροφορική και τον προγραμματισμό, αφού η δυσκολία του χωρικού προσανατολισμού και της σχεδίασης αλγορίθμου εξαφανίζεται. Άλλωστε, πολλές καταγεγραμμένες διδακτικές προσεγγίσεις με το BeeBot είναι αυτού του τύπου. Η χρήση των πλακιδίων και του reader φαίνεται ότι είναι πιο κατάλληλη για τις πρώτες απόπειρες προγραμματισμού, αφού η τοποθέτησή τους στις διαχωριστικές γραμμές δείχνει να βοηθά στην κατανόηση της εκάστοτε εντολής (π.χ. βελάκι «μπροστά» στη γραμμή ανάμεσα σε δύο τετράγωνα σημαίνει μετακίνηση από το ένα στο άλλο). Ο προγραμματισμός με τα ενσωματωμένα κουμπιά φάνηκε να προτιμάται από αρκετά παιδιά λόγω άμεσης επαφής με το ρομπότ, ενώ η χρήση της εφαρμογής με το εικονικό ρομπότ φαίνεται να είναι κατάλληλη για παιδιά 6 ετών και άνω. Η ηλικία αυτή αντιστοιχεί στα νήπια που είναι γεννημένα στην αρχή της χρονιάς και σε παιδιά του δημοτικού, φυσικά. Συνεπώς, για τις πρώτες επαφές παιδιών με το BlueBot φαίνεται ότι

ενδεικνύεται η χρήση της εφαρμογής Blue-Bot (ηλεκτρονικό). Το επόμενο βήμα φαίνεται να είναι καλύτερο να γίνει με τα πλακίδια και τον tactile reader, με το προγραμματισμό με τα ενσωματωμένα κουμπιά και την εφαρμογή Blue-Bot Remote να αποτελούν αντίστοιχα τα επόμενα λογικά βήματα.

Σε κάθε περίπτωση όμως, απαιτείται μεγαλύτερο δείγμα για τη γενίκευση των συμπερασμάτων αυτών, μιας και το δείγμα ήταν πολύ μικρό. Όμως η ομοιότητα των παρατηρήσεων σε όλα τα παιδιά της κάθε ηλικιακής ομάδας (προνήπια, νήπια γεννημένα στην αρχή και το τέλος της χρονιάς) φαίνεται να ισχυροποιεί τις παρατηρούμενες ενδείξεις.

## Αναφορές

- Bratitsis, T., Louki, E. (2011). Spatial sense and preschoolers: A teaching approach using the Scratch software. In D. Sampson, M. Spector, D. Ifenthaler, P. Isaias (Eds.), *IADIS International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age - CELDA 2011* (pp. 284-287), Rio de Janeiro, Brazil.
- Depover, C., Karsenti, T., & Κόμης, Β. (2010). *Διδασκαλία με τη χρήση της τεχνολογίας*. Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος.
- Γαρταγάνη, Β., Κόκουλη, Β., Πατλή, Β., & Χατζή, Α. (2012). *Διαδρομές, κίνηση στο χώρο και μετρήσεις μήκους με προγραμματισμό της Beebot*. Ανακτήθηκε στις 10 Μαΐου 2018 από <http://digitallearning.ece.uth.gr/ltme/?q=node/328>
- Γιαννακού, Ι. (2013). Εκπαιδευτικές δραστηριότητες με Bee-bots στην έκθεση «Αβαξ-πλευρές της Ιστορίας των υπολογιστών στην Ελλάδα». Στο Α. Λαδιάς, Α. Μικρόπουλος, Χ. Παναγιωτακόπουλος, Φ. Παρασκευά, Π. Πιντέλας, Π. Πολίτης, Σ. Ρετάλης, Δ. Σάμψων, Ν. Φαχαντίδης, & Α. Χαλκίδης (επιμ.), *Πρακτικά Εργασιών 3<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου «Ένταξη των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία» της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης ΤΠΕ στην Εκπαίδευση (ΕΤΠΕ)*. Πειραιάς: Πανεπιστήμιο Πειραιώς.
- Κοκκόση, Α., Μισορλή Α., Λαβίδας, Κ., & Κόμης, Β. (2014). Μελέτη των αναπαραστάσεων παιδιών προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας για έννοιες κατεύθυνσης και προσανατολισμού μέσα από τη χρήση του προγραμματιζόμενου παιχνιδιού Bee-bot. Στο Π. Αναστασιάδης, Ν. Ζαράνης, Β. Οικονομίδης & Μ. Καλογιαννάκης, (Επιμ.). *Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*. Ρέθυμνο: Πανεπιστήμιο Κρήτης.
- Κοροσίδου, Ε., & Μπράττιτσης, Θ. (2012). Εφαρμογή του Scratch και χρήση του BeeBot στην τάξη εκμάθησης της Αγγλικής ως ξένης γλώσσας. Στο Χ. Καραγιαννίδης, Π. Πολίτης & Η. Καρασαββίδης (επιμ.). *Πρακτικά Εργασιών 8<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Τεχνολογίες της Πληροφορίας & Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση»* (σ. 164-167), Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Μισορλή, Α., & Κόμης, Β. (2012). Αναπαραστάσεις των παιδιών προσχολικής ηλικίας για το προγραμματιζόμενο παιχνίδι Bee-Bot. *Πρακτικά 6<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτικής της Πληροφορικής»* (σ. 331-340), Φλώρινα.
- Μπελεσιώτης, Β., & Κόκκινος, Σ. (2012). *Εκπαιδευτική ρομποτική και Arduino*. 4th Conference on Informatics in Education, 493-501.
- Τσιγγίδου, Σ. (2016). «Χρήση προγραμματιζόμενων παιχνιδιών στην προσχολική εκπαίδευση: Η περίπτωση του Bee-bot». Στο Ι. Σαλονικίδης (επιμ.). *Πρακτικά 4<sup>ου</sup> Πανελληνίου Εκπαιδευτικού Συνεδρίου Κεντρικής Μακεδονίας για τις ΤΠΕ*. Θεσσαλονίκη.
- ΥΠΔΒΜΘ (20011). *Πρόγραμμα Σπουδών Νηπιαγωγείου 2011*. Πράξη «ΝΕΟ ΣΧΟΛΕΙΟ (Σχολείο 21ου αιώνα) - Νέο πρόγραμμα Σπουδών, στους Άξονες Προτεραιότητας 1,2,3 - Οριζόντια Πράξη», με κωδικό MIS 295450, Υπόεργο 1: «Εκπόνηση Προγραμμάτων Σπουδών Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και οδηγών για τον εκπαιδευτικό «Εργαλεία Διδακτικών Προσεγγίσεων». Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο
- Φράγκου, Σ. (20090). Εκπαιδευτική ρομποτική: παιδαγωγικό πλαίσιο μεθοδολογία ανάπτυξης διαθεματικών συνθετικών εργασιών. Στο Μ. Γρηγοριάδου, Α. Γόγολου, Ε. Γουλή, Κ. Γλέζου, Γ. Τσαγκάνου, Ε. Κανίδης, Δ. Δουκάκης, Σ. Φράγκου & Η. Βεργίνης. *Διδακτικές Προσεγγίσεις και Εργαλεία για τη Διδασκαλία της Πληροφορικής*. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 475-490.

## Αντιλήψεις, πεποιθήσεις και στάσεις εκπαιδευτικών Πληροφορικής για την Υπολογιστική Σκέψη

Σταυρούλα Πραντσούδη<sup>2</sup>, Γεώργιος Φεσάκης<sup>1</sup>, Ελισάβετ Μαυρουδή<sup>2</sup>

psemtdt16023@aegean.gr, gfesakis@aegean.gr, elmavroudi@aegean.gr

<sup>1</sup> Αναπληρωτής Καθηγητής Τ.Ε.Π.Α.Ε.Σ. - Πανεπιστήμιο Αιγαίου

<sup>2</sup> Εκπαιδευτικός ΠΕ86-Ερευνήτρια, Πανεπιστήμιο Αιγαίου/LTEE

### Περίληψη

Η αξιοποίηση της Υπολογιστικής Σκέψης και η ενσωμάτωσή της στην εκπαίδευση αποτελούν σύγχρονα ζητήματα, για την αντιμετώπιση των οποίων είναι απαραίτητη η κατάλληλη επιμόρφωση των ενεργών και προετοιμασία των υποψηφίων εκπαιδευτικών. Η υιοθέτηση της ΥΣ ως καινοτομίας εξαρτάται από τις στάσεις, τις αντιλήψεις και τις πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών. Η μελέτη των χαρακτηριστικών αυτών, στην περίπτωση των εκπαιδευτικών Πληροφορικής στην Ελλάδα, αποτέλεσε στόχο της παρούσας έρευνας, μαζί με την εκτίμηση της πρόθεσής τους να επιμορφωθούν και να ενσωματώσουν την ΥΣ στη διδακτική τους πρακτική. Για τη θεωρητική υποστήριξη της έρευνας χρησιμοποιείται το Μοντέλο Αποδοχής της Τεχνολογίας. Από τα ευρήματα προκύπτει αυξημένο ενδιαφέρον της πλειοψηφίας των εκπαιδευτικών για την ΥΣ, σχετική πρόθεση επιμόρφωσης και ενσωμάτωσής της στη διδακτική πρακτική, αλλά και εννοιολογικές παρανοήσεις και αρνητικές τοποθετήσεις οι οποίες χρήζουν περαιτέρω μελέτης και αντιμετώπισης. Τα ευρήματα της έρευνας μπορούν να αξιοποιηθούν για την αποτελεσματικότερη προετοιμασία κάθε προσπάθειας ενσωμάτωσης της ΥΣ στην εκπαίδευση.

**Λέξεις κλειδιά:** υπολογιστική σκέψη, πεποιθήσεις, αντιλήψεις, στάσεις, επιμόρφωση εκπαιδευτικών

### Εισαγωγή

Η ενσωμάτωση της Πληροφορικής στην εκπαίδευση αποτελεί επιτακτικό πρόβλημα που απασχολεί την εκπαιδευτική και ερευνητική κοινότητα διεθνώς, καθώς η Πληροφορική έχει τοποθετηθεί πρόσφατα στο κέντρο του ενδιαφέροντος σε πολλές χώρες, ως βασικό στοιχείο της εκπαιδευτικής προσέγγισης STEM (Henderson, et al., 2007). Η έννοια της Υπολογιστικής Σκέψης (ΥΣ) έχει προταθεί ως εννοιολογικό όχημα που θα διευκολύνει τον διάλογο για τον ρόλο της Πληροφορικής στην εκπαίδευση. Η ΥΣ αναδεικνύεται σε ικανότητα κλειδί για την μελλοντική επιστημονική και τεχνολογική πρόοδο, και αναγνωρίζεται πλέον ως επιτακτική η ανάγκη εξοικείωσης των μαθητών με τις υπολογιστικές ιδέες στα πλαίσια της βασικής εκπαίδευσης (CSTA & ISTE, 2011). Πλήθος πρωτοβουλιών έχουν αναπτυχθεί διεθνώς για την προώθηση της ΥΣ στην εκπαίδευση και την παραγωγή αντίστοιχου εκπαιδευτικού υλικού (Grover & Pea, 2013). Σύντομα, ωστόσο, έγινε κατανοητό ότι η κατάλληλη προετοιμασία των εκπαιδευτικών αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες επιτυχίας οποιασδήποτε προσπάθειας να αξιοποιηθεί η παιδαγωγική δυναμική της ΥΣ (Yadav et al., 2011; 2014). Χαρακτηριστικά, ο Cuny (2011) υποστηρίζει ότι η κατάλληλη προετοιμασία και υποστήριξη των εκπαιδευτικών αποτελεί μεγαλύτερη πρόκληση από αυτή της ανάπτυξης του κατάλληλου Προγράμματος Σπουδών (ΠΣ). Προκειμένου, λοιπόν, να ενσωματωθεί η ΥΣ στο ΠΣ της βασικής εκπαίδευσης, είναι αναγκαία η κατάλληλη προετοιμασία των εκπαιδευτικών για την ενσωμάτωσή της στις καθημερινές παιδαγωγικές τους δραστηριότητες (Lye & Koh, 2014).

Σύμφωνα με την Θεωρία της Αιτιολογημένης Δράσης (Theory of Reasoned Action - TRA) (Ajzen & Fishbein 1980; Fishbein & Azjen, 1975) και το Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας που



αποτελεί εξέλιξη της (Technology Acceptance Model-TAM) (Davis, 1989), η επιτυχία κάθε προσπάθειας ενσωμάτωσης της ΥΣ στην εκπαίδευση εξαρτάται από τις στάσεις και τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με αυτή. Οι αντιλήψεις και στάσεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τη διδασκαλία και τη μάθηση, εξάλλου, επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τις διδακτικές πρακτικές που αυτοί υιοθετούν, καθώς και τα μαθησιακά αποτελέσματα που προκύπτουν (Brown, 2004).

Αντικείμενο της παρούσας έρευνας αποτέλεσε η διερεύνηση των αντιλήψεων, πεποιθήσεων, στάσεων και προθέσεων σχετικά με την ΥΣ, των εκπαιδευτικών Πληροφορικής (κλάδων ΠΕ19 και ΠΕ20, οι οποίοι κατά τη διάρκεια διενέργειας της έρευνας ενοποιήθηκαν στον κλάδο ΠΕ86 (Ν. 4521/ΦΕΚ 38/02-03-2018)) που διδάσκουν στην Ελλάδα, σε σχολεία όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης. Σκοπός της εργασίας είναι να συμβάλει στην αποτελεσματικότερη οργάνωση της επιμόρφωσης των ενεργών εκπαιδευτικών και της προετοιμασίας των υποψήφιων εκπαιδευτικών για την ενσωμάτωση της ΥΣ στην εκπαίδευση. Στις ενότητες που ακολουθούν παρουσιάζεται η έννοια της ΥΣ όπως την προσεγγίζουν οι συγγραφείς, στοιχεία από το θεωρητικό πλαίσιο για την νοηματοδότηση της έρευνας, ακολουθούν βασικά ευρήματα από τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών σε ερωτηματολόγιο και τέλος σύνοψη και συζήτηση των αποτελεσμάτων.

### **Η έννοια της Υπολογιστικής Σκέψης και η εκπαίδευση**

Στην ενότητα αυτή αναλύεται η εννοιολογική προσέγγιση του όρου ΥΣ, όπως υιοθετείται από τους συγγραφείς, προκειμένου να γίνει περισσότερο κατανοητή η ερμηνεία των ευρημάτων για τις αντιλήψεις και τις παρανοήσεις των εκπαιδευτικών σε σχέση αυτή. Ο όρος «Υπολογιστική Σκέψη» εισάγεται αρχικά από τον πρωτοπόρο Seymour Papert (1980) στο πλαίσιο των ερευνών του σχετικά με την επιρροή του προγραμματισμού με γλώσσα LOGO στην ανάπτυξη της σκέψης των παιδιών (Μαυρουδή κ.ά, 2014). Το 2006, η Wing στο άρθρο της με τίτλο «Computational Thinking» (Wing, 2006) όρισε την ΥΣ ως την «ικανότητα επίλυσης προβλημάτων, σχεδιασμού συστημάτων και κατανόησης της ανθρώπινης συμπεριφοράς, βασισμένη σε έννοιες θεμελιώδεις για την Πληροφορική», και υποστήριξε ότι η ΥΣ αποτελεί βασική ικανότητα που θα πρέπει να αναπτύξουν όλοι οι εγγράμματοι πολίτες στην υποχρεωτική εκπαίδευση, συμπληρωματικά με την ανάγνωση, την γραφή και την αριθμητική. Από τότε που η Wing πρότεινε τον όρο ΥΣ ως εννοιολογικό εργαλείο αποσαφήνισης του ρόλου της Πληροφορικής στην γενική εκπαίδευση έχει αναπτυχθεί εκτεταμένος επιστημονικός διάλογος για το περιεχόμενο της έννοιας (π.χ. NRC 2010; Barr & Stephenson, 2011; Grover & Pea, 2013; Kalelioglu et al., 2016), χωρίς ωστόσο να υπάρχει ακόμη κοινά αποδεκτός ορισμός (Rose et al., 2017; Weintrop et al., 2016). Η επιστημονική κοινότητα αναγνωρίζει πλέον ότι η ΥΣ είναι μια πολυδιάστατη έννοια που περιλαμβάνει, ως επιμέρους συνιστώσες, σημαντικές έννοιες, μεθόδους και πρακτικές που αξιοποιούν οι επιστήμονες της Πληροφορικής για να επιλύσουν υπολογιστικά προβλήματα που προκύπτουν σε διάφορα επιστημονικά πεδία ή στην καθημερινή ζωή (Fessakis et al. 2018; Riley & Hunt, 2014, Denning, 2015).

Συνοπτικά, στο πλαίσιο το παρόντος η ΥΣ νοείται ως η εφαρμογή μεθόδων και πρακτικών της Πληροφορικής ως επιστημολογικά εργαλεία για την επίλυση προβλημάτων και την παραγωγή γνώσης σε άλλα επιστημονικά πεδία, όπως τα Εφαρμοσμένα Μαθηματικά. Στην κοινότητα των επιστημόνων Πληροφορικής η έννοια ΥΣ μπορεί να θεωρείται περισσότερο οικεία, αφού εντοπίζεται στη σύνδεση εννοιών της Πληροφορικής που είναι δομικές για την ΥΣ με άλλα πεδία του ΠΣ. Ωστόσο, στους εκπαιδευτικούς άλλων ειδικοτήτων της Κ-12 εκπαίδευσης, στελέχη της εκπαιδευτικής πολιτικής και υπεύθυνους προετοιμασίας των υποψήφιων εκπαιδευτικών υπάρχει ακόμη σύγχυση για την ακριβή σημασία του όρου (Yadav et al., 2014).

### **Στάσεις, πεποιθήσεις και συμπεριφορά εκπαιδευτικών έναντι της ΥΣ**

Σύμφωνα με τη Θεωρία της Αυτιολογημένης Δράσης (TRA) των Ajzen και Fishbein (1980), η πιθανότητα εμφάνισης συγκεκριμένης συμπεριφορά επηρεάζεται από τις στάσεις και τις πεποιθήσεις του ατόμου για τη συμπεριφορά αυτή. «Στάση» (attitude) του ατόμου έναντι συμπεριφοράς, νοείται η συνολική θετική ή αρνητική αξιολόγηση του ατόμου για τη συμπεριφορά αυτή. «Πεποιθήσεις» (beliefs) ονομάζονται οι εσωτερικές δομές που βοηθούν το άτομο να ερμηνεύει τις εμπειρίες του και, ως εκπαιδευτικός, να προσδιορίζει τις διδακτικές πρακτικές του (Nespor, 1987; Rajares, 1992). Οι στάσεις και πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών μπορούν να επηρεάσουν σε μεγάλο βαθμό τη διδακτική τους πρακτική και την εκπαιδευτική διαδικασία και για τον λόγο αυτό αποτελούν αντικείμενο διερεύνησης.

Η TRA εμπλουτίστηκε με την υπόθεση ότι η υιοθέτηση μιας συμπεριφοράς ή μιας τεχνολογίας εξαρτάται από την εκτιμώμενη ευκολία εφαρμογής/χρήσης και την εκτιμώμενη χρησιμότητά της, δημιουργώντας το Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας (TAM) (Davis, 1989). Το TAM περιλαμβάνει τέσσερις δομές: *την εκτιμώμενη ευκολία χρήσης* - δηλαδή τον «βαθμό στον οποίο ένα άτομο πιστεύει ότι η χρήση ενός συγκεκριμένου συστήματος δεν απαιτεί προσπάθεια», *την εκτιμώμενη χρησιμότητα* - δηλαδή τον «βαθμό στον οποίο ένα άτομο πιστεύει ότι η χρήση ενός συγκεκριμένου συστήματος θα βελτιώνει την επαγγελματική του απόδοση», *τη στάση ως προς τη χρήση* - δηλαδή το γενικότερο αίσθημα ευαρέσκειας ή δυσαρέσκειας ως προς τη χρήση ενός συγκεκριμένου συστήματος (Fishbein & Azjen, 1975) και *την πρόθεση συμπεριφοράς* - δηλαδή την υποκειμενική πιθανότητα ένα άτομο να χρησιμοποιήσει ένα συγκεκριμένο σύστημα (Fishbein & Azjen, 1975).

Όπως είναι φυσικό, το παραπάνω θεωρητικό πλαίσιο έχει ήδη εφαρμοστεί διεθνώς για την διερεύνηση της πρόθεσης των εκπαιδευτικών να ενσωματώσουν την ΥΣ στην εκπαιδευτική τους πρακτική. Έτσι, σε πρόσφατη έρευνα του Ling και των συνεργατών του με δείγμα 159 εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στη Μαλαισία, βρέθηκε θετική στάση έναντι της ΥΣ, αυξημένη εκτιμώμενη ευκολία και πρόθεση ενσωμάτωσής της από την πλειοψηφία των εκπαιδευτικών, παράλληλα όμως με παρανοήσεις κατανόησης της ΥΣ από τους περισσότερους εκπαιδευτικούς (Ling et al., 2017). Παρόμοια έρευνα στην Ιταλία ανέδειξε σύγχυση στην αντίληψη της έννοιας της ΥΣ μεταξύ των εκπαιδευτικών, οι οποίοι ωστόσο κατάφεραν να την αποσυνδέσουν από την χρήση τεχνολογίας (Corradini et al., 2017). Τέλος, σε έρευνα των Yadav, Gretter, Good, & McLean (2017), υποψήφιοι εκπαιδευτικοί φάνηκε να έχουν υπεραπλουστευμένες αντιλήψεις σχετικά με την ΥΣ και να την συγχέουν συχνά με την χρήση τεχνολογίας και την μαθηματική σκέψη. Γενικά φαίνεται να υπάρχει θετική προδιάθεση έναντι της ΥΣ, ίσως και εξαιτίας της προώθησής της ως καινοτομίας στην διεθνή εκπαιδευτική κοινότητα, ωστόσο οι αντιλήψεις και το επίπεδο κατανόησης των εκπαιδευτικών για την ΥΣ διαπιστώνονται προβληματικά, δημιουργώντας κινδύνους για την ποιότητα του Προγράμματος Σπουδών στην τάξη (Fessakis et al., 2018). Στον τομέα της διερεύνησης των στάσεων και αντιλήψεων για την ΥΣ των εκπαιδευτικών στην Ελλάδα, διαπιστώνεται κενό.

### **Ερευνητικό μέρος**

Σκοπός της έρευνας είναι η συμβολή στην υποστήριξη της αξιοποίησης της ΥΣ στην Εκπαίδευση. Στόχος της έρευνας είναι η, βάσει του TAM, εκτίμηση της πρόθεσης επιμόρφωσης και ενσωμάτωσης της ΥΣ από τους εκπαιδευτικούς Πληροφορικής στην Ελλάδα, μέσω της διερεύνησης των σχετικών στάσεων και πεποιθήσεών τους, καθώς και η ανίχνευση των αντιλήψεών τους για το περιεχόμενο της έννοιας ΥΣ. Ειδικότερα, μέσα από ειδικά σχεδιασμένο ερωτηματολόγιο καταγράφονται οι απόψεις των εκπαιδευτικών για την

ευκολία ενσωμάτωσης και την χρησιμότητα της ΥΣ, οι στάσεις τους έναντι του ενδεχόμενου να επιμορφωθούν ή να διδάξουν ΥΣ και οι αντιλήψεις τους για το εννοιολογικό της περιεχόμενο. Το ερωτηματολόγιο δημιουργήθηκε στην υπηρεσία Google Forms και εστάλη ηλεκτρονικά, μέσω των Σχολικών Συμβούλων Πληροφορικής, στους περίπου 6000 εκπαιδευτικούς ΠΕ19/20 της χώρας. Συγκεντρώθηκαν 136 έγκυρες απαντήσεις, αριθμός ικανοποιητικός για έρευνες τάσης με ερωτηματολόγιο (survey research) (Yount, 2006). Κάποια από τα πιο βασικά ευρήματα παρουσιάζονται στις επόμενες ενότητες.

### Ερευνητικά αποτελέσματα

**Δημογραφικά στοιχεία του δείγματος:** Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 136 εκπαιδευτικοί (54.41% άνδρες και 45.59% γυναίκες) διαφόρων ηλικιών (40.44% 31-40 ετών, 45.59% 41-50 ετών, 13.97% >50 ετών). Σχετικά με τις ειδικότητες, 69.85% ήταν ΠΕ19 και 30.15% ΠΕ20. Η κατανομή των εκπαιδευτικών στις βαθμίδες εκπαίδευσης που υπηρετούσαν όταν απάντησαν είναι η εξής: (24.26% Α/θμια, 69.85% Β/θμια, 3.68% Α/θμια & Β/θμια και 2.21% Γ/θμια). Από τα δημογραφικά στοιχεία των συμμετεχόντων μπορούμε να θεωρήσουμε ότι το δείγμα είναι αρκετά αντιπροσωπευτικό ως προς τις βασικές διαστάσεις του (Φύλο, Ειδικότητα, Ηλικία), ωστόσο από τις απαντήσεις τους συνολικά, οι εκπαιδευτικοί του δείγματος φαίνεται να έχουν αυξημένο ενδιαφέρον για την ΥΣ.

*Πως αντιλαμβάνονται οι ΠΕ19/20 την έννοια ΥΣ:* Για την διερεύνηση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών σχετικά με την έννοια της ΥΣ τέθηκε το ανοικτό ερώτημα: **E06. Κατά την άποψή μου, Υπολογιστική σκέψη είναι...** Οι απαντήσεις κωδικοποιήθηκαν σε κατηγορίες και συνοψίζονται στον Πίνακα 1.

#### Πίνακας 5: Αντιλήψεις εκπαιδευτικών σχετικά με την ΥΣ

| A/A | Κατά την άποψή μου, Υπολογιστική σκέψη είναι:          | Συχνότητα | %     |
|-----|--|-----------|-------|
| 1   | Αλγοριθμική επίλυση προβλήματος                        | 38        | 27.94 |
| 2   | Τρόπος σκέψης για επίλυσης προβλημάτων                 | 25        | 18.38 |
| 3   | Τρόπος σκέψης για επίλυσης προβλημάτων με Η/Υ          | 16        | 11.76 |
| 4   | Επίλυση προβλήματος όπως ένας επιστήμονας Πληροφορικής | 13        | 9.56  |
| 5   | Λογική επίλυση προβλήματος                             | 8         | 5.88  |
| 6   | Αναλυτική ικανότητα                                    | 5         | 3.68  |
| 7   | Προγραμματισμός ΗΥ                                     | 2         | 1.47  |
| 8   | Λογική οργάνωση & ανάλυση δεδομένων                    | 1         | 0.74  |
| 9   | Μαθηματική σκέψη                                       | 1         | 0.74  |
| 10  | Συστημική σκέψη  | 1         | 0.74  |
| 11  | Επιστημολογική μέθοδος                                 | 2         | 1.47  |
| 12  | Δεξιότητες για την ψηφιακή εποχή                       | 8         | 5.88  |
| 13  | Κατανόηση της λειτουργίας του ΗΥ                       | 2         | 1.47  |
| 14  | Ικανότητα αριθμητικών υπολογισμών                      | 1         | 0.74  |
| 15  | Ασαφής   | 10        | 7.35  |
| 16  | Δεν Απάντησε (ΔΑ)                                      | 3         | 2.21  |

Από τον Πίνακα 1 φαίνεται ότι οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί συνδέουν την ΥΣ με κάποια μέθοδο επίλυσης προβλημάτων (100/136; 73.52%) (ΑΑ: 1-5), άλλοι την συγχέουν με κάποια από τις διαστάσεις της (10/136; 7.37%) (ΑΑ:6-10), ενώ μόνο 2/136 (1.47%) εντοπίζουν την επιστημολογική χρήση της. Οι άστοχες απαντήσεις (ΑΑ:12-14) και οι ασαφείς ή κενές συγκεντρώνουν σημαντική συχνότητα (24/136; 17.65%). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η κατηγορία των συμμετεχόντων που απάντησαν ότι η ΥΣ αφορά την επίλυση προβλήματος όπως θα γινόταν από επιστήμονες Πληροφορικής (13/136; 9.56%) (ΑΑ:4). Για τη συσχέτιση των δημογραφικών μεταβλητών με τις απαντήσεις στην παραπάνω ερώτηση, η διερεύνηση με τον έλεγχο  $\chi^2$  έδειξε ανεξαρτησία μεταξύ τους. Συνοψίζοντας, οι απόψεις των εκπαιδευτικών μπορούν να χαρακτηριστούν ανεπιτυγμένες, αν και δεν λείπουν οι παρανοήσεις και οι ανεπάρκειες.

*Πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών ΠΕ19/20 για την ΥΣ:* Για την καταγραφή των πεποιθήσεων των εκπαιδευτικών σε σχέση με την ΥΣ, κλήθηκαν να χαρακτηρίσουν ως ορθές ή λανθασμένες τις 17 προτάσεις που φαίνονται στον Πίνακα 2 (Cronbach's alpha:=0.6268). Παρουσιάζονται οι συχνότητες με τις οποίες χαρακτηρίστηκαν ορθές οι προτάσεις. Για τον εντοπισμό ομάδων εκπαιδευτικών με ερμηνεύσιμη ομοιομορφία στις πεποιθήσεις του Πίνακα 2 εφαρμόστηκε ανάλυση συστάδων με το κριτήριο Determinant(W) και εντοπίστηκαν 2 κλάσεις, με διακύμανση εντός των κλάσεων 90.09% και μεταξύ αυτών 9.91%. Η δεύτερη κλάση περιλαμβάνει όσους, σε αντίθεση με την πρώτη, επιλέγουν πιο συχνά τις P4, P5, P6, P8, P9 και P11 (55/136 άτομα). Τα άτομα της ομάδας αυτής αντιλαμβάνονται τη δημιουργική φύση της ΥΣ και την θεωρούν εργαλείο παραγωγής γνώσης σε διάφορα επιστημονικά πεδία, παρομοιάζοντας την ΥΣ με τα εφαρμοσμένα μαθηματικά.

#### **Πίνακας 6: Πεποιθήσεις - αντιλήψεις εκπαιδευτικών σχετικά με την ΥΣ**

| <b>E14. Ποιες από τις προτάσεις θεωρείτε ότι ισχύουν σχετικά με την ΥΣ;</b> |  | <b>f</b> | <b>%</b> |
|---|--|----------|----------|
| P1  | Η ΥΣ είναι η κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των υπολογιστών.               | 122      | 89.71    |
| P2  | Η ΥΣ είναι η χρήση λογικής σκέψης για την επίλυση προβλημάτων.               | 120      | 88.24    |
| P14   | Συνδέεται με διάφορα επ. π. & μπορεί να διδαχθεί με ποικίλα γνώστ. αντικείμ. | 98       | 72.06    |
| P3  | Η ΥΣ συνδέεται με την κριτική σκέψη.   | 92       | 67.65    |
| P5  | Η ΥΣ προάγει τη δημιουργικότητα και την καινοτομία.                          | 88       | 64.71    |
| P6  | Η ΥΣ παρέχει νέους τρόπους επίλυσης προβλημάτων.                             | 83       | 61.03    |
| P9  | Αφορά την εφαρμογή αρχ. Πλ/κής στην επίλυση προβλ. σε άλλους επ. τομείς.     | 72       | 52.94    |
| P7  | Δίνει περ. έμφαση στη δημιουργία γνώσης, παρά στην απ. χρήση πλ/ρίας.        | 69       | 50.74    |
| P12   | Προσφέρει τρόπους αντιμετώπισης φυσικών, κοινωνικών κ.ά. φαινομένων.         | 57       | 41.91    |
| P4  | Η ΥΣ ταυτίζεται με τη μαθηματική σκέψη.                                      | 55       | 40.44    |
| P11   | Περιλαμβάνει χρήση μαθηματικών υπολογισμών για την επ. προβλημάτων.          | 51       | 37.50    |
| P10   | Περιλαμβάνει αφαίρεση γεν. αρχών και εφαρμογή τους σε άλλες καταστάσεις.     | 49       | 36.03    |
| P8  | Αποτελεί μια μέθοδο παραγωγής γνώσης, όπως το πείραμα στις θετ. επιστήμες.   | 34       | 25.00    |
| P13   | Είναι ανεξαρ/το διδ/κό αντικείμενο δεν συνδέεται με άλλα μαθήματα του ΠΣ.    | 11       | 8.09     |
| P15   | Συνδέεται μόνο με την Πλ/κή και μπορεί να διδαχθεί μόνο στο πλαίσιο αυτής    | 11       | 8.09     |
| P17   | ΥΣ μπορούν να αναπτύξουν μόνο μαθητές με προηγούμενη γνώση Πλ/κής.           | 3        | 2.21     |
| P16   | Μπορεί να διδαχθεί μόνο σε μαθητές με υψηλό επίπεδο μαθ/κών γνώσεων.         | 2        | 1.47     |

*Στάση των εκπαιδευτικών έναντι της ενσωμάτωσης της ΥΣ στην εκπαίδευση:* Για την εκτίμηση της πρόθεσης ενσωμάτωσης της ΥΣ και της **στάσης** των εκπαιδευτικών έναντι του ενδεχομένου να ενσωματώσουν ΥΣ στην εκπαιδευτική τους πρακτική, τέθηκε το ερώτημα: **E21. Με ενδιαφέρει η ενσωμάτωση της ΥΣ στη διδασκαλία μου.** Η κατανομή των απαντήσεων στην πεντάβαθμη κλίμακα Likert [1-Διαφωνώ απόλυτα, 5-Συμφωνώ απόλυτα] είναι η εξής: (**1:** 1 ή 0.74%, **2:** 0 ή 0%, **3:** 6 ή 4.41%, **4:** 33 ή 24.26% και **5:** 96 ή 70.59%). Εκτελώντας τον έλεγχο  $\chi^2$  προσαρμογής προς την κανονική κατανομή  $N(\mu=4.64, \sigma=0.64)$ , διαπιστώνεται ότι η κατανομή της E21 διαφέρει σημαντικά [ $\chi^2(2, N=136)=1398.14, p<0.05$ ] από την κανονική και οι εκπαιδευτικοί που απάντησαν 5 είναι σημαντικά περισσότεροι από τους αναμενόμενους. Επομένως ενισχύεται η υπόθεση ότι οι εκπαιδευτικοί που απάντησαν στην έρευνα έχουν αυξημένο ενδιαφέρον για την ΥΣ σε σχέση με τον συνολικό πληθυσμό.

Για την εκτίμηση της άποψης των εκπαιδευτικών για την **χρησιμότητα**-σκοπιμότητα της ενσωμάτωσης της ΥΣ διατυπώθηκε το ερώτημα **E07. Η Υπολογιστική Σκέψη αποτελεί ικανότητα που θα πρέπει να αναπτύξουν οι μαθητές/τριες;** Η κατανομή των απαντήσεων στην πεντάβαθμη κλίμακα Likert [1-Διαφωνώ απόλυτα, 5-Συμφωνώ απόλυτα] έχει ως εξής: (**1:** 0 ή 0%, **2:** 0 ή 0%, **3:** 4 ή 2.94%, **4:** 30 ή 22.06% και **5:** 102 ή 75%). Η συντριπτική πλειοψηφία των εκπαιδευτικών (132/136; ~97.6%) έχει θετική στάση έναντι της ανάπτυξης της ΥΣ από τους μαθητές. Εκτελώντας τον έλεγχο  $\chi^2$  προσαρμογής προς την κανονική κατανομή  $N(\mu=4.72, \sigma=0.51)$ , διαπιστώνεται ότι η κατανομή της E07 διαφέρει σημαντικά [ $\chi^2(2, N=136)=17.97, p<0.05$ ] και συνεπώς όσοι απάντησαν 4 ή 5 είναι σημαντικά περισσότεροι.

Για την εκτίμηση της άποψης των εκπαιδευτικών για την **ευκολία ενσωμάτωσης** της ΥΣ στην εκπαιδευτική τους πρακτική τέθηκε το ερώτημα **E22**. *Μπορώ να ενσωματώσω την ΥΣ στη διδασκαλία μου*. Η κατανομή των απαντήσεων στην πεντάβαθμη κλίμακα Likert [1-Διαφωνώ απόλυτα, 5-Συμφωνώ απόλυτα] έχει ως εξής: (1: 1 ή 0.74%, 2: 1 ή 0.74%, 3: 33 ή 24.26%, 4: 37 ή 27.21% και 5: 64 ή 47.06%). Οι απαντήσεις στην ερώτηση E22 δείχνουν ότι ένα μεγάλο ποσοστό των εκπαιδευτικών του δείγματος (101/136; ~74.27%) θεωρούν ότι μπορούν να ενσωματώσουν την ΥΣ στην διδασκαλία τους. Ταυτόχρονα (33/136; ~24.26%) δεν φαίνονται τόσο σίγουροι, ενώ 2 διαφωνούν ή διαφωνούν απόλυτα. Εκτελώντας τον έλεγχο  $\chi^2$  προσαρμογής προς την κανονική κατανομή  $N(\mu=4.19, \sigma=0.88)$ , διαπιστώνεται η κατανομή E22 να διαφέρει σημαντικά [ $\chi^2(2, N=136)=22.0265, p<0.05$ ]. Ειδικότερα, όσοι απάντησαν 5 είναι σημαντικά περισσότεροι από τους αναμενόμενους, όπως και όσοι απάντησαν 3.

Για την εκτίμηση της **πρόθεσης επιμόρφωσης** σχετικά με την ΥΣ οι εκπαιδευτικοί απάντησαν στο ερώτημα: **E24**. *Θα ήθελα να επιμορφωθώ σχετικά με τις διδακτικές πρακτικές ενσωμάτωσης της ΥΣ στο διδακτικό μου αντικείμενο*. Η κατανομή των απαντήσεων στην πεντάβαθμη κλίμακα Likert [1-Διαφωνώ απόλυτα, 5-Συμφωνώ απόλυτα] έχει ως εξής: (1: 5 ή 3.68%, 2: 5 ή 3.68%, 3: 16 ή 11.76%, 4: 39 ή 28.68% και 5: 71 ή 52.21%). Εκτελώντας τον έλεγχο  $\chi^2$  προσαρμογής προς την κανονική κατανομή  $N(\mu=4.22, \sigma=1.03)$ , διαπιστώνεται ότι η κατανομή E24 διαφέρει σημαντικά [ $\chi^2(2, N=136)=42.4765, p<0.05$ ] και ότι όσοι απάντησαν 1 ή 5 είναι σημαντικά περισσότεροι από τους αναμενόμενους.

Τέλος, για την εκτίμηση της άποψης των εκπαιδευτικών σχετικά με την επάρκεια τους να διδάξουν ΥΣ τέθηκε το ερώτημα **E26**. *Η γνώση Πληροφορικής που κατέχω, λόγω ειδικότητας, είναι αρκετή για να διδάξω ΥΣ*. Η κατανομή των απαντήσεων στην πεντάβαθμη κλίμακα Likert [1-Διαφωνώ απόλυτα, 5-Συμφωνώ απόλυτα] έχει ως εξής: (1: 1 ή 0.74%, 2: 5 ή 3.68%, 3: 36 ή 26.47%, 4: 48 ή 35.29% και 5: 46 ή 33.82%). Εκτελώντας τον έλεγχο  $\chi^2$  προσαρμογής στην κανονική κατανομή  $N(\mu=3.98, \sigma=0.91)$ , διαπιστώνεται ότι η κατανομή της E26 διαφέρει οριακά σημαντικά [ $\chi^2(2, N=136)=6.0599, p=0.0483<0.05$ ] και ότι όσοι απάντησαν 3 είναι σημαντικά περισσότεροι από τους αναμενόμενους. Η εκτιμώμενη μέση τιμή  $\mu=3.98$  για τις απαντήσεις του πληθυσμού και η μικρή τυπική απόκλιση είναι επίσης ενδεικτικές της θετικής απάντησης των εκπαιδευτικών.

Ένα ερώτημα που προκύπτει στο σημείο αυτό είναι η περαιτέρω διερεύνηση του προφίλ των εκπαιδευτικών που επιθυμούν ή δεν επιθυμούν την επιμόρφωση. Ο έλεγχος  $\chi^2$  μεταξύ των δημογραφικών μεταβλητών: E01.Φύλο, E02.Ειδικότητα, E03.Ηλικία, E04.Βαθμίδα και των μεταβλητών στάσεων E21, E24 και E26 δεν απέδωσε κάποια στατιστικά σημαντική συσχέτιση. Σχετικά με το επίπεδο εκπαίδευσης και τις απαντήσεις στις E21, E24 και E26, η εφαρμογή του συντελεστή συσχέτισης Spearman έδειξε σημαντική συσχέτιση μόνο ανάμεσα στους πτυχιούχους ΤΕΙ και την επιθυμία για επιμόρφωση E24 ( $r_s=0.19, p<0.05$ ). Από την ανάλυση συστάδων k-means με κριτήριο Determinant (W) των απαντήσεων στις ερωτήσεις E21, E24 και E26 προκύπτουν τρεις διακριτές ομάδες εκπαιδευτικών. Η O1 με κεντρικό εκπρόσωπο τον ΕΚΠ15 και απαντήσεις (E21:5, E24:5, E26:4) συγκεντρώνει 72 άτομα θετικά στην επιμόρφωση, παρόλο που γενικά θεωρούν ότι οι γνώσεις τους επαρκούν. Η O2 με κεντρικό εκπρόσωπο τον ΕΚΠ29 και απαντήσεις (E21:5, E24:5, E26:3) συγκεντρώνει 40 άτομα που θέλουν να επιμορφωθούν, ενώ δεν είναι σίγουροι αν επαρκούν οι γνώσεις τους. Τέλος, η O3 με κεντρικό εκπρόσωπο τον ΕΚΠ21 και απαντήσεις (E21:5, E24:2, E26:4) συγκεντρώνει 24 άτομα που δεν επιθυμούν να επιμορφωθούν και γενικά θεωρούν ότι οι γνώσεις τους επαρκούν. Οι συγκεκριμένοι μάλλον χρειάζεται να πειστούν για την ανάγκη επιμόρφωσης, ή πρόκειται για ύπαρξη μεγάλου ποσοστού εκπαιδευτικών με ειδικές γνώσεις σχετικά με το θέμα.

Τέλος, στο ερώτημα **E30**. *Θα προτρέπατε τους/τις μαθητές/τριές σας να συμμετάσχουν σε διαγωνισμό σχετικό με την ΥΣ; η πλειοψηφία (110/136; 80.88%) δήλωσε Ναι, 23/136 (16.91%) απάντησαν Ίσως και 3/136 (02.21%) απάντησαν Όχι.*

### Συμπεράσματα

Στην παρούσα έρευνα εξετάστηκαν οι πεποιθήσεις και στάσεις των εκπαιδευτικών Πληροφορικής σχετικά με την ΥΣ, ως άξονας διερεύνησης της πρόθεσης συμπεριφοράς τους για την ενσωμάτωσή της στην εκπαίδευση. Οι εκπαιδευτικοί εμφανίζονται αισιόδοξοι σχετικά με την ικανότητά τους να ενσωματώσουν την ΥΣ στη διδακτική πρακτική τους, αφού πρώτα έχουν αναγνωρίσει τη σημασία της ως ικανότητα που θα πρέπει να αναπτύξουν οι μαθητές/τριες. Στους δυο αυτούς παράγοντες που εξετάστηκαν, τα αποτελέσματα ήταν θετικά σε βαθμό μεγαλύτερο του αναμενόμενου. Από τα δεδομένα φαίνεται η θετική πρόθεση των εκπαιδευτικών του δείγματος να ενσωματώσουν την ΥΣ στην διδασκαλία τους και συσχετίση της με τις διαστάσεις του TAM. Αντίθετα, η πρόθεση των εκπαιδευτικών να επιμορφωθούν σχετικά με την ΥΣ εμφανίζει ένα ποσοστό άρνησης, το οποίο αποδίδεται στην πεποίθηση των εκπαιδευτικών ότι οι γνώσεις τους επαρκούν και επομένως η επιμόρφωση δεν είναι απαραίτητη. Η ομάδα των εκπαιδευτικών αυτών είναι πιθανό, μεταξύ άλλων, να έχει ειδικές γνώσεις ή να μην εκτιμά την χρησιμότητα της Διδακτικής και Παιδαγωγικής γνώσης για την επιτυχή ενσωμάτωση της ΥΣ. Το θέμα αυτό προτείνεται να διερευνηθεί περαιτέρω για να διευκρινιστεί.

Ανεπιτυγμένες καταγράφονται οι αντιλήψεις των συμμετεχόντων σχετικά με την ΥΣ, την οποία συνδέσαν με τις μεθόδους επίλυσης προβλήματος, χωρίς ωστόσο να αναγνωρίσουν σε ικανοποιητικό βαθμό την επιστημολογική της χρήση και την διεπιστημονική της διάσταση. Κάποιοι αναγνώρισαν την δημιουργική φύση και την διεπιστημονική διάσταση, οι περισσότεροι όμως την ταυτίζουν μάλλον με την αλγοριθμική επίλυση προβλήματος, εμφανίζουν παρανοήσεις ή δεν έχουν άποψη. Η ενημέρωση και η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών για την κατανόηση της ΥΣ και της εκπαιδευτικής της προοπτικής κρίνεται απαραίτητη προηγούμενη ενέργεια, η οποία μπορεί να θεραπεύσει και μέρος της αρνητικής στάσης έναντι του ενδεχόμενου επιμόρφωσης. Τα αποτελέσματα της έρευνας συμφωνούν γενικά με αυτά των πρόσφατων παρόμοιων ερευνών διεθνώς (Corradini et al., 2017; Ling, et al., 2017). Η ευκαιριακή φύση του δείγματος, καθώς και το αυξημένο ενδιαφέρον για την ΥΣ των εκπαιδευτικών που απάντησαν, καθιστούν επισφαλή την γενίκευση των αποτελεσμάτων στον γενικό πληθυσμό. Τα δεδομένα ωστόσο παρέχουν μια αρκετά καλή εικόνα των αντιλήψεων που έχουν για την ΥΣ οι εκπαιδευτικοί Πληροφορικής της χώρας μας, των επιμορφωτικών τους αναγκών, καθώς και της πρόθεσής τους να επιμορφωθούν και να ενσωματώσουν την ΥΣ στη διδακτική πρακτική τους. Παρόμοια έρευνα προτείνεται να υλοποιηθεί μελλοντικά σε εκπαιδευτικούς διαφόρων ειδικοτήτων, όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης.

### Αναφορές

- Ajzen, I., & Fishbein, M. (1980). *Understanding attitudes and predicting social behavior*, NJ: Prentice-Hall.
- 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.
- Brown, G. T. L. (2004). Teachers' conceptions of assessment: Implications for policy and professional development. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 11, 301-318.
- Computer Science Teachers Association, & International Society for Technology in Education. (2011). *Computational Thinking: Leadership Toolkit* (1<sup>st</sup> ed.). Ανακτήθηκε 2/4/2017 από <http://www.iste.org/docs/ct-documents/ct-leadershiptoolkit.pdf?sfvrsn=4>

- Corradini, I., Lodi, M., & Nardelli, E. (2017). Conceptions and Misconceptions About Computational Thinking Among Italian Primary School Teachers. In *Proc. of the 2017 ACM ICER* (pp. 136-144).
- Cuny, J. (2011). Transforming Computer Science Education in High Schools. *Computer*, 44(6), 107-109.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.
- Denning, P. & Martell, C. (2015). *Great principles of computing*. Cambridge, Mass.: The MIT Press.
- Fessakis, G., Komis, V., Mavroudi, E., Prantsoudi, S. (2018). Exploring the scope and the conceptualization of Computational Thinking at the K-12 classroom level curriculum, In M.S. Khine (Ed.) (in press). *Computational Thinking in the STEM Disciplines: Foundations and Research Highlights*. Switzerland: Springer.
- Fishbein, M., & Azjen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Grover, S. and Pea, R. (2013). Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43.
- Henderson, P. B., Cortina, T. J., Hazzan, O., & Wing, J. M. (2007). Computational thinking. In *Proceedings of the 38th ACM SIGCSE '07* (pp. 195-196). New York: ACM Press.
- Kalelioglu, F., Gulbahar, Y. & Kukul, V. (2016). A Framework for Computational Thinking Based on a Systematic Research Review. *Baltic Journal of Modern Computing*, 4(3), 583-596.
- Ling, U. L., Saibin, T. C., Labadin, J., & Aziz, N. A. (2017). Preliminary Investigation: Teachers' Perception on Computational Thinking Concepts. *JTEC*, 9(2-9), 23-29.
- Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: what is next for K-12? *Computers in Human Behavior*, 41, 51-61.
- National Research Council (U.S.), & Committee for the Workshops on Computational Thinking. (2010). *Report of a Workshop on the Scope and Nature of CT*. Washington, D.C.: National Academies Press.
- Nespor, J. (1987). The role of beliefs in the practice of teaching. *Journal of Curriculum Studies*, 19, 317-328.
- Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. UK: Harvester Press.
- Riley, D. D. & Hunt, K. A. (2014). *Computational Thinking for the Modern Problem Solver*. CRC Press.
- Rose, S., Habgood, J., & Jay, T. (2017). An exploration of the role of visual programming tools in the development of young children's computational thinking. *El. journal of e-learning*, 15(4), 297-309.
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L. & Wilensky, U. (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127-147.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Yadav, A., Gretter, S., Good, J., & McLean, T. (2017). Computational Thinking in Teacher Education. In *Emerging Research, Practice, and Policy on Computational Thinking* (pp. 205-220). Springer, Cham.
- Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S., & Korb, J. T. (2014). Computational thinking in elementary and secondary teacher education. *ACM Transactions on Computing Education*, 14(1), 1-16.
- Yadav, A., Zhou, N., Mayfield, C., Hambrusch, S., & Korb, J. T. (2011). Introducing computational thinking in education courses. In *Proceedings of ACM SIG on Computer Science Education*. Dallas, TX.
- Yount, W. R. (2006). *Research design and statistical analysis for Christian ministry*. WR Yount.
- Εφημερίδα της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Αρ. Φ. 38, 2/3/2018. Ν. 4521. Αθήνα: Εθ.Τυπ.
- Μαυροοδή, Ε., Πέτρου, Αρ., Φεσάκης, Γ., (2014). Υπολογιστική Σκέψη: Εννοιολογική εξέλιξη, διεθνείς πρωτοβουλίες και προγράμματα σπουδών, Στο Π. Αναστασιάδης, Ν. Ζαράνης, Β. Οικονομίδης & Μ. Καλογιαννάκης, (Επιμ.), *Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ρέθυμνο, 3-5/10/2014, σελ. 110-120.

# Σχεδιασμός και Ανάπτυξη ενός Εκπαιδευτικού Περιβάλλοντος Δυναμικής Οπτικοποίησης Αλγορίθμων

Ευριπίδης Βραχνός<sup>1</sup>, Αθανάσιος Τζιμογιάννης<sup>1</sup>,  
[evrachnos@gmail.com](mailto:evrachnos@gmail.com), [ajimoyia@uop.gr](http://ajimoyia@uop.gr)

<sup>1</sup> Τμήμα Κοινωνικής και Εκπαιδευτικής Πολιτικής, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

## Περίληψη

Η διδασκαλία βασικών αλγοριθμικών εννοιών σε μαθητές δεν είναι εύκολο έργο. Η έρευνα έχει δώσει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τις αναπαραστάσεις και τα νοητικά μοντέλα που σχηματίζουν οι μαθητές για τις αφηρημένες προγραμματιστικές έννοιες που χρησιμοποιούν. Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί διάφορα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα οπτικοποίησης αλγορίθμων, τα οποία έχουν ως στόχο να βοηθήσουν τους μαθητές να οικοδομήσουν επαρκείς αναπαραστάσεις για αυτές τις προγραμματιστικές έννοιες μέσα από την ανάδειξη των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους. Σε αυτή την εργασία παρουσιάζεται η εξέλιξη της ανάπτυξης ενός, διαδικτυακού περιβάλλοντος οπτικοποίησης αλγορίθμων με υψηλό βαθμό διαδραστικότητας. Το DAVE διευκολύνει τον πειραματισμό των μαθητών με αλγόριθμους επεξεργασίας πινάκων επιτρέποντας την τροποποίηση τόσο των δεδομένων όσο και του κώδικα σε κάποιες περιπτώσεις. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων, που προέκυψαν από μια μελέτη για τη συμβολή του λογισμικού στη μαθησιακή διαδικασία, παρέχει αποδείξεις για τη χρηστικότητα του συστήματος και τις δυνατότητές του να υποστηρίξει την ανάπτυξη αποτελεσματικών νοητικών μοντέλων από τους μαθητές σχετικά με τους βασικούς αλγόριθμους ταξινόμησης και αναζήτησης σε πίνακες.

**Λέξεις κλειδιά:** Αλγόριθμοι Ταξινόμησης, Οπτικοποίηση αλγορίθμων, Εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, Διδακτική της Πληροφορικής

## Εισαγωγή

Οι δεξιότητες προγραμματισμού και αλγοριθμικής σκέψης διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στην πληροφορική εκπαίδευση. Ο σχεδιασμός ενός αλγορίθμου για την επίλυση ενός προβλήματος αποτελεί έναν από τους βασικότερους στόχους γενικότερα της εκπαίδευσης και όχι μόνο της πληροφορικής. Η αλγοριθμική επίλυση προβλημάτων είναι αναγκαία σήμερα σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα και επίπεδα όπου χρησιμοποιείται ο όρος υπολογιστική σκέψη. Η υπολογιστική σκέψη (Wing, 2006) αποτελεί γενικότερη έννοια από την αλγοριθμική σκέψη και περιλαμβάνει σκέψη σε πολλαπλά επίπεδα αφαίρεσης, την χρήση μαθηματικών εργαλείων για τη μοντελοποίηση και την επίλυση προβλήματος αλλά και την ανάλυση της πολυπλοκότητας του αλγορίθμου. Ιδιαίτερα επισημαίνεται η σημασία της αφαίρεσης και της ανάλυσης στη διαχείριση της πολυπλοκότητας των προβλημάτων μέσα από τη διαίρεσή τους σε απλούστερα υποπροβλήματα.

Ωστόσο, η βιβλιογραφία δείχνει ότι οι αρχάριοι αντιμετωπίζουν σοβαρές δυσκολίες στη χρήση αφηρημένων εννοιών προγραμματισμού και επίλυσης προβλήματος όπως δομές δεδομένων (πίνακες, γραφήματα, λίστες) και δεν διαθέτουν τις απαραίτητες δεξιότητες για να λειτουργήσουν αφηρημένα, να ενοποιήσουν έναν αλγόριθμο ως ενιαία οντότητα, να κατανοήσουν τα κύρια μέρη και τις σχέσεις μεταξύ τους, και να συνθέσουν νέους αλγόριθμους χρησιμοποιώντας τις προηγούμενες γνώσεις προγραμματισμού (Soloway & Spohrer, 1989; Jimoyiannis, 2011; Robins et al., 2003).

Τα συνήθη προγραμματιστικά περιβάλλοντα και οι γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιούνται αλλά δεν έχουν σχεδιαστεί για εκπαιδευτικούς σκοπούς έχουν σχεδιαστεί



για την ανάπτυξη εφαρμογών και όχι για τη διδασκαλία του προγραμματισμού. Είναι, συνεπώς, προσαρμοσμένα στο πλαίσιο γνώσεων και δεξιοτήτων των εμπειρών προγραμματιστών, γεγονός που ενισχύει τις δυσκολίες και τα εμπόδια που συναντούν οι μαθητές και οι αρχάριοι στον προγραμματισμό (Κόμης & Τζιμογιάννης, 2006).

Για αυτόν τον λόγο, υπάρχει μεγάλο ερευνητικό και εκπαιδευτικό ενδιαφέρον για τη χρήση ειδικών περιβαλλόντων προσομοίωσης και οπτικοποίησης αλγορίθμων (Halim, 2015; Vrachnos & Jimoyiannis, 2014; Hundhausen & Brown, 2007). Τα περιβάλλοντα αυτά παρέχουν νέες δυνατότητες για την οικοδόμηση γνώσεων και την ανάπτυξη δεξιοτήτων στον προγραμματισμό. Μια εφαρμογή οπτικοποίησης στοχεύει στη σωστή αναπαραγωγή της εκτέλεσης ενός αλγορίθμου και στον πειραματισμό του μαθητή, ώστε να ανακαλύψει σημαντικά χαρακτηριστικά της συμπεριφοράς του υπό μελέτη αλγορίθμου. Επίσης, μπορεί να αποτελέσει ένα εργαλείο επιβεβαίωσης της ορθότητας του αλγορίθμου που έχει σχεδιάσει ο μαθητής, μέσα από τη μελέτη της οπτικοποίησής της εκτέλεσής του για διάφορα δεδομένα.

Τα τελευταία χρόνια, η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας του ιστού και οι συνακόλουθες δυνατότητες υψηλής ποιότητας γραφικών που βασίζονται σε προγράμματα περιήγησης έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη πλήρως εκτελέσιμων web εφαρμογών (Kang & Guo, 2017; Halim, 2015; Guo, 2013) σε οποιαδήποτε πλατφόρμα ή συσκευή όπως ταμπλέτες και κινητά τηλέφωνα.

Το περιβάλλον δυναμικής οπτικοποίησης αλγορίθμων (DAVE), που παρουσιάζεται σε αυτή την εργασία, ανήκει σε αυτή τη νέα κατηγορία συστημάτων οπτικοποίησης αλγορίθμων. Σχεδιάστηκε για να υποστηρίξει και να ενισχύσει τη διδασκαλία αλγορίθμων ταξινόμησης και αναζήτησης σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Το σύστημα αποτελεί την διαδικτυακή έκδοση μιας παλαιότερης έκδοσης που είχε υλοποιηθεί σε Java (Vrachnos & Jimoyiannis, 2008). Το νέο σύστημα έχει παρόμοια λειτουργικότητα, όμως επανασχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε σε HTML5/Javascript ώστε να μπορεί να εκτελείται σε οποιαδήποτε πλατφόρμα και να είναι προσβάσιμο στους μαθητές από τον παγκόσμιο ιστό. Επίσης αρκετά χαρακτηριστικά της οπτικοποίησης άλλαξαν με βάση τα αποτελέσματα ερευνών που διενεργήσαμε σχετικά με τις αναπαραστάσεις και τις παρανοήσεις που έχουν οι μαθητές στους πίνακες και τους αλγόριθμους ταξινόμησης.

## Θεωρητικό Πλαίσιο

Σύμφωνα με μια μεγάλη έρευνα που έγινε σε εκπαιδευτικούς πληροφορικής, οι δομές επανάληψης και οι πίνακες αποτελούν δυο από τις δυσκολότερες έννοιες για τους αρχάριους προγραμματιστές (Dale, 2006). Δυο ακόμα έρευνες για τη διερεύνηση των δυσκολιών που παρουσιάζουν οι μαθητές στους πίνακες (Vrachnos & Jimoyiannis, 2017) και τους αλγόριθμους ταξινόμησης (Βραχνός & Τζιμογιάννης, 2014), έδειξαν ότι οι μαθητές σχηματίζουν ελλειπείς αναπαραστάσεις για την έννοια και τη χρησιμότητα του πίνακα σε αλγόριθμους επεξεργασίας δεδομένων του ίδιου τύπου, καθώς και δυσκολίες στην κατανόηση της λειτουργίας διάφορων αλγορίθμων επεξεργασίας πινάκων.

Επίσης, διαπιστώθηκε ότι κάποιες παρανοήσεις των μαθητών για την έννοια του πίνακα προέρχονται από παρανοήσεις των μαθητών στην έννοια της προγραμματιστικής μεταβλητής. Μια εξήγηση για αυτό είναι ότι η μεταβλητή αποτελεί δομικό στοιχείο πάνω στο οποίο οικοδομείται η έννοια του πίνακα, οπότε είναι λογικό οι παρανοήσεις στην έννοια της μεταβλητής να μεταφέρονται ή και να προκαλούν νέες παρανοήσεις στους πίνακες (Vrachnos & Jimoyiannis, 2017).

Οι έννοιες αυτές είναι δύσκολο να γίνουν κατανοητές από τους μαθητές επειδή αναφέρονται σε αφηρημένα αντικείμενα για τα οποία δεν είναι εύκολο να βρεθούν επιστημονικά συνεπείς και διδακτικά επεξηγηματικές αναπαραστάσεις του πραγματικού

κόσμοι. Επίσης η διδασκαλία τους με συμβατικά μέσα αποτελεί ένα πολύ δύσκολο εγχείρημα λόγω της δυναμικής φύσης τους, η οποία δεν επιτρέπει τη γραφική απεικόνιση της λειτουργίας τους με χαρτί και μολύβι (Cetin & Andrews-Larson, 2016; Boticki et al., 2013).

Τα συστήματα οπτικοποίησης προγραμμάτων (PV) παράγουν άμεσες αναπαραστάσεις δομών προγραμματισμού και/ή φάσεων εκτέλεσης του προγράμματος (π.χ. τιμές μεταβλητών, δομές δεδομένων, αντικείμενα κ.λπ.). Τέτοια συστήματα είναι το Jeliot (Moreno et al., 2004), το UWhistle (Sorva & Sirkiä, 2010) και το Online Python Tutor (Guo, 2013).

Ωστόσο, η λογική πίσω από έναν αλγόριθμο δεν μπορεί να αποκαλυφθεί, πάντα παρατηρώντας τη μεταβολή των τιμών των μεταβλητών του προγράμματος. Οι μαθητές χρειάζονται επεξηγηματικές γραφικές αναπαραστάσεις για την εκτέλεση του αλγορίθμου που να ταιριάζουν καλύτερα στα νοητικά τους μοντέλα. Τα συστήματα οπτικοποίησης αλγορίθμων (AV) αποσκοπούν στην επεξηγηματική απεικόνιση των αφηρημένων εννοιών και την ανάπτυξη της βασικής ιδέας του υπό μελέτη αλγορίθμου, βοηθώντας έτσι τους μαθητές να κατασκευάσουν πολλαπλά νοητικά μοντέλα, να διασυνδέσουν τις ιεραρχίες δομών και να γενικεύσουν πρότυπα επίλυσης προβλημάτων. Ένα δυναμικό σύστημα οπτικοποίησης αλγορίθμων διακρίνεται από πολύ υψηλό βαθμό διαδραστικότητας ο οποίος επιτρέπει τον πειραματισμό των μαθητών με την οπτικοποίηση (π.χ. δυνατότητες τροποποίησης τόσο των δεδομένων εισόδου όσο και του κώδικα του αλγορίθμου).

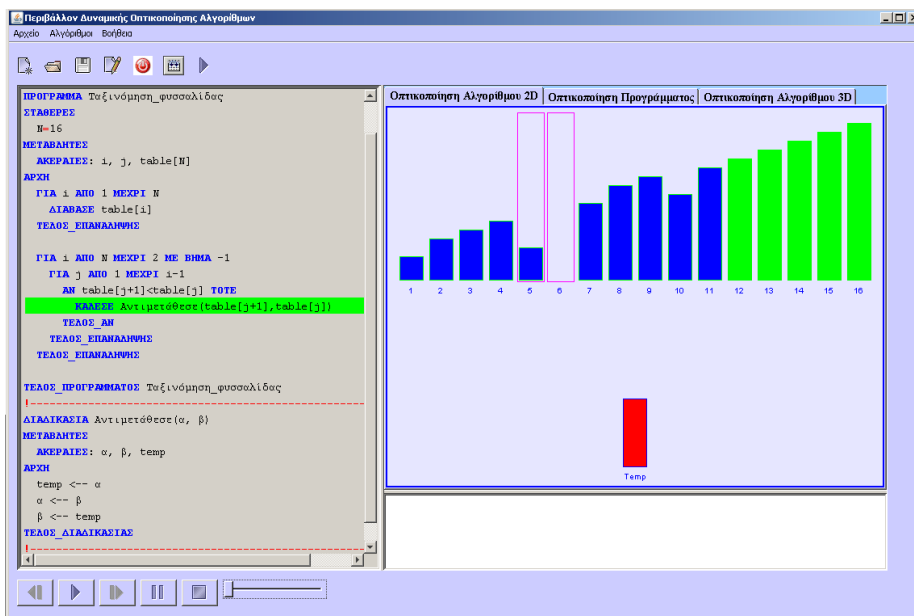
Στο πλαίσιο αυτό, έχουν προταθεί κατάλληλα σχεδιασμένες μαθησιακές δραστηριότητες με χρήση εκπαιδευτικών περιβαλλόντων προσομοίωσης-οπτικοποίησης δομών δεδομένων και αλγορίθμων (Sorva, Karavirta & Malmi, 2013; Urquiza-Fuentes et al., 2009; Vrachnos & Jimoyiannis, 2008; 2014). Τα περιβάλλοντα αυτά παρέχουν νέες δυνατότητες για την οικοδόμηση γνώσεων και την ανάπτυξη δεξιοτήτων στον προγραμματισμό. Το βασικό χαρακτηριστικό τους είναι η επεξηγηματική αναπαράσταση της δυναμικής φύσης των αφηρημένων δομών και αλγορίθμων που είναι δύσκολο να αναπαρασταθούν με συμβατικά μέσα.

Έχουν διεξαχθεί αρκετά πειράματα για τη διερεύνηση της εκπαιδευτικής αξίας των συστημάτων οπτικοποίησης αλγορίθμων. Συνολικά, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι απλές κινούμενες εικόνες ή παθητικές οπτικοποιήσεις είχαν ελάχιστη συνεισφορά στη μαθησιακή διαδικασία, λόγω του χαμηλού βαθμού συμμετοχής των μαθητών. Ο υψηλός βαθμός εμπλοκής των μαθητών στην εκτέλεση του αλγορίθμου είναι πολύ πιο σημαντικός από την ποιότητα των οπτικοποιήσεων. (Velazquez-Iturbide, Hernan-Losada, & Paredes-Velasco, 2017; Urquiza-Fuentes et al., 2009; Hundhausen, Douglas, & Stasko, 2002). Για να επιτευχθεί αυτό το σύστημα πρέπει να χαρακτηρίζεται από υψηλό βαθμό διαδραστικότητας.

Εκτός όμως από τα τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά ενός συστήματος οπτικοποίησης μεγάλη σημασία έχει και το περιεχόμενο και ο τρόπος παρουσίασης. Για αυτό βασιστήκαμε στα αποτελέσματα των ερευνών που αναφέρθηκαν παραπάνω σχετικά με τις παρανοήσεις και τις δυσκολίες των μαθητών στους πίνακες (Vrachnos & Jimoyiannis, 2017) και στους αλγόριθμους ταξινόμησης (Βραχνός & Τζιμογιάννης, 2014).

### **Σχεδιασμός του DAVE**

Η πρώτη έκδοση του λογισμικού υλοποιήθηκε στη γλώσσα προγραμματισμού Java. Για την αναπαράσταση των στοιχείων του πίνακα χρησιμοποιήθηκαν ράβδοι μεταβλητού μεγέθους, ώστε να είναι εμφανής η σχέση διάταξης όπως φαίνεται στην οθόνη του λογισμικού που δίνεται στο σχήμα 1.



Σχήμα 1: Οθόνη του λογισμικού DAVE με τον αλγόριθμο ταξινόμησης φυσσαλίδας

Ο κώδικας του μαθητή περνάει από έναν μεταγλωττιστή ο οποίος παράγει μια ενδιάμεση μορφή κώδικα στην οποία έχουν προστεθεί οι εντολές οπτικοποίησης για τα κρίσιμα συμβάντα του αλγορίθμου όπως είναι η σύγκριση και η αντιμετάθεση δυο στοιχείων. Το μοντέλο αυτό όμως φάνηκε ότι είχε κάποιους περιορισμούς γιατί δεν ήταν δυνατή η αυτόματη ταυτοποίηση των κρίσιμων συμβάντων για κάθε αλγόριθμο από τον μεταγλωττιστή, ειδικά σε περιπτώσεις που είχαν γίνει σοβαρά και δομικά λάθη στην ανάπτυξη του αλγορίθμου από τους μαθητές.

Μετά από την αξιολόγηση της πρώτης έκδοσης του λογισμικού στο εργαστήριο και τις έρευνες που έγιναν για τις παρανοήσεις και τις δυσκολίες των μαθητών στους πίνακες (Vrachnos & Jimoyiannis, 2017) και τον αλγόριθμο ταξινόμησης ευθείας ανταλλαγής (Βραχνός & Τζιμογιάννης, 2014) το λογισμικό σχεδιάστηκε εξαρχής με αλλαγές σε πολλά επίπεδα. Ένας ακόμα κρίσιμος παράγοντας που συνετέλεσε σε αυτό ήταν η εξέλιξη των προγραμμάτων πλοήγησης τα οποία δεν υποστηρίζουν πλέον την εκτέλεση εφαρμογών Java ως applets, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη της τεχνολογίας HTML5/Javascript για την ανάπτυξη εφαρμογών που εκτελούνται στον ιστό. Οι εφαρμογές αυτές είναι λιγότερο απαιτητικές όσον αφορά την υπολογιστική ισχύ που απαιτούν και για να εκτελεστούν χρειάζονται μόνο ένα πρόγραμμα πλοήγησης χωρίς καμία εγκατάσταση λογισμικού ή άλλη παρέμβαση στο σύστημα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να εκτελούνται όχι μόνο σε οποιοδήποτε υπολογιστή αλλά και σε οποιαδήποτε συσκευή όπως είναι οι ταμπλέτες και τα κινητά τηλέφωνα.

Το σύστημα υποστηρίζει όλους τους γνωστούς αλγόριθμους ταξινόμησης και αναζήτησης που διδάσκονται στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση και επιτρέπει πέρα από την εισαγωγή νέων δεδομένων ακόμα και την τροποποίηση του κώδικα των αλγορίθμων σε κάποιες περιπτώσεις, επιτυγχάνοντας τον μέγιστο βαθμό διαδραστικότητας με τον χρήστη.

Τα στοιχεία του πίνακα απεικονίζονται σαν ξεχωριστά και όχι ενωμένα κελιά μέσα στα οποία υπάρχει το περιεχόμενο-αριθμός. Οι έρευνες που έγιναν σχετικά με τις παρανοήσεις των μαθητών στους πίνακες έδειξαν ότι οι μαθητές αντιμετωπίζουν τον πίνακα σαν ένα αντικείμενο και δεν έχουν κατανοήσει ότι κάθε στοιχείο του μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακριβώς όπως μια απλή μεταβλητή (Vrachnos & Jimoyiannis, 2017). Άλλα χαρακτηριστικά που έχουν οι οπτικοποιήσεις, τα οποία προέκυψαν από τις έρευνες που διενεργήθηκαν είναι:

1. Να απεικονίζονται γραφικά οι μετρητές των επαναλήψεων. Με αυτόν τον τρόπο είναι ορατή η αυτόματη αύξηση του μετρητή της επανάληψης, η οποία αποτελεί πηγή πολλών προβλημάτων για τους μαθητές (Yamashita et al., 2016; Cetin, 2015).
2. Να φαίνεται στην οπτικοποίηση η προσπάθεια για προσπέλαση πέρα από τα όρια του πίνακα ή να εμφανίζεται κατάλληλο μήνυμα λάθους.
3. Να γίνεται έλεγχος αν αντιμετωπίζονται τα ίδια στοιχεία που συγκρίθηκαν και όχι κάποια άλλα σε έναν αλγόριθμο ταξινόμησης.
4. Να είναι ορατό στην δυαδική αναζήτηση το τμήμα του πίνακα στο οποίο συνεχίζεται η αναζήτηση, μετά από κάθε σύγκριση, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.

Ο Αλγόριθμος της Δυαδικής Αναζήτησης

The screenshot displays the DAVE environment for a binary search algorithm. On the left, the code is as follows:

```

1 Αλγόριθμος Δυαδική
2 Δεδομένα // A, N, ζητούμενο//
3
4 Βρέθηκε <- Ψευδής
5 αρχή <- 1
6 τέλος <- N
7 Όσο αρχή <= τέλος ΚΑΙ (ΟΧΙ Βρέθηκε) Επανάλαβε
8 μέσο <- (αρχή + τέλος) / 2
9 Αν Α[μέσο] <= ζητούμενο Τότε
10 αρχή <- μέσο + 1
11 Αλλιώς_Αν Α[μέσο] >= ζητούμενο Τότε
12 τέλος <- μέσο - 1
13 Αλλιώς
14 Βρέθηκε <- Αληθής
15 Τέλος_Αν
16 Τέλος_Επανάληψης
17
18 Αποτελέσματα // μέσο, Βρέθηκε //
19 Τέλος_Δυαδική
20

```

The right side shows a visual array of numbers: 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40, 44, 48, 52, 56, 60. A red box above the array contains the number 52, labeled 'Ζητούμενο'. Red arrows labeled 'αρχή' and 'τέλος' point to the 36 and 60 positions respectively. A green arrow labeled 'μέσο' points to the 48 position. Below the array are buttons for 'Εκτέλεση', 'Είσοδο-Είσοδο', 'Συνέχεια', and 'Τερματισμός'. At the bottom, there are input fields for 'Ταχύτητα Εκτέλεσης', 'Εισαγωγή Προκαθορισμένου Πίνακα' (with a dropdown for 'Πίνακας A = Εισαγωγή διαφόρων Πίνακων με κινούμενα στοιχεία'), and 'Στοιχείο για Αναζήτηση' (with a dropdown for 'Στοιχείο - Κλειδί = 52').

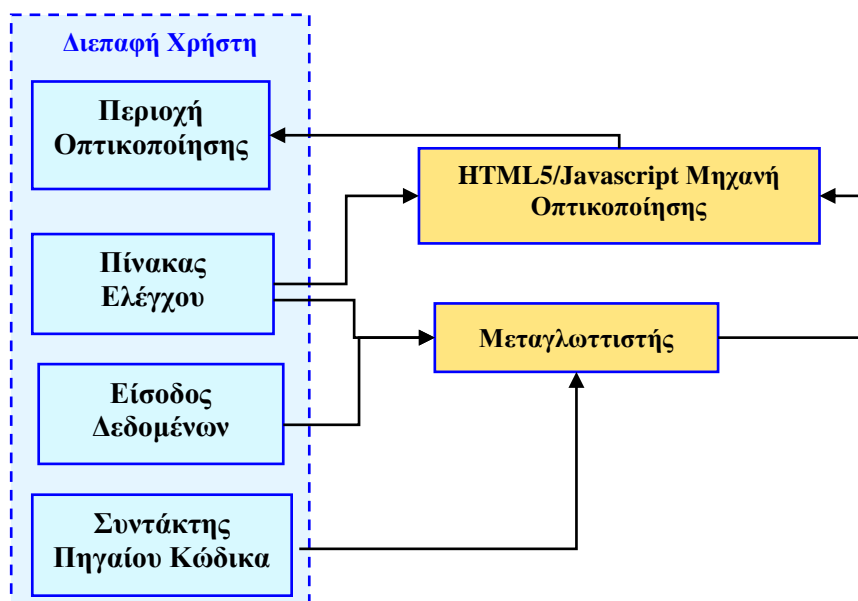
Σχήμα 2: Οπτικοποίηση του αλγόριθμου της δυαδικής αναζήτησης στο DAVE

## Αρχιτεκτονική και Υλοποίηση

Όπως φαίνεται στο σχήμα 3 το DAVE αποτελείται από τρία κύρια μέρη: τη διεπαφή χρήστη, τον μεταγλωττιστή και τη μηχανή οπτικοποίησης.

Το περιβάλλον εργασίας είναι στην πραγματικότητα μια απλή ιστοσελίδα γραμμένη σε HTML5. Ο μεταγλωττιστής του DAVE που έχει αναπτυχθεί στη γλώσσα Javascript περιέχει ήδη έναν προκαθορισμένο σκελετό κώδικα για κάθε αλγόριθμο. Ο μαθητής ανάλογα με τον αλγόριθμο μπορεί να τροποποιήσει συγκεκριμένα σημεία του κώδικα και να δει άμεσα το αποτέλεσμα της οπτικοποίησης. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στον μαθητή να πειραματιστεί με τον κώδικα και να δημιουργήσει διάφορες εκδόσεις του αλγόριθμου προς μελέτη. Για παράδειγμα ο αλγόριθμος ευθείας ανταλλαγής μπορεί να τροποποιηθεί έτσι ώστε αντί η φουσαλίδα να αναδύεται στην επιφάνεια, να βυθίζεται προς τα κάτω όπως ένα βαριδί (sinking sort).

Επίσης δεν έχουν όλοι οι αλγόριθμοι τον ίδιο τύπο οπτικοποίησης. Για παράδειγμα ο αλγόριθμος ταξινόμησης της φουσαλίδας έχει διαφορετική οπτικοποίηση από την γρήγορη ταξινόμηση, από την δυαδική αναζήτηση ή από την συγχώνευση, έτσι ώστε να αναδεικνύεται η βασική ιδέα πίσω από κάθε αλγόριθμο.



Σχήμα 3: Αρχιτεκτονική του λογισμικού DAVE

Το σύστημα μπορεί να επεκταθεί και σε άλλες κατηγορίες αλγορίθμων ή δομών δεδομένων. Επιπλέον, το σύστημα μπορεί να επεκταθεί και να υποστηρίξει άλλες γλώσσες προγραμματισμού, όπως Pascal, C ή Python. Επομένως, τα πλεονεκτήματα του DAVE, σε σύγκριση με άλλα παρόμοια συστήματα AV, συνοψίζονται ως εξής:

- Παρέχει οπτικοποιήσεις που εξαρτώνται από τη φύση του συγκεκριμένου αλγορίθμου.
- Επιτρέπει στο χρήστη να αλλάζει δεδομένα εισόδου προκειμένου να ελέγξει τη συμπεριφορά του αλγορίθμου σε συγκεκριμένες περιπτώσεις.
- Επιτρέπει την τροποποίηση του πηγαίου κώδικα και τον πειραματισμό του μαθητή με την οπτικοποίηση.
- Εντοπίζει κάποια συνηθισμένα σφάλματα μαθητών/φοιτητών, π.χ. την προσέλαση πέρα από τα όρια του πίνακα.
- Είναι εύχρηστο, απλό και μπορεί να εκτελεστεί σε οποιαδήποτε πλατφόρμα και συσκευή που υποστηρίζει πλοήγηση στον παγκόσμιο ιστό.

Το DAVE είναι διαθέσιμο από τη διεύθυνση <http://evripides.mysch.gr/dave>.

### Μελέτη της Συμβολής του Λογισμικού

Στην πιλοτική έρευνα που έγινε για τη συμβολή του DAVE στη μαθησιακή διαδικασία (Vrachnos & Jimoyiannis, 2014), τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική αύξηση της εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων ταξινόμησης πινάκων αυξημένης δυσκολίας. Έδωσαν δε, σημαντικές πληροφορίες για τη συμβολή του λογισμικού στην εξέλιξη της αλγοριθμικής σκέψης των μαθητών με στόχο την οικοδόμηση αλγορίθμων ταξινόμησης. Το σημαντικότερο αποτέλεσμα όμως ήταν ότι πολλοί μαθητές οι οποίοι δεν απάντησαν σε

κάποια απαιτητικά προβλήματα στο χαρτί, όταν τους δόθηκε η δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν το λογισμικό διέθεσαν αρκετό χρόνο στην επίλυση αυτών των προβλημάτων και σε πολλές περιπτώσεις πλησίασαν πολύ στη λύση. Στο ίδιο αποτέλεσμα, όσον αφορά την επίδραση των συστημάτων οπτικοποίησης στον βαθμό εμπλοκής των μαθητών, καταλήγουν και άλλες πρόσφατες έρευνες (Farghally et al., 2017; Velazquez-Iturbide, Hernan-Losada, & Paredes-Velasco, 2017).

### **Συμπεράσματα**

Στην εργασία αυτή παρουσιάστηκε η εξέλιξη του σχεδιασμού και της ανάπτυξης του περιβάλλοντος οπτικοποίησης αλγορίθμων DAVE. Το λογισμικό επανασχεδιάστηκε μετά την αξιολόγηση που έγινε όχι μόνο στο τεχνικό μέρος, αλλά και στο περιεχόμενο των οπτικοποιήσεων κάθε αλγορίθμου. Τα χαρακτηριστικά της οπτικοποίησης, προέκυψαν μετά από τις έρευνες που διενεργήθηκαν για τις δυσκολίες που παρουσιάζουν οι μαθητές στους πίνακες και στους αλγόριθμους ταξινόμησης.

Τα αποτελέσματα της πιλοτικής έρευνας που έγινε για τη συμβολή του λογισμικού στη μαθησιακή διαδικασία συμφωνούν με τα ευρήματα προηγούμενων ερευνών για τη συμβολή των περιβαλλόντων δυναμικής οπτικοποίησης αλγορίθμων στην ανάπτυξη προγραμματιστικών ικανοτήτων (Farghally et al., 2017; Velazquez-Iturbide, Hernan-Losada, & Paredes-Velasco, 2017). Οι μαθητές διέθεσαν πολύ περισσότερο χρόνο για την επίλυση προβλημάτων με πίνακες όταν είχαν στη διάθεσή τους το λογισμικό, το οποίο ενίσχυσε σε μεγάλο βαθμό την ενεργό συμμετοχή τους. Στα μελλοντικά σχέδια μας είναι η διενέργεια μιας έρευνας για την μελέτη της αποτελεσματικότητας του λογισμικού χρησιμοποιώντας μια ομάδα ελέγχου και μια πειραματική ομάδα μαθητών.

### **Αναφορές**

- Boticki, I., Barisic, A., Martin, S., & Drljevic, N. (2013). Teaching and learning computer science sorting algorithms with mobile devices: A case study. *Computer Applications in Engineering Education*, 21(S1), E41-E50.
- Cetin, I. (2015). Students' understanding of loops and nested loops in computer programming: An APOS theory perspective. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 15(2), 155-170.
- Cetin, I., & Andrews-Larson, C. (2016). Learning sorting algorithms through visualization construction. *Computer Science Education*, 26(1), 27-43.
- Dale, N. B. (2006). Most difficult topics in CS1: results of an online survey of educators. *SIGCSE Bulletin*, 38(2), 49-53.
- Farghally F. M., Han Koh, K., Shahin, H., & Shaffer, A. C. (2017). Evaluating the Effectiveness of Algorithm Analysis Visualizations. In *Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '17)*. ACM, New York, NY, USA, 201-206.
- Guo, P. (2013). Online python tutor: embeddable web-based program visualization for cs education. In *Proceeding of the 44th ACM technical symposium on Computer science education (SIGCSE '13)*. ACM, New York, NY, USA, 579-584.
- Halim, S. (2015). VisuAlgo - Visualizing Data Structures and Algorithms through animation, *Olympiads in Informatics*, Vol. 9, pages 243-245.
- Hundhausen D., & Brown J., (2007). What you see is what you code: A 'live' algorithm development and visualization environment for novice learners, *Journal of Visual Languages and Computing*, 18(1), 22-47.
- Hundhausen D., Douglas S., & Stasko J., (2002). "A metastudy of algorithm visualization effectiveness", *Journal of Visual Languages & Computing*, 3(3), 259-290.
- Jimoyiannis, A. (2011). Using SOLO taxonomy to explore students' mental models of the programming variable and the assignment statement. *Themes in Science and Technology Education*, 4(2), 53-74.

- Kang, H. & Guo, P. (2017). Omnicode: A Novice-Oriented Live Programming Environment with Always-On Run-Time Value Visualizations. In *Proceedings of the 30th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '17)*. ACM, New York, NY, USA, 737-745.
- Moreno, A., Myller, N., Sutinen, E., Ben-Ari. (2004). M. Visualizing Programs with Jeliot 3. In: M. F. Costabile (ed.), In *Proceedings of the International Working Conference on Advanced Visual Interfaces, AVI '04*, pp. 373-376.
- Robins, A., Rountree, J., & Rountree, N. (2003). Learning and teaching programming: A review and discussion. *Computer Science Education*, 13(2), 137-172.
- Soloway, E., & Spohrer, J. C. (1989) (Eds.). *Studying the Novice Programmer*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Sorva, J., & Sirkiä, T. (2010) UUhistle: a software tool for visual program simulation. In *Proceedings of the 10th Koli Calling International Conference on Computing Education Research (Koli Calling '10)*. ACM, New York, NY, USA, 49-54.
- Sorva, J., Karavirta, V., & Malmi, L. (2013). A review of generic program visualization systems of introductory programming education. *ACM Transactions on Computing Education*, 13(4). 1-64.
- Urquiza-Fuentes, J., & Velazquez-Iturbide, J.A. (2009). A survey of successful evaluations of program visualization and algorithm animation systems. *ACM Transactions of Computing Education*, 9(2), 1-21.
- Velazquez-Iturbide, A. J., Hernan-Losada, I. & Paredes-Velasco, M. (2017). Evaluating the effect of program visualization on student motivation. *IEEE Transactions on Education*, 60(3), 238-245.
- Vrachnos, E., & Jimoyannis, A. (2017). Secondary education students' difficulties in algorithmic problems with arrays: An analysis using the SOLO taxonomy. *Themes in Science and Technology Education*, 10(1), 31-52.
- Vrachnos, E., & Jimoyiannis, A. (2014). Design and evaluation of a web-based dynamic algorithm visualization environment for novices. *Procedia Computer Science*, 27, 229-239.
- Vrachnos, E., & Jimoyiannis, A. (2008). Dave: A Dynamic Algorithm Visualization Environment for novice learners. *8th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, pp. 319-323.
- Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Yamashita, K., Nagao, T., Kogure, S., Noguchi, Y., Konishi, T., and Itoh, Y. (2016). Code-reading support environment visualizing three fields and educational practice to understand nested loops, *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 11:3.
- Βραχνός, Ε., & Τζιμογιάννης, Α. (2014). Αναπαραστάσεις μαθητών και φοιτητών για τον αλγόριθμο ταξινόμησης ευθείας ανταλλαγής: Μια ανάλυση βασισμένη στην ταξινόμηση SOLO. *Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Συνεδρίου "Διδακτική της Πληροφορικής"*, σελ. 72-81, 3-5 Οκτωβρίου, Ρέθυμνο.
- Κόμης, Β., & Τζιμογιάννης, Α. (2006). Ο Προγραμματισμός ως μαθησιακή δραστηριότητα: από τις εμπειρικές προσεγγίσεις στη γνώση παιδαγωγικού περιεχομένου. *Θέματα στην Εκπαίδευση*, 7(3), 229-255.

# Καλλιέργεια Χωρικής και Υπολογιστικής Σκέψης Μέσω του Προγραμματισμού Η/Υ στο Νηπιαγωγείο

Δημήτριος Μαρκούζης<sup>1</sup>, Γεώργιος Φεσάκης<sup>2</sup>, Αναστασία Κωνσταντοπούλου<sup>3</sup>  
markouzis@rhodes.aegean.gr, gfesakis@rhodes.aegean.gr, psemms12017@aegean.gr  
<sup>1,2,3</sup> Πανεπιστήμιο Αιγαίου/ΤΕΠΑΕΣ

## Περίληψη

Η ανάπτυξη της χωρικής σκέψης είναι σημαντική για τον άνθρωπο επειδή αποτελεί βασική και αναγκαία ικανότητα για την επίλυση καθημερινών και επιστημονικών προβλημάτων. Επίσης, πρόσφατα έχει βρεθεί στο κέντρο του ενδιαφέροντος της εκπαιδευτικής κοινότητας ο ρόλος τη Πληροφορικής και της υπολογιστικής σκέψης στη γενική εκπαίδευση. Στην παρούσα έρευνα εξετάστηκε η ύπαρξη αλληλεπίδρασης μεταξύ χωρικής και της υπολογιστικής σκέψης μέσω του προγραμματισμού Η/Υ σε νήπια. Στη έρευνα συμμετείχαν 21 νήπια ηλικίας 4-6 ετών τα οποία αρχικά απάντησαν σε τεστ χωρικών δεξιοτήτων και στη συνέχεια έλυσαν προβλήματα εύρεσης μονοπατιού και πλοήγησης σε περιβάλλον προγραμματισμού LOGO στον υπολογιστή. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των επιδόσεων των παιδιών στα τεστ χωρικών δεξιοτήτων με αυτές στα προγραμματιστικά προβλήματα γεγονός που δείχνει ότι ικανότητα προγραμματισμού διαδρομών σε περιβάλλον LOGO απαιτεί επιπλέον σύνθετες δεξιότητες πλοήγησης (navigational skills) που περιλαμβάνουν την κατανόηση και νοητική επεξεργασία αναπαραστάσεων του χώρου και της κίνησης σε αυτόν.

**Λέξεις κλειδιά:** Χωρική Σκέψη, Υπολογιστική Σκέψη, Προγραμματισμός Η/Υ, Χωρικά Τεστ, Νήπια

## Εισαγωγή

Η χωρική σκέψη (Spatial Thinking) αφορά στην κατανόηση των χωρικών εννοιών και των χωρικών σχέσεων, την αναπαράσταση αυτών καθώς και στον τρόπο με τον οποίο συλλογίζομαστε με βάση τις χωρικές πληροφορίες (NRC, 2006). Η ανάπτυξη της χωρικής σκέψης είναι σημαντική για τον άνθρωπο επειδή αποτελεί βασική και αναγκαία ικανότητα για την επίλυση καθημερινών προβλημάτων (π.χ. τον προσανατολισμό και τη μετακίνηση στο εξωτερικό περιβάλλον) και την προσέγγιση της επιστημονικής γνώσης (Newcombe & Frick, 2010; Uttal & Cohen, 2012). Εκτός αυτού, τη τελευταία δεκαετία εξαπλώνεται η πεποίθηση πως η χωρική σκέψη αποτελεί ικανότητα κλειδί για την επιτυχία για τα πεδία STEAM (Science, Technology, Engineering, Art & Mathematics) (Newcombe & Frick, 2010; Uttal & Cohen, 2012; Stief & Uttal 2015).

Επίσης, πρόσφατα έχει βρεθεί στο κέντρο του ενδιαφέροντος της εκπαιδευτικής κοινότητας ο ρόλος τη Πληροφορικής και της Υπολογιστικής Σκέψης (ΥΣ), στη γενική εκπαίδευση, κυρίως λόγω της αναγνώρισης τους ως βασικών συστατικών των πεδίων STEAM (Henderson et al., 2007). Ο προγραμματισμός των Η/Υ αποτελεί σημαντική διάσταση της εκπαίδευσης στην ΥΣ και ικανότητα κλειδί για την προσέγγιση σημαντικών εννοιών της πληροφορικής (Papert, 1991). Η προσέγγιση του προγραμματισμού από την προσχολική ακόμη ηλικία, εκτός του ότι είναι εφικτή μέσα από αναπτυξιακά κατάλληλα μαθησιακά περιβάλλοντα και δραστηριότητες (Fessakis et al., 2013), αναμένεται να έχει μακροπρόθεσμα πολλαπλάσια οφέλη επειδή, όπως είναι ευρέως αποδεκτό, οι εκπαιδευτικές παρεμβάσεις στην προσχολική ηλικία συνδέονται με μεγαλύτερης διάρκειας, μακροχρόνιες, επιδράσεις από οικονομικής και αναπτυξιακής άποψης (Elkin et al., 2014).



Δεδομένου ότι η χωρική σκέψη έχει συνδεθεί με τον προγραμματισμό των Η/Υ από τα μικρά παιδιά από τις πρώτες ακόμη προτάσεις του Papert (1991), μέσω της ρομποτικής του χελώνας και της γλώσσας προγραμματισμού Logo, είναι εύλογο να ενδιαφέρει η διερεύνηση της δυνατότητας ταυτόχρονης και συνδυασμένης ανάπτυξης της Χωρικής Σκέψης και της Υπολογιστικής Σκέψης μέσω του προγραμματισμού Η/Υ σε νεαρά παιδιά.

## Χωρική Ικανότητα

Η χωρική σκέψη περιλαμβάνει δύο βασικές κατηγορίες ικανοτήτων, τον χωρικό προσανατολισμό (spatial orientation) και την χωρική οπτικοποίηση (spatial visualization and imagery) (Cross et al., 2009, p. 180). Ο χωρικός προσανατολισμός αφορά την γνώση για τη θέση και την πλοήγηση στο χώρο ενώ η χωρική οπτικοποίηση την νοερή επεξεργασία των χωρικών πληροφοριών και του σχήματος όπως είναι η νοηκή περιστροφή αντικειμένων, η αλλαγή προοπτικής κ.α. (Booth & Thomas 2000; NRC, 2006). Στην περίπτωση των νηπίων έχει δοθεί περισσότερη έμφαση στην χωρική οπτικοποίηση σε σχέση με τον χωρικό προσανατολισμό και τους χάρτες (Κων/πούλου & Φεσάκης, 2015). Αυτό συμβαίνει σε τέτοια έκταση που συχνά στη βιβλιογραφία ο όρος spatial ability χρησιμοποιείται ως ταυτόσημος του spatial visualization. Στην παρούσα έρευνα θέλουμε εξετάσουμε αν οι επιδόσεις των παιδιών στις δύο κατηγορίες ικανοτήτων της χωρικής σκέψης σχετίζονται μεταξύ τους. Για τον λόγο αυτό αναζητήθηκαν τεστ χωρικών δεξιοτήτων οπτικοποίησης ενώ για τον χωρικό προσανατολισμό θα χρησιμοποιηθεί κατάλληλο περιβάλλον προγραμματισμού Logo. Οι κατηγορίες των τεστ που χρησιμοποιήσαμε στην έρευνα περιλαμβάνουν αυτές που πρότειναν οι Linn & Peterson (1985) στη μετα-ανάλυση ερευνών που πραγματοποίησαν για τις διαφορές των φύλων στη χωρική ικανότητα και συγκεκριμένα α) **Χωρικής αντίληψης** (spatial perception), η ικανότητα του ατόμου να αναγνωρίζει τις χωρικές σχέσεις μεταξύ αυτού και του περιβάλλοντος που τον περικλείει, β) **Νοητικής περιστροφής** (mental rotation), η ικανότητα του ατόμου να μπορεί να φανταστεί ένα αντικείμενο περιστραμμένο στο τρισδιάστατο χώρο ή στο επίπεδο και γ) **Χωρικής οπτικοποίησης** (spatial visualization), αφορά σύνθετους και πολύπλοκους χειρισμούς της αναπαραστώμενης χωρικής πληροφορίας όπως π.χ. συνθέσεις αντικειμένων. Η υποκατηγορία αυτή έχει το ίδιο όνομα με την γενικότερη κατηγορία χωρικών δεξιοτήτων στο μοντέλο που υιοθετούμε στην εργασία (Spatial Thinking=Spatial Orientation + Spatial visualization and imagery) και αυτό οφείλεται στη γενικότερη διχογνωμία και ασάφεια που επικρατεί στους ερευνητές σχετικά με τη δομή της Χωρικής Σκέψης. Για να αποφύγουμε τη σύγχυση θα χρησιμοποιούμε τον όρο «βασική χωρική ικανότητα» (basic spatial ability ή spatial ability) ως συνώνυμο του όρου “spatial visualization and imagery” και θα δηλώνουμε τη συνισταμένη όλων των επιμέρους χωρικών δεξιοτήτων για τις οποίες επιλέξαμε τεστ εκτίμησης όπως αναφέρουμε στην παρούσα ενότητα. Χρησιμοποιήσαμε την κατηγορία τεστ “Αντίληψη διαφορετικών προοπτικών” (Perspective taking) και έχει να κάνει με την ικανότητα αντίληψης του χώρου από το άτομο από διαφορετικές οπτικές γωνίες από την ομαδοποίηση των Uttal et al. (2013). Τέλος χρησιμοποιήθηκε ειδικά κατασκευασμένο για τις ανάγκες της έρευνας λεκτικό τεστ χωρικών εννοιών επειδή η χωρική ικανότητα σχετίζεται με την ανάπτυξη της χωρικής ορολογίας (Clements & Sarama, 2009). Η αναζήτηση χωρικών δεξιοτήτων τεστ ειδικά για Νήπια που να είναι ανοικτά και να μπορούν να εφαρμοστούν από εκπαιδευτικούς χωρίς ειδικές άδειες ήταν μια επίπονη διαδικασία. Αρκετά βοηθητική πηγή ήταν ο δικτυακός τόπος <http://spatiallearning.org/> του Spatial Intelligence and Learning Center (SILC). Στον Πίνακα 1 συνοψίζονται τα τεστ που χρησιμοποιήθηκαν στη παρούσα έρευνα για να εκτιμήσουν τη χωρική ικανότητα των νηπίων. Η λεπτομερής παρουσίαση τους δεν είναι εφικτή στην περιορισμένη έκταση του παρόντος άρθρου.

Πίνακας 1. Τεστ Χωρικών Ικανοτήτων

| Κατηγορία           | Τεστ                                    | Αναφορά                 |
|---------------------|---|-------------------------|
| Χωρική Αντίληψη     | Water Level Test (WLT)                  | Inhelder & Piaget, 1958 |
|                     | Diagrammatic Representations Test (DRT) | Frick & Newcombe, 2015  |
|                     | Spatial Scaling Test (SCT)              | Frick & Newcombe, 2012  |
| Νοητική Περιστροφή  | Mental Rotation Test (MRT)              | Jansen & Heil 2010      |
| Χωρική Αναπαράσταση | Mental Transformation Test (MTT)        | Levine et al., 1999     |
|                     | Paper Folding Test (PFT)                | Harris et al., 2013     |
|                     | Perspective Taking Test (PTT)           | Frick et al., 2014      |
| Χωρική Γλώσσα       | Spatial Language Test (SLT)             | Cannon et al., 2007     |

### Χωρική Ικανότητα και Προγραμματισμός στα Νήπια

Όσον αφορά τη σχέση του προγραμματισμού και της χωρικής σκέψης οι Jones & Burnett (2008) πραγματοποίησαν μια σύντομη βιβλιογραφική ανασκόπηση από την οποία προκύπτει ότι οι δύο αυτές έννοιες αλληλοσυνδέονται στις έρευνες που αφορούσαν φοιτητές. Clements & Gullo (1984) που εξέτασαν τη σχέση αυτή σε μικρότερες ηλικίες, υποστήριξαν πως παιδιά ηλικίας 6 ετών που διδάχθηκαν προγραμματισμό μπόρεσαν να δώσουν σαφέστερες οδηγίες κατεύθυνσης σε σύγκριση με αυτά που δε διδάχθηκαν. Επίσης, οι Sprigle & Schaefer (1984) ισχυρίστηκαν πως αν και υπάρχει μια αδύναμη σχέση μεταξύ προγραμματισμού και χωρικής σκέψης σε παιδιά ηλικίας 3-4 ετών, η σχέση αυτή μπορεί να βελτιωθεί με την κατάλληλη εκπαίδευση. Η παρούσα έρευνα αποτελεί συνέχεια της μελέτης των Fessakis et al. (2013), στην οποία παιδιά ηλικίας 5-6 ετών προσπάθησαν να λύσουν προγραμματιστικά προβλήματα σε «Logo-like» περιβάλλον και μελετήθηκε α) το αν ήταν αναπτυξιακά κατάλληλες οι προγραμματιστικές δραστηριότητες που επιλέχθηκαν, β) το επίπεδο των επιδόσεων των λύσεων των νηπίων και γ) οι στρατηγικές που ακολουθήθηκαν. Τα ενθαρρυντικά αποτελέσματα που προέκυψαν οδήγησαν τους ερευνητές στο σχεδιασμό νέων δραστηριοτήτων στο ίδιο προγραμματιστικό περιβάλλον ώστε να μελετηθεί το αν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ της χωρικής οπτικοποίησης και της επίδοσης στις δραστηριότητες αυτές.

### Μεθοδολογία και Ερευνητικές Συνθήκες

Στην έρευνα διερευνήθηκε η σχέση που έχουν βασικές χωρικές δεξιότητες (spatial abilities) με την ικανότητα προγραμματισμού H/Y από τα νήπια με αναπτυξιακά κατάλληλα περιβάλλοντα τύπου logo. Η διερεύνηση αυτή θα βοηθήσει στην κατανόηση της πιθανής σχέσης της χωρικής σκέψης με την υπολογιστική σκέψη (Fessakis, et. al. 2018) και ειδικότερα της πιο συνηθισμένης διάστασης της που είναι ο προγραμματισμός H/Y. Αν οι επιδόσεις των νηπίων παρουσιάζουν συστηματικά συσχέτιση με κάποιες από τις βασικές χωρικές δεξιότητες τότε η ενασχόληση των νηπίων με τον προγραμματισμό logo είναι πιθανό να επιδρά στη ανάπτυξη των συγκεκριμένων δεξιοτήτων. Αν δεν βρεθεί σημαντική συσχέτιση της επίδοσης των παιδιών στον προγραμματισμό με τις επιμέρους χωρικές δεξιότητες αυτό είναι πιθανό να σημαίνει ότι το περιβάλλον logo απαιτεί την εφαρμογή διακριτών συνιστωσών χωρικής σκέψης και τότε η σημασία του στην ανάπτυξη της χωρικής σκέψης των παιδιών ίσως είναι ακόμα πιο σημαντική. Αυτό είναι δυνατό να ερμηνευτεί αφού η ικανότητα χωρικού προσανατολισμού τόσο σε πραγματικό όσο και σε εικονικό περιβάλλον δεν απαιτεί απλά ανεπτυγμένες βασικές χωρικές ικανότητες αλλά σύνθετες δεξιότητες που περιλαμβάνουν την κατανόηση του πληροφοριών του χώρου, τη νοητική επεξεργασία και την ανάπτυξη κατάλληλων στρατηγικών και πλοήγηση (Clements & Sarama, 2009).

Οι ερευνητές υποθέτουν ότι επιμέρους βασικές χωρικές δεξιότητες δεν θα σχετίζονται συστηματικά με τις επιδόσεις στα προγραμματιστικά προβλήματα τύπου Logo και ότι ο προγραμματισμός επιτρέπει την καλλιέργεια των δεξιοτήτων χωρικού προσανατολισμού και πλοήγησης οι οποίες σε συνδυασμό με την χρήση του χάρτη μπορούν να ολοκληρώσουν περισσότερο την ανάπτυξη της χωρικής ικανότητας των νηπίων. Με βάση τα παραπάνω διατυπώθηκαν τα επόμενα ερευνητικά ερωτήματα:

**E1.** Υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις επιδόσεις των νηπίων σε τεστ βασικών χωρικών δεξιοτήτων (spatial perception, mental rotation, and spatial visualization) καθώς και του τεστ χωρικής γλώσσας με τις επιδόσεις τους σε προγραμματιστικά προβλήματα τύπου Logo;

**E2.** Επιδρά η ηλικία, το φύλο και η αλληλεπίδραση τους στην επίδοση των παιδιών του δείγματος στα τεστ και τα προβλήματα προγραμματισμού;

### Συμμετέχοντες

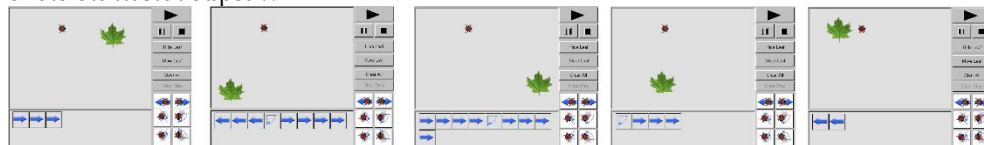
Στην έρευνα συμμετείχαν 21 παιδιά, 11 αγόρια (52,38%) και 10 κορίτσια (47,62%), που φοιτούσαν στο ολοήμερο τμήμα, δημόσιου Νηπιαγωγείου, στο διάστημα 1/2/2018-30/4/2018. Οι ηλικίες των παιδιών σε μήνες κυμαίνονταν από 55-74 μήνες (4:7 - 6:2 σε έτη:μήνες) με μέση τιμή 66.28 (5:6) και τυπική απόκλιση 4.85 μήνες. Στον πληθυσμό υπήρχαν 3 προνήπια (4:7, 5:0, 5:2) και 18 νήπια. Η Νηπιαγωγός του τμήματος, η οποία υλοποίησε και τις πειραματικές παρεμβάσεις, σε συνεννόηση με τους ερευνητές, είχε εργασθεί με τα νήπια στις χωρικές έννοιες μέσα από αναπτυξιακά κατάλληλες μαθησιακές δραστηριότητες συμβατές με το επίσημο πρόγραμμα σπουδών (Κωνσταντοπούλου & Φεσάκης, 2016).

### Τεστ Χωρικής Ικανότητας

Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν 8 τεστ για να εξετάσουν τις επιδόσεις των μαθητών στις τέσσερις κατηγορίες της βασικών χωρικών δεξιοτήτων. Τα τεστ αυτά είτε είναι αυτούσια όπως έχουν παρουσιαστεί και μελετηθεί στη βιβλιογραφία είτε είναι επιμέρους κομμάτια αυτών. Μόνο το SLT έχει αναπτυχθεί από τους ερευνητές για της ανάγκες της έρευνας χρησιμοποιώντας τους χωρικούς όρους όπως έχουν κατηγοριοποιηθεί στο Cannon et al. (2007). Βασικά κριτήρια επιλογής των τεστ ήταν η αναπτυξιακή καταλληλότητα, η ελεύθερη διάθεση τους και η δυνατότητα εφαρμογής από εκπαιδευτικό χωρίς ειδικές άδειες.

### Προγραμματιστικές Δραστηριότητες

Το προγραμματιστικό περιβάλλον που χρησιμοποιήθηκε ήταν το LadyBug leaf (Σχήμα 1), το οποίο διατίθεται δωρεάν.



Σχήμα 1. Δραστηριότητες στο προγραμματιστικό περιβάλλον LadyBug leaf

Στο Σχήμα 1 φαίνονται τα πέντε προβλήματα P1-P5 που δόθηκαν στα νήπια. Από την εξέταση των προβλημάτων βλέπουμε ότι οι εμπλεκόμενες έννοιες περιλαμβάνουν: α) τις χωρικές έννοιες: η νοητική περιστροφή, η απόκτηση διαφορετικής προοπτικής, υπολογισμό απόστασης (κλίμακα), η αντίληψη της θέσης και συνδυασμό όλων των παραπάνω, β) τις μαθηματικές έννοιες: αριθμός, απαρίθμηση, μήκος, μέτρηση, μικρότερο-μεγαλύτερο και τις γ) τις προγραμματιστικές

έννοιες: εντολή, πρόγραμμα, εκτέλεση προγράμματος, σφάλμα. Για την επίλυση των προβλημάτων τα παιδιά ενεργοποιούν χωρικές δεξιότητες (νοητική αντίληψη, περιστροφή κλπ.), καθώς και δεξιότητες χάρτη και πλοήγησης (π.χ. κλίμακα και εύρεσης διαδρομής).

### Διαδικασία

Τα παιδιά απαντούσαν ατομικά στα τεστ και στα προγραμματιστικά προβλήματα. Στην περίπτωση των τεστ η Νηπιαγωγός μοίραζε τα έντυπα και έδινε τις οδηγίες σε όλα τα παιδιά μαζί. Στα περισσότερα από αυτά τα παιδιά έπρεπε να κυκλώσουν τη σωστή απάντηση. Επίσης, παρείχε διευκρινήσεις σε κάθε παιδί που ζητούσε ή παρατηρούσε ότι δεν είχε κατανοήσει τις οδηγίες σύμφωνα με τις προδιαγραφές του τεστ. Τελευταία εργασία της έρευνας ήταν η λύση των προγραμματιστικών προβλημάτων ατομικά από κάθε παιδί. Αρχικά έγινε εφαρμογή του βιωματικού παιχνιδιού που χρησιμοποιήθηκε και στο Fessakis et al., 2013 ώστε τα παιδιά να νοηματοδοτήσουν τις συμβολικές αναπαραστάσεις των εντολών του προγραμματιστικού περιβάλλοντος καθώς και του σκοπού του μικρόκοσμου. Στη συνέχεια έγινε επίδειξη του προγραμματιστικού μικρόκοσμου στην ολομέλεια των παιδιών με την χρήση προβολέα. Ο μικρόκοσμος εγκαταστάθηκε σε Η/Υ της τάξης και τα παιδιά έλυναν ατομικά τις επόμενες μέρες με την συνοδεία δύο εθελοντριών φοιτητριών οι οποίες είχαν ενημερωθεί για την έρευνα. Λόγω της προετοιμασίας των παιδιών με το bee-bot και το βιωματικό παιχνίδι ήταν αναμενόμενο ότι η συντριπτική πλειοψηφία των παιδιών θα έλυνε τα προβλήματα αν αφηνόταν να πειραματίζεται και να δοκιμάζει με τις εντολές. Για το λόγο αυτό δόθηκε στα παιδιά η οδηγία να βρουν μια ολοκληρωμένη λύση από την αρχή και μετά να τη δοκιμάσουν στον Η/Υ. Αυτές οι αρχικές λύσεις των παιδιών είναι που αξιολογήθηκαν στο πλαίσιο της έρευνας.

### Αποτελέσματα

#### Ανάλυση των επιδόσεων των παιδιών στα τεστ χωρικών δεξιοτήτων

Οι βαθμολογίες των τεστ τυποποιήθηκαν στο διάστημα [0-1] ώστε να μπορούν να συγκριθούν ευκολότερα. Η τιμή κάθε τεστ εκφράζει το ποσοστό των ορθών απαντήσεων ενός νηπίου στο τεστ.

Πίνακας 2. Επιδόσεις των νηπίων στα τεστ χωρικών δεξιοτήτων

| Statistic                | WLT  | DRT  | PTT  | MRT  | MTT  | PFT  | SCT  | SLT  |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Mean                     | 0.45 | 0.88 | 0.69 | 0.62 | 0.65 | 0.49 | 0.77 | 0.84 |
| Standard deviation (n-1) | 0.44 | 0.10 | 0.21 | 0.21 | 0.25 | 0.29 | 0.17 | 0.07 |

Από τα στοιχεία του Πίνακα 2 φαίνεται ότι τα νήπια δυσκολεύτηκαν περισσότερο στα WLT και PFT, ενώ μεγαλύτερες επιδόσεις είχαν γενικά στο DRT, SCT και SLT. Στα υπόλοιπα PTT, MRT, και MTT είχαν μέτριες επιδόσεις με μέσες τιμές 62%-69%. Στο WLT μάλιστα έχουν και μεγάλη τυπική απόκλιση 0.44 επιβεβαιώνοντας τις δυσκολίες που έχουν τα παιδιά στην διατήρηση της κατακόρυφης διεύθυνσης. Το PFT φαίνεται να προκαλεί μια λεπτομερή διαίρεση των παιδιών ανάλογα με την ικανότητα τους για νοερή επεξεργασία των σχημάτων (spatial visualization). Ειδικά το λεκτικό τεστ δείχνει κατανόηση μεγάλης ποικιλίας χωρικών όρων από τα περισσότερα παιδιά (το 50% έχει επιδόσεις 80%-90% ενώ το 75% των παιδιών έχει επίδοση >80%). Οι επιδόσεις στα τεστ WLT, DRT, MRT, MTT, PFT, SCT ακολουθούν την κανονική κατανομή σύμφωνα με το Kolmogorov-Smirnov test και τον έλεγχο  $\chi^2$  όπου μπορούσε να εφαρμοστεί. Αντίθετα οι επιδόσεις στα PTT και SLT δεν ακολουθούν κανονική κατανομή.

### **Σχέση των επιδόσεων των χωρικών τεστ με ηλικία και φύλο**

Το επόμενο ερώτημα που προκύπτει είναι αν τα αποτελέσματα στα τεστ σχετίζονται με το φύλο ή/και την ηλικία των παιδιών. Για τον ερώτημα αυτό υλοποιήθηκε α) έλεγχος συσχέτισης και β) ανάλυση της διακύμανσης με τη μέθοδο MANCOVA χωρίς στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα σε καμιά περίπτωση.

### **Ανάλυση των επιδόσεων των παιδιών στα προγραμματιστικά προβλήματα**

Οι λύσεις των παιδιών στα προγραμματιστικά προβλήματα P1-P5 βαθμολογήθηκαν στην κλίμακα 0-100 και τυποποιήθηκαν στο διάστημα [0-1] ώστε να μπορούν να συγκριθούν ευκολότερα.

**Πίνακας 3. Σύνοψη των επιδόσεων των νηπίων στα προγραμματιστικά προβλήματα**

| Statistic                | P1   | P2   | P3   | P4   | P5   |
|--------------------------|------|------|------|------|------|
| Mean                     | 0.80 | 0.74 | 0.77 | 0.58 | 0.48 |
| Standard deviation (n-1) | 0.25 | 0.24 | 0.15 | 0.26 | 0.36 |

Οι επιδόσεις των παιδιών στα προγραμματιστικά προβλήματα ακολουθούν την κανονική κατανομή σύμφωνα με το κριτήριο Kolmogorov-Smirnov με εξαίρεση το πρόβλημα P4 για το οποίο δεν επιβεβαιώνεται η υπόθεση. Παρατηρώντας τη μέση τιμή (Mean) των επιδόσεων των παιδιών σε κάθε πρόβλημα παρατηρούμε ότι με εξαίρεση το P2 οι τιμές τις μειώνονται με τον αριθμό του προβλήματος. Πράγματι εφαρμόζοντας τον έλεγχο Kruskal-Wallis<sub>P1,P2,P3,P4,P5</sub>(DF=4, N=21)=16.44,  $p=0.0025 < 0.5$  άρα οι κατανομές των τιμών των επιδόσεων στα P1-P5 διαφέρουν σημαντικά. Το γεγονός ενισχύει την υπόθεση των ερευνητών ότι τα προβλήματα είχαν αυξανόμενη δυσκολία.

### **Σχέση των επιδόσεων στα προβλήματα με ηλικία και φύλο**

Για το ερώτημα αυτό υλοποιήθηκε α) έλεγχος συσχέτισης και β) ανάλυση της διακύμανσης με τη μέθοδο MANCOVA χωρίς στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα σε καμιά περίπτωση. Η ανεξαρτησία είναι αναμενόμενη και λόγω της εκπαιδευτικής προετοιμασίας των νηπίων.

### **Σχέση των επιδόσεων στα προβλήματα και στα τεστ των χωρικών δεξιοτήτων**

Κεντρικό ερώτημα στην έρευνα είναι αν οι επιδόσεις των παιδιών στα προγραμματιστικά προβλήματα σχετίζονται με τις επιδόσεις τους στα τεστ χωρικών δεξιοτήτων και αν οι τελευταίες μπορούν να ερμηνεύσουν τις πρώτες. Για τον έλεγχο χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης  $r$  του Pearson και η πολυμεταβλητή ανάλυση συνδιασποράς MANCOVA. Από την ανάλυση του συντελεστή συσχέτισης  $r_p$  (πίνακας 4) προέκυψαν δύο περιπτώσεις στατιστικά σημαντικών συσχετίσεων μεταξύ του DRT και του P3 όπως και μεταξύ του SCT και του P1. Η σποραδικότητα των συσχετίσεων τις καθιστά όμως μη αξιολογήσιμες σημασιολογικά. Η ερμηνεία των επιδόσεων στον προγραμματισμό από τις επιμέρους δεξιότητες θα σήμαινε πιο σταθερή ανίχνευση της εξάρτησης.

**Πίνακας 4. Συντελεστές συσχέτισης  $r_p$  των τεστ χωρικών δεξιοτήτων με τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα**

| Variables | P1    | P2    | P3           | P4    | P5    |
|-----------|-------|-------|--------------|-------|-------|
| WLT       | -0.04 | 0.34  | 0.19         | 0.01  | 0.03  |
| DRT       | -0.01 | 0.08  | <b>0.52*</b> | -0.17 | 0.15  |
| PTT       | -0.06 | 0.29  | 0.37         | -0.36 | 0.31  |
| MRT       | 0.28  | -0.01 | 0.18         | 0.11  | 0.09  |
| MTT       | 0.23  | 0.00  | 0.15         | -0.13 | -0.25 |

|     |              |       |       |       |       |
|-----|--------------|-------|-------|-------|-------|
| PFT | -0.01        | -0.38 | 0.11  | -0.07 | -0.08 |
| SCT | <b>0.57*</b> | 0.06  | 0.38  | 0.23  | -0.11 |
| SLT | 0.19         | 0.34  | -0.28 | 0.01  | 0.18  |
| WLT | -0.04        | 0.34  | 0.19  | 0.01  | 0.03  |

\* Περιπτώσεις συσχέτισης στατιστικά σημαντικές με επίπεδο  $\alpha=0.05$

Από την ανάλυση MANCOVA προκύπτει ότι στατιστικά σημαντική συσχέτιση και αντίστοιχο ερμηνευτικό μοντέλο έχουμε μόνο στην περίπτωση του P3 ( $Pr>F$ ,  $p=0.003$ ). Μάλιστα η ερμηνευόμενη διακύμανση είναι αρκετά υψηλή 69%. Η συσχέτιση αυτή δεν φαίνεται να μπορεί να καταρρίψει την υπόθεση ότι οι επιδόσεις των νηπίων του δείγματος στα προγραμματιστικά προβλήματα δεν συσχετίζονται συστηματικά με τις επιδόσεις τους στα τεστ χωρικών δεξιοτήτων επειδή ακριβώς θα έπρεπε να εμφανίζεται πιο συστηματικά.

### Σύνοψη-συμπεράσματα

Η μελέτη των αποτελεσμάτων έδωσε αρνητική απάντηση και στα δύο ερωτήματα. Οι επιδόσεις των νηπίων του δείγματος στα προγραμματιστικά προβλήματα, στο συγκεκριμένο περιβάλλον προγραμματισμού τύπου Logo, παρόλο που αφορούν και απαιτούν χωρική σκέψη (χωρικό προσανατολισμό) δεν σχετίζονται ούτε μπορούν να ερμηνευθούν από τις επιδόσεις τους στα τεστ βασικών χωρικών δεξιοτήτων (χωρική οπτικοποίηση). Οι επιδόσεις στα προβλήματα Logo δείχνουν πως οι δραστηριότητες αυτές αποτελούν τεκμηριωμένα έναν αναπτυξιακά κατάλληλο τρόπο να αναπτύξουμε στα Νήπια συνδυαστικά την χωρική, τη μαθηματική και την υπολογιστική σκέψη. Ο τρόπος αυτός είναι επιπλέον ουδέτερος φύλου και αφορά εξίσου τα αγόρια και τα κορίτσια. Τα αποτελέσματα της έρευνας συμβαδίζουν με αυτά των Sprigle & Schaefer (1984), οι οποίοι δεν βρήκαν σημαντική συσχέτιση μεταξύ των βασικών χωρικών δεξιοτήτων και προγραμματισμού σε παιδιά ηλικίας 3-4 ετών.

Διδακτική συνέπεια των παραπάνω είναι ότι η ενασχόληση με τη Logo μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εισαγωγική δραστηριότητα για την ενασχόληση με τους χάρτες, η οποία απαιτεί συνδυασμό σύνθετων χαρακτηριστικών της χωρικής σκέψης προσανατολισμού και ανάπτυξη κατάλληλων στρατηγικών. Τέλος, ως περιοριστικοί παράγοντες της έρευνας καταγράφονται το μικρό σχετικά δείγμα, η υποκειμενική ως ένα βαθμό βαθμολόγηση των λύσεων των παιδιών καθώς και η εφαρμογή των τεστ από μη έμπειρους επιστήμονες.

### Αναφορές

- Booth, R., & Thomas, M. (2000). Visualization in mathematics learning: Arithmetic problem-solving and student difficulties. *Journal of mathematical behavior*, 18(2), 169-190.
- Cannon, J., Levine, S., & Huttenlocher, J. (2007). A system for analyzing children and caregivers' language about space in structured and unstructured contexts. *Spatial Intelligence and Learning Center (SILC) technical report*.
- Clements, D. H., & Gullo, D. F. (1984). Effects of computer programming on young children's cognition. *Journal of Educational Psychology*, 76(6), 1051-1058.
- Clements, D., & Sarama, J. (2003). Strip mining for gold: research and policy in educational technology – a response to “fool's gold”. *AACE Journal*. ISSN: 1551-3696, 11(1). ISSN:1551-3696, 7-69, Association for the Advancement of Computing in Education, Norfolk, VA, USA. Referenced from: <http://dl.aace.org/12683>.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2009). *Learning and teaching early math – The learning trajectories approach*. Routledge: New York.
- Cross, C. T., Woods, T. A., Schweingruber, H. A., & NRC (U.S.) (Eds.). (2009). *Mathematics learning in early childhood: paths toward excellence and equity*. Washington, DC: National Academies Press.
- Elkin, M., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2014). Implementing a robotics curriculum in an early childhood Montessori classroom. *Journal of Information Technology Education: Inn. in Practice*, 13, 153-169.

- Fessakis, G., Gouli, E., & Mavroudi, E. (2013). Problem solving by 5–6 years old kindergarten children in a computer programming environment: A case study. *Computers & Education*, 63, 87–97. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.11.016>
- Fessakis, G., Komis, V., Mavroudi, E., Prantsoudi, S. (2018). Exploring the scope and the conceptualization of Computational Thinking at the K-12 classroom level curriculum, In M. S. Khine (Ed.) (2018). *Computational Thinking in the STEM Disciplines: Foundations and Research Highlights*. Switzerland: Springer
- Frick, A. & Newcombe, N. S. (2012). Getting the big picture: Development of spatial scaling abilities. *Cognitive Development*, 27, 270–282. doi: 10.1016/j.cogdev.2012.05.004
- Frick, A., Möhring, W. and Newcombe, N. S. (2014). Picturing Perspectives: Development of Perspective-Taking Abilities in 4- to 8-Year-Olds. *Frontiers in Psychology*, 5, 386. DOI: 10.3389/fpsyg.2014.00386
- Frick, A. & Newcombe, N. S. (2015) Young Children's Perception of Diagrammatic Representations, *Spatial Cognition & Computation*, 15:4, 227–245, DOI:10.1080/13875868.2015.1046988.
- Harris, J., Newcombe, N. S., & Hirsh-Pasek, K. (2013). A new twist on studying the development of dynamic spatial transformations: Mental paper folding in young children. *Mind, Brain, and Education*, 7(1), 49–55. doi:10.1111/mbe.12007
- Henderson, P. B., Cortina, T. J., Hazzan, O., & Wing, J. M. (2007). Computational thinking. In *Proceedings of the 38th ACM SIGCSE'07* (pp. 195–196). New York: ACM Press.
- Jansen, P. and Heil, M. (2010) The relation between motor development and mental rotation ability in 5- to 6-year-old children. *Int. J. Dev. Sci.* 4, 67-75
- Inhelder, B., & Piaget, J. (1958). *The growth of logical thinking from childhood to adolescence*. NY: Basic.
- Jones, S., & Burnett, G. (2008). Spatial ability and learning to program. *Human Technology: An Interdisciplinary Journal on Humans in ICT Environments*, 4, 47–61
- Linn, M. C., & Peterson, A. C. (1985). Emergence and characterization of gender differences in spatial abilities: A meta-analysis. *Child Development*, 56, 1479–1498.
- Levine, S. C., Huttenlocher, J., Taylor, A. & Langrock, A. (1999). Early sex differences in spatial skill. *Developmental Psychology*, 35, 940–949.
- National Academy of Sciences (2006). *Learning to Think Spatially: GIS as a Support System in the K-12 Curriculum*. Washington DC: The National Academies Press.
- Newcombe, N. S., & Frick, A. (2010). Early education for spatial intelligence: Why, what, and how. *Mind, Brain, and Education*, 4(3), 102–111.
- Papert, S. (1991). *Mindstorms: Children, computers and powerful ideas*. Athens: Odysseas Publications
- Stief, M., & Uttal, D. (2015). How much can spatial training improve STEM achievement? *Educational Psychology Review*, 27(4), 607–615.
- Sprigle, J. E., & Schaefer, L. (1984). Age, gender, and spatial knowledge influences on preschoolers' computer programming ability. *Early Childhood Development and Care*, 14, 243–250.
- Uttal, D. H., & Cohen, C. A. (2012). Spatial abilities and STEM education: When, why, and how. *Psychology of Learning and Motivation*, 57, 147–182
- Uttal DH, Meadow NG, Tipton E, Hand LL, Alden AR, et al. 2013. The malleability of spatial skills: a meta-analysis of training studies. *Psychol. Bull.* 139:352–402
- Κωνσταντοπούλου, Α., Φεσάκης, Γ. (2015). Σχεδιασμός μαθησιακών δραστηριοτήτων για έννοιες χάρτη με ΤΠΕ για παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας, στο Β. Δαγδiléλης, κ.α. (επιμ.), Πρακτικά Έργασιών 4ου Συνεδρίου της ΕΤΠΕ, Θεσσαλονίκη, 30/10 – 1/1/2015

# Προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών Γυμνασίου και Λυκείου στους αλγόριθμους ταξινόμησης. Μια συγκριτική ανάλυση

Ευριπίδης Βραχνός<sup>1</sup>, Αθανάσιος Τζιμογιάννης<sup>1</sup>,  
[evrachnos@gmail.com](mailto:evrachnos@gmail.com), [ajimoyia@uop.gr](mailto:ajimoyia@uop.gr)

<sup>1</sup> Τμήμα Κοινωνικής και Εκπαιδευτικής Πολιτικής, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

## Περίληψη

Η ταξινόμηση αποτελεί ένα από τα θεμελιώδη προβλήματα της επιστήμης της πληροφορικής. Οι αλγόριθμοι ταξινόμησης χρησιμοποιούνται ως εισαγωγικά παραδείγματα σε μαθήματα ανάλυσης και σχεδίασης αλγορίθμων. Σύμφωνα με την θεωρία του εποικοδομισμού η νέα γνώση χτίζεται πάνω σε προϋπάρχουσα γνώση ή στις εμπειρίες που έχουν οι μαθητές, οπότε η διερεύνηση των προϋπάρχουσών γνώσεων και αναπαραστάσεων των μαθητών είναι πολύ χρήσιμη για τον σχεδιασμό διδακτικών στρατηγικών. Στην εργασία αυτή παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα μιας έρευνας που έγινε σε μαθητές γυμνασίου στους οποίους δόθηκε ένα πρόβλημα ταξινόμησης και τους ζητήθηκε να καταγράψουν στο χαρτί τον αλγόριθμο με τον οποίο θα ταξινομήσουν ένα σύνολο αριθμών σε αύξουσα σειρά. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται συγκριτικά με τα αποτελέσματα αντίστοιχης έρευνας που έγινε σε μαθητές Λυκείου και γίνεται μια προσπάθεια ερμηνείας των ευρημάτων των δυο ερευνών. Οι δυο αυτές έρευνες είναι οι μοναδικές μέχρι στιγμής διεθνώς σχετικά με τη διερεύνηση των προϋπάρχουσών γνώσεων μαθητών σχετικά με τους αλγόριθμους ταξινόμησης.

**Λέξεις κλειδιά:** Αλγόριθμοι ταξινόμησης, Προϋπάρχουσες γνώσεις

## Εισαγωγή

Η διδασκαλία του προγραμματισμού υπολογιστών και της αλγοριθμικής σχεδίασης συνιστούν ένα έργο με ιδιαίτερες δυσκολίες. Πολλοί μαθητές, ακόμη και φοιτητές, δεν μπορούν να σχεδιάσουν ολοκληρωμένα και λογικά ορθά προγράμματα ακόμη και μετά από πολλά μαθήματα στον προγραμματισμό. (Κόμης & Τζιμογιάννης, 2006; Τζιμογιάννης, 2005; De Raadt, 2007; Robins et al., 2003). Ένας από τους λόγους που οι αρχάριοι προγραμματιστές συναντούν τόσες δυσκολίες, είναι οι αφηρημένες αλγοριθμικές έννοιες που πρέπει να διαχειριστούν και οι οποίες έχουν μικρή σχέση με τα αντικείμενα της καθημερινότητας. Έννοιες όπως βρόχος, μετρητής, δείκτης πίνακα, αναδρομή, είναι δύσκολο να χτιστούν πάνω στις εμπειρίες των μαθητών ή πάνω σε φυσικά μοντέλα που είναι οικεία σε αυτούς.

Σύμφωνα με την θεωρία του εποικοδομισμού (Ben-Ari, 2001), η μάθηση συνίσταται στην τροποποίηση ή επέκταση των γνώσεων που έχουν ήδη οι μαθητές. Δηλαδή πολλές νέες έννοιες οικοδομούνται σε προϋπάρχουσες έννοιες ή εμπειρίες, αφού οι μαθητές πριν ακόμα διδαχθούν κάποιο αντικείμενο διαθέτουν ήδη κάποιες γνώσεις ή εμπειρίες σχετικά με αυτό. Ο σχεδιασμός των διδακτικών στρατηγικών που θα πρέπει να ακολουθηθούν έτσι ώστε να διευκολυνθούν οι μαθητές στην πρόσκτηση νέων γνώσεων θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη του τις προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών στο γνωστικό αντικείμενο της διδασκαλίας. Για να γίνει όμως αυτό θα πρέπει πρώτα να εντοπιστούν οι γνώσεις αυτές.

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν λίγες έρευνες σχετικά με τις προϋπάρχουσες γνώσεις σε προγραμματιστικές/αλγοριθμικές έννοιες (Kolikant, 2005; Lewandowski, 2007; McCartney, 2009) και αναφέρονται μόνο σε φοιτητές μαθημάτων προγραμματισμού υπολογιστών. Όσον



αφορά τη διερεύνηση των προϋπαρχουσών γνώσεων στους αλγόριθμους ταξινόμησης έχουν διενεργηθεί μόνο δυο έρευνες από την ομάδα του “Common sense computing” (Chen et al., 2007; Simon et al. 2006) σε φοιτητές. Για μαθητές δεν υπάρχει αντιστοιχη έρευνα διεθνώς από όσο γνωρίζουμε εκτός από μια έρευνα που έγινε πρόσφατα σε μαθητές Λυκείου (Βραχνός & Τζιμογιάννης, 2016). Τα αποτελέσματα της έρευνας της ομάδας του “Common Sense Computing” είναι αρκετά διαφορετικά από τα αποτελέσματα της παραπάνω έρευνας η οποία έγινε σε μαθητές και αυτό οφείλεται κυρίως στο υπολογιστικό μοντέλο που “επιβλήθηκε” έμμεσα στους μαθητές.

Στην εργασία αυτή παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα μιας αντιστοιχης έρευνας που έγινε σε 180 μαθητές των δυο πρώτων τάξεων ενός Πειραματικού Γυμνασίου. Αποτελεί την πρώτη και μοναδική μέχρι στιγμής έρευνα διεθνώς από όσο γνωρίζουμε, για τη διερεύνηση των προϋπαρχουσών γνώσεων μαθητών Γυμνασίου στους αλγόριθμους ταξινόμησης.

Στους μαθητές του δείγματος δόθηκε ένα πρόβλημα με τέτοιο τρόπο ώστε να υποχρεωθούν να περιγράψουν τον αλγόριθμο που θα ακολουθούσαν με όσο το δυνατόν πιο αναλυτικό τρόπο. Η συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών χρησιμοποίησε τους αλγόριθμους εισαγωγής και επιλογής όπως ακριβώς συνέβη στην αντιστοιχη έρευνα που διενεργήθηκε σε μαθητές Λυκείου. Ωστόσο αρκετοί μαθητές σε αντίθεση με τους μαθητές Λυκείου δεν κατάφεραν να διατυπώσουν έναν αλγόριθμο για την επίλυση του προβλήματος.

Επίσης ενώ οι μαθητές Λυκείου είχαν χρησιμοποιήσει κατά συντριπτική πλειοψηφία τον αλγόριθμο ταξινόμησης με εισαγωγή, οι επιλογές των μαθητών Γυμνασίου μοιράστηκαν μεταξύ του αλγόριθμου με εισαγωγή και αυτού με επιλογή. Μια πιθανή εξήγηση για αυτό είναι ότι οι μαθητές του Γυμνασίου έχτισαν διαφορετική αναπαράσταση για τη ροή των δεδομένων από αυτή των μαθητών Λυκείου.

Τα αποτελέσματα της έρευνας θεωρούμε ότι είναι χρήσιμα για τη διάρθρωση του προγράμματος σπουδών εισαγωγικών μαθημάτων αλγορίθμων και προγραμματισμού στην ενότητα της ταξινόμησης, αφού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επιλογή και την διδακτική προσέγγιση των κατάλληλων αλγορίθμων ταξινόμησης που μπορούν να διδαχθούν οι μαθητές.

## Θεωρητικό Πλαίσιο

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν δυο μόνο έρευνες (Chen et al., 2007; Simon et al., 2006) σχετικά με τις προϋπαρχουσες γνώσεις των μαθητών σε αλγόριθμους ταξινόμησης, από την ομάδα του “Common Sense Computing”. Οι ερευνητές αυτής της ομάδας μελετούν τις αντιλήψεις των μαθητών σε διάφορες έννοιες της πληροφορικής, όπως πολυπλοκότητα, λογική και άλλα. Στις δυο αυτές έρευνες διερευνήθηκαν οι προϋπαρχουσες γνώσεις πρωτοετών φοιτητών στους αλγόριθμους ταξινόμησης. Οι ερευνητές ζήτησαν από τους φοιτητές να περιγράψουν τον τρόπο με τον οποίο θα ταξινομούσαν μια σειρά από 10 αριθμούς σε αύξουσα σειρά. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι περισσότεροι φοιτητές αντιμετώπισαν τους αριθμούς ως συμβολοσειρές από ψηφία και έκαναν συγκρίσεις ψηφίο-ψηφίο, ομαδοποιώντας τους αριθμούς σε δεκάδες, εκατοντάδες κλπ., χτίζοντας ένα ευρετήριο με βάση το πλήθος των ψηφίων. Η δεύτερη πιο δημοφιλής μέθοδος ήταν ο αλγόριθμος επιλογής (selection sort). Άλλοι αλγόριθμοι που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ο αλγόριθμος εισαγωγής (insertion sort) και σε πολύ λίγες περιπτώσεις ο αλγόριθμος ευθείας ανταλλαγής (bubble sort). Επίσης το 30% των φοιτητών δεν μπόρεσαν να περιγράψουν σωστά έναν αλγόριθμο ταξινόμησης ενώ ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι οι φοιτητές που είχαν διδαχθεί προγραμματισμό (με τη γλώσσα Java) τα πήγαν χειρότερα από αυτούς που δεν είχαν καμία εμπειρία ή εκπαίδευση στον προγραμματισμό.

Τα βασικά ερευνητικά ερωτήματα αυτής της έρευνας είναι τα παρακάτω:

- Με ποια μέθοδο / αλγόριθμο ταξινομούν οι μαθητές μια σειρά από αντικείμενα;
- Πώς περιγράφουν οι μαθητές τα βήματα ενός αλγορίθμου;
- Πώς περιγράφουν/κωδικοποιούν μια επαναληπτική διαδικασία;
- Διαφέρουν οι αναπαραστάσεις των μαθητών Γυμνασίου για τη διαδικασία της ταξινόμησης από αυτές των μαθητών Λυκείου;

Επίσης ένα άλλο θέμα που εξετάζει αυτή η έρευνα είναι κατά πόσο ο αλγόριθμος ταξινόμησης της ευθείας ανταλλαγής που διδάσκεται στα περισσότερα εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού προκύπτει από τις εμπειρίες των μαθητών. Η υπόθεσή μας είναι ότι ένας από τους λόγους που οι μαθητές δυσκολεύονται στην κατανόηση του αλγορίθμου ευθείας ανταλλαγής (Βραχνός & Τζιμογιάννης, 2014) είναι ότι δεν προκύπτει άμεσα από την εμπειρία, σε αντίθεση με άλλους αλγορίθμους όπως ο αλγόριθμος με εισαγωγή ή με επιλογή.

### Μεθοδολογία της Έρευνας

Τα αποτελέσματα της έρευνας που θα παρουσιάσουμε στη συνέχεια είναι αρκετά διαφορετικά από τα αποτελέσματα των παραπάνω ερευνών κυρίως επειδή μέσω της εκφώνησης του προβλήματος που τέθηκε στους μαθητές ορίστηκε με έμμεσο τρόπο το υπολογιστικό μοντέλο που μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν σε αντίθεση με τις παραπάνω έρευνες, που παρείχαν μεγαλύτερη ελευθερία έκφρασης.

Αποτέλεσμα αυτής της ελευθερίας που δόθηκε στους μαθητές ήταν, πολλές από τις απαντήσεις να μην “δείχνουν” κάποιον γνωστό αλγόριθμο ταξινόμησης, ή κάποιον αλγόριθμο ταξινόμησης που να είναι αποδεκτός από το υπολογιστικό μοντέλο που χρησιμοποιούμε. Για παράδειγμα ένας μαθητής μπορεί να απαντήσει ότι με μια ματιά βρίσκει αμέσως το μικρότερο στοιχείο, χωρίς να περιγράψει αναλυτικά τα βήματα που ακολούθησε για να το πετύχει.

Το σύνολο των επιτρεπτών εντολών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ορίζει τη νοητή μηχανή που προγραμματίζουμε για την επίλυση του προβλήματος. Η πρώτη αναφορά στην έννοια της νοητής μηχανής (notional machine) έγινε από τον Du Boulay (1986). Σύμφωνα με τον Du Boulay η νοητή μηχανή περικλείει το σύνολο των γενικών χαρακτηριστικών που έχει η μηχανή στην οποία προγραμματίζουμε τη λύση ενός προβλήματος.

Στη δική μας έρευνα η νοητή μηχανή την οποία προγραμματίζουν οι μαθητές προκύπτει έμμεσα από την εκφώνηση του προβλήματος που τους δόθηκε:

Σας δίνουν 20 κλειστούς φακέλους. Σε κάθε έναν από αυτούς υπάρχει ένα χαρτί με έναν αριθμό γραμμένο πάνω σε αυτό. Σας ζητείται να βάλετε τους φακέλους σε αύξουσα σειρά (δηλαδή από το μικρότερο στο μεγαλύτερο) με βάση τα νούμερα αυτά.

Μπορείτε να ανοίξετε κάθε φάκελο όσες φορές θέλετε αλλά μπορείτε να έχετε ανοικτούς την ίδια στιγμή το πολύ δύο φακέλους και να βλέπετε τι έχουν μέσα. Μετά τους κλείνετε πάλι και τους τοποθετείτε όπου εσείς κρίνετε.

Να περιγράψετε όσο πιο αναλυτικά μπορείτε τον αλγόριθμο με τον οποίο θα βάλετε τους φακέλους στη σειρά

Ορίζουμε μια νοητή μηχανή στην οποία οι φάκελοι παίζουν το ρόλο των μεταβλητών και οι αριθμοί το περιεχόμενό τους. Το άνοιγμα ενός φακέλου μοντελοποιεί την προσπέλαση στη μνήμη της αντίστοιχης μεταβλητής. Επειδή κάθε φορά μπορεί να συγκριθούν μόνο δύο στοιχεία, θέσαμε τον περιορισμό των δύο ανοικτών φακέλων για κάθε βήμα του αλγορίθμου, ώστε να υποχρεώσουμε τους μαθητές να συγκρίνουν μόνο δύο αντικείμενα κάθε φορά.

Οι βασικοί κανόνες-περιορισμοί που θέσαμε έμμεσα στους μαθητές είναι οι εξής:

- Την ίδια στιγμή μπορούν να έχουν ανοικτούς το πολύ δύο φακέλους

- Αφού δουν το περιεχόμενο ενός φακέλου τον ξανακλείνουν και τον τοποθετούν πάλι στη θέση του, εκτός αν θέλουν να τον μετακινήσουν σε άλλο σημείο.

Επίσης, οι μαθητές είχαν τη δυνατότητα να τοποθετούν τους φακέλους όπου ήθελαν στο τραπέζι. Αυτή η απόφαση αποδείχθηκε κρίσιμη διότι όπως θα δούμε στην ανάλυση των αποτελεσμάτων, πολλοί μαθητές επινόησαν αναδρομικούς αλγόριθμους όπως η Merge Sort οι οποίοι χρειάζονται περισσότερες από μια δομές δεδομένων. Είναι συνηθισμένο όταν βάζουμε στη σειρά μια ομάδα από αντικείμενα να τοποθετούμε τα ταξινομημένα ξεχωριστά από τα υπόλοιπα και όχι δίπλα τους. Αυτό το είδαμε και στην παρούσα έρευνα αλλά και στην έρευνα που έγινε σε μαθητές Λυκείου (Βραχνός & Τζιμογιάννης 2016). Η τοποθέτηση των ταξινομημένων αντικειμένων σε ξεχωριστή περιοχή υποδηλώνει τη χρήση μιας επιπλέον βοηθητικής δομής δεδομένων, αν προσπαθήσουμε να μεταφράσουμε το πρόγραμμα της νοητής μηχανής σε μια συμβατική γλώσσα προγραμματισμού.

Η έρευνα έλαβε χώρα τον Φεβρουάριο του 2017 σε ένα δείγμα 80 μαθητών της Α΄ τάξης και 100 μαθητών της Β΄ τάξης του Ζαννείου Πειραματικού Γυμνασίου, συνολικά 180 μαθητών. Οι μαθητές είχαν διδαχθεί κάποιες βασικές έννοιες προγραμματισμού στο περιβάλλον Scratch, αλλά δεν είχαν ακόμα φτάσει στη δομή επανάληψης ούτε σε λίστες. Επίσης δεν είχαν έρθει σε επαφή με κανέναν αλγόριθμο ταξινόμησης.

Για τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου από τους μαθητές διατέθηκε μια διδακτική ώρα. Το ερωτηματολόγιο ήταν επώνυμο, ώστε να έχουμε στη συνέχεια τη δυνατότητα να διερευνήσουμε ακόμη περισσότερο, μέσω συνεντεύξεων, τις ιδέες των μαθητών που θα παρουσίαζαν ερευνητικό ενδιαφέρον. Περιλάμβανε το πρόβλημα με τους φακέλους που αναλύθηκε παραπάνω. Ζητήθηκε από τους μαθητές να επινοήσουν και να διατυπώσουν έναν αλγόριθμο ταξινόμησης σε όποια μορφή ήθελαν και με όσο πιο αναλυτικό τρόπο γινόταν.

## Ανάλυση των αποτελεσμάτων

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της έρευνας. Οι περισσότεροι μαθητές (53.4%) χρησιμοποίησαν τους αλγόριθμους επιλογής και εισαγωγής. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν σε κάποιο βαθμό με τα αποτελέσματα της αντίστοιχης έρευνας που έγινε σε μαθητές Λυκείου (Βραχνός & Τζιμογιάννης 2016) αλλά και με τις έρευνες των (Chen et. al., 2007; Simon et. al., 2006).

Πίνακας 1: Απαντήσεις των μαθητών Γυμνασίου ανά τάξη

| α/α | Απάντηση (N=180)              | Κατανομή Απαντήσεων ανά τάξη |         |        |             |
|-----|-------------------------------|------------------------------|---------|--------|-------------|
|     |                               | Α΄ Τάξη                      | Β΄ Τάξη | Σύνολο | Ποσοστό (%) |
| 1   | Δεν απάντησαν                 | 1                            | 7       | 8      | 4.4         |
| 2   | Ημιτελής περιγραφή αλγορίθμου | 30                           | 35      | 65     | 36.1        |
| 3   | Ταξινόμηση Εισαγωγής          | 22                           | 26      | 48     | 26.7        |
| 4   | Ταξινόμηση Επιλογής           | 25                           | 23      | 48     | 26.7        |
| 5   | Ταξινόμηση Συγχώνευσης        | 2                            | 8       | 10     | 5.6         |
| 6   | Ταξινόμηση Φυσαλίδας          | 0                            | 1       | 1      | 0.5         |

Ωστόσο υπάρχουν και σημαντικές διαφορές που θα αναλύσουμε στη συνέχεια και οφείλονται στη μεθοδολογία που ακολουθήσαμε.

Στη συνέχεια δίνουμε κάποιες χαρακτηριστικές απαντήσεις μαθητών για κάθε περίπτωση. Να σημειωθεί ότι στις απαντήσεις των μαθητών έχουμε παρέμβει μόνο ως προς τη διόρθωση των ορθογραφικών λαθών που υπήρχαν.

### **Ταξινόμηση Εισαγωγής (Insertion sort)**

Ο αλγόριθμος ταξινόμησης με εισαγωγή είναι ο ένας από τους δυο αλγόριθμους που χρησιμοποίησαν οι περισσότεροι μαθητές. Μια χαρακτηριστική συνοπτική περιγραφή μαθητή είναι η παρακάτω:

*Χωρίζω τους φακέλους σε δυο ομάδες, αυτούς που είναι ταξινομημένοι και αυτούς που δεν είναι. Κάθε φορά παίρνω έναν από τους μη ταξινομημένους και τον βάζω στην σωστή θέση στους ταξινομημένους.*

Στην παραπάνω απάντηση φαίνεται ξεκάθαρα η τάση που έχουν οι μαθητές να ομαδοποιούν τα αντικείμενα κατά την ταξινόμηση σε δύο σύνολα, τα ταξινομημένα και τα μη ταξινομημένα. Διαδοχικά αφαιρούν ένα στοιχείο από το αρχικό σύνολο και το εισάγουν στο ήδη ταξινομημένο σύνολο αφού πρώτα βρουν τη θέση του.

Μια άλλη χαρακτηριστική απάντηση είναι η παρακάτω:

*Ανοίγω τον πρώτο και τον δεύτερο φάκελο. Τους συγκρίνω, βάζω τον μικρότερο αριστερά και τον μεγαλύτερο δεξιά. Ανοίγω τον επόμενο φάκελο και τον συγκρίνω με τον μικρότερο που έβαλα στην άκρη. Αν είναι μικρότερος από αυτόν τον βάζω αριστερά του ενώ αν είναι μεγαλύτερος δεξιά του. Ανοίγω τον επόμενο φάκελο, αν είναι μικρότερος από τον μικρότερο τον βάζω πρώτο ενώ αν είναι μεγαλύτερος από τον μεγαλύτερο τελευταίο, αλλιώς τον βάζω στην μέση. Συνεχίζω με τους υπόλοιπους φακέλους.*

Η δομή αυτής της απάντησης είναι και η πιο συνηθισμένη που είδαμε. Δηλαδή οι μαθητές περιγράφουν τα 2-3 πρώτα βήματα και τελειώνουν με μια φράση όπως “κ.ο.κ”, “ομοίως” κλπ. Δεν δίνουν δηλαδή τον αλγόριθμο στην μορφή που γνωρίζουμε χρησιμοποιώντας τις γνωστές δομές ακολουθίας, επιλογής και επανάληψης, αλλά με ελεύθερο κείμενο στο οποίο ωστόσο είναι διακριτή η βασική ιδέα του αλγορίθμου.

Επίσης είναι φανερό ότι η μαθήτρια που έδωσε την παραπάνω απάντηση έχει χωρίσει τους φακέλους σε δύο ομάδες, τους ταξινομημένους και τους μη ταξινομημένους. Κάθε φορά παίρνει έναν φάκελο από το αρχικό σύνολο και το τοποθετεί στη σωστή θέση μεταξύ των ταξινομημένων φακέλων, μέχρι να τους τοποθετήσει όλους. Δεν το αναφέρει ρητά γιατί το θεωρεί αυτονόητο. Στη συνέντευξη όμως που ακολούθησε ανέφερε ότι ακολούθησε αυτή την προσέγγιση.

### **Ταξινόμηση Επιλογής (Selection sort)**

Ο άλλος εξίσου δημοφιλής αλγόριθμος που επινοήθηκε από τους μαθητές για την επίλυση του προβλήματος της ταξινόμησης ήταν ο αλγόριθμος με επιλογή (selection sort). Ενώ στους μαθητές Λυκείου ο αλγόριθμος αυτός ήταν δεύτερος στις επιλογές τους με μεγάλη διαφορά από τον πρώτο που ήταν ο αλγόριθμος με εισαγωγή, στους μαθητές Γυμνασίου χρησιμοποιήθηκε όσες και ο αλγόριθμος με εισαγωγή. Παρακάτω δίνουμε μερικές χαρακτηριστικές απαντήσεις μαθητών:

*Αρχικά θα πάρουμε 2 φακέλους και να τους συγκρίνουμε, τον μικρότερο τον κρατάμε, ενώ τον άλλον τον κλείνουμε. Αφού λοιπόν κάνουμε αυτή τη διαδικασία σε όλους τους φακέλους, βάζουμε τον μικρότερο στην αρχή. Με την ίδια διαδικασία βρίσκουμε τον αμέσως μικρότερο και τον βάζουμε δεύτερο. Αυτό θα γίνει και στους υπόλοιπους φακέλους με βάση την προηγούμενη διαδικασία.*

Από την παραπάνω περιγραφή φαίνεται η απλότητα του αλγορίθμου με επιλογή αφού συνίσταται σε μια επαναλαμβανόμενη εύρεση μεγίστου κάτι που επίσης καθιστά την υλοποίησή του αρκετά απλή.

Η παραπάνω απάντηση περιγράφει αρκετά καλά τον αλγόριθμο επιλογής. Ωστόσο παρατηρούμε ότι και εδώ οι μαθητές αποθηκεύουν τους ταξινομημένους αριθμούς σε ξεχωριστή δομή. Αν για παράδειγμα υλοποιήσουμε τον παραπάνω αλγόριθμο με πίνακες θα χρειαστούμε δύο πίνακες. Έναν για τα αρχικά δεδομένα και έναν για τους ταξινομημένους αριθμούς. Οι μαθητές έδωσαν και μερικές παραλλαγές της ταξινόμησης επιλογής. Σε μια από

αυτές υπολογίζουν σε κάθε βήμα και το μέγιστο και το ελάχιστο στοιχείο του πίνακα και τοποθετούν το ένα στην αρχή και το άλλο στο τέλος του νέου πίνακα.

### Ταξινόμηση Συγχώνευσης (Merge sort)

Οι περιγραφές των μαθητών που πρότειναν αυτόν τον αλγόριθμο δεν είναι ιδιαίτερα ακριβείς, κυρίως λόγω της δυσκολίας περιγραφής του αναδρομικού βήματος και της συγχώνευσης των ταξινομημένων λιστών. Ακολουθούν δυο ενδεικτικές απαντήσεις μαθητών:

*Για να μπορέσω να βάλω και τους 20 φακέλους σε αύξουσα σειρά, θα ανοίξω τους πρώτους δυο και τους χωρίζω σε μικρό και μεγάλο και συνεχίζω να κάνω το ίδιο και με τους υπόλοιπους 18. Αφού, τους έχω ξεχωρίσει σε μικρούς και μεγάλους, ανοίγω δυο φακέλους από τους μικρότερους αριθμούς και τους χωρίζω σε μεγάλους και μικρούς. Το ίδιο κάνω με τους μεγαλύτερους. Μετά αρχίζω και τοποθετώ τους μικρότερους, πιο μετά τους μεγαλύτερους κ.ο.κ.*

*Εγώ θα πάρω 5 φακέλους θα τους ανοίξω έναν-έναν (και θα τους κλείνω φυσικά) και θα τους βάλω στη σειρά. Μετά θα πάρω άλλους 5 και θα τους βάλω στη σειρά. Θα φτιάξω 4 σειρές από 5 φακέλους. Μετά 2 σειρές των 10 φακέλων, μετά θα προσθέσω άλλους 5 και μετά άλλους 5.*

Οι παραπάνω περιγραφές παραπέμπουν σε αλγόριθμο διαιρεί και βασιλεύει, αφού το πρόβλημα διαιρείται διαδοχικά σε απλούστερα προβλήματα. Οι μαθητές δυσκολεύονται πολύ στην περιγραφή της ένωσης των δύο ταξινομημένων λιστών. Ωστόσο φαίνεται ότι οι μαθητές έχουν κατανοήσει ότι η διαίρεση του προβλήματος οδηγεί σε άλλα απλούστερα.

Κάποιοι μαθητές διαχώρισαν τους αριθμούς με κριτήριο το πλήθος των ψηφίων (μονάδες, δεκάδες, εκατοντάδες). Αυτή την προσέγγιση ακολούθησαν οι περισσότεροι φοιτητές στις δυο διεθνείς έρευνες (Chen et al., 2007; Simon et al. 2006) της ομάδας “common sense computing”.

*Πρώτα θα χωρίσω τους αριθμούς σε μονοψήφιους, διψήφιους, τριψήφιους κλπ. Μετά ανά ομάδα τους βάζω σε αύξουσα σειρά και μετά ενώνω τις ομάδες, βάζοντας μπροστά τους μονοψήφιους, μετά τους διψήφιους, κλπ.*

Τέλος θα πρέπει να σημειώσουμε ότι από τους 180 μαθητές μόνο ένας έδωσε αλγόριθμο ο οποίος μοιάζει με τον αλγόριθμο ευθείας ανταλλαγής (φυσαλίδας). Αυτό επιβεβαιώνει τα ευρήματα άλλων εργασιών (Βραχνός & Τζιμογιάννης, 2016, 2014), σύμφωνα με τα οποία η ταξινόμηση φυσαλίδας δεν συνάδει με τις αρχές του εποικοδομισμού, αφού είναι πολύ δύσκολο όχι μόνο να χτιστεί σε προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών αλλά και να συνδεθεί με εμπειρίες τους από την καθημερινή ζωή. Αυτός ίσως να είναι ο βασικότερος λόγος που οι μαθητές δυσκολεύονται τόσο πολύ στην κατανόηση της λειτουργίας του.

### Συζήτηση

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας συγκριτικά με αυτά της αντίστοιχης έρευνας που είχε γίνει σε 106 μαθητές Λυκείου.

Οι μαθητές Λυκείου χρησιμοποίησαν τον αλγόριθμο εισαγωγής πολύ περισσότερο από αυτόν της επιλογής. Για κάποιο λόγο οι μαθητές Λυκείου έκαναν την υπόθεση ότι τα δεδομένα έρχονται σταδιακά και δεν τα έχουν όλα στη διάθεσή τους από την αρχή. Αυτή η σκέψη οδηγεί στον αλγόριθμο της εισαγωγής. Ωστόσο η διαφοροποίηση αυτή είναι αρκετά σημαντική και χρήζει περισσότερης διερεύνησης.

Πίνακας 2: Απαντήσεις των μαθητών ανά τύπο σχολείου

| α/α | Απάντηση      | Απαντήσεις ανά τύπο σχολείου (ποσοτά %) |                 |
|-----|---------------|---|-----------------|
|     |               | Γυμνάσιο<br>N=180                       | Λύκειο<br>N=106 |
| 1   | Δεν απάντησαν | 4.4                                     | 2.4             |

|   |                               |      |      |
|---|-------------------------------|------|------|
| 2 | Ημιτελής περιγραφή αλγορίθμου | 36.1 | 10   |
| 3 | Ταξινόμηση Εισαγωγής          | 26.7 | 50   |
| 4 | Ταξινόμηση Επιλογής           | 26.7 | 15   |
| 5 | Ταξινόμηση Συγχώνευσης        | 5.6  | 14.1 |
| 6 | Ταξινόμηση Φυσαλίδας          | 0.5  | 3.8  |
| 7 | Γρήγορη Ταξινόμηση            | 0    | 4.7  |

Μια άλλη σημαντική διαφορά είναι ότι το 4.4% των μαθητών του Γυμνασίου δεν απάντησε καθόλου ενώ το 36% έδωσε απαντήσεις οι οποίες είχαν σοβαρές ελλείψεις ή λάθη και δεν μπορούσαν να κατηγοριοποιηθούν σε κάποιον γνωστό αλγόριθμο ταξινόμησης. Το ποσοστό αυτό (40%) είναι πολύ μεγάλο δεδομένου ότι το αντίστοιχο ποσοστό στο Λύκειο ήταν μόλις 12.4%. Είναι φανερό ότι οι μαθητές Γυμνασίου δυσκολεύτηκαν πολύ περισσότερο από τους μαθητές Λυκείου στη διατύπωση του αλγορίθμου κάτι που ήταν αναμενόμενο. Επίσης οι μαθητές Λυκείου είχαν παρακολουθήσει περισσότερα μαθήματα προγραμματισμού στη σχολική τους ζωή από ότι οι μαθητές γυμνασίου και έχουν σίγουρα μεγαλύτερη ευχέρεια στον γραπτό λόγο.

### Συμπεράσματα

Σύμφωνα με την θεωρία του εποικοδομητισμού η νέα γνώση χτίζεται πάνω σε προϋπάρχουσα γνώση και στις εμπειρίες που έχουν οι μαθητές από την καθημερινότητά τους. Για αυτό η μελέτη της προϋπάρχουσας γνώσης των μαθητών για ένα αντικείμενο όπως οι αλγόριθμοι ταξινόμησης έχει πολύ μεγάλη σημασία για το σχεδιασμό των διδακτικών στρατηγικών από τους εκπαιδευτικούς.

Στην έρευνα που διενεργήσαμε τέθηκε στους μαθητές ένα πρόβλημα το οποίο ήταν σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε οι επιτρεπτές κινήσεις που μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στο μοντέλο υπολογισμού των περισσότερων γλωσσών προγραμματισμού χωρίς όμως να περιορίζεται η φαντασία τους.

Περισσότεροι από τους μισούς μαθητές χρησιμοποίησαν δυο αλγόριθμους ταξινόμησης, τον αλγόριθμο επιλογής και τον αλγόριθμο εισαγωγής, οι οποίοι από ότι φαίνεται προκρίπτον πιο εύκολα από την καθημερινή εμπειρία. Ο αλγόριθμος εισαγωγής ήταν ο αλγόριθμος που είχε χρησιμοποιηθεί περισσότερο από μαθητές Λυκείου σε αντίστοιχη έρευνα. Μια σημαντική διαφορά που υπήρξε σε σχέση με την αντίστοιχη έρευνα σε μαθητές Λυκείου ήταν ότι πολλοί μαθητές Γυμνασίου έδωσαν ημιτελή ή μη ορθά τμήματα αλγορίθμων. Ένα πολύ μικρό ποσοστό μαθητών επινόησε τον αλγόριθμο συγχώνευσης επιλέγοντας διάφορα κριτήρια για τον διαχωρισμό των αριθμών, όπως συνέβη και στην περίπτωση των μαθητών του Λυκείου. Η σημαντικότερη διαφορά μεταξύ των δυο ερευνών ήταν ότι στην περίπτωση του Λυκείου ο αλγόριθμος της εισαγωγής ήταν ο επικρατέστερος με μεγάλη διαφορά ενώ στο Γυμνάσιο είχε τον ίδιο ποσοστό με τον αλγόριθμο επιλογής.

Τα αποτελέσματα αυτά επαληθεύουν την υπόθεση ότι ο αλγόριθμος της ευθείας ανταλλαγής δεν προκρίπει φυσικά από τις εμπειρίες των μαθητών οπότε δεν μπορεί να χτιστεί πάνω σε προϋπάρχουσα γνώση. Για αυτό κατά τη διδασκαλία του παρουσιάζονται πολλά προβλήματα (Geller & Dios, 1998; Astrachan, 2003; Simon et al., 2006; Βραχνός & Τζιμογιάννης, 2014). Επίσης επιβεβαιώνεται η τάση των μαθητών να καταχωρούν τα ταξινομημένα στοιχεία σε μια νέα βοηθητική δομή ξεχωρίζοντάς τα από τα μη ταξινομημένα, κάτι που ήταν πολύ εύκολο στο υπολογιστικό μοντέλο της νοητής μηχανής που ορίσαμε.

### Αναφορές

Astrachan, O. (2003). Bubble sort: an archaeological algorithmic analysis. *Proceedings of the 34th SIGCSE technical symposium on Computer science education (SIGCSE '03)*. (pp. 1-5). NY: ACM.

- Ben-Ari, M. (2001). Constructivism in computer science education. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 20(1):45-73.
- de Raadt, M. (2007). A review of Australian investigations into problem solving and the novice programmer. *Computer Science Education*, 17(3), 201-213.
- du Boulay, B. (1986). Some Difficulties of Learning to Program. In E. Soloway & J. C. Spohrer (eds.), *Studying the Novice Programmer* (pp. 283-299). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Geller, J., & Dios, R. (1998). A low-tech, hands-on approach to teaching sorting algorithms to working students. *Computers & Education*, 31(1), 89-103.
- Kolikant, B.-D., Y. (2005). Students' alternative standards for correctness. In *Proceedings of the 1st International Computing Education Research Workshop*, ACM, New York, 37-43.
- McCartney, R., Bouvier, J., D., Tzu-Yi Chen, Gary Lewandowski, Kate Sanders, Beth Simon, and Tammy VanDeGrift. (2009). Commonsense computing (episode 5): algorithm efficiency and balloon testing. In *Proceedings of the fifth international workshop on Computing education research workshop (ICER '09)*. ACM, New York, NY, USA, 51-62.
- Lewandowski, G., Dennis J. Bouvier, Robert McCartney, Kate Sanders, and Beth Simon. (2007). Commonsense computing (episode 3): concurrency and concert tickets. In *Proceedings of the third international workshop on Computing education research workshop (ICER '07)*. ACM, New York, NY, USA, 51-62.
- Robins, A., Rountree, J., & Rountree, N. (2003). Learning and teaching programming: A review and discussion. *Computer Science Education*, 13(2), 137-172.
- Simon, B., Chen, T.-Y., Lewandowski, G., McCartney, R., & Sanders, K. (2006). Commonsense computing: What students know before we teach (Episode 1): Sorting. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Computing Education Research* (pp. 29-40). NY: ACM.
- Chen, T.-Y., Lewandowski, G., McCartney, R., Sanders, K., and Simon, B. (2007). Commonsense computing: using student sorting abilities to improve instruction. *SIGCSE Bulletin*. 39(1), 276-280.
- Βραχνός, Ε., & Τζιμογιάννης, Α. (2014). Αναπαραστάσεις μαθητών και φοιτητών για τον αλγόριθμο ταξινόμησης ευθείας ανταλλαγής: Μια ανάλυση βασισμένη στην ταξινόμηση SOLO. *Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου "Διδακτική της Πληροφορικής"*. 3-5 Οκτωβρίου, Ρέθυμνο.
- Βραχνός, Ε., & Τζιμογιάννης, Α. (2016). Προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών στους αλγόριθμους ταξινόμησης. Ποιον αλγόριθμο επινοούν; *Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου "Διδακτική της Πληροφορικής"*. 23-25 Σεπτεμβρίου, σελ. 61-68, Ιωάννινα.
- Κόμης, Β., & Τζιμογιάννης, Α. (2006). Ο Προγραμματισμός ως μαθησιακή δραστηριότητα: από τις εμπειρικές προσεγγίσεις στη γνώση παιδαγωγικού περιεχομένου. *Θέματα στην Εκπαίδευση*, 7(3), 229-255.
- Τζιμογιάννης, Α. (2005). Προς ένα παιδαγωγικό πλαίσιο διδασκαλίας του προγραμματισμού στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Στο Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), *Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου "Διδακτική της Πληροφορικής"* (σ. 99-111). Κόρινθος.