

# Η Επίδραση της Στρατηγικής Κατανόησης Υπολογιστικού Προβλήματος στον Προσδιορισμό Σταθερών και Μεταβλητών Προγράμματος

Διονύσιος Μωράκης<sup>1</sup>, Αλεξάνδρα Γασπαρινάτου<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Εκπαιδευτικός Πληροφορικής, Γενική Γραμματεία Έρευνας & Τεχνολογίας  
[dmorakis@sch.gr](mailto:dmorakis@sch.gr)

<sup>2</sup>Εκπαιδευτικός Πληροφορικής, 2<sup>ο</sup> Πειραματικό ΓΕΛ Αθήνας  
[alegas@di.uoa.gr](mailto:alegas@di.uoa.gr)

## Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα διδακτικής παρέμβασης για την υποστήριξη μαθητών Γ' τάξης Γενικού Λυκείου στον προσδιορισμό των σταθερών και μεταβλητών ενός προγράμματος. Οι μαθητές διδάχθηκαν πώς να καθορίσουν τις σταθερές και μεταβλητές, αφού πρώτα αναγνωρίσουν τα δεδομένα και ζητούμενα στην εκφώνηση του προβλήματος. Μετά την παρέμβαση παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση των σωστών απαντήσεων στην πλειοψηφία των σταθερών και μεταβλητών, για τον συγκεκριμένο πληθυσμό. Παρόλα αυτά, δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική αλλαγή στη συνολική επίδοση των μαθητών. Από την ανάλυση των απαντήσεων προέκυψαν ενδείξεις ότι η ικανότητα καθορισμού των σταθερών και μεταβλητών του προγράμματος μπορεί να επηρεάζεται από την ικανότητα εντοπισμού των δεδομένων και ζητούμενων του προβλήματος.

**Λέξεις κλειδιά:** διδακτική προγραμματισμού, αρχάριοι προγραμματιστές, Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον (ΑΕΠΠ).

## 1. Εισαγωγή

Σύμφωνα με ανασκοπήσεις της διεθνούς βιβλιογραφίας, οι μεγαλύτερες δυσκολίες των αρχάριων προγραμματιστών οφείλονται κυρίως στην έλλειψη δεξιοτήτων επίλυσης προβλήματος (Qian & Lehman, 2017; Robins, Rountree, & Rountree, 2003; Winslow, 1996). Το πρόβλημα επιτείνεται, σύμφωνα με τον Winslow (1996), καθώς τα αποτελέσματα μελετών από την εφαρμογή της γνωστικής ψυχολογίας στον προγραμματισμό (psychology of programming) δεν αξιοποιούνται και τα εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού εστιάζουν στο συντακτικό των γλωσσών προγραμματισμού. Αν και έχουν περάσει 23 χρόνια, ο παραπάνω προβληματισμός παραμένει επίκαιρος. Η μελέτη των 39 δημοφιλέστερων αγγλόφωνων βιβλίων για εισαγωγή στον προγραμματισμό (Kölling, 2003), καθώς και η ανάλυση των προγραμμάτων σπουδών από 85 εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού στα πανεπιστήμια της Αυστραλίας και Νέας Ζηλανδίας (de Raadt, 2007), έδειξε ότι η επίλυση προβλήματος αποτελεί μικρό ποσοστό της ύλης. Στις περιπτώσεις αυτές η

ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλήματος υποτίθεται ότι γίνεται έμμεσα μέσα από ασκήσεις υλοποίησης αλγορίθμων-προγραμμάτων (de Raadt, 2007).

Όμως η έμμεση διδασκαλία είναι χρονοβόρα, καθώς έχει διατυπωθεί η απόψη ότι ακόμα και τέσσερα χρόνια πανεπιστημιακών σπουδών ενδέχεται να μην επαρκούν για να αποκτήσει ένας αρχάριος την απαιτούμενη εμπειρία (Winslow, 1996). Αντίθετα, η άμεση διδασκαλία μπορεί να έχει καλύτερα αποτελέσματα συγκριτικά με την έμμεση, σύμφωνα με έρευνα σε πρωτοετείς φοιτητές Πληροφορικής από ένα πανεπιστήμιο της Αυστραλίας (de Raadt, Watson, & Toleman, 2009). Το αποτέλεσμα της παραπάνω μελέτης επιβεβαιώνει την ανάγκη, η οποία έχει αναδειχθεί επανειλημμένα σε ανασκοπήσεις της βιβλιογραφίας (Qian & Lehman, 2017; Robins, Rountree, & Rountree, 2003; Winslow, 1996), για υποστήριξη των αρχάριων προγραμματιστών ώστε να αποκτήσουν δεξιότητες επίλυσης προβλήματος.

Η μεθοδολογία επίλυσης αριθμητικών προβλημάτων του Polya (1945) έχει επηρεάσει τη διδακτική του προγραμματισμού και έχει δοκιμαστεί με επιτυχία σε πανεπιστήμια των Η.Π.Α. για τη διδασκαλία προγραμματισμού σε εισαγωγικό (Deek, Kimmel, & McHugh, 1998) και προχωρημένο επίπεδο (Allison & Joo, 2014). Σύμφωνα με τη μεθοδολογία του Polya, η επίλυση ενός προβλήματος ξεκινάει με την κατανόησή του και συγκεκριμένα τον καθορισμό των δεδομένων και ζητούμενων. Αυτό το βήμα είναι ιδιαίτερα σημαντικό καθώς από τα δεδομένα και ζητούμενα προκύπτουν οι σταθερές και μεταβλητές του προγράμματος (Deek, 1999). Όμως οι διδακτικές προσεγγίσεις που βασίζονται στη μεθοδολογία του Polya δεν περιγράφουν τη μετάβαση από τα δεδομένα-ζητούμενα του προβλήματος στις σταθερές-μεταβλητές του προγράμματος. Αυτό παρατηρείται και στα ελληνικά εγχειρίδια αλγοριθμικής-προγραμματισμού της Β΄ ΓΕΛ (Δουκάκης κ.α., 2014) και Γ΄ ΓΕΛ (Βακάλη κ.α., 1999/2016), με τις ενότητες που αναφέρονται σε επίλυση προβλήματος να μην συνδέονται οργανικά με το υπόλοιπο υλικό. Το κενό αυτό προσπάθησε να εξετάσει η παρούσα έρευνα, δοκιμάζοντας μια τεχνική καθορισμού των σταθερών-μεταβλητών με βάση τα αντίστοιχα δεδομένα-ζητούμενα.

Σκοπός της έρευνας ήταν να μελετηθεί πώς επιδρά η κατανόηση ενός υπολογιστικού προβλήματος στον σχεδιασμό του αντίστοιχου προγράμματος. Τα ερευνητικά ερωτήματα ήταν τα ακόλουθα:

- *EE1*: Μπορούν οι μαθητές Γ΄ ΓΕΛ να προσδιορίσουν τις σταθερές και μεταβλητές ενός προγράμματος με βάση την εκφώνηση του προβλήματος;
- *EE2*: Μπορεί ο εντοπισμός των δεδομένων και ζητούμενων του προβλήματος να βοηθήσει τους μαθητές Γ΄ ΓΕΛ να καθορίσουν τις σταθερές και μεταβλητές του προγράμματος;

Από όσο είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε δεν έχει πραγματοποιηθεί αντίστοιχη μελέτη στην Ελλάδα. Ευελπιστούμε ότι τα αποτελέσματα θα συμβάλουν στην κατανόηση των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μαθητές Λυκείου κατά την

επίλυση υπολογιστικών προβλημάτων στο πλαίσιο του μαθήματος αλγοριθμικής-προγραμματισμού.

Η παρούσα εργασία αποτελεί συνέχεια δύο προηγούμενων μελετών σχετικά με την ικανότητα μαθητών Γ΄ ΓΕΛ να κατανοήσουν ένα υπολογιστικό πρόβλημα. Στην πρώτη έρευνα (Μωράκης & Γασπαρινάτου, 2018) διαπιστώθηκε ότι αρκετοί μαθητές δεν μπορούσαν να εντοπίσουν τα δεδομένα και ζητούμενα στην εκφώνηση μιας άσκησης. Στη δεύτερη έρευνα (Μωράκης & Γασπαρινάτου, 2019) δοκιμάστηκε διδακτική παρέμβαση για τον εντοπισμό των δεδομένων και ζητούμενων με βάση λέξεις-κλειδιά της εκφώνησης. Η παρέμβαση δεν είχε θετική επίδραση σε όλες τις περιπτώσεις. Παρόλα αυτά ήταν ενθαρρυντικό το γεγονός ότι όπου παρατηρήθηκε βελτίωση επιδόσεων αυτή ήταν στατιστικά σημαντική.

## 2. Μεθοδολογία Έρευνας

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε τον Νοέμβριο του 2017 με συμμετοχή 84 μαθητών Γ΄ τάξης Γενικού Λυκείου από δύο σχολεία: 27 (32%) από το 26<sup>ο</sup> ΓΕΛ Αθήνας και 57 (68%) από το 2<sup>ο</sup> Πειραματικό ΓΕΛ Αθήνας. Οι μαθητές προέρχονταν από την ομάδα προσανατολισμού *Θετικών Σπουδών* και παρακολουθούσαν το μάθημα *Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον*.

Η έρευνα έγινε στην αρχή της σχολικής χρονιάς για να έχουν οι μαθητές τη μικρότερη δυνατή εμπειρία και να αξιολογηθεί καλύτερα η αποτελεσματικότητα της διδακτικής παρέμβασης. Η ύλη που είχε καλυφθεί επέτρεπε στους μαθητές να υλοποιούν προγράμματα με δομή ακολουθίας. Επίσης, οι μαθητές είχαν διδαχθεί μια τεχνική για τον εντοπισμό των δεδομένων και ζητούμενων (Μωράκης & Γασπαρινάτου, 2019), την οποία εφαρμόζαν για ένα περίπου μήνα στις ασκήσεις που επιλύονταν στην τάξη. Η έρευνα περιλάμβανε τρία στάδια: α) προέλεγχο (pre-test), β) διδακτική παρέμβαση και γ) μετέλεγχο (post-test). Όλα τα στάδια πραγματοποιήθηκαν σε μία διδακτική ώρα από τους συγγραφείς στα τμήματα που δίδασκαν.

Στον προέλεγχο αξιολογήθηκε η υφιστάμενη ικανότητα των μαθητών να προσδιορίσουν τις σταθερές και μεταβλητές ενός προγράμματος με βάση την εκφώνηση ενός υπολογιστικού προβλήματος. Διανεμήθηκε φύλλο εργασίας με παραλλαγή άσκησης από ένα από τα εγχειρίδια του μαθήματος (Κωτσάκης & Ταταράκη, 2017, σελ. 16). Η άσκηση αφορούσε στον υπολογισμό μισθοδοσίας υπαλλήλου και απαιτούσε την υλοποίηση δομής ακολουθίας (βλ. *Παράρτημα Α*). Από τους μαθητές ζητήθηκε να καθορίσουν τις σταθερές και μεταβλητές, χωρίς να αναπτύξουν το αντίστοιχο πρόγραμμα.

Ακολούθησε η διδακτική παρέμβαση, κατά την οποία παρουσιάστηκε τεχνική για τον καθορισμό των σταθερών και μεταβλητών του προγράμματος με βάση τα δεδομένα και ζητούμενα του προβλήματος. Η τεχνική περιλάμβανε τα εξής βήματα: α)

εντοπισμό των δεδομένων και ζητούμενων χρησιμοποιώντας την τεχνική που είχαν ήδη διδαχθεί οι μαθητές (Μωράκης & Γασπαρινάτου, 2019), β) διάκριση των δεδομένων σε σταθερής και μεταβλητής τιμής, γ) ορισμό σταθερών για κάθε δεδομένο σταθερής τιμής, δ) ορισμό μεταβλητών για κάθε δεδομένο μεταβλητής τιμής και για κάθε ζητούμενο. Η τεχνική εξηγήθηκε από τους διδάσκοντες χωρίς να γίνει πρακτική εφαρμογή από τους μαθητές.

Η έρευνα ολοκληρώθηκε με τον μετέλεγχο προκειμένου να αξιολογηθεί η επίδραση της παρέμβασης. Για τον μετέλεγχο χρησιμοποιήθηκε η ίδια άσκηση με τη δοκιμασία προελέγχου. Διανεμήθηκε νέο φύλλο εργασίας, στο οποίο εκτός από την εκφώνηση της άσκησης υπήρχε περιγραφή της τεχνικής που παρουσιάστηκε στην παρέμβαση. Από τους μαθητές ζητήθηκε να εφαρμόσουν την τεχνική για να προσδιορίσουν εκ νέου τις σταθερές και μεταβλητές του προγράμματος.

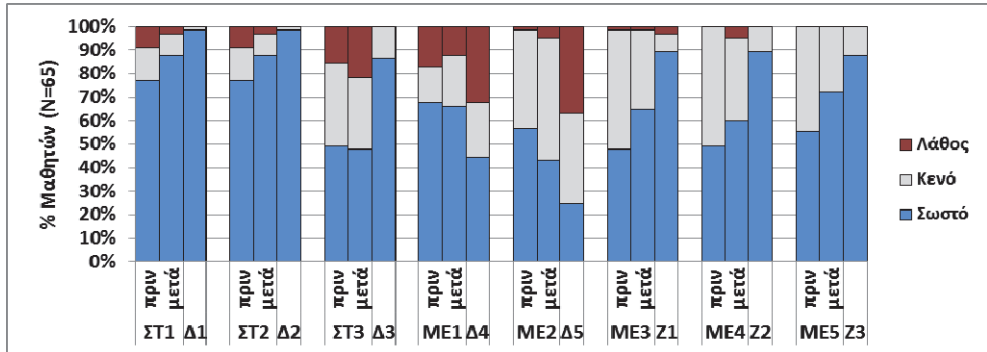
Οι απαντήσεις των μαθητών αξιολογήθηκαν με κριτήρια που συνδιαμορφώθηκαν από τους συγγραφείς. Κατ' αρχάς επιλέχθηκαν τα στοιχεία της εκφώνησης που αναμένονταν ως ορθές απαντήσεις. Έτσι προέκυψαν πέντε δεδομένα (*A1-A5*) και τρία ζητούμενα (*Z1-Z3*), τα οποία αντιστοιχούσαν σε τρεις σταθερές (*ΣΤ1-ΣΤ3*) και πέντε μεταβλητές (*ΜΕ1-ΜΕ5*) (βλ. *Παράρτημα Α*). Στη συνέχεια καθορίστηκε η ακόλουθη κωδικοποίηση για τις απαντήσεις των μαθητών: α) Σωστό, β) Λάθος, γ) Κενό (για στοιχείο που δεν εντοπίστηκε). Κάθε φύλλο εργασίας αξιολογήθηκε ανεξάρτητα από κάθε συγγραφέα και σε περίπτωση διαφορών το τελικό αποτέλεσμα προέκυψε μετά από συζήτηση των συγγραφέων.

### **3. Ανάλυση και Αποτελέσματα**

Από τους 84 μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα εξαιρέθηκαν από τα αποτελέσματα 19 (23%). Οι συγκεκριμένοι παρέδωσαν κενό το φύλλο εργασίας μετελέγχου ενώ είχαν συμπληρώσει το φύλλο εργασίας προελέγχου. Απέμειναν έτσι 65 μαθητές, των οποίων οι απαντήσεις παρουσιάζονται στη συνέχεια.

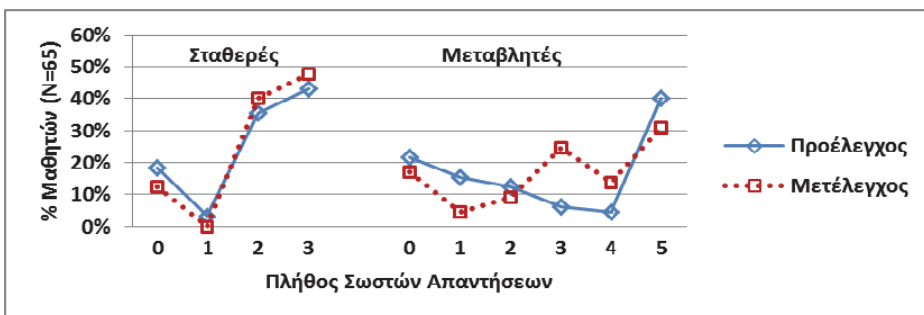
Στην *Εικόνα 1* αποτυπώνεται η κατανομή των απαντήσεων για τις σταθερές και μεταβλητές στις δύο δοκιμασίες (προέλεγχος, μετέλεγχος), καθώς και η κατανομή των απαντήσεων για τα αντίστοιχα δεδομένα και ζητούμενα. Οι υψηλότερες επιδόσεις καταγράφηκαν σε σταθερές (*ΣΤ1, ΣΤ2* και στις δύο δοκιμασίες), ενώ οι χαμηλότερες σε μεταβλητές (*ΜΕ3* στον προέλεγχο, *ΜΕ2* στον μετέλεγχο). Μία σταθερά (*ΣΤ3*) δυσκόλεψε περισσότερο τους μαθητές τόσο πριν όσο και μετά την παρέμβαση. Μετά την παρέμβαση οι σωστές απαντήσεις αυξήθηκαν σε πέντε περιπτώσεις (*ΣΤ1, ΣΤ2, ΜΕ3, ΜΕ4, ΜΕ5*) και μειώθηκαν στις υπόλοιπες (οριακή μείωση για *ΣΤ3* και *ΜΕ1*, μεγαλύτερη μείωση για *ΜΕ2*). Η αξιολόγηση των μεταβολών αυτών έγινε με τη δοκιμασία *McNemar* για ζεύγη κατηγορικών δεδομένων (βλ. *Παράρτημα Β*). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι αυξήσεις ήταν στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο του 5% (*ΜΕ3, ΜΕ5*) και 10% (*ΣΤ1, ΣΤ2, ΜΕ4*)

με μεγάλο μέγεθος στατιστικής επίδρασης (effect size). Αντίθετα οι μειώσεις δεν ήταν σημαντικές και η αντίστοιχη επίδραση ήταν μικρή ή μεσαία.



**Εικόνα 1.** Κατανομή απαντήσεων για τα στοιχεία του προγράμματος και του προβλήματος (ΣΤ: σταθερά, ΜΕ: μεταβλητή, Δ: δεδομένο, Ζ: ζητούμενο, ΠΡΙΝ: προέλεγχος, ΜΕΤΑ: μετέλεγχος)

Η κατανομή των σωστών απαντήσεων ανά μαθητή για τις σταθερές και μεταβλητές παρουσίασε δύο άνισες κορυφές στα άκρα (βλ. Εικόνα 2). Διαμορφώθηκαν δηλαδή δύο ομάδες, όσοι εντόπισαν σωστά όλες τις σταθερές και μεταβλητές και όσοι δεν βρήκαν καμία. Στις σταθερές η παρέμβαση δεν είχε μεγάλη επίδραση στις συνολικές επιδόσεις, καθώς η κατανομή παρέμεινε σχεδόν αναλλοίωτη. Αντίθετα, στις μεταβλητές μετά την παρέμβαση δημιουργήθηκε μια τρίτη κορυφή. Σύμφωνα με τη μη παραμετρική δοκιμασία προσημασμένης διάταξης (signed rank) του Wilcoxon για ζεύγη δεδομένων, οι διαφοροποιήσεις μεταξύ των δοκιμασιών πλησίασαν το επίπεδο σημαντικότητας του 10% αλλά τελικά δεν ήταν στατιστικά σημαντικές (σταθερές:  $W=199,5$   $Z=1,45$   $p=0,146$  – μεταβλητές:  $W=399$   $Z=1,39$   $p=0,164$ ). Το μέγεθος της στατιστικής επίδρασης, όπως εκτιμήθηκε με τον συντελεστή συσχέτισης δισειριακής διάταξης (rank biserial)  $r_{rb} = |Z|/\sqrt{2N}$ , ήταν μικρό σύμφωνα με τα κριτήρια του Cohen (1992) για τον συντελεστή  $r_{rb}$  (0,1 μικρό, 0,3 μεσαίο, 0,5 μεγάλο) σε όλες τις περιπτώσεις (σταθερές:  $r_{rb}=0,13$  – μεταβλητές:  $r_{rb}=0,12$ ).



**Εικόνα 2.** Σύγκριση πλήθους σωστών απαντήσεων ανά μαθητή

#### 4. Συζήτηση

Η κατανομή των σωστών απαντήσεων ανά μαθητή παρουσίασε δύο κορυφές. Στα εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού μπορεί να παρατηρηθούν δικόρυφες κατανομές στις επιδόσεις. Αυτό οφείλεται αφενός σε αποκλίσεις του μαθησιακού επιπέδου της τάξης και αφετέρου στην οργάνωση της ύλης (Robins, 2010).

Αρκετοί μαθητές χαρακτήρισαν λανθασμένα ως ζητούμενα όσα δεδομένα έπρεπε να διαβαστούν (Δ4-Δ5). Το λάθος αυτό είναι συνηθισμένο και οφείλεται στη δυσκολία των αρχάριων προγραμματιστών να διακρίνουν τα δεδομένα από τις ενέργειες του αλγόριθμου (Dalbey, Tourniaire, & Linn, 1986).

Η σταθερά που δυσκόλεψε περισσότερο τους μαθητές ήταν το ποσοστό κρατήσεων επί του βασικού μισθού (ΣΤ3). Η μελέτη των απαντήσεων έδειξε ότι αρκετοί δεν μπόρεσαν να διακρίνουν το ποσοστό (ΣΤ3) από το ποσό των κρατήσεων (ΜΕ4) και ενδεχομένως αυτή ήταν η αιτία για τις χαμηλές επιδόσεις στη συγκεκριμένη σταθερά.

Γενικά οι επιδόσεις στα δεδομένα-ζητούμενα ήταν υψηλότερες από ότι στις σταθερές-μεταβλητές. Εξαίρεση αποτέλεσαν δύο μεταβλητές (ΜΕ1, ΜΕ2) που αντιστοιχούσαν σε δεδομένα εισόδου (Δ3, Δ4). Τα δεδομένα αυτά δυσκόλεψαν τους μαθητές, καθώς σε αυτά καταγράφηκαν τα υψηλότερα ποσοστά κενών απαντήσεων και επιπλέον χαρακτηρίστηκαν λανθασμένα από αρκετούς ως ζητούμενα.

Ορισμένα ευρήματα, όπως εξηγείται στη συνέχεια, υποδεικνύουν ότι κάποιοι μαθητές μπερδεύτηκαν από τη διδακτική παρέμβαση. Περίπου το ένα τέταρτο των μαθητών συμπλήρωσε το φύλλο εργασίας προελέγχου αλλά παρέδωσε κενό το φύλλο εργασίας μετελέγχου. Σε όλες τις σταθερές-μεταβλητές υπήρξαν μαθητές που μετά την παρέμβαση άλλαξαν απαντήσεις που ήταν αρχικά σωστές (βλ. Παράρτημα Β). Η συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών (σχεδόν 90%) εντόπισε σωστά καθένα από τα τρία ζητούμενα, αλλά οι σωστές απαντήσεις στις αντίστοιχες μεταβλητές (ΜΕ3-ΜΕ5) ήταν χαμηλότερες από 20 έως 30 ποσοστιαίες μονάδες.

Στις περιπτώσεις που παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα το μέγεθος της επίδρασης ήταν μεγάλο, ενώ αντίθετα όπου τα αποτελέσματα δεν ήταν σημαντικά η επίδραση ήταν μικρή. Αυτό οφείλεται στο μέγεθος του πληθυσμού της έρευνας. Ειδικότερα, για το συγκεκριμένο μέγεθος ( $N=65$ ), οι στατιστικοί έλεγχοι που χρησιμοποιήθηκαν μπορούν να εντοπίσουν με ισχύ τουλάχιστον 80% μόνο μεγάλες επιδράσεις (Cohen, 1992).

Ο σχεδιασμός της έρευνας ενδεχομένως επηρέασε τα αποτελέσματα. Πιο συγκεκριμένα, η διδακτική παρέμβαση ήταν σύντομη και περιλάμβανε απλή παρουσίαση της τεχνικής χωρίς πρακτική εφαρμογή από τους μαθητές. Επιπλέον, οι δύο δοκιμασίες πραγματοποιήθηκαν σε μία διδακτική ώρα και χρησιμοποιήθηκε η ίδια άσκηση. Συνεπώς οι μαθητές θυμούνταν τις αρχικές απαντήσεις τους και αυτό ίσως τους απέτρεψε να τις διορθώσουν.

Τα αποτελέσματα της έρευνας δεν μπορούν να γενικευτούν, καθώς οι μαθητές προέρχονταν από δύο σχολεία της ίδιας πόλης, ενώ δεν υπήρξε εκπροσώπηση της ομάδας προσανατολισμού *Σπουδών Οικονομίας και Πληροφορικής*. Ως εκ τούτου ο πληθυσμός της έρευνας δεν αποτελεί ούτε τυχαίο ούτε αντιπροσωπευτικό δείγμα. Επίσης, το γεγονός ότι δεν έχει πραγματοποιηθεί ανάλογη έρευνα σε μαθητές Γ' ΓΕΛ, δεν έδωσε δυνατότητα για σύγκριση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

## 5. Συμπεράσματα

Σύμφωνα με την έρευνα, ορισμένοι μαθητές δυσκολεύτηκαν να προσδιορίσουν τις σταθερές και μεταβλητές ενός προγράμματος με βάση την εκφώνηση του αντίστοιχου προβλήματος. Οι περισσότερες δυσκολίες παρουσιάστηκαν στις μεταβλητές. Η διδακτική παρέμβαση, η οποία είχε σκοπό να βοηθήσει τους μαθητές να καθορίσουν τις σταθερές και μεταβλητές από τα δεδομένα και ζητούμενα του αντίστοιχου προβλήματος, κρίνεται εν μέρει επιτυχημένη. Ειδικότερα, σε πέντε από τις οκτώ σταθερές-μεταβλητές υπήρξε στατιστικά σημαντική αύξηση των σωστών απαντήσεων. Στις υπόλοιπες τρεις παρατηρήθηκε μείωση που δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Όπου μειώθηκαν οι σωστές απαντήσεις, οι επιδόσεις στα αντίστοιχα δεδομένα-ζητούμενα ήταν από τις χαμηλότερες που καταγράφηκαν. Παρά τη θετική επίδραση της παρέμβασης στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, η βελτίωση των συνολικών επιδόσεων των μαθητών δεν ήταν ανάλογη. Έτσι, μετά την παρέμβαση δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στις σωστές απαντήσεις ανά μαθητή ούτε για τις σταθερές ούτε για τις μεταβλητές. Το μέγεθος του πληθυσμού της έρευνας περιόρισε τη στατιστική ισχύ των ελέγχων που χρησιμοποιήθηκαν, με συνέπεια να εντοπιστούν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα μόνο όταν το μέγεθος της επίδρασης ήταν μεγάλο.

Σκοπός της έρευνας ήταν να διερευνηθεί ο τρόπος κατανόησης ενός υπολογιστικού προβλήματος και όχι να προταθεί μια τεχνική που να εξασφαλίζει βελτίωση των επιδόσεων. Εξάλλου, από τα αποτελέσματα είναι σαφές ότι ορισμένοι μαθητές δεν μπόρεσαν να εφαρμόσουν την τεχνική ενώ κάποιοι άλλοι μπερδεύτηκαν και άλλαξαν απαντήσεις που ήταν σωστές. Για τους λόγους αυτούς αξίζει να μελετηθεί περαιτέρω ο τρόπος με τον οποίο οι μαθητές αναλύουν την εκφώνηση ενός προβλήματος και εντοπίζουν τα αναγκαία στοιχεία για την επίλυσή του, ώστε να σχεδιαστούν τεχνικές που να ανταποκρίνονται όσο το δυνατό καλύτερα στο μαθησιακό στυλ καθενός.

## Αναφορές

Allison, M. A., & Joo, S. F. (2014). Revisiting Polya's approach to foster problem solving skill development in software engineers. In 9<sup>th</sup> *International Conference on Computer Science & Education (ICCSE 2014)* (pp. 379-384). IEEE.

Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155-159.

- Dalbey, J., Tourniaire, F., & Linn, M. C. (1986). Making programming instruction cognitively demanding: An intervention study. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(5), 427-436.
- de Raadt, M. (2007). A review of Australasian investigations into problem solving and the novice programmer. *Computer Science Education*, 17(3), 201-213.
- de Raadt, M., Watson, R., & Toleman, M. (2009). Teaching and assessing programming strategies explicitly. In *Proceedings of the 11<sup>th</sup> Australasian Conference on Computing Education-Volume 95* (pp. 45-54).
- Deek, F. P. (1999). The software process: A parallel approach through problem solving and program development. *Computer Science Education*, 9(1), 43-70.
- Deek, F., Kimmel, H., & McHugh, J. A. (1998). Pedagogical changes in the delivery of the first-course in Computer Science: Problem solving, then programming. *Journal of Engineering Education*, 87(3), 313-320.
- Kölling, M. (2003). The curse of hello world. In *Workshop on Learning and Teaching Object-Oriented – Scandinavian Perspectives*, Oslo.
- Polya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Qian, Y., & Lehman, J. (2017). Students' misconceptions and other difficulties in introductory programming: A literature review. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 18(1), 1.
- Robins, A. (2010). Learning edge momentum: A new account of outcomes in CS1. *Computer Science Education*, 20(1), 37-71.
- Robins, A., Rountree, J., & Rountree, N. (2003). Learning and teaching programming: A review and discussion. *Computer Science Education*, 13(2), 137-172.
- Winslow, L. E. (1996). Programming pedagogy – A psychological overview. *ACM SIGCSE Bulletin*, 28(3), 17-22.
- Βακάλη, Α., Γιαννόπουλος, Η., Ιωαννίδης, Ν., Κοίλιας, Χ., Μάλαμας, Κ., Μανωλόπουλος, Ι., & Πολίτης, Π. (2016). *Ανάπτυξη Εφαρμογών σε*



*Προγραμματιστικό Περιβάλλον*. Αθήνα: ΙΤΥΕ «Διόφαντος». (Το πρωτότυπο εκδόθηκε το 1999)

Δουκάκης, Σ., Δουληγέρης, Χ., Καρβουνίδης, Θ., Κοίλιας, Χ., & Πέρδος, Α. (2014). *Εισαγωγής στις Αρχές της Επιστήμης των Η/Υ*. Αθήνα: ΙΤΥΕ «Διόφαντος».

Κωτσάκης, Σ., & Ταταράκη, Α. (2017). *Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον – Παράρτημα Α' Οδηγίες Μελέτης Μαθητή*. Αθήνα: ΙΤΥΕ «Διόφαντος».

Μωράκης, Δ., & Γασπαρινάτου, Α. (2018). Διερεύνηση της ικανότητας κατανόησης υπολογιστικού προβλήματος κατά την ανάγνωσή του από μαθητές Γ' ΓΕΛ. Στα *Πρακτικά 10<sup>th</sup> Conference on Informatics in Education (CIE 2018)*, Θεσσαλονίκη.

Μωράκης, Δ., & Γασπαρινάτου, Α. (2019). Διδακτική παρέμβαση για την υποστήριξη της κατανόησης υπολογιστικού προβλήματος κατά την ανάγνωσή του. Στα *Πρακτικά 10<sup>ov</sup> Πανελλήνιου Συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ*, Ρόδος.

### **Παράρτημα Α: Εκφώνηση Άσκησης**

Ακολουθεί η εκφώνηση της άσκησης που χρησιμοποιήθηκε στις δοκιμασίες προελέγχου και μετελέγχου. Τα στοιχεία της εκφώνησης που λήφθηκαν υπόψη για την αξιολόγηση των απαντήσεων των μαθητών έχουν επισημανθεί ως εξής: [**A1-A5**] δεδομένα, [**Z1-Z3**] ζητούμενα, [**ΣΤ1-ΣΤ3**] σταθερές, [**ΜΕ1-ΜΕ5**] μεταβλητές.

«Σε μια εταιρεία ο μισθός ενός υπαλλήλου καθορίζεται από τον βασικό μισθό, τα επιδόματα και τις κρατήσεις. Το επίδομα γάμου είναι €30 [A1, ΣΤ1] και το επίδομα για κάθε παιδί είναι €20 [A2, ΣΤ2]. Στον βασικό μισθό γίνονται κρατήσεις 15% [A3, ΣΤ3].

Να γραφεί πρόγραμμα σε ΓΛΩΣΣΑ που να διαβάζει τον βασικό μισθό [A4, ΜΕ1] του υπαλλήλου και τον αριθμό των παιδιών του [A5, ΜΕ2]. Στη συνέχεια να υπολογίζει και να εμφανίζει τον ακαθάριστο μισθό (προ κρατήσεων) [Z1, ΜΕ3], το σύνολο των κρατήσεων [Z2, ΜΕ4] και τον τελικό μισθό (μετά τις κρατήσεις) [Z3, ΜΕ5], τυπώνοντας κατάλληλο μήνυμα.»

### **Παράρτημα Β: Πίνακες Συνάφειας**

Στους ακόλουθους πίνακες παρουσιάζεται η μεταβολή των απαντήσεων μεταξύ των δοκιμασιών (*πριν*: προέλεγχος, *μετά*: μετελέγχος) για κάθε σταθερά (ΣΤ1-ΣΤ3) και μεταβλητή (ΜΕ1-ΜΕ5). Οι απαντήσεις έχουν σημειωθεί ως Σωστή (Σ), Κενή ή Λάθος (Κ/Λ). Κάτω από κάθε πίνακα αναφέρονται τα αποτελέσματα της δοκιμασίας *McNemar* με διόρθωση συνέχειας ( $\chi^2$  και  $p$ ). Στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα έχουν επισημανθεί με \* όταν  $p < 0,1$  και \*\* όταν  $p < 0,05$ . Για εκτίμηση του μεγέθους

της επίδρασης έχει υπολογιστεί ο συντελεστής  $g$  του *Cohen* [ $g = |\beta/(\beta+\gamma) - 0,5| = |\gamma/(\beta+\gamma) - 0,5|$ , όπου  $\beta, \gamma$  τα μη εναρμονισμένα ζεύγη, δηλαδή το πλήθος των μαθητών που άλλαξαν απάντηση]. Το μέγεθος της επίδρασης έχει χαρακτηριστεί σύμφωνα με τα κριτήρια του *Cohen* (1992) για τον συντελεστή  $g$  (0,05 μικρό, 0,15 μεσαίο, 0,25 μεγάλο).

<i>ΣΤ1</i>	<i>Μετά</i>		<i>ΣΤ2</i>	<i>Μετά</i>		<i>ΣΤ3</i>	<i>Μετά</i>				
	$\Sigma$	<i>Κ/Λ</i>		$\Sigma$	<i>Κ/Λ</i>		$\Sigma$	<i>Κ/Λ</i>			
<i>Πριν</i>	$\Sigma$	47	3	<i>Πριν</i>	$\Sigma$	47	3	<i>Πριν</i>	$\Sigma$	20	12
	<i>Κ/Λ</i>	10	5		<i>Κ/Λ</i>	10	5		<i>Κ/Λ</i>	11	22
$\chi^2(1)=2,77$ $p=0,096$ *			$\chi^2(1)=2,77$ $p=0,096$ *			$\chi^2(1)=0$ $p=1$					
$g=0,27$ «μεγάλο»			$g=0,27$ «μεγάλο»			$g=0,02$ «μικρό»					
<i>ΜΕ1</i>	<i>Μετά</i>		<i>ΜΕ2</i>	<i>Μετά</i>		<i>ΜΕ3</i>	<i>Μετά</i>				
	$\Sigma$	<i>Κ/Λ</i>		$\Sigma$	<i>Κ/Λ</i>		$\Sigma$	<i>Κ/Λ</i>			
<i>Πριν</i>	$\Sigma$	37	7	<i>Πριν</i>	$\Sigma$	19	18	<i>Πριν</i>	$\Sigma$	25	6
	<i>Κ/Λ</i>	6	15		<i>Κ/Λ</i>	9	19		<i>Κ/Λ</i>	17	17
$\chi^2(1)=0$ $p=1$			$\chi^2(1)=2,37$ $p=0,124$			$\chi^2(1)=4,35$ $p=0,037$ **					
$g=0,04$ «μικρό»			$g=0,17$ «μεσαίο»			$g=0,24$ «μεγάλο»					
<i>ΜΕ4</i>	<i>Μετά</i>		<i>ΜΕ5</i>	<i>Μετά</i>							
	$\Sigma$	<i>Κ/Λ</i>		$\Sigma$	<i>Κ/Λ</i>						
<i>Πριν</i>	$\Sigma$	30	2	<i>Πριν</i>	$\Sigma$	34	2				
	<i>Κ/Λ</i>	9	24		<i>Κ/Λ</i>	13	16				
$\chi^2(1)=3,27$ $p=0,070$ *			$\chi^2(1)=6,67$ $p=0,010$ **								
$g=0,32$ «μεγάλο»			$g=0,37$ «μεγάλο»								

### Abstract

This paper reports the results of a teaching intervention to support 12<sup>th</sup> grade students define program constants and variables. Students were instructed how to determine constants and variables by first identifying givens and unknowns in the problem statement. After the intervention, a statistically significant increase in correct answers was observed in the majority of constants and variables, for the specific population. However, there was not a statistically significant change in the overall student performance. Analysis of responses provided hints that the ability to define program constants and variables might be affected by the ability to identify problem givens and unknowns.

**Keywords:** programming pedagogy, novice programmers, “Application Development in a Programming Environment” course.