

Διερεύνηση της Ικανότητας Κατανόησης Υπολογιστικού Προβλήματος κατά την Ανάγνωσή του από Μαθητές Γ΄ ΓΕΛ

Δ. Μωράκης¹, Α. Γασπαρινάτου²

¹Εκπαιδευτικός Πληροφορικής, 26^ο ΓΕΛ Αθήνας
dmorakis@sch.gr

²Εκπαιδευτικός Πληροφορικής, 2^ο Πειραματικό ΓΕΛ Αθήνας
alegas@di.uoa.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα έρευνας σχετικά με την ικανότητα των μαθητών Γ΄ τάξης Γενικού Λυκείου να κατανοήσουν ένα υπολογιστικό πρόβλημα. Οι συμμετέχοντες στην έρευνα κλήθηκαν να εντοπίσουν τα δεδομένα και τα ζητούμενα στην εκφώνηση ενός θέματος των πανελλαδικών εξετάσεων του μαθήματος *Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον*. Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι οι μαθητές δεν είχαν αναπτύξει σε ικανοποιητικό βαθμό την ικανότητα κατανόησης προβλήματος. Οι μαθητές δυσκολεύτηκαν περισσότερο να εντοπίσουν τα δεδομένα, ενώ είχαν μεγαλύτερη επιτυχία με τα ζητούμενα. Από τη σύγκριση των επιδόσεων των ομάδων προσανατολισμού *Θετικών Σπουδών* και *Σπουδών Οικονομίας και Πληροφορικής* δεν φάνηκε να υπερέχει κάποια από τις δύο ομάδες στην ικανότητα κατανόησης προβλήματος.

Λέξεις κλειδιά: επίλυση προβλήματος, κατανόηση προβλήματος, δεδομένα και ζητούμενα.

1. Εισαγωγή

Η διδασκαλία του προγραμματισμού αποτελεί δύσκολο αντικείμενο. Σε ανασκοπήσεις της διεθνούς βιβλιογραφίας για τις δυσκολίες των αρχάριων προγραμματιστών επισημαίνεται ότι το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι η έλλειψη δεξιοτήτων επίλυσης προβλήματος και σχεδιασμού της λύσης και όχι η εκμάθηση του συντακτικού μιας γλώσσας προγραμματισμού (Allwood, 1986; de Raadt, 2007; Palumbo, 1990; Saeli et al., 2011; Winslow, 1996). Το γεγονός ότι συνήθως ζητείται από τους αρχάριους να υλοποιήσουν αλγόριθμους/προγράμματα για να επιλύσουν προβλήματα με σενάριο (word/story problems) θέτει ένα επιπλέον εμπόδιο, καθώς απαιτείται η κατανόηση του κειμένου της εκφώνησης (Winslow, 1996).

Σύμφωνα με τον Winslow (1996), τα σημαντικά αποτελέσματα της μελέτης του προγραμματισμού με βάση τις αρχές της γνωστικής ψυχολογίας (psychology of programming) δεν έχουν υιοθετηθεί και η διδασκαλία συνεχίζει να εστιάζει στο

συντακτικό μιας γλώσσας προγραμματισμού. Ο ισχυρισμός αυτός επιβεβαιώνεται από έρευνα με αντικείμενο το εισαγωγικό μάθημα προγραμματισμού σε πανεπιστήμια της Αυστραλίας και Νέας Ζηλανδίας. Η μελέτη 85 προγραμμάτων σπουδών έδειξε ότι λιγότερο από το μισό του διδακτικού χρόνου αφιερώνεται στην επίλυση προβλήματος (de Raadt, Watson, & Toleman, 2004). Επίσης, από τα 49 συγγράμματα που εξετάστηκαν, μόνο 6 συνδύαζαν την επίλυση προβλήματος με τη διδασκαλία του προγραμματισμού, ενώ στα υπόλοιπα είτε δεν γινόταν καμία αναφορά είτε υπήρχε ένα εισαγωγικό κεφάλαιο ξεκομμένο από το υπόλοιπο κείμενο (de Raadt, Watson, & Toleman, 2005). Παρόμοια εικόνα παρατηρείται και στα ελληνικά σχολικά εγχειρίδια που χρησιμοποιούνται σήμερα για τη διδασκαλία του προγραμματισμού σε Γυμνάσιο, Γενικό και Επαγγελματικό Λύκειο. Εξαίρεση αποτέλεσε το βιβλίο που χρησιμοποιήθηκε μέχρι το σχολικό έτος 2014-2015 στη Β' ΕΠΑΛ τομέα Πληροφορικής. Στα δύο πρώτα κεφάλαια του συγκεκριμένου εγχειριδίου περιγραφόταν μια μεθοδολογία κατανόησης προβλήματος η οποία βασιζόταν στον εντοπισμό των δεδομένων, ζητούμενων, συνθηκών και σχέσεων (Σιδερίδης κ.α., 2000). Η συγκεκριμένη προσέγγιση ήταν επηρεασμένη από τη μεθοδολογία επίλυσης αριθμητικών προβλημάτων του Polya (1945), η οποία έχει βρει εφαρμογή και σε προβλήματα προγραμματισμού (Deek, 1999; Barnes, Fincher, & Thompson, 1997).

Αφορμή για την παρούσα εργασία υπήρξαν οι ανησυχίες μαθητών Β' και Γ' ΓΕΛ για τις επιδόσεις τους στον προγραμματισμό στις ενδοσχολικές ή πανελλαδικές εξετάσεις. Ειδικότερα, οι μαθητές δήλωσαν ότι ενώ γνώριζαν τη σύνταξη και χρήση των εντολών, φοβούνταν μήπως δεν καταλάβουν την εκφώνηση των θεμάτων. Οι συγκεκριμένοι μαθητές περιέγραψαν μια κλασική δυσκολία των αρχάριων προγραμματιστών που έχει καταγραφεί σε βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις (de Raadt, 2007; Saeli et al., 2011; Winslow, 1996).

Σκοπός της εργασίας ήταν η διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών Γ' ΓΕΛ να κατανοήσουν ένα υπολογιστικό πρόβλημα και ειδικότερα να εντοπίσουν τα δεδομένα και ζητούμενα στο κείμενο της εκφώνησης. Η καταγραφή των δεδομένων και ζητούμενων είναι σημαντική, καθώς από αυτά θα προκύψουν οι σταθερές και μεταβλητές του αλγόριθμου/προγράμματος (Deek, 1999). Τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν ήταν τα ακόλουθα:

- EE1: Σε ποιο βαθμό έχουν αναπτύξει οι μαθητές Γ' ΓΕΛ την ικανότητα κατανόησης προβλήματος;
- EE2: Υπάρχει διαφορά στην ικανότητα κατανόησης προβλήματος μεταξύ των ομάδων προσανατολισμού *Θετικών Σπουδών* και *Σπουδών Οικονομίας και Πληροφορικής*;

Από όσο είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε δεν έχει πραγματοποιηθεί παρόμοια έρευνα στην Ελλάδα. Θεωρούμε ότι τα αποτελέσματα που προέκυψαν θα συμβάλουν στην

κατανόηση των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μαθητές και θα αξιοποιηθούν στη διδασκαλία του μαθήματος αλγοριθμικής/προγραμματισμού.

2. Μεθοδολογία Έρευνας

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε τον Ιανουάριο του 2017 στο 2^ο Πειραματικό ΓΕΛ Αθηνών. Συμμετείχαν 70 μαθητές Γ' τάξης που παρακολουθούσαν το μάθημα *Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον* (ΑΕΠΠ): 57 μαθητές (81%) *Θετικών Σπουδών* και 13 μαθητές (19%) *Σπουδών Οικονομίας και Πληροφορικής*.

Στους μαθητές διανεμήθηκε η εκφώνηση του τρίτου θέματος των πανελλαδικών εξετάσεων 2013 στο μάθημα ΑΕΠΠ (βλ. *Παράρτημα*), το οποίο ήταν ένα κλασικό πρόβλημα με σενάριο. Αρχικά περιγραφόταν το περιβάλλον του προβλήματος, το οποίο αφορούσε σε διεξαγωγή μελέτης σε μαθητές για μέτρηση της απορρόφησης ακτινοβολίας κινητών συσκευών από το ανθρώπινο σώμα με χρήση του δείκτη SAR. Ακολουθούσαν τέσσερα υποερωτήματα με βασικές λειτουργίες πινάκων: εισαγωγή τιμών, αριθμητικές πράξεις, εμφάνιση τιμών, ταξινόμηση.

Από τους μαθητές ζητήθηκε να μελετήσουν την εκφώνηση και στη συνέχεια να καταγράψουν τα δεδομένα και ζητούμενα του προβλήματος. Διευκρινίστηκε ότι δεν απαιτούνταν υλοποίηση του σχετικού αλγόριθμου/προγράμματος.

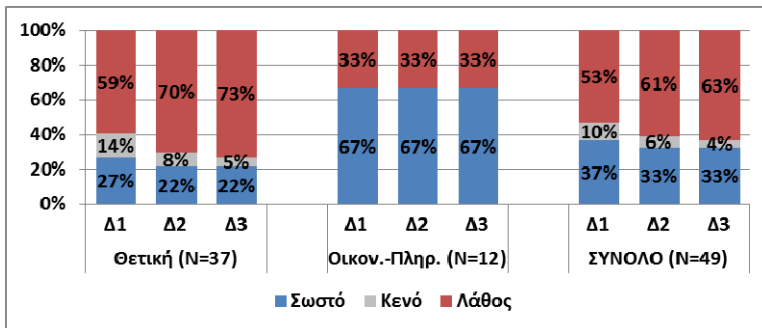
Οι συγγραφείς διαμόρφωσαν από κοινού τα κριτήρια αξιολόγησης των γραπτών των μαθητών. Πρώτον, θα θεωρούνταν ολοκληρωμένα τα γραπτά που οι μαθητές είχαν ασχοληθεί με όλα τα υποερωτήματα. Δεύτερον, από το σύνολο των δεδομένων και ζητούμενων της εκφώνησης επιλέχθηκαν όσα ήταν αναγκαία για την επίλυση του προβλήματος. Έτσι προέκυψαν τρία δεδομένα (Δ1-Δ3) και οκτώ ζητούμενα (Ζ1-Ζ8), τα οποία αναμενόταν ως ορθές απαντήσεις (βλ. *Παράρτημα*). Τρίτον, καθορίστηκε η ακόλουθη κωδικοποίηση των απαντήσεων: α) *Σωστή*, β) *Λάθος* για δεδομένο που χαρακτηρίστηκε ως ζητούμενο ή ζητούμενο που χαρακτηρίστηκε ως δεδομένο, γ) *Κενό* για δεδομένο ή ζητούμενο που δεν εντοπίστηκε. Τα γραπτά αξιολογήθηκαν ανεξάρτητα από κάθε συγγραφέα. Αρχικά εξαιρέθηκαν τα μη ολοκληρωμένα γραπτά ώστε να μην αυξηθεί πλασματικά το πλήθος των κενών απαντήσεων. Στη συνέχεια καταγράφηκαν οι απαντήσεις για τα αναμενόμενα δεδομένα και ζητούμενα, καθώς και οποιαδήποτε επιπλέον στοιχεία της εκφώνησης χαρακτήρισαν οι μαθητές ως δεδομένα ή ζητούμενα. Οι αξιολογήσεις συγκρίθηκαν και όπου υπήρξαν διαφοροποιήσεις το τελικό αποτέλεσμα συνδιαμορφώθηκε μετά από συζήτηση.

3. Ανάλυση και Αποτελέσματα

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε περιγραφική στατιστική. Η ομοιογένεια της κατανομής των απαντήσεων μεταξύ των δεδομένων και μεταξύ των ζητούμενων ελέγχθηκε με την ακριβή δοκιμασία *Fisher* (δεν ικανοποιούνταν οι προϋποθέσεις της δοκιμασίας χ^2). Επίσης χρησιμοποιήθηκε η μη παραμετρική

δοκιμασία *Wilcoxon-Mann-Whitney* για σύγκριση των διάμεσων του πλήθους σωστών απαντήσεων ανά μαθητή μεταξύ των δύο ομάδων προσανατολισμού.

Από τα 70 συνολικά γραπτά εξαιρέθηκαν 21 (30%), τα οποία δεν ήταν ολοκληρωμένα. Έτσι απέμειναν 49 γραπτά: 37 (76%) από μαθητές *Θετικών Σπουδών* και 12 (24%) από μαθητές *Σπουδών Οικονομίας και Πληροφορικής*. Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στη συνέχεια αναφέρονται στα 49 ολοκληρωμένα γραπτά. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι τιμές δεν αθροίζουν στο 100% εξαιτίας στρογγυλοποίησης.



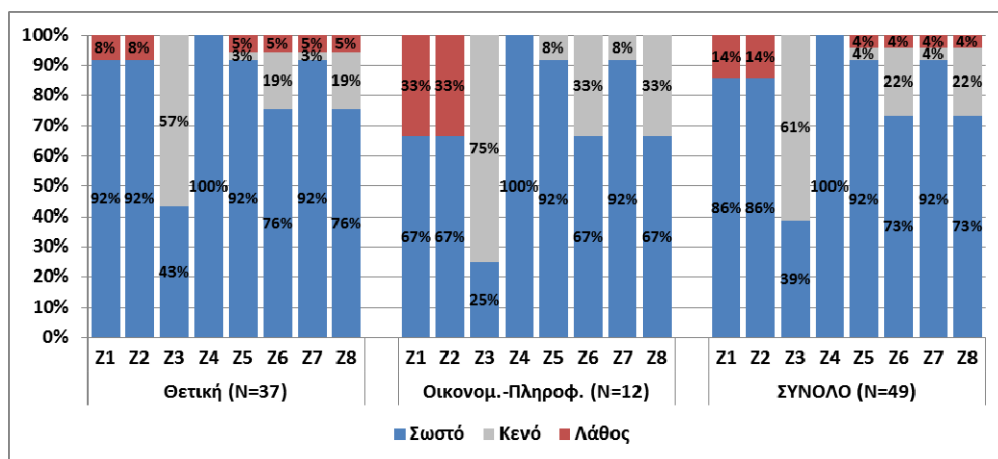
Εικόνα 1. Κατανομή απαντήσεων για τα δεδομένα (Δ1-Δ3)

Στην *Εικόνα 1* παρουσιάζονται οι απαντήσεις για καθένα από τα τρία δεδομένα (Δ1-Δ3). Στο σύνολο των μαθητών, κάθε δεδομένο αναγνωρίστηκε σωστά από λιγότερους από τους μισούς. Οι επιδόσεις της ομάδας *Σπουδών Οικονομίας και Πληροφορικής* ήταν σαφώς καλύτερες από της ομάδας *Θετικών Σπουδών*. Χαρακτηριστικό είναι ότι δεν υπήρξαν μαθητές *Οικονομίας και Πληροφορικής* που να μην εντόπισαν κάποιο δεδομένο. Από τους μαθητές *Θετικών Σπουδών* που χαρακτήρισαν λάθος τα δεδομένα ως ζητούμενα, περίπου οι μισοί συσχέτισαν τα συγκεκριμένα στοιχεία με λειτουργίες εισόδου (Δ1: 11/21, Δ2: 11/26, Δ3: 11/27). Αυτό αποτελεί ένδειξη ότι οι συγκεκριμένοι μαθητές δεν είχαν κατανοήσει την έννοια και τον ρόλο των δεδομένων. Αντίστοιχο σφάλμα δεν έγινε από τους μαθητές *Οικονομίας και Πληροφορικής*.

Από την *Εικόνα 1* φαίνεται ότι η κατανομή των απαντήσεων μεταξύ των δεδομένων δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά. Στην περίπτωση μάλιστα της ομάδας *Οικονομίας και Πληροφορικής* η κατανομή ήταν πανομοιότυπη. Από τη δοκιμασία *Fisher* δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα ($p=0,706$ για την ομάδα *Θετικών Σπουδών* και $p=0,754$ για το σύνολο). Συμπεραίνεται λοιπόν ότι δεν υπήρξε κάποιο δεδομένο που να δυσκόλευε τους μαθητές περισσότερο από τα υπόλοιπα.

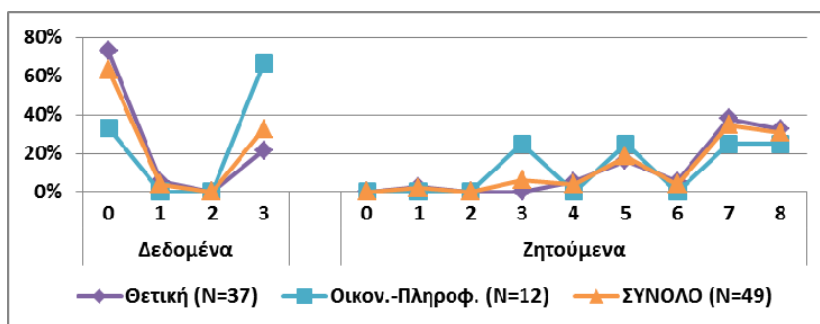
Οι απαντήσεις των μαθητών για τα οκτώ ζητούμενα (Z1-Z8) παρουσιάζονται στην *Εικόνα 2*. Με εξαίρεση ένα ζητούμενο (Z3), τα υπόλοιπα εντοπίστηκαν από περισσότερους από τους μισούς μαθητές. Υπήρξε μάλιστα ένα ζητούμενο (Z4) που

εντοπίστηκε από όλους τους μαθητές. Οι επιδόσεις των μαθητών Σπουδών Οικονομίας και Πληροφορικής ήταν λίγο χαμηλότερες από εκείνες των συμμαθητών τους Θετικών Σπουδών σε τρεις περιπτώσεις (Z1, Z2, Z3, Z6). Η σημαντική διαφοροποίηση ήταν ότι στην ομάδα Σπουδών Οικονομίας και Πληροφορικής έγιναν σφάλματα στον χαρακτηρισμό των ζητούμενων μόνο σε δύο περιπτώσεις (Z1, Z2) ενώ στην ομάδα Θετικών Σπουδών σε έξι (Z1, Z2, Z5, Z6, Z7, Z8).



Εικόνα 2. Κατανομή απαντήσεων για τα ζητούμενα (Z1-Z8)

Είναι προφανές από την Εικόνα 2 ότι η κατανομή των απαντήσεων μεταξύ των ζητούμενων ήταν ανομοιογενής. Τα αποτελέσματα της δοκιμασίας Fisher ήταν στατιστικά σημαντικά σε όλες τις περιπτώσεις ($p < 0,001$ για καθεμιά από τις δύο ομάδες προσανατολισμού και για το σύνολο). Είναι ξεκάθαρο λοιπόν ότι υπήρξαν ζητούμενα που εντοπίστηκαν εύκολα και άλλα που δυσκόλεψαν τους μαθητές.



Εικόνα 3. Κατανομή σωστών απαντήσεων ανά μαθητή

Μόνο 2 μαθητές (4%), ένας από κάθε ομάδα προσανατολισμού, αναγνώρισαν σωστά όλα τα δεδομένα και όλα τα ζητούμενα. Το πλήθος των σωστών απαντήσεων ανά μαθητή παρουσιάζεται στην Εικόνα 3. Στα δεδομένα δημιουργήθηκε κατανομή με

δύο άνισες κορυφές στα άκρα. Δηλαδή διαμορφώθηκαν δύο κατηγορίες μαθητών: εκείνοι που εντόπισαν σωστά όλα τα δεδομένα και εκείνοι που δεν εντόπισαν κανένα. Στο σύνολο των μαθητών και στην ομάδα *Θετικών Σπουδών* οι περισσότεροι δεν βρήκαν κανένα δεδομένο, ενώ στην ομάδα *Σπουδών Οικονομίας και Πληροφορικής* οι περισσότεροι βρήκαν όλα τα δεδομένα. Από τη δοκιμασία *Wilcoxon-Mann-Whitney* προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά στις διάμεσες τιμές των δύο ομάδων προσανατολισμού ($Md_{\Theta\epsilon\tau}=0$, $Md_{\text{Οικ-Πληρ}}=3$, $U=126$, $p=0,009<0,01$). Συνάγεται λοιπόν ότι οι μαθητές *Σπουδών Οικονομίας και Πληροφορικής* τα κατάφεραν καλύτερα στον εντοπισμό των δεδομένων από τους μαθητές *Θετικών Σπουδών*.

Στην περίπτωση των ζητούμενων, όπως φαίνεται στην *Εικόνα 3*, το πλήθος των σωστών απαντήσεων ακολούθησε αύξουσα κατανομή. Τουλάχιστον οι μισοί μαθητές αναγνώρισαν σωστά σχεδόν όλα τα ζητούμενα (7 ή 8), ενώ η συντριπτική πλειοψηφία αναγνώρισε σωστά τα μισά τουλάχιστον ζητούμενα. Σύμφωνα με τη δοκιμασία *Wilcoxon-Mann-Whitney*, η διαφορά στις διάμεσες τιμές των δύο ομάδων προσανατολισμού δεν ήταν στατιστικά σημαντική ($Md_{\Theta\epsilon\tau}=7$, $Md_{\text{Οικ-Πληρ}}=6$, $U=276$, $p=0,196$). Δεν προκύπτει λοιπόν μεγάλη διαφοροποίηση μεταξύ των επιδόσεων της ομάδας *Θετικών Σπουδών* και της ομάδας *Σπουδών Οικονομίας και Πληροφορικής*.

Αρκετοί μαθητές κατέγραψαν πέντε επιπλέον δεδομένα ($\delta 1$: 16%, $\delta 2$: 92%, $\delta 3$: 90%, $\delta 4$: 47%, $\delta 5$: 78%, βλ. *Παράρτημα*). Τα δεδομένα αυτά δεν απαιτούνταν για την επίλυση του προβλήματος, ένδειξη ότι οι συγκεκριμένοι μαθητές δεν διέθεταν επαρκή αφαιρετική ικανότητα για να επιλέξουν τα αναγκαία δεδομένα. Υπήρξαν 30 μαθητές (61%) που κατέγραψαν ως ζητούμενα διάφορες ενέργειες του αλγόριθμου/προγράμματος (π.χ. διάβασμα, καταχώρηση, εμφάνιση κ.λπ.). Αυτό δείχνει ότι οι συγκεκριμένοι μαθητές δεν είχαν κατανοήσει ότι τα ζητούμενα παράγονται από τις ενέργειες του αλγόριθμου/προγράμματος.

4. Συζήτηση

Η μελέτη των εσφαλμένων απαντήσεων δείχνει ότι στην περίπτωση των δεδομένων οι δυσκολίες αφορούσαν στον χαρακτηρισμό τους, ενώ στην περίπτωση των ζητούμενων στον εντοπισμό τους. Στα δεδομένα οι κενές απαντήσεις ήταν λιγότερες από τις λανθασμένες, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι μαθητές βρήκαν τα στοιχεία της εκφώνησης που αντιστοιχούσαν σε δεδομένα αλλά απέτυχαν να τα χαρακτηρίσουν σωστά. Στα ζητούμενα οι λάθος απαντήσεις υπολείπονταν των κενών, ένδειξη της δυσκολίας να εντοπιστούν τα ζητούμενα.

Καθώς δεν πραγματοποιήθηκε συζήτηση με τους μαθητές μετά το τέλος της έρευνας, μπορούν να γίνουν μόνο υποθέσεις για τις αιτίες των σφαλμάτων που παρατηρήθηκαν. Η πλειοψηφία των μαθητών χαρακτήρισε τα τρία δεδομένα ($\Delta 1$ - $\Delta 3$) ως ζητούμενα. Πιθανώς θεωρήθηκαν ζητούμενα όσα στοιχεία συνδέονταν με ενέργειες που «ζητούσε» η εκφώνηση. Αυτό ενισχύεται από το γεγονός ότι οι μαθητές εντόπισαν με μεγαλύτερα ευκολία ορισμένα από τα επιπλέον δεδομένα ($\delta 2$,

δ3, δ5), τα οποία περιλαμβάνονταν στην εισαγωγή της εκφώνησης και δεν σχετίζονταν με ενέργειες. Είναι πάντως γεγονός ότι η έκταση της εισαγωγής του συγκεκριμένου θέματος είχε δημιουργήσει προβλήματα στους υποψήφιους των πανελλαδικών εξετάσεων εκείνης της χρονιάς (Γώγουλος κ.α., 2013).

Τα τρία ζητούμενα που δυσκόλεψαν περισσότερο τους μαθητές (Z3, Z6, Z8) αφορούσαν στο ίδιο στοιχείο του προβλήματος (*κωδικός μαθητή*), το οποίο έπρεπε να δημιουργήσει ζεύγη με άλλα ζητούμενα. Ειδικότερα, στο τρίτο υποερώτημα ζητούνταν η εμφάνιση του *κωδικού μαθητή* και ενός μηνύματος. Στο τέταρτο υποερώτημα ζητούνταν οι τρεις μεγαλύτερες τιμές του *δείκτη SAR για το κεφάλι* και οι αντίστοιχοι *κωδικοί μαθητή*, καθώς και οι τρεις μεγαλύτερες τιμές του *δείκτη SAR για τα άκρα* με τους αντίστοιχους *κωδικούς μαθητή*. Η πλειοψηφία των μαθητών παράβλεψε τον *κωδικό μαθητή*, ενώ αντίθετα εντόπισε τα ζητούμενα που έπρεπε να τον συνοδεύουν. Είναι πάντως αξιοσημείωτο ότι στις πανελλαδικές εξετάσεις εκείνης της χρονιάς καταγράφηκαν χαμηλές επιδόσεις στο τρίτο και τέταρτο υποερώτημα του συγκεκριμένου θέματος, όπως προκύπτει από τη μελέτη 1049 γραπτών σε βαθμολογικό κέντρο της Αθήνας (Κανίδης & Σαραντόπουλος, 2013).

Τα αποτελέσματα της έρευνας δεν μπορούν να γενικευτούν καθώς υπάρχουν κάποιοι μεθοδολογικοί περιορισμοί. Ο πληθυσμός της έρευνας δεν ήταν ούτε τυχαίο ούτε αντιπροσωπευτικό δείγμα, αφού οι μαθητές προέρχονταν από ένα σχολείο και είχαν τον ίδιο καθηγητή, ενώ χρησιμοποιήθηκε ένα μόνο θέμα πανελλαδικών εξετάσεων. Τα ζητούμενα ήταν υπερδιπλάσια από τα δεδομένα και οι μαθητές *Θετικών Σπουδών* σχεδόν τριπλάσιοι από εκείνους *Σπουδών Οικονομίας και Πληροφορικής*, οπότε οποιαδήποτε σύγκριση ενδέχεται να μην είναι αντικειμενική.

5. Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η ικανότητα μαθητών Γ' τάξης Γενικού Λυκείου να κατανοήσουν ένα υπολογιστικό πρόβλημα. Οι μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα δυσκολεύτηκαν να εντοπίσουν τα δεδομένα και τα ζητούμενα στο κείμενο της εκφώνησης, ένδειξη ότι δεν είχαν αναπτύξει επαρκώς την ικανότητα κατανόησης προβλήματος. Οι μαθητές αντιμετώπισαν περισσότερα προβλήματα με τα δεδομένα παρά με τα ζητούμενα. Η σύγκριση των επιδόσεων των δύο ομάδων προσανατολισμού δεν οδήγησε σε ασφαλή συμπεράσματα. Οι μαθητές *Οικονομίας και Πληροφορικής* τα κατάφεραν σαφώς καλύτερα από τους συμμαθητές τους *Θετικών Σπουδών* στον εντοπισμό των δεδομένων, ενώ στα ζητούμενα δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Από τη διερεύνηση των σφαλμάτων προκύπτουν δύο βασικά συμπεράσματα. Πρώτον, πολλοί μαθητές δεν είχαν κατανοήσει πλήρως την έννοια και τον ρόλο των δεδομένων και των ζητούμενων. Δεύτερον, αρκετοί μαθητές δεν διέθεταν την αναγκαία αφαιρετική ικανότητα ώστε να επιλέξουν από το σύνολο των δεδομένων της εκφώνησης μόνο εκείνα που ήταν απαραίτητα για την επίλυση του προβλήματος.

Τα αποτελέσματα της έρευνας επιβεβαιώνουν την άποψη ότι οι δεξιότητες επίλυσης προβλήματος των αρχάριων προγραμματιστών δεν μπορούν να αναπτυχθούν έμμεσα μέσω της υλοποίησης αλγορίθμων/προγραμμάτων (de Raadt, 2007). Για το λόγο αυτό έχει προταθεί να ενσωματωθούν τεχνικές επίλυσης προβλήματος στη διδασκαλία του προγραμματισμού (Allwood, 1986; Palumbo, 1990; Saeli et al., 2011; Winslow, 1996). Μάλιστα τα αποτελέσματα ήταν ιδιαίτερα ενθαρρυντικά όπου υιοθετήθηκε αυτή η αρχή (Barnes, Fincher, & Thompson, 1997; Deek, Kimmel, & McHugh, 1998).

Αναφορές

Allwood, C. M. (1986). Novices on the computer: A review of the literature. *International Journal of Man-Machine Studies*, 25(6), 633-658.

Barnes, D. J., Fincher, S., & Thompson, S. (1997). Introductory problem solving in computer science. In *5th Annual Conference on the Teaching of Computing* (pp. 36-39).

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.

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. (2004). Introductory programming: What's happening today and will there be any students to teach tomorrow?. In *Proceedings of the 6th Australasian Conference on Computing Education-Volume 30* (pp. 277-282).

de Raadt, M., Watson, R., & Toleman, M. (2005). *Textbooks: Under inspection*. Technical Report. University of Southern Queensland, Faculty of Sciences, Department of Maths and Computing, Toowoomba, Australia.

Palumbo, D. B. (1990). Programming language/problem-solving research: A review of relevant issues. *Review of Educational Research*, 60(1), 65-89.

Polya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Saeli, M., Perrenet, J., Jochems, W. M., & Zwaneveld, B. (2011). Teaching programming in secondary school: A pedagogical content knowledge perspective. *Informatics in Education*, 10(1).

Winslow, L. E. (1996). Programming pedagogy – A psychological overview. *ACM SIGCSE Bulletin*, 28(3), 17-22.

Γώγουλος, Γ., Κοτσιφάκης, Γ., Παπαγιάννης, Α., & Χίνου, Π. (2013). Απόψεις για την βαθμολόγηση των θεμάτων του μαθήματος «Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον» στις πανελλαδικές εξετάσεις 2013. Στα *Πρακτικά 5th Conference on Informatics in Education (CIE 2013)*, Πειραιάς.

Κανίδης, Ε., & Σαραντόπουλος, Ι. (2013). Η βαθμολόγηση του μαθήματος Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον στις γενικές εξετάσεις 2013. Στα *Πρακτικά 5th Conference on Informatics in Education (CIE 2013)*, Πειραιάς.

Σιδερίδης, Α., Γιαλούρης, Κ., Μπακογιάννης, Σ., & Σταθόπουλος, Κ. (2000). *Προγραμματισμός Υπολογιστών*. Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.

Παράρτημα

Τα στοιχεία της εκφώνησης που λήφθηκαν υπόψη για την αξιολόγηση των απαντήσεων των μαθητών έχουν επισημανθεί σύμφωνα με την ακόλουθη κωδικοποίηση: [A1-A3] δεδομένα, [Z1-Z8] ζητούμενα, [δ1-δ5] επιπλέον στοιχεία που χαρακτηρίστηκαν ως δεδομένα.

ΘΕΜΑ Γ (Πανελλαδικές Εξετάσεις ΑΕΠΠ 2013)

Η χρήση των κινητών τηλεφώνων, των φορητών υπολογιστών, των tablet υπολογιστών από τους νέους αυξάνεται ραγδαία. Ένας από τους στόχους των ερευνητών είναι να διερευνήσουν αν υπάρχουν επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων από την αυξημένη έκθεση στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Για τον σκοπό αυτό γίνονται μετρήσεις του ειδικού ρυθμού απορρόφησης (SAR) της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, πάνω στο ανθρώπινο σώμα. Ο δείκτης SAR μετράται σε Watt/Kgr [δ1] και ο παγκόσμιος οργανισμός υγείας έχει θεσμοθετήσει ότι τα επιτρεπτά όρια για το κεφάλι και τον κορμό είναι μέχρι και 2 Watt/Kgr, ενώ για τα άκρα μέχρι και 4 Watt/Kgr [δ2]. Θέλοντας να προσομοιάσουμε την έρευνα, θεωρούμε ότι σε 30 μαθητές [δ3] έχουν τοποθετηθεί στον καθένα δυο μετρητές [δ4] του δείκτη SAR, ο ένας στο κεφάλι και ο άλλος σε ένα από τα άνω άκρα, οι οποίοι καταγράφουν τις τιμές του αντίστοιχου δείκτη SAR κάθε 6 λεπτά [δ5].

Να αναπτύξετε αλγόριθμο σε ψευδογλώσσα, ο οποίος:

Γ1. Να διαβάσει τους πίνακες: ΚΩΔ[30], ο οποίος θα περιέχει τους κωδικούς των 30 μαθητών [A1], τον πίνακα ΚΕΦ[30,10], του οποίου κάθε γραμμή θα αντιστοιχεί σε έναν μαθητή και θα έχει 10 τιμές που αντιστοιχούν στο SAR της κεφαλής [A2] για μια ώρα, καθώς και τον πίνακα ΑΚΡ[30,10] που κάθε γραμμή θα αντιστοιχεί σε έναν μαθητή και θα έχει 10 τιμές που αντιστοιχούν στο SAR του άκρου [A3] για μια ώρα.

Γ2. Για κάθε μαθητή να καταχωρεί σε δισδιάστατο πίνακα ΜΟ[30,2] τις μέσες τιμές του SAR για το κεφάλι [Z1] στην 1η στήλη και για το άκρο [Z2] στη 2η στήλη.

Γ3. Να εμφανίζει για κάθε μαθητή τον κωδικό [Z3] του και ένα από τα μηνύματα, «Χαμηλός SAR», «Κοντά στα όρια», «Εκτός ορίων» [Z4], όταν η μέση τιμή του SAR της κεφαλής, καθώς και η μέση τιμή του SAR ενός εκ των άκρων του κυμαίνονται στις παρακάτω περιοχές:

Μ.Ο. SAR κεφαλής	$\leq 1,8$	$> 1,8$ και ≤ 2	> 2
Μ.Ο. SAR άκρου	$\leq 3,6$	$> 3,6$ και ≤ 4	> 4
Μήνυμα	«Χαμηλός SAR»	«Κοντά στα όρια»	«Εκτός ορίων»

Το μήνυμα που θα εμφανίζεται θα πρέπει να είναι ένα μόνο για κάθε μαθητή και θα εξάγεται από τον συνδυασμό των τιμών των μέσων όρων των δυο SAR, όπου βαρύτερα θα έχει ο μέσος όρος, ο οποίος θα βρίσκεται σε μεγαλύτερη περιοχή τιμών. Για παράδειγμα, αν ο μέσος όρος SAR του άκρου έχει τιμή 3,8 και της κεφαλής έχει τιμή 1,5 τότε πρέπει να εμφανίζεται το μήνυμα «Κοντά στα όρια» και κανένα άλλο.

Γ4. Θεωρώντας ότι όλες οι τιμές του πίνακα ΜΟ[30,2] είναι διαφορετικές, να εμφανίζει τις τρεις μεγαλύτερες τιμές για τον μέσο όρο SAR της κεφαλής [Z5] και τους κωδικούς των μαθητών που αντιστοιχούν [Z6] σε αυτές. Μετά να εμφανίζει τις τρεις μεγαλύτερες τιμές για τον μέσο όρο SAR του άκρου [Z7] και τους κωδικούς των μαθητών που αντιστοιχούν [Z8] σε αυτές.

Abstract

This paper presents the results of a study aiming to assess the ability of 12th grade students to understand a computational problem. Study subjects were asked to identify givens and unknowns in the text describing a programming problem. The problem was used in a past test paper for the Greek general matriculation examinations. Study results indicate an inadequate problem understanding ability by the students. Students faced difficulties with problem givens, whereas they had more success with problem unknowns. The comparison of student performance across study groups (*Sciences, Economics and Informatics*) did not provide firm evidence for superior problem understanding ability of one group over the other.

Keywords: problem solving, problem understanding, givens and unknowns.