ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2008)

4ο Συνέδριο Διδακτική Πληροφορικής

Επίδραση της χρήσης πολλαπλών αναπαραστάσεων σε εκπαιδευτικό περιβάλλον προγραμματισμού

Σ. Σιώζου, Ν. Τσέλιος, Β. Κόμης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Σιώζου Σ., Τσέλιος Ν., & Κόμης Β. (2023). Επίδραση της χρήσης πολλαπλών αναπαραστάσεων σε εκπαιδευτικό περιβάλλον προγραμματισμού. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 161–170. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/5861

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 16/01/2026 09:20:21

Επίδραση της χρήσης πολλαπλών αναπαραστάσεων σε εκπαιδευτικό περιβάλλον προγραμματισμού

Σ. Σιώζου, Ν. Τσέλιος, Β. Κόμης

Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Πανεπιστήμιο Πατρών
siozous@upnet.gr; nitse@ece.upatras.gr; komis@upatras.gr

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της επίδρασης δύο εναλλακτικών αναπαραστάσεων αλγορίθμων, των διαγραμμάτων ροής και του ψευδοκώδικα, σε εισαγωγικές μαθησιακές δραστηριότητες προγραμματισμού. Για το σκοπό αυτό, σχεδιάστηκε μία δραστηριότητα και δόθηκε προς επίλυση, σε δύο ομάδες που αποτελούσαν το δείγμα της μελέτης. Η πρώτη ομάδα χρησιμοποίησε το λογισμικό «Δημιουργός Διαγραμμάτων Ροής», ενώ η δεύτερη το λογισμικό «Διερμηνευτής της Γλώσσας», που στηρίζεται στη χρήση «ψευδοκώδικα». Από την ανάλυση των δεδομένων της μελέτης περίπτωσης διαφαίνεται ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδοση των αρχάριων προγραμματιστών, σε συνάρτηση με α) το εργαλείο που χρησιμοποίησαν για την επίλυση της δραστηριότητας, β) την κατεύθυνση που ακολούθησαν οι συμμετέχοντες στο Λύκειο (Θεωρητική, Τεχνολογική ή Θετική και γ) το φύλο.

Λέξεις- κλειδιά: *Αλγόριθμος, Διάγραμμα Ροής, Ψευδοκώδικας, Δημιουργός Διαγραμμάτων Ροής, Διερμηνευτής της Γλώσσας.*

Abstract

The goal of the study presented in this paper was to compare the effect of different representations while teaching basic algorithmic concepts to novice programmers. Towards this goal, a learning activity was designed and mediated with two conceptually different learning environments, each one used by a different group. The first group used the software "Visual Flowchart", which enables students to construct and examine an algorithm using visual representation based on actual flowchart objects. The second group used the software "Language Interpreter", which enables the students to express algorithms using pseudocode. The analysis of the results among the two groups showed no statistically significant difference in the students' performance with respect to the tool they used to solve the activity, the high school stream followed and their gender. The aforementioned learning environments are also discussed in detail.

Keywords: *algorithms, flowcharts, pseudocode, Visual Flowchart, Language Interpreter.*

1. Θεωρητικό πλαίσιο

Με τον όρο «αλγόριθμος», εννοούμε μία διαδοχή από οδηγίες και ενέργειες, για την επίλυση ενός συγκεκριμένου προβλήματος. Για την ανάπτυξη αλγορίθμων μπορούν να χρησιμοποιηθούν, μεταξύ άλλων, δύο τρόποι αναπαράστασης: το *διάγραμμα ροής* και ο *ψευδοκώδικας*, ενώ υλοποιείται σε κάποια γλώσσα προγραμματισμού. Τα

διαγράμματα ροής είναι ένας τρόπος περιγραφής αλγορίθμου που χρησιμοποιεί γραφικά σύμβολα για την αναπαράσταση της ροής και των βημάτων μιας διαδικασίας αλγορίθμου. Ο ψευδοκώδικας, συχνά χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια σχεδιασμού ενός αλγορίθμου και μοιάζει με μια τυπική γλώσσα προγραμματισμού περιλαμβάνει, όμως, μεγαλύτερη ελευθερία ως προς τους συντακτικούς κανόνες.

Διάφορες έρευνες στο παρελθόν (Scanlan, 1987; Scanlan, 1987b; Cunnif & Taylor, 1987; Crews & Ziegler,1998; Carlisle et al., 2004), συγκρίνουν τη χρήση των διαφορετικών αυτών εργαλείων και αναπαραστάσεων από αρχάριους προγραμματιστές, και τα αποτελέσματα, τις περισσότερες φορές, είναι ενθαρρυντικά και υπέρ της χρήσης των διαγραμμάτων ροής. Οι Crews & Ziegler (1998), πραγματοποίησαν έρευνα σε 58 μαθητές, στα πλαίσια του μαθήματος «Εισαγωγή στον Προγραμματισμό». Οι μαθητές είχαν διδαχθεί βασικές έννοιες και αρχές. Το πείραμα στηρίχθηκε σε τρείς αλγόριθμους κλιμακούμενης δυσκολίας. Στους μαθητές μοιράστηκαν σε χαρτί οι αλγόριθμοι και των τριών κατηγοριών σε μορφή QBasic και διαγράμματος ροής. Δόθηκαν αρχικές τιμές και ζητήθηκε να εκτελέσουν τους αλγορίθμους και να υπολογίσουν το αποτέλεσμα κάθε εκτέλεσης. Για τα αποτελέσματα της έρευνας λήφθηκε υπόψη α) ο απαιτούμενος χρόνος, β) ο βαθμός πεποίθησης των φοιτητών για το ορθό του αποτελέσματος και γ) η ορθότητα του αποτελέσματος. Οι μαθητές χειρίστηκαν αποδοτικότερα τα διαγράμματα ροής, καθώς χρειάστηκαν λιγότερο χρόνο, είχαν πιο υψηλή αυτοπεποίθηση και ποσοστά επιτυχών λύσεων. Έτσι, οι Crews και Ziegler (1998), κατέληξαν στο συμπέρασμα πως τα διαγράμματα ροής αποτελούν αποδοτικότερη αναπαράσταση για τη διδασκαλία εισαγωγικών εννοιών προγραμματισμού.

Αντίθετα, στα πλαίσια παλαιότερης έρευνας οι Schneiderman et al. (1977), διεξήγαγαν 3 πειράματα στα οποία εξέταζαν τη χρησιμότητα των διαγραμμάτων ροής για την κατανόηση του Προγραμματισμού. Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν, οι ερευνητές συμπέραναν ότι τα διαγράμματα ροής δεν μεταφέρουν ούτε περισσότερες, αλλά ούτε λιγότερες πληροφορίες, από ότι οι γλώσσες προγραμματισμού. Ο Scanlan (1987), διερεύνησε τις προτιμήσεις των μαθητών ανάμεσα στα διαγράμματα ροής και στη χρήση ψευδοκώδικα. Συμμετείχαν 39 μαθητές διαφόρων ηλικιών. Όλοι οι μαθητές είχαν διδαχθεί τα ίδια μαθήματα που αφορούσαν στον Προγραμματισμό. Τους μοιράστηκαν ερωτηματολόγια 6 εβδομάδες μετά την πραγματοποίηση συζητήσεων για τα διαγράμματα ροής και τον ψευδοκώδικα. Η ερευνητική υπόθεση στηρίχθηκε σε ένα νευρογνωστικό μοντέλο, με βάση το οποίο, το αριστερό τμήμα του εγκεφάλου, επεξεργάζεται πληροφορίες σειριακά, λεκτικά και λογικά, δηλαδή επεξεργάζεται λεκτικές αλγοριθμικές τεχνικές, όπως ο ψευδοκώδικας. Συνεπώς, ο ψευδοκώδικας διεγείρει το αριστερό μέρος του μυαλού μας. Ωστόσο και τα διαγράμματα ροής περιέχουν πληροφορίες που μπορούν να διεγείρουν το αριστερό τμήμα. Στο δεξί τμήμα του εγκεφάλου, επεξεργάζονται πληροφορίες ταυτόχρονα και τμηματικά. Τα «Διαγράμματα» διεγείρουν και αυτό το τμήμα του εγκεφάλου, ενώ οι «Γλώσσες», όχι. Έτσι, ολόκληρος ο εγκέφαλος διεγείρεται από τα διαγράμματα ενώ

μόνο το αριστερό τμήμα διεγείρεται από τις γλώσσες. Κατά συνέπεια, ο Scanlan κατέληξε στο οι μαθητές προτιμούν τα διαγράμματα ροής. Τα αποτελέσματα της έρευνας επιβεβαίωσαν την υπόθεση. Η μόνη περίπτωση στην οποία διαπιστώθηκε προτίμηση στην αναπαράσταση της ψευδογλώσσας ήταν όταν ζητούμενο ήταν η κατασκευή ενός ολοκληρωμένου προγράμματος.

Άλλες έρευνες (Fowler et al., 2000; Thomas et al., 2002) υποστηρίζουν ότι περίπου 75%- 83% των μαθητών είναι «οπτικοί» μαθητές και η μαθησιακή διαδικασία είναι πιο αποτελεσματική όταν οι ιδέες, οι έννοιες, τα δεδομένα και όλες οι πληροφορίες απεικονίζονται με γραφικό τρόπο. Ο Scanlan (1989), διεξήγαγε έρευνα που πραγματοποίησε σε 193 μαθητές σε 16 τάξεις Η ερευνητική υπόθεση ήταν πως οι μαθητές προτιμούν τα διαγράμματα ροής έναντι του ψευδοκώδικα και επιβεβαιώθηκε με ποσοστά 75.1% έως 89.1%.

Στην παρούσα έρευνα στόχος είναι η μελέτη της μαθησιακής επίδοσης δύο ομάδων φοιτητών, σε μία κοινή δραστηριότητα ανάπτυξης αλγορίθμου. Η διερεύνηση αυτή διεξήχθη σε συνάρτηση με (α) το εργαλείο που χρησιμοποίησαν για την επίλυση της δραστηριότητας (η μία ομάδα χρησιμοποίησε ένα εργαλείο ανάπτυξης αλγορίθμων με τη χρήση διαγράμματος ροής («Δημιουργός Διαγραμμάτων Ροής») και η άλλη ομάδα χρησιμοποίησε ένα εργαλείο ανάπτυξης αλγορίθμων με τη χρήση ψευδοκώδικα («Διερμηνευτής της Γλώσσας»)), (β) την κατεύθυνση που ακολούθησαν οι συμμετέχοντες στο Λύκειο και (γ) το φύλο τους.

Η δομή της εργασίας είναι η εξής: Αρχικά παρουσιάζεται το μεθοδολογικό πλαίσιο της έρευνας (δείγμα, χρόνος και τόπος διεξαγωγής της έρευνας, τεχνικά εργαλεία, περιγραφή της δραστηριότητας και εκπαιδευτικών εργαλείων και διαδικασία). Στη συνέχεια, αναλύονται τα αποτελέσματα της έρευνας και επιχειρείται η ερμηνεία αυτών. Τέλος, παρουσιάζονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

2. Μεθοδολογικό πλαίσιο

2.1 Δείγμα

Η παρούσα μελέτη έλαβε χώρα στο τέλος ακαδημαϊκού εξαμήνου στο Εργαστήριο Υπολογιστών του ΤΕΕΑΠΗ στο Πανεπιστήμιο Πατρών. Το δείγμα αποτέλεσαν 38 φοιτητές ηλικίας 21- 24 ετών (7 αγόρια, 31 κορίτσια). Οι 24, ήταν φοιτητές και φοιτήτριες του ΤΕΕΑΠΗ Πατρών, ενώ οι υπόλοιποι 14, φοιτητές- τριες άλλων τμημάτων. Δεν επιτρεπόταν να συμμετέχει στην έρευνα φοιτητής σε τμήμα σχετικό με την Επιστήμη Υπολογιστών. Μετά την επιλογή των ατόμων, έγινε η δημιουργία δύο ομάδων με τυχαίο τρόπο 20 και 18 ατόμων αντίστοιχα.

2.2 Μέθοδος

Έγινε παρουσίαση των εργαλείων καθώς και των βασικών εννοιών προγραμματισμού σε κάθε μέλος των ομάδων. Στο τέλος κάθε παρουσίασης δόθηκαν αντίγραφα στους

συμμετέχοντες με τις παρουσιάσεις που είχαν προηγηθεί, καθώς και τα σχετικά μαθησιακά περιβάλλοντα «Δημιουργός Διαγραμμάτων Ροής» (ΔΔΡ), και «Διερμηνευτής της Γλώσσας» (ΔτΓ), τα οποία είναι διαθέσιμα στη διεύθυνση www.ecedu.upatras.gr/algorithmics. Το δείγμα, στη συνέχεια, χωρίστηκε σε δύο ομάδες. Πριν από την έναρξη των εργαστηρίων μοιράστηκαν το φυλλάδιο με τη δραστηριότητα, βοηθητικά φυλλάδια για κάθε εργαλείο και ερωτηματολόγιο υποκειμενικής αξιολόγησης και καταγραφής δημογραφικών στοιχείων. Η πρώτη ομάδα χρησιμοποίησε αποκλειστικά το ΔΔΡ και η δεύτερη τον ΔτΓ για την επίλυση της δραστηριότητας. Με το τέλος της δραστηριότητας, οι συμμετέχοντες συμπλήρωναν το ερωτηματολόγιο.

2.3 Η επιλογή της δραστηριότητας

Η δραστηριότητα αφορούσε στον υπολογισμό του κόστους ανά άτομο, μιας φοιτητικής εκδρομής σε ελληνικό νησί. Ο υπολογισμός του κόστους προέκυπτε από το σχεδιασμό και την υλοποίηση κατάλληλου ζητούμενου αλγορίθμου. Η δραστηριότητα εμπεριείχε 5 υπο-ερωτήματα κλιμακούμενης δυσκολίας (Κόμης, 2005). Στο πρώτο ερώτημα, ζητούμενο ήταν το κόστος της εκδρομής ανά άτομο, το οποίο μειωνόταν ανάλογα με τον αριθμό των ατόμων (1-3) που δήλωναν ομαδική συμμετοχή. Στο δεύτερο ερώτημα, ζητούμενο ήταν ο εμπλουτισμός του αλγορίθμου με σχετική δομή επιλογής ώστε να εμφανίζεται το ερώτημα «Άκυρος αριθμός φοιτητών» κάθε φορά που δίνεται αριθμός ατόμων διαφορετικός του 1, 2 ή 3. Στο τρίτο ερώτημα, προστίθενται οι υπολογισμοί δύο μεταβλητών: α) της μεταβλητής s, που είναι το ποσό που θα αφαιρεθεί από το μεγαλύτερο πληρωτέο ποσό και ισούται με τη σταθερή διαφορά 15€ επί τον αριθμό των ατόμων που δηλώνουν συμμετοχή μαζί και β) της μεταβλητής j, που είναι το αποτέλεσμα της αφαίρεσης.

Στο τέταρτο ερώτημα, γίνεται η εισαγωγή άλλης μίας μεταβλητής, της a (που αφορά στη δυνατότητα επιλογής αεροπλάνου ως μεταφορικό μέσο), ο έλεγχός της και ο υπολογισμός της νέας τιμής του j (ανάλογα με το αποτέλεσμα του ελέγχου). Αν το a είναι ίσο με 1, δηλαδή χρησιμοποιηθεί αεροπλάνο ως μεταφορικό μέσο, τότε το j (δηλαδή το πληρωτέο ποσό) αυξάνεται κατά 70€ ανά άτομο. Στο τελευταίο ερώτημα, προστίθενται οι μεταβλητές c και e, που αφορούν σε επιλογή προαιρετικής δραστηριότητας διασκέδασης. Γίνεται έλεγχος της μεταβλητής c, και αν είναι ίση με 1, δηλαδή έχει επιλεχθεί η δραστηριότητα διασκέδασης, η μεταβλητή e παίρνει τιμή ανάλογα με τον αριθμό των ατόμων που έχουν δηλώσει συμμετοχή στην εκδρομή, μαζί, αλλιώς το e ισούται με 0. Στο τέλος του αλγορίθμου, η τιμή της μεταβλητής j αλλάζει κατά e.

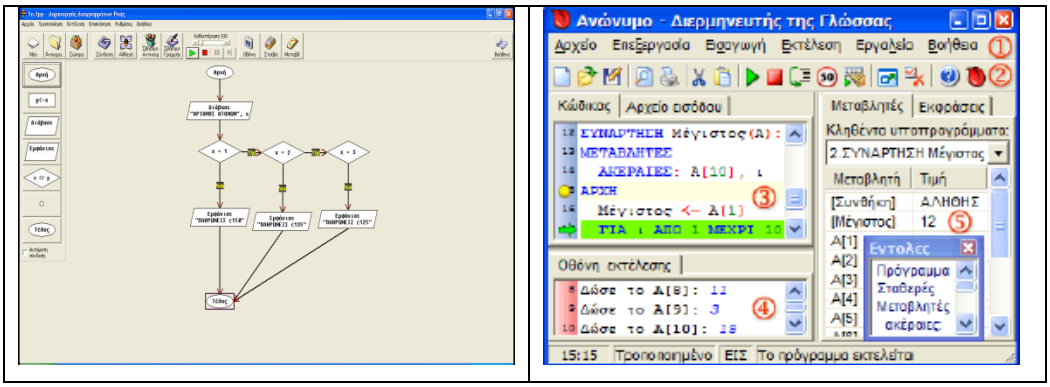
2.4 Τα εργαλεία συλλογής δεδομένων

Τα τεχνικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τη διεξαγωγή της μελέτης ήταν τα εξής: α) φορητός υπολογιστής, με τον οποίο έγιναν οι παρουσιάσεις των δύο εργαλείων που θα χρησιμοποιούνταν στη μελέτη καθώς και οι αναλύσεις των

δεδομένων, β) 20 ηλεκτρονικοί υπολογιστές του εργαστηρίου της Πληροφορικής του ΤΕΕΑΠΗ Πατρών, στους οποίους οι φοιτητές- τριες επίλυσαν τη δραστηριότητα που τους δόθηκε και αποθήκευαν τα αρχεία τους, γ) το λογισμικό «Δημιουργός Διαγραμμάτων Ροής» και τέλος, δ) το λογισμικό «Διερμηνευτής της Γλώσσας».

2.5 Διαδικασία

Στους συμμετέχοντες παρουσιάστηκε η δραστηριότητα και δόθηκε χρόνος 2 ωρών για την επίλυσή της. Ο παρατηρητής της διαδικασίας δεν διέκοπτε ούτε υποβοηθούσε τους συμμετέχοντες. Για την επίλυση της δραστηριότητας από τα άτομα της πρώτης ομάδας, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό «Δημιουργός Διαγραμμάτων Ροής». Οι αλγόριθμοι, στο περιβάλλον αυτό, αναπτύσσονται σε μορφή διαγράμματος ροής επιτρέποντας την κατασκευή τους με οπτικό τρόπο με στυλ αλληλεπίδρασης απευθείας χειρισμού (direct manipulation). Το πρόγραμμα ακολουθεί τις κλασσικές συμβάσεις χρηστοκεντρικού σχεδιασμού μιας παραθυρικής εφαρμογής (γραμμή εργαλείων, κουμπιά εκτέλεσης, κλπ). Ο μαθητής μπορεί να επιλέξει εντολές (που παρουσιάζονται ως αντικείμενα στο αριστερό πλαίσιο της επιφάνειας εργασίας) και να τις συνδέσει μεταξύ τους. Ένα στιγμιότυπο της επιφάνειας εργασίας του περιβάλλοντος κατά την εκτέλεση ενός αλγορίθμου φαίνεται στο Σχήμα 1 (αριστερά). Στα αριστερά της επιφάνειας εργασίας υπάρχει η μπάρα εργαλείων, που περιέχει τα αντικείμενα που χρησιμοποιούνται κατά τον σχεδιασμό ενός αλγορίθμου.



Σχήμα 1: *Στιγμιότυπο της επιφάνειας εργασίας του Δημιουργού Διαγραμμάτων Ροής και του Διερμηνευτή της γλώσσας*

Ο «Δημιουργός Διαγραμμάτων Ροής» δίνει τη δυνατότητα αποθήκευσης ενός αλγορίθμου ως συνάρτηση που μπορεί να κληθεί από άλλο αλγόριθμο καθώς και από τον εαυτό του (αναδρομικότητα). Παρέχεται η δυνατότητα κατασκευής «ψευδοεκτελέσιμου» αρχείου και εργαλείων επισκόπησης της εκτέλεσης ενός αλγορίθμου καθώς και η δυνατότητα μεταβολής της καθυστέρησης κάθε βήματος της εκτέλεσης. Τέλος, ο χρήστης μπορεί να επισκοπήσει ανά πάσα στιγμή, κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του αλγορίθμου, τις τιμές των χρησιμοποιούμενων μεταβλητών καθώς και μιας προσομοιωμένης στοίβας μνήμης.

Το λογισμικό «Διερμηνευτής της Γλώσσας» (Γεωργόπουλος και συνεργάτες, 2005), χρησιμοποιήθηκε για την επίλυση της δραστηριότητας, από τα μέλη της δεύτερης ομάδας. Πρόκειται, για ένα περιβάλλον ανάπτυξης και εκτέλεσης αλγορίθμων με τη χρήση «ψευδοκώδικα». Η γλώσσα που χρησιμοποιείται παρουσιάζει παρόμοια δομικά και συντακτικά χαρακτηριστικά με διαδεδομένες γλώσσες προγραμματισμού όπως η PASCAL και η C. Είναι στα ελληνικά και είναι πλήρως συμβατή με τις οδηγίες του Αναλυτικού Προγράμματος.

Όπως και ο «Δημιουργός Διαγραμμάτων Ροής», ο σχεδιασμός της διεπιφάνειας χρήσης του «Διερμηνευτή της Γλώσσας» ακολουθεί τις τυπικές συμβάσεις σχεδιασμού παραθυρικών εφαρμογών, με τη χρήση μενού εργαλείων και μπάρας κατάστασης, ενώ παράλληλα η διαμόρφωση του χώρου εργασίας ομοιάζει σημαντικά με τα περιβάλλοντα συγγραφής κώδικα διαδεδομένων γλωσσών προγραμματισμού. Το περιβάλλον του ΔτΓ αποτελείται από μία γραμμή μενού (1), μία γραμμή εργαλείων (2) και από 3 χώρους για ανάπτυξη κώδικα (3), παρουσίαση αποτελεσμάτων εκτέλεσης ενός προγράμματος (4) και καρτέλα επισκόπησης εκφράσεων και μεταβλητών (5), όπως φαίνεται στην Εικόνα 1 (δεξιά).

Ο «Διερμηνευτής της Γλώσσας», παρέχει τη δυνατότητα για κλήση μίας διαδικασίας με την εντολή «Κάλεσε», αλλά και μία συνάρτηση με τη χρήση «Έκφρασης». Επιπλέον, παρέχεται η δυνατότητα εκτέλεσης και επισκόπησης του αλγορίθμου βήμα προς βήμα του αλγορίθμου και η παρακολούθηση των τιμών των μεταβλητών. Μεταξύ άλλων, το πρόγραμμα παρέχει αναλυτικά μηνύματα λαθών και σχετικές επεξηγήσεις. Τέλος, δίνεται η δυνατότητα εξαγωγής των προγραμμάτων ως HTML.

Στη μελέτη χρησιμοποιήθηκε επιπλέον, ένα ερωτηματολόγιο, το οποίο μοιράστηκε σε όλο το δείγμα. Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από δύο μέρη: το πρώτο αφορά στο όνομα του φοιτητή- τριας, στην κατοχή υπολογιστή και στην κατεύθυνση που είχε ακολουθήσει στη Β' και Γ' Λυκείου, ενώ το δεύτερο μέρος περιέχει ερωτήσεις προς αξιολόγηση σε κλίμακα Likert 1-5. Οι ερωτήσεις αφορούσαν στην εμπειρία χρήσης και στην εκπαιδευτική καταλληλότητα των περιβαλλόντων μάθησης.

3. Ανάλυση των δεδομένων

Από την ανάλυση των ερωτηματολογίων προέκυψε ότι το 90% της πρώτης ομάδας είναι κάτοχοι υπολογιστή στο σπίτι, έναντι 78% της δεύτερης ομάδας. Σχετικά με την κατεύθυνση που είχαν ακολουθήσει στη Β' και Γ' Λυκείου, Θεωρητική κατεύθυνση είχε ακολουθήσει το 50% της πρώτης ομάδας και το 41,2% της δεύτερης, Θετική κατεύθυνση το 15% και 11,8% και Τεχνολογική κατεύθυνση το 35% και 47,1%, αντίστοιχα.

Στον Πίνακα 1 φαίνεται ο μέσος όρος των δύο ομάδων σε όλες τις υπόλοιπες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου, όπως προκύπτει από τις απαντήσεις των συμμετεχόντων. Οι συμμετέχοντες είχαν σχετικά χαμηλή εμπειρία στον

προγραμματισμό (2.1-1.8) αλλά αξιολόγησαν τη μαθησιακή τους πρόοδο αρκετά υψηλότερα (2.7-2.6). Παράλληλα τα εργαλεία ΔΔΡ και ΔτΓ αξιολογήθηκαν ως κατάλληλα εκπαιδευτικά (3.6-3.4) και εύχρηστα (3.9-3.3). Τέλος, η δραστηριότητα αποτιμήθηκε ως ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα αλλά ταυτόχρονα κατανοητή και διαχειρίσιμη. Σε κανένα ερώτημα δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων.

Πίνακας 1: *Μέσος όρος βαθμολογίας των δύο ομάδων για κάθε ερώτηση του ερωτηματολογίου*

Ερώτηση	Ομάδα 1	Ομάδα 2
Εμπειρία στον Προγραμματισμό	2.1	1.8
Εμπειρία στα Διαγράμματα Ροής	1.9	1.6
Εμπειρία στον «Ψευδοκώδικα»	1.8	1.8
Εκπαιδευτική καταλληλότητα ΔΔΡ (ΔτΓ)	3.6	3.4
Ευχρηστία ΔΔΡ (ΔτΓ)	3.9	3.3
Αυτό- αξιολόγηση αποτελεσματικότητας στη δραστηριότητα	2.7	2.6
Η δραστηριότητα ήταν ενδιαφέρουσα;	3.9	4.1
Η δραστηριότητα ήταν κατανοητή και διαχειρίσιμη;	3.7	3.4

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προέκυψε ότι 34 στους 38 (17 από κάθε ομάδα) είχαν κάποιο βαθμό εμπλοκής με το πρώτο ερώτημα, 32 με το δεύτερο (16-16), 27 με το τρίτο (13-14), 16 με το τέταρτο (8-8) και 9 με το τελευταίο (3-6). Όπως αναμενόταν, καθώς οι συμμετέχοντες είχαν επί το πλείστον εισαγωγικές γνώσεις προγραμματισμού και μόνο, όσο ο βαθμός δυσκολίας αυξάνεται στα διαδοχικά ερωτήματα, η απόδοση των φοιτητών μειώνεται.

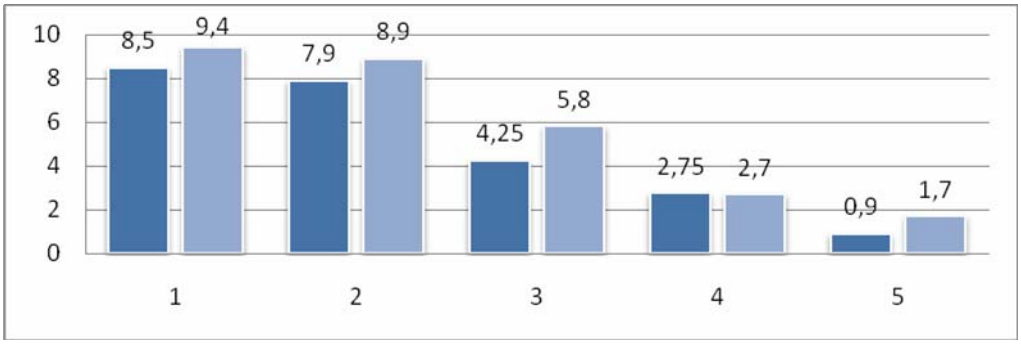
4. Αποτελέσματα

Βασικός στόχος της μελέτης περίπτωσης που παρουσιάζεται ήταν η διερεύνηση για το αν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδοση των φοιτητών- τριών, σε συνάρτηση με: α) το εργαλείο που χρησιμοποίησαν (ΔΔΡ και ΔτΓ) β) την κατεύθυνση που είχαν ακολουθήσει στις δύο τελευταίες τάξεις του Λυκείου, (Θεωρητική, Θετική ή Τεχνολογική), και γ) το φύλο τους, όπως προαναφέρθηκε.

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων αξιολογήθηκαν για κάθε ένα από τα ερωτήματα της δραστηριότητας σε μια κλίμακα 1-10. Οι βαθμολογίες κάθε ομάδας ανά ερώτημα συνοψίζονται στο Σχήμα 2. Με εξαίρεση, το 3ο ερώτημα, διαπιστώνεται μια ελαφρά, αλλά μη στατιστικά σημαντική υπεροχή της 2ης ομάδας ($p=0.093>0.05$).

Ο μέσος όρος βαθμολογίας της πρώτης ομάδας (χρήση ΔΔΡ) είναι 24.3 (στα 50) και της δεύτερης ομάδας (χρήση ΔτΓ) είναι 28.5 (στα 50), ενώ συνολικά των δύο ομάδων είναι 26.4 (με άριστα το 50). Δηλαδή, η ομάδα, που χρησιμοποίησε το «Δημιουργό

Διαγραμμάτων Ροής» συγκέντρωσε κατά 4.2 μονάδες, μικρότερη βαθμολογία από την ομάδα που χρησιμοποίησε το «Διερμηνευτή της Γλώσσας».



Σχήμα 2: *Βαθμολογία ομάδων ανά ερώτημα της δραστηριότητας*

Στο πρώτο ερώτημα, η πρώτη ομάδα είχε βαθμολογία 8.5 στα 10 και η δεύτερη ομάδα 9.4. Στα υπόλοιπα ερωτήματα, η πρώτη ομάδα παρουσίαζε επίδοση: 7.9, 4.25, 2.75 και 0.9, αντίστοιχα για κάθε ερώτημα, ενώ η δεύτερη ομάδα είχε μέσο όρο: 8.9, 5.8, 2.7 και 1.7. Όπως φαίνεται, καθώς ο βαθμός δυσκολίας αυξάνεται στα ερωτήματα, η απόδοση των φοιτητών μειώνεται. Το γεγονός αυτό δείχνει πως σε αρχάριους προγραμματιστές, προκειμένου να καταστούν διαχειρίσιμες οι εισαγωγικές έννοιες, είναι προτιμότερα τα απλά ερωτήματα, με λίγες μεταβλητές, πράξεις και δομές.

Από την ανάλυση προέκυψε ότι τα αγόρια συγκέντρωσαν κατά 5.5 μονάδες υψηλότερη βαθμολογία σε σχέση με τα κορίτσια (29.8-24.3). Παρά το ότι η διαφορά στη βαθμολογία δεν είναι ανεπαίσθητη, δεν προκύπτει στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδοση των φοιτητών-τριών σε συνάρτηση με το φύλο ($p=0.515>0.005$) πιθανά λόγω και της σημαντικής ανισομέρειας του δείγματος. Επίσης, φαίνεται να μην υπάρχει σημαντική διαφορά για τους χρήστες του ΔΔΡ (23,3 αγόρια-24.4 κορίτσια) αλλά σημαντική στη χρήση του ΔτΓ (36,3-26,2).

Τη μεγαλύτερη βαθμολογία συγκέντρωσαν τα άτομα που είχαν ακολουθήσει Τεχνολογική κατεύθυνση (28,5). Η συγκεκριμένη κατεύθυνση περιλαμβάνει μάθημα Προγραμματισμού («Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον»). Ωστόσο, η διαφορά τους στη βαθμολογία φαίνεται να είναι σχετικά μικρή, μόλις 3.2 υψηλότερη από τους μαθητές της Θεωρητικής (βαθμολογία 25.3) και 4.2 (βαθμολογία 24.3) από τους μαθητές της Θετικής κατεύθυνσης, χωρίς να συνάγεται στατιστικά σημαντική διαφορά ($p=0.76>0.05$).

5. Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία παρουσιάστηκαν δύο εκπαιδευτικά υπολογιστικά περιβάλλοντα, ο Δημιουργός Διαγραμμάτων Ροής και ο Διερμηνευτής της Γλώσσας που στοχεύουν στην υποβοήθηση της διδασκαλίας εισαγωγικών εννοιών προγραμματισμού. Ακολούθως παρουσιάζεται μια μελέτη περίπτωσης με 38 φοιτητές που επιμερίσθηκαν σε 2 ομάδες, για να επιλύσουν μια κατάλληλα σχεδιασμένη δραστηριότητα. Αν και κάθε ομάδα χρησιμοποίησε διαφορετικό εργαλείο, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδοση των φοιτητών. Επιπροσθέτως ούτε η κατεύθυνση που είχαν επιλέξει στο λύκειο, ούτε το φύλο φαίνεται να επιδρά με στατιστικά σημαντικό τρόπο, αν και διαπιστώνονται διαφοροποιήσεις.

Τα συμπεράσματα της παρούσας μελέτης έρχονται σε αντίθεση με αντίστοιχες έρευνες που έχουν γίνει στο παρελθόν (Scanlan, 1987; Crews & Ziegler,1998) και τα αποτελέσματά τους δείχνουν επίδραση της χρησιμοποιούμενης αναπαράστασης στη μαθησιακή διαδικασία και θετικότερη αποδοχή των διαγραμμάτων ροής από τους μανθάνοντες. Αντίστοιχα και η υποκειμενική αξιολόγηση των φοιτητών, κατέδειξε ισόμορφα θετική αποδοχή των δύο εναλλακτικών αναπαραστάσεων καθώς και θετικές απόψεις για την εκπαιδευτική καταλληλότητα και την ευχρηστία τους. Αν και δεν προκύπτει μονοσήμαντη ερμηνεία των αποτελεσμάτων, θα πρέπει να αναδειχθούν οι διαφορές στη διαδικασία σε σχέση με άλλες έρευνες που κατέδειξαν διαφορετικά συμπεράσματα. Οι συμμετέχοντες στην έρευνα που περιγράφηκε χειρίστηκαν υπολογιστικά περιβάλλοντα και δεν αποτύπωσαν τις λύσεις τους σε χαρτί. Ενδεχόμενα η διαφορά αυτή να κατέστησε εξίσου διαχειρίσιμες και τις δύο αυτές αναπαραστάσεις. Επίσης, δεν χρησιμοποιήθηκε μια γλώσσα προγραμματισμού ως 'λεκτική' αναπαράσταση αλλά ψευδοκώδικας, γεγονός που ίσως επέδρασε στην επίδοση των δύο ομάδων.

Μεταξύ άλλων, ως μελλοντικές ερευνητικές δράσεις προβλέπονται μακρόχρονες μελέτες της χρήσης των δύο περιβαλλόντων μάθησης σε σχετικό ακαδημαϊκό μάθημα εισαγωγής στις ΤΠΕ, διερεύνηση της διατηρησιμότητας των βασικών δεξιοτήτων προγραμματισμού σε βάθος χρόνου ανάλογα και με τη χρησιμοποιούμενη αναπαράσταση και επιπλέον μελέτες περίπτωσης εστιασμένες σε άλλες βασικές δομές προγραμματισμού.

Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς της εισήγησης ευχαριστούν τον Άλκη Γεωργόπουλο και το Yuri Margolin για τη διάθεση των εργαλείων που ανέπτυξαν για το σκοπό της έρευνας.

Βιβλιογραφία

Bayman, P. & Mayer, R. E. (1988). Using conceptual models to teach BASIC computer programming, *Journal of Educational Psychology*, 80, 291-298.

Carlisle, M. C., Wilson, T. A., Humphries, J. W. & Hadfield, S. M. (2004). RAPTOR: Introducing programming to non-majors with flowcharts, *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 19(4), 52-60.

Crews, T. & Ziegler, U. (1998). The flowchart interpreter for introductory programming courses, *Proceedings of FIE '98*, 307-312.

Cunniff, N. & Taylor, R. P. (1987), Graphical vs. textual representation: An empirical study of novices' program comprehension, *in Olson, G. M., Sheppard, S. B., Soloway, E. (ed.), Empirical Studies of Programmers: Second Workshop*, 114–131.

Fowler, L., Allen, M., Armarego, J. & Mackenzie, J. (2000). Learning styles and case tools in software engineering, *Proceedings of the 9th Annual Teaching Learning Forum*, http://ccea.curtin.edu.au/tlf/tlf2000/fowler.html.

Scanlan, D. A. (1987). Data-structures students may prefer to learn algorithms using graphical methods, *Proceedings of the eighteenth SIGCSE technical symposium on Computer science education*, St Louis, 302-307.

Scanlan, D. A. (1987b). A niche for structured flowcharts. *15th ACM Annual Conference on Computer Science*, St. Louis, Missouri, 408.

Scanlan, D. A. (1989), Structured flowcharts outperform pseudocode: An experimental comparison, *IEEE Software*, 6(5), 28–36.

Schneiderman, B., Mayer, R., McKay, D. & Heller, P. (1977). Experimental investigations of the utility of detailed flowcharts in programming. *Communications of the ACM*, 20(6), 373-381.

Thomas, L., Ratcliffe, M., Woodburry, J. & Jarman, E. (2002). Learning styles and performance in the introductory programming sequence. *Proceedings of the 33rd SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education Cincinnati*, Kentucky, 33-42.

Κόμης, Β. (2005). *Εισαγωγή στη Διδακτική της Πληροφορικής*, Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Γεωργόπουλος, Α., Τσέλιος, Ν., Πολίτης, Ρ. & Κόμης Β. (2005). Ολοκληρωμένο προγραμματιστικό περιβάλλον διδακτικής υποστήριξης μαθημάτων Πληροφορικής Γυμνασίου-Λυκείου, *στο Τζιμογιάννης Α. (επ.), 3ο Πανελλήνιο συνέδριο Διδακτικής της Πληροφορικής*, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Κόρινθος, Οκτώβριος 2005.