ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2010)

5ο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής

Η Διδασκαλία της Έννοιας της Διαδικασίας με Χρήση του Ρομπότ Karel σε Μαθητές Γυμνασίου: μια μελέτη περίπτωσης

Σ. Ξυνόγαλος

Βιβλιογραφική αναφορά:

Ξυνόγαλος Σ. (2023). Η Διδασκαλία της Έννοιας της Διαδικασίας με Χρήση του Ρομπότ Karel σε Μαθητές Γυμνασίου: μια μελέτη περίπτωσης. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 195–204. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/5139

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 25/01/2026 20:26:26

Η Διδασκαλία της Έννοιας της Διαδικασίας με Χρήση του Ρομπότ Karel σε Μαθητές Γυμνασίου: μια μελέτη περίπτωσης

Σ. Ξυνόγαλος

Τμήμα Διοίκησης Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
stelios@uom.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μια πρόταση διδασκαλίας της έννοιας της διαδικασίας σε μαθητές Γυμνασίου. Η προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση αξιοποιεί ένα μαθησιακό περιβάλλον που βασίζεται στον μικρόκοσμο του ρομπότ Karel και μια σειρά δραστηριοτήτων που ενσωματώνονται στο ίδιο το περιβάλλον. Η αξιολόγηση των γνώσεων των μαθητών που πραγματοποιήθηκε μετά από οκτώ διδακτικές ώρες έδειξε ότι τα ιδιαίτερα παιδαγωγικά χαρακτηριστικά του προγραμματιστικού περιβάλλοντος και οι δραστηριότητες που ενσωματώνονται στο μαθησιακό περιβάλλον καθιστούν δυνατή τη διδασκαλία ακόμα και προγραμματιστικών εννοιών που θεωρούνται δύσκολες για μαθητές Γυμνασίου, όπως η έννοια της διαδικασίας.
Λέξεις κλειδιά: *διαδικαστικός προγραμματισμός, διαδικασία, Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση*

Abstract

In this paper we present a proposal for teaching the concept of procedure to High School students. The proposed teaching approach takes advantage of a learning environment that is based on the microworld of Karel the robot and a series of activities that are incorporated in the environment. The evaluation of students' knowledge that took place after eight didactical hours showed that the special pedagogical features of the environment and the activities that are incorporated in the learning environment make it possible to teach even programming concepts that are considered difficult for High School students, such as the concept of procedures.
Keywords: *procedural programming, procedure, Secondary Education*

1. Εισαγωγή

Η διδασκαλία του Προγραμματισμού στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση αποτέλεσε αντικείμενο μελέτης αρκετών ερευνητών, ενώ ένας σημαντικός αριθμός σχετικών εργασιών έχουν παρουσιαστεί τα τελευταία χρόνια στα Πανελλήνια συνέδρια «Διδακτική της Πληροφορικής», «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση» και «Αξιοποίηση των ΤΠΕ στη Διδακτική Πράξη». Η πλειονότητα των εργασιών αυτών περιγράφουν μελέτες που διεξήχθησαν με μαθητές της Τεχνολογικής Κατεύθυνσης του Ενιαίου Λυκείου όπου διδάσκονται πιο συστηματικά οι βασικές έννοιες του διαδικαστικού προγραμματισμού και σε μικρότερο βαθμό μελέτες με μαθητές Γυμνασίου. Οι μελέτες που διεξήχθησαν επικεντρώθηκαν σε μία ή περισσότερες από τις ακόλουθες θεματικές περιοχές:

- *Γνωστικές δυσκολίες* των μαθητών για βασικές προγραμματιστικές έννοιες/δομές, όπως η έννοια της μεταβλητής (Τζιμογιάννης, Πολίτης & Κόμης, 2005; Φεσάκης & Δημητρακοπούλου, 2005).
- *Εναλλακτικές διδακτικές προσεγγίσεις* είτε για συγκεκριμένες προγραμματιστικές δομές, όπως για παράδειγμα τη δομή επιλογής (Γλέζου, Σταμούλη & Γρηγοριάδου, 2005), είτε γενικότερα για την εισαγωγή στον προγραμματισμό (Μπέλλου & Μικρόπουλος, 2005).
- *Σύγχρονα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, μικρόκοσμοι και μαθησιακά περιβάλλοντα* για την εισαγωγή στον προγραμματισμό (Καγκάνη κ.α., 2005; Γόγουλου, Γουλή & Γρηγοριάδου, 2008).

Ελάχιστες εργασίες, ωστόσο, εντοπίζονται για τη διδασκαλία της έννοιας της διαδικασίας σε μαθητές Γυμνασίου (Παπανικολάου κ.α., 2005). Ο πιο προφανής λόγος για την έλλειψη βιβλιογραφίας σχετικά με την έννοια της διαδικασίας πιστεύουμε ότι είναι οι ποικίλες δυσκολίες που συνοδεύουν τη διδασκαλία και εκμάθηση της συγκεκριμένης έννοιας σε συνδυασμό με την προαιρετική διδασκαλία της τα προηγούμενα σχολικά έτη. Συγκεκριμένα, στην ενότητα "Ελέγχω-Προγραμματίζω τον Υπολογιστή" του Προγράμματος Σπουδών Πληροφορικής Γυμνασίου που εφαρμόστηκε επί σειρά

ετών (http://www.pi-schools.gr/download/lessons/computers/epps/ gymnasium.zip) αναφέρεται ότι "η έννοια της διαδικασίας διδάσκεται προαιρετικά κατά την κρίση του διδάσκοντα". Η σχετική παρατήρηση διατηρήθηκε και στις μεταγενέστερες οδηγίες διδασκαλίας για τη νέα ύλη του Γυμνασίου (http://www.pi-schools.gr/lessons/computers/gymnasio/NewILIGymn.pdf) που ανακοινώθηκαν μετά από την έκδοση του Διαθεματικού Ενιαίου Πλαισίου Προγράμματος Σπουδών Πληροφορικής (http://www.pi-schools.gr/download/programs/depps/18deppsaps_Pliroforikis.zip, ΦΕΚ 304/13-3-2003). Βέβαια, η έννοια της διαδικασίας περιλαμβάνονταν τόσο στο παλιό βιβλίο Πληροφορικής που χρησιμοποιήθηκε για τη διδασκαλία του προγραμματισμού στους μαθητές της Γ' τάξης του Γυμνασίου μέχρι το σχολικό έτος 2008-2009, όσο και στο νέο σχολικό βιβλίο. Η χρήση της Logo και του εξελληνισμένου προγραμματιστικού περιβάλλοντος Microworlds Pro στο νέο σχολικό βιβλίο, το οποίο χρησιμοποιείται για πρώτη φορά κατά το τρέχον σχολικό έτος για τη διδασκαλία του προγραμματισμού σε μαθητές της Γ' τάξης του Γυμνασίου, αναμένεται να συντελέσει ουσιαστικά στην αποτελεσματικότερη διδασκαλία της έννοιας της διαδικασίας.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μια πρόταση για τη διδασκαλία της έννοιας της διαδικασίας σε μαθητές Γυμνασίου αξιοποιώντας ένα μαθησιακό περιβάλλον που βασίζεται στον μικρόκοσμο του ρομπότ Karel (Pattis et al., 1995). Η προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση εφαρμόστηκε το σχολικό έτος 2008-2009 για τη διδασκαλία των βασικών εννοιών του διαδικαστικού προγραμματισμού σε μαθητές της Γ' τάξης του 2ου Πειραματικού Γυμνασίου Θεσσαλονίκης. Η διδασκαλία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του μαθήματος Πληροφορικής από τον καθηγητή Πληροφορικής του σχολείου και συγγραφέα της εργασίας. Όπως ήδη αναφέρθηκε, το σχολικό έτος 2008-2009 χρησιμοποιήθηκε για τελευταία φορά το παλιό βιβλίο Πληροφορικής που χρησιμοποιούσε μια ψευδογλώσσα, αντίστοιχη με τη ΓΛΩΣΣΑ που διδάσκεται στα πλαίσια του μαθήματος «Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον» του Ενιαίου Λυκείου. Στο συγκεκριμένο σχολικό βιβλίο δεν γινόταν αναφορά σε συγκεκριμένη γλώσσα και περιβάλλον προγραμματισμού και ο διδάσκοντας είχε τη δυνατότητα να επιλέξει γλώσσα και περιβάλλον προγραμματισμού κατά την κρίση του. Στις ενότητες που ακολουθούν παρουσιάζονται τα βασικά στοιχεία της προτεινόμενης διδακτικής προσέγγισης, η σειρά των δραστηριοτήτων που χρησιμοποιήθηκαν για τη διδασκαλία της έννοιας της διαδικασίας και τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των γνώσεων των μαθητών που ακολούθησε μετά το τέλος των μαθημάτων.

2. Περιγραφή της Διδακτικής Προσέγγισης

Το περιβάλλον του Karel που χρησιμοποιήσαμε πιλοτικά για τη διδασκαλία των βασικών αρχών του προγραμματισμού σε μαθητές της Γ' τάξης του 2ου Πειραματικού Γυμνασίου Θεσσαλονίκης κατά το σχολικό έτος 2008-2009 αναπτύχθηκε στα πλαίσια του έργου ΕΠΕΑΕΚ «ΠΥΘΑΓΟΡΑΣ ΙΙ». Αποτελεί μια υλοποίηση του γνωστού μικρόκοσμου που έχει ως πρωταγωνιστή το ρομπότ Karel (Pattis et al., 1995). Ωστόσο, η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται στο συγκεκριμένο περιβάλλον είναι μια C-like (και όχι Pascal-like) γλώσσα προκειμένου να καταστεί πιο εύκολη η παράλληλη χρήση του προγενέστερου περιβάλλοντος objectKarel σε διδασκαλίες με στόχο την παρουσίαση των βασικών αρχών τόσο του διαδικαστικού όσο και του αντικειμενοστρεφούς προγραμματισμού.

Η διδακτική προσέγγιση των μικρόκοσμων που υιοθετήθηκε παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα (Brusilovsky et al., 1997):

- χρησιμοποιείται ένα υπαρκτό μοντέλο αναφοράς που είναι ήδη γνωστό στο μαθητή, αντιμετωπίζοντας έτσι τις γνωστές δυσκολίες που αφορούν στη νοητή μηχανή (du Boulay, 1989)
- χρησιμοποιείται μια απλή γλώσσα προγραμματισμού με περιορισμένο ρεπερτόριο εντολών, μειώνοντας έτσι τις δυσκολίες που σχετίζονται με τη σύνταξη και σημασιολογία της γλώσσας προγραμματισμού ως επέκταση των ιδιοτήτων και της συμπεριφοράς της νοητής μηχανής (du Boulay, 1989)
- αξιοποιούνται τεχνικές δυναμικής προσομοίωσης εκτέλεσης προγραμμάτων για την αποκάλυψη της σημασίας των προγραμματιστικών δομών και την αντιμετώπιση των σχετικών δυσκολιών και παρανοήσεων (du Boulay, 1989).

Επιπλέον, το περιβάλλον ενσωματώνει διάφορες μορφές Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας με στόχο τη στήριξη των σπουδαστών στην απόκτηση ικανοτήτων ορισμού, ανάπτυξης, ελέγχου και αποσφαλμάτωσης ενός προγράμματος αντιμετωπίζοντας αποτελεσματικά τις σχετικές δυσκολίες (du Boulay, 1989). Συγκεκριμένα, το περιβάλλον ενσωματώνει:

- ένα *συντάκτη δομής* που επιτρέπει την ανάπτυξη ενός προγράμματος μέσω ενός μενού εντολών και πλαισίων διαλόγου. Έτσι οι μαθητές επικεντρώνονται στις έννοιες και όχι στις συντακτικές λεπτομέρειες της γλώσσας προγραμματισμού και επιπλέον στηρίζονται στην ανάπτυξη των προγραμμάτων μέσω τις καθοδήγησης που παρέχει ο συντάκτης με την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των διαφόρων επιλογών και την παροχή προτύπων κώδικα.
- εκτός από τη συνηθισμένη - σε τέτοια περιβάλλοντα - δυνατότητα της βηματικής εκτέλεσης των προγραμμάτων, την τεχνολογία της *επεξηγηματικής οπτικοποίησης*. Η εμφάνιση επεξηγήσεων σε φυσική γλώσσα για τη σημασία της τρέχουσας εντολής παρέχει ένα εναλλακτικό μέσο στήριξης των μαθητών στην κατανόηση της σημασίας των προγραμματιστικών δομών και της ροής εκτέλεσης ενός προγράμματος.

Ωστόσο, η σημαντικότερη διαφορά του συγκεκριμένου περιβάλλοντος σε σχέση με αντίστοιχα εκπαιδευτικά προγραμματιστικά περιβάλλοντα, είτε αυτά βασίζονται σε μικρόκοσμους είτε όχι, έγκειται στο γεγονός ότι αποτελεί ένα μαθησιακό και όχι απλά ένα προγραμματιστικό περιβάλλον. Συγκεκριμένα, στο περιβάλλον του Karel που αναπτύξαμε ενσωματώνεται ένα τμήμα που περιλαμβάνει το απαραίτητο διδακτικό υλικό (θεωρία και δραστηριότητες) οργανωμένο σε ενότητες. Οι προγραμματιστικές δομές παρουσιάζονται στους μαθητές χρησιμοποιώντας τη θεωρία που είναι ενσωματωμένη στο περιβάλλον και στην οποία μπορούν να ανατρέχουν οι μαθητές ανά πάσα στιγμή. Η εισαγωγή νέων προγραμματιστικών δομών δεν γίνεται, όπως συνήθως, με την παρουσίαση της σύνταξης και της σημασίας τους και έπειτα με την εφαρμογή τους στα πλαίσια ενός παραδείγματος. Αντίθετα, παρουσιάζεται στους μαθητές ένα πρόβλημα που είναι δύσκολο να επιλυθεί με τις υπάρχουσες γνώσεις, με αποτέλεσμα οι μαθητές να καταλήγουν σε αδιέξοδο. Σε αυτό το σημείο παρουσιάζονται οι δυνατότητες που παρέχει η νέα προγραμματιστική δομή και οι οποίες δίνουν λύση στο πρόβλημα. Με αυτό τον τρόπο οι μαθητές αντιλαμβάνονται ευκολότερα την πραγματική αξία της κάθε προγραμματιστικής δομής και το πλαίσιο εφαρμογής της. Στη συνέχεια, οι μαθητές χρησιμοποιούν τις ενσωματωμένες στο περιβάλλον δραστηριότητες που έχουν ως στόχο την εξοικείωσή τους με τις νέες προγραμματιστικές δομές πριν να κληθούν να τις εφαρμόσουν για την επίλυση προβλημάτων. Οι δραστηριότητες αυτές περιλαμβάνουν, ενδεικτικά: (1) την εκτέλεση εντολών με το πάτημα κουμπιών και ταυτόχρονη εμφάνιση της σύνταξης και του αποτελέσματος τους, (2) τη μελέτη και βηματική εκτέλεση έτοιμων προγραμμάτων.

Υιοθετώντας τη παραπάνω διδακτική προσέγγιση σχεδιάστηκαν και υλοποιήθηκαν τα εξής μαθήματα (Ξυνόγαλος, 2009):
1η – 2η διδακτική ώρα - Βασικές εντολές, κυρίως πρόγραμμα
3η – 4η *διδακτική ώρα* - Διαδικασίες
5η – 6η *διδακτική ώρα* - Δομή επιλογής: if, if/else
7η – 8η *διδακτική ώρα* - Δομή επανάληψης, while, loop

Όπως φαίνεται από την οργάνωση των μαθημάτων, η έννοια της διαδικασίας διδάχθηκε στην αρχή και όχι στο τέλος των μαθημάτων, όπως γίνεται συνήθως. Βέβαια, αυτό μπορεί να επιτευχθεί στη συγκεκριμένη διδασκαλία για τους εξής λόγους: (1) η έννοια της διαδικασίας και γενικότερα των υποπρογραμμάτων παρουσιάζεται με πολύ ξεκάθαρο τρόπο στον μικρόκοσμο του ρομπότ Karel. Στον μικρόκοσμο αυτό οι διαδικασίες υλοποιούν ενέργειες που χρειάζεται να επαναλάβει το ρομπότ Karel στα πλαίσια επίλυσης ενός προβλήματος και όχι απλά μια σειρά εντολών που υλοποιούν κάποιες μαθηματικές πράξεις, (2) η βηματική εκτέλεση και η επεξηγηματική οπτικοποίηση στηρίζουν ουσιαστικά τους μαθητές στην κατανόηση της σημασίας της έννοιας της διαδικασίας, (3) ο συντάκτης δομής καθοδηγεί τους μαθητές στη διεργασία δήλωσης, ορισμού και κλήσης των διαδικασιών. Η επιλογή των απαραίτητων κάθε φορά εντολών από το διαθέσιμο μενού καθιστά την ανάπτυξη των προγραμμάτων ιδιαίτερα εύκολη παρά το γεγονός ότι οι εντολές δεν είναι στα ελληνικά. Εξάλλου, το ρεπερτόριο εντολών είναι ιδιαίτερα περιορισμένο, ενώ τα ονόματα των εντολών καθιστούν προφανή τη σημασία τους.

3. Σχέδιο Μαθήματος για τη Διδασκαλία της Έννοιας της Διαδικασίας

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται μια σειρά δραστηριοτήτων διάρκειας δύο διδακτικών ωρών για τη διδασκαλία και εκμάθηση της έννοιας της διαδικασίας. Οι δραστηριότητες αυτές πραγματοποιούνται στο σχολικό εργαστήριο χρησιμοποιώντας το διδακτικό υλικό και το προγραμματιστικό περιβάλλον που ενσωματώνονται στο μαθησιακό περιβάλλον του Karel.

Δραστηριότητα 1η *- ανάδειξη της αναγκαιότητας χρήσης διαδικασιών*

Η παρουσίαση της δυνατότητας δημιουργίας διαδικασιών και κυρίως η κατανόηση της αξίας τους πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας τη σχετική ενότητα της θεωρίας που ενσωματώνεται στο περιβάλλον του Karel. Όπως και στις υπόλοιπες ενότητες για την κατανόηση της σημασίας των προγραμματιστικών δομών που παρουσιάζονται ακολουθείται η εξής διδακτική στρατηγική:

- παρουσιάζεται ένα πρόβλημα που δεν μπορεί να επιλυθεί με τις υπάρχουσες γνώσεις
- οι μαθητές μετά από συζήτηση καταλήγουν σε αδιέξοδο
- οι μαθητές αναγνωρίζουν την ανάγκη για τη χρήση νέων προγραμματιστικών δομών, και
- αποδέχονται τις νέες δομές που παρουσιάζονται ως φυσική συνέπεια.

Στο συγκεκριμένο μάθημα παρουσιάζεται στους μαθητές ένα πρόβλημα το οποίο είναι πολύ απλό αλγοριθμικά, αλλά απαιτεί ένα μεγάλο αριθμό εντολών για την επίλυσή του. Στο πλαίσιο αυτού του προβλήματος το ρομπότ Karel χρειάζεται να μετακινείται κατά χιλιόμετρα (1 χιλιόμετρο = 8 μπλοκ) και όχι κατά ένα μπλοκ όπως συνήθως (εντολή `move`). Ως αποτέλεσμα προκύπτει ένα πρόγραμμα με περισσότερες από 120 εντολές. Οι μαθητές αντιλαμβάνονται εύκολα ότι αυτό το πρόγραμμα είναι δύσκολο να αποσφαλματωθεί σε περίπτωση λάθους, καθώς επίσης και να τροποποιηθεί για την επίλυση ενός παρόμοιου προβλήματος. Από τη συζήτηση που ακολουθεί προκύπτει το συμπέρασμα πως το πρόβλημα οφείλεται στο γεγονός ότι οι λύσεις μας πρέπει να μεταφράζονται στις στοιχειώδεις εντολές που αντιλαμβάνεται το ρομπότ Karel. Αυτή είναι η καταλληλότερη στιγμή για την παρουσίαση της δυνατότητας δημιουργίας νέων εντολών (διαδικασιών). Μια νέα διαδικασία αποτελείται από απλούστερες εντολές που είναι ήδη γνωστές στο ρομπότ Karel. Για το παράδειγμα που παρουσιάστηκε δηλώνεται μια διαδικασία `moveKlm`, στην οποία καλείται 8 φορές η ήδη γνωστή εντολή `move`. Χρησιμοποιώντας τη νέα διαδικασία η έκταση του προγράμματος περιορίζεται σε λιγότερες από 20 εντολές.

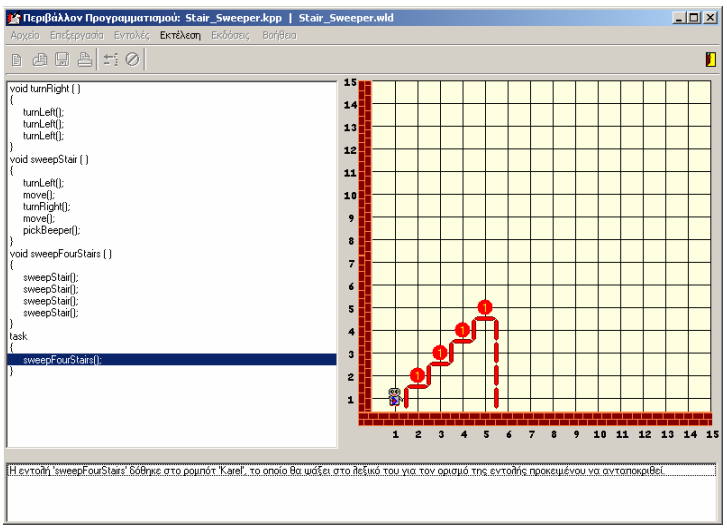
Δραστηριότητα 2η *- χρήση της βηματικής εκτέλεσης και της επεξηγηματικής οπτικοποίησης για την παρουσίαση της δυνατότητας κλήσης διαδικασιών από άλλες διαδικασίες και την αντιμετώπιση των δυσκολιών σχετικά με τη ροή εκτέλεσης*

Στο πλαίσιο της 2ης δραστηριότητας που είναι ενσωματωμένη στο περιβάλλον του Karel, παρουσιάζεται ένα ακόμα πρόβλημα που λύνεται με δύο τρόπους: (1) χωρίς τη χρήση διαδικασιών, (2) με τη χρήση διαδικασιών. Αρχικά, οι μαθητές μελετούν και εκτελούν βηματικά τη λύση χωρίς τη χρήση διαδικασιών. Εξετάζεται η δυνατότητα χρήσης διαδικασιών, καταγράφονται οι σκέψεις των μαθητών στον πίνακα και ακολουθεί συζήτηση. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η ενσωματωμένη στο περιβάλλον λύση με τη χρήση διαδικασιών. Οι μαθητές εκτελούν βηματικά το πρόγραμμα και παροτρύνονται να διαβάζουν τις επεξηγήσεις που εμφανίζονται στο κάτω μέρος του βασικού παραθύρου του προγραμματιστικού περιβάλλοντος σε φυσική γλώσσα σχετικά με τη σημασία των εκτελούμενων εντολών και τη ροή εκτέλεσης του προγράμματος (Εικόνα 1). Ο διδάσκοντας κάνει ερωτήσεις προκειμένου να διαπιστώσει το βαθμό στον οποίο οι μαθητές κατανοούν τη ροή εκτέλεσης ενός προγράμματος με διαδικασίες. Έμφαση δίνεται στην κλήση ορισμένων από το χρήστη διαδικασιών από άλλες διαδικασίες.

Δραστηριότητα 3η*: αξιοποίηση των πλεονεκτημάτων της χρήσης διαδικασιών στο πλαίσιο βελτίωσης ενός υπάρχοντος προγράμματος που αναπτύχθηκε από τους μαθητές*

Μετά την παρουσίαση της δυνατότητας δημιουργίας νέων εντολών (διαδικασιών), των πλεονεκτημάτων τους και τη ροή εκτέλεσης σε ένα πρόγραμμα με διαδικασίες, οι μαθητές καλούνται να αναθεωρήσουν την υλοποίηση ενός προγράμματος που ανέπτυξαν στο προηγούμενο μάθημα χρησιμοποιώντας τις βασικές εντολές που αναγνωρίζει το ρομπότ Karel. Αν οι μαθητές δεν προτείνουν από μόνοι τους τη χρήση διαδικασιών για τη βελτίωση της δομής του προγράμματος, τους κατευθύνει με κατάλληλες ερωτήσεις ο διδάσκοντας. Αφού καταγραφούν στον πίνακα οι διαδικασίες και ο ρόλος τους, ακολουθεί συζήτηση που επικεντρώνεται στα εξής θέματα ή/και απορίες των

μαθητών: (1) πως αντιλαμβάνονται οι μαθητές το ρόλο των διαδικασιών σε ένα πρόγραμμα, (2) ποια είναι τα πλεονεκτήματα που απορρέουν από τη χρήση διαδικασιών σε ένα πρόγραμμα, (3) αν υπάρχουν κριτήρια με βάση τα οποία μπορούμε να καθορίσουμε πόσες και ποιες διαδικασίες απαιτούνται για την επίλυση ενός προβλήματος.



Εικόνα 1: *Βηματική εκτέλεση έτοιμου προγράμματος στο περιβάλλον του Karel*

Δραστηριότητα 4η*: εξοικείωση με τη διεργασία δήλωσης, ορισμού και κλήσης διαδικασιών στο περιβάλλον του Karel*

Οι μαθητές υλοποιούν με την καθοδήγηση του διδάσκοντα τις διαδικασίες και το κυρίως πρόγραμμα για το πρόβλημα της προηγούμενης δραστηριότητας, χρησιμοποιώντας το συντάκτη δομής του προγραμματιστικού περιβάλλοντος. Ο συντάκτης αυτός έχει δύο στόχους:

- την επικέντρωση των μαθητών στις έννοιες και όχι στις συντακτικές λεπτομέρειες της γλώσσας προγραμματισμού
- την καθοδήγηση των μαθητών στη διαδικασία ανάπτυξης προγραμμάτων με απώτερο σκοπό την υιοθέτηση από τους μαθητές μιας σωστής στρατηγικής ανάπτυξης και ελέγχου προγραμμάτων.

Για την επίτευξη του δεύτερου στόχου ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα:

Βήμα 1ο*: ο μαθητής "ζητάει" από το σύστημα καθοδήγηση για τη δήλωση μιας νέας διαδικασίας*

Επιλέγεται από το μενού 'Εντολές' του βασικού παραθύρου του προγραμματιστικού περιβάλλοντος η εντολή 'Νέα συνάρτηση', οπότε εμφανίζεται το παράθυρο δήλωσης-ορισμού και διόρθωσης των υποπρογραμμάτων.

Βήμα 2ο*: ο μαθητής δηλώνει το πρωτότυπο/υπογραφή της διαδικασίας*

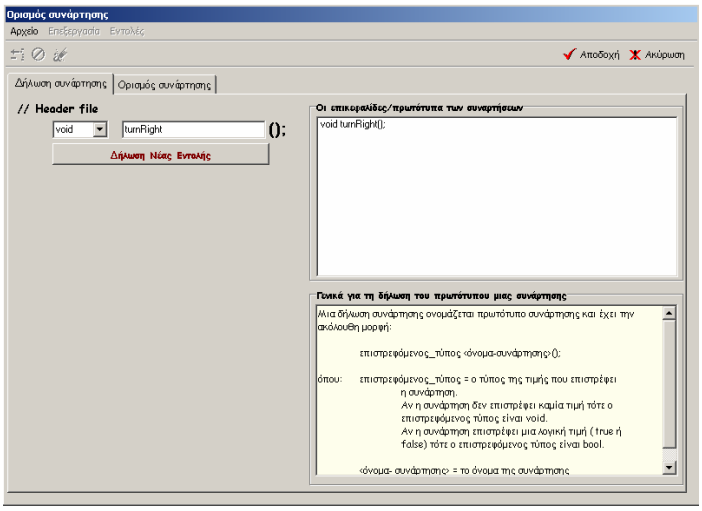
Μιας και το περιβάλλον ενσωματώνει μια C-like γλώσσα, ο μαθητής πρέπει πρώτα να δηλώσει το πρωτότυπο της συνάρτησης (στη συγκεκριμένη διδασκαλία δηλώνονται μόνο διαδικασίες) στην καρτέλα 'Δήλωση Συνάρτησης' (Εικόνα 2), η οποία είναι η μοναδική καρτέλα που είναι ενεργοποιημένη. Για τη στήριξη των μαθητών στην καρτέλα αυτή υπάρχει σύντομη και περιεκτική θεωρία για τη δήλωση υποπρογραμμάτων. Ο μαθητής δηλώνει την πρώτη διαδικασία.

Βήμα 3ο*: ο μαθητής ορίζει τη διαδικασία*

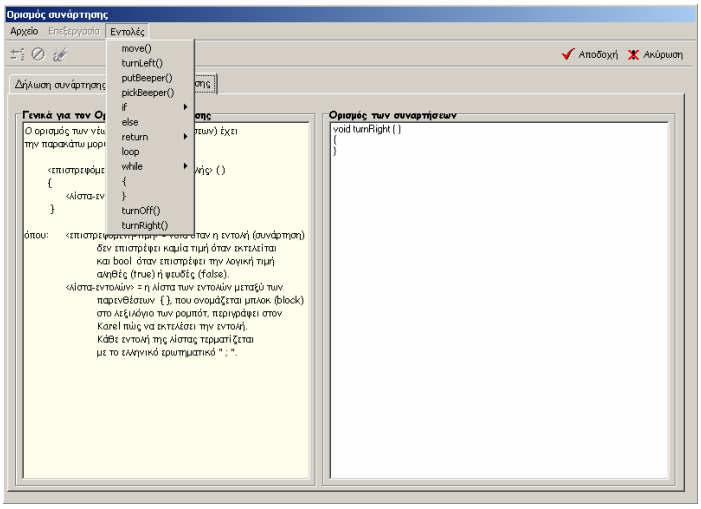
Μετά τη δήλωση της διαδικασίας ενεργοποιείται η καρτέλα 'Ορισμός συνάρτησης', στην οποία παρουσιάζεται ένα πρότυπο της διαδικασίας που δήλωσε ο μαθητής με το σώμα της κενό (Εικόνα 3). Ο μαθητής υλοποιεί τη διαδικασία χρησιμοποιώντας το μενού 'Εντολές', με τον ίδιο ακριβώς τρόπο που υλοποιεί το κυρίως πρόγραμμα στο βασικό παράθυρο του περιβάλλοντος. Όπως στην καρτέλα δήλωσης έτσι και στην καρτέλα ορισμού των διαδικασιών εμφανίζεται σύντομη και περιεκτική θεωρία. Στην καρτέλα αυτή εμφανίζονται όλες οι διαδικασίες που έχει ορίσει ο μαθητής και υπάρχει δυνατότητα διόρθωσης και φυσικά κλήσης τους μέσα από άλλες διαδικασίες, μιας και το μενού των εντολών ενημερώνεται αυτόματα με τα ονόματα όλων των νέων διαδικασιών.

Βήμα 4ο*: ο μαθητής καλεί τη διαδικασία από το κυρίως πρόγραμμα*

Επιστρέφοντας στο βασικό παράθυρο ο κώδικας του προγράμματος έχει ενημερωθεί με τον κώδικα της νέας διαδικασίας. Ο μαθητής καλεί τη νέα διαδικασία από το κυρίως πρόγραμμα.



Εικόνα 2: *Η καρτέλα δήλωσης υποπρογραμμάτων του συντάκτη δομής*



Εικόνα 3: *Η καρτέλα ορισμού υποπρογραμμάτων του συντάκτη δομής*

Βήμα 5^{ο}*: ο μαθητής μεταγλωττίζει και αποσφαλματώνει το πρόγραμμα*

Ο μαθητής μεταγλωττίζει το πρόγραμμα και σε περίπτωση λάθους επιστρέφει στο παράθυρο ορισμού των υποπρογραμμάτων για να διορθώσει τη διαδικασία. Επισημαίνεται στους μαθητές ότι σε περίπτωση λάθους θα πρέπει να συμβουλεύονται τα σχετικά μηνύματα που αναφέρει το περιβάλλον προκειμένου να εντοπίσουν και να διορθώσουν το λάθος και όχι να αγνοούν τα μηνύματα λάθους και να κάνουν αλλαγές σε τυχαία σημεία, όπως αρκετοί μαθητές συνηθίζουν. Στο συγκεκριμένο περιβάλλον, οι μαθητές μαθαίνουν να αξιοποιούν τα μηνύματα λάθους και να βασίζονται σε αυτά για την αποσφαλμάτωση των προγραμμάτων τους, μιας και: (1) υπάρχει δυνατότητα αλληλεπίδρασης – κάνοντας διπλό κλικ επισημαίνεται στον πηγαίο κώδικα με κόκκινο χρώμα στο υπόβαθρο η γραμμή όπου πραγματικά εντοπίζεται το λάθος, (2) τα μηνύματα λάθους χρησιμοποιούν φυσική γλώσσα και αναφέρουν την αιτία του λάθους και όχι απλά το λάθος.

Βήμα 6^{ο}*: ο μαθητής εκτελεί βηματικά το πρόγραμμα προκειμένου να εντοπίσει τυχόν λογικά λάθη*

Όπως αναφέρει και το περιβάλλον σε σχετικό μήνυμα που εμφανίζεται μετά την ολοκλήρωση εκτέλεσης ενός προγράμματος, ο επιτυχής τερματισμός της εκτέλεσης ενός προγράμματος δεν σημαίνει απαραίτητα ότι αυτό είναι σωστό. Οι μαθητές πρέπει να εκτελούν πάντα βηματικά τα προγράμματά τους προκειμένου να εντοπίσουν τυχόν λογικά λάθη.

Μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος ακολουθεί συζήτηση σχετικά με τα πλεονεκτήματα της τμηματικής ανάπτυξης και ελέγχου ενός προγράμματος και οι μαθητές παροτρύνονται να υιοθετήσουν τη συγκεκριμένη στρατηγική ανάπτυξης και ελέγχου προγραμμάτων. Η συζήτηση αυτή κρίνεται απαραίτητη αφού συνήθως οι μαθητές θεωρούν τη συγκεκριμένη στρατηγική ανάπτυξης και

ελέγχου προγραμμάτων χρονοβόρα και καταφεύγουν στην ανάπτυξη ολόκληρου του προγράμματος και στη συνέχεια του ελέγχου.

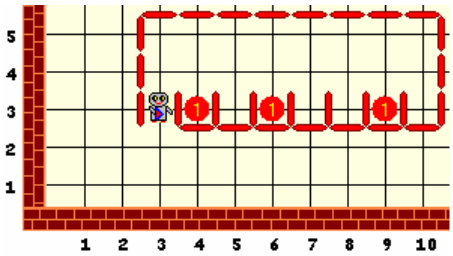
4. Αξιολόγηση

Μετά το τέλος των μαθημάτων ακολούθησε η αξιολόγηση των γνώσεων των μαθητών. Στην αξιολόγηση συμμετείχαν 43 μαθητές, από τους οποίους 24 ήταν αγόρια και 19 κορίτσια. Οι μαθητές κλήθηκαν να αναπτύξουν πρόγραμμα για την επίλυση ενός προβλήματος χρησιμοποιώντας το προγραμματιστικό περιβάλλον. Για την επίλυση του προβλήματος απαιτούνταν η χρήση διαδικασιών, δομών επιλογής και επανάληψης, καθώς επίσης και εμφώλευση των δομών αυτών. Στις υποενότητες που ακολουθούν παρουσιάζεται ο προσδιορισμός του προβλήματος, μια τυπική λύση και τα αποτελέσματα από τα προγράμματα που ανέπτυξαν οι μαθητές.

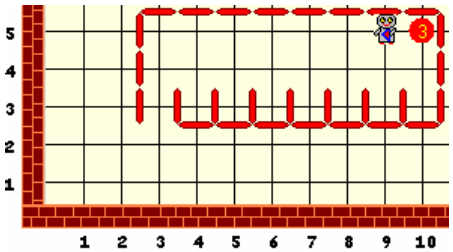
4.1 Ο προσδιορισμός του προβλήματος

Ο Karel θα δουλέψει σε μια φάρμα με άλογα. Το καθήκον του θα είναι να καθαρίζει τα υπολείμματα τροφής (beepers) από τους στάβλους και να τα εναποθέτει σε μια συγκεκριμένη θέση. Όλοι οι στάβλοι χωράνε 7 άλογα και έχουν μεταξύ δύο διαδοχικών θέσεων χωρίσματα που καθορίζουν τη θέση του κάθε αλόγου. Δημιούργησε:

- μια διαδικασία, έστω `clean`, η οποία θα κατευθύνει τον Karel στον καθαρισμό ενός στάβλου 7 θέσεων (σε κάθε θέση μπορεί να υπάρχει 1 ή κανένα beeper).
- μια διαδικασία, έστω `leaveTrash`, η οποία θα καθοδηγεί τον Karel – αφού καθαρίσει όλα τα υπολείμματα τροφής - να τα εναποθέτει στην επάνω δεξιά γωνία του στάβλου, όπως φαίνεται στην «Τελική κατάσταση» (Εικόνα 4). Προσοχή! Στην Εικόνα 4 φαίνεται μία πιθανή αρχική κατάσταση – δεν γνωρίζουμε αν και σε ποιες θέσεις υπάρχουν υπολείμματα τροφής.



Πιθανή αρχική κατάσταση



Τελική κατάσταση

Εικόνα 4: *Το πρόβλημα καθαρισμού των στάβλων*

4.2 Μια τυπική λύση του προβλήματος

```
void clean()
{
   loop(7)
   {
      turnLeft();
      move();
      turnLeft();
      turnLeft();
      turnLeft();
      move();
      turnLeft();
      turnLeft();
      turnLeft();
      move();
      if ( nextToABeeper() )
      {
         pickBeeper();
      }
      turnLeft();
   }
}
```

```
void leaveTrash()
{
     turnLeft();
     move();
     move();
     while ( anyBeepersInBeeperBag() )
     {
          putBeeper();
     }
     turnLeft();
     move();
}

task
{
     clean();
     leaveTrash();
}
```

4.3 Τα αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα από την αξιολόγηση των μαθητών ήταν ιδιαίτερα θετικά. Ένας στους δύο μαθητές (51.1%) ανέπτυξε πρόγραμμα που δίνει σωστά αποτελέσματα για κάθε πιθανή αρχική κατάσταση, ενώ ένας στους τρεις ανέπτυξε πρόγραμμα απόλυτα σύμφωνο με τον προσδιορισμό του προβλήματος, δηλαδή όρισε τις απαιτούμενες διαδικασίες και χρησιμοποίησε τις απαραίτητες δομές ελέγχου. Ειδικά για την έννοια της διαδικασίας που αποτελεί το αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας καταγράφηκαν τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στους Πίνακες 1 έως 3, συνολικά και ανά φύλο. Στις τρεις τελευταίες στήλες των πινάκων παρουσιάζεται το ποσοστό και σε παρένθεση ο αριθμός μαθητών. Λόγο έλλειψης χώρου τα αποτελέσματα αναλύονται συνολικά και όχι ανά φύλο:

Πίνακας 1: *Υλοποίηση υποπρογραμμάτων*

α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Ποσοστό Συνόλου (N=43)	Ποσοστό αγοριών (N=24)	Ποσοστό κοριτσιών (N=19)
Π1.1	Υλοποίηση όλων των υποπρογραμμάτων που απαιτούνται από τον προσδιορισμό του προβλήματος	62.8% (27)	54.2% (13)	73.7% (14)
Π1.2	Υλοποίηση ενός τουλάχιστον υποπρογράμματος	95.4% (41)	95.8 % (23)	94.7% (18)
Π1.3	Υλοποίηση υποπρογράμματος για την επαναχρησιμοποίηση κώδικα	51.1% (22)	54.2% (13)	47.4% (9)

Πίνακας 2: *Υλοποίηση του υποπρογράμματος clean*

α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Ποσοστό Συνόλου (N=43)	Ποσοστό αγοριών (N=24)	Ποσοστό κοριτσιών (N=19)
Π2.1	Παρέχεται υλοποίηση	95.4% (41)	95.8% (23)	94.7% (18)
Π2.2	Σωστή υλοποίηση	53.5% (23)	58.3% (14)	47.4% (9)
Π2.3	Υλοποίηση σύμφωνα με τον προσδιορισμό του προβλήματος	30.2 % (13)	37.5% (9)	21% (4)
Π2.4	Υλοποίηση για τη συγκεκριμένη αρχική κατάσταση	9.3% (4)	8.3% (2)	10.5% (2)
Π2.5	Υλοποίηση για καθάρισμα μιας θέσης και κλήση από το κυρίως πρόγραμμα με χρήση βρόχου	23.3% (10)	16.6% (4)	31.5% (6)
Π2.6	Υλοποίηση για καθάρισμα μιας θέσης και κλήση (7 φορές) από το κυρίως πρόγραμμα χωρίς χρήση βρόχου	7% (3)	12.5% (3)	
Π2.7	Υλοποίηση για καθάρισμα μιας θέσης και κλήση (1 φορά) από το κυρίως πρόγραμμα χωρίς χρήση βρόχου	9.3 % (4)	12.5% (3)	5.3% (1)
Π2.8	Υλοποίηση με χρήση if για τον έλεγχο υπολείμματος τροφής	32.5% (14)	37.5 % (9)	26.3 (5)
Π2.9	Υλοποίηση με χρήση while για τον έλεγχο υπολείμματος τροφής	30.2% (13)	73.5% (9)	21% (4)
Π2.10	Υλοποίηση με κλήση βοηθητικής, ορισμένης από το μαθητή διαδικασίας	51.1% (22)	54.2% (13)	47.4% (9)

Πίνακας 3: *Υλοποίηση του υποπρογράμματος leaveTrash*

α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Ποσοστό Συνόλου (N=43)	Ποσοστό αγοριών (N=24)	Ποσοστό κοριτσιών (N=19)
Π3.1	Παρέχεται υλοποίηση	62.8% (27)	54.2% (13)	73.7% (14)
Π3.2	Σωστή υλοποίηση	41.8% (18)	54.2% (13)	26.3% (5)
Π3.3	Υλοποίηση σύμφωνα με τον προσδιορισμό του προβλήματος	41.8% (18)	54.2% (13)	26.3% (5)
Π3.4	Υλοποίηση για τη συγκεκριμένη αρχική κατάσταση	11.6% (5)	8.3% (2)	15.8% (3)
Π3.5	Το υποπρόγραμμα δεν υλοποιήθηκε, αλλά ο κώδικας γράφηκε στο κυρίως πρόγραμμα	14% (6)	16.6% (4)	10.5% (2)

- Όλοι σχεδόν οι μαθητές (95.4%, Π1.2) όρισαν μία τουλάχιστον διαδικασία.
- Η πλειονότητα των μαθητών (62.8% - Π1.1) όρισε και τις δύο διαδικασίες που απαιτούνταν από τον ορισμό του προβλήματος.

- Ένας στους δύο μαθητές (51.1% - Π1.3) ορίζει διαδικασία μη απαιτούμενη από τον προσδιορισμό του προβλήματος προκειμένου να μην επαναλαμβάνει το ίδιο τμήμα κώδικα και την καλεί μέσα από άλλη διαδικασία που ορίζει (51.1% - Π2.10). Συγκεκριμένα, οι μαθητές όρισαν διαδικασία `turnRight` για να δώσουν στο ρομπότ Karel τη δυνατότητα να στρίβει δεξιά κατά 90 μοίρες και αντικατέστησαν τις γραμμές 7-9 και 11-13 στον κώδικα που παρουσιάζεται στην ενότητα 4.2 με μια κλήση αυτής της διαδικασίας.
- Παρόλο που το ποσοστό των μαθητών που παρείχε μια υλοποίηση για τη διαδικασία `clean` (95.4% - Π2.1) ήταν πολύ μεγαλύτερο σε σχέση με το αντίστοιχο ποσοστό των μαθητών που παρείχε υλοποίηση για τη διαδικασία `leaveTrash` (62.8% - Π3.1), το ποσοστό αυτών που παρείχαν μια υλοποίηση σύμφωνα με τον προσδιορισμό του προβλήματος ήταν μεγαλύτερο για τη διαδικασία `leaveTrash` σε σχέση με τη διαδικασία `clean` (41.8% - Π3.3 έναντι 30.2% - Π2.3). Αυτό βέβαια ήταν αναμενόμενο αφού η διαδικασία `clean` απαιτούσε τη χρήση εμφωλευμένων δομών και συνεπώς παρουσίαζε μεγαλύτερη πολυπλοκότητα. Ένας σημαντικός αριθμός μαθητών λοιπόν προτίμησε να μην υλοποιήσει τη διαδικασία `clean` έτσι όπως απαιτούσε ο προσδιορισμός του προβλήματος, αλλά έτσι όπως αυτοί θεώρησαν πιο εύκολο να υλοποιήσουν τη διαδικασία. Συγκεκριμένα, ένας στους τέσσερεις μαθητές (23.3% - Π2.5, 7% - Π2.6, 9.3% - Π2.7) υλοποίησε τη διαδικασία `clean` έτσι ώστε να καθαρίζει μία μόνο θέση του στάβλου αντί και για τις επτά όπως ζητήθηκε και μετάφερε μέρος της λειτουργικότητας της διαδικασίας στο κυρίως πρόγραμμα ως εξής: 23.3% (Π2.5) χρησιμοποίησε βρόχο για να καλέσει 7 φορές τη διαδικασία, 7% (Π2.6) κάλεσε τη διαδικασία 7 φορές χωρίς τη χρήση βρόχου, 9.3% (Π2.7) κάλεσε μία φορά τη διαδικασία.
- Ορισμένοι μαθητές επέλεξαν να μην υλοποιήσουν τη διαδικασία `leaveTrash` και να γράψουν το σχετικό κώδικα απευθείας στο κυρίως πρόγραμμα (14% - Π3.5). Όταν ρωτήθηκαν γι' αυτή τους την επιλογή ανέφεραν ότι ο «κώδικας ήταν αρκετά μικρός και δεν επιβάρυνε το κυρίως πρόγραμμα».

Επίσης, κάποια άλλα αποτελέσματα που δεν αφορούν στην έννοια της διαδικασίας, αλλά πιστεύουμε ότι αξίζει να αναφερθούν είναι τα εξής:

- Ένας στους δέκα μαθητές φαίνεται να μην αναγνωρίζει την ανάγκη χρήσης δομών ελέγχου για τη σωστή επίλυση του προβλήματος και αναπτύσσει πρόγραμμα για τη συγκεκριμένη αρχική κατάσταση (9.3% - Π2.4 & 11.6% - Π3.4).
- Ένας στους τρεις περίπου μαθητές χρησιμοποιεί την επαναληπτική δομή `while` αντί για τη δομή ελέγχου `if` (30.2% - Π 2.9) προκειμένου να αναπτύξει ένα πρόγραμμα το οποίο θα δίνει σωστά αποτελέσματα και σε μια πιο γενικευμένη μορφή του προβλήματος από αυτή για την οποία αναπτύχθηκε. Η συμπεριφορά αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι στα μαθήματα χρησιμοποιήθηκε από την αρχή μέχρι το τέλος ένα πρόβλημα που σε κάθε μάθημα επιλύονταν σε μια όλο και πιο γενικευμένη μορφή αξιοποιώντας τις νέες δομές που παρουσιαζόταν στους μαθητές, και όχι στη γνωστή σύγχυση των δομών `if` και `while`.

5. Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία παρουσιάστηκε μια πρόταση για τη διδασκαλία της έννοιας της διαδικασίας σε μαθητές της Γ' τάξης του Γυμνασίου. Η πρόταση αυτή αξιοποιεί ένα μαθησιακό περιβάλλον που βασίζεται στον μικρόκοσμο του ρομπότ Karel (Pattis et al., 1995). Το βασικό χαρακτηριστικό που διαφοροποιεί το περιβάλλον αυτό από αντίστοιχα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, είτε αυτά βασίζονται σε μικρόκοσμους είτε όχι, είναι η ενσωμάτωση ενός τμήματος με σύντομη και περιεκτική θεωρία, καθώς επίσης και μια σειρά δραστηριοτήτων για την εξοικείωση των μαθητών με τις προγραμματιστικές δομές. Επίσης, ιδιαίτερα σημαντική θεωρούμε ότι είναι η ενσωμάτωση στο προγραμματιστικό περιβάλλον ενός συντάκτη δομής, ο οποίος καθοδηγεί τους μαθητές κατά την ανάπτυξη των προγραμμάτων και τους παρέχει τη δυνατότητα να επικεντρωθούν στις έννοιες και όχι στις συντακτικές λεπτομέρειες της γλώσσας προγραμματισμού. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά καθιστούν δυνατή τη διδασκαλία της έννοιας της διαδικασίας από την αρχή των μαθημάτων και την αξιοποίησή της καθ' όλη τη διάρκεια τους.

Η αποδοχή του περιβάλλοντος και της προτεινόμενης διδακτικής προσέγγισης από τους μαθητές ήταν ιδιαίτερα θετική. Ιδιαίτερα θετικά ήταν και τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των μαθητών που

ακολούθησε μετά το τέλος των μαθημάτων. Ένας στους δύο μαθητές κατάφερε να αναπτύξει σωστό πρόγραμμα για ένα πρόβλημα που απαιτούσε τη χρήση διαδικασιών και την αναγνώριση από τους μαθητές της ανάγκης χρήσης και εμφώλευσης δομών επιλογής και επανάληψης. Όσον αφορά στην έννοια της διαδικασίας που αποτελεί και το αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας τα σημαντικότερα συμπεράσματα ήταν τα εξής:

- Όλοι σχεδόν οι μαθητές ανέπτυξαν μία τουλάχιστον διαδικασία.
- Ένας στους δύο μαθητές όρισαν με δική τους πρωτοβουλία μια διαδικασία, προκειμένου να αποφύγουν τη χρήση του ίδιου τμήματος κώδικα στο πρόγραμμά τους.
- Ένας στους δύο μαθητές κάλεσαν διαδικασία που ορίστηκε από τους ίδιους μέσα από άλλη διαδικασία.
- Αρκετοί μαθητές όρισαν διαδικασίες που περιλάμβαναν δομές ελέγχου και επιλογής.

Επίσης, η παρουσίαση των βασικών δομών (ακολουθιακή δομή, δομή επιλογής και δομή επανάληψης) που πραγματοποιήθηκε τις τρεις επόμενες διδακτικές ώρες χρησιμοποιώντας την ψευδογλώσσα που χρησιμοποιείται στο παλιό σχολικό βιβλίο έδειξε ότι η εισαγωγή των μαθητών στον προγραμματισμό με το ρομπότ Karel τους βοήθησε να αποκτήσουν ένα ισχυρό υπόβαθρο και να ανακαλέσουν τις σχετικές προγραμματιστικές γνώσεις που απέκτησαν και σε μια άλλη γλώσσα.

Τέλος, ένα γενικότερο συμπέρασμα που προέκυψε από τη συγκεκριμένη διδασκαλία είναι ότι η χρήση ειδικά σχεδιασμένων περιβαλλόντων και προσεκτικά σχεδιασμένων δραστηριοτήτων καθιστούν δυνατή τη διδασκαλία του προγραμματισμού σε μαθητές, ακόμα και εννοιών του προγραμματισμού που θεωρούνται δύσκολες (όπως οι διαδικασίες), σε σύντομο χρονικό διάστημα. Βέβαια, για την επικύρωση των αποτελεσμάτων της προτεινόμενης διδακτικής προσέγγισης απαιτείται η περαιτέρω εφαρμογή της στην τάξη.

Βιβλιογραφία

Brusilovsky, P., Calabrese, E., Hvorecky, J., Kouchnirenko, A. & Miller, P. (1997). Mini-languages: a way to learn programming principles. *International Journal of Education and Information Technologies*, 2, 65-83, Kluwer Academic Publishers.

Du Boulay, B. (1989). Some Difficulties Of Learning To Program. In Soloway, E., Sprohrer, J. (Eds.), *Studying The Novice Programmer* (pp. 283-300). Lawrence Erlbaum Associates.

Pattis, R. E., Roberts, J. & Stehlik, M. (1995). *Karel - The Robot, A Gentle Introduction to the Art of Programming*. 2nd edn. Wiley, New York.

Γλέζου, Κ., Σταμούλη, Ε. & Γρηγοριάδου, Μ. (2005). Εναλλακτική Προσέγγιση Διδασκαλίας της δομής Επιλογής για Αρχάριους Προγραμματιστές με Αξιοποίηση του Microworlds Pro. *Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής της Πληροφορικής*, Κόρινθος 7- 9 Οκτωβρίου, σελ. 148-156.

Γόγουλου, Α., Γουλή, Ε. & Γρηγοριάδου, Μ. (2008). Αξιοποίηση του e-ECLiP στη διδασκαλία βασικών προγραμματιστικών δομών. *Πρακτικά 4ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής της Πληροφορικής*, Πάτρα 28-30 Μαρτίου, σελ. 35-44.

Καγκάνη, Κ., Δαγδιλέλης, Β., Σατρατζέμη, Μ. & Ευαγγελίδης, Γ. (2005). Μια Μελέτη Περίπτωσης της Διδασκαλίας του Προγραμματισμού στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση με τα LEGO Mindstorms. *Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής της Πληροφορικής*, Κόρινθος 7- 9 Οκτωβρίου, σελ. 212-220.

Μπέλλου, Ι. & Μικρόπουλος, Τ. (2005). Μία Εναλλακτική Πρόταση για την Εισαγωγή στον Προγραμματισμό στο Γυμνάσιο. *Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής της Πληροφορικής*, Κόρινθος 7- 9 Οκτωβρίου, σελ. 157-165.

Ξυνόγαλος, Σ. (2009). Πρόταση για τη Διδασκαλία του Προγραμματισμού στο Γυμνάσιο με Χρήση του Ρομπότ Karel, *Πρακτικά 5ου Πανελλήνιου Συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ «Αξιοποίηση* των *Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη»,* Σύρος, (υπό έκδοση)

Παπανικολάου, Κ., Γόγουλου, Α., Γλέζου, Κ. & Γρηγοριάδου, Μ. (2005). Εναλλακτικές Διδακτικές Προσεγγίσεις για την Έννοια της Διαδικασίας. *Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής της Πληροφορικής*, Κόρινθος 7- 9 Οκτωβρίου, σελ. 138-147.

Τζιμογιάννης, Α., Πολίτης, Π. & Κόμης, Β. (2005). Μελέτη των Αναπαραστάσεων Τελειόφοιτων Μαθητών Ενιαίου Λυκείου για την Έννοια της Μεταβλητής. *Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής της Πληροφορικής*, Κόρινθος 7- 9 Οκτωβρίου, σελ. 61-70.

Φεσάκης, Γ. & Δημητρακοπούλου, Α. (2005). Γνωστικές Δυσκολίες Μαθητών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης σχετικά με την Έννοια της Προγραμματιστικής Μεταβλητής και Προτεινόμενες Παρεμβάσεις. *Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής της Πληροφορικής*, Κόρινθος 7- 9 Οκτωβρίου, σελ. 71-79.