ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2005)

3ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική της Πληροφορικής»

Εναλλακτική Προσέγγιση Διδασκαλίας της Δομής Επιλογής για Αρχάριους Προγραμματιστές με Αξιοποίηση του MicroWorlds Pro

Κατερίνα Γλέζου, Ελπίδα Σταμούλη, Μαρία Γρηγοριάδου

Βιβλιογραφική αναφορά:

Γλέζου Κ., Σταμούλη Ε., & Γρηγοριάδου Μ. (2026). Εναλλακτική Προσέγγιση Διδασκαλίας της Δομής Επιλογής για Αρχάριους Προγραμματιστές με Αξιοποίηση του MicroWorlds Pro. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 098–109. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/8699

Εναλλακτική Προσέγγιση Διδασκαλίας της Δομής Επιλογής για Αρχάριους Προγραμματιστές με Αξιοποίηση του MicroWorlds Pro

Κατερίνα Γλέζου, Σταμούλη Ελπίδα, Μαρία Γρηγοριάδου
Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, Πανεπιστήμιο Αθηνών
kglezou@di.uoa.gr, grad0601@di.uoa.gr, gregor@di.uoa.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μια εναλλακτική διδακτική προσέγγιση της δομής επιλογής για αρχάριους προγραμματιστές. Ειδικότερα, προτείνεται μια διδακτική παρέμβαση με αξιοποίηση του πολυμεσικού προγραμματιστικού περιβάλλοντος MicroWorlds Pro και της ενσωματωμένης σε αυτό γλώσσας προγραμματισμού Logo για τη διδασκαλία της δομής επιλογής στην απλή (αν ... τότε ... τέλοςαν) και στη διπλή (αν ... τότε ... αλλιώς ... τέλοςαν) μορφή της. Η συγκεκριμένη πρόταση διδασκαλίας, για την οποία αναπτύχθηκαν μικρόκοσμοι στο MicroWorlds Pro, σχεδιάσεις μαθημάτων, φύλλα εργασίας μαθητή και συνοδευτικά φύλλα καθηγητή, εφαρμόστηκε πιλοτικά στο πλαίσιο της διδακτικής ενότητας του προγραμματισμού της Γ΄ Γυμνασίου σε τμήματα του 1ου και 5ου Γυμνασίου Ζωγράφου το σχολικό έτος 2004-2005.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ: *Πρόταση διδασκαλίας, Δομή επιλογής, MicroWorldsPro*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη διεθνή βιβλιογραφία συναντάμε ποικίλες προσεγγίσεις για τη διδασκαλία των βασικών προγραμματιστικών δομών με διττό στόχο την αντιμετώπιση των δυσκολιών που δοκιμάζουν οι μαθητές και την ενεργή εμπλοκή τους στη διδακτική-μαθησιακή διαδικασία (Γρηγοριάδου κ.α., 2002, Pane & Myers 2000, Du Boulay 1989, Soloway 1986, Spohrer & Soloway 1986). Τα εκπαιδευτικά εργαλεία που αναπτύσσονται στοχεύουν κυρίως στον περιορισμό του υποστηριζόμενου ρεπερτορίου εντολών με απλή σύνταξη και σημασιολογία, στην οπτική/ηχητική προσομοίωση εκτέλεσης των προγραμμάτων, κ.λπ. (Ξυνόγαλος κ.α. 2000, Brusilovsky et al. 1997).

Η γλώσσα προγραμματισμού Logo συνιστά ένα δυνατό εργαλείο για την ανάπτυξη της αλγοριθμικής σκέψης και την οπτικοποίηση των αλγορίθμων, ιδιαίτερα για την υποχρεωτική εκπαίδευση (Παπανικολάου κ.α. 2005, Μικρόπουλος 2004, Γλέζου & Γρηγοριάδου 2004, Δαπόντες κ.α. 2003, Dagiene 2003, diSessa 1995, Hoyles 1992, Papert 1991). Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό της Logo που τη διαφοροποιεί από όλες τις άλλες γλώσσες προγραμματισμού, είναι ο προσανατολισμός της ως εργαλείου ανάλυσης των διαδικασιών της σκέψης και της μάθησης (Κόμης 2005). Η δυνατότητα

οπτικής αναπαράστασης της εκτέλεσης ενός προγράμματος που παρέχει η Logo, συμβάλλει στην κατανόηση της λειτουργίας των προγραμμάτων και διευκολύνει τη διαδικασία εκσφαλμάτωσης (Papert 1991).

Το εκπαιδευτικό λογισμικό MicroWorlds Pro, ένα από τα πλέον διαδεδομένα Logo-like περιβάλλοντα, αποτελεί ένα ισχυρό προγραμματιστικό πολυμεσικό περιβάλλον και συνιστά εργαλείο συγγραφής και περιβάλλον εφαρμογής για την ανάπτυξη, διαχείριση και διερεύνηση μικρόκοσμων. Ο μικρόκοσμος αποτελεί μια υπολογιστική εφαρμογή που υποστηρίζει ένα εκπαιδευτικό σενάριο ως πλαίσιο εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων (Hoyles 1995). Ένας μικρόκοσμος συνιστά ένα εκκολαπτήριο γνώσης, αφού λόγω της ιδιότητάς του να προσομοιώνει τον πραγματικό κόσμο προσφέρει στο μαθητή τη δυνατότητα να εξερευνά ένα γνωστικό αντικείμενο εκ των έσω με ζητούμενο την ανάπτυξη υψηλού επιπέδου γνωστικών δεξιοτήτων που να μεταφέρονται σε ποικίλες καταστάσεις (Κόμης 2005, Papert 1980). Αποτελεί πρόκληση για τους εκπαιδευτικούς η δημιουργία ενδιαφερόντων και απαιτητικών περιβαλλόντων στα οποία ενθαρρύνεται η ενεργός και εποικοδομητική συμμετοχή του μαθητή (Vosniadou 2001).

Στο πλαίσιο αυτό θελήσαμε να μελετήσουμε τη δυνατότητα αξιοποίησης του προγραμματιστικού πολυμεσικού περιβάλλοντος MicroWorlds Pro για τη διδασκαλία των βασικών προγραμματιστικών εννοιών (μεταβλητές, τρόποι αναπαράστασης αλγορίθμου, αλγοριθμικές δομές, δομή ακολουθίας, δομή επιλογής και δομή επανάληψης) σε αρχαρίους προγραμματιστές και να αναδείξουμε πτυχές της σχεδίασης, ανάπτυξης και εφαρμογής μιας αποτελεσματικής εναλλακτικής διδακτικής προσέγγισης.

Αρχικά, προβήκαμε σε βιβλιογραφική έρευνα αναφορικά με τις μαθησιακές δυσκολίες που έχουν καταγραφεί γύρω από τις μελετώμενες έννοιες, προσδιορίσαμε τα γνωστικά εμπόδια και διατυπώσαμε τους διδακτικούς σκοπούς/στόχους. Στη συνέχεια δομήσαμε σειρά μαθημάτων σε διακριτές διδακτικές ενότητες, κάθε ενότητα σε στάδια και κάθε στάδιο σε επιμέρους βήματα. Κατόπιν αναπτύξαμε α)μικρόκοσμους στο MicroWorlds Pro, β)φύλλα δραστηριοτήτων-σχεδιάσεις μαθημάτων, γ)φύλλα εργασίας μαθητή και δ)συνοδευτικά φύλλα καθηγητή εφαρμόζοντας διαμορφωτική – δυναμική αξιολόγηση κατά τον κύκλο ανάπτυξής τους. Η προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση εφαρμόστηκε πιλοτικά στο πλαίσιο της διδακτικής ενότητας του προγραμματισμού στο μάθημα της Πληροφορικής της Γ΄ Γυμνασίου του 1ου (4 τμήματα) και 5ου (2 τμήματα) Γυμνασίου Ζωγράφου κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους 2004-2005.

Η συλλογή δεδομένων έγινε από τις σημειώσεις της εκπαιδευτικού σε κάθε διδακτική ώρα, τα συμπληρωμένα φύλλα εργασίας και τα γραπτά επαναληπτικού διαγωνίσματος των μαθητών, καθώς και από ημιδομημένες συνεντεύξεις μαθητών μετά το πέρας της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Ακολουθεί ποιοτική ανάλυση των δεδομένων και τα αποτελέσματα αυτής οδηγούν σε τροποποιήσεις, παρεμβάσεις και αλλαγές στην εργονομία, όψη και λειτουργικότητα των μικρόκοσμων, καθώς και στη βελτιωτική σταδιακή αναδιαμόρφωση των φύλλων εργασίας και της πορείας διδασκαλίας.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται ως μελέτη περίπτωσης της προτεινόμενης προσέγγισης, η διδακτική πρόταση για τη δομή επιλογής, διάρκειας μίας διδακτικής ώρας.

Αντικείμενο Διδασκαλίας: Δομή Επιλογής

Η δομή επιλογής αποτελεί μία από τις τρεις βασικές λογικές δομές του προγραμματισμού και απαντάται σε όλα τα σύγχρονα προγραμματιστικά περιβάλλοντα (Κόμης 2005). Η δομή αυτή επιτρέπει στον αλγόριθμο να επιλέγει τις εντολές που πρόκειται να εκτελεστούν ανάλογα με τα αποτέλεσμα ελέγχου μιας δυαδικής συνθήκης. Χρησιμοποιείται για τη λήψη απόφασης μεταξύ δύο εναλλακτικών καταστάσεων, εκ των οποίων η μία είναι αληθής και η άλλη ψευδής.

Στην ενότητα αυτή οι μαθητές έρχονται για πρώτη φορά αντιμέτωποι με την ανάγκη εισαγωγής της έννοιας της συνθήκης, την έννοια της συνθήκης και τα χαρακτηριστικά της. Καίρια σημεία θεωρούνται η δυνατότητα πειραματισμού και διερεύνησης των διαφορετικών εναλλακτικών διαδρομών στη ροή του προγράμματος ανάλογα με την τιμή της συνθήκης, η αναγνώριση της απλής και διπλής μορφής της δομής επιλογής καθώς και η δυνατότητα εφαρμογής αυτών σε απλά προβλήματα.

Μαθησιακές δυσκολίες στη χρήση της δομής επιλογής

Η χρήση της δομής επιλογής προσθέτει ιδιαίτερες γνωστικές δυσκολίες στις γενικές δυσκολίες που αφορούν στην πρόσκτηση του προγραμματισμού. Οι ιδιαίτερες αυτές δυσκολίες (Κόμης 2005) συνδέονται κατά κύριο λόγο, με τα παρακάτω σημεία:

- λογικό περιεχόμενο των συνθηκών(συνδυασμός περιπτώσεων, αναλυτικότητα και αποκλειστικότητα, λογικές πράξεις σύζευξης, διάζευξης, άρνησης, κ.λπ.,
- συμβολικές αναπαραστάσεις αυτών των περιπτώσεων,
- σημασιολογικές και συντακτικές ιδιότητες της δομής ελέγχου μέσα στη χρησιμοποιούμενη γλώσσα προγραμματισμού (Du Boulay 1989),
- αλληλεπιδράσεις με τις αναπαραστάσεις της ακολουθιακής μορφής της εκτέλεσης.

Άλλοι ερευνητές (Putnam et al. 1989, Ebrahimi 1994, Pane & Myers 1996, Τζιμογιάννης & Γεωργίου 1999) αναφέρουν ως σημαντικότερες μαθησιακές δυσκολίες:

- Την ομαδοποίηση εντολών σε εμφωλευμένες δομές επιλογής.
- Την κατανόηση της λειτουργίας των δομών επιλογής.
- Τον προσδιορισμό της τιμής (true/false) της λογικής έκφρασης
- Τον καθορισμό της απαιτούμενης λογικής έκφρασης στο πλαίσιο ενός προβλήματος.

Κατά τη διδακτική προσέγγιση της δομής ελέγχου ακόμα, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η φύση (ενδογενής: ορισμένη από το αποτέλεσμα ενός υπολογισμού, ή εξωγενής: ορισμένη από μια αλληλεπιδραστική είσοδο, από το χρήστη) των συνθηκών από τις οποίες εξαρτάται ο έλεγχος, καθώς οι αρχάριοι προγραμματιστές συναντούν μεγαλύτερες δυσκολίες στις ενδογενείς παρά στις εξωγενείς συνθήκες (Κόμης 2001). Επίσης, στην πρόσκτηση της έννοιας της υπό συνθήκη εντολής σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν και οι πρότερες μαθηματικές γνώσεις και οι γνώσεις λογικής (Κόμης 2005).

Διδακτικός Σκοπός

Διδακτικός σκοπός της συγκεκριμένης ενότητας είναι να μπορέσουν οι μαθητές να κατανοήσουν την έννοια, τα χαρακτηριστικά και τις διαφορετικές μορφές της δομής επιλογής και να την εφαρμόζουν κατάλληλα.

Διδακτικοί Στόχοι

Σε επίπεδο ***γνώσεων και δεξιοτήτων*** ο μαθητής να είναι σε θέση να:

- Διακρίνει τη δομή επιλογής από τις άλλες βασικές αλγοριθμικές δομές,
- Αναγνωρίσει τη σημασία εισαγωγής της δομής επιλογής, απλής και διπλής μορφής,
- Αναπαριστά την απλή και τη διπλή μορφή της δομής επιλογής σε λεκτική περιγραφή, ψευδογλώσσα και λογικό διάγραμμα,
- Διακρίνει τη συνθήκη στη δομή επιλογής, τις διαφορετικές τιμές (αληθής/ψευδής) που μπορεί να πάρει αυτή, και το αποτέλεσμα ανάλογα με την τιμή της συνθήκης,
- Εντοπίζει ποιες εντολές θα εκτελεστούν ανάλογα με την τιμή της συνθήκης,
- Αποσαφηνίσει τις διαφορές της διπλής μορφής της δομής επιλογής από την απλή,
- Αναπτύσσει αλγόριθμους και προγράμματα με εφαρμογή της δομής επιλογής.

Περιγραφή μικρόκοσμου

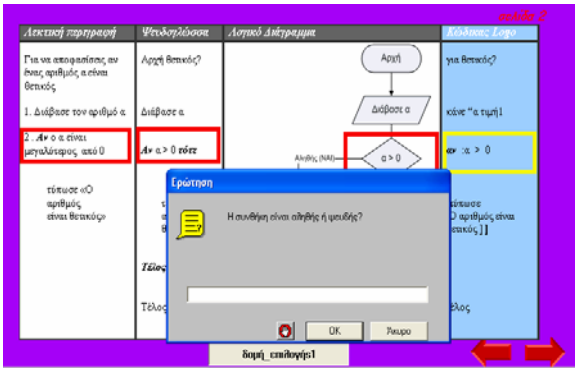
Ο συγκεκριμένος μικρόκοσμος που σχεδιάστηκε για τη διδασκαλία της δομής επιλογής αποτελείται από 5 σελίδες κατάλληλα διαμορφωμένες ώστε να εξυπηρετούν τα στάδια της διδασκαλίας όπως περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω.

Στη σελίδα 1 του μικρόκοσμου παρουσιάζονται τα λογικά διαγράμματα των τριών βασικών δομών προγραμματισμού (ακολουθία, επιλογή, επανάληψη) στη γενική τους μορφή. Οι μαθητές μπορούν να εκτελέσουν το πρόγραμμα που οπτικοποιεί τη ροή του λογικού διαγράμματος της απλής δομής επιλογής (αν … τότε … τέλοςαν) βήμα-βήμα, να αποδώσουν τιμή στη συνθήκη στο εμφανιζόμενο πλαίσιο διαλόγου και να παρατηρήσουν την εναλλακτική ροή του προγράμματος.

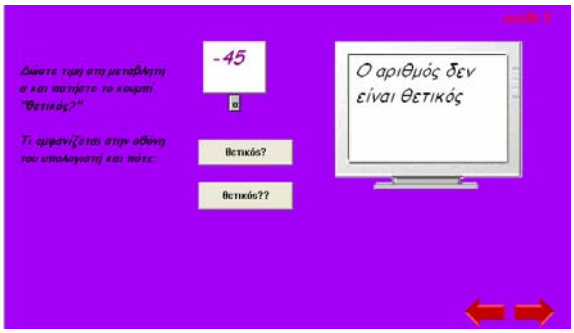
Στη σελίδα 2 του μικρόκοσμου (Σχήμα 1), οπτικοποιούνται οι τρεις τρόποι αναπαράστασης του αλγορίθμου (διάγραμμα ροής, λεκτική περιγραφή, ψευδογλώσσα) καθώς και ο κώδικας Logo συγκεκριμένου παραδείγματος απλής δομής επιλογής, που αφορά στο πρόβλημα που περιγράφεται στο 2ο βήμα του φύλλου εργασίας. Οι μαθητές μπορούν να εκτελέσουν το πρόγραμμα που οπτικοποιεί την παράλληλη ροή του αλγορίθμου (και στους τρεις τρόπους αναπαράστασης αυτού) και του κώδικα του συγκεκριμένου παραδείγματος της απλής δομής επιλογής, να αποδώσουν τιμή στη συνθήκη στο εμφανιζόμενο πλαίσιο διαλόγου και να παρατηρήσουν την εναλλακτική ροή του προγράμματος. Η εκτέλεση του προγράμματος αυτού διευκολύνει τους μαθητές στην αντιστοίχηση των βημάτων-εντολών που χρησιμοποιούνται αντίστοιχα στους τρεις τρόπους αναπαράστασης του αλγορίθμου και στον κώδικα.

Στη σελίδα 3 του μικρόκοσμου (Σχήμα 2), οι μαθητές καλούνται να δώσουν διαφορετικές τιμές σε μία μεταβλητή α, να εκτελέσουν και να διερευνήσουν την απόκριση δύο έτοιμων προς εκτέλεση προγραμμάτων **θετικός?** και **θετικός??**. Οι μαθητές εντοπίζουν την αδυναμία εφαρμογής της απλής δομής επιλογής σε προβλήματα

που απαιτούν διπλή διακλάδωση, εισάγονται στην έννοια της διπλής δομής επιλογής (αν … τότε … αλλιώς … τέλοςαν) και αναγνωρίζουν την αξία χρήσης της.



Σχήμα 1: Απλή δομή επιλογής συγκεκριμένου παραδείγματος: Οπτικοποίηση της ροής του αλγορίθμου και του κώδικα, και εισαγωγή της τιμής της συνθήκης



Σχήμα 2: Απόκριση του προγράμματος «θετικός??» σε περίπτωση που ο αριθμός που εισάγεται δεν είναι θετικός στη σελίδα 3 του μικρόκοσμου

Στη σελίδα 4 του μικρόκοσμου, οπτικοποιούνται οι τρεις τρόποι αναπαράστασης του αλγορίθμου καθώς και ο κώδικας Logo συγκεκριμένου παραδείγματος διπλής δομής επιλογής, σε αναλογία με την παρουσίαση συγκεκριμένου παραδείγματος απλής δομής επιλογής στη σελίδα 2. Οι μαθητές μπορούν να εκτελέσουν το πρόγραμμα που οπτικοποιεί την παράλληλη ροή του αλγορίθμου (και στους τρεις τρόπους αναπαράστασης αυτού) και του κώδικα του συγκεκριμένου παραδείγματος της διπλής δομής επιλογής, να αποδώσουν τιμή στη συνθήκη στο εμφανιζόμενο πλαίσιο διαλόγου και να παρατηρήσουν την εναλλακτική ροή του προγράμματος.

Στη σελίδα 5 του μικρόκοσμου οι μαθητές δίνουν διαφορετικές τιμές σε δύο μεταβλητές α, β και διερευνούν την απόκριση του προγράμματος που καλούνται να κατασκευάσουν όπως περιγράφεται στο 8ο βήμα του φύλλου εργασίας.

ΠΟΡΕΙΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Στάδιο 1ο (1ο & 2ο βήμα ~5 λεπτά): Ανάκληση πρότερης γνώσης – Σύνδεση με την καθημερινή ζωή

Στο **1ο βήμα** οι μαθητές καλούνται να εμπλακούν σε απλά προβλήματα τα οποία εμπεριέχουν «διλήμματα» της καθημερινής ζωής. Στο φύλλο εργασίας παρουσιάζεται ένας πίνακας με φράσεις στις οποίες υπάρχει η έννοια της συνθήκης, όπως τη χρησιμοποιούμε στον καθημερινό μας λόγο, και οι μαθητές καλούνται να αναγνωρίσουν τη συνθήκη, να της αποδώσουν τιμή και να προβλέψουν το αποτέλεσμα που θα προκύψει ανάλογα με την τιμή αυτή.

Στο **2ο βήμα** δίνεται στους μαθητές ένα απλό πρόβλημα για το οποίο καλούνται να διατυπώσουν έναν αλγόριθμο επίλυσης σε λεκτική περιγραφή. Το πρόβλημα που καλούνται οι μαθητές να επιλύσουν είναι η κατασκευή ενός προγράμματος που να διαβάζει έναν αριθμό και αν ο αριθμός είναι θετικός, να τυπώνει το μήνυμα «ο αριθμός είναι θετικός».

Στάδιο 2ο (3ο & 4ο βήμα ~10 λεπτά): Παρουσίαση της απλής δομής επιλογής

Στο **3ο βήμα** παροτρύνονται οι μαθητές να ανοίξουν το σχετικό μικρόκοσμο του MicroWorlds Pro στη σελίδα 1 και να εκτελέσουν το πρόγραμμα που οπτικοποιεί τη ροή του λογικού διαγράμματος της απλής δομής επιλογής στη γενική της μορφή.

Οι μαθητές μέσα από τη δράση και την ανάδραση με το περιβάλλον ανακαλύπτουν οι ίδιοι τα γενικά χαρακτηριστικά της απλής δομής επιλογής και απαντούν στο φύλλο εργασίας σε σχετικές ερωτήσεις.

Ενδεικτικές ερωτήσεις του φύλλου εργασίας αποτελούν οι παρακάτω: α)Ποιες τιμές μπορεί να πάρει η συνθήκη στη δομή επιλογής; β)Πότε εκτελούνται οι εντολές2; γ)Οι εντολές 3…ν εκτελούνται πάντα ανεξάρτητα από την τιμή της συνθήκης;

Στο **4ο βήμα** οι μαθητές μεταβαίνουν στη σελίδα 2 του μικρόκοσμου και εκτελούν το πρόγραμμα οπτικοποίησης της ροής του αλγορίθμου και του κώδικα για το συγκεκριμένο παράδειγμα που τους απασχόλησε και στο προηγούμενο στάδιο. Στη συνέχεια απαντούν στο φύλλο εργασίας σε ερωτήσεις για το συγκεκριμένο παράδειγμα αποσαφηνίζοντας έτσι τα χαρακτηριστικά της δομής επιλογής.

Στάδιο 3ο (5ο, 6ο & 7ο βήμα ~10 λεπτά): Παρουσίαση της διπλής δομής επιλογής

Το **5ο βήμα** αφορά στη σελίδα 3 του μικρόκοσμου και στην αλληλεπίδραση με το πρόγραμμα **θετικός?** που δίνεται έτοιμο προς εκτέλεση. Οι μαθητές καλούνται να δώσουν διαφορετικούς αριθμούς (θετικούς/αρνητικούς/μηδέν) ως είσοδο στο πρόγραμμα και να καταγράψουν την απόκριση του προγράμματος στον αντίστοιχο πίνακα του φύλλου εργασίας τους. Στόχος του βήματος αυτού είναι να τους εισάγει στην έννοια της δομής επιλογής με τη διπλή της μορφή (αν … τότε … αλλιώς … τέλοςαν)

ωθώντας τους να αναγνωρίσουν την ανάγκη χρήσης της. Στη συνέχεια η εισαγωγική ερώτηση του 6ου βήματος, η οποία αφορά στην απόκριση του προγράμματος **θετικός?** στην περίπτωση που ο εισαγόμενος αριθμός δεν είναι θετικός, φέρνει τους μαθητές αντιμέτωπους με τον προβληματισμό του τι θα κάναμε αν θέλαμε να τυπώνεται ένα αντίστοιχο μήνυμα και σε αυτή την περίπτωση.

Στο **6ο βήμα** οι μαθητές εκτελούν το πρόγραμμα **θετικός??** που αφορά στην επίλυση του νέου προβλήματος όπως τέθηκε στην προηγούμενη ερώτηση και τους ζητείται να συνάγουν από το αποτέλεσμα της εκτέλεσης του προγράμματος τη λεκτική περιγραφή του αντίστοιχου αλγορίθμου.

Στο **7ο βήμα** οι μαθητές καλούνται να εκτελέσουν ένα συγκεκριμένο παράδειγμα προγράμματος που χρησιμοποιεί τη διπλή δομή επιλογής, και να απαντήσουν σε ερωτήσεις που εστιάζουν στα χαρακτηριστικά της και στη διαφορά της με την απλή δομή επιλογής που παρουσιάστηκε σε προηγούμενη φάση. Οι μαθητές εντοπίζουν τα κοινά χαρακτηριστικά και τις διαφορές των δύο μορφών επιλογής και απαντούν σε ερωτήσεις του φύλλου εργασίας. Ως ενδεικτικές ερωτήσεις αναφέρονται οι εξής: α)Πόσες συνθήκες έχουμε σε αυτή τη δομή (διπλή δομή επιλογής); β)Ποιες τιμές παίρνει εδώ η συνθήκη; γ)Πόσες διακλαδώσεις έχουμε στη διπλή δομή επιλογής; δ)Ποιες εντολές και πότε δεν εκτελούνται σε αυτή τη δομή; ε)Σε τι διαφέρει αυτή η δομή από την προηγούμενη; Πότε τη χρησιμοποιούμε;

Στάδιο 4ο (8ο βήμα ~15 λεπτά): Πειραματισμός - Άσκηση - Ανατροφοδότηση

Στο **8ο βήμα** οι μαθητές καλούνται να κατασκευάσουν πρόγραμμα ανάλογου βαθμού δυσκολίας με το προηγούμενο, το πρόγραμμα που να διαβάζει δύο αριθμούς α, β και να τυπώνει το άθροισμά τους αν α>β, αλλιώς να τυπώνει τη διαφορά τους.

Το πρόβλημα απαιτεί τη χρήση της διπλής δομής επιλογής και εμπλέκει τους μαθητές ενεργά στη διαδικασία επίλυσής του. Αρχικά συζητείται στην τάξη ο τρόπος σκέψης για την επίλυση του προβλήματος. Ο αλγόριθμος του προβλήματος δίνεται σε μορφή λεκτικής περιγραφής στο φύλλο εργασίας. Στη συνέχεια οι μαθητές συμβουλευόμενοι το μικρόκοσμο, καλούνται να μεταφέρουν τον αλγόριθμο που τους δόθηκε, σε ψευδογλώσσα και λογικό διάγραμμα και στη συνέχεια, να κατασκευάσουν τον κώδικα Logo πειραματιζόμενοι στο περιβάλλον του μικρόκοσμου.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Το επίπεδο των μαθητών ήταν ως επί το πλείστον ανομοιογενές. Η ανομοιογένεια αυτή αφορά τόσο στη διαφορετική καταγωγή και τη γλωσσική ευχέρεια των μαθητών όσο και στο γνωστικό τους υπόβαθρο. Επίσης, σε κάποια τμήματα υπήρχε ένα σημαντικό ποσοστό της τάξης του 10% μαθητών με δυσλεξία και γενικές μαθησιακές δυσκολίες που έπρεπε να αντιμετωπιστούν με αυξημένη προσοχή (π.χ. προφορική εξέταση, ιδιαίτερη υποστήριξη κατά τη διάρκεια της κωδικοποίησης και της εκσφαλμάτωσης των προγραμμάτων).

Οι μαθητές είχαν έρθει σε επαφή με το εκπαιδευτικό λογισμικό MicroWorlds Pro και είχαν αποκτήσει μια πρώτη εξοικείωση με το περιβάλλον και τις βασικές εντολές της

γλώσσας Logo στο πλαίσιο των μαθημάτων που αφορούσαν στη διδακτική ενότητα Πολυμέσα που προηγήθηκαν της εισαγωγής στον προγραμματισμό. Ακόμη, στο κεφάλαιο του προγραμματισμού και πριν το συγκεκριμένο μάθημα για τη δομή επιλογής οι μαθητές είχαν ήδη διδαχθεί τις διακριτές φάσεις για την ανάπτυξη ενός προγράμματος, την έννοια της μεταβλητής, τους τρόπους περιγραφής των αλγορίθμων, και είχε γίνει μια πρώτη συνοπτική παρουσίαση των τριών βασικών αλγοριθμικών δομών, καθώς και η αναλυτική παρουσίαση της δομής ακολουθίας.

Η διδασκαλία είχε ιδιαίτερα θετική απήχηση. Ενδεικτικά επισημαίνονται τα εξής σημεία, άξια προσοχής: Στο Στάδιο 1, οι μαθητές εύκολα αναγνώρισαν το τμήμα της φράσης που αφορά στη συνθήκη, μπόρεσαν με άνεση να της αποδώσουν μία τιμή (ψευδής ή αληθής) αλλά παρουσίασαν δυσκολίες στον προσδιορισμό του αντίστοιχου αποτελέσματος. Ενδεικτικά παραδείγματα από απαντήσεις στο φύλλο εργασίας δύο μαθητών (Μ1 και Μ2) φαίνονται στον Πίνακα 1. Η αδυναμία χρήσης της δομής ακολουθίας κατά την επίλυση του προβλήματος που εισάγει συνθήκη, οδηγεί τους μαθητές με τρόπο φυσικό στην αναγνώριση της ανάγκης εισαγωγής μιας νέας δομής ως εργαλείου επίλυσης προβλημάτων. Οι μαθητές, επιλύουν ένα απλό πρόβλημα όπου εισάγουν φυσικά και αβίαστα τη λέξη **αν**, λέξη κλειδί της δομής επιλογής. Κατά τη συζήτηση που ακολουθεί, στην ερώτηση ποια δομή χρησιμοποίησαν στον αλγόριθμο, οι μαθητές ανακαλούν τα διαγράμματα των τριών δομών στη γενική μορφή τους και οδηγούνται ομαλά στη δομή επιλογής.

Πίνακας 1: Ενδεικτικές απαντήσεις μαθητή στον πίνακα του φύλλου εργασίας με φράσεις της καθημερινής ζωής που εμπεριέχουν συνθήκη στο 1ο βήμα

Φράση	**Συνθήκη**	**Τιμή** *(Αληθής/Ψευδής)*	**Αποτέλεσμα**
Αν βρέξει, θα πάρω ομπρέλα.	Αν βρέξει	ψευδής	δε θα πάρω ομπρέλα
Αν έχει ήλιο, θα φορέσω γυαλιά ηλίου.	Αν έχει ήλιο	αληθής	θα φορέσω γυαλιά ηλίου
Αν διαβάσω, θα γράψω καλά στο τεστ.	Αν διαβάσω	ψευδής	θα γράψω καλά στο τεστ

Στο Στάδιο 2, οι μαθητές κινητοποιούνται ιδιαίτερα κατά την αλληλεπίδρασή τους με το περιβάλλον καθώς εισάγουν οι ίδιοι την τιμή της συνθήκης που επιθυμούν καθορίζοντας έτσι τη ροή του διαγράμματος.

Στο Στάδιο 3: Ενδεικτικές απαντήσεις από ένα φύλλο εργασίας μαθητή στο βήμα 5 παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.

Ενδεικτικές απαντήσεις μαθητή

	$\alpha > 0$	$\alpha < 0$	$\alpha = 0$
Απόκριση προγράμματος	Τυπώνεται ο μήνυμα: «Ο αριθμός είναι θετικός»	Δεν τυπώνεται τίποτα	Δεν τυπώνεται τίποτα

Σχήμα 3: Ενδεικτικές απαντήσεις μαθητή όσον αφορά στην απόκριση του προγράμματος «θετικός?» στο 5ο βήμα του φύλλου εργασίας

Στο Στάδιο 4, οι μαθητές δήλωσαν ενθουσιασμένοι από την επαφή τους με το «καθαρό» προγραμματιστικό κομμάτι και χαρακτήρισαν «ζωντανή» την αλληλεπίδρασή τους με το περιβάλλον. Στη φάση επίλυσης του προβλήματος οι μαθητές αντιμετώπισαν με άνεση τόσο την ανάλυση του προβλήματος και την επιλογή της κατάλληλης δομής όσο και τη μεταφορά του αλγορίθμου στους τρεις τρόπους αναπαράστασης αυτού. Κατά τη διαδικασία της ανάπτυξης του κώδικα Logo και της εκσφαλμάτωσης, συχνά οι ερωτήσεις των μαθητών ήταν επίμονες και επιτακτικές.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι μαθητές παρέμεναν ενεργοί καθ' όλη τη διάρκεια των μαθημάτων και εκδήλωσαν έντονο ενδιαφέρον στην αλληλεπίδρασή τους με το περιβάλλον του MicroWorlds Pro και ιδιαίτερα στη φάση δημιουργίας δικών τους προγραμμάτων. Μαθητές χωρίς ενδιαφέρον για το μάθημα της Πληροφορικής αρχικά, ενεργοποιήθηκαν και συνεργάστηκαν με ιδιαίτερη προσήλωση.

Η πιλοτική εφαρμογή σε πραγματικές συνθήκες σχολικής τάξης και μάλιστα σε διαφορετικά τμήματα διαδοχικές ημέρες προσέφερε σημαντική ανατροφοδότηση που ώθησε σε τροποποιήσεις-παρεμβάσεις τόσο στην εργονομία, όψη και λειτουργικότητα των μικρόκοσμων, όσο και στη βελτιωτική αναδιαμόρφωση των φύλλων εργασίας και της πορείας διδασκαλίας. Ο προσδιορισμός αντικειμένου, περιεχομένου και λειτουργικών απαιτήσεων του μικρόκοσμου καθώς και η κατασκευή του φύλλου εργασίας απαιτεί βαθιά σκέψη, υπομονή και επιμονή. Ο σχεδιασμός του μικρόκοσμου και του φύλλου εργασίας καθορίζει το σκηνικό και επηρεάζει τους ρόλους τόσο του εκπαιδευτικού όσο και των μαθητών κατά τη διδακτική-μαθησιακή διαδικασία. Η εφαρμογή διαμορφωτικής-δυναμικής αξιολόγησης είναι απαραίτητη και αποδοτική κατά τον κύκλο ανάπτυξης και εφαρμογής τόσο του μικρόκοσμου όσο και του φύλλου εργασίας.

Τα ευρήματα της πιλοτικής εφαρμογής επιβεβαιώνουν την άποψη ότι η αξιοποίηση ενός ανοικτού λογισμικού, όπως το MicroWorlds Pro, που επιτρέπει την ανάπτυξη, επαναχρησιμοποίηση και προσαρμογή μικρόκοσμων καθώς και εναλλακτικών διδακτικών παρεμβάσεων προωθεί την καλλιέργεια της δημιουργικότητας και της παιδαγωγικής ελευθερίας του διδάσκοντα από τη μια μεριά, και της ενεργής εμπλοκής των μαθητών από την άλλη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Brusilovsky P., Calabrese E., Hvorecky J., Kouchnirenko A. & Miller P. (1997), Minilanguages: A Way to Learn Programming Principles, *Education and Information Technologies*, 2(1), 65-83

Dagiene V. (2003), A set of Logo problems for learning algorithms, *Proceedings of the 9th European Logo Conference Eurologo 2003 "be creative... re-inventing technology in education",* 168-177, Porto, Portugal

diSessa A. (1995), Epistemology and Systems Design, In diSessa, A. - Hoyles C., *Computers and Exploratory Learning*, Springer Verlag, 15-29

Du Boulay B. (1989), Some difficulties of learning to program, In E. Soloway & J. C. Spohrer (Eds.), *Studying the Novice Programmer*, 283-299, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates

Ebrahimi A. (1994), Novice programmer errors: language constructs and plan composition, *International Journal of Human-Computer Studies*, 41, 457-480

Hoyles C. (1995), Exploratory Software, Exploratory Cultures?, στο A. diSessa & C. Hoyles (Eds.), *Computers and Exploratory Learning,* 199-219, Springer Verlag

Pane J. & Myers B. (1996), *Usability Issues in the Design of Novice Programming Systems*, Technical Report (CMU-CS-96-132), School of Computer Science, Carnegie Mellon University

Pane J. & Myers B. (2000), The Influence of the Psychology of Programming on a Language Design: Project Status Report, *Proceedings of the 12th Annual Meeting of the Psychology of Programmers Interest Group*, 193-205, Edizioni Memoria, Italy

Papert S. (1991), *Νοητικές Θύελλες: Παιδιά, ηλεκτρονικοί υπολογιστές και δυναμικές ιδέες*, Αθήνα: Εκδόσεις Οδυσσέας (Ελληνική μετάφραση)

Soloway E. (1986), Learning to program = Learning to construct mechanisms and explanations, *Communications of the ACM*, 29(9), 850-858

Spohrer J. & Soloway E. (1986), Alternatives to Construct-Based Programming Misconceptions, *Proceedings of CHI '86*, 183-191

Vosniadou S. (2001), How children learn, *Educational Practices Series*, n°7, http://www.ibe.unesco.org/International/Publications/EducationalPractices/prachome.htm

Γλέζου Κ. & Γρηγοριάδου Μ. (2004), Παίζω, διερευνώ και μαθαίνω προγραμματίζοντας τη χελώνα, *Πρακτικά 2ης Διημερίδας με διεθνή συμμετοχή «Διδακτική της Πληροφορικής»,* 182-192, Βόλος

Γρηγοριάδου Μ., Γόγουλου Α. & Γουλή Ε. (2002), Εναλλακτικές διδακτικές προσεγγίσεις σε εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού: προτάσεις διδασκαλίας, στο Α. Δημητρακοπούλου (επιμ.), *Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή ''Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση'',* Τόμος Α', 239-248, Ρόδος

Δαπόντες Ν., Ιωάννου Σ., Μαστρογιάννης Ι., Τζιμόπουλος Ν., Τσοβόλας Σ., Αλπάς Α. (2003), *Ο δάσκαλος δημιουργός, Προτάσεις για διδακτική αξιοποίηση του MicroWorlds Pro στο Νηπιαγωγείο και το Δημοτικό*, Αθήνα: Εκδόσεις Καστανιώτη

Κόμης Β. (2001), Μελέτη Βασικών Εννοιών του Προγραμματισμού στο Πλαίσιο μιας Οικοδομιστικής Διδακτικής Προσέγγισης, *ΘΕΜΑΤΑ στην Εκπαίδευση*, 2(2-3), 243-270

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

Μικρόπουλος Α. (2004), Έχει θέση η Logo ως γνωστικό αντικείμενο και ολιστικό πρότυπο στην υποχρεωτική εκπαίδευση;, *Πρακτικά 2ης Διημερίδας με διεθνή συμμετοχή «Διδακτική της Πληροφορικής»,* 65-72, Βόλος

Ξυνόγαλος Σ., Σατρατζέμη Μ. & Δαγδιλέλης Β. (2000), Η εισαγωγή στον προγραμματισμό: Διδακτικές Προσεγγίσεις και Εκπαιδευτικά Εργαλεία, στο Β. Κόμης (επιμ.), *Πρακτικά 2ου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή ''Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση''*, 115-124, Πάτρα

Παπανικολάου Κ., Γόγουλου Α., Γλέζου Κ. & Γρηγοριάδου Μ., (2005), Μια διδακτική πρόταση για την επαναληπτική δομή: «Μαύρο κουτί» + MicroWorlds Pro, *Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ (Σύρος, 13-15/5/2005), με θέμα: Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη (υπό δημοσίευση)*

Τζιμογιάννης Α. & Γεωργίου, Β. (1999), Οι δυσκολίες μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην εφαρμογή της δομής ελέγχου για την ανάπτυξη αλγορίθμων. Μια μελέτη περίπτωσης, στο Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), *Πρακτικά Πανελλήνιου Συνεδρίου «Πληροφορική και Εκπαίδευση»*, 183-192, Ιωάννινα: Σύλλογος Καθηγητών Πληροφορικής Ηπείρου