

Προσέγγιση της Έννοιας της Μεταβλητής στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο - Πρόταση Διδασκαλίας

Αθηνά Κοκκόρη¹, Κωνσταντίνος Κάππας²

¹Καθηγήτρια Πληροφορικής 6^ο Γυμνάσιο Χαϊδαρίου
athinako@gmail.com

²Καθηγητής Πληροφορικής 7^ο Γενικό Λύκειο Αθηνών
kostas@kappas.eu ή kkappas@sch.gr

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας μας είναι η παρουσίαση μιας εκπαιδευτικής προσέγγισης διδασκαλίας της έννοιας της μεταβλητής στον προγραμματισμό. Τόσο στο Γυμνάσιο όσο και στο Λύκειο έχει παρατηρηθεί σημαντική δυσκολία στους μαθητές στο να κατανοήσουν την έννοια αυτή. Στη παρούσα πρόταση το σχέδιο μαθήματος έχει κοινό κορμό και για το Γυμνάσιο και για το Λύκειο ενώ διαφέρουν οι δραστηριότητες. Η διδακτική αυτή προσέγγιση πραγματοποιήθηκε σε μαθητές της Γ' τάξης του Γυμνασίου και της Γ' τάξης του Λυκείου. Το ενδιαφέρον των παιδιών ήταν έντονο ενώ η κατανόηση του θέματος φαίνεται να είναι ιδιαίτερα ικανοποιητική.

Λέξεις κλειδιά: Μεταβλητή, Logo, ΓΛΩΣΣΑ, δεδομένα, αποθήκευση, εντολές εισόδου-εξόδου.

1. Εισαγωγή

Ο προγραμματισμός διδάσκεται σε όλους τους τύπους και τις βαθμίδες εκπαίδευσης (Δημοτικό, Γυμνάσιο, Γενικό Λύκειο, ΕΠΑΛ, Πανεπιστήμιο). Στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, δύο από τους στόχους της διδασκαλίας προγραμματισμού είναι οι μαθητές να μπορούν να χρησιμοποιούν προγραμματιστικές δομές και να επιλύουν προβλήματα χρησιμοποιώντας ποικίλα εργαλεία (Linn & Dalbey, 1989). Προϋπόθεση σε αυτό είναι η έννοια της μεταβλητής στο προγραμματισμό να γίνει πλήρως κατανοητή. Οι μαθητές τόσο στο Γυμνάσιο όσο και στο Λύκειο αντιμετωπίζουν αρκετά γνωστικά εμπόδια σχετικά με την έννοια της μεταβλητής γεγονός που έχει ερευνηθεί επισημασμένα (Φεσάκης & Δημητρακοπούλου, 2005).

Με τις πρώτες αναφορές στην έννοια της μεταβλητής στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση στα μαθήματα προγραμματισμού, οι μαθητές συγχέουν την νέα έννοια με εκείνη των μαθηματικών, με αποτέλεσμα να αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατανόηση του δυναμικού χαρακτήρα της. Ενδεικτικά τέτοια σημεία είναι οι τύποι μεταβλητών, όπου στον προγραμματισμό έχουμε αριθμητικούς και μη, ενώ στα μαθηματικά μόνο

αριθμητικούς, η εντολή εκχώρησης που θεωρείται αρχικά από τους μαθητές ίδια με την ισότητα (Τζιμογιάννης & Κόμης, 2000), καθώς και η σχέση της με τη μνήμη και την αποθήκευση των δεδομένων γενικά.

Ακόμα, στο Προγραμματισμό στη Δευτεροβάθμια εκπαίδευση προκύπτουν πολλά προβλήματα στην κατανόηση της νέας έννοιας της μεταβλητής, γιατί αφενός δεν επαρκεί ο χρόνος διδασκαλίας που προβλέπεται από το αναλυτικό πρόγραμμα για εμπέδωση και αφετέρου τα βιβλία (των Γ' τάξεων Γυμνασίου και Λυκείου) που αναφέρονται στις γλώσσες προγραμματισμού, δεν αφιερώνουν ξεχωριστό χώρο στην αναλυτική προσέγγιση της έννοιας, πέραν κάποιων αναφορών. Συνεπώς οι καθηγητές πληροφορικής υποχρεώνονται να εφευρίσκουν τρόπους, μεθόδους και τεχνικές για να γίνει κατανοητή η έννοια στους μαθητές.

Ανάλογα με τη βαθμίδα εκπαίδευσης (Γυμνάσιο ή Λύκειο) και το προγραμματιστικό περιβάλλον που χρησιμοποιείται, τα ζητήματα στην κατανόηση της έννοιας της μεταβλητής διαφοροποιούνται σε επιμέρους σημεία.

Στο Γυμνάσιο χρησιμοποιείται ο μικρόκοσμος Logo. Στη Logo οι μαθητές πληκτρολογούν εντολές σχεδιασμού και βλέπουν αμέσως το αποτέλεσμα (Ξυνογαλάς, Σατρατζέμη, & Δαγδιλέλης, 2000). Για τη διδασκαλία της έννοιας της μεταβλητής, την εντολή εκχώρησης και την επίλυση απλών προβλημάτων, σύμφωνα με το βιβλίο εκπαιδευτικού (Αράπογλου κ.α., 2007), προτείνεται μια διδακτική ώρα. Ο χρόνος αυτός είναι αρκετά περιορισμένος για να εμπέδωσουν οι μαθητές τη διδασκόμενη έννοια. Επίσης, σε blog εκπαιδευτικών (<http://samoladas.wordpress.com/tag/logo/>) τονίζεται ότι ένα επιπλέον πρόβλημα που πρέπει να αντιμετωπίσουν οι καθηγητές όταν διδάσκουν τις μεταβλητές στη Logo αφορά στη διάκριση των συμβόλων (“) και (:) κατά τη σύνταξη των εντολών.

Στο Λύκειο χρησιμοποιείται ως γλώσσα προγραμματισμού η ψευδογλώσσα «ΓΛΩΣΣΑ». Για τη χρήση των μεταβλητών δεν αφιερώνεται αρκετός και ξεχωριστός χώρος για την εμπέδωσή της ως νέα έννοια, ενώ στην αρχή του μαθήματος (2^ο κεφάλαιο ΑΕΠΠ) γίνεται χρήση της μεταβλητής για την ανάπτυξη αλγορίθμων και δεν αναφέρεται στους σκοπούς και στόχους του Α.Π.Σ και του βιβλίου εκπαιδευτικού. Επαναπροσδιορίζεται η έννοια με διαφορετικούς τρόπους σε διάφορα ενδιάμεσα σημεία στο βιβλίο μαθητή (σελ. 30 – 31 στο 2^ο κεφάλαιο, σελ. 53 στο 3^ο κεφάλαιο, σελ. 151 στο 7^ο κεφάλαιο) του βιβλίου μαθητή ‘Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον’. Στο 7^ο κεφάλαιο δίνεται μια καλύτερη, αλλά όχι ικανοποιητική προσέγγιση της έννοιας, εφόσον δεν αποτελεί ξεχωριστό στόχο και στη συσχέτιση της μεταβλητή με τις εντολές εισόδου και εξόδου, αφιερώνεται ελάχιστος χρόνος. Γενικά, στο σχολικό βιβλίο προσεγγίζεται η έννοια της μεταβλητής με χαρακτήρα αναφορών, χωρίς να δίνεται περαιτέρω εμβάθυνση με παραδείγματα και ασκήσεις.

Ωστόσο γνωρίζουμε ότι η έννοια της μεταβλητής είναι η βασικότερη για την αναπαράσταση - περιγραφή αλγορίθμων και άρα για την υλοποίηση προγραμμάτων. Στα

εισαγωγικά μαθήματα του προγραμματισμού έχει διαπιστωθεί ότι υπάρχει δυσκολία στην οικοδόμηση της έννοια της μεταβλητής λόγω των προϋπαρχουσών ιδεών των μαθητών (Τζιμογιάννης & Κόμης, 2000 Τζιμογιάννης κ.α., 2005). Οι αποτελεσματικές αναπαραστάσεις για την έννοια της προγραμματιστικής μεταβλητής και την εντολή εκχώρησης αποτελεί πρωταρχικό βήμα για την ανάπτυξη των βασικών προγραμματιστικών γνώσεων και δεξιοτήτων (Τζιμογιάννης, 2003).

Αντιλαμβανόμαστε ότι όλοι αυτοί οι διάσπαρτοι ορισμοί προσεγγίζουν την έννοια της μεταβλητής με τρόπο που συγχέονται οι επιμέρους έννοιες, χωρίς να γίνεται ξεκάθαρο τι είναι εξ' αρχής η μεταβλητή. Τα διάφορα προηγούμενα σημεία του βιβλίου μαθητή, μας οδηγούν σε συμπεράσματα που προσδιορίζουν τα χαρακτηριστικά της μεταβλητής και όχι την ίδια σαν έννοια.

Το κυριότερο σημείο που παρατηρείται ως γνωστικό εμπόδιο για την πλήρη κατανόηση της μεταβλητής είναι η άμεση σχέση της με τα δεδομένα - αποτελέσματα, τον τρόπο που αποθηκεύονται, καθώς και τη σημασία των διαφορετικών τύπων δεδομένων.

Τα θέματα εφαρμογής και πρακτικής είναι ουσιαστικά ασκήσεις επί χάρτου, στοιχείο που προσδίδει στην αναγκαιότητα να δουν στην πράξη οι μαθητές αυτό που σχεδίασαν στο χαρτί. Η πίεση χρόνου δεν αφήνει τους καθηγητές να διδάξουν την σύνταξη κάποιων γλώσσας προγραμματισμού και τους μαθητές να την εμπεδώσουν, όπως άλλωστε δεν είναι και σκοπός του ΠΣ. Η αναφορά στη δομή ενός λογιστικού φύλλου θα μπορούσε να λειτουργήσει σαν παράδειγμα αναπαράστασης της μνήμης και των αποθηκευμένων δεδομένων σε κελιά (Κάππας 2002).

Για να αντιμετωπιστούν τα παραπάνω ζητήματα τόσο στο Γυμνάσιο όσο και στο Λύκειο, δημιουργήσαμε ένα συγκριτικό πίνακα που παρουσιάζει τον τρόπο που προσεγγίζουν την έννοια της μεταβλητής τόσο ο μικρόκοσμος Logo όσο και η ψευδογλώσσα «ΓΛΩΣΣΑ|» και στη συνέχεια ετοιμάσαμε μία πρόταση διδασκαλίας με κοινό κορμό και με τις απαιτούμενες προσαρμογές στις ανάγκες των δύο τύπων σχολείων.

Σύγκριση μικρόκοσμου Logo και ψευδογλώσσας «ΓΛΩΣΣΑ|».

Γυμνάσιο(Logo)	Λύκειο (ΓΛΩΣΣΑ)	
Υπάρχει μεγάλη δυσκολία στην κατανόηση της μεταβλητής σαν ανεξάρτητη οντότητα – έννοια, που οφείλεται στον τρόπο που ορίζεται το όνομά της και η τιμή της.	Γίνεται πιο εύκολη η κατανόηση της μεταβλητής (συγκριτικά με το Γυμνάσιο), αλλά υπάρχει αρχικά ιδιαίτερη δυσκολία στην εναλλαγή των τιμών και κυρίως στη σημασία του τύπου της.	
Η διδασκαλία ξεκινά από τη μεταβλητή ως παράμετρο σε	Ορίζεται πρώτα η μεταβλητή με διάφορους τρόπους και στο τελευ-	

διαδικασία και στη συνέχεια προχωρά στον ορισμό της μεταβλητής.	ταίο κεφάλαιο (10 ^ο) ορίζεται η παράμετρος και η έννοιά της γενικότερα.	
Δεν υπάρχουν τύποι δεδομένων και άρα μεταβλητών.	Υπάρχουν τύποι δεδομένων – μεταβλητών, που έχουν ιδιαίτερη σημασία στην δημιουργία του προγράμματος.	
Με τη γλώσσα LOGO έχουμε οπτικοποίηση αποτελεσμάτων αλλά όχι πίνακα τιμών.	Δεν υπάρχει άμεσο οπτικό αποτέλεσμα με τη ΓΛΩΣΣΑ, παρά μόνο μέσω κάποιων περιβαλλόντων, όπως ο Διερμηνευτής Γλώσσας που παρέχει πίνακα τιμών.	
Η δομή της Logo βοηθάει να γίνει εύκολα κατανοητή η μεταβλητή ως παράμετρος αλλά όχι η έννοια της μεταβλητής.	Η δομή της ΓΛΩΣΣΑΣ βοηθάει να γίνει πιο εύκολα κατανοητή η έννοια της μεταβλητής σε σχέση την παράμετρο.	
Εντολές Εισόδου - Εξόδου		
Κάνε	←	Ίδια η λειτουργία
Ερώτηση (Δεν ορίζει μεταβλητή, απλά θέτει μια τιμή την οποία θυμάται η εντολή απάντηση.)	Διάβασε X	
Δείξε	Γράψε	Ίδια η λειτουργία

2. Σχέδιο Μαθήματος

Διδακτική ενότητα: Η έννοια της μεταβλητής και η εντολή εκχώρησης.

Τάξεις: Γ' Γυμνασίου, Γ' Λυκείου.

Εκτιμώμενη διάρκεια: Γυμνάσιο 1 ώρα, Λύκειο 2 ώρες.

Γνωστικό υπόβαθρο: Η έννοια της μεταβλητής είναι γνωστή από τα μαθηματικά. Επίσης, οι μαθητές γνωρίζουν τις εντολές εισόδου εξόδου.

Σκοπός Να εξοικειωθούν οι μαθητές με την έννοια της μεταβλητής και την εντολή εκχώρησης.

Στόχοι: Οι προσδοκώμενοι εκπαιδευτικοί στόχοι, μετά το τέλος των δραστηριοτήτων, είναι οι μαθητές να μπορούν:

- Να εξηγούν την έννοια της μεταβλητής.
- Να επιλύουν απλά υπολογιστικά προβλήματα με χρήση μεταβλητών.
- Να συντάσσουν εντολές εκχώρησης και εισόδου - εξόδου χρησιμοποιώντας μεταβλητές.
- Να κατανοούν το ρόλο της μεταβλητής στην αποθήκευση – καταχώρηση δεδομένων και τη διαφορά στους δύο τρόπους εισαγωγής – απόδοσης τιμών.
- Να διακρίνουν το όνομα της μεταβλητής από την τιμή της.
- Να διακρίνουν σε μια μεταβλητή την τρέχουσα και την τελική τιμή.
- Στο λύκειο ένας επιπλέον βασικός στόχος είναι: Να προσδιορίζουν τον τύπο μιας μεταβλητής.

Πρόβλεψη δυσκολιών: Τα παιδιά γνωρίζουν την έννοια της μεταβλητής από τα μαθηματικά και αυτό τα δυσκολεύει να καταλάβουν τους μη αριθμητικούς τύπους μεταβλητών και τη διαφορά της ανάθεσης από την ισότητα. Στο Γυμνάσιο, επιπλέον, υπάρχει η δυσκολία στη σύνταξη εντολών με μεταβλητές εξαιτίας των συμβόλων «=», «<», «>».

Διδακτικές τεχνικές: Εισήγηση, Επίδειξη, Ερωτήσεις-Απαντήσεις, Συζήτηση, Άσκηση, Ομάδες εργασίας.

Μέσα: Γυμνάσιο: Βιντεοπροβολέας, Η/Υ, Λογισμικό **MicroWorldsPro**, Λογισμικό Παρουσίασης, Φύλλο Εργασίας με δραστηριότητες.

Μέσα: Γενικό Λύκειο: Η/Υ, Λογισμικό **Διεργητικής Γλώσσας (Αλγοριθμική)**, Λογισμικό Παρουσίασης, Φύλλα Εργασίας με δραστηριότητες.

2.1 Εκτέλεση δραστηριότητας Γυμνασίου

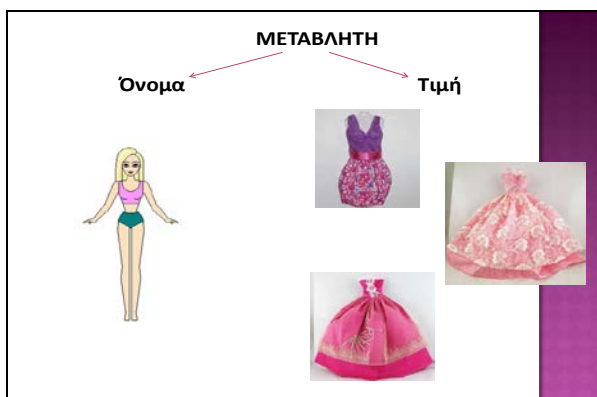
1^η Διδακτική Ώρα

Εισαγωγή

Κάνουμε σύνδεση με το προηγούμενο μάθημα. Ρωτάμε τα παιδιά για ποιο λόγο χρησιμοποιήσαμε μεταβλητές στις διαδικασίες.

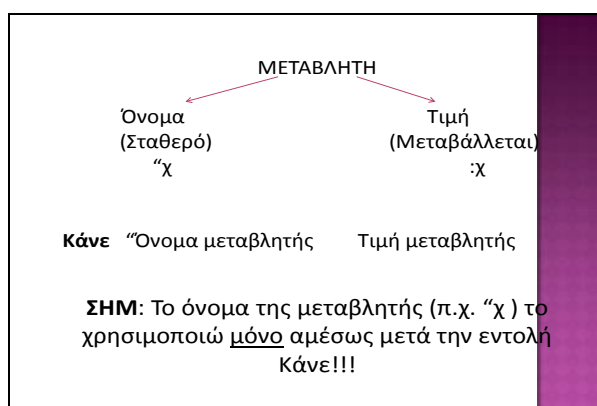
Κύριο μέρος

Παρουσιάζουμε τη διαφάνεια 1. Εξηγούμε πως η μεταβλητή έχει όνομα και τιμή. Το όνομα παραμένει σταθερό αλλά η τιμή μεταβάλλεται ενώ κάθε φορά η μεταβλητή έχει μόνο μια τιμή την τελευταία. Για παράδειγμα, στη διαφάνεια βλέπουμε έναν άνθρωπο (όνομα μεταβλητής) που έχει πολλές φορεσιές (τιμές μεταβλητών) αλλά κάθε στιγμή φορά μόνο μια φορεσιά.



Εικόνα 1. Όνομα – Τιμή Μεταβλητής

Εμφανίζουμε τη διαφάνεια 2. Τονίζουμε ότι όταν αναφερόμαστε στο όνομα της μεταβλητής χρησιμοποιούμε το σύμβολο «'» ενώ όταν αναφερόμαστε στην τιμή της χρησιμοποιούμε «:». Εξηγούμε τη χρήση και τη σύνταξη της εντολής *Κάνε* και δίνουμε την εξής πρακτική συμβουλή: Το όνομα της μεταβλητής δηλαδή η μεταβλητή με το σύμβολο «'» το χρησιμοποιώ μόνο αμέσως μετά την εντολή *Κάνε* και σε καμία άλλη εντολή.



Εικόνα 2. Εντολή Κάνε

Δείχνουμε τη διαφάνεια 3 που περιέχει παραδείγματα. Οι μαθητές λένε τι κατά τη γνώμη τους θα τυπώσουν οι εντολές Δείξε. Στην τελευταία Κάνε εξηγούμε τη διαφορά ισότητας και ανάθεσης.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ	
A) Κάνε "χ 5	
Δείξε :χ
B) Κάνε "χ "Δημήτρης	
Δείξε :χ
Γ) Κάνε "ψ 4	
Κάνε "χ 5	
Κάνε "ζ :χ + :ψ	
Δείξε :ψ
Δείξε :χ
Δείξε :ζ
Δ) Κάνε "χ :χ + 1 (Στα μαθηματικά ισχύει;;)	
Δείξε :χ

Εικόνα 3. Παραδείγματα

Έπειτα δίνουμε στα παιδιά το Φύλλο Εργασίας 1. Τους ζητάμε να εργαστούν σε ζευγάρια.

Στο τέλος, κουβεντιάζουμε πιθανές απορίες και κάνουμε μια ανακεφαλαίωση.

2.2 Εκτέλεση δραστηριότητας Λυκείου

1^η Διδακτική Ωρα

Εισαγωγή

Υπενθυμίζουμε στα παιδιά πως λειτουργεί ο υπολογιστής σε ότι αφορά την είσοδο, επεξεργασία δεδομένων και την έξοδο αποτελεσμάτων. Θέτουμε το ερώτημα: Που και πως θα αποθηκεύσει ο υπολογιστής τα δεδομένα και τα αποτελέσματα κατά την επεξεργασία τους βάσει κάποιου αλγόριθμου από ένα πρόγραμμα;

Δίνουμε ένα ενιαίο ορισμό για τη μεταβλητή που να καλύπτει και να αναλύει όλα τα επί μέρους που αναφέρονται στα διάφορα σημεία του βιβλίου και δίνουμε έμφαση στη προσέγγισή της ως θέση μνήμης. Εστιάζουμε στην εντολή εκχώρησης \leftarrow και εξηγούμε τη ουσιώδη διαφορά που υπάρχει στο σύμβολο – όνομα της μεταβλητής όταν βρίσκεται στο αριστερό και δεξιό μέλος της, **κυρίως** όταν υπάρχει το ίδιο όνομα και στα δύο μέλη.

$$\boxed{\begin{matrix} X \\ 5 \end{matrix}} \leftarrow X + 4$$

Κύριο μέρος

Προσεγγίζουμε την έννοια ‘δεδομένο’, αναφερόμαστε με παραδείγματα στους διάφορους τύπους δεδομένων και τα αντιστοιχίζουμε με τους τύπους μεταβλητών, συνδέοντας έτσι την έννοια της αποθήκευσης των δεδομένων με τη μεταβλητή. Αναφέρουμε τη σημασία των ‘ ‘ στην απόδοση αλφαριθμητικών δεδομένων. Δίνουμε μια (1^η) δραστηριότητα με διάφορα δεδομένα διατυπωμένα λεκτικά και τους ζητάμε να τα αποθηκεύσουν σε σωστούς τύπους μιας λίστας μεταβλητών (δίνοντας δικές τους τιμές ως παράδειγμα), κάνοντας χρήση της εντολής εκχώρησης ← .

Δίνουμε έμφαση στη σημασία που έχει ο τύπος μιας μεταβλητής στην εκτέλεση εντολών και ειδικά στις εντολές εισόδου. Δίνουμε ακόμα μια (2^η) δραστηριότητα με πολλές εντολές εκχώρησης και ζητάμε να βρουν οι μαθητές ποιες είναι εκτελέσιμες (δηλ. θα δώσουν αποτέλεσμα) και ποιες όχι, γνωρίζοντας όμως τον τύπο της κάθε μεταβλητής.

Τέλος δίνουμε μια (3^η) δραστηριότητα που περιέχει σειρά εντολών εκχώρησης σε χαρτί, να αποδώσουν τις αντίστοιχες τιμές – αποτελέσματα, δηλαδή να γράψουν το πίνακα τιμών, χωρίς να γνωρίζουν τον τύπο των μεταβλητών που εμπλέκονται στις εντολές.

2^η Διδακτική Ωρα

Εισαγωγή

Υπενθυμίζουμε το περιβάλλον του λογισμικού ‘Διερμηνευτής Γλώσσας’ και εφόσον ελέγξουμε ότι έχουν δοθεί όλες οι τιμές στις αντίστοιχες μεταβλητές μέσω των εντολών εκχώρησης από την προηγούμενη δραστηριότητα, τους ζητείται να ανοίξουν το αρχείο *άσκηση1.γλώσσα* με το πρόγραμμα σε ‘Διερμηνευτή Γλώσσας’ που περιέχει τις ίδιες εντολές. Η περιοχή δήλωσης των μεταβλητών είναι κενή και πρέπει να τη συμπληρώσουν πριν την εκτέλεση. Το σύνολο - σώμα των εντολών (όπως και στο χαρτί της προηγούμενης δραστηριότητας) αποτελείται από δύο τμήματα.

Κύριο μέρος

Εφόσον συμπληρώσουν τη δήλωση των μεταβλητών τους ζητάμε να το εκτελέσουν.

Αφού κάνουν τις απαραίτητες ενέργειες, τίθεται το ερώτημα γιατί το πρόγραμμα δεν μπορεί να εκτελεστεί για κανένα συνδυασμό τύπων μεταβλητών; Τέλος αφού απαντηθεί και εξηγηθεί το ερώτημα ζητείται να χωρίσουν το πρώτο τμήμα και να το εκτελέσουν, ώστε να επιβεβαιώσουν την απάντηση.

Υπενθυμίζουμε αναλυτικά τις εντολές εισόδου – εξόδου και συσχετίζουμε - συγκρίνουμε την εντολή *Διάβασε* με την εντολή εκχώρησης ← και την αποθήκευση δεδομένων-τιμών. Ζητάμε από τους μαθητές να παρατηρήσουν και να εξηγήσουν τη διαφορά τους.

Δίνουμε μια ενιαία απάντηση στη διαφορά μεταξύ της εντολής ‘Διάβασε’ και της εντολής εκχώρησης \leftarrow που επιβεβαιώνεται στη πορεία.

Κατόπιν δίνουμε στους μαθητές να εκτελέσουν το πίνακα τιμών σε χαρτί για ένα έτοιμο πρόγραμμα, που περιέχει μόνο εντολές εκχώρησης και μετά να το εκτελέσουν με το Διερμηνευτή Γλώσσας. Στη συνέχεια δίνουμε ένα άλλο πρόγραμμα που περιέχει και τους 2 τρόπους απόδοσης τιμών σε μεταβλητές. Ζητείται να γράψουν στο χαρτί τις τιμές που παίρνει η κάθε γραμμή εντολών, για συγκεκριμένες τιμές της μεταβλητής εισόδου *Διάβασε*, ώστε να έχουμε ίδιο αποτέλεσμα. Στη συνέχεια ανοίγουν το αρχείο *άσκηση2.γλώσσα* με το πρόγραμμα σε ‘Διερμηνευτή Γλώσσας’ που περιέχει τις ίδιες εντολές να το εκτελέσουν και να συγκρίνουν τα αποτελέσματα. Τους ρωτάμε τι παρατηρούν ως διαφορά στις εκτελέσεις αυτών των δύο προγραμμάτων. Στην όποια απάντησή τους δίνουμε έμφαση στη διακοπή της εκτέλεσης του προγράμματος με την εντολή *Διάβασε*. Τους παροτρύνουμε να αποδώσουν την **έννοια της τιμής σε μια μεταβλητή** (τρέχουσα και τελική τιμή), καθώς και να αναλύσουν την εντολή εξόδου *Γράψε*.

Μια ακόμη ερώτηση για περαιτέρω συζήτηση θα ήταν: Όταν ζητείται να γίνει αλγόριθμος δεν δηλώνονται οι τύποι των μεταβλητών; Θα έπρεπε;

3. Πειραματική εφαρμογή

Γυμνάσιο

Η προτεινόμενη διαδικασία διδασκαλίας εφαρμόστηκε τη σχολική χρονιά 2013-14 σε τρία τμήματα της Γ Γυμνασίου στο 6^ο Γυμνάσιο Χαϊδαρίου. Σύμφωνα με το ωρολόγιο πρόγραμμα, τα τμήματα χωρίζονται στα δύο στο μάθημα της πληροφορικής και συνεπώς σε κάθε διδακτική ώρα υπήρχαν στην αίθουσα κατά μέσο όρο 11 ή 12 μαθητές. Συνολικά τα παιδιά της Γ Γυμνασίου είναι 70. Η δραστηριότητα διεξάχθηκε μέσα στο εργαστήριο και διήρκεσε μια διδακτική ώρα (45 λεπτά). Στο τέλος της 1^{ης} διδακτικής ώρας συζητήσαμε και αξιολογήσαμε την όλη διαδικασία της διδασκαλίας.

Λύκειο

Η προτεινόμενη διαδικασία διδασκαλίας εφαρμόστηκε τη σχολική χρονιά 2013-14 σε δύο τμήματα της Γ τάξης Τεχνολογικής Κατεύθυνσης Γενικού Λυκείου στο 7^ο Γενικό Λύκειο Αθηνών. Σύμφωνα με το καταστατικό στα τμήματα υπήρχαν 14 και 22 μαθητές αντίστοιχα. Συνολικά 36 μαθητές Τεχνολογικής Κατεύθυνσης. Η δραστηριότητα διεξάχθηκε μέσα στο εργαστήριο και διήρκεσε δύο διδακτικές ώρες (90 λεπτά). Στο τέλος της 2^{ης} διδακτικής ώρας συζητήσαμε και αξιολογήσαμε την όλη διαδικασία της διδασκαλίας.

4. Συμπεράσματα

Γυμνάσιο

Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν το πλήθος των σωστών απαντήσεων που έδωσαν τα παιδιά στα Φύλλα Εργασίας 1 και 2 όταν τα συμπλήρωσαν μόνα τους χωρίς να συνεργαστούν με το μαθητή της ομάδας τους.

Φύλλο Εργασίας 1

A- σκή- σεις	A	B	Γ	Δ	E	Στ	Z	H	Θ	I	K	Λ	M	N
Σω- στές Απ.	70	50	70	51	48	70	68	70	65	57	56	60	47	64

Παρατηρούμε ότι οι λιγότερες σωστές απαντήσεις δόθηκαν στις ασκήσεις που περιείχαν ανάθεση. Μάλιστα η ερώτηση Μ στην οποία έπρεπε να δημιουργήσουν μια εντολή ανάθεσης είχε της λιγότερες σωστές απαντήσεις. Στις ερωτήσεις Λ, Ν έχουμε ικανοποιητικά ποσοστά σωστών απαντήσεων δεδομένου ότι συχνά παρατηρείται σύγχυση για το πότε πρέπει να χρησιμοποιηθεί το σύμβολο « \rightarrow » ή το « \leftarrow ». Φαίνεται πως λειτούργησε θετικά ο πρακτικός κανόνας για το πότε χρησιμοποιούμε το κάθε σύμβολο.

Να σημειωθεί ότι οι σωστές απαντήσεις αυξήθηκαν σημαντικά όταν τα παιδιά ανά ζεύγη συζήτησαν τις απαντήσεις που σκέφτηκαν μόνα τους. Ακόμα περισσότερη βελτίωση είχαμε όταν πληκτρολόγησαν τις απαντήσεις τους στον υπολογιστή μια που μπορούσαν να επιβεβαιώσουν τη σκέψη τους. Η εξάσκηση στον υπολογιστή είναι πολύ σημαντική γιατί αφενός αυξάνει το ενδιαφέρον για το μάθημα και αφετέρου βοηθά το μαθητή να αντιληφθεί το λάθος του και να προσπαθήσει ξανά.

Στους μαθητές ζητήθηκε να αξιολογήσουν τη δυσκολία του φύλλου εργασίας. Οι πιο δύσκολες ασκήσεις ήταν κατά τη γνώμη τους η Δ και η Μ πράγμα που αποδείχτηκε από το πλήθος των σωστών ερωτήσεων.

Στην ερώτηση αν τους βοήθησε σημαντικά η συνεργασία με το συμμαθητή τους η απάντηση από το σύνολο των παιδιών ήταν θετική.

Τέλος, στην ερώτηση αν θα ήθελαν να κάνουμε περισσότερες ασκήσεις πάνω στις μεταβλητές για να τις εμπεδώσουν καλύτερα η απάντηση από τους 53 στους 70 ήταν ναι, πράγμα που αποδεικνύει πως ο χρόνος που προβλέπεται για τη διδασκαλία της έννοιας αυτής δεν είναι επαρκής.

Λύκειο

Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν το πλήθος των σωστών αποτελεσμάτων / απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές στις δραστηριότητες των Φύλλων Εργασίας 1 και 2 όταν τα συμπλήρωσαν μόνοι τους χωρίς να συνεργαστούν με το μαθητή της ομάδας τους. Συνεργασία ανά ομάδες των δύο ατόμων σε ένα Η/Υ υπήρξε μόνο στις επιμέρους εκτελέσεις των προγραμμάτων.

	Φύλλο Εργασίας 1			Φύλλο Εργασίας 2		
Δραστηριότητες	1 ^η	2 ^η	3 ^η	1 ^η	2 ^η	3 ^η
Πλήθος Σωστών Αποτελεσμάτων	30	24	34	18	36	28

Παρατηρούμε ότι στο 1^ο Φύλλο Εργασίας, στη 1^η δραστηριότητα οι λίγοι μαθητές που δεν απάντησαν σωστά ήταν στα σημεία των λογικών τύπων μεταβλητών που λόγω της ιδιαίτερης φύσης τους δικαιολογείται το λάθος, ενώ στη 2^η δραστηριότητα υπήρξε σχετικά μεγάλος αριθμός μαθητών που έδωσε λάθος απαντήσεις κι αυτό γιατί αρκετοί δεν σκέφτηκαν βάσει του κανόνα να υπολογίσουν πρώτα το τύπο του αποτελέσματος που θα προκύψει στο δεξί μέλος, να είναι ίδιος με το τύπο της μεταβλητής στο αριστερό μέλος.

Επίσης παρατηρούμε ότι στο ίδιο φύλλο, στη 3^η δραστηριότητα σχεδόν όλοι οι μαθητές έκαναν σωστά το πίνακα τιμών, αλλά ουδείς δεν παρατήρησε – πρόσεξε ότι το 2^ο τμήμα του αλγορίθμου δεν μπορεί να αποδώσει καμία τιμή λόγω της φύσης των τύπων των μεταβλητών. Αυτό ήταν όμως αναμενόμενο, για να δημιουργηθεί έτσι η αφορμή για τη συνέχεια στη 2^η διδακτική ώρα.

Στο 2^ο φύλλο εργασίας παρατηρούμε ότι στην 1^η δραστηριότητα πολλοί μαθητές (σχεδόν οι μισοί) δεν κατάφεραν να εξηγήσουν άμεσα το πρόβλημα που έμεινε παρατήρητο στην 3^η δραστηριότητα του 1^{ου} φύλλου εργασίας, διακρίνοντας έτσι μια σχετικά μεγάλη απόκλιση στις απαντήσεις των δυο αυτών δραστηριοτήτων. Αυτό αναμενόταν γιατί μέσα από τη γνωστική σύγκρουση, ο στόχος είναι να εμπεδώσουν τη σημασία του τύπου των μεταβλητών και άρα των δεδομένων σε ένα πρόγραμμα.

Τέλος στη 2^η δραστηριότητα απάντησαν όλοι σωστά, πράγμα αναμενόμενο, όμως στη 3^η δραστηριότητα δυσκολεύτηκε ένας μεγάλος αριθμός μαθητών σε σχέση με το ότι η δραστηριότητα είχε μόνο παρατήρηση και όχι υπολογισμούς.

Μεγάλη σημασία έχει ότι οι σωστές απαντήσεις και στα δύο φύλλα εργασίας συζητήθηκαν από τους μαθητές μεταξύ των ομάδων και η εξάσκηση με τον υπολογιστή υπήρξε επίσης σημαντική γιατί βοήθησε τους μαθητές να αντιληφθούν τα λάθη τους, ώστε μέσω αυτών να εμπεδώσουν και να εμβαθύνουν στις νέες έννοιες που ήταν οι στόχοι αυτής της διδασκαλίας.

Στους μαθητές ζητήθηκε να αξιολογήσουν τη δυσκολία των δραστηριοτήτων στα φύλλα εργασίας. Όλοι συμφώνησαν πως πιο δύσκολη ήταν η 1^η δραστηριότητα στο

2^ο φύλλο εργασίας. Οι πιο δύσκολες διατυπώσεις ως συμπεράσματα που τους ζητήθηκαν, ήταν στο 2^ο φύλλο εργασίας στη 3^η δραστηριότητα που διαπιστώνεται και από τα νούμερα..

Στην ερώτηση αν τους βοήθησε σημαντικά η συνεργασία με το συμμαθητή τους η απάντηση από το σύνολο των παιδιών ήταν θετική.

Τέλος, στην ερώτηση αν θα ήθελαν να κάνουμε περισσότερες ασκήσεις πάνω στις μεταβλητές για να τις εμπεδώσουν καλύτερα η απάντηση από τους 20 στους 36 ήταν ναι, πράγμα που αποδεικνύει πως ο χρόνος που προβλέπεται για τη διδασκαλία της έννοιας αυτής δεν είναι επαρκής.

Γενικό Συμπέρασμα

Μέσα από τη συζήτηση με τους μαθητές, προέκυψε ότι οι μαθητές που στο Γυμνάσιο είχαν εξοικειωθεί με την έννοια της μεταβλητής μέσα από το μάθημα προγραμματισμού, προσαρμόστηκαν, κατανόησαν, εμβάθυναν πολύ πιο εύκολα στην έννοια της μεταβλητής που συνάντησαν στο Λύκειο, παρόλο το μεγάλο διάστημα των δύο (2) ετών που μεσολαβεί μέχρι να εμπλακούν ξανά σε προγραμματιστικό περιβάλλον. Ως επέκταση της συγκεκριμένης πρότασης είναι η προσέγγιση της έννοιας της παραμέτρου, που θα εξεταστεί σε επόμενη εργασία.

Αναφορές - Βιβλιογραφία

Linn, M. & Dalbey, J. (1989), Cognitive Consequences of Programming Instruction, In E. Soloway & J. C. Spohrer (Eds), *Studying the Novice Programmer*, 57-81, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates.

Αράπογλου, Α., Μαβόγλου, Χ., Οικονομάκος Η., Φύτρος, Κ. (2007). «Πληροφορική Α΄, Β΄, Γ΄ Γυμνασίου», Αθήνα: ΟΕΔΒ

Ξυνογαλάς, Σ., Σατρατζέμη, Μ. & Δαγδiléλης, Β. (2000), Η εισαγωγή στον προγραμματισμό: Διδακτικές Προσεγγίσεις και Εκπαιδευτικά Εργαλεία, Στο Β. Κόμης (Επιμ.), *Πρακτικά Εισηγήσεων 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση»*, 115-124, Πάτρα.

Κάπας, Κ., (2002), Εκπαιδευτική και Παιδαγωγική Προσέγγιση της Αλγοριθμικής και του Προγραμματισμού με τις ΤΠΕ και Λογισμικά, *Πρακτικά Εργασιών 3^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου «Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση»*.

Τζιμογιάννης, Α. & Κόμης, Β. (2000), Η έννοια της μεταβλητής στον Προγραμματισμό: δυσκολίες και παρανοήσεις μαθητών του Ενιαίου Λυκείου, Β. Κόμης (Επιμ.), *Πρακτικά Εισηγήσεων 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση»*, 103-114, Πάτρα.

- Τζιμογιάννης, Α. (2003), Η διδασκαλία του Προγραμματισμού στο Ενιαίο Λύκειο: προς ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο με στόχο την ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων, *Πρακτικά 2ου Πανελλήνιου Συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ: «Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών στη Διδακτική Πράξη», Τόμος Α', 706-720, Σύρος*
- Τζιμογιάννης, Α., Πολίτης, Π. & Κόμης, Β. (2005) Μελέτη των Αναπαραστάσεων Τελειόφοιτων Μαθητών Ενιαίου Λυκείου για την Έννοια της Μεταβλητής, *Πρακτικά Εργασιών 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής», Κόρινθος*
- Φεσάκης, Γ. & Δημητρακοπούλου, Α. (2005) Γνωστικές Δυσκολίες Μαθητών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης σχετικά με την Έννοια της Προγραμματιστικής Μεταβλητής και Προτεινόμενες Παρεμβάσεις, *Πρακτικά Εργασιών 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής», Κόρινθος*.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι (ΓΥΜΝΑΣΙΟ)

Φύλλο εργασίας 1

Δραστηριότητα 1

Τι θα εμφανίσει το παρακάτω πρόγραμμα;

- A) Κάνε “ χ 4
Δείξε : χ ”
- B) Κάνε “ χ : $\chi + 5$
Δείξε : χ ”
- Γ) Κάνε “ χ 3
Κάνε “ ψ 8
Δείξε : $\chi + \psi$ ”
- Δ) Κάνε “ χ : $\chi + 5$
Δείξε : $\chi - \psi$ ”
- Ε) Κάνε “ ψ : χ
Δείξε : $\chi * \psi$ ”
- ΣΤ) Κάνε “όνομα “Μαρία
Δείξε :όνομα ”
- Ζ) Κάνε “ονοματεπώνυμο [Μαρία Γουλάρη]

- Δείξε :ονοματεπώνυμο
- H) Κάνε “ζώο “άλογο
- Δείξε :ζώο
- Θ) Δείξε “γάτα
- I) Δείξε “ζώο
- K) Κάνε “ζώο “ζέβρα
- Δείξε (φρ [έχω ένα] :ζώο

Δραστηριότητα 2

Γράψτε τις εντολές ώστε:

Λ) Να δημιουργήσετε μια μεταβλητή με όνομα M1 και τιμή 7

.....

.....

M) Να αυξήσετε την τιμή της M1 κατά 2

.....

N) Να εμφανίσετε την τιμή της μεταβλητής M1

.....

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II (ΛΥΚΕΙΟ)

Φύλλο εργασίας 1

Ορισμός : **Μεταβλητή** είναι μια θέση μνήμης (RAM) η οποία **περιέχει μια μόνο τιμή**. Η τιμή αυτή μπορεί να είναι κάποιο **δεδομένο** ή κάποιο αποτέλεσμα επεξεργασίας δεδομένων.

Κάθε μεταβλητή έχει ένα **όνομα**, έναν **τύπο** και ένα **περιεχόμενο** (τιμή).

Το όνομα και ο τύπος της μεταβλητής **δεν** μπορούν να αλλάξουν κατά την διάρκεια εκτέλεσης του αλγορίθμου-προγράμματος, ενώ **το περιεχόμενό της δηλαδή η τιμή μπορεί να αλλάξει**.

Τιμή μεταβλητής είναι η τρέχουσα τιμή κατά την εκτέλεση του αλγορίθμου-προγράμματος ή η τελευταία τιμή στον τερματισμό του.

Δραστηριότητα 1 : Έστω ότι έχετε να διαχειριστείτε τα εξής στοιχεία για έναν εργαζόμενο. Το επίθετό του, τη διεύθυνσή του, το μισθό του, αν είναι έγγαμος ή όχι, τον αριθμό των παιδιών του, τον αριθμό της ταυτότητάς του, το φύλο του, την ηλικία του.

Σε ποιες από τις παρακάτω μεταβλητές θα αποθηκεύατε το κάθε ένα στοιχείο του ;

Μεταβλητές

Ακέραιες : M1, M2, M3

Πραγματικές : M4, M5, M6

Χαρακτήρες : M7, M8, M9

Λογικές : M10, M11, M12

Δραστηριότητα 2 : Έστω οι παρακάτω μεταβλητές με τους τύπους τους.

Να διαπιστώσετε αν οι παρακάτω εντολές μπορούν να εκτελεστούν ή όχι.

Μεταβλητές

Ακέραιες : X, Ψ

Πραγματικές : A, B

Χαρακτήρες : M, Z

Λογικές : Λ, Φ

$\Psi \leftarrow X+1$	$\Psi \leftarrow X+B$	$Z \leftarrow \text{'Μαρία'}$	$\Phi \leftarrow M$
$\Psi \leftarrow X+2,3$	$X \leftarrow X/3$	$\Lambda \leftarrow 20$	$\Lambda \leftarrow \Lambda+M$
$X \leftarrow 10$	$B \leftarrow M+4$	$\Phi \leftarrow \text{Αληθής}$	$\Phi \leftarrow \Lambda$
$A \leftarrow X + 5$	$M \leftarrow 15$	$A \leftarrow A-(B*3)/2$	$Z \leftarrow \text{'Ψευδής'}$
$X \leftarrow X + A$	$M \leftarrow \text{'15'}$	$\Phi \leftarrow \Phi+2$	$\Lambda \leftarrow \text{'Αληθής'}$
$X \leftarrow Y-2*5/2$	$X \leftarrow X + 25$	$Z \leftarrow \text{'ΚΑΛΟΣ234'}$	$Z \leftarrow M$

Δραστηριότητα 3

Δίνονται οι παρακάτω εντολές ενός προγράμματος. Να τις εκτελέσετε αποδίδοντας σε πίνακα τιμών τις αντίστοιχες τιμές που παίρνουν κάθε φορά οι μεταβλητές χ και ζ ;

Εντολές	Μεταβλητή χ	Μεταβλητή ζ
$\chi \leftarrow 5$		
$\chi \leftarrow \chi + 2$		
$\zeta \leftarrow \chi$		
$\zeta \leftarrow \zeta + \chi$		
$\zeta \leftarrow \chi + \zeta + 3$		
$\chi \leftarrow \zeta/2$		
$\zeta \leftarrow \chi - \zeta$		

Εμφάνισε χ, ζ		
$\chi \leftarrow \chi \bmod 5$		
$\zeta \leftarrow \zeta \text{ DIV } 5$		
$\chi \leftarrow \zeta + \chi \bmod 2$		
$\zeta \leftarrow \chi - \zeta \text{ DIV } 3$		
Εμφάνισε χ, ζ		

Φύλλο εργασίας 2

Δραστηριότητα 1

Ανοίξτε τώρα το αρχείο *άσκηση1.γλώσσα* στο λογισμικό ‘Διερμηνευτή Γλώσσας’ που περιέχει τις ίδιες εντολές. Συμπληρώστε τους κατάλληλους τύπους των μεταβλητών και εκτελέστε το.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ άσκηση1

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

ΑΡΧΗ

$\chi \leftarrow 5$

$\chi \leftarrow \chi + 2$

$\zeta \leftarrow \chi$

$\zeta \leftarrow \zeta + \chi$

$\zeta \leftarrow \chi + \zeta + 3$

$\chi \leftarrow \zeta / 2$

$\zeta \leftarrow \chi - \zeta$

ΓΡΑΨΕ χ, ζ

$\chi \leftarrow \chi \bmod 5$

$\zeta \leftarrow \zeta \text{ DIV } 5$

$\chi \leftarrow \zeta + \chi \bmod 2$

$\zeta \leftarrow \chi - \zeta \text{ DIV } 3$

ΓΡΑΨΕ χ, ζ

ΤΕΛΟΣ_ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Τι παρατηρείτε; Εξηγήστε γιατί συμβαίνει αυτό που παρατηρήσατε.

Δραστηριότητα 2

Να γράψετε τον πίνακα τιμών των μεταβλητών για τις εντολές :

$X \leftarrow 2$


```

X <- X + 5
A <- X + 10
X <- X + 5
A <- X + 4

```

Εμφάνισε X, A

Στη συνέχεια εκτελέστε τις με το λογισμικό *Διερμηνευτή Γλώσσας*, δηλώνοντας όλες τις μεταβλητές ακέραιες.

Δραστηριότητα 3

Να γράψετε τον πίνακα τιμών των μεταβλητών για τις παρακάτω εντολές, δίνοντας για είσοδο τις τιμές 5 και 8 :

```

ΔΙΑΒΑΣΕ X
X <- X + 5
A <- X + 10
ΔΙΑΒΑΣΕ B
X <- X + 5
A <- X + B

```

ΓΡΑΨΕ A, B, X

Ανοίξτε με το Διερμηνευτή Γλώσσας το αρχείο *άσκηση2.γλώσσα* και εκτελέστε το.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ άσκηση2

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

ΑΚΕΡΑΙΕΣ: X, A, B

ΑΡΧΗ

ΓΡΑΨΕ 'Δώσε έναν αριθμό'

ΔΙΑΒΑΣΕ X

X <- X + 5

A <- X + 10

ΓΡΑΨΕ 'Δώσε ακόμα έναν αριθμό'

ΔΙΑΒΑΣΕ B

X <- X + 5

A <- X + B

ΓΡΑΨΕ A, B, X

ΓΡΑΨΕ ' αποτελέσματα ', X, A, B

ΤΕΛΟΣ_ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Τι παρατηρείτε ως διαφορά κατά την εκτέλεση των δύο αυτών προγραμμάτων ; Αποδώστε την έννοια της τιμής σε μια μεταβλητή (τρέχουσα και τελική τιμή). Επίσης πόσες φορές πήραν τιμή και πόσες φορές άλλαξαν τιμή οι μεταβλητές. Τέλος να εξηγήσετε την εντολή εξόδου *Γράψε* και αν μπορεί ή όχι να εκτελεστεί η εντολή *Γράψε* Λ ;

Abstract

The aim of our project is to present an educational approach of teaching variable in programming. Both in Junior High school and Lyceum the students seem to have a significant difficulty in understanding its meaning. In this project the lesson plan has got a common basis for both Junior High School and Lyceum, although they differ in the activities.

This teaching approach has been applied to third grade students of Junior High School and Lyceum. The student's interest was bright while they seemed to understand the topic in a quite satisfactory way.

Key words: Variable, Logo, language, data, storage, input-output commands.