

Δυσκολίες των μαθητών στην κατανόηση των τύπων δεδομένων και των μεταβλητών της γλώσσας προγραμματισμού Python

Ευριπίδης Βραχνός¹, Μαρία Κατσένη²

¹Ζάννειο Πειραματικό Γυμνάσιο Πειραιά, ²Γυμνάσιο Θρακομακεδόνων
{evrachnos, mkatseni}@gmail.com

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια η γλώσσα προγραμματισμού Python έχει κυριαρχήσει ως εισαγωγική γλώσσα προγραμματισμού στην τριτοβάθμια εκπαίδευση και αποτελεί τη βασική γλώσσα προγραμματισμού στην ελληνική επαγγελματική εκπαίδευση. Στο Ζάννειο Πειραματικό Γυμνάσιο διδάσκουμε τη γλώσσα Python πιλοτικά τα τελευταία χρόνια. Στο πλαίσιο αυτό διενεργήσαμε μια έρευνα πεδίου σε 80 μαθητές της Α' Γυμνασίου σχετικά με τις αναπαραστάσεις που σχηματίζουν για την έννοια της μεταβλητής στην Python. Επίσης προσπαθήσαμε να εντοπίσουμε τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές με το δυναμικό σύστημα τύπων της γλώσσας και τα διάφορα είδη τελεστών. Ερευνήσαμε αν η διαφορετική αναπαράσταση των μεταβλητών στη γλώσσα αυτή αλλάζει τις διδακτικές στρατηγικές και τους διδακτικούς μετασχηματισμούς που ακολουθούμε για τη διδασκαλία των μεταβλητών στους μαθητές. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων είναι κυρίως ποιοτική και λιγότερο ποσοτική. Τα συμπεράσματα της έρευνας έδειξαν ότι δεν χρειάζεται αρχικά να αλλάξουμε το μοντέλο διδασκαλίας αφού τα δυο μοντέλα αναπαράστασης δεν διαφέρουν από πλευρά λειτουργικότητας, οπότε οι διαφορές δεν γίνονται αντιληπτές από τους μαθητές.

Λέξεις κλειδιά: Python, προγραμματισμός, μεταβλητή, έρευνα πεδίου

1. Εισαγωγή

Ο προγραμματισμός απαιτεί τη γνώση χρήσης συμβόλων και αναπαραστάσεων για τη διαχείριση δεδομένων. Παρά τις επιμέρους διαφοροποιήσεις τους, η πλειονότητα των γλωσσών προγραμματισμού βασίζεται στην ίδια θεμελιώδη τεχνική, αυτή της διαχείρισης τιμών που περιέχονται σε μεταβλητές (Jimoyiannis, 2011; Samurçay, 1989). Συνεπώς η μεταβλητή αποτελεί μια από τις πιο θεμελιώδεις έννοιες του προγραμματισμού. Παράλληλα αποτελεί και τον βασικό δομικό λίθο πάνω στον οποίο χτίζονται οι δομές δεδομένων όπως είναι οι πίνακες και οι λίστες. Παρότι η μεταβλητή απαντάται ήδη από τα πρώτα μαθήματα στον προγραμματισμό, η οικοδόμησή της φαίνεται να παρουσιάζει ιδιαίτερες δυσκολίες, αφού η έννοια της αποθήκευσης εμπερικλείει τόσο την εκχώρηση τιμής όσο και την εμφάνισή της. Η φύση των πληροφορικών αντικειμένων που εμπλέκονται

στο προς επίλυση πρόβλημα και οι αναπαραστάσεις των μαθητών για τα αντικείμενα αυτά εισάγουν πρόσθετες δυσκολίες: σχέσεις που αφορούν μεταβλητές, όπως οι αριθμοί ή οι χαρακτήρες επιτρέπουν, στον ένα ή στον άλλο βαθμό, να οδηγηθούμε σε οικεία γνωστικά σχήματα, ενώ η χρήση μεταβλητών boolean ή πιο σύνθετων δομών (π.χ. πίνακες) απαιτεί οικοδόμηση νέων αναπαραστάσεων από τους μαθητές (Jimoyiannis, 2011).

Η κατανόηση της έννοιας της μεταβλητής είναι πολύ σημαντική για τους αρχάριους προγραμματιστές διότι εκτός από την λειτουργική της σημασία, πάνω σε αυτή χτίζονται πιο σύνθετες δομές όπως οι πίνακες. Έχει παρατηρηθεί ότι παρανοήσεις που έχουν οι μαθητές στις μεταβλητές είναι πηγή νέων παρανοήσεων στους πίνακες (Βραχνός & Τζιμογιάννης, 2010), αφού ένας πίνακας είναι μια ακολουθία από μεταβλητές.

Η γλώσσα προγραμματισμού Python έχει κυριαρχήσει ως εισαγωγική γλώσσα προγραμματισμού στην τριτοβάθμια εκπαίδευση και αποτελεί τη βασική γλώσσα προγραμματισμού στην ελληνική επαγγελματική εκπαίδευση. Στο Ζάννειο Πειραματικό Γυμνάσιο διδάσκουμε τη γλώσσα Python πιλοτικά τα τελευταία χρόνια. Στο πλαίσιο αυτό διενεργήσαμε μια έρευνα πεδίου σε 80 μαθητές της Α' Γυμνασίου σχετικά με τις αναπαραστάσεις που σχηματίζουν για την έννοια της μεταβλητής στην Python. Επίσης προσπαθήσαμε να εντοπίσουμε τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές με το δυναμικό σύστημα τύπων της γλώσσας και τα διάφορα είδη τελεστών. Ερευνήσαμε αν η διαφορετική αναπαράσταση των μεταβλητών στη γλώσσα αυτή αλλάζει τις διδακτικές στρατηγικές και τους διδακτικούς μετασχηματισμούς που ακολουθούμε για τη διδασκαλία των μεταβλητών στους μαθητές. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων είναι κυρίως ποιοτική και λιγότερο ποσοτική.

2. Θεωρητικό Πλαίσιο

Πολλές επιστημονικές έρευνες έχουν δείξει ότι οι μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης έχουν πολλές δυσκολίες στον χειρισμό μεταβλητών κατά την επίλυση προβλημάτων (Du Boulay, 1986; Soloway & Spohrer, 1989; Green, 1990; Jimoyiannis, 2011). Επίσης έχει παρατηρηθεί (Jimoyiannis, 2011) ότι πολλοί μαθητές παρουσιάζουν δυσκολίες κατά τον χειρισμό συγκεκριμένων τύπων μεταβλητών. Ενώ οι αριθμητικές μεταβλητές χειρίζονται από τους μαθητές σχετικά εύκολα, αφού παραπέμπουν σε οικεία γνωστικά σχήματα, η χρήση αλφαριθμητικών, λογικών ή πιο σύνθετων δομών δεδομένων απαιτεί την οικοδόμηση νέων αναπαραστάσεων για τις οποίες οι μαθητές συναντούν σοβαρές δυσκολίες.

Οι αναπαραστάσεις που έχουν οι μαθητές/φοιτητές σχετικά με την έννοια της μεταβλητής φαίνονται από τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούν την εντολή ανάθεσης τιμής (εκχώρησης) μεταξύ μεταβλητών. Αρκετές έρευνες (Jimoyiannis, 2011) διαπιστώνουν σοβαρές δυσκολίες των μαθητών όταν χρησιμοποιούνται μεταβλη-

τές και στις δυο πλευρές της εντολής ανάθεσης τιμής. Πολλοί μαθητές έχουν την παρανόηση ότι η τιμή της μεταβλητής στο δεξιό άκρο δεν αντιγράφεται αλλά μεταφέρεται στην μεταβλητή στο αριστερό άκρο της εκχώρησης. Άλλοι θεωρούν ότι με κάποιο τρόπο οι μεταβλητές είναι συνδεδεμένες συγχέοντας την έννοια της μαθηματικής μεταβλητής που έχουν ήδη διδαχθεί.

Οι συμβατικές/παραδοσιακές γλώσσες προγραμματισμού (C, C++, Java, Pascal) ακολουθούν το ίδιο μοντέλο για την αναπαράσταση των μεταβλητών. Σε αυτές τις γλώσσες προγραμματισμού μια μεταβλητή αναφέρεται σε μια θέση μνήμης στην οποία είναι αποθηκευμένη η τιμή της. Αν η μεταβλητή πάρει μια νέα τιμή αυτή θα αποθηκευθεί στη ίδια θέση μνήμης. Από το μοντέλο αυτό προέκυψε η διδακτική αναπαράσταση της μεταβλητής που γνωρίζουμε ως ένα κουτί ή γραμματοκιβώτιο που περιέχει μέσα μια και μόνο τιμή, όπως φαίνεται¹ στο παρακάτω σχήμα:






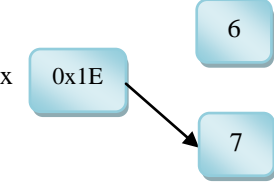
Εικόνα 1 Διδακτική αναπαράσταση του εννοιολογικού μοντέλου της μεταβλητής

Ωστόσο τα τελευταία χρόνια μια νέα γενιά γλωσσών προγραμματισμού με κύριο εκπρόσωπό της τη γλώσσα Python (Agarwal, Agarwal, & Celebi, 2008; Jayal, Lau-ria, Tucker & Swift, 2011; Guo 2014) έχει αρχίσει να εκτοπίζει τις άλλες γλώσσες στα εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης διεθνώς.

Στην Python η αναπαράσταση των μεταβλητών είναι εντελώς διαφορετική από αυτή που γνωρίζαμε ως τώρα, και αυτό αλλάζει τα πάντα στην διδακτική του προγραμματισμού. Το μοντέλο στο οποίο η μεταβλητή είναι ένα κουτί μέσα στο οποίο μπαίνει κάθε φορά η νέα τιμή δεν ισχύει πια. Πλέον, οι τιμές είναι από μόνες τους αντικείμενα που καταλαμβάνουν τις δικές τους θέσεις στη μνήμη. Όταν μια μεταβλητή πάρει την τιμή 6 ουσιαστικά δείχνει στη θέση μνήμης που βρίσκεται το 6. Αν στη συνέχεια στην ίδια μεταβλητή εκχωρήσουμε μια άλλη τιμή τότε θα δείξει σε άλλη θέση στη μνήμη. Η λογική μοιάζει με τους δείκτες (pointers) της C++ και τις αναφορές (references) της Java.







¹ Οι εικόνες αναπαράστασης των μεταβλητών στη μνήμη αποτελούν δημιουργία του David Goodger και είναι αναρτημένες στην ιστοσελίδα <http://python.net/~goodger/projects/pycon/2007/idiomatic>.

Ας δούμε για παράδειγμα ποια είναι η κατάσταση στη μνήμη αν μια μεταβλητή αυξηθεί:

Εντολή	Java	Python
<code>x = 6</code>	x 	x 
<code>x = x + 1</code>	x 	x 

Εικόνα 2 Τι συμβαίνει στη μνήμη όταν αυξάνεται μια μεταβλητή

Σε αυτή την περίπτωση δεν αλλάζει το περιεχόμενο της μνήμης αλλά η μεταβλητή δείχνει στο νέο αντικείμενο το 7. Από διδακτικής πλευράς μια επεξηγηματική αναπαράσταση αυτού του σχήματος αποτελεί το μοντέλο της ετικέτας η οποία κάθε φορά κρεμείται στην τιμή που έχει, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.

Εντολή	Αναπαράσταση στη μνήμη	
	Κλασικό Μοντέλο	Νέο μοντέλο
<code>a = 1</code>		
<code>a = 2</code>		
<code>b = a</code>		

Εικόνα 3 Αναπαράσταση μεταβλητών σε δυο διαφορετικά μοντέλα μνήμης

Ωστόσο σε ένα εισαγωγικό μάθημα προγραμματισμού τα δυο αυτά μοντέλα έχουν την ίδια ακριβώς συμπεριφορά αν μελετήσουμε μόνο τα αποτελέσματά τους. Δηλαδή η λειτουργική αναπαράσταση του μοντέλου σε κάθε περίπτωση είναι η ίδια

όταν μιλάμε για μεταβλητές που αναφέρονται σε βασικούς τύπους. Η αναπαράσταση αυτή η οποία ορίζεται από τις ιδιότητες του μοντέλου είναι γνωστή στη βιβλιογραφία και ως νοητή μηχανή (notional machine) (Du Boulay, 1986).

3.Η Έρευνα

Η έρευνα που παρουσιάζουμε σε αυτή την εργασία έγινε αποκλειστικά σε μαθητές και μαθήτριες της Α' τάξης του Ζαννείου Πειραματικού Γυμνασίου που είχαν ήδη διδαχθεί τα βασικά του προγραμματισμού με το περιβάλλον Scratch. Στα μαθήματα αυτά ακολουθήθηκε η προσέγγιση της γεωμετρίας της χελώνας στον προγραμματισμό και δεν έγινε καμία αναφορά σε μεταβλητές. Έτσι εξασφαλίσαμε ότι οι μαθητές του δείγματος δεν είχαν έρθει ποτέ σε επαφή με την έννοια της μεταβλητής στον προγραμματισμό. Επίσης δεν είχαν ποτέ ακούσει και για τύπους δεδομένων.

3.1 Στόχοι της Έρευνας – Ερευνητικά ερωτήματα

Ο βασικός στόχος της έρευνας ήταν να διερευνήσουμε την ανταπόκριση των μαθητών στην πιλοτική διδασκαλία μια σύγχρονης γλώσσας προγραμματισμού όπως είναι η Python και να εντοπίσουμε τις δυσκολίες που μπορεί να αντιμετωπίσουν οι μαθητές. Η έρευνα επικεντρώθηκε στις έννοιες του τύπου δεδομένων και της μεταβλητής. Τα ερευνητικά ερωτήματα ήταν τα εξής:

- Ποιες είναι οι δυσκολίες που συναντούν οι μαθητές με τους τύπους της Python;
- Οι δυσκολίες που συναντούν οι μαθητές με τις μεταβλητές στην Python διαφέρουν από αυτές που συναντούν στις άλλες γλώσσες σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία;
- Η διδασκαλία της έννοιας της μεταβλητής στην Python αλλάζει την διδακτική μας προσέγγιση;

3.2 Μεθοδολογία – Σχεδιασμός της Έρευνας

Η έρευνα διεξήχθη στο δεύτερο τετράμηνο του σχολικού έτους 2016-2017 και συμμετείχαν συνολικά 80 μαθητές της Α' τάξης του Ζαννείου Πειραματικού Γυμνασίου Πειραιά.

Η εισαγωγή στην Python έγινε μέσα από δραστηριότητες διερευνητικού και ανακαλυπτικού χαρακτήρα, μέσα από τις οποίες οι μαθητές ανακάλυπταν βαθμιαία τα βασικά χαρακτηριστικά των εντολών και των δομών της γλώσσας. Στους μαθητές δόθηκαν φύλλα εργασίας μέσα από τα οποία τους προτρέπαμε να δοκιμάζουν απλές εντολές στον διερμηνευτή της Python και να προσπαθήσουν να εξηγήσουν τα

αποτελέσματα. Δεν έγινε καμία διάλεξη πριν τις δραστηριότητες παρά μόνο μια σύντομη επίδειξη των βασικών χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος. Ο στόχος μας ήταν μέσα από τη διερεύνηση και τον πειραματισμό με τον διερμηνευτή της Python, οι μαθητές να ανακαλύψουν μόνοι τους τη λειτουργία βασικών τελεστών και δομών της γλώσσας.

Η υλοποίηση κάθε φύλλου εργασίας χρειάστηκε 2 ώρες. Συνολικά η έρευνα έγινε σε $2+2 = 4$ ώρες και την 5^η ώρα δόθηκε ένα ερωτηματολόγιο στους μαθητές μετά τη συμπλήρωση του οποίου ακολούθησε συζήτηση.

Τα αποτελέσματα της έρευνας προέκυψαν μετά από τη μελέτη των φύλλων εργασίας των μαθητών, των ερωτηματολογίων που τους δόθηκαν αλλά και μέσα από στοχευμένες συνεντεύξεις που είχαμε μαζί τους.

4. Αποτελέσματα

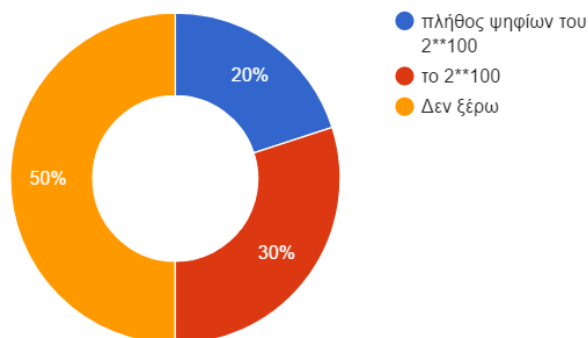
Το 1^ο φύλλο εργασίας που δόθηκε στους μαθητές περιείχε απλές εντολές σχετικά με τους αριθμητικούς, τους συγκριτικούς και τους λογικούς τελεστές έτσι ώστε οι μαθητές να διερευνήσουν τον υπολογισμό αριθμητικών και λογικών εκφράσεων. Αρκετοί μαθητές αντιλήφθηκαν ότι η λειτουργία του τελεστή της διαίρεσης εξαρτάται από τον τύπο των αριθμών που συμμετέχουν αλλά δυσκολεύτηκαν πολύ με τον τελεστή % του υπολοίπου. Σε αυτό το σημείο χρειάστηκε να τους υπενθυμίσουμε την ταυτότητα της ευκλείδειας διαίρεσης που έχουν κάνει στην Α' Γυμνασίου, μαζί με κάποια παραδείγματα. Επίσης χρειάστηκε να εξηγήσουμε στους μαθητές τη διαφορά του 2 με το 2.0. Παρουσιάζει ενδιαφέρον ότι αρκετοί μαθητές δεν δυσανασχέτησαν με την πολυμορφική συμπεριφορά του τελεστή / αλλά τους φάνηκε περίεργος ο συμβολισμός της πράξης του υπολοίπου με το % που χρησιμοποιούν στα ποσοστά.

Οι μαθητές δεν δυσκολεύτηκαν καθόλου να ανακαλύψουν τη λειτουργία των τελεστών + και * με αλφαριθμητικά. Ωστόσο υπήρξε ένα πρόβλημα στην κατανόηση των λογικών τελεστών και των λογικών τύπων. Αυτό ήταν αναμενόμενο με βάση και τα αποτελέσματα αντίστοιχων ερευνών που είναι δημοσιευμένα στην διεθνή βιβλιογραφία.

Την 2^η ώρα ασχοληθήκαμε με τις συναρτήσεις type, len, και int, str για τη μετατροπή τύπων. Ο σκοπός ήταν να καταλήξουμε σε έναν συνδυασμό των συναρτήσεων str και len για τον υπολογισμό του πλήθους των ψηφίων πολύ μεγάλων αριθμών όπως είναι ο 2^{10000} τον οποίο υπολογίζει πολύ γρήγορα η Python κάτι που εντυπωσιάζει τους μαθητές. Εδώ οι μαθητές έδειξαν ενδιαφέρον για τον γρήγορο υπολογισμό των ψηφίων αλλά διαφάνηκε ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα που δεν είχαμε υπολογίσει. Οι μαθητές δεν γνωρίζουν την έννοια της συνάρτησης στην Α' γυμνασίου. Ακόμα όμως και στην Β' γυμνασίου που έρχονται σε επαφή με απλές συναρτήσεις δεν χρησιμοποιούν τον συμβολισμό $f(x)$ αλλά το y ως τεταγμένη. Δε-

δομένου ότι η εφαρμογή που τους δείξαμε για τον υπολογισμό των ψηφίων χρησιμοποιεί τη σύνθεση των συναρτήσεων `len` και `str` έπρεπε να τους εξηγήσουμε με κάποιον λειτουργικό και όχι εννοιολογικό τρόπο την σύνθεση συναρτήσεων ή ας πούμε την διαδοχική εφαρμογή τους ως τελεστές.

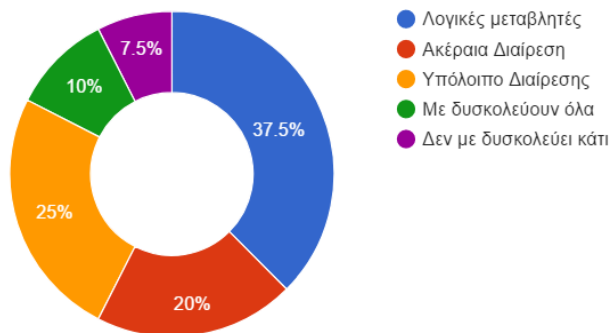
Τι υπολογίζει η εντολή `len(str(2**100))` ;



Εικόνα 4. Πως αντιμετώπισαν οι μαθητές τη σύνθεση συναρτήσεων

Ο λογικός τύπος δεδομένων ήταν η έννοια που δυσκόλεψε περισσότερο τους μαθητές διότι ενώ μπορούν να κατανοήσουν σε έναν βαθμό τον αλφαριθμητικό και τον αριθμητικό τύπο, δυσκολεύονται πολύ στις λογικές τιμές, ίσως γιατί πρόκειται για κάτι που δεν έχουν συναντήσει ως τώρα στην σχολική τους ζωή. Ένα μικρό ποσοστό μαθητών απάντησαν ότι δεν τους δυσκολεύει τίποτα και αυτό είναι ενδιαφέρον, γιατί όλες οι έννοιες ήταν νέες για τους μαθητές και παρουσιάστηκαν σε σύντομο χρονικό διάστημα χωρίς ιδιαίτερες επεξηγήσεις.

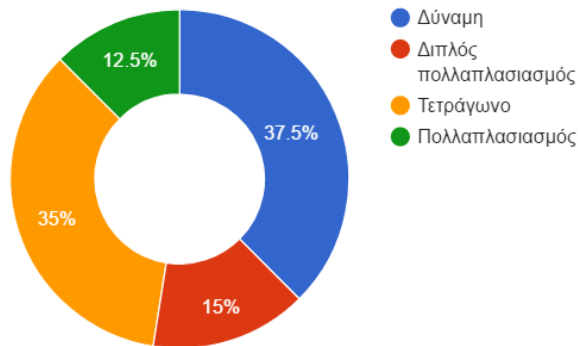
Τι σας δυσκόλεψε περισσότερο στο 1ο μάθημα;



Εικόνα 5. Δυσκολίες των μαθητών στο 1^ο φύλλο εργασίας

Επίσης ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές σχετικά με την λειτουργία που επιτελεί ο τελεστής ** στην Python.

Τι λειτουργία επιτελεί ο τελεστής ** ;



Εικόνα 6. Τι πιστεύουν οι μαθητές για τον τελεστή **

Αρκετοί από τους μαθητές που έδωσαν τις απαντήσεις “διπλός πολλαπλασιασμός” “τετράγωνο” στην πραγματικότητα εννοούσαν δύναμη αλλά δεν μπορούσαν να το εκφράσουν σωστά. Αυτό το διαπιστώσαμε όταν τους ρωτήσαμε τι εννοούν και τους επιτρέψαμε να μας το εξηγήσουν με ένα παράδειγμα.

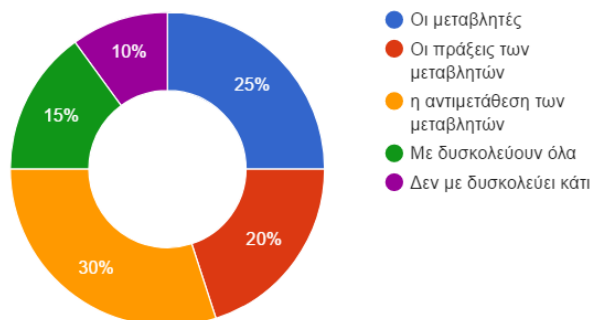
Τις επόμενες δυο ώρες οι μαθητές ασχολήθηκαν με το δεύτερο φύλλο εργασίας για τις μεταβλητές.

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αντί για την εντολή $x = x + 1$ την σύντομη εντολή

$$x += 1$$

η οποία δεν δημιουργεί στους μαθητές την σύγχυση που προκαλεί η εντολή $x = x + 1$.

Τι σας δυσκόλεψε περισσότερο στο 2ο μάθημα;



Εικόνα 7. Δυσκολίες των μαθητών στο 2^ο φύλλο εργασίας

5. Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή παρουσιάσαμε τα αποτελέσματα μιας έρευνας που υλοποιήθηκε σε 80 μαθητές της Α' τάξης του Ζαννείου Πειραματικού Γυμνασίου στο τέλος του σχολικού έτους 2016-2017. Το θέμα της έρευνας ήταν οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές με την έννοια της μεταβλητής στον προγραμματισμό στη γλώσσα Python.

Οι μαθητές δεν δυσκολεύτηκαν ιδιαίτερα να κατανοήσουν της ιδιότητες της έννοιας της μεταβλητής, λόγω της διερευνητικής-εργαστηριακής προσέγγισης που ακολουθήσαμε. Ωστόσο, φάνηκε ότι οι μαθητές δεν είχαν οικοδομήσει επαρκείς αναπαραστάσεις για τη διαδοχικότητα των εντολών εκχώρησης ενός προγράμματος και τη δυναμική τροποποίηση των τιμών των μεταβλητών, όπως άλλωστε συμβαίνει και σε όλες τις άλλες γλώσσες προγραμματισμού.

Οι μαθητές δυσκολεύτηκαν ιδιαίτερα στην κατανόηση των λογικών τιμών true, false όχι μόνο λειτουργικά αλλά και εννοιολογικά. Ωστόσο φάνηκε ότι αν δοθούν στους μαθητές κατάλληλα παραδείγματα μέσα από ένα φύλλο εργασίας μπορούν μόνοι τους να ταυτοποιήσουν τις ιδιότητες των μεταβλητών, των τελεστών και των τύπων της γλώσσας Python, παρατηρώντας τα αποτελέσματα των εντολών στον διερμηνευτή. Εδώ αναδείχθηκε η δύναμη του διερμηνευτή ως ένα εκπαιδευτικό εργαλείο υψηλού βαθμού διαδραστικότητας, που βοηθάει ιδιαίτερα τους μαθητές στην ανακάλυψη των βασικών προγραμματιστικών εννοιών μέσω διερεύνησης και εκτεταμένων πειραματισμών. Η χρήση των μεταβλητών στην Python δεν έχει καμία διαφορά σε λειτουργικό επίπεδο από τις διαδικασιακές γλώσσες που ξέρουμε παρόλο που χρησιμοποιούνται διαφορετικά μοντέλα αναπαράστασης στη μνήμη. Άρα δεν είναι απαραίτητο να αλλάξουμε τον διδακτικό μετασχηματισμό που χρησιμοποιούμε άμεσα. Ωστόσο δεδομένου ότι πλέον το διδακτικό μοντέλο του γραμματοκιβωτίου είναι επιστημονικά λανθασμένο στην Python, καλό θα ήταν να το αποφύγουμε και να αφήσουμε τους μαθητές να σχηματίσουν τα δικά τους νοητικά μοντέλα για την έννοια της μεταβλητής μετά από εκτεταμένους πειραματισμούς στον διερμηνευτή της γλώσσας. Η διαφορά θα φανεί μόνο όταν οι μαθητές φτάσουν να χρησιμοποιούν σύνθετα αντικείμενα όπως είναι οι λίστες. Αυτό όμως θα αποτελέσει το αντικείμενο της επόμενης έρευνας.

Αναφορές

Agarwal, K., Agarwal, A., & Celebi, E. (2008). Python puts a squeeze on java for CS0 and beyond. *J. Comput. Sci. Coll.* 23, 6, 49-57.

Du Boulay, B. (1986). Some difficulties of learning to program. *Journal of Educational Computing Research*, 2(1), 57- 73.

Dufoyer J. P., (1988), Informatique, éducation et psychologie de l'enfant, PUF

Green T. R. G., (1990), (Ed.), *Psychology of Programming*, London: Academic Press

Guo, P., (2014). *Python is now the Most Popular Introductory Teaching Language at Top U.S. Universities*. Survey published at the Communications of the ACM blog (CACM blog).

Jayal, A., Lauria, S., Tucker, A., & Swift, S. (2011). Python for teaching introductory programming: A quantitative evaluation, *ITALICS* , vol. 10, no. 1, pp. 86–90, 2011.

Jimoyiannis, A. (2011). Using SOLO taxonomy to explore students' mental models of the programming variable and the assignment statement. *Themes in Science & Technology Education*, 4(2), 53-74.

Samurçay R. (1989), The concept of variable in programming: Its meaning and use in problem-solving by novice programmers, In E. Soloway & J. C. Spohrer (Eds.), *Studying the Novice Programmer*, 161-178, Hillsdale, NJ, Erlbaum

Soloway E. & Spohrer J. C. (Eds.) (1989), *Studying the Novice Programmer*, NJ: Erlbaum, Hillsdale

Βραχνός, Ε., & Τζιμογιάννης, Α. (2010). Μελέτη των αναπαραστάσεων μαθητών της Γ' Λυκείου για την έννοια του πίνακα χρησιμοποιώντας την ταξινόμια SOLO. 5ο Πανελλήνιου Συνεδρίου ‘Διδακτική της Πληροφορικής’ (σελ. 81-90).

Abstract

Through the pilot teaching of Python programming, we conducted an experimental study on a sample of 80 high school students of the first grade, in order to identify the difficulties they face regarding variables and dynamic types in Python. There are various studies regarding students' difficulties on programming variables. However a variable in Python is modeled in memory in a much more different way than it is represented in the imperative programming languages we have used so far. The main question of this research is whether the different representation of the variables in Python should change the teaching strategies and the didactic interventions we adopt for presenting these concepts to our students. The analysis of the results is mainly qualitative. The findings show that we should not initially change our model of teaching due to the functional similarity of the two memory models.

Keywords: student difficulties, variable concept, Python.