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»

# Γνωστικές Δυσκολίες Μαθητών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης σχετικά με την Έννοια της Προγραμματιστικής Μεταβλητής και Προτεινόμενες Παρεμβάσεις

*Γιώργος Φεσάκης, Αγγελική Δημητρακοπούλου*

**Βιβλιογραφική αναφορά:**

Φεσάκης Γ., & Δημητρακοπούλου Α. (2026). Γνωστικές Δυσκολίες Μαθητών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης σχετικά με την Έννοια της Προγραμματιστικής Μεταβλητής και Προτεινόμενες Παρεμβάσεις. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 252–261. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/8715

# Γνωστικές Δυσκολίες Μαθητών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης σχετικά με την Έννοια της Προγραμματιστικής Μεταβλητής και Προτεινόμενες Παρεμβάσεις

**Γεώργιος Φεσάκης, Αγγελική Δημητρακοπούλου**
ΤΕΠΑΕΣ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
gfesakis@rhodes.aegean.gr, adimitr@rhodes.aegean.gr

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

*Το θέμα της εργασίας είναι η βελτίωση της κατανόησης των δυσκολιών και των παρανοήσεων που εμφανίζουν οι μαθητές σχετικά με την έννοια της προγραμματιστικής μεταβλητής όταν εισάγονται σε διαδικαστικές γλώσσες υψηλού επιπέδου. Από τα ερευνητικά δεδομένα επαληθεύονται γνωστές και κυρίως περιγράφονται νέες παρανοήσεις για τις οποίες προτείνονται κατάλληλες διδακτικές παρεμβάσεις.*

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** *Μεταβλητή, Προγραμματισμός, Παρανόηση*

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο προγραμματισμός των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική ικανότητα (competence). Παιδαγωγικά θεωρείται γενικά ωφέλιμη γιατί βοηθά στην καλλιέργεια ανώτερων μορφών σκέψης (Papert 1991). Διδακτικά αποτελεί ικανότητα κλειδί που επιτρέπει την εμβάθυνση και την κατανόηση πολλών άλλων γνωστικών πεδίων της Πληροφορικής. Η οικονομική αξία του προγραμματισμού δεν χρειάζεται ιδιαίτερη υποστήριξη.

Οι προγραμματιστές παράγονται από επίπονη και μακροχρόνια διαδικασία (με μεγάλα ποσοστά αποτυχίας) εφόσον περισσότεροι από το 65% των απασχολούμενων επαγγελματικά με τον προγραμματισμό στις ΗΠΑ έχουν υπερδιετείς σχετικές σπουδές (US Department of Labor 2004). Παράλληλα η ζήτηση για προγραμματιστές προβλέπεται αύξουσα τα επόμενα χρόνια.

Ο προγραμματισμός σε συνδυασμό με τις βάσεις δεδομένων αποτελούν κεντρικά πεδία της Πληροφορικής με παιδαγωγικό και ωφελιμιστικό ενδιαφέρον (Fessakis, Dimitracopoulou & Komis 2005, Φεσάκης & Δημητρακοπούλου 2004).

Στο Ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα ο προγραμματισμός των ΗΥ διδάσκεται αποσπασματικά στα πλαίσια του μαθήματος *«Πληροφορική»* του Γυμνασίου και των *«Εφαρμογές Πληροφορικής-ΗΥ»* του Ενιαίου Λυκείου. Διδάσκεται δε πιο συστηματικά στον τομέα Πληροφορικής των ΤΕΕ ως ετήσιο εργαστηριακό μάθημα τέσσερις ώρες την

*Πρακτικά Εργασιών 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*
*Α. Τζιμογιάννης (επιμ.)*
*Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου*
*Κόρινθος, 7-9 Οκτωβρίου 2005*

εβδομάδα και στο δίωρο μάθημα *«Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον»* της τεχνολογικής κατεύθυνσης στην τελευταία τάξη του Ενιαίου Λυκείου.

Στην παρούσα εργασία καταγράφονται ενδιαφέροντα συμπεράσματα από ερευνητική προσπάθεια κατανόησης των παρανοήσεων των μαθητών σχετικά με την έννοια της μεταβλητής και αποτελεί ουσιαστικά συνέχεια και συμπλήρωση προγενέστερων. Η έρευνα αυτή επιβεβαιώνει παλαιοτέρα καταγεγραμμένες παρανοήσεις ενώ περιγράφει νέες και προτείνει εναλλακτικά ερμηνευτικά πλαίσια και διδακτικές προσεγγίσεις.

## ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Η Διδακτική μελέτη του προγραμματισμού έχει από νωρίς προσελκύσει το ενδιαφέρον των ερευνητών στη χώρα μας και διεθνώς. Αναλυτικότερα στο (Pea 1986) περιγράφεται μακροχρόνια έρευνα σε παιδιά ηλικιών 8-12 και 14-17 που μάθαιναν να προγραμματίζουν με την γλώσσα LOGO. Σημαντικές παρανοήσεις που αναφέρονται στην εργασία του Pea (1986) περιγράφονται παρακάτω:

**Παρανόηση του κρυμμένου νου**: *«Υπάρχει ένας κρυμμένος νους κάπου μέσα στην γλώσσα προγραμματισμού που έχει γνωστικές ικανότητες»* (Pea 1986). Η παρανόηση αυτή εκφράζεται και από τις ανθρωπομορφικές προς τον ΗΥ περιγραφές που συχνά ακούγονται από τους μαθητές όταν προγραμματίζουν.

Για παράδειγμα, ένας μαθητής γράφει: `WHILE >0 DO`

Ακολουθεί ο διάλογος καθηγητή μαθητή:

| | |
|---|---|
| **Tutor:** What is going to be greater than zero?<br>**Student response:** It<br>**Tutor:** What it?<br>**Student:** There is only one x in the program | **Εκπαιδευτικός:** Τι θα είναι μεγαλύτερο από μηδέν;<br>**Μαθητής:** Αυτό<br>**Εκπαιδευτικός:** Ποιο αυτό;<br>**Μαθητής:** Το μοναδικό x που υπάρχει στο πρόγραμμα. |

Ο Pea ερμηνεύει την παρανόηση αυτή λέγοντας ότι: "*στην πραγματικότητα οι μαθητές δεν πιστεύουν ότι υπάρχει κάποιος νους κρυμμένος μέσα στα προγράμματα αλλά μάλλον δεν συνειδητοποιούν την έννοια της ασάφειας.*" Η υποτίμηση της ασάφειας των προγραμμάτων προέρχεται από την εξοικείωση με την φυσική γλώσσα στην οποία η ασάφεια είναι επιτρεπτή και λειτουργική.

**Παρανόηση του παραλληλισμού:** Οι μαθητές συχνά θεωρούν διαδοχικές εντολές ενός προγράμματος ως συνθήκες που ισχύουν ταυτόχρονα. Για παράδειγμα στην ερώτηση αν το επόμενο πρόγραμμα θα τυπώσει ποτέ την λέξη *'HELLO'* οκτώ στους δεκαπέντε (8/15) μαθητές απαντάνε ότι αυτό θα συμβεί όταν η μεταβλητή size θα πάρει την τιμή 10.

```
IF SIZE = 10, THEN PRINT "HELLO"
FOR SIZE = 1 to 10, PRINT "SIZE
NEXT SIZE
```

**Πέρα από την σύνταξη – Οι δυσκολίες στην σύνθεση σχεδίων λύσης**

Άλλη σημαντική μελέτη σχετικά με τις γνωστικές δυσκολίες του προγραμματισμού περιγράφετε στο (Spohrer & Soloway 1986). Η έρευνα αυτή έγινε σε φοιτητές που μάθαιναν να προγραμματίζουν σε PASCAL σε ένα VAX750 το 1984. Τα δεδομένα της έρευνας συλλέχθηκαν στο τέλος του εξαμήνου με βάση 10 προγραμματιστικά προβλήματα. Οι Spohrer και Soloway εξετάζουν το ζήτημα με βάση δύο διαισθητικές αρχές που διατυπώνουν συχνά όσοι διδάσκουν εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού. Η πρώτη αρχή αναφέρει *ότι τα σφάλματα δεν συμβαίνουν ισοπίθανα αλλά κάποια εμφανίζονται συχνότερα από άλλα*. Από την έρευνα προέκυψε πράγματι ότι στο 20% των τύπων σφαλμάτων οφειλόταν το 55% του συνόλου τω καταγεγραμμένων προγραμματιστικών λαθών. Η δεύτερη διαισθητική αρχή υποστηρίζει ότι *τα περισσότερα σφάλματα των νέων προγραμματιστών οφείλονται στην ελλιπή κατανόηση της σημασιολογίας των βασικών δομών των γλωσσών προγραμματισμού*. Οι ερευνητές αναφέρουν ότι στο 25% των περιπτώσεων που εξέτασαν υπήρχαν σφάλματα που οφείλονται στην εσφαλμένη παράθεση και συγχώνευση σχεδίων λύσεων απλούστερων προβλημάτων παρά στη σύνταξη της γλώσσας προγραμματισμού.

**Παρανοήσεις σχετικά με τις μεταβλητές**

Ειδικά για την έννοια της μεταβλητής έχει πραγματοποιηθεί έρευνα στην Ελλάδα το 1999 (Τζιμογιάννης & Κόμης 2000). Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν ανώνυμο ερωτηματολόγιο με πέντε έργα σε δύο ομάδες 27 και 22 μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Στην έρευνα καταγράφεται η σύγχυση των προγραμματιστικών μεταβλητών με τις μαθηματικές και η ερμηνεία της εκχώρησης τιμής με την μαθηματική ισότητα. Επιπλέον επιβεβαιώνουν την παρανόηση του παραλληλισμού όπως αυτή εμφανίζεται μέσα από την αντίληψη διαδοχικών εκχωρήσεων τιμών ως μαθηματικές σχέσεις που ισχύουν ταυτόχρονα.

**Η θεωρητική προσέγγιση της εργασίας**

Στα πλαίσια της εργασίας η μεταβλητή προσεγγίζεται ως μια αφηρημένη κατασκευή που εμφανίζεται στον προγραμματισμό με τις γλώσσες υψηλού επιπέδου προκειμένου να απλοποιηθεί η διαχείριση της μνήμης από τον προγραμματιστή. Η διαχείριση της μνήμης απαιτεί από τον προγραμματιστή να αποφασίσει σε ποιες περιοχές τις μνήμης θα αποθηκεύσει τις διάφορες συμβολικές αναπαραστάσεις που θα επεξεργαστεί (data-δεδομένα). Ο προγραμματιστής είναι επίσης υπεύθυνος για τον τρόπο αναπαράστασης των δεδομένων. Πρόκειται για τον μετασχηματισμό των δεδομένων από τα διάφορα συμβολικά συστήματα (αριθμητικό, γλώσσα κλπ) στο δυαδικό που είναι και το μοναδικό επιτρεπτό στο επίπεδο του υλικού. Οι γλώσσες υψηλού επιπέδου και ιδιαίτερα οι δομημένες αφαιρούν την πολυπλοκότητα της αντιμετώπισης του προβλήματος της διαχείρισης της μνήμης εισάγοντας την έννοια της μεταβλητής και του τύπου δεδομένων.

Η εννοιολογική κατασκευή της μεταβλητής είναι σημαντική γιατί επιτρέπει στην συγκέντρωση του λύτη στην οντολογική ανάλυση ενός προβλήματος χωρίς να ασχολείται με τις λεπτομέρειες της δυαδικής αναπαράστασης των δεδομένων (Φεσάκης

& Δημητρακοπούλου 2004). Η εξέλιξη όμως αυτή αν και ευπρόσδεκτη για κάποιον που έχει αντιληφθεί την πορεία της από τις γλώσσες μηχανής μέχρι τα σύγχρονα περιβάλλοντα ανάπτυξης φαίνεται να δημιουργεί δυσκολίες στον νέο υποψήφιο προγραμματιστή που καλείται να καταλάβει την διαφορά της εντολής Χ←1 από την Χ←1.0 για παράδειγμα.

## Η ΕΡΕΥΝΑ

### Ερευνητικές συνθήκες

Η έρευνα έγινε σε δύο ομάδες μαθητών. Στην πρώτη ανήκουν 35 μαθητές της Β' τάξης του τομέα Πληροφορικής του 2ου ΤΕΕ Ρόδου και η δεύτερη 17 μαθητές της Γ' τάξης τεχνολογικής κατεύθυνσης του 4ου Ενιαίου Λυκείου Ρόδου. Οι μαθητές του ΤΕΕ παρακολουθούσαν τετράωρο μάθημα Προγραμματισμού με εκπαιδευτικό τον πρώτο ερευνητή ενώ η ομάδα του ενιαίου το δίωρο μάθημα «Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό περιβάλλον» με άλλον εκπαιδευτικό. Η έρευνα έγινε προς το τέλος της χρονιάς (5-7 Απριλίου 2005) ώστε οι αναπαραστάσεις των μαθητών για την μεταβλητή να είναι όσο το δυνατό περισσότερο σταθεροποιημένες. Τα ερευνητικά δεδομένα συλλέχθηκαν με την βοήθεια ερωτηματολογίου.

### Ερευνητικοί στόχοι

Στόχος της έρευνας έγινε να διερευνηθεί τι αποκομίζουν οι μαθητές σχετικά με διάφορες όψεις της έννοιας «μεταβλητή». Ειδικότερα η έρευνα εστιάστηκε στα επόμενα ζητήματα του μοντέλου των μεταβλητών:

1. Οι μεταβλητές και το πρόβλημα της αναπαράστασης
2. Αρχικές τιμές μεταβλητών
3. Τύποι δεδομένων
4. Η παρανόηση του παραλληλισμού
5. Χρήση αλφαριθμητικών

## ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται βασικά ευρήματα της έρευνας σε σχέση με τους στόχους που αναφέρθηκαν παραπάνω.

### Το πρόβλημα της αναπαράστασης

Για την συλλογή στοιχείων σχετικά με το πρόβλημα της αναπαράστασης οι μαθητές απάντησαν τις επόμενες ερωτήσεις:

**Ε12. Οι μεταβλητές βρίσκονται …**

Οι μαθητές τοποθετούν τις μεταβλητές σε διάφορα μέρη εκτός της κύριας μνήμης στην οποία πιστεύουν ότι βρίσκονται 13 (26%) των ερωτηθέντων. Από τους 8 μαθητές που απάντησαν ότι οι μεταβλητές βρίσκονται αλλού 5 προσδιόρισαν που ως εξής:

*RAM-3, ΓΛΩΣΣΟΜΑΘΕΙΑ-1, ΣΤΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ-1*

Η γλωσσομάθεια (Νικολαΐδης 2005) είναι ένα περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών στην γλώσσα προγραμματισμού ΓΛΩΣΣΑ που περιγράφεται σε σχολικό βιβλίο.

**Πίνακας 1:** Κατανομή συχνοτήτων για τις απαντήσεις στην Ε12

| | | |
|---|---|---|
| ΣΤΟΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΗ | 9 | 17% |
| ΣΤΗΝ ΚΥΡΙΑ ΜΝΗΜΗ | 13 | 26% |
| ΣΤΟΝ ΣΚΛΗΡΟ ΔΙΣΚΟ | 6 | 12% |
| ΣΤΟΝ ΚΕΙΜΕΝΟΓΡΑΦΟ | 8 | 15% |
| ΑΛΛΟΥ | 8 | 15% |
| ΔΕΝ ΑΠΑΝΤΗΣΕ | 8 | 15% |

**Ε18. Πόσα ψηφία έχει ο αριθμός π; Μπορεί ο αριθμός αυτός να αποθηκευθεί σε ένα υπολογιστή;**

Οι μισοί μαθητές δεν απάντησαν στην ερώτηση. Από τις υπόλοιπες απαντήσεις 7 (13%) είναι ορθές, οι μαθητές δηλαδή απάντησαν ότι το π έχει άπειρα ψηφία και δεν μπορεί να αποθηκευθεί στον Η/Υ. Ένας μαθητής (Τ31) απάντησε ότι αποθηκεύεται το π με όσα ψηφία επιθυμούμε να δηλώσουμε για τον σκοπό αυτό που είναι και η πραγματιστική-υπολογιστική προσέγγιση στο ζήτημα. Από τις υπόλοιπες απαντήσεις τρεις μαθητές απάντησαν ότι το π αποθηκεύεται χωρίς να αναφέρουν πόσα ψηφία έχει. Ένα σημαντικό ποσοστό μαθητών 14 (27%) απάντησε ότι το π έχει κάποιο πεπερασμένο πλήθος ψηφίων και ότι αποθηκεύεται στον ΗΥ.

**Πίνακας 2:** Κατανομή συχνοτήτων για τις απαντήσεις στην Ε18

| | | |
|---|---|---|
| ΑΠΕΙΡΟ-ΌΧΙ | 7 | 13% |
| ΑΣΤΟΧΗ | 1 | 2% |
| ΔΑ | 26 | 50% |
| ΔΑ-ΝΑΙ | 3 | 6% |
| ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΟ-ΝΑΙ | 14 | 27% |
| ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ | 1 | 2% |

**Αρχικές τιμές μεταβλητών**

**Ε1. Τι θα τυπώσει το επόμενο πρόγραμμα; Εξηγήστε σύντομα.**

```
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΑΝΤΕΨΕ
ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ
        ΑΚΕΡΑΙΕΣ: Ι; ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ: Χ
        ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ: Ο; ΛΟΓΙΚΕΣ: Λ
ΑΡΧΗ
        ΓΡΑΨΕ Ι,Χ,Ο,Λ
ΤΕΛΟΣ_ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ
```

Ένας μαθητής δίνει σαφώς ορθή απάντηση (απροσδιόριστες σταθερές των αντίστοιχων τύπων), από τις υπόλοιπες απαντήσεις ξεχωρίζει η απάντηση Ι, Χ, Ο, Λ που έδωσαν 22 μαθητές.

**Πίνακας 3:** Κατανομή συχνοτήτων για τις απαντήσεις στην Ε1

| | | |
|---|---|---|
| ΑΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΕΣ ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΩΝ ΤΥΠΩΝ | 1 | 2% |
| ΑΣΤΟΧΗ | 2 | 4% |
| ΔΑ | 19 | 37% |
| Ι,Χ,Ο,Λ | 22 | 43% |
| ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΟ ΛΑΘΟΣ | 1 | 2% |
| ΤΙΠΟΤΑ | 4 | 8% |
| ΤΟΥΣ ΤΥΠΟΥΣ | 2 | 2% |

**Τύποι δεδομένων**

**Ε5.Έχουν λάθος τα επόμενα τμήματα προγράμματος; Αν ναι, αιτιολογείστε σύντομα.**

**Α.**

| | |
|---|---|
| Χ←10<br>Χ←'123' | **ΑΠΑΝΤΗΣΗ:** |

**Β.**

| | |
|---|---|
| Χ← (10>4)<br>Χ← Χ + Χ | **ΑΠΑΝΤΗΣΗ:** |

**Ε5Α: Αλλαγή τύπου**

Το πρόβλημα στο πρώτο πρόγραμμα είναι ότι η πρώτη εντολή θεωρεί ότι το Χ είναι αριθμητικού τύπου ενώ η δεύτερη αλφαριθμητικού. Η αλλαγή του τύπου δεδομένων μιας απλής μεταβλητής δεν είναι δυνατή στην ΓΛΩΣΣΑ. 7 (13%) μαθητές θεωρούν το πρόγραμμα ορθό και 17 (33%) δεν απάντησαν. Η πλειοψηφία των μαθητών 28 (54%) απάντησε ότι το πρόγραμμα έχει σφάλμα. Από τους μαθητές αυτούς 2 έδωσαν ορθές αιτιολογήσεις ενώ 5 επικαλέσθηκαν ότι μια μεταβλητή δεν μπορεί να έχει δύο τιμές.

**Ε5Β: Λανθασμένος τελεστής**

Το πρόγραμμα του ερωτήματος Ε5Β εφαρμόζει τον τελεστή '+' σε μεταβλητές Λογικού τύπου. 10 (19%) μαθητές θεωρούν το πρόγραμμα σωστό και 21 (40%) δεν απάντησαν. Οι 21 (40%) μαθητές που βρίσκουν λάθος στο πρόγραμμα δεν επικαλούνται την αδυναμία εφαρμογής του τελεστή στον δεδομένο τύπο ενώ τέσσερις από αυτούς επικαλούνται όπως και στην περίπτωση της Ε5Α ότι η μεταβλητή δεν μπορεί να έχει δύο τιμές.

**Ε7. Έστω το επόμενο τμήμα προγράμματος**

Υ←1000.5
Χ←1.5

**Ποια πρόταση είναι αληθής;**

| | |
|---|---|
| Α | Η Χ καταλαμβάνει λιγότερα bit από την Υ |
| Β | Η Υ καταλαμβάνει λιγότερα bit από την Χ |
| Γ | Η Χ και η Υ καταλαμβάνει το ίδιο πλήθος bit |
| Δ | Τίποτα από τα παραπάνω |

22 μαθητές (42%) απάντησαν ότι η Χ απαιτεί και λιγότερη μνήμη. Στην πραγματικότητα ο τύπος δεδομένων μιας μεταβλητής καθορίζει το μέγεθος της μνήμης που δεσμεύετε ενώ τιμές που υπερβαίνουν τα όρια της αναπαράστασης του δεδομένου τύπου δεν μπορούν να αποθηκευθούν και οδηγούν σε σφάλμα.

Από τους υπόλοιπους 13 μαθητές (25%) απάντησαν σωστά, 6 (12%) απάντησαν ότι η Υ απαιτεί περισσότερη μνήμη, 9 (17%) απάντησαν ότι καμιά απάντηση δεν είναι αληθής, ενώ 2 δεν απάντησαν.

**Η παρανόηση του παραλληλισμού**

**Ε3. Τι θα τυπώσει το επόμενο πρόγραμμα; Εξηγήστε σύντομα.**

```
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΑΝΤΕΨΕ
ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ
        ΑΚΕΡΑΙΕΣ: Α,Β,Γ
ΑΡΧΗ
        Γ← Α+Β
        Α←5; Β←2
        ΓΡΑΨΕ Γ
ΤΕΛΟΣ_ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ
```

**Ε4. Τι θα τυπώσει το επόμενο πρόγραμμα αν ο χρήστης πληκτρολογήσει 4 και 3;**

```
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΑΝΤΕΨΕ
ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ
        ΑΚΕΡΑΙΕΣ: Α,Β,Γ
ΑΡΧΗ
        Γ← Α+Β
        ΔΙΑΒΑΣΕ Α, Β
        ΓΡΑΨΕ Γ
ΤΕΛΟΣ_ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ
```

**Πίνακας 4:** Κατανομή συχνοτήτων για τις απαντήσεις στην Ε3 και Ε4

| | |
|---|---|
| 7-Γ | 1 |
| 7-ΤΙΠΟΤΑ | 1 |
| Α+Β-ΔΑ | 1 |
| Γ-ΔΑ | 1 |
| ΔΑ-7 | 1 |
| ΔΑ-Α+Β | 1 |
| ΤΙΜΕΣ ΠΡΩΤΑ-ΔΙΑΒΑΣΕΙ ΠΡΩΤΑ | 1 |
| ΤΙΠΟΤΑ-ΝΑ ΔΙΑΒΑΣΕΙ ΠΡΩΤΑ | 1 |
| Α+Β-7 | 2 |
| ΑΣΤΟΧΗ-ΑΣΤΟΧΗ | 2 |
| Γ-7 | 2 |
| Γ-Γ | 2 |
| 7-Α+Β | 3 |
| Α+Β-Α+Β | 3 |
| ΔΑ-ΔΑ | 11 |
| 7-7 | 19 |

Η ομοιομορφία της αντιμετώπισης των Ε3 και Ε4 από τους μαθητές επιτρέπει την ενιαία ανάλυση τους. Από τον πίνακα φαίνεται ότι η πλειονότητα των μαθητών απαντά και στις δύο ερωτήσεις ότι θα τυπωθεί ο αριθμός 7. Η απάντηση αυτή προέρχεται από την θεώρηση των διαδοχικών εντολών ως σύστημα εξισώσεων και αποτελεί μια ακόμα εμφάνιση της παρανόησης του παραλληλισμού. Ακόμα περισσότεροι είναι οι μαθητές που σε μία τουλάχιστον από τις δύο ερωτήσεις απάντησαν 7.

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν και οι δύο μαθητές που απάντησαν σωστά ότι πρώτα πρέπει να αποδοθούν οι τιμές και μετά να γίνουν οι πράξεις (Τ32 και Ε8).

**Ε5. Έχουν λάθος τα επόμενα τμήματα προγράμματος; Αν ναι, αιτιολογείστε σύντομα.**

**Γ.**

| | |
|---|---|
| X←2<br>Y←3<br>5←X+Y | **ΑΠΑΝΤΗΣΗ:** |

**Δ.**

| | |
|---|---|
| X←2<br>Y←3<br>X+Y←5 | **ΑΠΑΝΤΗΣΗ:** |

**Ε5Γ: Απόδοση τιμής σε σταθερά**

Στην ερώτηση Ε5Γ εμφανίζεται τμήμα προγράμματος που εκχωρεί τιμή σε σταθερά. Αν και 21 (40%) των μαθητών δεν βρίσκει κάποιο λάθος στο πρόγραμμα, 14 (27%) από τους υπόλοιπους απάντησαν ότι υπάρχει σφάλμα και 4 από αυτούς έδωσαν και ορθή αιτιολόγηση.

**Ε5Δ:Απόδοση τιμής σε παράσταση**

Το πρόβλημα με το πρόγραμμα στην ερώτηση Ε5Δ είναι η απόδοση τιμής στην παράσταση X+Y. 23 μαθητής (44%) συγχέοντας την εντολή εκχώρησης τιμής με την ισότητα και λόγω των σταθερών τιμών που αποδίδονται στις X, Y ώστε να ικανοποιούν τη εξίσωση X+Y=5 απαντάνε ότι το πρόγραμμα είναι ορθό. 10 μαθητές (19%) απάντησαν ότι υπάρχει κάποιο πρόβλημα με το δεδομένο πρόγραμμα αλλά από αυτούς μόνο ένας αιτιολογεί ορθά.

**Χρήση αλφαριθμητικών**

**Ε6. Τι θα τυπώσουν τα επόμενα τμήματα κώδικα; Αιτιολογείστε σύντομα.**

**Α.**

| |
|---|
| Γιάννης ← 'Κώστας'<br>Κώστας ← Γιάννης<br>**ΓΡΑΨΕ** Γιάννης, Κώστας |

| | |
|---|---|
| ΔΑ | 14 |
| ΓΙΑΝΝΗΣ ΚΩΣΤΑΣ | 11 |
| ΚΩΣΤΑΣ ΓΙΑΝΝΗΣ | 10 |
| ΓΙΑΝΝΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ | 8 |
| ΚΩΣΤΑΣ ΚΩΣΤΑΣ | 5 |
| ΤΙΠΟΤΑ | 2 |
| ΑΣΑΦΗΣ | 1 |
| ΚΩΣΤΑΣ | 1 |

**Β.**

| |
|---|
| Γιάννης ← 'Κώστας'<br>Κώστας ← Γιάννης<br>**ΓΡΑΨΕ** 'Γιάννης', Κώστας |

| | |
|---|---|
| ΓΙΑΝΝΗΣ ΚΩΣΤΑΣ | 16 |
| ΔΑ | 15 |
| ΚΩΣΤΑΣ ΓΙΑΝΝΗΣ | 13 |
| ΓΙΑΝΝΗΣ | 2 |
| ΤΙΠΟΤΑ | 2 |
| ΑΣΑΦΗΣ | 1 |
| ΓΙΑΝΝΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ | 1 |
| ΚΩΣΤΑΣ ΚΩΣΤΑΣ | 1 |
| ΛΑΘΟΣ | 1 |

**Ε6Α:** Μεγάλο ποσοστό μαθητών (14/52) δεν απάντησε στην ερώτηση. Ενώ από τους υπόλοιπους μόνο 5 βρήκαν την σωστή απάντηση.

**Ε6Β:** 15 μαθητές δεν απάντησαν στην ερώτηση. Το ποσοστό των μαθητών που απαντά σωστά είναι πολύ μεγαλύτερο (16/52) σε σχέση με την προηγούμενη ερώτηση αλλά η παρατήρηση ότι 19 μαθητές απάντησαν στην Ε6Β ότι και στην Ε6Α δεν επιτρέπει πολύ θετική ερμηνεία.

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

**Αρχικές τιμές:** Οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν ότι οι μεταβλητές αρχικοποιούνται με απροσδιόριστες σταθερές του αντίστοιχου τύπου (Ε1).

**Παραλληλισμός:** Οι μαθητές εμφανίζουν την παρανόηση του παραλληλισμού ερμηνεύοντας διαδοχικές εντολές ως σύστημα εξισώσεων με αποτέλεσμα να απαντάνε συνήθως λανθασμένα στις Ε3-Ε4. Το πρόβλημα του παραλληλισμού προέρχεται από την εννοιολογική παραπομπή των προγραμματιστικών μεταβλητών στις αντίστοιχες μαθηματικές. Η ομοιότητα τους ήταν αλώστε αρχικά τουλάχιστον σχεδιαστική επιλογή (Knuth D. 1968).

**Τύποι δεδομένων:** Σε σχέση με τους τύπους δεδομένων οι μαθητές δυσκολεύονται να καταλάβουν:

- ότι ο τύπος των μεταβλητών παραμένει σταθερός σε ένα πρόγραμμα (Ε5Α)
- υπάρχει περιορισμένο ρεπερτόριο προκαθορισμένων και μοναδικών τελεστών για κάθε τύπο (Ε5Β)
- Αρκετοί μαθητές πιστεύουν η ποσότητα μνήμης που καταλαμβάνει μια μεταβλητή εξαρτάτε από την τρέχουσα τιμή της και όχι από τον τύπο της (Ε7).

**Το πρόβλημα της αναπαράστασης:** Μόνο 26% των μαθητών τοποθετούν τις μεταβλητές στην κύρια μνήμη (Ε12). Οι μαθητές δεν κατανοούν επαρκώς την διάκριση των αριθμητικών τύπων σε ακεραίους και πραγματικούς ενώ πιστεύουν ότι άρρητοι αριθμοί όπως ο π έχουν πεπερασμένο πλήθος ψηφίων και αποθηκεύονται σε μηχανές όπως ο ΗΥ (Ε18).

**Εκχώρηση τιμής:** Σχετικά με την εντολή αντικατάστασης αρκετοί μαθητές δεν συνειδητοποιούν την σημασιολογία της εντολής εκχώρησης και έτσι:

- επιτρέπουν την ύπαρξη σταθερών ή παραστάσεων στο δεξιό της μέρος (Ε5Γ και Ε5Δ). Τα σφάλματα αυτά δείχνουν μια σύγχυση της εντολής εκχώρησης με την μαθηματική ισότητα
- δυσκολεύονται να εκτελέσουν απλά προγράμματα με εκχώρηση σταθερών αλφαριθμητικών.

**Διδακτικές συνέπειες και προτάσεις**

Οι προγραμματιστικές μεταβλητές είναι αφαιρετικές κατασκευές που γεννήθηκαν με την εξέλιξη των γλωσσών υψηλού επιπέδου ώστε να απαλλάξουν τους προγραμματιστές από προβλήματα όπως η αναπαράσταση των αριθμών, των χαρακτήρων κλπ και να διευκολύνουν την διαχείριση της μνήμης. Τα προβλήματα αυτά υπάρχουν αυτούσια σε περιβάλλοντα προγραμματισμού χαμηλότερου επιπέδου. Οι παρανοήσεις που παρατηρούνται είναι σημαντικές και για την αντιμετώπιση τους προτείνονται:

- Η συνοδεία του μαθήματος του προγραμματισμού από κάποιο μάθημα αρχιτεκτονικής στο οποίο οι μαθητές θα εκτελούν και χαμηλότερου επιπέδου προγραμματισμό. Στα πλαίσια του μαθήματος αυτού θα εισάγονται στο αυθεντικό πρόβλημα της αναπαράστασης της πληροφορίας.
- Η γενίκευση της έννοιας της μεταβλητής ως περιοχή μνήμης και η απαλλαγή της από τις μαθηματικές προσδοκίες των αρχικών της εισηγητών. Π.χ. να απαλειφθεί το όνομα πραγματικός από τους αριθμητικούς τύπους δεδομένων.
- Να αντικατασταθεί ο τύπος χαρακτήρες από τον απλό χαρακτήρα και τα αλφαριθμητικά να αντιμετωπίζονται ως πίνακες χαρακτήρων για διδακτικούς λόγους.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ


Fessakis G., Dimitracopoulou A. & Komis V. (2005), Improving database design teaching in secondary education: Action research implementation for documentation of didactic requirements and strategies, *Computers in Human Behaviour,* 21(2), 159-194

Knuth D. (1968), *The art of computer programming, Volume I, Fundamental Algorithms*, Addison-Wesley Inc.

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

Pea R. (1986), Language-independent conceptual 'bugs' in novice programming, *Journal of Educational Computing Research*, 2(1), 25-36

Spohrer J. & Soloway E. (1986), Novice mistakes: are the folk wisdoms correct?, *Communications of the ACM*, 29(7), 624-632

US Department of Labor (2004), *Occupational Outlook Handbook*, Bureau of Labor Statistics, http://www.bls.gov/oco/home.htm

Νικολαΐδης Σ. (2005), *ΓΛΩΣΣΟΜΑΘΕΙΑ,* http://glossomatheia.studies.gr/

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

Φεσάκης Γ. & Δημητρακοπούλου Α. (2004), *Γνωστικές δυσκολίες μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στο σχεδιασμό σχεσιακών βάσεων δεδομένων και προτεινόμενες στρατηγικές δράσης,* στο Π. Πολίτης (επιμ.), *Πρακτικά 2ης Διημερίδας «Διδακτική της Πληροφορικής»*, 136-143, Βόλος