

Εκσφαλμάτωση προγράμματος

Αλεξούδα Γεωργία, Συντονίστρια Εκπαιδευτικού Έργου Πληροφορικής ΠΕ86

Μωράκης Διονύσιος, Εκπαιδευτικός Πληροφορικής ΠΕ86

Η αναγκαιότητα του νέου εκπαιδευτικού υλικού

- Αναμόρφωση μαθήματος: αύξηση ύλης και ωρών διδασκαλίας
- Το βιβλίο
 - παρουσιάζει τις κατηγορίες των λαθών ως θεωρία
 - δεν περιλαμβάνει παραδείγματα και δραστηριότητες
 - δεν αναφέρεται σε συνηθισμένα λάθη και καλές πρακτικές που θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν οι μαθητές στην εκσφαλμάτωση των προγραμμάτων που αναπτύσσουν.

Τα νέα χαρακτηριστικά του εκπαιδευτικού υλικού

- Οργανική σύνδεση της ενότητας της εκσφαλμάτωσης προγράμματος με την προηγούμενη ύλη.
- Παρουσιάζονται οι κατηγορίες των λαθών που περιλαμβάνονται στο βιβλίο **με παραδείγματα**.
- Δίνεται έμφαση στην εκσφαλμάτωση των λογικών λαθών με **ξεχωριστές ενότητες** για τα λογικά λάθη:
 - A) στις δομές επιλογής
 - B) στις δομές επανάληψης
 - Γ) στους πίνακες
 - Δ) στα υποπρογράμματα

Τα νέα χαρακτηριστικά του εκπαιδευτικού υλικού (συνέχεια)

- Στις ενότητες αυτές χρησιμοποιούνται **παραδείγματα** και **δραστηριότητες** με έμφαση στα συνηθισμένα λάθη και στην ανάδειξη **καλών πρακτικών** εκσφαλμάτωσης.
- Προστέθηκε η ενότητα της μεθόδου ελέγχου «Μαύρο Κουτί» για να μνηθούν οι μαθητές σε μια πιο συστηματική προσέγγιση με τη χρήση σεναρίων ελέγχου. Πρόκειται για **απλοποιημένη παρουσίαση μεθόδου** που εφαρμόζεται σε **πραγματικές συνθήκες ανάπτυξης λογισμικού**.

Προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση

- Έμφαση στην αναγκαιότητα εκσφαλμάτωσης των προγραμμάτων και στην υιοθέτηση από τους μαθητές θετικής στάσης στην εκσφαλμάτωση των λαθών των προγραμμάτων που αναπτύσσουν οι ίδιοι.
- Προτείνεται η διδασκαλία της εκσφαλμάτωσης των λογικών λαθών να πραγματοποιείται **παράλληλα** με τις αντίστοιχες ενότητες των κεφαλαίων 7 - 10.

Προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση (συνέχεια)

- Έμφαση στα παραδείγματα και τις δραστηριότητες. Τα παραδείγματα προτείνεται να αξιοποιούνται ως δραστηριότητες στην τάξη.
- Μέσω δραστηριοτήτων να αναδειχθούν καλές πρακτικές εκσφαλμάτωσης λογικών λαθών. Οι μαθητές να ενθαρρύνονται να αξιοποιούν τις καλές πρακτικές εκσφαλμάτωσης στα προγράμματα που αναπτύσσουν οι ίδιοι.

Προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση (συνέχεια)

- Μέθοδος ελέγχου «Μαύρο Κουτί»: Συσχέτιση με την κατανόηση της εκφώνησης του προβλήματος.

Μέθοδος ελέγχου «Μαύρο Κουτί»

- Απλούστερη από άλλες μεθόδους, π.χ. «Άσπρο Κουτί» (white-box testing), Γράφοι Αιτίας - Αποτελέσματος (cause-effect graphs)
- Προσαρμογή μεθόδου στις συνθήκες του μαθήματος (διαθεσιμότητα ωρών και επίπεδο μαθητών)
 - Εφαρμογή **μόνο** σε προγράμματα με **μία είσοδο και μία έξοδο** (για μείωση πολυπλοκότητας παραδειγμάτων και ασκήσεων)
 - Δημιουργία σεναρίων ελέγχου **μόνο** για **περιπτώσεις που μπορεί να χειριστεί η ΓΛΩΣΣΑ** (δεν καλύπτεται η περίπτωση ασυμβατότητας τιμής εισόδου με μεταβλητή)

Πρόσθετη παιδαγωγική αξία

- Ολοκληρωμένη προσέγγιση της επίλυσης υπολογιστικού προβλήματος: κατανόηση προβλήματος, ανάλυση προβλήματος, σχεδιασμός αλγόριθμου, υλοποίηση προγράμματος, έλεγχος προγράμματος.
 - Η προηγούμενη ύλη δεν κάλυπτε το στάδιο του ελέγχου.
- Ανάδειξη της αναγκαιότητας και πολυπλοκότητας της διαδικασίας ελέγχου ενός προγράμματος.
- Ανάπτυξη μεταγνωστικών δεξιοτήτων: εντοπισμός και διόρθωση λαθών.

Μερικά παραδείγματα από το εκπαιδευτικό υλικό



Παράδειγμα 6 – Παράδειγμα εκσφαλμάτωσης λογικού λάθους σε δομή επανάληψης

Ακολουθεί η εκφώνηση για την ανάπτυξη ενός προγράμματος:

«Να αναπτύξετε πρόγραμμα σε ΓΛΩΣΣΑ που να διαβάζει έναν βαθμό τετραμήνου στην εικοσάβαθμη κλίκαμα. Να εκτελείται έλεγχος αποδεκτής τιμής.»

Δίνεται το πρόγραμμα (κώδικας σε ΓΛΩΣΣΑ [5.11]). Αν δοθεί η τιμή -9 από το πληκτρολόγιο τι θα εμφανιστεί στην οθόνη; Προσπαθήστε να εντοπίσετε τυχόν λογικά λάθη που οδηγούν σε λανθασμένα αποτελέσματα και να προτείνετε διορθώσεις.

Διασταυρώστε την απάντησή σας με αυτή που ακολουθεί.



Κώδικας σε ΓΛΩΣΣΑ [5.11]. Παράδειγμα προγράμματος με λογικό λάθος σε δομή επανάληψης

```
1  ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ Ανάγνωση_βαθμολογίας
2  ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ
3      ΑΚΕΡΑΙΕΣ: Βαθμός
4  ΑΡΧΗ
5      ΓΡΑΨΕ "Δώσε βαθμό στην εικοσάβαθμη κλίμακα"
6      ΔΙΑΒΑΣΕ Βαθμός
7      ΟΣΟ Βαθμός < 0 ΚΑΙ Βαθμός > 20 ΕΠΑΝΑΛΑΒΕ
8          ΓΡΑΨΕ "Μη αποδεκτή τιμή"
9          ΓΡΑΨΕ "Δώσε βαθμό στην εικοσάβαθμη κλίμακα"
10         ΔΙΑΒΑΣΕ Βαθμός
11     ΤΕΛΟΣ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ
12     ΓΡΑΨΕ "Καταχωρήθηκε ο βαθμός της εικοσάβαθμης κλίμακας ", Βαθμός
13 ΤΕΛΟΣ_ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ
```

Απάντηση:

Δοκιμαστική εκτέλεση

Αν δοθεί η τιμή -9 από το πληκτρολόγιο, θα εμφανιστεί το μήνυμα «Καταχωρήθηκε ο βαθμός της εικοσάβαθμης κλίμακας -9» και θα τερματιστεί η εκτέλεση του προγράμματος.

Έλεγχος ορθότητας αποτελέσματος

Με βάση την εκφώνηση η τιμή -9 δεν είναι αποδεκτή και το μήνυμα που εμφανίστηκε είναι λανθασμένο.

Το λάθος εντοπίζεται στη συνθήκη.

Με τη συνθήκη επανάληψης «Βαθμός<0 **ΚΑΙ** Βαθμός>20»

ο βρόχος επανάληψης δε θα εκτελεστεί για καμία τιμή της μεταβλητής «Βαθμός», επειδή πολύ απλά κανείς αριθμός μικρότερος του μηδενός δεν είναι μεγαλύτερος του είκοσι.

Προτεινόμενη διόρθωση

Η συνθήκη «Βαθμός<0 **ΚΑΙ** Βαθμός>20» πρέπει να αντικατασταθεί με τη συνθήκη «Βαθμός<0 **Ή** Βαθμός>20».



Παράδειγμα 7 – Παράδειγμα εκσφαλμάτωσης λογικού λάθους σε δομή επανάληψης

Ακολουθεί η εκφώνηση για την ανάπτυξη ενός προγράμματος:

«Να αναπτύξετε πρόγραμμα σε ΓΛΩΣΣΑ που να διαβάζει από το πληκτρολόγιο αριθμούς διάφορους του μηδενός, να υπολογίζει το γινόμενό τους και στο τέλος να το εμφανίζει. Αν δε δοθούν αριθμοί, να εμφανίζει τον αριθμό 1».

Δίνεται το πρόγραμμα (κώδικας σε ΓΛΩΣΣΑ [5.12]). Αν δοθούν από το πληκτρολόγιο οι τιμές 4, 3 και 0 ποια θα είναι η τιμή της μεταβλητής «Γινόμενο» που θα εμφανιστεί στην οθόνη; Προσπαθήστε να εντοπίσετε τυχόν λογικά λάθη που οδηγούν σε λανθασμένα αποτελέσματα και να προτείνετε διορθώσεις.

Διασταυρώστε την απάντησή σας με αυτή που ακολουθεί.



Κώδικας σε ΓΛΩΣΣΑ [5.12]. Παράδειγμα προγράμματος με λογικό λάθος σε δομή επανάληψης

```
1  ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ Γινόμενο_μη_μηδενικών_αριθμών
2  ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ
3    ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ: Χ, Γινόμενο
4  ΑΡΧΗ
5    Γινόμενο <- 1
6    ΑΡΧΗ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ
7      ΓΡΑΨΕ "Δώσε μη μηδενική τιμή"
8      ΔΙΑΒΑΣΕ Χ
9      Γινόμενο <- Χ*Γινόμενο
10     ΜΕΧΡΙΣ_ΟΤΟΥ Χ = 0
11     ΓΡΑΨΕ "Γινόμενο=", Γινόμενο
12  ΤΕΛΟΣ_ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ
```

Απάντηση:

Δοκιμαστική εκτέλεση

Αν δοθούν από το πληκτρολόγιο οι τιμές 4, 3 και 0, θα εμφανιστεί η τιμή μηδέν.

Έλεγχος ορθότητας αποτελέσματος

Με βάση την εκφώνηση θα έπρεπε να εμφανιστεί η τιμή 12 για το γινόμενο των αριθμών. Όμως, στον υπολογισμό του γινομένου συμπεριλήφθηκε και το 0 και ως εκ τούτου η τιμή της μεταβλητής «Γινόμενο» μηδενίστηκε.

Μελέτη πιθανών διορθώσεων

Το λογικό λάθος θα μπορούσε να διορθωθεί εύκολα με τη σωστή χρήση της δομής επανάληψης ΟΣΟ...ΕΠΑΝΑΛΑΒΕ (βλ. Κώδικας σε ΓΛΩΣΣΑ [5.13]).



Κώδικας σε ΓΛΩΣΣΑ [5.13]. Χρήση δομής επανάληψης ΟΣΟ...ΕΠΑΝΑΛΑΒΕ που διορθώνει το λογικό λάθος

```
6      ΓΡΑΨΕ "Δώσε μη μηδενική τιμή"  
7      ΔΙΑΒΑΣΕ Χ  
8      ΟΣΟ Χ <> 0 ΕΠΑΝΑΛΑΒΕ  
9          Γινόμενο <- Χ*Γινόμενο  
10     ΓΡΑΨΕ "Δώσε μη μηδενική τιμή"  
11     ΔΙΑΒΑΣΕ Χ  
12     ΤΕΛΟΣ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ
```

Προσοχή: Η επιλογή της δομής επανάληψης ΟΣΟ...ΕΠΑΝΑΛΑΒΕ δε λύνει από μόνη της το πρόβλημα (π.χ. κώδικας σε ΓΛΩΣΣΑ [5.14]), αλλά χρειάζεται να δοθεί προσοχή στη σωστή αξιοποίησή της, ώστε στην τελευταία επανάληψη ο αριθμός μηδέν να μη ληφθεί υπόψη στον υπολογισμό του γινομένου.



Κώδικας σε ΓΛΩΣΣΑ [5.14]. Χρήση δομής επανάληψης ΟΣΟ που δεν διορθώνει το λογικό λάθος

```
6      X <- 1
7      ΟΣΟ X <> 0 ΕΠΑΝΑΛΑΒΕ
8          ΓΡΑΨΕ "Δώσε μη μηδενική τιμή"
9          ΔΙΑΒΑΣΕ X
10         Γινόμενο <- X*Γινόμενο
11      ΤΕΛΟΣ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ
```

Το λογικό λάθος θα μπορούσε να διορθωθεί και με τη χρήση της δομής επανάληψης ΜΕΧΡΙΣ_ΟΤΟΥ αν χρησιμοποιούνταν και μια εμφωλευμένη δομή επιλογής (π.χ. κώδικας σε ΓΛΩΣΣΑ [5.15]).



Κώδικας σε ΓΛΩΣΣΑ [5.15]. Χρήση δομής επανάληψης ΜΕΧΡΙΣ_ΟΤΟΥ που διορθώνει το λογικό λάθος

```
6      ΑΡΧΗ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ
7          ΓΡΑΨΕ "Δώσε μη μηδενική τιμή"
8      ΔΙΑΒΑΣΕ Χ
9      ΑΝ Χ <> 0 ΤΟΤΕ
10         Γινόμενο <- Χ*Γινόμενο
11     ΤΕΛΟΣ_ΑΝ
12 ΜΕΧΡΙΣ_ΟΤΟΥ Χ = 0
```



Στους υπολογισμούς που γίνονται εντός των δομών επανάληψης χρειάζεται να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στο αν θα συμπεριλάβουμε στον υπολογισμό την τιμή που λαμβάνει κάποια μεταβλητή στην τελευταία επανάληψη.



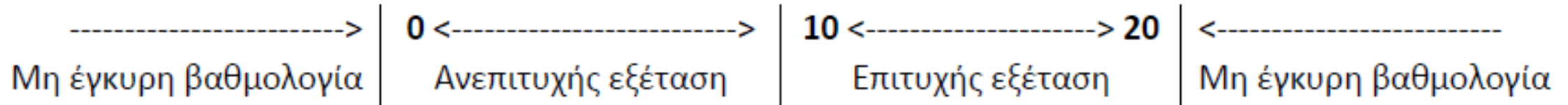
Συμβουλή: Κατά την εκσφαλμάτωση των δομών επανάληψης χρειάζεται να δίνετε προσοχή στα εξής:

- στους συγκριτικούς και τους λογικούς τελεστές των συνθηκών επανάληψης ή τερματισμού
- στην αρχικοποίηση της συνθήκης
- στην ενημέρωση της συνθήκης εντός του βρόχου
- στην αλληλουχία των εντολών του βρόχου και στη σειρά εκτέλεσής τους
- στο κριτήριο της περατότητας
- στην πρώτη επανάληψη και στην περίπτωση που ο βρόχος επανάληψης δεν πρέπει να εκτελεστεί ούτε μία φορά
- στην τελευταία επανάληψη

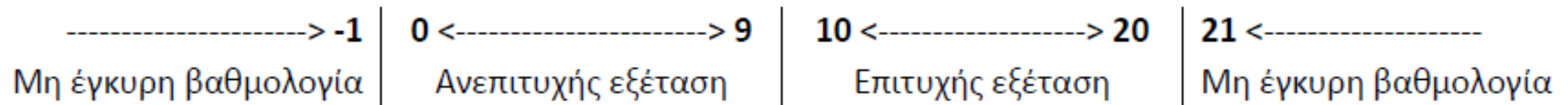


Παράδειγμα 10 – Βαθμολογία γραπτής εξέτασης

Η βαθμολογία στις γραπτές δοκιμασίες τετραμήνου στο Λύκειο δίνεται με ακέραιους αριθμούς στην κλίμακα από 0 έως και 20. Να αναπτύξετε πρόγραμμα σε ΓΛΩΣΣΑ που να διαβάζει τη βαθμολογία σε μια γραπτή δοκιμασία και στη συνέχεια να εμφανίζει μήνυμα «Επιτυχής εξέταση», αν η βαθμολογία είναι τουλάχιστον 10, και μήνυμα «Ανεπιτυχής εξέταση» αν η βαθμολογία είναι μικρότερη από 10. Σε περίπτωση που δοθεί τιμή εκτός του διαστήματος 0-20 να εμφανίζεται μήνυμα λάθους «Μη έγκυρη βαθμολογία».



Διάγραμμα [5.1]. Διαστήματα δεδομένων εισόδου



Διάγραμμα [5.2]. Ακραίες τιμές διαστημάτων εισόδου

Πίνακας [5.13]. Σενάρια ελέγχου

A/A	Είσοδος	Αναμενόμενο αποτέλεσμα	Περίπτωση που ελέγχεται
1	-1	Μη έγκυρη βαθμολογία	Άνω άκρο διαστήματος βαθμός < 0
2	0	Ανεπιτυχής εξέταση	Κάτω άκρο διαστήματος $0 \leq \text{βαθμός} < 10$
3	9	Ανεπιτυχής εξέταση	Άνω άκρο διαστήματος $0 \leq \text{βαθμός} < 10$
4	10	Επιτυχής εξέταση	Κάτω άκρο διαστήματος $10 \leq \text{βαθμός} \leq 20$
5	20	Επιτυχής εξέταση	Άνω άκρο διαστήματος $10 \leq \text{βαθμός} \leq 20$
6	21	Μη έγκυρη βαθμολογία	Κάτω άκρο διαστήματος βαθμός > 20

Ευχαριστούμε για την
προσοχή σας!
