

# Εναλλακτικές Διδακτικές Προσεγγίσεις σε Εισαγωγικά Μαθήματα Προγραμματισμού: Προτάσεις Διδασκαλίας

Μ. Γρηγοριάδου<sup>(1)</sup>, Α. Γόγουλου<sup>(2)</sup>, Ε. Γουλή<sup>(3)</sup>

(1) Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, gregor@di.uoa.gr

(2) Υπ. Διδάκτορας, Καθηγήτρια Πληροφορικής, rgog@ath.forthnet.gr

(3) Υπ. Διδάκτορας, Καθηγήτρια Πληροφορικής, lilag@di.uoa.gr

Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών, Παν. Αθηνών  
Αθήνα, Ελλάδα

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τρεις εναλλακτικές διδακτικές προσεγγίσεις - η προσέγγιση «Μαύρο-Κουτί», η προσέγγιση που βασίζεται στις «Διερευνήσεις» και η προσέγγιση βασισμένη στη συνεργασία δύο ατόμων - που εφαρμόζονται σε εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι μαθησιακές δυσκολίες που παρουσιάζονται στα πλαίσια εφαρμογής της κλασικής διδακτικής προσέγγισης. Η πειραματική αξιολόγηση αυτών των προσεγγίσεων έχει αναδείξει θετικά αποτελέσματα στη μάθηση. Στο πλαίσιο εφαρμογής τους έχουν σχεδιαστεί και παρουσιάζονται προτάσεις διδασκαλίας, οι οποίες στοχεύουν στην επίτευξη συγκεκριμένων μαθησιακών στόχων που σχετίζονται με την κατανόηση της λειτουργίας και των ιδιαίτερων λειτουργικών χαρακτηριστικών των επαναληπτικών δομών.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού, διδακτικές προσεγγίσεις, πειραματισμός, διερευνήσεις, συνεργασία, επαναληπτικές δομές

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διδασκαλία των μαθημάτων προγραμματισμού αποσκοπεί στην απόκτηση γνώσεων για τις προγραμματιστικές έννοιες/δομές και στην απόκτηση ικανοτήτων στη σχεδίαση/υλοποίηση λύσεων (ανάλυση προβλήματος, επαναχρησιμοποίηση υπαρχόντων λύσεων, αποτελεσματική/βέλπστη χρησιμοποίηση των προγραμματιστικών δομών, δοκιμή λύσεων, κ.λπ.) και στην επίλυση προβλημάτων χρησιμοποιώντας ποικίλα εργαλεία (Linn & Dalbey, 1989).

Η διδακτική προσέγγιση που ακολουθείται κυρίως στα εισαγωγικά μαθήματα του προγραμματισμού είναι η λεγόμενη κλασική (ή παραδοσιακή) διδακτική προσέγγιση σύμφωνα με την οποία η διδασκαλία βασίζεται στην παρουσίαση των βασικών προγραμματιστικών εννοιών/δομών μέσω μιας συγκεκριμένης γλώσσας προγραμματισμού. Δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στο συντακτικό της συγκεκριμένης γλώσσας και η παρουσίαση των εννοιών/δομών που υποστηρίζονται γίνεται ακολουθιακά (αρχικά παρουσίαση της έννοιας της μεταβλητής, στη συνέχεια δομές επλόγης, κ.ο.κ.) (Lidtko & Zhou, 1999). Η διδακτική αυτή προσέγγιση οδηγεί τους μαθητές να σκέφτονται στα «στενά πλαίσια» μιας γλώσσας προγραμματισμού και να θεωρούν ότι η επίλυση ενός προβλήματος μέσω του υπολογιστή σχετίζεται κυρίως με την «κωδικοποίηση» της λύσης του σε μια γλώσσα προγραμματισμού (Lidtko & Zhou, 1999). Σχετικές έρευνες έχουν δείξει ότι κατά την εφαρμογή της συγκεκριμένης διδακτικής προσέγγισης, οι μαθητές αντιμετωπίζουν δυσκολίες (i) στην κατανόηση του τρόπου λειτουργίας του υπολογιστή, (ii) στη σχεδίαση/υλοποίηση της λύσης ενός προβλήματος, και (iii) στην κατανόηση της λειτουργίας και στην εφαρμογή βασικών προγραμματιστικών δομών (Du Boulay, 1989), (Ebrahimi, 1994), (Lidtko & Zhou, 1999), (Samurçay, 1989), (Τζιμογιάννης & Κόμης, 2000).

Προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι μαθησιακές δυσκολίες που παρουσιάζονται στα πλαίσια εφαρμογής της κλασικής διδακτικής προσέγγισης, προτείνονται εναλλακτικές διδακτικές προσεγγίσεις, που δίνουν έμφαση σε ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα:

- στη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων (Barnes et al, 1997), (Fincher, 1999),
- στη σχεδίαση προγραμμάτων (Astrachan & Reed, 1995), (Linn & Clancy, 1992), (Proulx, 2000),
- στη χρησιμοποίηση εναλλακτικών μορφών αναπαράστασης της λύσης (Fincher, 1999),
- στη χρησιμοποίηση παραδειγμάτων (Hoffman & Walsh, 1997),
- στον πειραματισμό και στη διερεύνηση (Haberman & Kolikant, 2001), (Lischner, 2001),
- στη συνεργατική μάθηση (Williams & Upchurch, 2001),
- στην αξιοποίηση εκπαιδευτικών εργαλείων (Ευνογαλάς et al, 2000).

Στην παρούσα εργασία, παρουσιάζονται τρεις εναλλακτικές διδακτικές προσεγγίσεις – η προσέγγιση «Μαύρο-Κουτί», η προσέγγιση που βασίζεται στις «Διερευνήσεις» και η προσέγγιση που βασίζεται στη συνεργασία δύο ατόμων - που εφαρμόζονται σε εισαγωγικά μαθήματα του προγραμματισμού, κυρίως σε πανεπιστημιακά ιδρύματα, και των οποίων η πειραματική αξιολόγηση έχει αναδείξει θετικά αποτελέσματα στη μάθηση. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται προτάσεις διδασκαλίας για καθεμία από τις τρεις διδακτικές προσεγγίσεις. Οι προτάσεις διδασκαλίας στοχεύουν στην επίτευξη συγκεκριμένων μαθησιακών στόχων που σχετίζονται κυρίως με την κατανόηση της λειτουργίας και των ιδιαίτερων λειτουργικών χαρακτηριστικών των επαναληπτικών δομών.

## **ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ**

### **Η προσέγγιση «Μαύρο – Κουτί»**

Στην προσέγγιση «Μαύρο-Κουτί» (Haberman & Kolikant, 2001), προτείνεται οι μαθητές να εξοικειωθούν με τις νέες έννοιες κατά την εκπόνηση δραστηριοτήτων στο εργαστήριο και στη συνέχεια να συμμετάσχουν σε μία διάλεξη-συζήτηση. Οι δραστηριότητες περιλαμβάνουν δύο βασικά τμήματα (i) αρχικά οι μαθητές καλούνται να εκτελέσουν απλά προγράμματα (των οποίων δε γνωρίζουν τον κώδικα και τη λειτουργία – «μαύρα κουτιά»), να «συνδιαλεχθούν» με τον υπολογιστή, και να απαντήσουν σε μία σειρά από ερωτήσεις που αφορούν κυρίως «στο διάλογο με τον υπολογιστή», (ii) στη συνέχεια οι μαθητές μελετούν τον κώδικα του προγράμματος και απαντούν σε ερωτήσεις σχετικά με τις εντολές που χρησιμοποιούνται. Τέλος, οι μαθητές συζητούν τις απαντήσεις/προβληματισμούς τους και αποσαφηνίζουν τυχόν απορίες τους με το διδάσκοντα.

Μέσω αυτής της διδακτικής προσέγγισης, οι μαθητές εισάγονται στις βασικές έννοιες και δομές του προγραμματισμού ενεργητικά, διερευνώντας οι ίδιοι αρχικά τη λειτουργία και τα χαρακτηριστικά των προγραμματιστικών εννοιών/δομών. Η αποτελεσματικότητα της προσέγγισης αξιολογήθηκε συγκριτικά με την κλασική διδακτική προσέγγιση, στη διδασκαλία της έννοιας της μεταβλητής (Haberman & Kolikant, 2001). Τα αποτελέσματα της πειραματικής αξιολόγησης έδειξαν ότι οι μαθητές που διδάχθηκαν μέσω της προσέγγισης «Μαύρο-Κουτί» αφομοίωσαν καλύτερα την έννοια της μεταβλητής και έκαναν πολύ λιγότερα λάθη.

### **Προσέγγιση βασισμένη στις «Διερευνήσεις»**

Οι «Διερευνήσεις» (explorations) στηρίζονται στη θεωρία του εποικοδομητισμού, και έχουν στόχο οι μαθητές να αναπτύξουν αποτελεσματικά νοητικά μοντέλα (effective mental models) για τη λειτουργία του υπολογιστή και τις βασικές προγραμματιστικές έννοιες/δομές (Lischner, 2001). Οι «Διερευνήσεις» αποσκοπούν (i) στην αντιμετώπιση των παρανοήσεων και των εσφαλμένων αντιλήψεων που έχουν οι αρχάριοι για τις δυνατότητες του υπολογιστή και τη λειτουργία των προγραμματιστικών δομών, καθώς και (ii) στην απόκτηση ικανοτήτων για τη διεκπεραίωση συγκεκριμένων διαδικασιών όπως για παράδειγμα δοκιμή του προγράμματος.

Μία «Διερεύνηση» είναι ουσιαστικά μία δομημένη εργαστηριακή δραστηριότητα, στην οποία οι μαθητές καλούνται αρχικά να διαβάσουν ένα μικρό πρόγραμμα, να απαντήσουν σε ερωτήσεις

σχετικές με τη λειτουργία και τα αποτελέσματα της εκτέλεσης των προγραμματιστικών δομών που χρησιμοποιούνται, να προβλέψουν τη «συμπεριφορά» του προγράμματος και τέλος να συγκρίνουν και να ελέγξουν τις απαντήσεις τους εκτελώντας το πρόγραμμα. Σε περίπτωση που οι προβλέψεις τους δεν ανταποκρίνονται στα πραγματικά αποτελέσματα, οι μαθητές καθοδηγούμενοι από ειδικά σχεδιασμένες ερωτήσεις/εργασίες καλούνται να εξηγήσουν/τεκμηριώσουν τις απαντήσεις τους. Οι ερωτήσεις/εργασίες μπορεί να έχουν τη μορφή προτεινόμενων ενεργειών που διευκολύνουν τους μαθητές να εντοπίσουν το λάθος τους ώστε να μπορέσουν να το διορθώσουν. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι μαθητές μπορούν να αντιληφθούν από μόνοι τους τα λάθη. Διαφορετικά, ο διδάσκων συζητά μαζί τους και τους βοηθάει να ξεπεράσουν τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν (Lischner, 2001). Τα αποτελέσματα της εφαρμογής των «Διερευνήσεων» είναι μετρήσιμα μέσω τεστ αξιολόγησης που διενεργούνται πριν (pretest) και μετά (posttest) την πραγματοποίηση των «Διερευνήσεων» και είναι ενθαρρυντικά για την αποτελεσματικότητα της συγκεκριμένης προσέγγισης (Lischner, 2001).

### **Προσέγγιση βασισμένη στη συνεργασία δύο ατόμων**

Η ανάθεση εργασιών σε ομάδες μαθητών που πραγματοποιούνται στο πλαίσιο των μαθημάτων αποσκοπεί, μεταξύ άλλων, στη δημιουργία κινήτρου για ενασχόληση, στην απόκτηση ικανοτήτων να ανταλλάγη απόψεις και για έλεγχο παρακολούθησης της εργασίας, στην καλλιέργεια θετικής στάσης για συνεργασία με άλλα άτομα και για αμοιβαία συνεισφορά και ευθύνη στην επίτευξη ενός στόχου. Συχνά όμως οι μαθητές, κατά την εκπόνηση ομαδικών εργασιών, επικεντρώνονται στο δικό τους τμήμα εργασίας, δεν έχουν συνολική εικόνα και άποψη, εργάζονται μεμονωμένα και η συνεισφορά τους μπορεί να είναι άνιση (Williams & Upchurch, 2001).

Η προσέγγιση ανάπτυξης προγραμμάτων από ομάδες των δύο ατόμων (pair-programming) προτείνεται και εφαρμόζεται τόσο στη διαδικασία της διδασκαλίας όσο και στην εκπόνηση εργασιών. Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση, δύο άτομα συνεργάζονται στη σχεδίαση και στην υλοποίηση ενός προγράμματος. Το ένα μέλος της ομάδας, παίζει το ρόλο του «οδηγού» (driver) και έχει τον έλεγχο του μολυβιού/ποντικιού/πληκτρολογίου στην ανάπτυξη του προγράμματος, ενώ το δεύτερο μέλος είναι ο «παρατηρητής» (observer) που διαρκώς ελέγχει το έργο του «οδηγού» θέτοντας ερωτήσεις, διερευνώντας εναλλακτικές λύσεις, παρατηρώντας ελλείψεις, κ.λπ. Οι ρόλοι του «οδηγού» και του «παρατηρητή» εναλλάσσονται μεταξύ των δύο ατόμων. Και τα δύο μέλη συμμετέχουν ενεργά στη διαδικασία και είναι εξίσου υπεύθυνα για την επίτευξη του στόχου (Williams et al, 2000). Ο διδάσκων θέτει το πλαίσιο εφαρμογής των δύο ρόλων και εξασφαλίζει ότι τηρούνται/εναλλάσσονται οι ρόλοι του «οδηγού» και του «παρατηρητή» σύμφωνα με το πλαίσιο που έχει τεθεί και ότι υπάρχει ουσιαστική συνεισφορά και από τους δύο.

Η πειραματική εφαρμογή και αξιολόγηση της προσέγγισης παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως (Williams & Upchurch, 2001):

- *την ικανοποίηση των μαθητών:* οι μαθητές αισθάνονται μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση για το αποτέλεσμα της εργασίας επειδή έχουν κάποιον να τους βοηθήσει, και μεγαλύτερη ικανοποίηση επειδή η συνεργασία οδηγεί σε πιο αποτελεσματικές λύσεις αφιερώνοντας λιγότερο χρόνο,
- *την ανάπτυξη δεξιοτήτων στη σχεδίαση και υλοποίηση λύσεων:* οι μαθητές ανταλλάσσουν ιδέες για την επίλυση ενός προβλήματος και συζητώντας για τα πλεονεκτήματα/μειονεκτήματα της προτεινόμενης λύσης, μαθαίνουν να διερευνούν εναλλακτικές λύσεις και επιλύουν προβλήματα που ενδεχομένως από μόνοι τους δε θα μπορούσαν,
- *την ενίσχυση του μαθησιακού αποτελέσματος:* οι μαθητές, επειδή αναγκάζονται να στοχάζονται (reflection), να εξηγούν τις ενέργειες τους (self-explanations) και να αναπτύσσουν μηχανισμούς παρακολούθησης/ελέγχου (monitoring) της διαδικασίας και της προόδου της εργασίας, μαθαίνουν αποτελεσματικότερα (Ben-Ari, 2001), (Chi et al, 1989) και αναπτύσσουν δεξιότητες αυτο-αξιολόγησης και παρακολούθησης της προόδου τους,

- την ανάπτυξη ικανοτήτων συνεργασίας: οι μαθητές μαθαίνουν να επικοινωνούν και να συνεργάζονται αποτελεσματικά με άλλα άτομα αναπτύσσοντας την κοινωνικότητά τους.

### Συγκριτική παρουσίαση των εναλλακτικών διδακτικών προσεγγίσεων

Από την περιγραφή του πλαισίου εφαρμογής των εναλλακτικών διδακτικών προσεγγίσεων καθώς και από τη διαδικασία σχεδιασμού προτάσεων διδασκαλίας που βασίζονται στις συγκεκριμένες προσεγγίσεις και οι οποίες παρουσιάζονται στη συνέχεια, συμπεραίνουμε ότι καθεμία από αυτές τις προσεγγίσεις επιδιώκει να πετύχει συγκεκριμένους μαθησιακούς στόχους και να ενισχύσει τα μαθησιακά αποτελέσματα. Η προσέγγιση «Μαύρο-Κουτί» και η προσέγγιση που βασίζεται στις «Διερευνήσεις» επικεντρώνονται στο να κατανοήσουν οι μαθητές βασικές προγραμματιστικές έννοιες/δομές, μέσω του πειραματισμού και της διερεύνησης, και να είναι σε θέση να τις χρησιμοποιούν αποτελεσματικά στην επίλυση ενός προβλήματος, ενώ η προσέγγιση που βασίζεται στη συνεργασία δύο ατόμων δίνει ιδιαίτερη βαρύτητα στο να αποκτήσουν οι μαθητές ικανότητες στη σχεδίαση και υλοποίηση της λύσης ενός προβλήματος.

Στον Πίνακα 1, παρουσιάζονται, για καθεμία από τις διδακτικές προσεγγίσεις, οι μαθησιακοί στόχοι που επιτυγχάνονται σε επίπεδο γνώσεων των προγραμματιστικών εννοιών/δομών και σε επίπεδο ικανοτήτων στη σχεδίαση/υλοποίηση λύσεων. Εκτός όμως από τις γνώσεις και ικανότητες που αποκτούν οι μαθητές στον προγραμματισμό μέσω των συγκεκριμένων διδακτικών προσεγγίσεων, είναι σημαντικό να αναφερθούν οι ικανότητες, οι αντιλήψεις και οι στάσεις που καλλιεργούνται μέσω αυτών των προσεγγίσεων (Πίνακας 2). Αναμφίβολα, καθεμία από αυτές μπορεί να εμπλουπιστεί με επιπλέον χαρακτηριστικά και να καλύψει αποτελεσματικά και άλλους μαθησιακούς στόχους.

Διδακτική προσέγγιση	Μαθησιακοί Στόχοι				
	Απόκτηση γνώσεων σε προγραμματιστικές έννοιες/δομές	Ικανότητες στη σχεδίαση/υλοποίηση			
		Δοκιμή προγράμματος	Τροποποίηση λύσεων	Σύνθεση τμημάτων κώδικα	Αποτελεσματική/ βέλτιστη χρήση των προγραμματιστικών δομών
«Μαύρο-Κουτί»	✓				✓
Χρήση «Διερευνήσεων»	✓	✓			✓
Βασισμένη στη συνεργασία	✓	✓	✓	✓	✓

**Πίνακας 1:** Μαθησιακοί Στόχοι που επιτυγχάνονται με τις παρουσιαζόμενες εναλλακτικές διδακτικές προσεγγίσεις

Διδακτική προσέγγιση	Ικανότητες – Αντιλήψεις – Στάσεις των μαθητών που αφορούν ...					
	Στη λειτουργία του υπολογιστή	Στην αξιολόγηση και στο σχολιασμό προτεινόμενων λύσεων	Στην επικοινωνία – συνεργασία με άλλα άτομα	Στην εξήγηση - αιτιολόγηση των ενεργειών τους	Στον έλεγχο της προόδου των εργασιών τους	Στον πειραματισμό – διερεύνηση
«Μαύρο-Κουτί»	✓					✓
Χρήση «Διερευνήσεων»	✓			✓		✓
Βασισμένη στη συνεργασία		✓	✓	✓	✓	✓

**Πίνακας 2:** Ικανότητες-Αντιλήψεις-Στάσεις που καλλιεργούνται με τις παρουσιαζόμενες εναλλακτικές διδακτικές προσεγγίσεις

## ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΔΟΜΕΣ

### Μαθησιακές δυσκολίες στις επαναληπτικές δομές

Προκειμένου να σχεδιαστούν προτάσεις διδασκαλίας για τις επαναληπτικές δομές, παράλληλα με τη μελέτη των εναλλακτικών διδακτικών προσεγγίσεων, μελετήθηκαν σχετικές βιβλιογραφικές

αναφορές που αφορούν στις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στις επαναληπτικές δομές (Ebrahimi, 1994), (Pane & Myers, 1996), (Soloway et al, 1983), (Κόμης, 2001). Επιπλέον, διενεργήθηκε μία σχετική έρευνα, στόχος της οποίας ήταν η καταγραφή και η ανάλυση των μαθησιακών δυσκολιών στις επαναληπτικές δομές «Όσο» και «Για». Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε μαθητές της Γ' Λυκείου της Τεχνολογικής Κατεύθυνσης που διδάσκονται το μάθημα «Ανάπτυξη εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον» τη σχολική χρονιά 2001-02 μέσω της συμπλήρωσης σχετικών ερωτηματολογίων.

Από τα αποτελέσματα της έρευνας προκύπτει ότι οι μαθητές αντιμετωπίζουν ιδιαίτερες δυσκολίες (Γόγουλου, 2002):

- στην εφαρμογή της επαναληπτικής δομής «Όσο», κυρίως όταν η συνθήκη ελέγχου εμπλέκει περισσότερες από μία μεταβλητές,
- στον προσδιορισμό των λειτουργικών χαρακτηριστικών (συνθήκη τερματισμού της επανάληψης, ελάχιστος/συνολικός αριθμός επαναλήψεων, τιμή της συνθήκης ελέγχου, κ.λπ.)
  - ο των επαναληπτικών δομών «Όσο» και «Για» όταν πρόκειται για οριακές περιπτώσεις (μη εκτέλεση της επανάληψης/ατέρμων βρόχος),
  - ο της επαναληπτικής δομής «Όσο» όταν η αρχικοποίηση και η ανανέωση της τιμής της μεταβλητής ελέγχου γίνεται μέσω μιας εντολής ανάγνωσης,
- στην αναγνώριση της εντολής ανανέωσης της τιμής της μεταβλητής ελέγχου στην επαναληπτική δομή «Όσο»,

οι οποίες οφείλονται κυρίως (i) στην έλλειψη πρακτικής εξάσκησης μέσω του υπολογιστή, (ii) στη μη ενασχόληση των μαθητών με ποικιλία προβλημάτων που καλύπτουν διαφορετικές περιπτώσεις εφαρμογής των επαναληπτικών δομών, και (iii) στην (κλασσική) διδακτική προσέγγιση που ακολουθείται και η οποία δε δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να διερευνούν οι ίδιοι τα χαρακτηριστικά των επαναληπτικών δομών, να πειραματίζονται με διαφορετικές περιπτώσεις και να συγκρίνουν/εξηγούν τη λειτουργία διαφόρων προγραμμάτων.

### **Πλαίσιο σχεδίασης των προτάσεων διδασκαλίας**

Ο σχεδιασμός των προτάσεων για τη διδασκαλία των επαναληπτικών δομών σε μαθητές της Γ' Λυκείου της Τεχνολογικής Κατεύθυνσης στα πλαίσια του μαθήματος «Ανάπτυξη εφαρμογών σε προγραμματιστικό περιβάλλον» βασίστηκε στο πλαίσιο εφαρμογής των εναλλακτικών διδακτικών προσεγγίσεων καθώς και στις μαθησιακές δυσκολίες στις επαναληπτικές δομές όπως αυτές προκύπτουν από τα αποτελέσματα της έρευνας που πραγματοποιήθηκε και από σχετικές βιβλιογραφικές αναφορές. Συγκεκριμένα, σχεδιάστηκαν τρεις προτάσεις διδασκαλίας. Οι δύο προτάσεις, που βασίζονται στην προσέγγιση «Μαύρο-Κουτί» και στις «Διερευνήσεις», στοχεύουν στο να κατανοήσουν οι μαθητές τη λειτουργία της επαναληπτικής δομής «Όσο» όταν πρόκειται για περίπτωση ατέρμονα βρόχου. Επιλέχθηκαν οι προσεγγίσεις αυτές διότι δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στην κατανόηση των προγραμματιστικών εννοιών/δομών και στον πειραματισμό/διερεύνηση των λειτουργικών χαρακτηριστικών των προγραμματιστικών δομών από τους ίδιους τους μαθητές. Η τρίτη πρόταση διδασκαλίας, που βασίζεται στη συνεργασία δύο ατόμων, αξιοποιεί τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η συγκεκριμένη προσέγγιση στην απόκτηση ικανοτήτων στη σχεδίαση και υλοποίηση της λύσης ενός προβλήματος και στοχεύει στο να μπορούν οι μαθητές να εφαρμόζουν αποτελεσματικά και βέλτιστα τις επαναληπτικές δομές και να επιλέγουν κατά περίπτωση την καταλληλότερη.

Συγκεκριμένα, οι δύο προτάσεις, που βασίζονται στην προσέγγιση «Μαύρο-Κουτί» και στις «Διερευνήσεις», στοχεύουν στην αντιμετώπιση των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στον προσδιορισμό των λειτουργικών χαρακτηριστικών της επαναληπτικής δομής «Όσο» όταν παραλείπεται η εντολή ανανέωσης και η επανάληψη εκτελείται για άπειρο αριθμό. Οι δύο προτάσεις διαφέρουν ως προς την εντολή που χρησιμοποιείται για την ανανέωση της τιμής της μεταβλητής ελέγχου - στην πρόταση διδασκαλίας που βασίζεται στην προσέγγιση «Μαύρο-

Κουτί», η εντολή ανανέωσης πραγματοποιείται μέσω εντολής ανάθεσης τιμής, ενώ στην πρόταση διδασκαλίας που βασίζεται στις «Διερευνήσεις», η εντολή ανανέωσης πραγματοποιείται μέσω εντολής ανάγνωσης τιμής. Επιπλέον, η πρόταση που βασίζεται στις «Διερευνήσεις» επιδιώκει οι μαθητές να κατανοήσουν τη λειτουργία της επαναληπτικής δομής «Όσο», όταν η αρχικοποίηση και ανανέωση της τιμής της μεταβλητής ελέγχου, που εμπλέκεται στη συνθήκη ελέγχου της «Όσο», πραγματοποιείται μέσω εντολής ανάγνωσης τιμής.

Τέλος, η πρόταση διδασκαλίας που βασίζεται στη συνεργασία δύο ατόμων στοχεύει στην αντιμετώπιση των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στην εφαρμογή των επαναληπτικών δομών (κυρίως της «Όσο») και στην επιλογή της ενδεικνυόμενης επαναληπτικής δομής ανάλογα με το προς επίλυση πρόβλημα.

Οι προτάσεις διδασκαλίας έχουν τη μορφή δραστηριοτήτων και παρουσιάζονται αναλυτικά στο Παράρτημα (Φύλλο Εργασίας που καλούνται να εκπονήσουν οι μαθητές). Στη συνέχεια, δίνεται μία περιγραφή των προτάσεων με βάση τους μαθησιακούς στόχους που επιδιώκεται να επιτευχθούν και το πλαίσιο εφαρμογής των διδακτικών προσεγγίσεων στις οποίες βασίζονται.

### **1η Πρόταση Διδασκαλίας που βασίζεται στην προσέγγιση «Μαύρο-Κουτί»**

Η πρόταση διδασκαλίας, που βασίζεται στην προσέγγιση «Μαύρο-Κουτί», έχει ως στόχο: οι μαθητές (i) να αναγνωρίζουν την εντολή ανανέωσης της τιμής της μεταβλητής ελέγχου, (ii) να ελέγχουν αν μία δομή επανάληψης «Όσο» τερματίζει ή όχι, και (iii) να εξηγήσουν το ρόλο της εντολής ανανέωσης της τιμής της μεταβλητής ελέγχου.

Το σχετικό Φύλλο Εργασίας περιλαμβάνει δύο προγράμματα (και τα δύο προγράμματα επλύουν το ίδιο πρόβλημα - το πρώτο πρόγραμμα δεν τερματίζει, ενώ το δεύτερο πρόγραμμα τερματίζει μετά από την είσοδο 10 αριθμών). Αρχικά, οι μαθητές καλούνται να πειραματιστούν με τη λειτουργία των δύο προγραμμάτων, εκτελώντας τα στον υπολογιστή, και να απαντήσουν σε μία σειρά ερωτήσεων (1<sup>η</sup> Εργασία). Στόχος αυτών των ερωτήσεων είναι να μπορέσουν οι μαθητές να αντιληφθούν τη λειτουργία και να συνειδητοποιήσουν τη διαφορά ως προς την εκτέλεση των δύο προγραμμάτων «συνδιαλεγόμενου» με τον υπολογιστή. Στη συνέχεια (2<sup>η</sup> Εργασία), ζητείται από τους μαθητές να μελετήσουν τον ψευδοκώδικα που αντιστοιχεί σε καθένα από τα δύο προγράμματα και να απαντήσουν σε ερωτήσεις που στοχεύουν στο να προσδιορίσουν οι μαθητές τις διαφορές στον ψευδοκώδικα των δύο προγραμμάτων και να συνδέσουν τις διαφορές αυτές με την εκτέλεση των προγραμμάτων. Μέσα από τις απαντήσεις και τις αιτιολογήσεις τους, οι μαθητές οδηγούνται στην εξαγωγή συμπερασμάτων για το ρόλο της εντολής ανανέωσης της τιμής της μεταβλητής ελέγχου που χρησιμοποιείται στη συνθήκη ελέγχου της επαναληπτικής δομής.

### **2<sup>η</sup> Πρόταση Διδασκαλίας που βασίζεται στις «Διερευνήσεις»**

Η πρόταση διδασκαλίας, που βασίζεται στις «Διερευνήσεις», έχει ως στόχο: οι μαθητές (i) να περιγράψουν/προσδιορίζουν τη λειτουργία της επαναληπτικής δομής «Όσο» όταν η τιμή της μεταβλητής της συνθήκης ελέγχου αρχικοποιείται και ανανεώνεται μέσω μιας εντολής ανάγνωσης τιμής και η συνθήκη ελέγχου περιέχει λογική έκφραση με χρήση του λογικού τελεστή ΚΑΙ, (ii) να αναγνωρίζουν την εντολή αρχικοποίησης και ανανέωσης της τιμής της μεταβλητής ελέγχου, και (iii) να ελέγχουν αν μία δομή επανάληψης «Όσο» τερματίζει την εκτέλεσή της ή όχι.

Το σχετικό Φύλλο Εργασίας περιλαμβάνει ένα τμήμα ψευδοκώδικα και δύο εκτελέσιμα προγράμματα που αφορούν στο ίδιο πρόβλημα. Το πρώτο πρόγραμμα λειτουργεί ορθά, ενώ στο δεύτερο πρόγραμμα παραλείπεται η σχετική εντολή ανανέωσης της τιμής της μεταβλητής ελέγχου στο σώμα εντολών της επανάληψης. Αρχικά, οι μαθητές καλούνται να μελετήσουν τον ψευδοκώδικα, να απαντήσουν σε ερωτήσεις που αφορούν στη λειτουργία του και στα λειτουργικά χαρακτηριστικά της «Όσο», να προβλέψουν τα αποτελέσματα για τιμές εισόδου της αρεσκείας τους, να εκτελέσουν το πρώτο πρόγραμμα στον υπολογιστή, να συγκρίνουν τα πραγματικά με τα προβλεπόμενα αποτελέσματα και να εξηγήσουν τυχόν διαφορές τους. Στη συνέχεια, οι μαθητές

καλούνται να επαναλάβουν τη διαδικασία της πρόβλεψης των αποτελεσμάτων και της εκτέλεσης του πρώτου προγράμματος για ενδεικτικές τιμές εισόδου που δίνονται, προκειμένου να κατανοήσουν τη λειτουργία του προγράμματος σε μεγαλύτερο βάθος. Τέλος, ζητείται από τους μαθητές να προβλέψουν τα αποτελέσματα της εκτέλεσης του ψευδοκώδικα όταν παραλείπεται η σχετική εντολή ανανέωσης της τιμής της μεταβλητής ελέγχου, να εκτελέσουν το δεύτερο πρόγραμμα και να εξηγήσουν τις διαφορές που υπάρχουν ανάμεσα στα αποτελέσματα του πρώτου και του δεύτερου προγράμματος.

### **3η Πρόταση Διδασκαλίας που βασίζεται στη συνεργασία δύο ατόμων**

Η πρόταση διδασκαλίας που βασίζεται στη συνεργασία δύο ατόμων, έχει ως στόχο: οι μαθητές (i) να εφαρμόζουν την επαναληπτική δομή «Όσο» και «μέχρις ότου» σε περιπτώσεις που η συνθήκη ελέγχου εμπλέκει τη μεταβλητή ελέγχου σε λογική έκφραση καθώς και στην περίπτωση που η συνθήκη ελέγχου εμπλέκει τη μεταβλητή ελέγχου σε σύγκριση με μία άλλη μεταβλητή, (ii) να επιλέγουν μεταξύ των επαναληπτικών δομών την ενδεικνυόμενη ανάλογα με το πρόβλημα που ζητείται να επιλυθεί, (iii) να ελέγχουν και να αξιολογούν τη λύση ενός προβλήματος, και (iv) να εξηγούν/αιτιολογούν τις επιλογές που κάνουν κατά την επίλυση ενός προβλήματος.

Στο σχετικό Φύλλο Εργασίας οι μαθητές καλούνται να επιλύσουν ένα πρόβλημα εφαρμόζοντας εναλλακτικές επαναληπτικές δομές, να προτείνουν τη δική τους λύση, να σχολιάσουν τους δυνατούς τρόπους επίλυσης του προβλήματος και να επιλέξουν/τεκμηριώσουν την ενδεικνυόμενη λύση.

### **ΕΠΙΛΟΓΟΣ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ**

Στην παρούσα εργασία περιγράφονται τρεις εναλλακτικές διδακτικές προσεγγίσεις, η καθεμία από τις οποίες έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και πλεονεκτήματα. Στο πλαίσιο αυτών των προσεγγίσεων παρουσιάζονται προτάσεις διδασκαλίας για τις επαναληπτικές δομές, ο σχεδιασμός των οποίων βασίστηκε στις μαθησιακές δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στις επαναληπτικές δομές όπως προκύπτουν από την έρευνα που πραγματοποιήθηκε και από σχετικές βιβλιογραφικές αναφορές. Η πρώτη και η δεύτερη πρόταση διδασκαλίας βασίζονται στον πειραματισμό και στη διερεύνηση και στοχεύουν στο να κατανοήσουν οι μαθητές τη λειτουργία της επαναληπτικής δομής «Όσο» όταν πρόκειται για περίπτωση ατέρμονα βρόχου. Η τρίτη πρόταση διδασκαλίας βασίζεται στη συνεργασία δύο ατόμων και στοχεύει στο να μάθουν οι μαθητές να εφαρμόζουν αποτελεσματικά και βέλτιστα τις επαναληπτικές δομές και να επιλέγουν κατά περίπτωση την καταλληλότερη.

Οι συγκεκριμένες προτάσεις διδασκαλίας δεν έχουν δοκιμαστεί και αξιολογηθεί ακόμη στην τάξη. Η διερεύνηση της αποτελεσματικότητας των προτάσεων αυτών και η εξαγωγή τεκμηριωμένων συμπερασμάτων για τους μαθησιακούς στόχους που επιτυγχάνονται, αποτελεί έναν από τους άμεσους στόχους μας. Επίσης, στα μελλοντικά μας σχέδια περιλαμβάνονται ο επανασχεδιασμός/εμπλουτισμός των προτάσεων διδασκαλίας ώστε να καλύπτονται όλα τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των επαναληπτικών δομών και ο σχεδιασμός προτάσεων διδασκαλίας και για άλλες βασικές έννοιες του προγραμματισμού.

### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Astrachan, O. & Reed, D. (1995), AAA and CS1. The Applied Apprenticeship Approach to CS1. *Proceedings of the ACM SIGCSE '95 Conference*, 1-5, Nashville, USA.
- Barnes, D.J., Fincher, S. & Thompson, S. (1997), Introductory Problem Solving in Computer Science, In Daughton, G., Magee P. (Eds), *Proceedings of the 5<sup>th</sup> Annual Conference on the Teaching of Computing*, 36-39, Dublin City University, Dublin, Ireland.
- Ben-Ari, M. (2001), Constructivism in Computer Science Education, *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching* 20(1), 45-73.

- Chi, M.T.H., Bassok, M., Lewis, M.W., Reimann, P. & Glaser, R. (1989), Self-Explanations: How students study and use examples in learning to solve problems, *Cognitive Science*, 13, 145-182.
- 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, *Int. J. Human-Computer Studies*, 41, 457-480.
- Fincher, S. (1999), What are We Doing When We Teach Programming? *Proceedings of the 29<sup>th</sup> ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, 12a4-1 – 12a4-5, San Juan, Puerto Rico.
- Haberman, B. & Kolikant, Y.B.D. (2001), Activating «Black Boxes» instead of opening «Zippers» - a method of teaching novices basic CS concepts. *Proceedings of the ACM ITiCSE '01 Conference*, 41-44, Canterbury, UK.
- Hoffman, D. & Walsh, P. (1997), Teaching Programming With Minimal Examples, *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Western Canadian Conference on Computing Education*, Nanaimo, BC, Canada.
- Lidtke, D.K. & Zhou, H.H. (1999), A new approach to an introduction to Computer Science, *Proceedings of the 29<sup>th</sup> ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, 12a4-23, Puerto Rico.
- Linn, M. & Clancy, M. (1992), The case for case studies of programming problems, *Comm. of the ACM*, 35(3), 121-132.
- 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.
- Lischner, R. (2001), Explorations: Structured Labs for First-Time Programmers, *Proceedings of the ACM SIGCSE '01 Conference*, 154-158, Charlotte, USA.
- 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.
- Proulx, V. (2000), Programming Patterns and Design Patterns in the Introductory Computer Science Course, *Proceedings of the ACM SIGCSE '00 Conference*, 80-84, Austin, USA.
- 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, Lawrence Erlbaum Associates.
- Soloway, E., Bonar, J. & Ehrlich, K. (1983), Cognitive Strategies and Looping Constructs: An Empirical Study, *Comm. of the ACM*, 26(11), 853-860.
- Williams, L. & Upchurch, R.L. (2001), In Support of Student Pair-Programming, *Proceedings of the ACM SIGCSE '01 Conference*, 327-331, Charlotte, USA.
- Williams, L., Kessler, R., Cunningham, W. & Jeffries, R. (2000), Strengthening the Case for Pair-Programming, *IEEE Software*, 17(4), 19-25.
- Γόγουλου, Α. (2002), Μαθησιακές δυσκολίες σε βασικές προγραμματιστικές έννοιες και διδακτικές προσεγγίσεις σε εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού, *Διπλωματική εργασία που εκπονήθηκε στα πλαίσια ολοκλήρωσης του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών*, Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών, Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Κόμης, Β. (2001), Μελέτη Βασικών Εννοιών του Προγραμματισμού στο Πλαίσιο μιας Οικοδομιστικής Διδακτικής Προσέγγισης, *Themes in Education*, 2(2-3), 243-270.
- Ξυνογαλάς, Σ., Σατρατζέμη, Μ. & Δαγδιλέλης, Β. (2000), Η εισαγωγή στον προγραμματισμό: Διδακτικές Προσεγγίσεις και Εκπαιδευτικά Εργαλεία, Στο Β. Κόμης (Επιμ.), *Πρακτικά Εισηγήσεων 2<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου «Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση»*, 115-124, Πάτρα.
- Τζιμογιάννης, Α. & Κόμης, Β. (2000), Η έννοια της μεταβλητής στον Προγραμματισμό: δυσκολίες και παρανοήσεις μαθητών του Ενιαίου Λυκείου, Στο Β. Κόμης (Επιμ.), *Πρακτικά Εισηγήσεων 2<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου «Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση»*, 103-114, Πάτρα.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### 1η Πρόταση Διδασκαλίας που βασίζεται στην προσέγγιση «Μαύρο-Κουτί»

#### Φύλλο Εργασίας

Στο συγκεκριμένο Φύλλο Εργασίας δίνονται δύο εκτελέσιμα προγράμματα και οι αντίστοιχοι ψευδοκώδικες.

**1<sup>η</sup> Εργασία:** Να εκτελέσεις τα δύο προγράμματα και να απαντήσεις στις ακόλουθες ερωτήσεις για κάθε πρόγραμμα:

1. Πόσες φορές εμφανίστηκε το μήνυμα «Δώσε αριθμό»;
2. Ποιο είναι το τελευταίο μήνυμα που εμφανίστηκε;
3. Τερματίζει η εκτέλεση του προγράμματος; Αν ναι, μετά από πόσες φορές τερματίζει;
4. Ποια πιστεύεις ότι είναι η λειτουργία του προγράμματος;

Στη συνέχεια να απαντήσεις στην ακόλουθη ερώτηση:

Ποια πιστεύεις ότι είναι η διαφορά των δύο προγραμμάτων ως προς τη λειτουργία τους;

**2<sup>η</sup> Εργασία:** Αφού μελετήσεις τον ψευδοκώδικα που αντιστοιχεί σε καθένα από τα δύο προγράμματα, να απαντήσεις στις ακόλουθες ερωτήσεις για κάθε ψευδοκώδικα:

1. Σε ποια μεταβλητή αποθηκεύεται ο αριθμός που δίνεται από το χρήστη;
2. Με ποια εντολή δίνεται αρχική τιμή στη μεταβλητή count;
3. Με ποια εντολή αλλάζει τιμή η μεταβλητή count;
4. Ποιος είναι ο ρόλος της μεταβλητής count;
5. Γιατί δεν τερματίζει η εκτέλεση του 1<sup>ου</sup> προγράμματος;
6. Γιατί τερματίζει η εκτέλεση του 2<sup>ου</sup> προγράμματος όταν δόθηκαν 10 αριθμοί;

Στη συνέχεια να απαντήσεις στις ακόλουθες ερωτήσεις:

1. Ποια είναι η διαφορά των δύο προγραμμάτων ως προς τις εντολές που περιέχουν;
2. Η διαφορά αυτή επηρεάζει τη διαφορετική λειτουργία τους και το τελικό αποτέλεσμα;

Ψευδοκώδικας για το πρόγραμμα 1	Ψευδοκώδικας για το πρόγραμμα 2
<pre>Πρόγραμμα Άθροισμα_αριθμών Αρχή sum ← 0 count ← 0 Όσο (count&lt;10) επανέλαβε   Γράψε 'Δώσε αριθμό'   Διάβασε num   sum ← sum + num Τέλος επανάληψης Γράψε 'Το άθροισμα των 10 αριθμών είναι', sum Τέλος_Προγράμματος Άθροισμα_αριθμών</pre>	<pre>Πρόγραμμα Άθροισμα_αριθμών Αρχή sum ← 0 count ← 0 Όσο (count&lt;10) επανέλαβε   Γράψε 'Δώσε αριθμό'   Διάβασε num   count ← count + 1   sum ← sum + num Τέλος επανάληψης Γράψε 'Το άθροισμα των 10 αριθμών είναι', sum Τέλος_Προγράμματος Άθροισμα_αριθμών</pre>

### 2<sup>η</sup> Πρόταση Διδασκαλίας που βασίζεται στις «Διερευνήσεις»

#### Φύλλο Εργασίας

**1<sup>η</sup> Εργασία: 1.1** Να μελετήσεις τον ακόλουθο ψευδοκώδικα και να απαντήσεις στις ερωτήσεις:

```
Πρόγραμμα Εύρεση_Κενών
Αρχή
sp ← 0
lp_count ← 0
Γράψε 'Δώσε χαρακτήρα'
Διάβασε ch
Όσο (ch<>' ' ΚΑΙ ch<>'!') επανέλαβε
  Av ch = ' ' τότε
    sp ← sp + 1
  τέλος_αν
  lp_count ← lp_count + 1
Γράψε 'Δώσε χαρακτήρα'
Διάβασε ch
Τέλος επανάληψης
Γράψε 'Επαναλήψεις: ', lp_count
Γράψε 'Κενά: ', sp
Τέλος_Προγράμματος Εύρεση_Κενών
```

1. Ποια είναι η λειτουργία του ψευδοκώδικα;
2. Ποια είναι η μεταβλητή ελέγχου της επαναληπτικής δομής;
3. Ποια είναι η αρχική τιμή της μεταβλητής ελέγχου; Αλλάζει η τιμή της μεταβλητής ελέγχου κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος; Αν Ναι, ποια εντολή χρησιμοποιείται για την ανανέωση της τιμής της;
4. Πότε θα τερματίσει η εκτέλεση της επαναληπτικής δομής «Όσο»;
5. Υπάρχει περίπτωση η επανάληψη να μην εκτελεστεί καμία φορά; Αν Ναι, τότε μπορεί να συμβεί;
6. Υπάρχει περίπτωση να μην τερματίσει η εκτέλεση της επαναληπτικής δομής «Όσο»; Αν Ναι, τότε μπορεί να συμβεί;

**1.2** Να εκτελέσεις τον ψευδοκώδικα τρεις φορές δίνοντας τιμές εισόδου της αρεσκείας σου (όχι περισσότερες από 10 τιμές σε κάθε εκτέλεση). Στόχος σου πρέπει να είναι οι τιμές που δίνεις να οδηγούν στον τερματισμό

της εκτέλεσης του ψευδοκώδικα. Να συμπληρώσεις στον Πίνακα 1, στην 1<sup>η</sup> στήλη, τις τιμές που έδωσες σε κάθε εκτέλεση και στις αντίστοιχες στήλες, τα προβλεπόμενα αποτελέσματα.

Είσοδος	Προβλεπόμενα Αποτελέσματα		Πραγματικά Αποτελέσματα	
	Προβλεπόμενος αριθμός επαναλήψεων	Προβλεπόμενο αποτέλεσμα της λειτουργίας του ψευδοκώδικα	Πραγματικός αριθμός επαναλήψεων	Πραγματικό αποτέλεσμα της λειτουργίας του προγράμματος

Πίνακας 1

**2<sup>η</sup> Εργασία:** Να εκτελέσεις το πρόγραμμα (sp1) στον υπολογιστή για τις τιμές εισόδου που έδωσες στην 1<sup>η</sup> εργασία και να καταγράψεις τα πραγματικά αποτελέσματα στις αντίστοιχες στήλες του Πίνακα 1. Να συγκρίνεις αν υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στα πραγματικά και στα προβλεπόμενα αποτελέσματα και να εξηγήσεις τις τυχόν διαφορές που υπάρχουν.

**3<sup>η</sup> Εργασία:** **3.1** Να εκτελέσεις τον ψευδοκώδικα για τις τιμές εισόδου που δίνονται στον Πίνακα 2 (όμοιος με τον Πίνακα 1 συμπληρωμένος με ενδεικτικές τιμές εισόδου από το διδάσκοντα), και να συμπληρώσεις στις αντίστοιχες στήλες, τα προβλεπόμενα αποτελέσματα. **3.2** Να εκτελέσεις το πρόγραμμα (sp1) στον υπολογιστή με τις τιμές εισόδου του Πίνακα 2 και να καταγράψεις τα πραγματικά αποτελέσματα στις αντίστοιχες στήλες του πίνακα. Να συγκρίνεις αν υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στα πραγματικά και στα προβλεπόμενα αποτελέσματα και να εξηγήσεις τις τυχόν διαφορές που υπάρχουν.

**4<sup>η</sup> Εργασία:** **4.1** Έστω ότι στον ψευδοκώδικα δεν υπάρχουν οι δύο εντολές «Γράψε 'Δώσε χαρακτήρα'» και «Διάβασε ch», του σώματος εντολών της επανάληψης. Να προβλέψεις και να συμπληρώσεις στον Πίνακα 3 (όμοιος με τον Πίνακα 2), στις αντίστοιχες στήλες, τα αποτελέσματα για τις τιμές εισόδου που δίνονται στην 1<sup>η</sup> στήλη του πίνακα. **4.2** Να εκτελέσεις το πρόγραμμα (sp2) στον υπολογιστή με τις τιμές εισόδου του Πίνακα 3 και να καταγράψεις τα πραγματικά αποτελέσματα στις αντίστοιχες στήλες πίνακα. Να συγκρίνεις αν υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στα πραγματικά και στα προβλεπόμενα αποτελέσματα και να εξηγήσεις τις τυχόν διαφορές που υπάρχουν. **4.3** Να εξηγήσεις γιατί υπάρχει διαφορά στα αντίστοιχα πραγματικά αποτελέσματα του Πίνακα 2 και του Πίνακα 3.

### 3<sup>η</sup> Πρόταση Διδασκαλίας που βασίζεται στη συνεργασία δύο ατόμων

#### Φύλλο εργασίας

Στο συγκεκριμένο Φύλλο Εργασίας δίνεται ένα πρόβλημα, το οποίο καλείστε να επιλύσετε με δύο εναλλακτικούς τρόπους, να προτείνετε τη δική σας λύση, να σχολιάσετε τους δυνατούς τρόπους επίλυσής του και τέλος να προτείνετε την ενδεικνυόμενη λύση.

#### Πρόβλημα

Ζητείται να γραφεί πρόγραμμα το οποίο να υπολογίζει και να εμφανίζει το γινόμενο  $1*2*3* \dots *x$  για συγκεκριμένο αριθμό  $x$  που δίνει ο χρήστης του προγράμματος. Ο αριθμός  $x$  πρέπει να είναι ακέραιος από 1 έως 100. Σε περίπτωση που αριθμός είναι εκτός ορίων, εμφανίζεται σχετικό μήνυμα και ο χρήστης πρέπει να δώσει έναν νέο αριθμό. Το πρόγραμμα που καλείστε να υλοποιήσετε πρέπει (i) να διαβάζει τον αριθμό  $x$  που δίνει ο χρήστης και να ελέγχει την τιμή του  $x$ , και (ii) να υπολογίζει και να εμφανίζει το γινόμενο  $1*2*3* \dots *x$ .

#### Οδηγίες

Το πρόγραμμα να υλοποιηθεί χρησιμοποιώντας (i) την επαναληπτική δομή «Όσο... επανέλαβε» και (ii) την επαναληπτική δομή «Αρχή επανάληψης ... μέχρις ότου» εναλλάσσοντας σε κάθε περίπτωση τους ρόλους σας («παρατηρητής» - «οδηγός»). Το μέλος της ομάδας που παίζει το ρόλο του «παρατηρητή» θα καταγράφει αναλυτικά τις ερωτήσεις, υποδείξεις που υποβάλλει στον «οδηγό» καθώς και τις απαντήσεις/εξηγήσεις/σχόλια που δίνει ο «οδηγός». Ενδεικτικές ερωτήσεις που μπορεί να υποβάλλει ο «παρατηρητής» στον «οδηγό» είναι:

(i) Θα χρησιμοποιηθεί επαναληπτική δομή για τον έλεγχο του αριθμού εισόδου; Αν Ναι, ποια θα είναι η συνθήκη ελέγχου; (ii) Ποια θα είναι η συνθήκη ελέγχου στη δομή επανάληψης που θα χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό του γινομένου; (iii) Τι θα δηλώνει η μεταβλητή της συνθήκης ελέγχου της επαναληπτικής δομής που θα χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό του γινομένου; Ποια θα είναι η αρχική της τιμή; (iv) Η μεταβλητή που θα χρησιμοποιηθεί για το γινόμενο πρέπει να έχει αρχική τιμή; Αν Ναι, ποια θα είναι η τιμή; (v) Ποιες τιμές εισόδου θα χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο του προγράμματος;

Σε περίπτωση, που θεωρείτε ότι το πρόβλημα μπορεί να λυθεί με εναλλακτικό τρόπο, να προτείνετε την εναλλακτική λύση και να αναφέρετε τα πλεονεκτήματα/μειονεκτήματα της. Ποια από τις επαναληπτικές δομές θα προτιμούσατε; Ποια/ποιες θεωρείτε ότι είναι οι πιο ενδεικνυόμενες επαναληπτικές δομές για την επίλυση του προβλήματος; Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.