

Στοιχεία Διδακτικής Προσέγγισης του μαθήματος της Ανάπτυξης Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον

Α. Μηναΐδη¹, Γ. Χλαπάνης²

¹MSc, Καθ. Πληροφορικής ΠΕ19, 1^ο Γενικό Λύκειο Κω
aminaidi@aegean.gr

² PhD, Καθ. Πληροφορικής ΠΕ19, 2^ο Γενικό Λύκειο Κω
hlapanis@aegean.gr

Περίληψη

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται ορισμένα στοιχεία διδακτικής προσέγγισης του μαθήματος της Ανάπτυξης Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον της τεχνολογικής κατεύθυνσης της Γ' τάξης του Γενικού Λυκείου. Ιδιαίτερο βάρος δίνεται στις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στην προσπάθεια για την απόκτηση της νέας γνώσης, στα παιδαγωγικά εμπόδια που διαμορφώνονται και στους τρόπους άρσης τους.

Όσον αφορά στο μάθημα *Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον* (ΑΕΠΠ), η άρση των εμποδίων μπορεί να επιτευχθεί με εφαρμογή ανακαλυπτικής και συνεργατικής μάθησης και ειδικότερα στο εργαστήριο της πληροφορικής με κατάλληλες μεθόδους και με τη χρήση τεχνουργημάτων.

Στην εργασία παρουσιάζεται ακόμη μια κάπως διαφορετική πρόταση από αυτήν των συγγραφέων του σχολικού εγχειριδίου για την οργάνωση της ύλης και τη διδακτική προσέγγιση των εννοιών του μαθήματος. Τέλος παρουσιάζονται συγκεκριμένες προτάσεις στο πλαίσιο μιας διδακτικής προσέγγισης τριών συγκεκριμένων εννοιών/ενοιών που θεωρούμε ότι είναι κομβικής σημασίας και στις οποίες παρουσιάζονται μεγάλες δυσκολίες και εμπόδια από πλευράς μαθητών.

Λέξεις κλειδιά: *Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον (ΑΕΠΠ), Διδακτική, Παιδαγωγικά Εμπόδια.*

1. Εισαγωγή

Το μάθημα *Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον* (ΑΕΠΠ), διδάσκεται στην Τεχνολογική Κατεύθυνση της Γ' Λυκείου και εξετάζεται σε Πανελλαδικό επίπεδο. Έχει σαν γενικό σκοπό οι μαθητές να αναπτύξουν αναλυτική και συνθετική σκέψη, να αποκτήσουν ικανότητες μεθοδολογικού χαρακτήρα και να μπορούν να επιλύουν προβλήματα (Βακάλη κ.α., 2006).

Το μάθημα προβλέπεται να γίνεται τόσο σε αίθουσα διδασκαλίας (κάποιες θεωρητικές ενότητες κυρίως στο πρώτο μέρος του βιβλίου κεφάλαια 1-5, «Ανάλυση Προβλήματος και Σχεδίαση αλγορίθμου», όπου δίνεται έμφαση στην ανάπτυξη δεξιοτήτων αλγοριθμικής προσέγγισης των προβλημάτων), όσο και στο εργαστήριο, ειδικά για τις ενότητες που βρίσκονται στο δεύτερο μέρος του βιβλίου (κεφάλαια 6-

14) που αφιερώνεται στην υλοποίηση προγραμμάτων σε περιβάλλον γλωσσών προγραμματισμού υψηλού επιπέδου. Τα δύο αυτά μέρη του βιβλίου δεν είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους. Συνήθως ο σκοπός της δημιουργίας ενός αλγορίθμου είναι στη συνέχεια η κατασκευή ενός προγράμματος. Έτσι το βιβλίο αυτό δεν προορίζεται για να διαβαστεί σειριακά (Βακάλη κ.α., 2006). Ο μαθητής ακολουθεί τις υποδείξεις του καθηγητή σχετικά με τη σειρά μελέτης των κεφαλαίων. Ας σημειωθεί δε ότι συχνά το ίδιο αντικείμενο μπορεί να επαναλαμβάνεται και σε άλλο σημείο του βιβλίου, αν πρόκειται για θέμα που αντιμετωπίζεται από αλγοριθμική σκοπιά αλλά και από την πλευρά της υλοποίησης σε υπολογιστή.

Η ανάπτυξη των προγραμμάτων πραγματοποιείται σε μια γλώσσα προγραμματισμού που αποκαλείται ΓΛΩΣΣΑ, η οποία βέβαια ακολουθεί τις γενικές αρχές των σύγχρονων γλωσσών προγραμματισμού υψηλού επιπέδου, και ενώ αρχικά ήταν υποθετική, σήμερα πλέον δεν είναι καθώς υπάρχουν μεταγλωττιστές και διερμηνευτές που την υποστηρίζουν. Παρόλα αυτά η εμπειρία έχει δείξει ότι πολλοί καθηγητές πληροφορικής που διδάσκουν το μάθημα, για διάφορους λόγους (χάριν ευκολίας, λόγω έλλειψης κατάλληλου εργαστηρίου, λόγω πίεσης χρόνου, κλπ.) διδάσκουν το μάθημα αποκλειστικά ή σχεδόν αποκλειστικά στην αίθουσα με τη μορφή διαλέξεων.

Είναι πάντως αλήθεια ότι σίγουρα υπάρχει μεγάλη πίεση χρόνου κατά την υλοποίηση του μαθήματος καθώς οι 2 ώρες την εβδομάδα, που διατίθενται για το μάθημα από το αναλυτικό πρόγραμμα, είναι κατά γενική ομολογία πολύ λίγες για τις απαιτήσεις και την ύλη που πρέπει να διδαχτεί, ειδικά αν αναλογιστούμε ότι πρόκειται για την πρώτη επαφή των μαθητών με την αλγοριθμική σκέψη και στοιχεία του προγραμματισμού και οι δυσκολίες και τα εμπόδια που συναντούν είναι πολλά.

Η εργασία αυτή φιλοδοξεί να βοηθήσει τους καθηγητές ΠΕ19-ΠΕ20 που διδάσκουν το μάθημα, να εφαρμόσουν στην πράξη μεθόδους και τεχνικές που θα βοηθήσουν τους μαθητές να άρουν κάποιες από τις συχνά εμφανιζόμενες δυσκολίες και εμπόδια. Ακόμη, ίσως δώσει κάποια παραπάνω κίνητρα για την υλοποίηση ορισμένων εννοιών του μαθήματος στο εργαστήριο, όπως θα έπρεπε να συμβαίνει.

2. Παιδαγωγικά Εμπόδια και Διδακτικές προσεγγίσεις

Αντικείμενο της *Διδακτικής* είναι η μελέτη των διαδικασιών μετάδοσης και απόκτησης των γνώσεων με απώτερο στόχο τη βελτίωση αυτών των διαδικασιών (Vergnaud, 1994), η διερεύνηση δηλαδή των μεθόδων με τις οποίες ευνοείται η οικοδόμηση των γνώσεων, η μάθηση, στο πλαίσιο καταστάσεων διδασκαλίας (Κόμης, 2000). Η διαδικασία της οικοδόμησης της νέας γνώσης από το μαθητή δεν είναι γραμμική, περιλαμβάνονται ρήξεις και άλματα, όπως ακριβώς η πορεία ανάπτυξης της επιστήμης. Οι γνώσεις κατασκευάζονται διαλεκτικά, στηριζόμενες στις προηγούμενες γνώσεις αλλά και συγκρουόμενες ταυτόχρονα μαζί τους, σύμφωνα με τη θεωρία των επιστημολογικών εμποδίων που πρώτος εισήγαγε ο Bachelard (Bachelard, 1970). Όταν μια γνώση αποδειχθεί επιτυχής σε ένα ευρύ πεδίο καταστάσεων τότε αντιστέκεται στην αλλαγή, ακόμη και όταν πρέπει να τροποποιηθεί αποφασιστικά για να αντιμετωπίσει με αποτελεσματικότητα νέα προβλήματα (Artigue, 1992), διαμορφώνοντας παιδαγωγικά εμπόδια. Τα παιδαγωγικά εμπόδια

είναι γνώσεις που υπήρξαν κάποτε εν γένει ικανοποιητικές για την επίλυση ορισμένων προβλημάτων, με αποτέλεσμα να σταθεροποιηθούν στη σκέψη αλλά στη συνέχεια αποδεικνύονται ανεπαρκείς και δύσκολα προσαρμόσιμες σε νέα προβλήματα (Tall, 1989). Ουσιαστικά το παιδαγωγικό εμπόδιο είναι η αδράνεια που εμφανίζουν τα παγιωμένα εννοιολογικά σχήματα σε κάθε προσπάθεια αναπροσαρμογής τους ή απομάκρυνσής τους και αντικατάστασής τους από νέα, προκαλώντας περιστολή της οπτικής του μαθητευόμενου. Όσο πιο μεγάλη θητεία-διάρκεια έχει το αντίστοιχο πλαίσιο τόσο πιο ισχυρά εδραιωμένο είναι και τόσο πιο δυσχερής είναι η αντικατάστασή του (Minaidi & Hlapanis, 2005). Η τάση των μαθητών να ανατρέχουν σε προηγούμενα πλαίσια αναφοράς, όταν αντιμετωπίζουν νέες προβληματικές καταστάσεις, φανερώνει πως η συγκρότηση της γνώσης (η απόκτηση νέων εννοιολογικών σχημάτων) από το μαθητή είναι στρωμένη με παιδαγωγικά εμπόδια.

Επομένως οι διδακτικές δραστηριότητες πρέπει να σχεδιάζονται ώστε να ευνοούν την ανίχνευση και έκφραση των προ-διαμορφωμένων γνωστικών δομών δίνοντας τη δυνατότητα στους μαθητές να κάνουν τις δικές τους ιδέες σαφείς, ρητές και εν συνεχεία να στοχεύουν στην κριτική συγκρότηση των νέων γνώσεων. Αυτό πρέπει να ισχύει και για τα μαθήματα πληροφορικής και ειδικότερα για τον προγραμματισμό και το μάθημα της Ανάπτυξης Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον (ΑΕΠΠ). Αφού ο διδάσκοντας λάβει γνώση για τις παρανοήσεις και τα παιδαγωγικά εμπόδια των μαθητών του, ο στόχος του θα πρέπει να είναι η άρση τους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με διάφορους εναλλακτικούς τρόπους, όπως:

- Παρουσίαση ασύμφωνων γεγονότων. Η παρατήρηση ενός απρόσμενου γεγονότος ή αποτελέσματος μπορεί να δώσει κίνητρα στους μαθητευόμενους να σκεφτούν μια συγκεκριμένη κατάσταση. Η παραγόμενη εννοιολογική σύγκρουση καθιστά τον μαθητευόμενο ανικανοποίητο από τις τρέχουσες ιδέες του και τον βοηθά να αντιληφθεί την ανάγκη για αλλαγή τους (Driver, Guesne & Tiberghien, 1991).
- Χρήση μαιευτικής μεθόδου. Όπου οι ιδέες των μαθητευόμενων είναι ασυνεπείς και ασύνδετες μεταξύ τους, συγκεκριμένες ερωτήσεις μπορούν να τους βοηθήσουν να εκτιμήσουν την ενδεχόμενη έλλειψη συνοχής της σκέψης τους και να ανακατασκευάσουν τις ιδέες τους με ένα πιο συνεκτικό τρόπο (Driver, Guesne & Tiberghien, 1991).
- Με εφαρμογή συνεργατικής μάθησης. Δίνοντας στους μαθητές την ευκαιρία να εξερευνήσουν τις ιδέες τους μέσω συζητήσεων με τους συμμαθητές τους σε μικρές ομάδες επιτυγχάνουμε παρόμοιους σκοπούς (Beckman, 1990; Collier, 1980; Goodsell et al., 1992; Johnson & Johnson, 1989; Johnson, Johnson & Smith, 1991).
- Με ανακαλυπτική μάθηση. Η ανακαλυπτική μάθηση βασίζεται στην αρχή ότι για να μάθει το υποκείμενο πρέπει να δράσει σε συγκεκριμένα αντικείμενα. Εισήχθηκε από το Bruner (Bruner, 1961) ο οποίος υποστηρίζει πως οι μαθητές είναι πιο πιθανό να θυμούνται έννοιες τις οποίες τις έχουν ανακαλύψει μόνοι τους μέσω πειραματισμού και πρακτικής.

Όλες οι παραπάνω μέθοδοι για την άρση των εμποδίων (και ειδικά η ανακαλυπτική μάθηση) επιτυγχάνονται ως επί το πλείστον στο χώρο του εργαστηρίου της πληροφορικής. Ο μαθητής πειραματίζεται στο εργαστήριο, δημιουργεί προγράμματα, με διαδοχικές δοκιμαστικές εκτελέσεις ανακαλύπτει τα λάθη και προχωράει στην διόρθωση των προγραμμάτων του. Άλλωστε σπάνια γράφουμε σωστό κώδικα με την πρώτη προσπάθεια. Η άμεση παρατήρηση των ενεργειών του και η επικοινωνία του με τη μηχανή θα τον εφοδιάσουν με τα κατάλληλα εργαλεία για την οικοδόμηση ορθότερων μοντέλων για τον υπολογιστή, τη λειτουργία του, τον προγραμματισμό και τις βασικές του έννοιες (Τζιμογιάννης, 2000). Η μη χρήση ή η περιορισμένη χρήση του εργαστηρίου με τη δικαιολογία πως οι μαθητές θα εξεταστούν στο χαρτί αλλοιώνει τη φύση του γνωστικού αντικειμένου. Χάνεται ο ρόλος του λάθους όπως αυτός παρουσιάζεται στην εκσφαλμάτωση. Η κατασκευή ενός προγράμματος στο χαρτί περιθωριοποιεί ή και εξαφανίζει όλες τις επιμέρους διαδικασίες της εκσφαλμάτωσης όπως την αναγνώριση του λάθους, την απομόνωσή της πηγής του, την ανεύρεση της αιτίας που το δημιουργεί, τη διόρθωση του και τον επανέλεγχο για τη καλή λειτουργία του προγράμματος.

Για το μάθημα του ΑΕΠΠ, η εξάσκηση και δημιουργία προγραμμάτων στον υπολογιστή από τους μαθητές ευνοεί τη συνεργατική μάθηση. Με την ευρύτερή της έννοια, η συνεργατική μάθηση μπορεί να ορισθεί ως η από κοινού εργασία πάνω σε ένα συγκεκριμένο θέμα με τρόπο τέτοιο ώστε να προωθείται η ατομική μάθηση μέσω των συνεργατικών διεργασιών. Σύμφωνα με τους Μπούρα και Τσιάτσο (Μπούρας, Τσιάτσο, 2006) βελτιώνει την επίδοση του μαθητευομένου σε σχέση με τις ατομικές εργασίες. Οι ίδιοι οι μαθητές φαίνεται να προτιμούν την συνεργατική μάθηση καθώς εμφανίζουν μεγαλύτερη ικανοποίηση στις περιπτώσεις όπου αυτή εφαρμόζεται (Beckman, 1990; Chickering and Gamson, 1991; Collier, 1980; Cooper et al., 1990; Goodsell, Maher, Tinto et al., 1992; Johnson & Johnson, 1989; Johnson, Johnson, & Smith, 1991; Kohn, 1986; McKeachie et al, 1986; Slavin, 1980, 1983; Whitman, 1988).

Ένα άλλο ζήτημα στο πλαίσιο της συνεργατικής μάθησης είναι η δημιουργία ομάδων, με ποια κριτήρια και με πιο σκοπό πρέπει να υλοποιείται από τον διδάσκοντα. Πρόκειται για μια ξεχωριστή όχι όμως και ανεξάρτητη διαδικασία η οποία αποτελεί ένα πολυσύνθετο ζήτημα που όμως δεν θα συζητηθεί στην παρούσα εργασία.

3. Δυσκολίες των μαθητών στο πλαίσιο του μαθήματος ΑΕΠΠ

Πολλοί ερευνητές ασχολήθηκαν με τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές με βασικές προγραμματιστικές έννοιες και δομές τόσο σε επίπεδο κατανόησης τους όσο και σε επίπεδο σχεδίασης και ανάπτυξης προγραμμάτων, στον ελλαδικό χώρο αλλά και διεθνώς, (Soloway, Bonar, & Ehrlich, 1983; Gray, Corbett, & VanLehn 1988; Perkins, Schwartz & Simmons, 1988; Christiaen, 1988; Sloane & Linn, 1988; Du Boulay, 1989; Τζιμογιάννης & Κόμης, 2000; Γρηγοριάδου, Γόγουλου & Γουλή 2004; Lawrence, Badre & Stasko, 2002; Jenkins, 2002; Gomes & Mendes, 2007).

Σύμφωνα με τους Gomes & Mendes (Gomes & Mendes, 2007) η μεγαλύτερη δυσκολία των μαθητών στον προγραμματισμό οφείλεται στην έλλειψη γενικών

δεξιότητων για την επίλυση προβλημάτων. Δηλαδή οι μαθητές δυσκολεύονται στη σχεδίαση και ανάπτυξη αλγορίθμων γιατί δεν γνωρίζουν πώς να λύνουν προβλήματα. Η επίλυση προβλημάτων απαιτεί μια σειρά ικανοτήτων που μπορεί να απουσιάζουν όπως: ερμηνεία και κατανόηση του προβλήματος, επιμονή, ανίχνευση σχετικής γνώσης. Οι μαθητές αποτυγχάνουν να μεταφέρουν τη γνώση που απέκτησαν από προηγούμενα προβλήματα σε νέα ή βασίζουν τη λύση τους σε προηγούμενα προβλήματα τα οποία δεν έχουν καμία ουσιαστική σχέση, καθώς τείνουν να ομαδοποιούν τα προβλήματα βάση επιφανειακών χαρακτηριστικών.

Μια άλλη βασική δυσκολία που αντιμετωπίζουν οι μαθητές είναι το υψηλό επίπεδο αφάιρεσης που απαιτεί ο προγραμματισμός. Ενώ για παράδειγμα στα μαθηματικά ο μαθητής λύνει κάθε φορά μια συγκεκριμένη άσκηση, στον προγραμματισμό με την ανάπτυξη ενός αλγορίθμου ο μαθητής ουσιαστικά κατασκευάζει ένα εργαλείο που λύνει μια ολόκληρη κατηγορία προβλημάτων.

Ακόμη στον προγραμματισμό παρουσιάζεται μια διαφοροποίηση σε σχέση με άλλα γνωστικά αντικείμενα θετικών επιστημών, καθώς για κάθε πρόβλημα συνήθως υπάρχει ένα μεγάλο εύρος δυνατών λύσεων. Αντικείμενο της επιστήμης της πληροφορικής και του προγραμματισμού εν γένει είναι η εύρεση της βέλτιστης λύσης και υπάρχει πληθώρα κριτηρίων που καθορίζουν την ποιότητα ενός προγράμματος (πχ. απλότητα, φιλικότητα, ευελιξία, αξιοπιστία και ταχύτητα), (Βακάλη κ.α., 2006). Αυτό το γεγονός πολλές φορές δε λαμβάνεται υπόψη από το διδάσκοντα με αποτέλεσμα να δημιουργούνται λανθασμένες εντυπώσεις.

Μια πολύ βασική δυσκολία που αντιμετωπίζουν πολλοί μαθητές προέρχεται από την έλλειψη του κατάλληλου μαθηματικού υπόβαθρου (θεωρία αριθμών, θεωρία συνόλων, πίνακες, λογική, ακόμη και πρακτική αριθμητική, κλπ.), την έλλειψη γνώσεων από άλλα επιστημονικά πεδία (πχ. γλώσσα-έκφραση, φυσική, κλπ) καθώς και την έλλειψη κοινής λογικής, που απαιτεί ρητά (ή μη) ο προγραμματισμός.

Στον αντίποδα του προηγούμενου εμποδίου, επαληθεύοντας τη διπολικότητα των λαθών (Bachelard, 1970), εμφανίζονται εμπόδια στους μαθητές που διαμορφώνονται από τις γενικεύσεις όρων και εννοιών που είναι ήδη γνωστές (με διαφοροποιημένη σημασία) από την καθημερινή ζωή ή άλλους επιστημονικούς τομείς. «Δανεισμένα» σύμβολα, όροι και έννοιες που χρησιμοποιούνται στον προγραμματισμό με διαφοροποιημένο όμως νόημα, είναι για παράδειγμα η μεταβλητή, η σταθερά, η αρχιτεκτονική, το σύμβολο « \Rightarrow », ο πίνακας, το σύμβολο της εκχώρησης « \leftarrow », οι διάφοροι τύποι μεταβλητών (ακέραιοι, πραγματικοί, χαρακτήρες), η συνάρτηση, διάφοροι τελεστές, κλπ. Φαίνεται πως αυτές οι έννοιες δυσκολεύουν ιδιαίτερα τους μαθητές καθώς πρέπει να αναθεωρήσουν το νόημα τους. Επομένως πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην περιγραφή και αναφορά τέτοιων όρων και εννοιών. Να τονίζεται η μη αυτούσια μεταφορά τους, να περιλαμβάνεται μια διαδικασία επαναπροσδιορισμού και αναπλαισίωσης των ορίων τους στο νέο πλαίσιο γνώσεων καθώς και σαφή ορισμό των σημείων απόκλισης τους (Collins & Burstein, 1989; Duit 1991; Κουλαϊδής κ.α., 2002; Βρατσάλης, 2003).

Μια άλλη βασική αιτία για τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές και οφείλεται κυρίως στους διδάσκοντες, είναι σύμφωνα με τους Gomes & Mendes

(Gomes & Mendes, 2007), η διδασκαλία δυναμικών εννοιών του προγραμματισμού με στατικά μέσα όπως διαλέξεις, παρουσιάσεις, προφορικές επεξηγήσεις, σχεδιαγράμματα στον πίνακα, κείμενα κλπ. Οι διαλέξεις θεωρούνται ακατάλληλες για τη διδασκαλία του προγραμματισμού σύμφωνα με ένα πλήθος ερευνών και ερευνητών (Bellaby, McDonald & Patterson, 2003; Flood & Lockhart, 2005; Matthíasdóttir 2006).

4. Πρόταση για οργάνωση της όλης/των ενοτήτων του βιβλίου

Το βιβλίο του μαθητή (Βακάλη κ.α., 2006) είναι χωρισμένο σε δύο μέρη: τα κεφάλαια 1-5 βασίζονται στην αλγοριθμική προσέγγιση των προβλημάτων χωρίς κάποιο πλαίσιο αυστηρών κανόνων. Τα κεφάλαια 6-10 βασίζονται στην προγραμματιστική προσέγγιση των προβλημάτων. Περιλαμβάνει την υλοποίηση προγραμμάτων σε προγραμματιστικό περιβάλλον διαδικασία που λαμβάνει χώρα στο εργαστήριο. Η διαφορετική φιλοσοφία των δύο μερών του βιβλίου και το γεγονός πως ο σκοπός της δημιουργίας ενός αλγορίθμου είναι στη συνέχεια η κατασκευή ενός προγράμματος, μας υποχρεώνει να αποφύγουμε τη σειριακή προσέγγιση.

Η πρόταση μας είναι κάποιου είδους σπειροειδούς προσέγγισης, δηλαδή οι έννοιες να παρουσιάζονται επαναληπτικά με διαφορετικό τρόπο και/ή βάθος ανά περίπτωση, αρχικά με την αλγοριθμική προσέγγιση και μετά με την προγραμματιστική. Ο μαθητής θα ακολουθεί τις υποδείξεις του καθηγητή σχετικά με τη σειρά μελέτης των κεφαλαίων. Οι ίδιοι οι συγγραφείς του διδακτικού πακέτου επισημαίνουν πως δεν ενδείκνυται η σειριακή προσέγγιση των ενοτήτων του βιβλίου του μαθητή (Βακάλη κ.α., 2006), και προτείνουν στο βιβλίο του καθηγητή την εξής σειρά:

Πίνακας 1: Πρόταση βιβλίου καθηγητή για τη σειρά μελέτης των κεφαλαίων

Τάξη	Εργαστήριο
Ανάλυση Προβλήματος	Εισαγωγή στον Προγραμματισμό
Βασικές έννοιες Αλγορίθμων (δομή ακολουθίας)	Βασικές Έννοιες Προγραμματισμού
Βασικές έννοιες Αλγορίθμων (δομές επιλογής, δομή Επίλεξε)	Επιλογή και Επανάληψη (εντολές επιλογής)
Βασικές έννοιες Αλγορίθμων (δομές επανάληψης)	Επιλογή και Επανάληψη (εντολές επανάληψης)
Δομές Δεδομένων και αλγόριθμοι	Πίνακες
Τεχνικές Σχεδίασης Αλγορίθμων	Υποπρογράμματα

Η δική μας πρόταση διαφοροποιείται κυρίως ως προς το κεφάλαιο 6 . Πιστεύουμε πως με τον τρόπο και την πυκνότητα που είναι γραμμένο είναι προτιμότερο να

προσεγγίζεται σε μια μετέπειτα φάση που ο μαθητής έχει έρθει σε επαφή με κάποιο προγραμματιστικό περιβάλλον, έχει μπει στη διαδικασία κατασκευής, διόρθωσης και εκτέλεσης έστω και εντελώς απλών προγραμμάτων. Μετά από αυτή την εμπειρία θεωρούμε πως είναι πιο εύκολο να κατανοήσει καλύτερα κάποιες από τις έννοιες που αναφέρονται στο κεφάλαιο 6.

Πίνακας 2: Μια διαφορετική πρόταση για τη σειρά μελέτης των κεφαλαίων

Τάξη	Εργαστήριο
1. Ανάλυση Προβλήματος	
2. Βασικές έννοιες Αλγορίθμων (δομή ακολουθίας)	3. Βασικές Έννοιες Προγραμματισμού (περιγραφή της ΓΛΩΣΣΑΣ)
4.Εισαγωγή στον Προγραμματισμό	
5.Βασικές έννοιες Αλγορίθμων (δομές επιλογής, δομή Επίλεξε)	6. Επιλογή και Επανάληψη (εντολές επιλογής)
6. Βασικές έννοιες Αλγορίθμων (δομές επανάληψης)	7. Επιλογή και Επανάληψη (εντολές επανάληψης)
Μέχρι τέλος Δεκέμβρη, αρχές Γενάρη	
8. Δομές Δεδομένων και αλγόριθμοι	9. Πίνακες
10.Τεχνικές Σχεδίασης Αλγορίθμων	11.Υποπρογράμματα

5. Μέθοδος - οργάνωση τάξης/εργαστηρίου

Αν και δεν υπάρχει επίσημο λογισμικό που να διατίθενται από το ΥΠΕΠΘ, τα λογισμικά Γλωσσομάθεια έκδοση 8.5 και 9.0.1 και Διερμηνευτής της Γλώσσας έκδοση 0.89β, αναπληρώνουν αυτή την έλλειψη και πρέπει να βρίσκονται εγκατεστημένα στο εργαστήριο.

Άλλα τεχνουργήματα που είναι χρήσιμα και μπορούν να διευκολύνουν τη διαδικασία της μάθησης είναι ο βιντεοπροβολέας, η ηλεκτρονική γραφίδα και κατάλληλο λογισμικό για τη διαχείριση του εργαστηρίου πληροφορικής, όπως το AristoClass ή το VNC. Ο βιντεοπροβολέας μπορεί να χρησιμοποιηθεί καταρχήν για παρουσίαση στο εργαστήριο των αρχικών θεωρητικών αντικειμένων του μαθήματος, αλλά και ταυτόχρονα μέσω αυτού, ο μαθητής είναι σε θέση να παρακολουθεί την επίδειξη χρήσης από τον καθηγητή των προαναφερθέντων λογισμικών (Γλωσσομάθεια και Διερμηνευτής) και στη συνέχεια να το χρησιμοποιεί ο ίδιος για την κατασκευή προγραμμάτων και την επίλυση προβλημάτων. Με τη φιλοσοφία κατασκευής αυτών των προγραμμάτων (δηλ. την προσαρμογή τους στις δυνατότητες και τις γνώσεις των μαθητών) και με τη χρήση του βιντεοπροβολέα εκμηδενίζεται ο χρόνος εκμάθησης του λογισμικού. Χρήσιμη επίσης κρίνεται η ηλεκτρονική γραφίδα η οποία βοηθάει στις επισημάνσεις και στην εστίαση σε συγκεκριμένα σημεία. Ακόμη, λογισμικά

διαχείρισης του εργαστηρίου όπως το AristoClass¹ ή το VNC², εκμηδενίζουν τον χρόνο απόκρισης του καθηγητή σε τυχόν προβλήματα των μαθητών (που μπορεί από τον υπολογιστή του να έχει πρόσβαση σε όλους τους υπολογιστές του εργαστηρίου), δίνουν τη δυνατότητα για παρουσίαση οποιασδήποτε οθόνης (και εργασίας) σε όλο το εργαστήριο (είτε με απευθείας μετάδοση σε κάθε υπολογιστή ή μέσω του βιντεοπροβολέα) και αποτρέπουν τους μαθητές από το να χρησιμοποιήσουν το εργαστήριο και τους υπολογιστές μη ορθολογικά (πχ. για παιχνίδια).

Στη συγκεκριμένη εργασία και στο πλαίσιο της διδακτικής προσέγγισης του μαθήματος «Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματικό Περιβάλλον» όπως διδάσκεται στη Γ' λυκείου και εξετάζεται πανελλαδικά, προτείνεται μια συγκεκριμένη διδακτική προσέγγιση για τις ενότητες της επανάληψης, της ταξινόμησης μονοδιάστατου πίνακα και κάποιων στοιχείων που αφορούν στους δισδιάστατους πίνακες. Ο λόγος που επιλέχθηκαν αυτές οι ενότητες είναι:

- η επανάληψη αποτελεί έννοια κομβικής σημασίας που η μη πλήρη κατανόησή της και ικανότητα χρήσης της θα έχει επιπτώσεις σε όλες τις ακολουθούμενες ενότητες και ειδικά αυτή των πινάκων,
- η ταξινόμηση είναι ιδιαίτερα περίπλοκη, τουλάχιστον με τον τρόπο που δίνεται στο σχολικό εγχειρίδιο, και δεν συνάδει με τις αναπαραστάσεις των μαθητών για αυτή την έννοια εκτός προγραμματισμού,
- οι δισδιάστατοι πίνακες εμφανίζουν επίσης ιδιαίτερη δυσκολία καθώς οι μαθητές εισάγονται στην έννοια των πινάκων για πρώτη φορά μέσα από αυτό το γνωστικό αντικείμενο.

Οι προτεινόμενες προσεγγίσεις αναφέρονται σε ένα πλήθος διδακτικών ωρών που θα διατεθούν για την κάθε ενότητα και εστιάζουν κυρίως στον τρόπο προσέγγισης των ζητημάτων, την ακολουθία των βημάτων και όχι τόσο στη χρονική διάρκεια της διαδικασίας. Αποφύγαμε να προτείνουμε πλήθος διδακτικών ωρών καθώς πιστεύουμε πως ο κάθε εκπαιδευτικός ανάλογα με τις ανάγκες και το επίπεδο των μαθητών του θα κρίνει πόσος χρόνος χρειάζεται για την κατανόηση των αντίστοιχων εννοιών.

6. Προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση της έννοιας της ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ

Οι τρεις διαφορετικές μέθοδοι υλοποίησης της επανάληψης, όπως αυτές αναφέρονται στο βιβλίο του μαθητή (ΟΣΟ, ΓΙΑ, ΑΡΧΗ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ), απαιτούν διαφορετικό σχεδιασμό του αλγορίθμου για τον ίδιο στόχο. Οι μαθητές πρέπει να γνωρίζουν τις διαφορές και κυρίως τις διαφορετικές δυνατότητες της κάθε μεθόδου, ώστε να είναι σε θέση να επιλέξουν την κατάλληλη μέθοδο για το συγκεκριμένο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν και να μην επιλέγουν χωρίς κριτήρια.

¹ <http://www.zantech.com.au/minicom/aristoclass.html>

² <http://www.realvnc.com>

Σύμφωνα με τον Κόμη (2005), ο τύπος της επαναληπτικής δομής που είναι πιο κοντά στα νοητικά μοντέλα των μαθητών είναι η «Αρχή επανάληψης ... μέχρις_ότου». Απαιτεί την ανάπτυξη και διαμόρφωση του σώματος των εντολών που θα επαναλαμβάνονται και ακολουθεί ο προσδιορισμός της συνθήκης ελέγχου/τερματισμού. Σε συντακτικό επίπεδο η «Για» είναι πιο απλή γιατί είναι πιο συμπυκνωμένη, πιο εύκολα αναγνωρίζεται ο αριθμός των επαναλήψεων και δεν απαιτεί προσδιορισμό της αρχικής κατάστασης της μεταβλητής ελέγχου ούτε ανανέωση της τιμής της. Η «Όσο» είναι πιο γενική, αποτελεί ένα καθολικό εργαλείο για την επίλυση προβλημάτων επανάληψης. Είναι δυσκολότερη στη σύλληψη, καθώς απαιτεί πρώτα τον προσδιορισμό της συνθήκης ελέγχου/τερματισμού και ακολουθεί η διαμόρφωση του σώματος των εντολών που θα επαναλαμβάνονται. Έχουμε παρατηρήσει ότι αν οι μαθητές συνηθίσουν να δουλεύουν πρώτα με «Για» και «Αρχή επανάληψης» και μετά με «Όσο» (ή ακόμη και ταυτόχρονα και με τις τρεις) είναι πιο δύσκολη η κατανόηση και εφαρμογή της «Όσο» και γι' αυτό την αποφεύγουν ακόμη κι όταν χρειάζεται. Γι' αυτό το λόγο προτείνουμε πρώτα τη διδακτική προσέγγιση της δομής επανάληψης «Όσο» και την επαρκή εξάσκηση των μαθητών πριν την εισαγωγή τους στις υπόλοιπες (πιο απλές συγκριτικά) επαναληπτικές δομές.

Οι δυσκολίες των μαθητών στις επαναληπτικές δομές εστιάζονται στην αναγνώριση της αρχικής τιμής της μεταβλητής ελέγχου, στην αναγνώριση της εντολής που χρησιμοποιείται για την ανανέωση της τιμής της μεταβλητής ελέγχου, στον προσδιορισμό των λειτουργικών χαρακτηριστικών της επαναληπτικής δομής «Όσο». Ιδιαίτερα προβλήματα παρουσιάζονται με την «Όσο», όταν η αρχικοποίηση και η ανανέωση της τιμής της μεταβλητής ελέγχου γίνεται μέσω μιας εντολής ανάγνωσης, όταν παραλείπεται η εντολή αρχικοποίησης της τιμής της μεταβλητής ελέγχου, όταν παραλείπεται η εντολή ανανέωσης της τιμής της μεταβλητής ελέγχου και όταν στον καθορισμό της συνθήκης ελέγχου εμπλέκονται περισσότερες από μία μεταβλητές (Γρηγοριάδου, Γόγουλου, Γουλή, 2004).

Η πρόταση μας για την εισαγωγή στη δομή της επανάληψης έχει ως εξής:

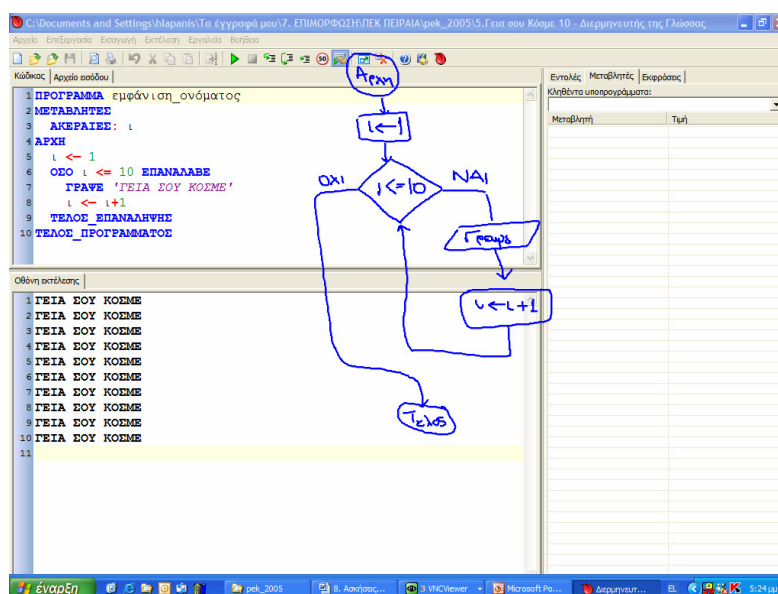
Η διδακτική προσέγγιση ξεκινά με ένα απλό παράδειγμα της επαναληπτικής δομής «Όσο» στο λογισμικό Διερμηνευτής της Γλώσσας όπως φαίνεται στο σχήμα 1. Εκτελούμε το πρόγραμμα βήμα βήμα ώστε οι μαθητές να αντιληφθούν όσο γίνεται καλύτερα το δυναμικό χαρακτήρα της επανάληψης. Αφού γίνει η περιγραφή του μηχανισμού και επισημανθούν στις βασικές συνιστώσες της δομής (μεταβλητή ελέγχου, αρχικοποίηση της, συνθήκη, σώμα εντολών, ανανέωση της μεταβλητής ελέγχου – βήμα) προχωράμε στην μετατροπή του προγράμματος από τους μαθητές, για την εμφάνιση διαφορετικού πλήθους μηνυμάτων (π.χ. 20, 50, 100 κλπ.).

Υποβάλλοντας κατάλληλες ερωτήσεις στους μαθητές μπορούμε να υπενθυμίσουμε το κριτήριο της περατότητας που είχε προσεγγιστεί θεωρητικά και να συζητήσουμε τώρα για την αναγκαιότητα του, τις περιπτώσεις που δεν ικανοποιείται και πώς το εξασφαλίζουμε.

Στη συνέχεια θέτουμε νέο πρόβλημα που να απαιτεί επανάληψη με μετρητή: για παράδειγμα υπολογισμός αθροίσματος $\Sigma=1+2+3+\dots+100$. Αναλύουμε τις έννοιες του

μετρητή, την αρχικοποίηση, το όριο του κλπ., τη λειτουργία του αθροιστή και του πολλαπλασιαστή καθώς και το ρόλο των ουδέτερων στοιχείων των αντίστοιχων πράξεων. Ζητάμε από τους μαθητές να κατασκευάσουν διάγραμμα ροής και εν συνεχεία το αντίστοιχο πρόγραμμα, το οποίο και τελικά παρουσιάζεται και εκτελείται στο σύνολο της τάξης.

Στο στάδιο αυτό οι μαθητές έχουν αποκτήσει κάποια γνώση για την έννοια της επανάληψης και τώρα η επιδίωξή μας είναι να τους δώσουμε τη δυνατότητα να ελέγξουν την ευρύτητα και τα όρια εφαρμογής των ιδεών και των γνώσεων που χρησιμοποιήθηκαν στο συγκεκριμένο πρόβλημα. Το παράδειγμα ή τα παραδείγματα μας πρέπει στο τελικό στάδιο να δίνουν γενικές πληροφορίες για ένα σύνολο προβλημάτων και να μην περιορίζεται στο συγκεκριμένο πλαίσιο στο οποίο παρουσιάστηκαν. Με σκοπό λοιπόν την προώθηση της κριτικής γενίκευσης των γνώσεων που απέκτησαν, επιδιώκουμε την εξάσκηση τους στη χρήση και εφαρμογή των ιδεών τους σε μια ποικιλία προβλημάτων. Ένας τρόπος για να το επιτύχουμε είναι οι ερωτήσεις πρόβλεψης, για παράδειγμα τι θα γίνει αν ξεχάσω το την ανανέωση του μετρητή, αν δε βάλω το $\Sigma \leftarrow \Sigma + i$, αν βάλω το ΓΡΑΨΕ μέσα στην επανάληψη, αν δεν είναι γνωστό το όριο του μετρητή κλπ.).



Σχήμα 1: Στιγμιότυπο εκτέλεσης προγράμματος από τον Διερμηνευτή της Γλώσσας, με επαναληπτική δομή και παράλληλη παρουσίαση διαγράμματος ροής με χρήση γραφίδας.

Μια επιπλέον διδακτική προσέγγιση που σύμφωνα με κάποιους ερευνητές (Haberman & Kolikant, 2001; Γρηγοριάδου, Γόγουλου και Γουλή, 2002) επιτυγχάνονται καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα είναι αυτή του «μαύρου κουτιού». Οι μαθητές χωρίς να γνωρίζουν το κώδικα του προγράμματος το εκτελούν

και βλέπουν την έξοδό του. Με διαδοχικές εκτελέσεις καλούνται να αντιληφθούν τις λειτουργίες του ή ακόμη να αναπαράγουν ένα παρόμοιο πρόγραμμα.

Θεωρούμε ότι ο διδάσκοντας πρέπει να επιδιώξει συζήτηση για τον τρόπο αναγνώρισης και αντιμετώπισης των προβλημάτων που χρειάζονται επανάληψη. Αφού οι μαθητές γνωρίσουν και προβληματιστούν με μια σειρά διαφορετικά γεγονότα και αντιληφθούν το εύρος της ποικιλίας των διαφορετικών περιπτώσεων, συζητάμε για τη μεθοδολογία των ασκήσεων και προτείνουμε μια σειρά βημάτων επίλυσης των προβλημάτων:

1. Πρώτα από όλα εξετάζουμε αν η άσκηση απαιτεί πράγματι δομή επανάληψης για τη λύση της. Συζητάμε για τρόπους ανίχνευσης.
2. Σε περίπτωση που η απάντηση στο παραπάνω ερώτημα είναι θετική εξετάζουμε αν είναι γνωστός ο αριθμός των επαναλήψεων. Αν είναι γνωστός ο αριθμός των επαναλήψεων χρησιμοποιούμε μετρητή με όριο αυτόν τον αριθμό.
3. Αν ΔΕΝ είναι γνωστός ο αριθμός των επαναλήψεων προσπαθούμε να καθορίσουμε τη συνθήκη που δίνεται από το πρόβλημα. Αν αυτή δίνεται ως συνθήκη συνέχειας μπορεί να εφαρμοστεί χωρίς πρόβλημα η ΟΣΟ, αλλά αν δίνεται ως συνθήκη τέλους (εφόσον δεν έχουμε παρουσιάσει ακόμη την ΑΡΧΗ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ... ΜΕΧΡΙΣ_ΟΤΟΥ), χρειάζεται μετατροπή σε συνθήκη συνέχειας.

Στη διδακτική προσέγγιση της δομής επανάληψης, δεν αρκεί η απλή κατανόηση της έννοιας από τους μαθητές που μπορεί να γίνει σχετικά εύκολα με τα εργαλεία και τη μεθοδολογία που αναφέρθηκε. Μας ενδιαφέρει ακόμη να είναι οι μαθητές σε θέση να σχεδιάσουν και να αναπτύξουν προβλήματα που απαιτούν επανάληψη, δηλαδή να μπορούν να αναπαράγουν και να εφαρμόσουν αυτά που έμαθαν σε νέες καταστάσεις. Προτείνουμε λοιπόν οι μαθητές να ενθαρρύνονται να σκέφτονται μια ποικιλία από δυνατές ερμηνείες για γεγονότα και καταστάσεις και να προσπαθούν να τις εκτιμήσουν. Δυστυχώς εμφανίζεται το γεγονός της προσκόλλησης των μαθητών σε διατυπώσεις του διδάσκοντα, φρασεολογία των ασκήσεων για την προσέγγιση της σωστής λύσης ή απάντησης χωρίς να είναι σε θέση να διαχωρίσουν το ουσιώδες από το επουσιώδες.

7. Προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση της έννοιας της ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, σε αυτήν την εργασία παρουσιάζουμε ακόμη μια προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση, αυτή τη φορά για την έννοια της ταξινόμησης. Η έννοια αυτή είναι ιδιαίτερα περίπλοκη, τουλάχιστον με τον τρόπο που δίνεται στο σχολικό εγχειρίδιο, και δε συνάδει με τις αναπαραστάσεις των μαθητών για αυτή την έννοια εκτός προγραμματισμού. Πέρα από τον ορισμό που παρουσιάζεται στο 3^ο κεφάλαιο του βιβλίου (Βακάλη κ.α., 2006) υπάρχει το εκτενές παράδειγμα των σελίδων 67-68-69 και υπάρχει άλλη μια αναφορά στο κεφάλαιο 9 (§9.4). Το σχολικό εγχειρίδιο βασίζεται κυρίως στο παράδειγμα για την κατανόηση της έννοιας.

Για τη διδακτική προσέγγιση αυτής της ενότητας, ο στόχος μας είναι οι μαθητές:

- να κατανοήσουν την αναγκαιότητα και τη χρησιμότητα της ύπαρξης του αλγορίθμου ταξινόμησης ενός πίνακα,
- να κατανοήσουν τη λειτουργία του και τα επιμέρους σημεία του,
- να εξοικειωθούν με τη χρήση του σε ασκήσεις,
- να είναι σε θέση να τον τροποποιήσουν για την αντιμετώπιση διαφοροποιημένων προβλημάτων.

Η διδακτική προσέγγιση της ενότητας προϋποθέτει την προηγούμενη υλοποίηση μαθημάτων σχετικών με την εισαγωγή των μαθητών στους μονοδιάστατους πίνακες. Επιπλέον καλό θα ήταν οι μαθητές να έχουν ήδη εξοικειωθεί και με λειτουργίες επί των πινάκων όπως η εισαγωγή και η εμφάνιση των στοιχείων ενός πίνακα, η εύρεση αθροισμάτων, μέσου όρου στοιχείων πίνακα, του μεγαλύτερου/μικρότερου στοιχείου ακόμη και η σειριακή αναζήτηση στοιχείου σε πίνακα. Πριν ουσιαστικά ξεκινήσουμε πρέπει να προηγηθεί μια συζήτηση για την έννοια της ταξινόμησης γενικά καθώς οι μαθητές δεν διδάσκονται πίνακες στα μαθηματικά και είναι η πρώτη επαφή τους με την έννοια της ταξινόμησης. Στη συνέχεια μεταφέρουμε την έννοια της ταξινόμησης στους πίνακες προσπαθώντας να εξηγήσουμε στους μαθητές πότε χαρακτηρίζεται ένας πίνακας ταξινομημένος και πότε όχι. Ποιά η διαφορά του γνησίως ταξινομημένου από έναν απλά ταξινομημένο (γι' αυτό το θέμα έχουν οι μαθητές κάποια εμπειρία από τα μαθηματικά, από τη μονοτονία συναρτήσεων).

Αρχικά κλειδιά

Τελικά κλειδιά

i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7	i=8	i=9
52	5	5	5	5	5	5	5
12	52	10	10	10	10	10	10
71	12	52	12	12	12	12	12
56	71	12	52	19	19	19	19
5	56	71	19	52	45	45	45
10	10	56	71	45	52	52	52
19	19	19	56	71	56	56	56
90	45	45	45	56	71	71	71
45	90	90	90	90	90	90	90

εξωτερική

εσωτερική

Σχ. 3.7. Ταξινόμηση φυσαλίδας.

Η ταξινόμηση φυσαλίδας υλοποιείται με τον επόμενο αλγόριθμο.

Σχήμα 2: Σχηματική παρουσίαση της ταξινόμησης της φυσαλίδας (Βακάλη κ.α., 2006) και σχόλια του καθηγητή ως προς τις φάσεις της ταξινόμησης.

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε/συζητάμε πως ξεχωρίζουμε πότε ένας πίνακας ΕΙΝΑΙ ή ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ταξινομημένος. Ποιο είναι το κριτήριο που θα μας οδηγήσει στην συγκεκριμένη απόφαση και κατόπιν από κοινού διαμορφώνουμε έναν αλγόριθμο που

να βρίσκει αν ένας πίνακας είναι ταξινομημένος κατά π.χ. αύξουσα σειρά. Υπενθυμίζουμε στους μαθητές στην τεχνική της «σημαίας» (flag) στον προγραμματισμό (που φυσιολογικά είναι ήδη γνωστή από τον αλγόριθμο της σειριακής αναζήτησης) και επισημαίνουμε την περιορισμένη δυνατότητα εξέτασης στοιχείων πίνακα μόνο ανά ζεύγη.

Στη συνέχεια θέτουμε το πρόβλημα της ταξινόμησης ενός απλού πίνακα ας πούμε 5 στοιχείων, με μορφή παραδείγματος. Αφού εξηγηθεί, περνάμε στο παράδειγμα του βιβλίου (Βακάλη κ.α., 2006) και εξηγούμε σχηματικά (με χρήση βιντεοπροβολέα και ηλεκτρονικής γραφίδας κατά προτίμηση) πως γίνεται η ταξινόμηση των στοιχείων ενός πίνακα με τον συγκεκριμένο αλγόριθμο της φυσαλίδας (σχήμα 2). Υπογραμμίζουμε τις φάσεις της επανάληψης, την από κάτω προς τα πάνω πορεία της, τα διακριτά βήματα, τις δύο εμφωλευμένες επαναλήψεις καθώς και το τι εκφράζει η κάθε μια και το συνδέουμε με τις αρχικές τιμές των μετρητών και τα όριά τους.

Όταν ολοκληρωθεί η παρουσίαση της διαδικασίας αυτής, τους δίνουμε ανάλογη εργασία (έναν συγκεκριμένο πίνακα) να τον ταξινομήσουν σχηματικά. Μετά τη σχηματική προσέγγιση παρουσιάζουμε τον αλγόριθμο αρχικά **απλοποιημένο** σε σχέση με αυτόν του βιβλίου (με N έως 2 αντί για N έως i στην εσωτερική επανάληψη) και μετά όπως παρουσιάζεται στην παράγραφο 3.7 (σχήμα 3).

```
Αλγόριθμος Φυσαλίδα
Δεδομένα // table, n //
Για i από 2 μέχρι n
    Για j από n μέχρι i με_βήμα -1
        Αν table[j-1] > table[j] τότε
            αντιμετάθεσε table[j-1], table[j]
        Τέλος_αν
    Τέλος_επανάληψης
Τέλος_επανάληψης
Αποτελέσματα // table //
Τέλος Φυσαλίδα
```

Σχήμα 3: Ο αλγόριθμος ταξινόμηση με τη μέθοδο της φυσαλίδας όπως παρουσιάζεται στο βιβλίο μαθητή (Βακάλη κ.α., 2006).

Ιδιαίτερη προσοχή δίνουμε στην περιγραφή και την εξήγηση της εντολής **αντιμετάθεσε table[j-1], table[j]**, που το βιβλίο χρησιμοποιεί αυθαίρετα. Ο συγκεκριμένος αλγόριθμος που παρουσιάζεται στο σχήμα 3, χωρίς τις επεξηγήσεις για την *αντιμετάθεσε*, αποτελεί ένα καλό παράδειγμα αλγορίθμου που δεν ικανοποιεί το κριτήριο της *αποτελεσματικότητας*.

Για την καλύτερη κατανόηση του αλγορίθμου, μπορούμε να δώσουμε τη δυνατότητα στους μαθητές να πειραματιστούν στο εργαστήριο με διάφορα java applets³.

³ <http://www.e-yliko.gr/htmls/plirsupp3.aspx>
http://www.cs.princeton.edu/~ah/alg_anim/version2/BubbleSort.html
<http://olli.informatik.uni-oldenburg.de/fpsort/Animation.html>

Στη συνέχεια δείχνουμε στην πράξη (με χρήση των λογισμικών), πως ένα πρόγραμμα ταξινομεί έναν πίνακα και με κατευθείαν και με κατά βήματα εκτέλεση. Το μάθημα μπορεί να επεκταθεί και σε άλλες πιο πολύπλοκες λειτουργίες όπως για παράδειγμα η βελτίωση της ταξινόμησης φυσαλίδας, η ταξινόμηση παράλληλων και συνδεδεμένων πινάκων, κλπ.

Πίνακας 3: Πρόγραμμα που υλοποιεί τον αλγόριθμο φυσαλίδας και βελτίωση αυτού

Το παρακάτω πρόγραμμα υλοποιεί ταξινόμηση με την μέθοδο της φυσαλίδας	Το παρακάτω πρόγραμμα είναι μια πιο γρήγορη ταξινόμηση με την μέθοδο της φυσαλίδας έτσι ώστε αν σε κάποιο ενδιάμεσο βήμα ο πίνακας ταξινομηθεί τότε να σταματούν οι συγκρίσεις
<pre> ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΦΥΣΣΑΛΙΔΑ ΣΤΑΘΕΡΕΣ N=10 ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ: A[N],TEMP ΑΚΕΡΑΙΕΣ: I,J ΑΡΧΗ ΓΙΑ I ΑΠΟ 1 ΜΕΧΡΙ N ΔΙΑΒΑΣΕ A[I] ΤΕΛΟΣ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΓΙΑ I ΑΠΟ 2 ΜΕΧΡΙ N ΓΙΑ J ΑΠΟ N ΜΕΧΡΙ I ΜΕ ΒΗΜΑ -1 ΑΝ A[J]<A[J-1] ΤΟΤΕ TEMP <- A[J] A[J] <- A[J-1] A[J-1] <- TEMP ΤΕΛΟΣ_ΑΝ ΤΕΛΟΣ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΤΕΛΟΣ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΓΙΑ I ΑΠΟ 1 ΜΕΧΡΙ N ΓΡΑΨΕ A[I] ΤΕΛΟΣ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΤΕΛΟΣ_ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ </pre>	<pre> ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΓΡΗΓΟΡΗ_ΦΥΣΣΑΛΙΔΑ ΣΤΑΘΕΡΕΣ N=10 ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ: A[N],TEMP ΑΚΕΡΑΙΕΣ: I,J ΛΟΓΙΚΕΣ: F ΑΡΧΗ ΓΙΑ I ΑΠΟ 1 ΜΕΧΡΙ N ΔΙΑΒΑΣΕ A[I] ΤΕΛΟΣ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ F <- ΨΕΥΔΗΣ I <- 2 ΟΣΟ (I<=N) ΚΑΙ (F=ΨΕΥΔΗΣ) ΕΠΑΝΑΛΑΒΕ F <- ΑΛΗΘΗΣ ΓΙΑ J ΑΠΟ N ΜΕΧΡΙ I ΜΕ ΒΗΜΑ -1 ΑΝ A[J]<A[J-1] ΤΟΤΕ TEMP <- A[J] A[J] <- A[J-1] A[J-1] <- TEMP F<-ΨΕΥΔΗΣ ΤΕΛΟΣ_ΑΝ ΤΕΛΟΣ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ I <- I+1 ΤΕΛΟΣ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΓΙΑ I ΑΠΟ 1 ΜΕΧΡΙ N ΓΡΑΨΕ A[I] ΤΕΛΟΣ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΤΕΛΟΣ_ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ </pre>

8. Σημεία ενδιαφέροντος κατά τη διδακτική προσέγγιση των ΔΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ

http://sziami.cs.bme.hu/~gsala/alg_anims/3/bsort-e.html

<http://www.cise.ufl.edu/~sahni/dsaa/JavaVersions/applications/BubbleSort/BubbleSort.htm>

Στη συνέχεια της εργασίας παρουσιάζονται ορισμένες προτεινόμενες διδακτικές προσεγγίσεις για σημεία ενδιαφέροντος που αφορούν στους δισδιάστατους πίνακες. Στο σχολικό εγχειρίδιο δίνεται ορισμός για την έννοια αυτή στο 3^ο κεφάλαιο και το παράδειγμα 2 των σελίδων 57-58. Ακόμη υπάρχει άλλη μια αναφορά στο κεφάλαιο 9 (§9.3) με τα παραδείγματα 3 και 4. Προϋπόθεση για την εισαγωγή στους δισδιάστατους και τους πολυδιάστατους πίνακες είναι οι μαθητές να έχουν διδαχθεί και να έχουν εξοικειωθεί με τους μονοδιάστατους πίνακες.

Συνιστάται επίσης μια διαφορετική σειρά διδακτικής προσέγγισης από αυτή που προτείνει το βιβλίο του μαθητή (Βακάλη κ.α., 2006) να προηγείται η προσέγγιση των τυπικών επεξεργασιών στους μονοδιάστατους (Βακάλη κ.α., 2006), όπως υπολογισμός αθροίσματος, εύρεση του μεγαλύτερου/μικρότερου, αναζήτηση, ταξινόμηση, συγχώνευση/διαχωρισμός, πριν την εισαγωγή στους δισδιάστατους πίνακες. Σκοπός της προτεινόμενης διαφοροποιημένης σειράς των εννοιών είναι η αποφυγή της σύγχυσης από πλευράς των μαθητών της χρήσης της εμφωλευμένης επανάληψης που αφορά στους δισδιάστατους και της εμφωλευμένης που αφορά στην ταξινόμηση. Οι μαθητές που διδάσκονται πρώτα τους δισδιάστατους πίνακες τείνουν να ερμηνεύουν την εμφωλευμένη επανάληψη της ταξινόμησης ως έκφραση των δύο διαστάσεων του προς ταξινόμηση πίνακα. Θεωρούμε ότι η αλλαγή της σειράς της διδακτικής προσέγγισης των εννοιών περιορίζει την πιθανή διαμόρφωση τέτοιων παιδαγωγικών εμποδίων.

Για τη διδακτική προσέγγιση αυτής της ενότητας, ο στόχος μας είναι οι μαθητές:

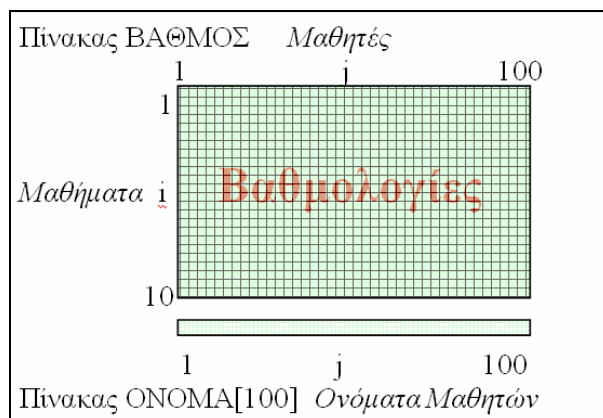
- να κατανοήσουν την αναγκαιότητα και τη χρησιμότητα της ύπαρξης της πολύπλοκης δομής του πολυδιάστατου και ειδικότερα του δισδιάστατου πίνακα,
- να εξοικειωθούν με τις διαδικασίες «γεμίσματος» και «εμφάνισης» τέτοιων πινάκων, να μάθουν τον τρόπο προσέγγισης των προβλημάτων που απαιτούν για τη λύση τους τη χρήση πολυδιάστατων πινάκων,
- να μάθουν τη χρήση του προχείρου και των σχημάτων για την απεικόνιση των πινάκων που θα χρησιμοποιήσουν και κάποιων βασικών διαδικασιών και λειτουργιών που εφαρμόζονται σε αυτούς μέσα από την χρήση του εργαστηρίου και των κατάλληλων λογισμικών.

Η διδακτική προσέγγιση έχει ως αφετηρία μια ανακεφαλαίωση με σκοπό να συνδέσουμε την καινούργια ενότητα με τις ήδη διδαγμένες γνώσεις, αλλά και για τονιστεί η αναγκαιότητα της χρήσης μονοδιάστατου και κατόπιν δισδιάστατου πίνακα. Η ανακεφαλαίωση ξεκινά από την επανάληψη, προχωρά στους μονοδιάστατους για να καταλήξει στη χρήση των δισδιάστατων.

Θεωρούμε ότι αφού προηγηθεί η ανακεφαλαίωση, είναι πετυχημένη η προσέγγιση της παραγράφου 9.3 με τις διαδοχικές επεκτάσεις των προβλημάτων που οδηγούν στη μετάβαση από την ανάγκη της αλγοριθμικής δομής επανάληψης στη δομή δεδομένων του μονοδιάστατου πίνακα και στη συνέχεια του δισδιάστατου και πολυδιάστατου πίνακα.

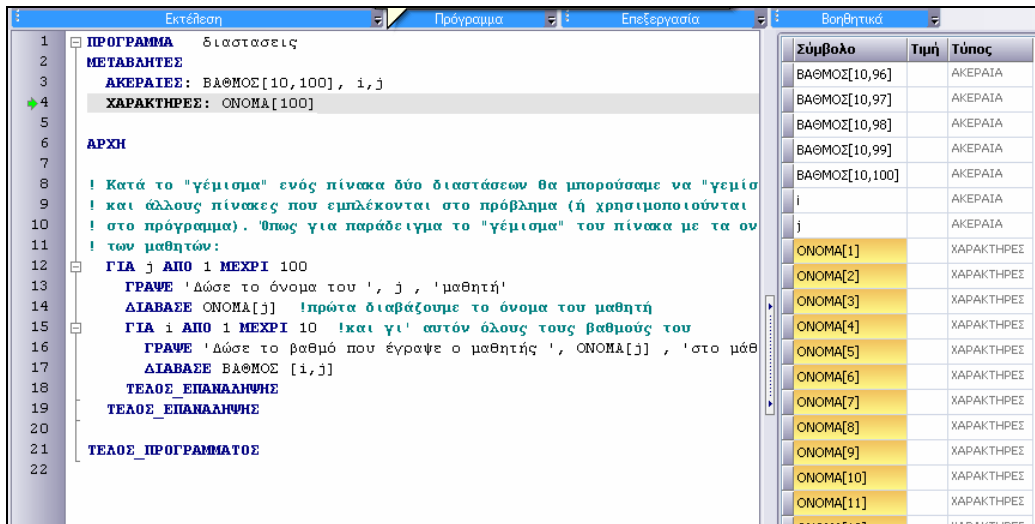
Παρουσιάζεται με λεπτομέρεια καταρχήν, ο τρόπος επιλογής δισδιάστατων πινάκων για την επίλυση προβλημάτων. Προτείνουμε τη χρήση σχημάτων στο πρόχειρο για την γραφική απεικόνιση όλων των πινάκων που απαιτούνται για την επίλυση ενός πολύπλοκου προβλήματος. Δίνουμε έμφαση στα σχήματα που θεωρούμε ότι βοηθούν τους μαθητές να κατανοήσουν πως και που αποθηκεύονται οι διάφορες τιμές, τι εκφράζουν οι στήλες και οι γραμμές του πίνακα, πως αναφερόμαστε στο κάθε στοιχείο του πίνακα κλπ.

Για παράδειγμα μπορεί να τεθεί το εξής πρόβλημα: «Να διαβαστούν για 100 μαθητές, τα ονόματα και οι βαθμοί που πήραν σε 10 μαθήματα», θα μπορούσε να κατασκευαστεί δισδιάστατος πίνακας $BAΘMOΣ[10,100]$ και μονοδιάστατος $ONOMA[100]$, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 4:



Σχήμα 4: Σχηματική αναπαράσταση του πίνακα βαθμών $BAΘMOΣ[10,100]$ και του πίνακα ονομάτων $ONOMA[100]$

Στη συνέχεια πρέπει να παρουσιαστεί ο τρόπος δήλωσής τους (στη ΓΛΩΣΣΑ) και ορισμένες βασικές λειτουργίες όπως το «γέμισμα» και η «εμφάνιση» του πίνακα. Η χρήση λογισμικών μπορεί να βοηθήσει στη διαμόρφωση ορθών αναπαραστάσεων και μοντέλων για την έννοια του δισδιάστατου πίνακα (και με τη χρήση του πίνακα τιμών όπως παρουσιάζονται στο λογισμικό Διερμηνευτή, σχήμα 5).



Σχήμα 5: Στιγμιότυπο από τον Διερμηνευτή Γλωσσολογίας, εκτέλεσης προγράμματος στο οποίο χρησιμοποιούνται δισδιάστατοι πίνακες. Ενδιαφέρον παρουσιάζει ο πίνακας τιμών στα δεξιά.

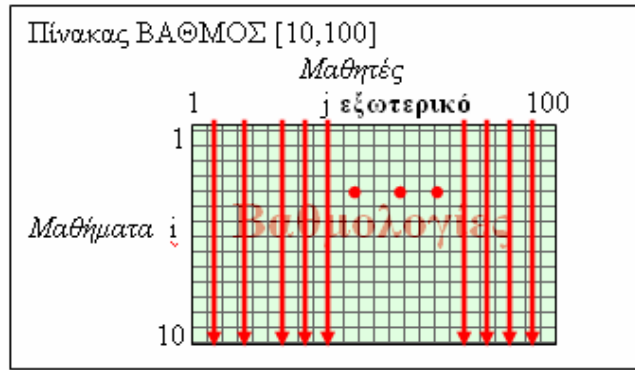
Ειδικά για το «γέμισμα» και την «εμφάνιση» του πίνακα, προτείνουμε να τονιστεί ο τρόπος ελέγχου εγκυρότητας κατά την εισαγωγή των στοιχείων ενός δισδιάστατου, όπως στο παρακάτω παράδειγμα:

```

ΓΙΑ j ΑΠΟ 1 ΜΕΧΡΙ 100
  ΓΙΑ i ΑΠΟ 1 ΜΕΧΡΙ 10
    ΑΡΧΗ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ
      ΓΡΑΨΕ 'Δώσε το βαθμό που έγραψε ο μαθητής ', j , ' στο μάθημα', i
      ΔΙΑΒΑΣΕ ΒΑΘΜΟΣ [i,j]
      ΜΕΧΡΙΣ_ΟΤΟΥ ΒΑΘΜΟΣ [i,j] >=0 ΚΑΙ ΒΑΘΜΟΣ [i,j] <=20
    ΤΕΛΟΣ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ
  ΤΕΛΟΣ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ

```

Ιδιαίτερη σημασία πιστεύουμε ότι πρέπει να δοθεί στο να κατανοήσουν οι μαθητές τους διαφορετικούς τρόπους προσπέλασης των στοιχείων ενός δισδιάστατου πίνακα. Αυτό μπορεί να γίνει σχηματικά, για το προηγούμενο παράδειγμα «γεμίματος» του πίνακα ΒΑΘΜΟΣ [10,100] ανά στήλη:



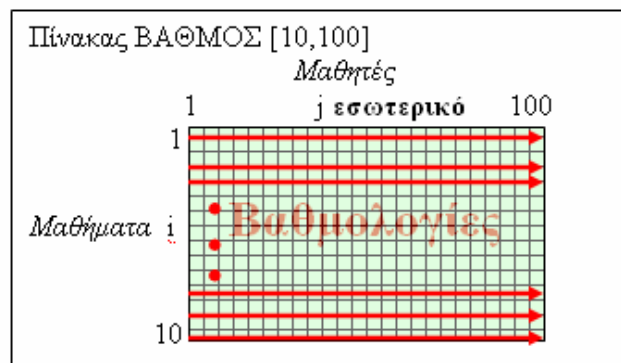
Σχήμα 6: Ο πίνακας βαθμών ΒΑΘΜΟΣ[10,100] γεμίζει ανά στήλη

Για την περίπτωση «γεμίματος» του πίνακα ΒΑΘΜΟΣ [10,100] ανά γραμμή, μπορεί να παρουσιαστεί το παρακάτω τμήμα αλγορίθμου και το αντίστοιχο σχήμα 7:

```

ΓΙΑ i ΑΠΟ 1 ΜΕΧΡΙ 10
  ΓΙΑ j ΑΠΟ 1 ΜΕΧΡΙ 100 ! η επανάληψη του j είναι εσωτερική τώρα
    ΓΡΑΨΕ 'Δώσε το βαθμό που έγραψε ο μαθητής ', j, ' στο μάθημα', i
    ΔΙΑΒΑΣΕ ΒΑΘΜΟΣ [i,j]
  ΤΕΛΟΣ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ
ΤΕΛΟΣ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ

```



Σχήμα 7: Ο πίνακας βαθμών ΒΑΘΜΟΣ[10,100] γεμίζει ανά γραμμή

Ακόμη θα μπορούσε να γίνει ιδιαίτερη μνεία για τη δυνατότητα υπολογισμού αθροίσματος, μέσου όρου, μέγιστου κλπ. μιας συγκεκριμένης γραμμής ή στήλης. Για παράδειγμα, ο τρόπος υπολογισμού του αθροίσματος της 3^{ης} γραμμής του ΒΑΘΜΟΣ[10,100] είναι:

```

Αθροισμα_γραμμής ← 0
ΓΙΑ j ΑΠΟ 1 ΜΕΧΡΙ 100
  Αθροισμα_γραμμής ← Αθροισμα_γραμμής + ΒΑΘΜΟΣ [ 3, j ]

```

ΤΕΛΟΣ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ

Ως επέκταση του προηγούμενου παραδείγματος μπορούμε να δείξουμε τον τρόπο δημιουργίας μονοδιάστατου πίνακα που θα περιλαμβάνει το άθροισμα κάθε γραμμής. Απλά μετασχηματίζουμε ελαφρά το προηγούμενο τμήμα αλγορίθμου περικλείοντάς το μέσα σε εξωτερική επανάληψη για τη γραμμή:

ΓΙΑ i ΑΠΟ 1 ΜΕΧΡΙ 10

 Άθροισμα_γραμμής ← 0

ΓΙΑ j ΑΠΟ 1 ΜΕΧΡΙ 100

 Άθροισμα_γραμμής ← Άθροισμα_γραμμής + **ΒΑΘΜΟΣ** [i , j]
 ! αντί για ΒΑΘΜΟΣ[3,j]

ΤΕΛΟΣ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ_ΓΡΑΜΜΗΣ[i] ← Άθροισμα_γραμμής

ΤΕΛΟΣ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ

Οι παραπάνω προτεινόμενες διδακτικές προσεγγίσεις που παρουσιάστηκαν, για τα σημεία ενδιαφέροντος που αφορούν στους δισδιάστατους πίνακες, θεωρούμε ότι καθιστούν τους μαθητές ικανούς να ερμηνεύσουν τις εκφωνήσεις και τα ζητήματα που τίθεται στα προβλήματα που περιλαμβάνουν δισδιάστατους και τους διευκολύνουν στην προσέγγιση της επίλυσης των ασκήσεων.

9. Ανακεφαλαίωση/Συζήτηση

Στην εργασία αυτή παρουσιάστηκαν στοιχεία διδακτικής προσέγγισης του μαθήματος της Ανάπτυξης Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον της τεχνολογικής κατεύθυνσης της Γ΄ τάξης του Γενικού Λυκείου.

Αρχικά έγινε μια αναφορά στα παιδαγωγικά εμπόδια και στις διδακτικές προσεγγίσεις. Ιδιαίτερο βάρος δόθηκε στις προσεγγίσεις αυτές που μπορούν να βοηθήσουν στην άρση τους. Η άρση επιτυγχάνεται ως επί το πλείστον με εφαρμογή ανακαλυπτικής και συνεργατικής μάθησης και όσον αφορά στο μάθημα του ΑΕΠΠ, σε μεγάλο βαθμό στο εργαστήριο της πληροφορικής. Ειδική αναφορά έγινε ακόμη στις ιδιαίτερες δυσκολίες και στα εμπόδια που εμφανίζονται στους μαθητές κατά τη μαθησιακή διαδικασία σε αυτό το γνωστικό αντικείμενο.

Στη συνέχεια παρουσιάστηκε μια κάπως διαφορετική πρόταση για την οργάνωση της ύλης και τη διδακτική προσέγγιση των εννοιών του σχολικού εγχειριδίου, από αυτήν που προτείνουν οι συγγραφείς του βιβλίου του καθηγητή, που όμως και πάλι ακολουθεί τη σπειροειδή προσέγγιση. Έγινε ακόμη αναφορά στις μεθόδους και τα τεχνουργήματα που πρέπει να χρησιμοποιούνται στο εργαστήριο της πληροφορικής κατά τη διδασκαλία του μαθήματος του ΑΕΠΠ.

Η εργασία ολοκληρώθηκε με την παρουσίαση πρακτικών στοιχείων μιας προτεινόμενης διδακτικής προσέγγισης τριών συγκεκριμένων εννοιών/εννοιών που θεωρούμε ότι είναι κομβικής σημασίας και στις οποίες παρουσιάζονται μεγάλες δυσκολίες και εμπόδια από πλευράς μαθητών.

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή αυτής της εργασίας, υπάρχει μεγάλη πίεση χρόνου κατά την υλοποίηση του μαθήματος. Οι 2 ώρες την εβδομάδα, που διατίθενται για το μάθημα από το αναλυτικό πρόγραμμα, είναι κατά γενική ομολογία πολύ λίγες για τις απαιτήσεις και την ύλη που πρέπει να διδαχτεί, κάτι εξάλλου με το οποίο συμφωνούσε και η αρχική σχεδίαση του μαθήματος (Κανίδης, & Ραχωβίτσας, 2005) που προέβλεπε επιπλέον διδακτικές ώρες για το μάθημα και την ύλη αυτή.

Όπως φάνηκε και από την εργασία, οι μαθητές αντιμετωπίζουν πολλές δυσκολίες και παιδαγωγικά εμπόδια και ο περιορισμένος χρόνος δε δίνει πάντα την απαραίτητη ευελιξία για την εφαρμογή των προτεινόμενων διδακτικών προσεγγίσεων. Ένα επιπλέον πρόβλημα που πολύ συχνά αντιμετωπίζουν οι καθηγητές πληροφορικής που διδάσκουν το μάθημα είναι η μεγάλη ανομοιογένεια στο γνωστικό υπόβαθρο, στις δεξιότητες και στη διάθεση των μαθητών. Η διδακτική προσέγγιση των ενοτήτων του μαθήματος που αφορούν στην υλοποίηση προγραμμάτων στο εργαστήριο με την εφαρμογή της ανακαλυπτικής και της συνεργατικής μάθησης, καθώς και με διαφορετικές τεχνικές, όπως το «μαύρο κουτί», θεωρούμε ότι μπορεί να δώσει επιπλέον κίνητρα στους μαθητές για να ενδιαφερθούν περισσότερο και να δώσει καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά τη μάθηση.

Προτείνουμε ακόμη την εισαγωγή του μαθήματος στη Β΄ Λυκείου της Τεχνολογικής Κατεύθυνσης (αντί του μαθήματος της Τεχνολογίας Επικοινωνιών που θα μπορούσε να γίνει γενικής παιδείας). Η εισαγωγή του μαθήματος από τη Β΄ τάξη θα μπορούσε να ακολουθεί τις προαναφερθείσες προσεγγίσεις (σπειροειδής προσέγγιση, υλοποίηση ορισμένων ενοτήτων στο εργαστήριο, με εφαρμογή συνεργατικής και ανακαλυπτικής μάθησης), αλλά να επικεντρώνεται μόνο στις βασικές αλγοριθμικές δομές (ακολουθία, επιλογή και επανάληψη) και όχι σε δομές δεδομένων (πίνακες) που θα μπορούσαν να διδάσκονται στη Γ΄ Λυκείου.

Ολοκληρώνοντας, ελπίζουμε ότι η εργασία αυτή μπορεί να βοηθήσει τους καθηγητές ΠΕ19-ΠΕ20 που διδάσκουν το μάθημα, να αντιμετωπίσουν κάποιες από τις συχνά εμφανιζόμενες δυσκολίες και εμπόδια και θα τους δώσει κίνητρα για την υλοποίηση ορισμένων ενοτήτων του μαθήματος στο εργαστήριο πληροφορικής.

Βιβλιογραφία

- Artigue, M. (1992) Functions from an algebraic and graphic point of view: cognitive difficulties and teaching practices, in E. Dubinsky & G. Harel (Eds) *The Concept of Function: Aspects of Epistemology and Pedagogy*, M:A:A Notes Series, 25, pp. 109-132.
- Bachelard, G. (1970) *La Formation de l'esprit scientifique*, Paris: Vrin, 1970.
- Beckman, M. (1990) Collaborative Learning: Preparation for the Workplace and Democracy. *College Teaching*, 1990, 38(4), 128-133.
- Bellaby, G. McDonald, C. & Patterson ,A. (2003) Why Lecture? *The 4th Annual Conference of the LTSN Centre for Information and Computer Science*, Galway, NUI, August 2003.
- Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review* 31 (1): 21–32.

- Chickering, A. W., & Gamson, Z. F (eds.), Applying the Seven Principles for Good Practice in Undergraduate Education. *New Directions for Teaching and Learning*, no.47. San Francisco: JosseyBass, 1991.
- Christiaen, H (1988) Novice programming errors: misconceptions or misrepresentations? *ACM SIGCSE Bulletin*, Volume 20 Issue 3, September 1988, ACM New York, pp 5-7.
- Collier, K. G. (1980) Peer-Group Learning in Higher Education: The Development of Higher-order Skills. *Studies in Higher Education*, 1980, 5(1), 55-62.
- Collins, A. & Burstein M., Afterword: A framework for a theory of comparison and mapping. In Vosniadou ST. & Ortony A. (Ed.) (1989), *Similarity and Analogical reasoning*, Cambridge University Press.
- Cooper, J., Prescott, S., Cook, L., Smith, L., Mueck, R., and Cuseo, J. (1990). *Cooperative learning and college instruction: Effective use of student learning teams*. California State University Foundation, Long Beach, CA.
- Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A (1991) Some features of children's ideas and their implications for teaching in R. Driver, E Guesne & Tiberghien, A (eds) *Children's Ideas in Science*, Chapter 10, p.p.193-201. Open University Press.
- Du Boulay, B. (1989), Some difficulties of learning to program, In E. Soloway & J. C. Spohrer (Eds), *Studying the Novice Programmer*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, 283-299.
- Duit, R. (1991) On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education* 75, 6, 649-672.
- Flood, R., Lockhart, B. (2005) , Teaching programming collaboratively *ACM SIGCSE Bulletin archive*, SESSION: Pair programming, Volume 37, Issue 3 (September 2005) Pages: 321 - 324.
- Bellaby, G., McDonald, C. & Patterson, A. (2003). WHY LECTURE? *Proceedings of the 4th annual Conference of the LTSN*.
- Gomes, A. & Mendes, A., (2007) Learning to program – difficulties and solutions, *International Conference on Engineering Education*, ICEE Coimbra, Portugal, September 2007.
- Goodsell, A., Maher, M., Tinto, V, & Associates (eds.). *Collaborative Learning: A Sourcebook for Higher Education*. University Park: National Center on Postsecondary Teaching, Learning, and Assessment, Pennsylvania State University, 1992.
- Gray, W. D., Corbett, A. T., & VanLehn, K. (1988). Planning and Implementation Errors in Algorithm Design. In Proceedings of the Eleventh Annual Conference of the Cognitive Science Society. Montreal, Canada.
- 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
- Jenkins, T. (2002) On the difficulty of learning to program" in *Proc. of the 3rd Annu. LTSN_ICS Conf.*, Loughborough University, United Kingdom, August 2002, pp. 53-58.
- Johnson, D. and Johnson, R. (1990). Cooperative learning and achievement, in Sharan, S. (ed.), *Cooperative learning: theory and research*, Praeger, New York.

- Johnson, D. W., Johnson, R. T., and Smith, K. A. (1991) Cooperative Learning: Increasing College Faculty Instructional Productivity. *ASHE-FRIC Higher Education Report No.4*. Washington, D.C.: School of Education and Human Development, George Washington University, 1991.
- Kohn, A. (1986) *No Contest: The Case Against Competition*. Boston: Houghton Mifflin, 1986.
- Lawrence, A. Badre, A. & Stasko, J. (1994) Empirically Evaluating the Use of Animations to Teach Algorithms, in *Proc. of the IEEE Symposium on Visual Languages*, St. Louis, MO, October 1994, pp. 48-54.
- Matthíasdóttir, A. (2006) How to teach programming languages to novice students? Lecturing or not?, International Conference on Computer Systems and Technologies - CompSysTech'06.
- Minaidi, A. & Hlapanis, G. H.(2005), Pedagogical obstacles in teacher training in information and communication technology (ICT), *Technology, Pedagogy and Education*, Volume 14, Number 2, July 2005 , pp. 241-254(14).
- Perkins, D. N. Schwartz, S. & Simmons, R. (1988) Instructional Strategies for the Problems of Novice Programmers, in R. E. Mayer (ed.), *Teaching and Learning Computer Programming*, Lawrence Erlbaum Associates, 1988, pp. 153-178.
- Slavin, R. E. (1983) When Does Cooperative Learning Increase Student Achievement? *Psychological Bulletin*, 1983, 94(3), 429-445.
- Slavin, R. E. (1980) Cooperative Learning. *Review of Educational Research*, 1980, 50(2), 315-342.
- Sloane, K. D. & Linn, M. C. (1988) Instructional Conditions in Pascal Programming Classes, in R. E. Mayer (ed.), *Teaching and learning computer programming*, Lawrence Erlbaum Associates, 1988, pp. 137-152.
- Soloway & J. C. Spohrer (Eds), *Studying the Novice Programmer*, 57-81, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates.
- Tall, D. (1989) Different cognitive obstacles in a technological paradigm, in S. Wagner & C. Kieran (Eds) *Research Issues in the Learning and Teaching of Algebra*. N.C.T.M. Erlbaum.
- Vergnaud, G. (1994) *Apprentissages et Didactiques, où en est-on?* Hachette, 1994.
- Whitman, N. A. Peer Teaching: To Teach Is to Learn Twice. Washington, D.C.: *ASHE-ERIC Higher Education Report No.4*. Washington, D.C.: Association for the Study of Higher Education, 1988.
- Βακάλη Α., Γιαννόπουλος Η., Ιωαννίδης Χ., Κοΐλιας Χ., Μάλαμας Κ., Μανωλόπουλος Ι. και Πολίτης Π. (2006), *Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον*, ΥΠΕΠΘ, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα.
- Βοσνιάδου, Σ., (2002), Πως μαθαίνουν οι μαθητές, Διεθνές Γραφείο Εκπαίδευσης της UNESCO.
- Βρατσάλης Κ. (2003) Τα Παιδαγωγικά Εμπόδια στην Επιμόρφωση των Εκπαιδευτικών Διετούς Φοίτησης, στο Κ. Βρατσάλης, *Διδακτική Εμπειρία και Παιδαγωγική Θεωρία*, Αθήνα: Νήσος.
- Γρηγοριάδου Μ., Γόγουλου Α. και Γουλή Ε. (2002), Εναλλακτικές διδακτικές προσεγγίσεις σε εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού: προτάσεις διδασκαλίας, στο Α. Δημητρακοπούλου (επιμ.), *Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή*

- Συμμετοχή 'Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση'*, Τόμος Α', 239-248, Ρόδος.
- Γρηγοριάδου, Μ., Γόγουλου, Α., & Γουλή, Ε. (2004). Μαθησιακές Δυσκολίες στις Επαναληπτικές Δομές. Στο Γρηγοριάδου, Μ, Ράπτης, Α., Βοσνιάδου, Σ., & Κυνηγός, Χ. (Επιμ.) *Πρακτικά 4ου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή για τις «Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση»*, Συνεδρία Εργασίας «Διδακτικές Προσεγγίσεις και Εκπαιδευτικό λογισμικό Πληροφορικής», (Αθήνα, Σεπτέμβριος 2004), Τόμος Β, 535-537.
- Κανίδης, Ε. & Ραχωβίτσας, (2005) Η Αξιολόγηση των Θεμάτων του Μαθήματος «Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον» στις Πανελλαδικές Εξετάσεις 2003-2004 3ο Συνέδριο Σύρου, 11-13 Μαΐου 2005
- Κόμης, Β. (2000) Η έννοια του διδακτικού μετασχηματισμού στη Διδακτική της Πληροφορικής, *Η Βάση*, τεύχος 2, Μάιος 2000, σελ . 23-34.
- Κόμης, Β. (2005) *Εισαγωγή στη διδακτική της πληροφορικής*. Εκδόσεις Κλειδάριθμος 2005.
- Κουλαϊδής, Β. (2002) *Τα κείμενα της Τεχνο-Επιστήμης στον Δημόσιο χώρο*. Μεταίχμιο, Αθήνα.
- Μπούρας, Χ & Τσιάτσος, Θ (2006) Συνεργατικά περιβάλλοντα μάθησης από απόσταση. 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ε.Ε.Ε.Π. - Δ.Τ.Π.Ε "Εκπαίδευση & Νέες Τεχνολογίες" 30 Σεπτεμβρίου & 1 Οκτωβρίου 2006 Πνευματικό Κέντρο Δήμου Κορυδαλλού "Μελίνα Μερκούρη".
- Τζιμογιάννης Α., Κόμης Β., (2000), Η έννοια της μεταβλητής στον προγραμματισμό: Δυσκολίες και παρανοήσεις των μαθητών του Ενιαίου Λυκείου. *Πρακτικά 2ου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή για τις " Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση"*, 13-15 Οκτωβρίου, Πάτρα σ.103-114.
- Τζιμογιάννης, Α. (2000), Η διδασκαλία του Προγραμματισμού στο Ενιαίο Λύκειο: προς ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο με στόχο την ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων 2ο Συνέδριο στη Σύρο – ΤΠΕ στην Εκπαίδευση, 9-11 Μαΐου 2003.