

## Διδακτική προσέγγιση των διαγραμμάτων ροής σε περιβάλλον συνεργατικής μάθησης στο Γυμνάσιο

**Ελένη Βογιατζάκη**  
Πανεπιστήμιο Πατρών  
enoviatz@ee.upatras.gr

**Μελέτης Μαργαρίτης**  
Πανεπιστήμιο Πατρών  
margaritis@ee.upatras.gr

**Χρήστος Χριστακούδης**  
Γυμνάσιο Βραχυνείων Αχαΐας  
christak@dide.ach.sch.gr

**Νικόλαος Αβούρης**  
Πανεπιστήμιο Πατρών  
N.Avouris@ee.upatras.gr

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ:** Θεμελιώδης έννοια κατά τη διδασκαλία της Πληροφορικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, είναι αυτή του Αλγορίθμου και των τρόπων αναπαράστασης του. Στόχος της παρούσας έρευνας που έλαβε χώρα σε αυθεντικές διδακτικές συνθήκες, ήταν η μελέτη των συνεργατικών προσεγγίσεων μάθησης κατά την εκπαιδευτική διαδικασία ώστε να αξιοποιηθούν τα εν δυνάμει πλεονεκτήματα της συνεργατικής μάθησης στην προσέγγιση και την οικοδόμηση βασικών εννοιών πληροφορικής από τους μαθητές καθώς και κατά τη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων. Για το σκοπό αυτό σχεδιάστηκαν δραστηριότητες σχετικά με την έννοια του Αλγορίθμου από ομάδες μαθητών Γ΄ Γυμνασίου που επιλύθηκαν με και χωρίς χρήση ενός πρωτότυπου υπολογιστικού συνεργατικού περιβάλλοντος. Από την ανάλυση των δεδομένων της έρευνας προκύπτουν ενδιαφέροντα συμπεράσματα που αφορούν τη συμπεριφορά των μαθητών στα πλαίσια αυτά καθώς και τη βελτίωση της διδακτικής προσέγγισης από τον εκπαιδευτικό.

**ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ:** Περιβάλλον συνεργατικής μάθησης υποστηριζόμενο από υπολογιστή, Ανάλυση συνεργατικής μάθησης, Διδακτική Αλγορίθμων και Διαγραμμάτων Ροής στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

### Εισαγωγή

Η έννοια του αλγορίθμου είναι θεμελιώδης για την διδασκαλία της πληροφορικής (Tucker et. al. 1995, Αβούρης κα. 2002). Διαφορετικές προσεγγίσεις και εργαλεία έχουν προταθεί για να υποστηρίξουν τη διδασκαλία του αλγορίθμου, μέσω διαγραμματικής και λεκτικής αναπαράστασης (πχ Τσώνης κα., 2001, Scanlan 1998). Η χρήση *διαγραμμάτων ροής* (flow chart) φαίνεται ότι είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική στο πλαίσιο αυτό. Το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών Πληροφορικής Γυμνασίου (1997), στα πλαίσια της διδασκαλίας των Αλγορίθμων θέτει ως στόχο οι μαθητές να αποκτήσουν ευχέρεια στη χρήση συμβολικών μέσων έκφρασης και διερεύνησης των ιδεών τους, να αναπτύξουν αναλυτική-συνθετική σκέψη, να εξοικειωθούν με τη χρήση συμβόλων για την αναπαράσταση της διαδικασίας επίλυσης προβλημάτων καθώς και να γνωρίσουν και να ασκηθούν στα βασικά δομικά στοιχεία και έννοιες μιας γλώσσας προγραμματισμού. Στα πλαίσια της διδασκαλίας της Πληροφορικής στο Γυμνάσιο, η διδακτική προσέγγιση των αλγορίθμων περιλαμβάνει χρήση διαγραμμάτων ροής και ψευδοκώδικα, που κατά κανόνα λαμβάνουν χώρα με θεωρητική προσέγγιση στην τάξη ή στο εργαστήριο χωρίς χρήση υπολογιστή. Ως συνέπεια, συχνά ο καθηγητής που χρησιμοποιεί παραδοσιακά μέσα διδασκαλίας (διδασκαλία με διάλεξη, βιβλίο, πίνακα) δυσχεραίνεται ώστε να διαγνώσει εγκαίρως τις έννοιες που δεν έχουν κατανοηθεί από μέρος ή το σύνολο της τάξης. Μια πρόσθετη διάσταση που χρήζει διερεύνησης είναι αυτή της εφαρμογής συνεργατικής διδακτικής προσέγγισης κατά τη διδασκαλία αλγορίθμων με διαγράμματα ροής. Σήμερα είναι ισχυρή η πεποίθηση ότι η γνώση γενικότερα οικοδομείται σε κοινωνικό επίπεδο. Γίνεται συνεπώς αποδεκτό ότι δεν μπορούμε να αγνοήσουμε την κοινωνική φύση της μάθησης όταν μελετούμε δραστηριότητες υποκειμένων που συνεργάζονται για την υλοποίηση ενός έργου ή την

επίλυση ενός προβλήματος, όπως η διερεύνηση ή σχεδίαση ενός αλγορίθμου. Οι σύγχρονες απόψεις για τη διδασκαλία και τη μάθηση δίνουν έμφαση σε παιδαγωγικές δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα σε συνεργατικό πλαίσιο και έχουν στόχο την επίλυση προβλημάτων. Οι συνεργατικές μέθοδοι μάθησης ενθαρρύνουν την οικοδόμηση της γνώσης και τη βαθύτερη κατανόηση, ευνοούν την ενεργό μάθηση και τη σε βάθος επεξεργασία της πληροφορίας ενώ απαιτείται από τους μαθητές επένδυση σημαντικής νοητικής προσπάθειας (Dillenbourg, 1999). Στο πλαίσιο αυτό είναι δυνατόν να αναπτυχθούν δεξιότητες κριτικής σκέψης, επικοινωνίας και να συνειδητοποιηθούν οι μηχανισμοί οικοδόμησης της γνώσης (Steeple & Mayers, 1998).

Τα διαδικτυακά υπολογιστικά συστήματα συνεπώς προσφέρουν νέες δυνατότητες αλλά εγείρουν και νέα ερωτήματα. Είναι πάντα εφικτή και αποτελεσματική η συν-εργασία (cooperation - collaboration) μέσω αυτών; Ποιοι είναι οι παράγοντες που την επηρεάζουν και πώς; Ποια είναι η επίδραση των εργαλείων (πραγματικών και συμβολικών) που διαμεσολαβούν τις ανθρώπινες δράσεις και την επικοινωνία σε τέτοια περιβάλλοντα; Ποιος είναι ο ρόλος της *ανθρώπινης αλληλεπίδρασης* (του εκπαιδευτικού για παράδειγμα) και της *αμοιβαίας στήριξης* (των συμμαθητών για παράδειγμα) όταν εργαζόμαστε ή μαθαίνουμε από κοινού; Πολλές ερευνητικές προσπάθειες έχουν γίνει τα τελευταία χρόνια για να δοθούν απαντήσεις στα παραπάνω ερωτήματα. Σε αυτή την κατεύθυνση σκοπεύει να συμβάλει και η παρούσα εργασία. Σε αυτή γίνεται η παρουσίαση μιας μελέτης περίπτωσης που σχετίζεται με τη διδασκαλία των Διαγραμμάτων Ροής με τη χρήση ενός συνεργατικού υπολογιστικού συστήματος από μαθητές της τρίτης τάξης ενός Ελληνικού Γυμνασίου. Στην εργασία μελετήθηκε αν το περιβάλλον συνεργατικής μάθησης, το οποίο αλλάζει τη διδακτική προσέγγιση του συστήματος (από διάλεξη σε συνεργατική με συνθήκες ομότιμης – μεταξύ μαθητών – συνεργασίας και αλληλοβοήθειας), επιτρέπει την ενεργό και συνεργατική συμμετοχή των μαθητών και παρέχει τη δυνατότητα στον καθηγητή της ανάλυσης της συνεργατικής δραστηριότητας των μαθητών του, με παράλληλη εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων για την αναθεώρηση του τρόπου διδακτικής προσέγγισης της ενότητας αυτής μέσα στην τάξη.

### Πλαίσιο της έρευνας

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε εργαστήριο Πληροφορικής του Γυμνασίου Βραχνείων του Νομού Αχαΐας το οποίο διαθέτει δέκα προσωπικούς υπολογιστές συνδεδεμένους σε δίκτυο, καθώς και σύνδεση στο Διαδίκτυο.

Η διδασκαλία και οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες που σχεδιάστηκαν, στηρίχτηκαν στη χρήση ενός υπολογιστικού περιβάλλοντος που αποτελεί πρωτότυπη πλατφόρμα συνεργατικής επίλυσης προβλημάτων με διαγραμματικές αναπαραστάσεις, όπως Διαγραμμάτων Ροής, Διαγραμμάτων Οντοτήτων Συσχετίσεων (ERD) κλπ, για μικρές ομάδες που δουλεύουν από απόσταση.

Το περιβάλλον αυτό επιτρέπει σε απομακρυσμένους χρήστες να επιλύσουν προβλήματα, δημιουργώντας από κοινού διαγραμματικές αναπαραστάσεις της λύσης στον διαμοιρασμένο χώρο εργασίας, όπως flow charts, ενώ επικοινωνούν με ανταλλαγή μηνυμάτων κειμένου (chat). Μια πρόσθετη λειτουργία του περιβάλλοντος αφορά τη δυνατότητα εκ των υστέρων αναπαραγωγής της συνεργασίας και ανάλυσης της από τον καθηγητή για διαγνωστικούς και ερευνητικούς σκοπούς. Το περιβάλλον έχει αντλήσει ιδέες από προηγούμενη προσπάθεια της ίδιας ομάδας (συστήματα ModelsCreator και ModellingSpace (Margaritis, et al. 2003)) και έχει ήδη χρησιμοποιηθεί για ομότιμη συνεργασία και αλληλοϋποστήριξη από φοιτητές του Πανεπιστημίου. Αυτή είναι μια από τις πρώτες προσπάθειες εισαγωγής του σε αυθεντικές συνθήκες διδασκαλίας

μαθήματος πληροφορικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, οπότε ένας πρόσθετος στόχος της μελέτης αφορά τα οργανωτικά και τεχνικά προβλήματα που συνεπάγεται η χρήση ενός σύνθετου δικτυακού εργαλείου στις συνθήκες ενός τυπικού ελληνικού σχολείου. Το περιβάλλον αυτό χαρακτηρίζεται από την απλότητα του και ευκολία χρήσης και εγκατάστασης σε σχέση με άλλα προγενέστερα εργαλεία, προτείνεται δε να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο γενικού σκοπού για συνεργατική επίλυση προβλημάτων που περιλαμβάνουν γραφικές αναπαραστάσεις. Το σημαντικό πλεονέκτημα του έναντι άλλων εργαλείων διαμοιρασμού επιφάνειας εργασίας όπως το Netmeeting, είναι ότι η απαίτηση εύρους δικτύου είναι πολύ μικρότερη, επιτρέπει τη συνεργασία ομάδων μαθητών με περισσότερα από δύο μέλη, ενώ η δυνατότητα εκ των υστέρων ανάλυσης της δραστηριότητας μέσω της λειτουργίας playback, στατιστικής επεξεργασίας και εικονοποίησης του *δείκτη συνεργασίας* (Avouris et al. 2004) είναι μοναδικά χαρακτηριστικά με άμεση εφαρμογή στη διαγνωστική της διδακτικής προσέγγισης και στην εκπαιδευτική έρευνα.

### **Συνθήκες της ερευνητικής διαδικασίας**

Οι επιλογές που έγιναν για την πραγματοποίηση του πειράματος αφορούσαν:

Το Σχολείο και τον καθηγητή Πληροφορικής, τη διδακτική ενότητα και τον τρόπο παρουσίασης της, το ρόλο του καθηγητή, το ρόλο των μαθητών και τη διαμόρφωση των ομάδων εργασίας, τις δραστηριότητες που αναπτύχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν καθώς και τη μεθοδολογία της ερευνητικής διαδικασίας. Οι επιλογές αυτές δεν εξαντλούν τα ερωτήματα που τίθενται σε σχετικές αναφορές ως προϋποθέσεις για την επιτυχή εφαρμογή σεναρίων συνεργατικής μάθησης (Gutwin & Greenberg, 2000).

Τα βασικά κριτήρια για την επιλογή του σχολείου ήταν αφενός η ύπαρξη καθηγητή με εμπειρία στη δημιουργία και αξιοποίηση εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων με παιδαγωγικό ενδιαφέρον και αυτοδέσμευση ώστε να αφιερώσει χρόνο για την προετοιμασία, πραγματοποίηση και αξιολόγηση των δραστηριοτήτων, αφετέρου δε η ύπαρξη εργαστηρίου με σύνδεση στο διαδίκτυο, που ανταποκρίνεται στις ελάχιστες προδιαγραφές του περιβάλλοντος συνεργασίας.

Οι παραπάνω στόχοι καθώς και οι προδιαγραφές του εργαλείου συνεργατικής οικοδόμησης γραφικών αναπαραστάσεων, οδήγησαν στην επιλογή του ως εργαλείου διερεύνησης της διδακτικής ενότητας που αφορά στα Διαγράμματα Ροής

### **Ο ρόλος του καθηγητή**

Με βάση τη βιβλιογραφία, η έννοια των Αλγορίθμων, οι βασικές δομές και οι απεικονίσεις τους στην εκπαίδευση προσεγγίζονται από τους καθηγητές ως εξής :

- Παρουσίαση της έννοιας του αλγορίθμου και παραδειγμάτων από την καθημερινή ζωή (Τσώνης κ.α., 2002).
- Παρουσίαση των βασικών ειδών δομών. Παρουσίαση απλών ασκήσεων στο πίνακα όπου καλούνται να κατανοήσουν πώς ένας υπολογιστής εκτελεί έναν απλό αλγόριθμο, πώς αλλάζουν οι θέσεις μνήμης (αρχικοποίηση μεταβλητών, εκχώρηση τιμών μεταβλητών, αλλαγή τιμών μεταβλητών κατά τη διάρκεια πράξεων κλπ). Η διδασκαλία γίνεται με παρουσίαση των *Διαγραμμάτων Ροής* και κάποιες *Ψευδογλώσσες*.
- Επίλυση απλών αλγοριθμικών προβλημάτων. Ο καθηγητής παρουσιάζει τα παραπάνω στον πίνακα του εργαστηρίου και μπορεί να οργανώσει μικρές δραστηριότητες εμπέδωσης. Ο υπολογιστής μπορεί να εμπλακεί παραδοσιακά με χρήση επεξεργαστή κειμένου ή λογιστικού φύλλου για το σχεδιασμό

Διαγραμμάτων Ροής ή για την απεικόνιση της μνήμης του υπολογιστή (στα κελιά του λογιστικού φύλλου) και των αλλαγών που συμβαίνουν κατά τη εκτέλεση του προγράμματος.

Για να μπορέσει ο καθηγητής να προχωρήσει στη χρήση ενός νέου εργαλείου στο μάθημά του πρέπει να διακρίνει σενάρια αξιοποίησης στην εκπαιδευτική διαδικασία (όπως αυτός την εφαρμόζει στην τάξη του, με τους περιορισμούς που τίθενται από το επίπεδο των μαθητών, την υλικοτεχνική υποδομή, την υποστήριξη του εργαστηρίου κλπ) και να δημιουργήσει δραστηριότητα βασισμένη στο εργαλείο.

Στο πλαίσιο αυτό, ο ρόλος του καθηγητή αλλάζει. Με τη χρήση ενός εργαλείου συνεργατικής μάθησης το οποίο δεν προϋποθέτει την συνεχή εμπλοκή του καθηγητή στην επίλυση ενός προβλήματος από μια ομάδα μαθητών, ο ρόλος του καθηγητή διαφοροποιείται από διδάσκων τάξης ως ενιαίου συνόλου σε καθοδηγητή μικρών ομάδων, από μια διδακτική προσέγγιση περνά στην υποστήριξη μεμονωμένων μαθητών και ομάδων, από τη συνεργασία του μέσα στην τάξη με τους ικανότερους μαθητές, μπορεί να συνεργαστεί πλέον με όλους και να κατανοήσει καλύτερα τις ικανότητες και τις δυσκολίες τους (Paratheodorou, 2002).

### **Οι ρόλοι των μαθητών και διαμόρφωση των ομάδων**

Η διδασκαλία σε περιβάλλον συνεργατικής μάθησης διαφοροποιεί ριζικά τον τρόπο με τον οποίο δομείται το μάθημα. Αλλάζει τόσο ο ρόλος του καθηγητή όσο και των μαθητών, οι οποίοι απαιτείται να έχουν ενεργή συμμετοχή και αποδεδειγμένη συνεργασία. Ο υπολογιστής προσφέρει το περιβάλλον όπου οι μαθητές συναντιούνται και λύνουν μια άσκηση ή ένα πρόβλημα δουλεύοντας σε ένα εποπτικό περιβάλλον εργασίας (ατομικές και διαμοιρασμένες περιοχές εργασίας), παράλληλα με ανοιχτό κανάλι μεταξύ τους συνεργασίας (chat), το οποίο επιτρέπει την ανταλλαγή απόψεων και επιχειρημάτων καθώς και τη κατανομή ρόλων και την εξ' αποστάσεως συνεργασία. Έτσι, μια ολόκληρη τάξη μπορεί να συνεργάζεται με τον τρόπο αυτό σε ομάδες, με ησυχία και ισότιμους ρόλους, χωρίς προκαταλήψεις και διαχωρισμούς, τουλάχιστον κατά την έναρξη της συνεργασίας. Για το λόγο αυτό δόθηκαν ψευδώνυμα στα μέλη των ομάδων, με αποτέλεσμα στην αρχή της συνεργασίας να μην γνωρίζουν την ταυτότητα του συμμαθητή με τον οποίο συνεργάζονταν. Η επιλογή αυτή δεν δυσχεραίνει την επικοινωνία λόγω χαμηλής επίγνωσης (awareness) της ταυτότητας του συνομιλητή, αφενός αφού η κοινωνική ομάδα που συμμετέχει στη συνεργασία είναι σαφώς καθορισμένη και εκ των προτέρων γνωστή, αφετέρου δε για τους μαθητές φάνηκε ότι αύξησε το ενδιαφέρον για τη συνεργασία με το πρόσθετο στοιχείο της αναζήτησης της ταυτότητας των συγκεκριμένων συνομιλητών τους.

Ο ρόλος του μαθητή μέσα στην ομάδα μπορεί να αλλάζει κατά τη διάρκεια της συνεργασίας. Πρέπει όμως να του έχουν ανατεθεί συγκεκριμένες ευθύνες, ώστε να διευκολύνεται η διαδικασία επίλυσης προβλήματος, και η μάθηση μέσα από τη συνεργατική διαδικασία. Για την κατανομή των ρόλων απαιτείται μια στρατηγική επικοινωνίας και διαπραγμάτευσης (Begona, 2001).

Για τους παραπάνω λόγους δόθηκαν στους μαθητές γραπτές οδηγίες που αφορούσαν τόσο τον καθορισμό της έννοιας συνεργασίας, όσο και τους κανόνες που την διέπουν στη συγκεκριμένη δραστηριότητα (Stoyanova & Kommers, 2002). Με δεδομένο ότι οι μαθητές δεν έχουν εξοικείωση με τις έννοιες των Αλγορίθμων, και ταυτόχρονα δεν είχαν εμπειρία συνεργατικής μάθησης, οι ομάδες έπρεπε να είναι μικρές και ευέλικτες. Αποφασίστηκε η δημιουργία μεικτών ομάδων με δυο ή τρία παιδιά ανεξαρτήτως

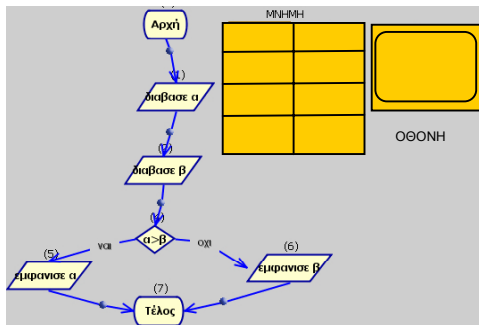
επιπέδου και ανατέθηκε σε ένα μαθητή (με τυχαίο τρόπο) ο συντονισμός της συνομιλίας που θα γινόταν μέσω του διαθέσιμου εργαλείου άμεσης επικοινωνίας chat.

### Ερευνητικά ερωτήματα

Με βάση το πλαίσιο αυτό, τα γενικότερα ερωτήματα στα οποία σκοπεύει να συμβάλει η μελέτη, εκ των οποίων η πρώτη προσέγγιση γίνεται στην εργασία αυτή, είναι:

- Μελέτη της συμπεριφοράς των μαθητών κατά τη συνεργασία τους στο πλαίσιο αυτό, πχ πώς υλοποιούν τους κανόνες συνεργασίας που τέθηκαν (Guribye et al. 2003)
- Αξιολόγηση της προσέγγισης του εργαλείου συνεργασίας (συνδυασμός διαμοιρασμένου χώρου εργασίας για την δημιουργία flowchart & chat)
- Μελέτη στρατηγικών προσέγγισης και επίλυσης του προβλήματος
- Παρατήρηση συμπεριφοράς της συνολικής τάξης
- Εμπλοκή καθηγητή κατά την επίλυση και δυνατότητα ανάλυσης αποτελεσμάτων μετά το μάθημα .

### Μεθοδολογία διεξαγωγής της μελέτης



Σχήμα 1. Διάγραμμα ροής φύλλου εργασίας

Αλγόριθμοι και των Διαγραμμάτων Ροής, με το συνήθη τρόπο (διδασκαλία με διάλεξη), σε μια διδακτική ώρα και επεχείρησαν επίλυση της άσκησης που δόθηκε στο φύλλο εργασίας με χαρτί μολύβι.

Το φύλλο εργασίας περιλάμβανε: τους κανόνες συνεργασίας και επικοινωνίας, την εκφώνηση του προβλήματος, βοηθητικές υποδείξεις, καθώς και ερωτήσεις αξιολόγησης της διαδικασίας.

Η δραστηριότητα που έπρεπε να υλοποιήσουν οι μαθητές με το φύλλο εργασίας, βλέπε σχήμα 1, αφορούσε ένα Διάγραμμα Ροής που απεικόνιζε τον Αλγόριθμο για τη εύρεση του μεγαλύτερου μεταξύ δυο αριθμών (α,β). Μαζί με τον αλγόριθμο δόθηκε και μια αναπαράσταση θέσεων μνήμης και της οθόνης. Οι μαθητές έπρεπε να αποδείξουν ότι ο αλγόριθμος που απεικονιζόταν στο διάγραμμα ροής έλυνε με *σαφήνεια* και *πληρότητα* το πρόβλημα. Για να το αποδείξουν αυτό έπρεπε :

- να κατανοήσουν ότι είναι απαραίτητο να δοκιμάσουν διαφορετικά ζεύγη τιμών ( $\alpha > \beta$ ,  $\alpha < \beta$  και  $\alpha = \beta$ ),
- να ελέγξουν βήμα προς βήμα την εκτέλεση του αλγορίθμου,
- να αποφασίσουν το περιεχόμενο της μνήμης του υπολογιστή (δηλαδή να κάνουν εκχώρηση τιμών σε μεταβλητές) και τι εμφανίζεται στην οθόνη.

Η έρευνα σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε με μαθητές της Γ' Γυμνασίου: Στην ομάδα Α έγινε αρχικά διδασκαλία της υπό μελέτης έννοιας σε 2 τμήματα (7+4 μαθητές), εξοικείωση με το συνεργατικό περιβάλλον μάθησης, εν συνέχεια επίλυση προβλήματος με χρήση του συνεργατικού εργαλείου από τους μαθητές σε ομάδες κατά τη διάρκεια μιας διδακτικής ώρας.

Στην ομάδα Β ανήκαν 9 μαθητές χωρισμένοι σε 3 ομάδες των τριών, οι οποίοι προσέγγισαν τις έννοιες του

Αν οι μαθητές δοκίμαζαν δυο ζεύγη τιμών ( $a > \beta$ ,  $a < \beta$ ), ελέγχοντας τη ροή του αλγόριθμου και καταχωρώντας σωστά τις τιμές στις θέσεις μνήμης, είχαν ολοκληρώσει τον αρχικό έλεγχο της άσκησης, σύμφωνα με το επίπεδο γνώσεων τους. Η δοκιμή της περίπτωσης  $a = \beta$  (αναφέρεται στο φύλλο δραστηριότητας ως 3<sup>η</sup> δοκιμή) αναμενόταν από τον καθηγητή να αντιμετωπιστεί ως νέα άσκηση, από τους μαθητές που ολοκλήρωναν τα προηγούμενα βήματα.

### **Μελέτη: Παρατηρήσεις και συμπεράσματα**

Οι μαθητές των δύο ομάδων της φάσης Α παρακολούθησαν την εισαγωγή στη διδακτική ενότητα από τον καθηγητή. Στη συνέχεια μετακινήθηκαν στις θέσεις εργασίας όπου ήταν ήδη ανοιχτές οι συνδέσεις με υπολογιστές των άλλων μελών της ομάδας τους. Στην επιφάνεια εργασίας τους ήταν το Διάγραμμα Ροής του Σχ. 1 με βάση το οποίο αλληλεπιδράσαν, απαντώντας στα σχετικά ερωτήματα του φύλλου εργασίας. Χρησιμοποιήθηκαν ψευδώνυμα, κατά τη συνομιλία τους, οπότε δεν ήταν γνωστή η ταυτότητα των άλλων μελών της ομάδας κατά την αρχή της συνεργασίας. Οι ομάδες ήταν διμελείς και τριμελείς.

### **Εξοικείωση με το υπολογιστικό περιβάλλον μάθησης**

Κατά την εκκίνηση της συνεργασίας οι μαθητές ζητούσαν διευκρινήσεις, τόσο όσον αφορά στη χρήση του εργαλείου όσο και στο πώς θα αντιμετωπίσουν την άσκηση με το συγκεκριμένο εργαλείο.

[A] einai OXI
[B] ti kanoume gia na dixoume oti einai OXI?
[A] tha patiso to OXI ok?
[B] pata to
[A] lathos... tha grapsoume pano stin othoni
[B] ekana ena lathaki
[A] esbhses to OXI?
[B] nai!!!!!!!!!!!!!!!
[A] nomiza oti to ekana ego, psakse na breis an exei anaresh
[B] den nomizo
[A] na rothsos?
[B] rota... ti na sou po?

Σχήμα 2. Απόσπασμα συνομιλίας (διατηρείται η σύνταξη των μαθητών)

Παρατηρήθηκε ότι αρχικά έκαναν ταυτόχρονα ενέργειες στο διαμοιρασμένο χώρο γιατί δεν είχαν αντιληφθεί το γεγονός ότι μοιράζονταν τον ίδιο χώρο με τα άλλα μέλη της ομάδας. Μετά από χρονικό διάστημα 3-4 λεπτών οι μαθητές αντιλήφθηκαν τον τρόπο λειτουργίας του chat και του 'μοιράσματος' της εφαρμογής. Κατά τη διάρκεια της συνεργασίας, όταν έκαναν λάθη χειρισμών, στην ομάδα υπήρχε 'αντίδραση' από άλλο μέλος της ομάδας, αλλά και συζήτηση για διόρθωση ή ερωτήματα για τη χρήση του εργαλείου. Π.χ. το τμήμα της συνομιλίας του σχήματος 2 αφορά σε παρανόηση της χρήσης του διαγράμματος και σε λάθος που συνεπάγεται η παρανόηση αυτή. Είναι ένα παράδειγμα συνομιλίας στην οποία φαίνεται ότι καταφεύγουν τελικά στη βοήθεια από τον καθηγητή, κάτι που δεν παρατηρήθηκε συχνά. Ενδιαφέρον στην συνομιλία αυτή είναι ότι οι μαθητές αναρωτιούνται αν μπορούν να 'αναιρέσουν' τη λανθασμένη ενέργειά τους, όπως έχουν συνηθίσει σε άλλες εφαρμογές.

### **Συνεργατική επίλυση προβλήματος**

Οι μαθητές επεξεργάστηκαν συνεργατικά το πρόβλημα με τον υπολογιστή χωρισμένοι σε ομάδες των δυο και των τριών ατόμων, τα μέλη των οποίων βρίσκονταν στο ίδιο εργαστήριο αλλά η επικοινωνία μεταξύ τους γινόταν μόνο με chat.

Μπορούμε να διακρίνουμε επί μέρους στόχους στα πλαίσια της δραστηριότητας, που αφορούν τη συμφωνία για εκκίνηση, επιλογή τιμών, εκχώρηση τιμών σε θέσεις

«μνήμης» μεταβλητές, εισαγωγή αποτελεσμάτων στην «οθόνη», κλπ. Στο σχήμα 3 φαίνεται μια ενδεικτική κατανομή μηνυμάτων και ενεργειών στα πλαίσια της συνεργατικής διαδικασίας τριών τυπικών ομάδων. Σχετικά παρατηρήθηκαν τα παρακάτω:

### T1 Συμφωνία για εκκίνηση

Οι ομάδες ξεκινούν τη αντιμετώπιση του προβλήματος είτε με ερώτηση προς την ομάδα τους για το αν είναι τα μέλη έτοιμα να προχωρήσουν στην επίλυση της άσκησης ή με πρόταση για τις τιμές που θα χρησιμοποιήσουν ή με ερώτηση προς την ομάδα τους για το τι πρέπει να γίνει. Ένα παράδειγμα συνδιαλλαγής σχετικά με την πρωτοβουλία εκκίνησης φαίνεται στη συνέχεια:

[Student C] ti kanoyme

[Student D] Εγω ειμαι ετοιμος να αρχισω. ξεκινα εσυ... συμφωνεις

[Student C] sto 4 kai sto 6 na baloume times... koita sti mnimi

### T2 Επιλογή τιμών

Σημαντικό στοιχείο της στρατηγικής επίλυσης της άσκησης ήταν η επιλογή κατάλληλων τιμών για τα  $\alpha$  και  $\beta$ , έτσι ώστε να καλύπτονται όλες οι δυνατές περιπτώσεις. Οι μαθητές δεν ανέπτυξαν τέτοια στρατηγική. Στην πράξη όμως επέλεξαν τιμές, ακολουθώντας τη λογική των υποδείξεων για τρεις διαφορετικούς συνδυασμούς τιμών, ακόμα και αν δεν επέλεξαν κατάλληλα ζεύγη τιμών.

Σε όλες τις ομάδες η επιλογή τιμών των  $\alpha$  και  $\beta$  ήταν αποτέλεσμα διαπραγμάτευσης μεταξύ των μελών τους.

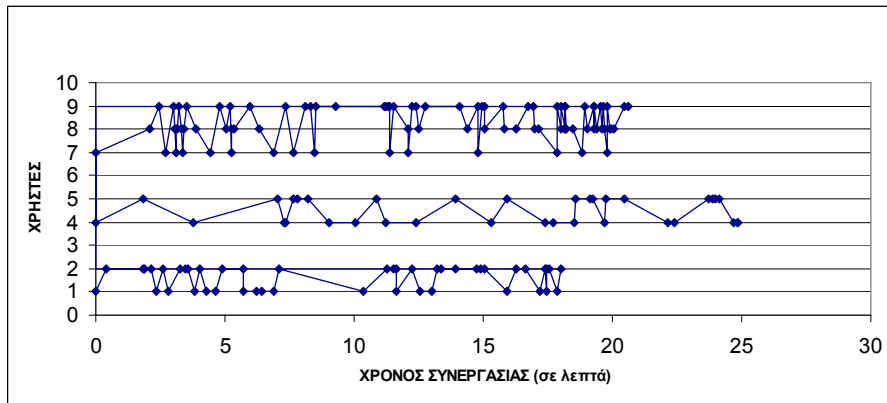
### T3 Επίλυση-εκχώρηση τιμών σε «μεταβλητές»-εμφάνιση αποτελεσμάτων στην «οθόνη»

Το σημείο αυτό της στρατηγικής παρατηρούμε ότι συνήθως ένας μαθητής της ομάδας προτείνει μια τιμή και οι άλλοι απλά την αποδέχονται. Συνήθως, στις ομάδες που μελετήθηκαν, το ίδιο πρόσωπο διατηρεί την πρωτοβουλία μέχρι το τέλος της συνεργασίας. Η δράση της ομάδας που επέλυσε σωστά το πρόβλημα (ομάδα χρηστών [4,5] στο σχήμα 3) ήταν στοχοθετημένη, οπότε δεν παρατηρήθηκαν άσκοπες ενέργειες στο χώρο εργασίας, ούτε στο chat. Στην πραγματικότητα και οι δύο συμμετέχοντες έχουν ήδη λύσει νοητικά την άσκηση και απλώς χρησιμοποιούν το εργαλείο για να αποδείξουν το ζητούμενο. Αυτή η περίπτωση έχει ενδιαφέρον, γιατί δείχνει την αυτοδέσμευση των μαθητών, να χρησιμοποιήσουν το δοσμένο εργαλείο παρόλο που ίσως δεν το θεωρούν απαραίτητο.

Σε περιπτώσεις συνεργασίας τριών ατόμων (ομάδα [7,8,9] στο σχήμα 3) παρατηρήθηκε ότι ο μαθητής που είχε τη μικρότερη πρωτοβουλία (χρήστης 7), από κάποιο σημείο και ύστερα, έχασε το ενδιαφέρον του και άρχισε να στέλνει μηνύματα μη-συσχετισμένα με την δραστηριότητα που ήταν σε εξέλιξη. Η δυσφορία των συνεργατών του δεν τον εμπόδισε να συνεχίσει. Επίσης στην τριμελή ομάδα, ο μαθητής που είχε την πρωτοβουλία προτάσεων (χρήστης 9), είτε προχωρούσε και στην υλοποίηση είτε ζητούσε από κάποιο άλλο μέλος της ομάδας να το κάνει. Ήλεγχε συνεπώς και κατηύθυνε τη δραστηριότητα της συγκεκριμένης ομάδας, γεγονός στο οποίο ίσως αποδίδεται και η 'αποστασιοποίηση' του τρίτου μέλους.

Στην περίπτωση που η πρωτοβουλία ανήκε σε ένα μόνο μέλος, το δεύτερο μέλος της ομάδας που δεν συμμετείχε αρκετά στη δραστηριότητα στον μοιρασμένο χώρο εργασίας, είχε σημαντική συμμετοχή σε επίπεδο chat. (Chat 6 έναντι 4 μηνύματα, δράσεις 5 προς 2). Είναι φανερό ότι ο πιο αδύναμος μαθητής, ήθελε να παραμείνει ενεργός, έστω συμφωνώντας στις προτάσεις του συμμαθητή του. Στο σχήμα 3 η ομάδα

αυτή φαίνεται ως χρήστες (1,2), όπου η συμμετοχή του χρήστη 1 στη διαδικασία φαίνεται περιορισμένη.



**Σχήμα 3:** Κατανομή στο χρόνο των μηνυμάτων συνομιλίας και ενεργειών τριών τυπικών ομάδων. Το 36% των μαθητών συμμετείχαν στην συμφωνία για την εκκίνηση, ενώ το 63% τήρησε τους 'κανόνες συνεργασίας' που τέθηκαν. Η αναλογία μηνυμάτων chat ήταν κοντά στο μέσο όρο 40-60% στις ομάδες 2 ατόμων και 25-44 % στα μέλη των ομάδων 3 ατόμων. Δείγμα ότι εν γένει όλα τα μέλη των ομάδων χρησιμοποίησαν το μέσο άμεσης επικοινωνίας.

Στη συνέχεια, κατά τη φάση Β, το ίδιο φύλλο εργασίας δόθηκε σε ομάδα αναφοράς, στα πλαίσια της οποίας οι μαθητές συνεργάστηκαν σε ομάδες των τριών ατόμων για την επίλυση του προβλήματος με χαρτί-μολύβι. Οι ομάδες με υπολογιστή έλυσαν την άσκηση ικανοποιητικά σε ποσοστό 45%, ενώ οι ομάδες αναφοράς που εργάστηκαν σε περιβάλλον χαρτί-μολύβι σε ποσοστό 66%.

Η εμπλοκή του καθηγητή ήταν σημαντική και στις δυο περιπτώσεις: Στις ομάδες που χρησιμοποίησαν υπολογιστή περιορίστηκε στην φάση της εξοικείωσης με το περιβάλλον συνεργασίας, διότι οι μαθητές σεβόμενοι τους κανόνες της άσκησης προσπάθησαν να την επιλύσουν χωρίς πραγματική συνομιλία, αλλά μόνο με chat, στο οποίο ο καθηγητής τους εμπλεκόταν σε μικρό βαθμό.

Στην ομάδα χαρτί-μολύβι, η απαίτηση των μαθητών για την εμπλοκή του καθηγητή και τη συνεχή επίλυση αποριών ήταν μεγάλη, όπως στη καθημερινή διδασκαλία. Στο γεγονός αυτό αποδίδεται η χαμηλότερη απόδοση των ομάδων που χρησιμοποίησαν υπολογιστή. Όμως οι μαθητές αυτοί συζήτησαν περισσότερο μεταξύ τους τις δικές τους προτάσεις για επίλυση. Στην περίπτωση της ομάδας με υπολογιστή υπήρχε πολύ θετικό κλίμα και ιδιαίτερα ήσυχο, καθώς οι μαθητές επικοινωνήσαν με chat. Οι μαθητές, παρόλο που όπως δήλωσαν συνάντησαν μικρά προβλήματα στη χρήση του νέου εργαλείου, στην πλειοψηφία τους ζήτησαν να επαναληφθεί, και μάλιστα πρότειναν οι ίδιοι αυτό να πραγματοποιηθεί στο μέλλον με συνεργασία μαθητών από άλλο σχολείο.

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε από τις ομάδες που χρησιμοποίησαν τον υπολογιστή αναλύθηκε για όλες τις ομάδες από τον καθηγητή της τάξης, με τη μελέτη του ιστορικού (logfile). Αυτό, όπως είναι φανερό, δεν είναι εφικτό για την ομάδα χωρίς υπολογιστή, διότι ο καθηγητής δεν ήταν δυνατό να καταγράψει κάθε απορία τους και κάθε ενέργειά τους. Ακόμα και αν το έκανε με video, δεν θα είχε διαθέσιμο εργαλείο να αναλύσει τη διαδικασία και να εξάγει συμπεράσματα.



Ο καθηγητής διαπίστωσε ότι η χρήση εποπτικού εργαλείου στη συγκεκριμένη ενότητα τον διευκόλυνε στην επεξεργασία της άσκησης από ένα μαθητή ή/και ομάδα μαθητών, ενώ του επέτρεπε να εντοπίσει τα σημεία που υπήρχαν απλές απορίες, έλλειψη κατανόησης των βασικών εννοιών και αδυναμία επίλυσης του προβλήματος. Η δυνατότητα διάγνωσης που αποτελεί δύσκολο σημείο της εκπαιδευτικής διαδικασίας και είναι σημαντική τόσο για τη διδασκαλία όσο και για τη μάθηση (Petrou & Dimitrakopoulou 2003), αποτελεί κίνητρο για την επέκταση του πειράματος σε μεγαλύτερο δείγμα μαθητών με ταυτόχρονο εμπλουτισμό με διδακτικές συνεργατικές δραστηριότητες.

### **Συμπεράσματα**

Κρίσιμοι παράγοντες για την διεξαγωγή της μελέτης που περιγράφηκε και η οποία έγινε σε αυθεντικές διδακτικές συνθήκες, ήταν το *εργαλείο*, το *σενάριο συνεργατικής μάθησης* καθώς και η συνεργασία του *καθηγητή* που συμμετείχε στην έρευνα.

Η απόδοση των ομάδων που χρησιμοποίησαν υπολογιστή, ήταν αντίστοιχη με αυτή της ομάδας των μαθητών που χρησιμοποίησαν χαρτί-μολύβι, ενώ το επίπεδο συνεργασίας στα στενά χρονικά πλαίσια μιας διδακτικής ώρας, ήταν ικανοποιητικό, τόσο ως προς το πλήθος των τελικά συνεργαζόμενων ομάδων, όσο και ως προς το βαθμό ισότιμης συνεργασίας των μελών της ομάδας. Επιβεβαιώθηκε επίσης κατά τη διδακτική προσέγγιση, το αποτέλεσμα παλιότερης έρευνας (Scanlan, 1988), σύμφωνα με την οποία η πλειοψηφία των μαθητών προτιμάει την γραφική αναπαράσταση των αλγορίθμων με Διαγράμματα Ροής, από την αντίστοιχη, με ψευδοκώδικα, αφού καμιά από τις ομάδες δεν συνάντησε προβλήματα κατανόησης του αλγορίθμου με χρήση της αναπαράστασης αυτής.

Ο καθηγητής που συμμετείχε στην έρευνα διέγνωσε ως θετικά στοιχεία την επιλογή της διδακτικής ενότητας, όπου η διδασκαλία διευκολύνεται με τη χρήση εποπτικού μέσου διδασκαλίας, την ενεργό εμπλοκή των μαθητών, την αυτοδύναμη και ταυτόχρονα συνεργατική δραστηριότητα, καθώς και τη δυνατότητα αναπαραγωγής της συνεργασίας των μαθητών. Ο διδάσκων διαπίστωσε ότι η νέα διδακτική προσέγγιση και τα διαθέσιμα εργαλεία, του επιτρέπουν σχεδιασμό ενός πιο ελκυστικού μαθήματος, το οποίο θα μπορεί να το αναλύσει και να το βελτιώσει στη συνέχεια.

Μετά την ανάλυση των αποτελεσμάτων διαπιστώθηκαν ανοιχτά θέματα προς διερεύνηση σε επόμενες μελέτες. Τέτοια θέματα είναι η συμμετοχή του καθηγητή ως μέλους μέσα στις συνεργαζόμενες ομάδες, η μελέτη δραστηριοτήτων που απαιτούν αναλυτική και συνθετική εργασία, διαβαθμισμένη σε επίπεδα δυσκολίας, ώστε να εντοπίζονται τα σημεία γνωστικών συγκρούσεων των ομάδων, καθώς και η επιλογή ομάδων με διαφορετικές συνθέσεις με στόχο να αναλυθεί το διδακτικό αποτέλεσμα.

### **Βιβλιογραφία**

Avouris N., Komis V., Margaritis M., Fiotakis G., An environment for studying collaborative learning activities, Journal of International Forum of Educational Technology & Society, <http://ifets.ieee.org>, (in preparation), 2004.

Αβούρης Ν, Κουφοπαύλου Ο., Σερπάνος Δ., Εισαγωγή στους Υπολογιστές, Τυπόραμα, Πάτρα, 2002.

Begona, G.S., Instructional design for Computer Supported Collaborative Learning in Primary and secondary schools, Computers in Human Behavior, pp 439-451, 2001.

Dillenbourg, (Edited by) Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches. Advances in Learning and Instruction series, Pergamon, Elsevier, 1999.

Guribye F., Andreassen E.F., & B.Wasson, The organization of Interaction in Distributed Collaborative Learning, CSCL2003, σελ 390-399, Bergen, 2003.

Κόμης Β., Ερευνητικοί άξονες και Μεθοδολογικά Ζητήματα σχετικά με τη συγκρότηση του Ερευνητικού Πεδίου της Διδακτικής της Πληροφορικής, 3<sup>ο</sup> Παν. Συν. ΕΤΠΕ, σελ 227-235, Ρόδος 2002.

Margaritis M, Avouris N., Komis V., The architecture and evaluation of a collaborative learning environment, Proceedings 6th Conf. Computer Based Learning in Science (CBLIS), pp. 781-790, Nicosia, Cyprus, 2003.

Steeple, C. & Mayers, T. A Special Section On Computer – Supported Collaborative Learning, Computers & Education, Vol. 30, 3/4, pp. 219-221, 1998

Papathodorou T., The Use of Technology in Education: Seeking for a Pedagogy, 3<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο ΕΤΠΕ, σελ 445-455, Ρόδος 2002.

Petrou A. & Dimitracopoulou A., Is Synchronous Computer Mediated Collaborative Problem Solving ‘Justified’ only By Distance? Teachers’ Points of Views and Interventions with Co-Located groups, CSCL 2003, σελ 449-459, Bergen, 2003.

Scanlan D., Should Short, Relatively Complex Algorithms be taught using both Graphical and Verbal Methods, Six Replications, ACM Conf., σελ 189-194, 1988.

Soloway, E., Guzdial M., and Hay K., E, Learner-Centred design: The Challenge for HCI in the 21<sup>st</sup> Century. Interactions, 1(2), σελ 36-48, 1994.

Stoyanova N. and Kommers P., Concept Mapping as a Medium of a Shared Cognition in Computer-Supported Collaborative Problem Solving, JI of Interactive Learning Research, pp 111-133, 2002.

Τσώνης Γ., Παλιανόπουλος Ι., Κατής Α, Κορδάκη Μ., Ένα Περιβάλλον Πολλαπλών Αναπαραστάσεων για την Εισαγωγή των Μαθητών στην Έννοια του Αλγορίθμου, 3<sup>ο</sup> Παν. Συν. Τεχνολογίες της Π&Ε στην Εκπαίδευση, 261-270, Ρόδος 2002.

Tucker A. B, Bernat A. P., Bradley W.J., Cupper R.D., Scragg G.W., Fundamentals of Computing I, McGraw Hill, N. York , 1995.