

## Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2010)

5ο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής



**Διδακτική Αλγορίθμων και Συνεργατικό Περιβάλλον Μάθησης: Μελέτες και συμπεράσματα**

*Ε. Βογιατζάκη, Ν. Αβούρης*

### Βιβλιογραφική αναφορά:

Βογιατζάκη Ε., & Αβούρης Ν. (2023). Διδακτική Αλγορίθμων και Συνεργατικό Περιβάλλον Μάθησης: Μελέτες και συμπεράσματα . *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 091-100. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/5118>

# Διδακτική Αλγορίθμων και Συνεργατικό Περιβάλλον Μάθησης: Μελέτες και συμπεράσματα

Ε. Βογιατζάκη, Ν. Αβούρης

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Πατρών  
evoyiatz@ece.upatras.gr, avouris@upatras.gr

## Περίληψη

Η επίλυση προβλημάτων από μικρές ομάδες μαθητών που βρίσκονται σε απόσταση, με εφαρμογή και χρήση αλγοριθμικών δομών, αποτελεί αντικείμενο αυτής της εργασίας. Εμπειρικές μελέτες διεξήχθησαν στο πλαίσιο της έρευνας για υπολογιστικά συστήματα συνεργατικής μάθησης. Οι μελέτες αυτές μας έδωσαν τη δυνατότητα να παρατηρήσουμε φαινόμενα που σχετίζονται με τις αντιλήψεις και τις μεθόδους των αρχάριων προγραμματιστών όταν αντιμετωπίζουν ένα πρόβλημα αλγοριθμικής, τα οποία έγιναν ορατά λόγω της συνεργατικής δραστηριότητας. Στη εργασία αυτή παρουσιάζουμε συνοπτικά τις μελέτες, τα χαρακτηριστικά του σχεδιασμού τους και ενδεικτικά παραδείγματα, που αφορούν στη συνεργασία και στον επίλυση αλγοριθμικών προβλημάτων. Η συζήτηση πάνω στις μελέτες μπορεί να αποτελέσει αφορμή για περαιτέρω μελέτη, με στόχο νέες διδακτικές προτάσεις για τη διδασκαλία των αλγορίθμων, με αξιοποίηση συνεργατικών περιβαλλόντων.

**Λέξεις κλειδιά:** *συνεργατική μάθηση, διδασκαλία αλγορίθμων*

## Abstract

This paper focuses on the problem solving activity of small groups of distant students, applying algorithmic structures. A number of empirical studies were conducted in the context of research on collaborative learning systems. These studies helped us observe interesting phenomena related with the methods applied by novice programmers when facing an algorithmic problem. These became visible due to the collaborative activity that monitored student interaction. In this work we summarize the studies, design features and examples relating to cooperation and solving of algorithmic problems. The discussion of these studies may provide an opportunity for further insights on teaching algorithms, using collaborative environments.

**Keywords:** *collaborative learning, teaching algorithms*

## 1. Εισαγωγή

Οι μαθησιακές διαδικασίες που εμπλέκουν μικρές ομάδες μαθητών, με χρήση υπολογιστή, αποτελούν αντικείμενο έρευνας και εμπειρικών μελετών τα τελευταία χρόνια. Η ερευνητική κοινότητα μελετά την ανάπτυξη και αξιολόγηση συστημάτων που διαμεσολαβούν σε τέτοιου τύπου δραστηριότητες, τις αλληλεπιδράσεις και τα φαινόμενα που εμφανίζονται. Η διαμεσολάβηση του υπολογιστή και η δικτυακή επικοινωνία διευκολύνουν την αντιμετώπιση προβλημάτων απόστασης μεταξύ των συμμετεχόντων, επιτρέπουν τη χρονική διασπορά των αλληλεπιδράσεων και την καταγραφή της δραστηριότητας των συμμετεχόντων. Έτσι είναι δυνατή η μελέτη σε ύστερο χρόνο και η κατανόηση των φαινομένων που αναπτύχθηκαν. Δημιουργήθηκε ένα σημαντικό τεχνολογικό υπόβαθρο από διαδικτυακά εργαλεία υποστήριξης συνεργατικής μάθησης τα τελευταία χρόνια, όπως το Belvedere (Suthers & Jones, 1997), το C-Chene (Baker & Lund, 1997), το Cool Modes, το Freestyler (Hoppe & Gäßner, 2002) κ.α. τα οποία χρησιμοποιούνται για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς ενώ πραγματοποιούνται μελέτες με στόχο τη δημιουργία και αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των εργαλείων αυτών για την επίβλεψη και υποστήριξη σύγχρονης συνεργασίας μικρών ομάδων που συγκροτούν μια τάξη (Constantino-Gonzalez et al., 2003; Lund & Baker, 1999; De Groot et al., 2007). Η ερευνητική μας ομάδα υλοποίησε και χρησιμοποιεί το Synergo (Avouris et al., 2004) ένα περιβάλλον σύγχρονης συνεργασίας για την επίλυση προβλημάτων με διαγραμματικές αναπαραστάσεις. Στοχεύοντας στην μελέτη και αξιολόγηση του εργαλείου αυτού και στη δημιουργία νέων εργαλείων για την υποστήριξη του εκπαιδευόμενου και του εκπαιδευτή κατά τη διάρκεια συνεργατικών δραστηριοτήτων πραγματοποιήθηκε μια σειρά μελετών (Voyiatzaki et al., 2006; Voyiatzaki et al., 2008a; Voyiatzaki et al., 2008b; Voyiatzaki & Avouris, 2009) στο πλαίσιο διδασκαλίας Αλγορίθμων, στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Οι μελέτες στο σύνολό τους αφορούσαν

στη μελέτη της συνεργασίας και στην αξιολόγηση των εργαλείων που αναπτύχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν. Όλες οι μελέτες αφορούσαν στο *ίδιο διδακτικό αντικείμενο* και σε *παρόμοιες διδακτικές προσεγγίσεις*, και πραγματοποιήθηκαν με εκπαιδευόμενους αντίστοιχης ηλικίας και γνωστικού επιπέδου. Στην παρούσα εργασία θα σχολιάσουμε συνολικά το σχεδιασμό, την υλοποίησή, και τα συμπεράσματα τους, *δίνοντας έμφαση σε φαινόμενα που αναδύθηκαν σε σχέση με το αντικείμενο διδασκαλίας που ήταν οι Αλγόριθμοι*. Το κοινό που παρουσιάζουν όλες οι μελέτες, είναι ότι μας επέτρεψαν να παρατηρήσουμε φαινόμενα, που σχετίζονται με τη συνεργασία καθώς και με το πώς αντιλαμβάνονται οι αρχάριοι φοιτητές τις έννοιες των αλγορίθμων. Τα φαινόμενα αυτά, που περιγράφονται στη βιβλιογραφία, αναδείχθηκαν κατά την διάρκεια απλών συνεργατικών δραστηριοτήτων που πραγματοποιήθηκαν σε αυθεντικές συνθήκες.

## **2. Μελετώντας ένα συνεργατικό περιβάλλον μέσα από τη διδασκαλία Αλγορίθμων**

Στην ενότητα αυτή θα αναφερθούμε στα κοινά στοιχεία των μελετών οι οποίες ήταν ενταγμένες στην εκπαιδευτική διαδικασία. Οι μελέτες σχεδιάστηκαν έτσι ώστε να διευκολύνεται η συνεργασία, με επιλογή διδακτικών στόχων και δραστηριότητας, προετοιμασία των συμμετεχόντων, οργάνωση ομάδων και υποστήριξης της δραστηριότητας ώστε να είναι εφικτή και αποδοτική η συνεργασία (Stribjøs, 2004). Οι εκπαιδευόμενοι ήταν αρχάριοι προγραμματιστές, πρωτοετείς φοιτητές, και παρακολουθούσαν το Εισαγωγικό Εργαστηριακό Μάθημα του Α εξαμήνου στους υπολογιστές.

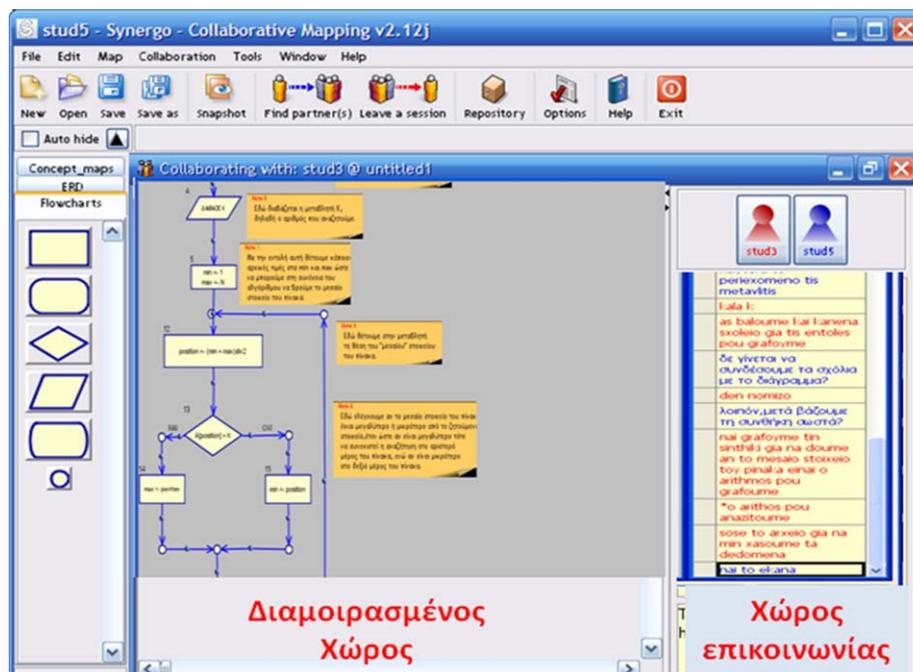
Οι αρχάριοι προγραμματιστές έχουν επιφανειακή γνώση και δεν έχουν δημιουργήσει αναλυτικά νοητικά μοντέλα των εννοιών που χρησιμοποιούν στον προγραμματισμό (Robins et al., 2003, Winslow, 1996; Κόμης, 2005). Έτσι ενώ έχουν γνώση των συμβόλων και της σύνταξης της συμβολικής γλώσσας που χρησιμοποιούν, δεν έχουν οικοδομήσει επαρκώς τα νοητικά μοντέλα, και δεν μπορούν να αναπτύξουν στρατηγική για την επίλυση ενός προβλήματος κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης ενός αλγορίθμου ή προγράμματος. Αντιμετωπίζουν την επίλυση του προβλήματος βήμα-βήμα, προγραμματίζουν όπως σκέπτονται και δεδομένου ότι δεν έχουν εγκαθιδρύσει ένα Σύστημα Αναπαράστασης και Επεξεργασίας του πληροφορικού μέσου, χρησιμοποιούν άλλα Συστήματα Αναπαράστασης και Επεξεργασίας που διαθέτουν και τα οποία αντιστοιχούν σε χώρους προβλημάτων που γνωρίζουν (Κόμης, 2005). Στην αρχή της μαθησιακής διαδικασίας ο καθηγητής ενδιαφέρεται να εντοπίσει τα υφιστάμενα νοητικά μοντέλα που προέρχονται από τις εμπειρίες του εκπαιδευόμενου και να τον υποστηρίξει στην οικοδόμηση ορθών μοντέλων και στην ανάπτυξη στρατηγικής γνώσης. Ο Brooks (1990) λέει ότι η χρήση στρατηγικής κατά την υλοποίηση ενός προγράμματος *επιδρά* πολύ στο τελικό παραδοτέο, αλλά η στρατηγική που ακολουθήθηκε *δεν μπορεί να φανεί* στο τελικό παραδοτέο. Επομένως θα ήταν ενδιαφέρον να μπορεί ο καθηγητής να παρακολουθήσει τον τρόπο που κατανοεί ο εκπαιδευόμενος το πρόβλημα, τους συλλογισμούς του κατά τη διάρκεια κατασκευής ενός πλάνου δράσης, κατά τη διαδικασία ανάπτυξης, και του ελέγχου του αλγορίθμου. Στις μελέτες που περιγράφουμε, διαπιστώσαμε ότι η συγκεκριμένη πρακτική διδασκαλίας των αλγορίθμων μέσα από το περιβάλλον συνεργασίας, δίνει αυτή τη δυνατότητα στον καθηγητή, ο οποίος παρακολουθεί ως παρατηρητής την δημιουργία μιας νοητικής μηχανής από τους εκπαιδευόμενους και τους τρόπους ελέγχου και διόρθωσης της «μηχανής» που έχουν κατασκευάσει με τον αλγόριθμό τους (Robins et al., 2003).

Στο *σχεδιασμό* των μελετών συμμετείχαν μέλη της ερευνητικής ομάδας και ο εκάστοτε καθηγητής που είχε ευθύνη για το περιεχόμενο τους Μαθήματος. Ο ένας εκ των σχεδιαστών των μελετών ήταν ο κύριος ερευνητής, ο οποίος είχε εμπειρία στη διδασκαλία Αλγορίθμων στην δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια εκπαίδευση, και ο οποίος συμμετείχε στη εκπαιδευτική διαδικασία. Η ερευνητική ομάδα εκπαίδευε τους εκπαιδευτές που συμμετείχαν στα εργαστηριακά μαθήματα: στη συνεργασία, στη χρήση του συνεργατικού περιβάλλοντος Synergo, στους τρόπους υποστήριξης των εκπαιδευομένων κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, και στη διαδικασία αξιολόγησης σε ύστερο χρόνο.

Κατά την διάρκεια της *προετοιμασίας* οι εκπαιδευόμενοι παρακολουθούσαν εισαγωγικά μαθήματα στις Αλγοριθμικές Έννοιες και στα Διαγράμματα Ροής, για να εξασφαλιστεί ένα ελάχιστο κοινό επίπεδο γνώσεων. Δεδομένου ότι δεν είχαν εμπειρία σε περιβάλλοντα Συνεργατικής μάθησης μέσω υπολογιστή, οι συμμετέχοντες παρακολούθησαν εισαγωγική παρουσίαση πάνω στη συνεργασία και έκαναν χρήση του περιβάλλοντος Synergo, το οποίο θα χρησιμοποιούσαν ακολούθως στις εργαστηριακές τους ασκήσεις. Τους δόθηκαν παραδείγματα σχετικά με τη συνεργασία, και με τους

ρόλους που μπορούν να έχουν τα μέλη της ομάδας, αλλά δεν τους ανατέθηκαν ρόλοι. Οι ομάδες των εκπαιδευομένων ήταν στην πλειοψηφία διμελείς και σε ελάχιστες περιπτώσεις τριμελείς. Οι δραστηριότητες ήταν *περιορισμένης διάρκειας* (από μερικά λεπτά έως δυο περίπου διδακτικές ώρες). Σε όλες τις μελέτες υπήρχαν δύο άξονες εστίασης και αξιολόγησης: *η διδασκαλία του συγκεκριμένου αντικείμενου και η συνεργασία των εκπαιδευομένων*.

Το *περιβάλλον συνεργασίας Synergo* παρείχε στους εκπαιδευόμενους ένα κοινόχρηστο χώρο στον οποίο μπορούσαν να λύσουν το πρόβλημα που τους δινόταν, με τη χρήση της συμβολικής γλώσσας των διαγραμμάτων ροής, και ένα περιβάλλον λεκτικής επικοινωνίας (chat) (Σχήμα 1). Τα μέλη των ομάδων δεν έπρεπε να επικοινωνούν, παρά μόνο μέσα από το Synergo. Σε όλες τις μελέτες υπήρχε *κίνητρο βαθμολογίας*. Οι εκπαιδευόμενοι γνώριζαν ότι ένας βασικός στόχος ήταν η συνεργασία των μελών της ομάδας η οποία επρόκειτο να αξιολογηθεί, εξίσου με την συνολική διαδικασία επίλυσης της άσκησης. Αυτό ήταν εφικτό διότι το περιβάλλον που χρησιμοποιούσαν κατέγραφε το σύνολο των ενεργειών τους, και ο καθηγητής τους μπορούσε να αναπαράγει με τη μορφή βίντεο το σύνολο των ενεργειών τους, και επομένως να παρακολουθήσει τη συνεργασία τους και την επίλυση.



Σχήμα 1: Περιβάλλον συνεργασίας Synergo

Οι Μελέτες διεξήχθησαν από το 2004 έως το 2008 στο Πανεπιστήμιο Πατρών, στο πλαίσιο του Μαθήματος «Εισαγωγή στους Υπολογιστές 1» και στο Πανεπιστήμιο Μακεδονίας το 2006, σε αντίστοιχο μάθημα «Αλγόριθμοι και C». Το *αντικείμενο της δραστηριότητας* στο Πανεπιστήμιο Πάτρας στις μελέτες 2004-2006 και στο Πανεπιστημίου Μακεδονίας ήταν η δημιουργία ενός διαγράμματος ροής του αλγορίθμου δυαδικής αναζήτησης, ενώ στις μελέτες 2007-2008 δόθηκαν παραλλαγές αλγορίθμων αντίστοιχης πολυπλοκότητας. Σε όλους απαιτείτο η χρήση Δομών Ακολουθίας, Επιλογής και Επανάληψης. Οι εκπαιδευόμενοι μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν οποιοδήποτε υποστηρικτικό υλικό (σημειώσεις, βιβλία, διαδίκτυο), και προτρέπονταν να συζητούν τις απορίες τους με το συνεργάτη τους.

Η δραστηριότητα απαιτούσε *δημιουργία* του αλγορίθμου και *διερεύνηση* της ορθότητάς του με χρήση διαγραμματικών αναπαραστάσεων μέσω του Synergo. Τους δινόταν ένα πρόβλημα, η περιγραφή της λειτουργίας του αλγορίθμου που το επέλυε με παραδείγματα και αυτοί έπρεπε να δημιουργήσουν ένα διάγραμμα ροής που υλοποιεί τον αλγόριθμο που περιγραφόταν. Το Synergo δεν έχει δυνατότητα «εκτέλεσης» του διαγράμματος ροής, οπότε για τη διερεύνηση της ορθότητας, έπρεπε να ελέγξουν την ορθότητά του «εκτελώντας» τον νοητικά. Όταν ζητείτο σχολιασμός ή τεκμηρίωση μπορούσαν να γράψουν ελεύθερο κείμενο ή να επικολλήσουν σημειώματα πάνω στο διαμοιρασμένο χώρο (Σχήμα 1).

## 2.1 Μελέτη Πανεπιστήμιο Πατρών 2004-2005

Η πρώτη μελέτη πραγματοποιήθηκε τον Ιανουάριο 2005, στο τελευταίο μάθημα του εξαμήνου, με τη συμμετοχή 46 φοιτητών, οργανωμένων σε δυάδες, σε μια εργαστηριακή τάξη. Σε σχέση με το γενικό πλαίσιο σχεδιασμού που περιγράφηκε, υπήρχαν διαφοροποιήσεις. Δόθηκε βαθμολογικό *κίνητρο*, αλλά η συμμετοχή ήταν *προαιρετική*. Κατά την *προετοιμασία* δεν είχε δοθεί σχετικό υλικό στους φοιτητές. Έγινε *σύντομο* εισαγωγικό μάθημα, όπως περιγράφηκε παραπάνω, και οι ομάδες οργανώθηκαν τυχαία. Κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας, δόθηκε φύλλο δραστηριότητας που περιείχε δυο αλγόριθμους αντίστοιχης πολυπλοκότητας, παραδείγματα λειτουργίας τους, περιγραφή των οντοτήτων του διαγράμματος ροής και οδηγίες για τη λειτουργία του Synergo. Οι μισοί φοιτητές εργάστηκαν αρχικά ατομικά στον ένα αλγόριθμο και ακολούθως συνεργατικά για την υλοποίηση του δεύτερου αλγόριθμου. Οι υπόλοιποι εργάστηκαν συνεργατικά και ακολούθως ατομικά.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι ο *σχεδιασμός* ήταν *απαιτητικός* και η εναλλαγή ατομικής-συνεργατικής δραστηριότητας δημιούργησε σύγχυση στους φοιτητές. Οι φοιτητές δεν ήταν εξοικειωμένοι με τη συνεργασία, και προτιμούσαν την ατομική προσπάθεια. Στις ομάδες που έθεταν ως κυρίαρχο στόχο τους την τελική αξιολόγηση, και δεν είχαν αντίστοιχο επίπεδο γνώσεων εμφανίζονταν φαινόμενα προβληματικής συνεργασίας. Οι φοιτητές που γνώριζαν τον αλγόριθμο προχωρούσαν στην επίλυση, ενώ οι συνεργάτες τους όταν δεν είχαν εμπειρία σε αλγόριθμους, δεν προσπαθούσαν να αξιοποιήσουν τις γνώσεις του συνεργάτη τους, και παρακολουθούσαν χωρίς ενεργή συμμετοχή. Υπήρχαν περιπτώσεις όπου η «συνεργασία» δεν αντιμετωπίστηκε ως μέσο αλλά ως βαθμολογικός στόχος, οπότε αναζητήθηκαν τρόποι να αποδείξουν ότι συνεργάζονται.

Φοιτητής Α: τι πρέπει να κάνω ??

Φοιτητής Β: απλώς κοίτα!!

Φοιτητής Α: ε?

Φοιτητής Α: ναι αλλά κάτι πρέπει να κάνω και εγώ.(ο φοιτητής θέλει να δείξει συμμετοχή) βοήθησε λιγάκι

Φοιτητής Β: ποιο κομμάτι ξέρεις?

Φοιτητής Β: κάντο

Φοιτητής Α: δεν ξέρω τίποτα ρε

Οι φοιτητές δεν μπόρεσαν να οργανώσουν το χρόνο τους αποτελεσματικά, ενδεχομένως διότι είχαν πολλά νέα αντικείμενα να αντιμετωπίσουν (Διαγράμματα Ροής, Synergo και συνεργασία). Συμπεράναμε μεταξύ άλλων, ότι ο *περιορισμένος χρόνος της προετοιμασίας* των φοιτητών, δεν τους επέτρεψε να κατανοήσουν την αναγκαιότητα της συνεργασίας και τους τρόπους που επιτυγχάνεται, με αποτέλεσμα να τους δυσκολέψει. Από την άλλη πλευρά, στο συγκεκριμένο μάθημα για πρώτη φορά οι *διδάσκοντες παρακολούθησαν το χειρισμό των αλγοριθμικών εννοιών και δομών* μέσα από τους διαλόγους και τις ενέργειες των φοιτητών, και είδαν παραδείγματα όπως παρακάτω όπου η ομάδα κάνει νοητικά τη διερεύνηση ορθότητας αλγορίθμου:

Φοιτητής Α: είναι λάθος, κοίτα αν η διαφορά min και max είναι μια μονάδα τότε έχουμε infinite loop.  
με κέντρο ή min ή max.

Φοιτητής Α: το τσέκαρα με υποτιθέμενο πίνακα

Φοιτητής Α: ίσως αν το κέντρο γίνει min ή max

Φοιτητής Β: γιατί???

Φοιτητής Β: θα φτάσει ποτέ σε αυτό το σημείο όμως?

## 2.2 Μελέτη Πανεπιστήμιο Πατρών 2005-2006

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω σχεδιάσαμε τη δεύτερη μελέτη το φθινόπωρο του 2005. Ήταν τυπικό *υποχρεωτικό* εργαστηριακό μάθημα, στα πλαίσια του ίδιου μαθήματος, με βαθμολογικό *κίνητρο*. Κατά την *προετοιμασία* δόθηκε υλικό προετοιμασίας και οδηγίες ένα μήνα πριν την εκπόνηση της άσκησης. Οι 34 φοιτητές που συμμετείχαν σε μια εργαστηριακή τάξη, εν αντιθέσει με τη προηγούμενη μελέτη έπρεπε να είναι προετοιμασμένοι. Στο εισαγωγικό μάθημα και μέσα από τα παραδείγματα δόθηκε μεγάλη έμφαση στη συνεργασία, η οποία επρόκειτο να αξιολογηθεί, ισότιμα με την επίλυση της άσκησης. Οι φοιτητές είδαν πως καταγράφεται ο διάλογος και οι ενέργειές τους σε logfiles, πως αυτά αναπαράγονται και πως γίνεται ορατή η συνεργασία τους και πως θα αξιολογηθούν. Όπως στην προηγούμενη μελέτη, οι ομάδες δημιουργήθηκαν τυχαία. Ζητήθηκε *επιπλέον* από τους φοιτητές να τεκμηριώνουν στον κοινόχρηστο χώρο την επίλυση της άσκησης.

Παρά τον αρχικό σχεδιασμό, οι φοιτητές δεν είχαν προετοιμάσει τη λύση. Υπήρχαν ομάδες που περιόρισαν τις προσπάθειές τους λόγω ελλιπούς προετοιμασίας όπως στο παράδειγμα:

Φοιτητής Α: ευτυχώς που μας είπαν ότι έπρεπε να έχουμε διαβάσει θεωρία!!! .....  
Φοιτητής Β: λες και αν την είχαμε διαβάσει θα ξέραμε να λύσουμε την άσκηση! Μόνο αν είμαστε από Τεχνολογική (κατεύθυνση)

και άλλες που διαπραγματεύτηκαν, όπως η ομάδα που υλοποιεί μια Δομή Επανάληψης:

Φοιτητής Α: έχουμε κάνει λάθος στην (επιλογή) ΟΧΙ της πρώτης συνθήκης  
Φοιτητής Β: το ξέρω, ας το κάνουμε όταν φτάσουμε εκεί  
Φοιτητής Β: κάτσε να κάνουμε την ΑΡΧΗ τώρα  
Φοιτητής Β: να βάλουμε (εκχωρήσουμε τιμή)  $pos <--- (min+max)2$   
Φοιτητής Β: και κάτι άλλο, νομίζω πως όλα αυτά πρέπει να είναι μέσα σε μια επανάληψη.  
.....  
Φοιτητής Α: πρέπει κάπως να ελέγχουμε αν δεν υπάρχει ο αριθμός!  
Φοιτητής Β: αυτό μπορούμε να το βάλουμε έξω από την επανάληψη

Διαπιστώσαμε ότι απαιτείται μεγαλύτερη εξοικείωση των φοιτητών με τα Διαγράμματα Ροής και τη συνεργασία, στην προετοιμασία της δραστηριότητας. Επίσης φάνηκε ότι οι εκπαιδευτές χρειάζονται μια μέθοδο για την αξιολόγηση της άσκησης και της συνεργασίας (Voyiatzaki et al., 2006).

### 2.3 Μελέτη Πανεπιστήμιο Πατρών 2006-2007

Στη μελέτη που έγινε το φθινόπωρο 2006 προχωρήσαμε στη δημιουργία ενός μικρού κύκλου δραστηριοτήτων Συνεργατικής Ανάπτυξης Αλγορίθμων, ο οποίος περιλάμβανε δύο εργαστηριακές ασκήσεις. Η πρώτη ήταν απλή και πραγματοποιήθηκε μια εβδομάδα πριν την άσκηση της δυαδικής αναζήτησης. Οι φοιτητές απέκτησαν εμπειρία του αντικείμενου της δραστηριότητας (των εννοιών των αλγορίθμων, των συμβολισμών του διαγράμματος ροής, του μοντέλου ανάπτυξης) σε μια απλή δραστηριότητα πριν συμμετάσχουν στην κανονική άσκηση, καθώς και εμπειρία της συνεργασίας και του εργαλείου. Ζητήθηκε από τις ομάδες να τεκμηριώσουν τις λύσεις τους στο διαμοιρασμένο χώρο εργασίας. Διαφοροποιήθηκε το πλήθος συμμετεχόντων. Συμμετείχαν 6 εργαστηριακές τάξεις των 20-25 ατόμων η κάθε μια. Ορισμένοι φοιτητές ήρθαν προετοιμασμένοι. Στις περιπτώσεις αυτές δόθηκαν συμπληρωματικά παραλλαγές της δραστηριότητας, όπως στην περίπτωση που ζητήθηκε από τους φοιτητές να εργαστούν ατομικά πάνω στη δυαδική αναζήτηση και μετά να συζητήσουν συνεργατικά τις λύσεις τους με στόχο να καταλήξουν σε ένα κοινό παραδοτέο. Η δημιουργία μιας κοινά αποδεκτής λύσης, μετά από την ατομική δραστηριότητα, οδήγησε τις ομάδες αρχικά σε διερεύνηση της ορθότητας των δύο ατομικών λύσεων και ακολούθως σε διαπραγμάτευση για την επιλογή της καλύτερης. Η τεκμηρίωση της λύσης έγινε από ορισμένες ομάδες με τη μορφή σχολίων αλλά και με την μορφή ψευδοκώδικα. Η μελέτη αυτή διαφοροποιείται από τις προηγούμενες, λόγω της μεγάλης συμμετοχής φοιτητών και εκπαιδευτών. Εμφανίστηκαν φαινόμενα αντίστοιχα με τις προηγούμενες μελέτες. Λόγω των δύο ασκήσεων, για πρώτη φορά φάνηκε η δυσκολία των εκπαιδευτών να δώσουν ανατροφοδότηση πάνω σε θέματα συνεργασίας, και να την αξιολογήσουν.

### 2.4 Μελέτη Πανεπιστήμιο Μακεδονίας 2006-2007

Την ίδια χρονική περίοδο πραγματοποιήθηκε η μελέτη στο Πανεπιστήμιο Μακεδονίας σε συνεργασία με το ΕΑΠ (Voyiatzaki et al., 2008b). Στη μελέτη αυτή δόθηκε έμφαση στη χρησιμοποίηση τριών διαφορετικών περιβαλλόντων: ενός περιβάλλοντος διαχείρισης μάθησης (LMS), μιας εικονικής τάξης και ενός συστήματος συνεργατικής μάθησης. Ο ερευνητικός στόχος ήταν η μελέτη της αξιοποίησης τους από τους εκπαιδευτές και τους εκπαιδευόμενους.

Το Πανεπιστήμιο Μακεδονίας έχει οργανώσει σειρά εικονικών τάξεων ως υποστηρικτικής διδακτικής διαδικασίας στο Μάθημα “Αλγόριθμοι και C”. Τα μαθήματα είναι προαιρετικά και πραγματοποιούνται εκτός ωρών λειτουργίας του Πανεπιστημίου, με τη συμμετοχή κατά μέσο όρο 15-20 φοιτητών κάθε φορά. Η συμμετοχή στη συγκεκριμένη εικονική τάξη ήταν προαιρετική, με βαθμολογικό κίνητρο. Κατά την προετοιμασία έγινε εισαγωγικό μάθημα πάνω στις αλγοριθμικές έννοιες και παρουσίαση των περιβαλλόντων που επρόκειτο να χρησιμοποιηθούν. Δόθηκε η άσκηση εξοικείωσης της μελέτης του Πανεπιστημίου της Πάτρας (2006-2007), η οποία έπρεπε να κατατεθεί και να αξιολογηθεί πριν την εικονική τάξη.

Η μελέτη των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των επιλεγμένων εργαλείων οδήγησε στο σχεδιασμό δραστηριοτήτων σε διαφορετικούς «χώρους» που ήταν: ο «χώρος ανάρτησης ανακοινώσεων και διαμοίρασης υλικού» που υποστηριζόταν από το LMS, οι χώροι της εικονικής τάξης που ήταν ο «χώρος εικονικής τάξης» που συμμετείχαν όλοι οι εκπαιδευτές και εκπαιδευόμενοι, τα «ιδιωτικά δωμάτια» όπου μπορούσε να συνομιλήσει κατ' ιδίαν ο εκπαιδευτής με ένα εκπαιδευόμενο, τα «μικρά δωμάτια» όπου μικρές ομάδες συζητούσαν ερωτήματα που ετίθεντο και ο «ιδιωτικό χώρος μικρής ομάδας» όπου δυάδες ή τριάδες φοιτητών συνεργάζονταν στο Synergo για να λύσουν το αλγοριθμικό πρόβλημα. Οι συμμετέχοντες χρησιμοποίησαν τον κάθε χώρο, όπως αναμενόταν και μετακινούνταν από τον ένα χώρο στον άλλο χωρίς πρόβλημα και σύμφωνα με το διδακτικό σενάριο.

Κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας στην εικονική τάξη δόθηκε έμφαση στη συνεργασία. Δυο εκπαιδευτές από απόσταση παρουσίασαν υποδειγματική συνεργατική επίλυση προβλήματος στο S Synergo, και σχολιάστηκε με ιδιαίτερη έμφαση η συνεργασία, και ο τρόπος που ο καθηγητής μπορεί εκ των υστέρων να παρακολουθήσει τη δραστηριότητα της ομάδας. Για την επίλυση του αλγοριθμικού προβλήματος της δυαδικής αναζήτησης δόθηκε φύλλο δραστηριότητας αντίστοιχο με τις προηγούμενες μελέτες και διατέθηκαν περίπου 30 λεπτά. Στην εικονική τάξη συμμετείχαν 26 φοιτητές. Οι 16 βρίσκονταν στο εργαστήριο του Πανεπιστημίου, ενώ οι υπόλοιποι ήταν συνδεδεμένοι από απόσταση. Οι ομάδες δημιουργήθηκαν τυχαία χωρίς συγκεκριμένους ρόλους. Όλοι οι φοιτητές ήταν εξοικειωμένοι με το Synergo. Τους ζητήθηκε να κάνουν ανάπτυξη, έλεγχο ορθότητας και τεκμηρίωσή του αλγορίθμου. Ο χρόνος δεν επαρκούσε, και όπως φάνηκε και σε προηγούμενες μελέτες μας (2005-2006, 2006-2007) όταν δεν γίνεται οργάνωση χρόνου, η τελευταία φάση της τεκμηρίωσης είναι ελλιπής, ή υλοποιείται χωρίς ικανοποιητική συνεργασία. Η συμμετοχή τους ήταν περισσότερο συστηματική από αυτή που συναντήσαμε στα τυπικά εργαστήρια, στις προηγούμενες μελέτες μας. Ενδιαφέροντα παραδείγματα παρουσιάζονται στη συζήτηση παρακάτω. Η αξιολόγηση της συνεργασίας κρίθηκε και στην περίπτωση αυτή απαιτητική διαδικασία.

## 2.5 Πανεπιστήμιο Πατρών 2007-2008 και 2008-2009

Η εμπειρία των προηγούμενων μελετών μας έδειξε ότι δεν ήταν κατανοητή η έννοια της συνεργασίας στους εκπαιδευόμενους, και ειδικότερα ο τρόπος αξιολόγησης της. Επειδή η αξιολόγηση της συνεργασίας και η δημιουργία ανατροφοδότησης για τους φοιτητές αποδείχθηκε ασαφής διαδικασία και για τους εκπαιδευτές, οι δύο αυτές μελέτες σχεδιάστηκαν με μεγαλύτερη έμφαση στη συνεργασία. Δημιουργήθηκε ένας μεγαλύτερος κύκλος υλοποίησης της δραστηριότητας. Κατά την προετοιμασία οι εκπαιδευτές εκπαιδεύτηκαν σε ένα σχήμα αποτίμησης συνεργασίας (Meier et al., 2007) και πήραν εγχειρίδιο με σχολιασμένα παραδείγματα από προηγούμενες μελέτες. Το σχήμα αυτό αποτέλεσε τη βάση για την παρουσίαση της συνεργασίας, και συμπεριλήφθηκε στο εισαγωγικό μάθημα για τους φοιτητές. Ο κύκλος δραστηριοτήτων περιέλαβε τρεις δραστηριότητες, αντί για δύο. Μετά από κάθε δραστηριότητα δινόταν ανατροφοδότηση. Η πρώτη άσκηση ήταν απλή και ήταν αντίστοιχη με τη δραστηριότητα εξοικείωσης που συναντήσαμε σε προηγούμενες μελέτες. Η ανατροφοδότηση έγινε σε επίπεδο τάξης με αναφορά σε χαρακτηριστικά λάθη και παρανοήσεις. Η δεύτερη άσκηση ήταν σύνθετη, αλλά αντίστοιχης πολυπλοκότητας με τη δυαδική αναζήτηση. Μετά την αξιολόγησή της δόθηκε ανατροφοδότηση σε κάθε ομάδα. Η ανατροφοδότηση αφορούσε και στους δύο άξονες που αξιολογούνταν, στην επίλυση και στην συνεργασία. Οι φοιτητές έπρεπε να συζητήσουν στο Synergo για είκοσι λεπτά την ανατροφοδότηση που έλαβαν και μετά να προχωρήσουν στην επίλυση της τρίτης άσκησης, η οποία βασιζόταν στη δεύτερη και ήταν αντίστοιχης πολυπλοκότητας. Για την τρίτη άσκηση υπήρχε η ίδια διαδικασία αξιολόγησης.

Η ποιότητα της συνεργασίας αποτιμήθηκε με τη βοήθεια ενός σχήματος αξιολόγησης (rating scheme) το οποίο αποτελεί τροποποίηση (Voyiatzaki et al., 2008a) του σχήματος που προτάθηκε από την Meier (2007). Περιλαμβάνει έξι διαστάσεις για αξιολόγηση : *ροή συνεργασίας* (δηλαδή ο βαθμός στον οποίο οι ενέργειες και οι λεκτικές τοποθετήσεις των συνεργατών βασίζονται με ομαλό τρόπο σε προηγούμενες του συνεργάτη τους), *διατήρηση αμοιβαίας κατανόησης* (δηλαδή η συνεργασία προς την κατεύθυνση της απόκτησης και διατήρησης κοινού υποβάθρου που εξασφαλίζει αμοιβαία κατανόηση), *παροχή επεξηγήσεων, διαπραγματεύση, δόμηση διαδικασίας επίλυσης προβλήματος* (δηλαδή συντονισμός και οργάνωση όπως πχ οργάνωση χρόνου), *συνεργατικός προσανατολισμός* (για παράδειγμα επικοινωνιακή διαχείριση διαφωνιών). Η ανατροφοδότηση που αφορούσε στη

συνεργασία δεν περιείχε βαθμολογία και ήταν τριών κατηγοριών. Το ένα τρίτο των ομάδων πήρε μια πολύ γενική ανατροφοδότηση που προέτρεπε τις ομάδες να αναστοχαστούν πως ήταν η συνεργασία τους και να συζητήσουν με βάση το πλαίσιο που έχουν διδαχθεί τι μπορούν να βελτιώσουν. Το ένα τρίτο πήρε ως ανατροφοδότηση μια γραπτή ανασκόπηση του πλαισίου συνεργασίας με τις έξι κατηγορίες, με την προτροπή να τις μελετήσουν και να τις ακολουθήσουν στην επόμενη δραστηριότητα. Η τρίτη κατηγορία πήρε την γραπτή ανασκόπηση του πλαισίου, όπως η δεύτερη ομάδα, και επιπλέον τέσσερα σχόλια. Τα δύο αφορούσαν στις διαστάσεις που είχαν την καλύτερη αξιολόγηση και τα δύο αφορούσαν στις διαστάσεις που είχαν τη χειρότερη επίδοση. Αν για παράδειγμα στη διάσταση «Διατήρηση αμοιβαίας κατανόησης» η ομάδα είχε καλά αποτελέσματα, έπαιρνε ένα ενθαρρυντικό μήνυμα της μορφής: «Φαίνεται ότι καταφέρνετε να διατηρείτε ικανοποιητικά κοινή κατανόηση με το συνεργάτη σας. Συνεχίστε αυτή την προσπάθεια, γιατί θα είναι σημαντική για τη συνεργασία σας και στην επόμενη άσκηση!». Με βάση αυτό το σχεδιασμό μπορούσε να μελετηθεί, το πως κατανοούν οι εκπαιδευόμενοι την ανατροφοδότηση που λαμβάνουν, και πως προσαρμόζονται.

Στις μελέτες αυτές διαπιστώσαμε ότι η χρήση του rating scheme, διευκόλυνε τόσο τους εκπαιδευτές όσο και τους εκπαιδευόμενους. Μέσω της αναπαραγωγής της συνεργασίας εντοπίστηκαν φαινόμενα αξιολογής συνεργασίας. Για παράδειγμα δυο ομάδες αξιολογήθηκαν με τον ίδιο τρόπο στη ροή της επικοινωνίας και στην διατήρηση αμοιβαίας κατανόησης, ενώ είχαν διαφορετικό τρόπο επικοινωνίας. Η μια ομάδα αντάλλαζε μηνύματα κειμένου, διατύπωνε ερωτήσεις και έδινε διευκρινήσεις οι οποίες εμφανιζόντουσαν πολύ αναλυτικά στο Chat. Η άλλη ομάδα αντάλλαζε πιο αραιά μηνύματα, με αρκετή καθυστέρηση και με πολύ ελλειπτικό τρόπο. Στην δεύτερη περίπτωση οι συνεργάτες, όπως φάνηκε από την αναπαραγωγή της δραστηριότητας, ήταν περισσότερο υπομονετικοί, και περίμεναν μέχρι να κατανοήσουν τις ενέργειες του συνεργάτη τους στον κοινόχρηστο χώρο εργασίας. Αντιμετώπισαν επομένως, τις ενέργειες επίλυσης του συνεργάτη τους ως μέρος ενός ενιαίου «διαλόγου» ο οποίος συμπεριλάμβανε διάλογο μέσω κειμένου (chat) και διάλογο μέσω συμβολισμών (συμβολισμοί διαγράμματος ροής στο κοινόχρηστο χώρο εργασίας). Και στις δύο περιπτώσεις η ανταλλαγή πληροφοριών ήταν περιορισμένη. Η διαπραγμάτευση ποικίλε, στη μία περίπτωση ήταν πολύ επιφανειακή, ενώ στην άλλη εμφανίστηκε έντονη διαπραγμάτευση και κοινή συλλογιστική. Παρατηρήσεις όπως αυτές βοήθησαν στην σωστή ανατροφοδότηση των ομάδων, με στόχο να κατανοήσουν οι φοιτητές τους στόχους και τους τρόπους που επιτυγχάνεται η συνεργασία.

### 3. Συζήτηση πάνω στις μελέτες

Στην πρώτη μελέτη 2004-2005 όπου είδαμε επίλυση του ίδιου αλγορίθμου από άλλους φοιτητές ατομικά και από άλλους φοιτητές συνεργατικά, μας δόθηκε η ευκαιρία να δούμε ότι μέσω της συνεργασίας και του διαλόγου που περιείχε, εμφανίζονταν ερωτήματα και παρανοήσεις των φοιτητών. Επίσης εντοπίσαμε την ανάγκη καλύτερης προετοιμασίας πριν την δραστηριότητα.

Στην δεύτερη μελέτη 2005-2006 διαπιστώσαμε ότι οι έννοιες διερεύνηση και τεκμηρίωση που εισάγαμε στη δραστηριότητα απόκτησαν διαφορετική σημασία λόγω της συνεργασίας. Η διερεύνηση γινόταν συνεργατικά αλλά όχι μεθοδικά. Η τεκμηρίωση, λόγω κακής οργάνωσης χρόνου, γινόταν σε αρκετές περιπτώσεις βεβιασμένα. Υπήρξαν ομάδες που ενώ το ένα μέλος διόρθωνε ή βελτίωνε τον αλγόριθμο, το άλλο μέλος έγραφε την τεκμηρίωση. Φάνηκε ότι τα μέλη των ομάδων αντιλαμβάνονταν τη συνεργασία ως την μεταξύ τους κατανομή αντικείμενων, αντί για την από κοινού υλοποίηση τους. Η αξιολόγηση της συνεργασίας *ισότιμα με την επίλυση* προβλημάτισε τους φοιτητές που αντιμετώπιζαν την άσκηση ως εξέταση, και επιδίωκαν καλύτερη επίδοση, διότι δεν γνώριζαν ποιά είναι η «επιτυχής» συνεργασία και πως αυτό αποδεικνύεται. Η έλλειψη ξεκάθαρα μοντέλου αξιολόγησης της συνεργασίας δυσκόλεψε και τους εκπαιδευτές. Διαπιστώθηκε ότι είναι απαραίτητη, για παιδαγωγικούς λόγους η υλοποίηση *δυο* αλγοριθμικών ασκήσεων διαφορετικού επιπέδου. Διατηρήσαμε το επίπεδο ρεαλιστικό στις απαιτήσεις και συστηματικό στο σχεδιασμό (Robins et al., 2003). Οι ασκήσεις και ειδικά η πρώτη έπρεπε να είναι απλή, αλλά να χρησιμοποιεί τις ίδιες δομές και στρατηγική που θα χρησιμοποιούνταν και στη δεύτερη άσκηση, η οποία θα φαινόταν ως επέκταση της πρώτης (Winslow, 1996). Η πρώτη άσκηση θα μας επέτρεπε να εντοπίσουμε παρανοήσεις, ώστε να τις αντιμετωπίσουμε πριν την υλοποίηση της δεύτερης άσκησης. Η πολυπλοκότητα στις ασκήσεις δεν ήταν ζητούμενο, αλλά ο σχεδιασμός σε όλες τις επόμενες μελέτες

απαιτούσε η κάθε άσκηση να είναι κατάλληλη για συνεργασία (Strijbos et al., 2004) και να βασίζεται σε γνώσεις και τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν στην προηγούμενη άσκηση. Το βάθος της γνώσης και η ορθότητα της χρήσης των εννοιών και των τεχνικών ελέγχονταν μέσα από τη διαπραγμάτευση που γινόταν κατά τη συνεργασία, και εμφανιζόταν στην αναπαραγωγή της δραστηριότητας.

Στην μελέτη του 2006-2007 είχαμε πλέον δυο ξεχωριστές εργαστηριακές ασκήσεις. Το γεγονός ότι ορισμένες ομάδες έρχονταν με έτοιμες τις ασκήσεις πριν τη δραστηριότητα, οπότε η διαπραγμάτευση αναμενόταν να είναι περιορισμένη, μας οδήγησε σε παραλλαγές με στόχο τη διαπραγμάτευση των ομάδων, όπως η επιλογή μιας εκ των δυο ατομικών λύσεων που προετοίμασαν τα μέλη της ομάδας, ως τελικού παραδοτέου. Η διαπραγμάτευση πάνω στις δύο έτοιμες λύσεις, για τις οποίες υπήρχε η αίσθηση της «διοκτησίας» από το κάθε μέλος, αποδείχθηκε ενδιαφέρουσα. Διαπιστώσαμε την ανάγκη πολλών ισοδύναμων παραλλαγών λόγω του μεγάλου αριθμού φοιτητών που συμμετείχαν στα εργαστήρια (άνω των 150) για τις επόμενες μελέτες (2006-2007, 2007-2008). Επίσης φάνηκε η ανάγκη συστηματικής αντιμετώπισης του θέματος της κατανόησης και αξιολόγησης συνεργασίας.

Ιδιαίτερη περίπτωση αποτέλεσε η Μελέτη στο Πανεπιστήμιο Μακεδονίας. Όπως φάνηκε παραπάνω, διατηρήσαμε το σκέλος της διδακτικής προσέγγισης που υπήρχε στις άλλες μελέτες, αλλά διαφοροποιήσαμε τον τρόπο υλοποίησης, δημιουργώντας «χώρους» και διαδικασίες για την υποστήριξη των φοιτητών κατά την προετοιμασία και την υλοποίηση της δραστηριότητας.

Στις μελέτες μας, σε σχέση με τη διδακτική Αλγορίθμων, αναμενόταν οι εκπαιδευόμενοι να μπορούν να ανιχνεύουν και να διακρίνουν τα μέρη του προβλήματος και να προσδιορίζουν τα δεδομένα και τα ζητούμενα, να δημιουργούν ένα απλό πλάνο υλοποίησης και μπορούν να εφαρμόζουν τους κανόνες και τις τεχνικές σχεδίασης αλγορίθμων, να μπορούν να κάνουν διερεύνηση της ορθότητας του αλγόριθμου με συγκεκριμένο πλάνο και να εντοπίζουν πιθανά λάθη, να αιτιολογούν με πληρότητα και με ακρίβεια τη μεθοδολογία που ακολούθησαν και να τεκμηριώνουν το τελικό παραδοτέο, και τέλος να μπορούν να επαναχρησιμοποιούν τμήματα αλγορίθμου σε επόμενο πρόβλημα.

Διαπιστώσαμε ότι οι εκπαιδευόμενοι, όπως αναφέρεται για τους αρχάριους προγραμματιστές (Robins et al., 2003), δεν είχαν τη δυνατότητα να αναλύσουν το πρόβλημα και να αναγνωρίσουν τα επί μέρους τμήματα του αλγορίθμου, που επιλύονταν με τμήματα αλγορίθμου που είχαν χρησιμοποιήσει σε προγενέστερες δραστηριότητες. Παρατηρήσαμε ότι οι φοιτητές είχαν επιφανειακή και επιδερμικά οργανωμένη γνώση, και δεν είχαν αναπτύξει νοητικά μοντέλα (Winslow, 1996), με αποτέλεσμα να αντιμετωπίζουν την ανάπτυξη των αλγορίθμων με την υλοποίηση βήμα-βήμα, κατ' αντιστοιχία με τον προγραμματισμό στον οποίο γράφουν τα προγράμματα γραμμή-γραμμή και όχι με νοηματοδοτημένα τμήματα λύσης ή δομές, όπως στο επόμενο παράδειγμα, όπου η ομάδα εντοπίζει την ανάγκη δημιουργίας μιας δομής επανάληψης, μετά την υλοποίηση δυο συνεχόμενων ίδιων δομών ακολουθίας

Φοιτητής Α:	έχουμε κάνει λάθος στην (επιλογή) ΟΧΙ της πρώτης συνθήκης
Φοιτητής Β:	το ξέρω, άστο να το κάνουμε όταν φτάσουμε εκεί
Φοιτητής Β:	κάτσε να κάνουμε την αρχή τώρα
Φοιτητής Β:	να βάλουμε (εκχωρήσουμε τιμή) pos <--- (min+max)2
Φοιτητής Β:	και κάτι άλλο, νομίζω πως όλα αυτά πρέπει να είναι μέσα σε μια επανάληψη ...

Αν και η πλειοψηφία των φοιτητών είχαν ως μαθητές υψηλές επιδόσεις στο μάθημα «Ανάπτυξη Εφαρμογών», στο πανελλήνιο εξεταζόμενο μάθημα Αλγοριθμικής, υπήρχαν παρανοήσεις πάνω σε αλγοριθμικές δομές και συμβολισμούς του Διαγράμματος Ροής όπως φάνηκε στο ενδεικτικό παράδειγμα κατά τη συζήτηση για την αρχικοποίηση μεταβλητών:

Φοιτητής Β	ο k=ΠΑΤΩΜΑ (i+j)/2
Φοιτητής Α	αυτό να το γράψουμε σε ορθογώνιο
Φοιτητής Β	αφού είναι εισαγωγή στοιχείου
Φοιτητής Α	το i είναι αρχικοποίηση
Φοιτητής Β	ναι, αυτό δεν μπαίνει σε παραλληλόγραμμο??? (εννοούν το συμβολισμό του διαγράμματος ροής)
Φοιτητής Β	οι αρχικοποιήσεις μπαίνουν σε ορθογώνια???
Φοιτητής Α	σε παραλληλόγραμμο μπαίνουν μόνο αυτά που εισάγουμε px read και writeln

Στην εκφώνηση της κάθε άσκησης αναφερόταν σαφώς ότι έπρεπε να χρησιμοποιηθούν συγκεκριμένα ονόματα μεταβλητών. Στόχος της χρήσης ενιαίας ονοματολογίας μεταβλητών ήταν η αντιστοίχιση με

το παράδειγμα που είχε δοθεί και η απλοποίηση της αξιολόγησης των λύσεων. Διαπιστώθηκε όμως ότι υπήρχε αρκετή *ποικιλία στην ονοματολογία των μεταβλητών*, αλλά και στον τρόπο που εξηγούσαν σε ποιο σημείο του κοινόχρηστου χώρου έπρεπε να συμπληρώσουν ή να διορθώσουν κάτι. Στο παράδειγμα φαίνεται η διαπραγματεύση που προκύπτει από διαφορετική ονοματολογία σε σχέση με την εκφώνηση στο φύλλο δραστηριότητας και τις σημειώσεις που έχουν διαθέσιμες

Φοιτητής Β	διαβάστε ξανά την άσκηση, έχουμε λάθος μεταβλητές
Φοιτητής Α	το $j=N$ δεν χρειάζεται
Φοιτητής Β	στο 6 (εννοεί στην οντότητα με $A/A$ 6) $j=n$ όχι $N$
Φοιτητής Α	τι σημαίνει το $a$ στο βιβλίο???
Φοιτητής Β	το $a$ είναι το στοιχείο που εισάγουμε σε εμάς το $k$ (αναφέρονται στην ονοματολογία των μεταβλητών... στο βιβλίο τους λέγεται $(a)$ ενώ στην εκφώνηση της άσκησης είναι $k$ )
Φοιτητής Α	μπράβο μπράβο ωραία σκέψη

Το βασικό συμπέρασμα σε σχέση με τη *Συνεργασία*, ήταν ότι αποτελούσε αρχικά έναν *ασαφή στόχο τόσο για τους εκπαιδευτές όσο και για τους εκπαιδευόμενους*. Οι φοιτητές σε πολλές περιπτώσεις έδιναν προτεραιότητα στην επίλυση του προβλήματος και δεν έκαναν προσπάθεια να συνεργαστούν. Σε άλλες περιπτώσεις υπήρχε ασυμμετρία στη συνεργασία, όταν ένας από τους δυο φοιτητές επέβαλλε την άποψη του, ή όταν ο ένας από τους δυο δεν είχε γνώσεις ή αυτοπεποίθηση για την δυνατότητά του να ανταπεξέλθει στη δραστηριότητα. Όταν έγινε σαφής η έννοια της συνεργασίας μέσω βιωματικών παραδειγμάτων (Μελέτη Πανεπιστήμιο Μακεδονίας) και του μοντέλου αξιολόγησης (Μελέτες 2007-2008, 2008-2009) εμφανίστηκαν πολύ θετικά φαινόμενα όπως θετική κινητοποίηση και ενθάρρυνση για τη συνεργασία:

Φοιτητής Α	Πιστεύω πως η συνεργασία μας θα είναι αποδοτική!!!!
Φοιτητής Β	ναι ρε δεν θα 'ναι καν δύσκολο σιγά ....
Φοιτητής Α	Το ελπίζω!
Φοιτητής Β	άντε γιατί δεν αρχίζουμε?

Διαπιστώθηκε ότι όταν έχει επιτευχθεί αμοιβαία κατανόηση, μπορεί να γίνει αποτελεσματικά ο καταμερισμός εργασίας χωρίς να διακοπεί η συνεργασία :

Φοιτητής Ε	σε παραλληλόγραμμο μπαίνουν μόνο αυτά που εισάγουμε π.χ read και writeln
Φοιτητής Ε	και εξάγουμε (συμπληρώνει)
Φοιτητής Ζ	ok, βάλτε το σε ορθογώνιο όσο εμείς θα γράψουμε τον βρόχο του όσο
Φοιτητής Ε	συμφωνείτε??

και μπορεί να επιτευχθεί σωστή διαχείριση χρόνου και προτεραιοτήτων:

Φοιτητής Σ	Θα πρέπει τότε να αλλάξουμε το $a$
Φοιτητής Σ	Μήπως όμως να βάλουμε την εμφάνιση στο τέλος αφού τελειώσει ο βρόχος??
Φοιτητής Τ	το ίδιο δεν είναι? (παρακολουθεί τις ενέργειες στον κοινόχρηστο χώρο) ok βάλτο εκεί
Φοιτητής Σ	Άρα το σβήνουμε
Φοιτητής Σ	Μισό λεπτό, προτείνω κάτι καλύτερο
Φοιτητής Τ	απλά γρήγορα για να προλάβουμε
Φοιτητής Τ	Ξέρεις τι. Ας το κάνουμε σωστά και μετά αν έχουμε χρόνο το κάνουμε πιο ωραίο

#### 4. Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι οι καθηγητές μπορούν να εμπλουτίσουν την παρατήρηση και κατ' επέκταση την κατανόηση φαινομένων όταν χρησιμοποιούν τέτοιες συνεργατικές προσεγγίσεις και τέτοιου τύπου εργαλεία για να υποστηρίξουν την διδακτική πράξη στην τάξη. Οι μελέτες, μας οδήγησαν σε βασικά σημεία σχεδιασμού όπως η σωστή επιλογή δραστηριότητας κατάλληλης για συνεργασία και αρκετά απλής, η επαρκής προετοιμασία και εξοικείωση των εκπαιδευόμενων και των εκπαιδευτών στις έννοιες και στα εργαλεία, η δημιουργία κύκλου δραστηριοτήτων με ενδιάμεσες φάσεις ανατροφοδότησης, ο προσεκτικός σχεδιασμός των ομάδων, η παροχή κινήτρων, η υιοθέτηση διαδικασίας αξιολόγησης και ανατροφοδότησης. Η αναπαραγωγή της δραστηριότητας ήταν ισχυρό εργαλείο αξιολόγησης και οι παρατηρήσεις των καθηγητών ανέδειξαν περιπτώσεις ομάδων που χρειάζονται υποστήριξη *στο γνωστικό μέρος της δραστηριότητας*, και άλλες που απαιτείτο να παρέμβει ο καθηγητής *στην πρακτική συνεργασία*. Η χρήση ενός σαφούς μοντέλου αξιολόγησης βοήθησε στην κατανόηση των επί μέρους αξόνων της συνεργασίας σε επίπεδο προετοιμασίας και στην μεθοδική και αντικειμενική αξιολόγηση. Στην παρούσα εργασία δώσαμε μερικά παραδείγματα στα οποία η παρέμβαση του καθηγητή είτε κατά την

εξέλιξη της δραστηριότητας είτε σε ύστερο χρόνο ήταν απαραίτητη. Μπορούμε να αναφέρουμε τυπικές περιπτώσεις που προκύπτουν από τις μελέτες μας, όπου η παρέμβαση του καθηγητή μπορεί να υποστηρίξει την συνεργατική δραστηριότητα ομάδων: α) όταν ανατροφοδότηση πάνω στην επίλυση της άσκησης είναι απαραίτητη β) όταν απαιτείται η δημιουργία κινήτρων ή η ενθάρρυνση των εκπαιδευομένων ώστε να παραμείνουν ενεργοί και να συνεχίσουν να συνεργάζονται γ) όταν υπάρχουσες παρανοήσεις οδηγούν τις ομάδες σε αδιέξοδα και απογοήτευση δ) όταν οι ομάδες δεν μπορούν να οργανώσουν τη δραστηριότητά τους.

Στην παρούσα εργασία σχολιάσαμε τη συλλογιστική μας κατά την εξέλιξη των μελετών από την πλευρά της διδακτικής των αλγορίθμων και της συνεργασίας. Δεν αναφερθήκαμε στα αποτελέσματα μας σε σχέση με την αξιολόγηση των εργαλείων για την υποστήριξη της συνεργασίας, τα οποία αναφέρονται σε επιμέρους μελέτες. Επόμενες μελέτες μας αφορούν στην αξιοποίηση εργαλείων για την υποστήριξη της επίβλεψης και των παρεμβάσεων σε πραγματικό χρόνο, που αποτελεί ένα βασικό άξονα της ερευνητικής μας δραστηριότητας, και που υποστηρίχθηκε εν μέρει από τις παραπάνω μελέτες.

## Βιβλιογραφία

- Avouris, N., Margaritis, M. & Komis, V. (2004). Modelling interaction during small-group synchronous problem solving activities: The Synergo approach. *2nd Int. Workshop on Designing Computational Models of Collaborative Learning Interaction, ITS 2004, 7th Conf. on Intelligent Tutoring Systems, Maceio, Brazil, 2004*, pp. 13-18. Available from <http://hci.ece.upatras.gr>
- Baker, M. J. & Lund, K. (1997). Promoting reflective interactions in a computer-supported collaborative learning environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 13, 175-193.
- Brooks, R.E. (1983). Towards a theory of the comprehension of computer programs. *International Journal of Man-Machine Studies*, 18, 543-554.
- Constantino-Gonzalez, M., Suthers, D. & Santos, J. (2003). Coaching Web-based collaborative Learning based on Problem Solution Differences and Participation. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 13(2-4), 263-299.
- De Groot, R., Drachman, R., Hever, R., Schwartz, B., Hoppe, U., Harrer, A., De Laat, M., Wegerif, R., McLaren, B. M. & Baurens, B. (2007). Computer Supported Moderation of E-Discussions: the ARGUNAUT Approach. *In the Proceedings of the Conference on Computer-Supported Collaborative Learning ed. by Clark Chinn and Gijsbert Erkens and Sadhana Puntambekar*, vol. 8, pp. 165-167, International Society of the Learning Sciences.
- Lund, K. & Baker, M.J. (1999). Teachers' collaborative interpretations of students' computer-mediated collaborative problem solving interactions. In S.P. Lajoie & M. Vivet (Eds.) *Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence and Education*, Le Mans, July 1999, pp. 147-154 *Artificial Intelligence in Education*.
- Meier, A., Spada, H. & Rummel, N. (2007). A rating scheme for assessing the quality of computer-supported collaboration processes. *Int. Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 2 (1), 63-86.
- Robins, A., Rountree, J. & Rountree, N. (2003). Learning and teaching programming: A review and discussion. *Computer Science Education*, 13(2), 137-172.
- Strijbos, J.W., Martens, R.L. & Jochems, W.M.G., (2004). Designing for interaction: Six steps to designing Computer-supported group-based learning, *Computers & Education*, 42, 403-424.
- Suthers, D. & Jones, D. (1997). An Architecture for Intelligent Collaborative Educational Systems. *In Proc. 8th World Conference on Artificial Intelligence in Education (AI&ED '97)*, pp. 55-62.
- Voyiatzaki, E., Margaritis, M. & Avouris, N. (2006). Collaborative Interaction Analysis: The teachers' perspective. *Proc. ICALT 2006 - The 6th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*. July 5-7, 2006 – Kerkrade, Netherlands, pp. 345-349.
- Voyiatzaki, E., Meier, A., Kahrimanis, G., Rummel, N., Spada, H. & Avouris, N. (2008a). Rating the quality of collaboration during networked problem solving activities. *Proceedings of the 6th International Conference on Networked Learning NLC 2008*, pp. 409-416.
- Voyiatzaki, E., Papadakis, S., Rossiou, E., Avouris, N., Paparrizos, K. & Hadzilacos, T. (2008b) One Size does not fit all: A case study of combining networked learning methods and tools. *Proceedings of the 6th International Conference on Networked Learning NLC 2008*, pp. 847-848
- Voyiatzaki, E. & Avouris, N. (2009). Alternative ways of monitoring collaboration. *Proc. 8th Int. Conf. on Computer Supported Collaborative Learning*, CSCL 2009, June 2009, Rhodes, Greece.
- Winslow, L.E. (1996). Programming pedagogy – A psychological overview. *SIGCSE Bulletin*, 28, 17-22.
- Κόμης, Β. (2005). *Εισαγωγή στη Διδακτική της Πληροφορικής*. Αθήνα, Εκδόσεις Κλειδάριθμος.