

# Προγραμματισμός σε Ζεύγη (pair programming) και η Αξιοποίηση του στη Διδασκαλία Προγραμματισμού

Τ. Θεοφανέλλης<sup>1</sup>, Φ. Κάσσος<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε. Παράρτημα Βορείου Αιγαίου  
timtheof@gmail.com

<sup>2</sup> Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε. Παράρτημα Βορείου Αιγαίου  
fotiskassos@yahoo.gr

## Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια πολλοί εκπαιδευτικοί οργανισμοί εφαρμόζουν ως εκπαιδευτική μέθοδο τον προγραμματισμό σε ζεύγη με πολύ καλά αποτελέσματα. Στην εργασία αυτή αναφέρονται αναλυτικά τα οφέλη που υπάρχουν με την αξιοποίηση του στην εκπαίδευση. Η τοποθέτηση των μαθητών ανά δυο δεν αρκεί για να λειτουργήσει η μέθοδος αποτελεσματικά. Με στόχο την ενημέρωση και την αξιοποίηση από τους εκπαιδευτικούς παρουσιάζονται οι κανόνες που μπορούν να εφαρμοστούν ώστε να είναι αποτελεσματική αυτή η συνεργατική μέθοδος. Γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση της μεθόδου ώστε να αξιοποιηθεί πρακτικά από εκπαιδευτικούς που διδάσκουν προγραμματισμό. Τέλος αναφέρονται πληροφορίες για την πρακτική εφαρμογή της και οι πρώτες ενδείξεις από την εφαρμογή της καθώς αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για τον εκπαιδευτικό.

**Λέξεις κλειδιά:** προγραμματισμός σε ζεύγη, ομαδοσυνεργατική, αλληλοδιδασκτική.

## 1. Εισαγωγή

Το έναυσμα για τη συγγραφή αυτής της εργασίας προήλθε από τη συμμετοχή στη δράση «Ωρα του κώδικα» (Hour of code) μέσω της ιστοσελίδας <https://hourofcode.com/gr> που έχει ως στόχο κάθε μαθητής σε κάθε σχολείο να έχει την ευκαιρία να ασχοληθεί με τον προγραμματισμό. Συγκεκριμένα πρόκειται για μια ωριαία εισαγωγή στην επιστήμη των υπολογιστών που είναι σχεδιασμένη με τέτοιο τρόπο ώστε να απομυθοποιήσει τη δημιουργία κώδικα και να δείξει ότι οποιοσδήποτε μπορεί να μάθει τα βασικά στον προγραμματισμό. Στο πλαίσιο αυτό κατά τη διάρκεια επισκέψεων σε σχολεία όπου οι μαθητές πραγματοποιούσαν τις 20 δραστηριότητες που υπήρχαν για αυτό το σκοπό, διαπιστώθηκε ότι στα εργαστήρια που οι μα-

θητές κάθονται ανά δυο στον ίδιο υπολογιστή και υπήρχε συνεργασία έφταναν σε καλύτερα αποτελέσματα. Ωστόσο το αποτέλεσμα της συνεργασίας δεν ήταν παντού το ίδιο καλό. Κρατήθηκαν σημειώσεις για τα χαρακτηριστικά της συνεργασίας μεταξύ των μαθητών και έγιναν συζητήσεις με τον εκπαιδευτικό του κάθε τμήματος για τα χαρακτηριστικά που κάνουν ένα ζευγάρι πετυχημένο. Στην αναζήτηση στο διαδίκτυο εντοπίστηκε ο όρος προγραμματισμός σε ζεύγη (pair programming). Στην εργασία αυτή θα παρουσιαστεί ο προγραμματισμός σε ζεύγη και οι πρώτες παρατηρήσεις που έγιναν κατά την παρακολούθηση των δραστηριοτήτων που έκαναν οι μαθητές και την εφαρμογή του. Η εργασία αυτή προτείνει μια συνεργατική μέθοδο που μπορεί να βοηθήσει στη διδασκαλία των γλωσσών προγραμματισμού, παράλληλα οι προτάσεις μας υποστηρίζονται με την τρέχουσα βιβλιογραφία.

## ***2. Προγραμματισμός σε ζεύγη***

Ο προγραμματισμός σε ζεύγη είναι μία αποτελεσματική τεχνική στην εκμάθηση και την ανάπτυξη λογισμικού κατά την οποία δύο προγραμματιστές συνεργάζονται σε ένα σταθμό εργασίας. Σύμφωνα με τους Kavitha & Irfan Ahmed (2015) αποτελεί μια ευέλικτη τεχνική ανάπτυξης λογισμικού όπου δυο προγραμματιστές εργάζονται μαζί σε ένα υπολογιστή για την ανάπτυξη λογισμικού. Ο πρώτος ονομάζεται οδηγός και γράφει τον κώδικα και ο άλλος ονομάζεται πλοηγός ο οποίος εξετάζει κάθε γραμμή κώδικα κατά την πληκτρολόγηση. Οι δύο προγραμματιστές αντιστρέφουν τους ρόλους τους συχνά. Κατά τον έλεγχο ο πλοηγός κατασκευάζει στρατηγικές για την κατεύθυνση του έργου (τυχόν βελτιώσεις, πιθανά μελλοντικά προβλήματα). Αυτή η διαδικασία απελευθερώνει τον οδηγό για να καταφέρει να εστιάσει όλη του τη προσοχή στην υλοποίηση του κώδικα χρησιμοποιώντας τον πλοηγό ως δικλείδα ασφαλείας.

### ***2.1 Προγραμματισμός σε ζεύγη στην Εκπαίδευση***

Σε όλο τον κόσμο πολλά πανεπιστήμια (Williams, 2006) χρησιμοποιούν τον προγραμματισμό σε ζεύγη ως μέθοδο εκπαίδευσης. Είναι μία μέθοδος όπου οι εκπαιδευόμενοι βρίσκονται συνέχεια σε κατάσταση αλληλεπίδρασης και καταιγισμού ιδεών (brainstorming) που βοηθάει στο να υπάρχουν καλύτερα αποτελέσματα με ευχάριστο και συνεργατικό τρόπο. Οι Kavitha & Irfan Ahmed (2015) υπογράμμισαν τη σπουδαιότητα των δεξιοτήτων συνεργασίας στη διδασκαλία και την εκμάθηση προγραμματισμού. Η αξιοποίηση της μεθόδου βοηθά στην αποτελεσματική ανταλλαγή γνώσεων μεταξύ των δυο ατόμων που συνεργάζονται και φαίνεται να τους βοηθά στην εύκολη και γρήγορη εκμάθηση μιας γλώσσας προγραμματισμού. Η εφαρμογή της μεθόδου σε εργασιακά περιβάλλοντα παρόλο που ενισχύει την παραγωγικότητα

των προγραμματιστών και την ποιότητα του παραγόμενου λογισμικού (McChesney, 2016), είναι σχετικά περιορισμένη αφού υπάρχουν πρόσθετοι αρνητικοί παράγοντες όπως το διπλό εργατικό κόστος (Williams, 2006). Αξιοποιείται στην εκπαίδευση στον προγραμματισμό ως ένας μηχανισμός για την επίλυση των εκπαιδευτικών προκλήσεων που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευόμενοι (McChesney, 2016). Συνεπώς υπάρχει σημαντικό όφελος αφού κύριος στόχος είναι η απόκτηση δεξιοτήτων. Τα οφέλη της συνεργατικής αυτής μάθησης στην εκπαίδευση για λόγους κατανόησης ομαδοποιούνται στα παρακάτω.

## **2.2 Ποιοτικό αποτέλεσμα**

Η παραγωγή υψηλής ποιότητας λογισμικού διαθέτει τα παρακάτω τρία στοιχεία (Kessler σε McDowell et al. 2006):

- Το προϊόν είναι το επιθυμητό.
- Απόκτηση του προϊόντος όταν το θέλουν.
- Το προϊόν δεν έχει ελαττώματα.

Όταν δύο εκπαιδευόμενοι εργάζονται μαζί πάνω σε ένα κοινό λογισμικό τότε το αποτέλεσμα είναι ποιοτικά καλύτερο, αφού αποτελεί προϊόν συνεργασίας δυο ατόμων.

## **2.3 Οι εκπαιδευόμενοι απολαμβάνουν τον προγραμματισμό**

Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι ότι οι εκπαιδευόμενοι όταν εργάζονται σε ζεύγη απολαμβάνουν περισσότερο την διαδικασία προγραμματισμού που γίνεται μια δημιουργική διαδικασία με όμορφο αποτέλεσμα (Porter et al. 2013). Σε γενικές γραμμές οι σύγχρονοι εκπαιδευόμενοι προτιμούν να συνεργάζονται παρά να εργάζονται μόνοι. Αυτό κάνει την επιστήμη των υπολογιστών πιο ελκυστική. Ορισμένοι εκπαιδευτικοί ανησυχούν ότι μόνο οι μαθητές που έχουν αρχικά μικρότερες δεξιότητες ωφελούνται. Το αποτέλεσμα είναι ότι με την συγκεκριμένη τεχνική αποκτούν βασικές δεξιότητες και σε ατομικό επίπεδο και τα δύο μέλη του ζεύγους (Williams & Urchurch, 2001).

## **2.4 Οι εκπαιδευόμενοι αποκτούν υψηλή εμπιστοσύνη στον εαυτό τους**

Οι εκπαιδευόμενοι που εργάζονται σε ζεύγη έχουν περισσότερη εμπιστοσύνη για το αποτέλεσμα τους σε σχέση με αυτούς που δουλεύουν μόνοι τους. Στοιχεία έχουν δείξει άλλωστε ότι η πλειοψηφία των εκπαιδευόμενων που δουλεύουν σε ζεύγη, έχουν την άποψη ότι ο προγραμματισμός σε ζεύγη είναι επωφελής διότι μαθαίνει ο ένας από τον άλλο παρατηρώντας τρόπους σκέψης και πρακτικές (He & Chen, 2015).

### ***2.5 Οι εκπαιδευόμενοι παρουσιάζουν καλύτερες επιδόσεις στις εξετάσεις***

Σύμφωνα με τους Cliburn (2003) και McChesney (2016) και άλλους, ο προγραμματισμός σε ζεύγη βελτιώνει τον μέσο όρο της βαθμολογίας στις εξετάσεις. Συγκεκριμένα 60% των μαθητών θεωρούσαν ότι τους βοήθησε σε σχέση με το 40% που ανέφερε ότι δεν έχει καμία αλλαγή στην επίδοσή τους. Μέσα από την συνεργασία και την τακτική αλλαγή των ρόλων οι δυνάδες των μαθητών καταφέρνουν να εντοπίζουν και να διορθώνουν τα σφάλματα (bugs) και άλλα λάθη στο κώδικα. Αυτό μπορεί να φανεί χρήσιμο κατά την επανεξέταση κώδικα που έχουν γράψει μόνοι τους στη διάρκεια μιας εξέτασης.

### ***2.6 Το διδακτικό προσωπικό έχει μειωμένο φόρτο εργασίας***

Ο προγραμματισμός σε ζεύγη έχει οφέλη και για τους εκπαιδευτικούς καθώς η συνεργασία μεταξύ των μαθητών δημιουργεί ασφάλεια στον εκπαιδευτικό αφού αισθάνεται πιο θετικά για την ίδια του την τάξη. Οι εκπαιδευόμενοι είναι πιο «ευτυχημένοι» και οι εργασίες παραδίδονται στην ώρα τους, αφού οι μαθητές αισθάνονται συνυπεύθυνοι. Ακόμη, βρίσκονται συνεχώς σε κατάσταση αλληλεπίδρασης, καταφέρνουν να ανακατασκευάζουν τις υπάρχουσες γνώσεις και να τις αντικαθιστούν μέσα από διάλογο και αυτό έχει ως αποτέλεσμα λιγότερες ερωτήσεις προς τον εκπαιδευτικό. Έτσι ο ρόλος του εκπαιδευτικού γίνεται συντονιστικός και μειώνεται ο «ανούσιος» φόρτος εργασίας τους (Williams, 2010).

### ***2.7 Οι εκπαιδευόμενες αποκτούν πιο θετική στάση απέναντι στην επιστήμη των υπολογιστών***

Ο προγραμματισμός σε ζεύγη σύμφωνα με έρευνα των Werner et al. (2006) έδειξε ότι, οι εκπαιδευόμενες ειδικά, είχαν περισσότερη εμπιστοσύνη στον εαυτό τους σε σχέση με τις περιπτώσεις που εργάζονταν ατομικά. Ακόμη είχαν πιο θετική στάση προς τον προγραμματισμό. Η συνεργατική φύση του ζεύγους στον προγραμματισμό δείχνει ότι η ανάπτυξη λογισμικού από τις γυναίκες δεν είναι ανταγωνιστική ούτε τις απομονώνει κοινωνικά όπως αρχικά είχαν φανταστεί. Με αυτόν τον τρόπο ενθαρρύνονται να ακολουθήσουν καριέρα που σχετίζεται με δεξιότητες προγραμματισμού ή τουλάχιστον δεν την αποκλείουν (Werner et al. 2004).

## ***3. Εφαρμογή στην εκπαίδευση***

Τις περισσότερες φορές ο προγραμματισμός αξιολογείται με βάση το αποτέλεσμα που είναι το παραγόμενο πρόγραμμα στον υπολογιστή. Τι γίνεται όμως αν σκεφτούμε

τον προγραμματισμό όσον αφορά την διαδικασία; Η ιδέα πίσω από τον προγραμματισμό σε ζεύγη είναι ότι οι διαδικασίες που είναι πιο αποδοτικές και πιο αποτελεσματικές παράγουν καλύτερα αποτελέσματα. Ο προγραμματισμός σε ζεύγη είναι μια δομημένη τεχνική με σαφείς οδηγίες και μεθόδους για τη εφαρμογή της διαδικασίας (του προγραμματισμού) χρησιμοποιώντας μία σύγχρονη ομαδοσυνεργατική μέθοδο που αξιοποιεί τη συνεργασία και την αλληλοδιδασκτική. Ο προγραμματισμός σε ζεύγη είναι πιο αποτελεσματικός όταν οι μαθητές έχουν κάποιες (κοινές) βασικές αντιλήψεις/κανόνες (Williams, 2003):

- Αντιλαμβάνονται το έργο τους ως μία κοινή και συλλογική διαδικασία για την οποία είναι συνυπεύθυνοι. Η συνυπευθυνότητα θα πρέπει να δρα σαν άρρηκτος δεσμός μεταξύ των δύο μαθητών. Να είναι υπεύθυνοι και ο κάθε ένας να αναλαμβάνει το ρόλο που του ανατίθεται με απώτερο σκοπό την αποτελεσματικότητα και την επίτευξη των στόχων.
- Οι μαθητές πρέπει να εργάζονται σε ζεύγη από την αρχή μέχρι το τέλος, να αποφεύγουν το σπάσιμο της εργασίας σε μικρότερα τμήματα που τα «δουλεύει» ο καθένας μόνος του.
- Οι ρόλοι (οδηγός και πλοηγός) να είναι διακριτοί, με συγκεκριμένα καθήκοντα και να εναλλάσσονται συχνά. Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να ασχοληθεί ώστε όλοι οι εκπαιδευόμενοι να αισθάνονται άνετα και με τους δύο ρόλους.
- Η σωστή επικοινωνία προϋποθέτει ειλικρίνεια. Τα μέλη του ζευγαριού πρέπει να εκφράζονται ελεύθερα και να έχουν την δυνατότητα να εκφράζουν ανησυχίες και απορίες.

Κατά την παρακολούθηση των μαθητών αλλά και σε συζήτηση με τα ζεύγη μετά την ολοκλήρωση της δραστηριότητας διαπιστώθηκε ότι στα ζεύγη που: α) αντιλαμβάνονται την προσπάθεια τους ως συλλογική και β) η αλληλεπίδραση είναι ελεύθερη υπάρχει σαφώς καλύτερο αποτέλεσμα.

Όσον αφορά τους ρόλους, παρακάτω αναφέρονται τι πρέπει να κάνει ο κάθε μαθητής ανάλογα τον ρόλο του.

### **3.1 Ο πλοηγός**

- Δεν γράφει κώδικα, αλλά καταβάλει κάθε δυνατή προσπάθεια να ανταλλάσσει ιδέες και να δημιουργεί στρατηγικές χωρίς να χρησιμοποιεί το πληκτρολόγιο (Nagappan et al., 2003).

- Στόχος του είναι να σκέφτεται αντισυμβατικά (out of the box) και να προτείνει λύσεις σε προβλήματα που αντιμετωπίζουν από κοινού με τον οδηγό. Να καθοδηγεί και να συμβουλεύει.
- Παρακολουθεί και προειδοποιεί τον οδηγό αν θεωρεί ότι υπάρχουν προβλήματα τακτικής ή στρατηγικής με την εργασία (πρόγραμμα).
- Συνεχίζει να σκέφτεται εναλλακτικές λύσεις και να αναζητά άλλους τρόπους επίλυσης των προβλημάτων. Ψάχνει για τις στρατηγικές επιπτώσεις στην ανάπτυξη του κώδικα.
- Θέτει ερωτήματα ή τους προβληματισμούς του στον οδηγό στους κατάλληλους χρόνους με στόχο να βοηθήσει αν ο οδηγός κάνει κάτι που είναι ασαφές ή άγνωστο σε αυτόν. Οι ερωτήσεις γίνονται με εποικοδομητικό και υποστηρικτικό τρόπο και όχι με άσχημο ή αυταρχικό τρόπο. Ακούει τις απαντήσεις του οδηγού και συζητά κατά περίπτωση.

### 3.2 Ο οδηγός

- Χειρίζεται ό,τι χρησιμοποιείται για να γραφτεί το πρόγραμμα όπως μολύβι, ποντίκι ή πληκτρολόγιο.
- Έχει την ευθύνη για τις λεπτομέρειες της ανάπτυξης του κώδικα.
- Σκέφτεται δυνατά ειδικά αν αφορά κάποιο συγκεκριμένο στοιχείο του κώδικα. Η πρόθεση είναι οι σκέψεις και οι προβληματισμοί να γίνονται σαφείς ώστε να μπορούν να συζητηθούν μέσα στο ζευγάρι με στόχο να βρεθούν λύσεις.
- Ανταποκρίνεται εποικοδομητικά στην ανατροφοδότηση που παρέχεται από τον πλοηγό.
- Τα σχόλια του πλοηγού θα πρέπει να αναγνωρίζονται ως μέρος της διαδικασίας οπότε ο οδηγός δεν πρέπει να ενοχλείται ούτε βρίσκεται σε στάση άμυνας. Γενικότερα ο οδηγός πρέπει να είναι ανοιχτός σε διαφορετικές απόψεις και να συνεργάζεται με τον πλοηγό, αφού κοινός τους ο στόχος είναι η επίλυση του προβλήματος.

### 3.3 Κανόνες

Δύο μαθητές πριν ξεκινήσουν να εργάζονται μαζί θα πρέπει να κάνουν κάποιο σχεδιασμό. Στην αρχή θα πρέπει να τον παρέχει ο εκπαιδευτικός, αλλά η καθοδήγηση του εκπαιδευτικού πρέπει να φθίνει όσο αυξάνει η εμπειρία του ζευγαριού, ώστε να λει-

τουργούν και από μόνοι τους στο συγκεκριμένο πλαίσιο (φθίνουσα καθοδήγηση - fading scaffolding) (Shakya et al., 2005). Θα πρέπει να υπάρξει μέριμνα ώστε:

- Να υπάρχει διαθέσιμος χώρος και για τους δύο. Ο χώρος εργασίας θα πρέπει να ρυθμιστεί έτσι ώστε και οι δύο να έχουν εύκολη πρόσβαση προς τον υπολογιστή. Οι μαθητές θα πρέπει να μπορούν να εργαστούν παράλληλα με χαρτί και στυλό/μολύβι.
- Πριν από τη χρήση του υπολογιστή θα πρέπει να έχουν αναπτύξει ένα (νοητό) χάρτη για το πού θέλουν να καταλήξουν. Αυτό γίνεται μέσα από συζήτηση, αναλυτική έκφραση της σκέψης τους σχετικά με το πρόβλημα και γενικότερα οποιαδήποτε ερώτηση ή πρόταση που μπορεί να έχουν. Στόχος αυτής της συζήτησης είναι να είναι πραγματικά εποικοδομητική και στο τέλος της θα πρέπει οι μαθητές να έχουν μια κοινή αίσθηση για το που κατευθύνονται (σχέδιο).
- Και τέλος θα πρέπει γίνει η ανάθεση των ρόλων για το ξεκίνημα, δηλαδή να έχουν αποφασίσει ποιος θα πλοηγήσει και ποιος θα οδηγήσει.

Στις παρατηρήσεις κατά την «ώρα του κώδικα» εντοπίστηκε ότι αν και δεν δίνονταν ρητά οι κανόνες και οι ρόλοι στους μαθητές φαινόταν ότι εκεί που τηρούνταν υπήρχαν καλύτερα αποτελέσματα και λιγότερο άγχος ανάμεσα στα ζευγάρια. Σε μια πρώτη προσπάθεια να ελεγχθεί η εφαρμογή της μεθόδου χρησιμοποιήθηκε ένα τμήμα 22 μαθητών στην Α' ΓΕΛ στη διδασκαλία της HTML. Οι κανόνες και οι ρόλοι δόθηκαν και εφαρμόστηκαν δυο φορές σε διαφορετικές δραστηριότητες προγραμματισμού. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής τους ήταν πολύ καλά με τους μαθητές να σχολιάζουν ότι τους βοήθησε και τους άρεσε ο τρόπος συνεργασίας. Μελλοντικός στόχος αποτελεί η δοκιμή τους στη διδασκαλία προγραμματισμού στη Β' ΕΠΑΛ.

#### ***4. Παράγοντες που επηρεάζουν τον προγραμματισμό σε ζεύγη***

Ένας πολύ σημαντικός παράγοντας στην εφαρμογή του προγραμματισμού σε ζεύγη είναι η συμβατότητα των εκπαιδευόμενων που ανήκουν στην ίδια ομάδα (ζευγάρι). Παρακάτω αναφέρονται οι παράγοντες που συμβάλουν στη συμβατότητα του ζευγαριού.

##### ***4.1 Επίπεδο δεξιοτήτων και γνώσης***

Ο πιο σημαντικός παράγοντας συμβατότητας των δύο μαθητών είναι το αρχικό επίπεδο δεξιοτήτων και το επίπεδο γνώσης. Σε αυτό το σημείο στη βιβλιογραφία υπάρχουν διαφορετικές απόψεις. Μερικοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι για να επιτύχει η

συνεργασία τα μέλη του πρέπει να έχουν παρόμοιο επίπεδο γνώσεων, καθώς στην αντίθετη περίπτωση συνήθως ο μαθητής με το υψηλότερο επίπεδο αναλαμβάνει - μόνος του την συλλογική ευθύνη και το έργο. Στην περίπτωση όμως που η ομάδα που αποτελείται από δύο αρχάριους θεωρούν ότι δεν είναι λειτουργική, αφού όταν δεν έχουν αρκετές γνώσεις, συχνά αντιμετωπίζουν δυσκολίες που δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν με αποτέλεσμα να μην προχωρούν και να μην καταφέρνουν να ολοκληρώσουν τις εργασίες που τους ανατίθενται (Williams et al. 2003). Ακόμη, αναφέρουν ότι υπάρχουν καταστάσεις στις οποίες μαθητές με αυξημένες δεξιότητες δεν αποδίδουν τόσο καλά σε εύκολες ασκήσεις επειδή δεν συναντούν καμία δυσκολία και δεν υπάρχει καμία αλληλεπίδραση/ανατροφοδότηση ανάμεσα στα μέλη της ομάδας και συνεπώς όφελος. Έτσι δεν είχε καμία διαφορά από το να εργάζονταν μόνοι στις ασκήσεις αυτές. Το ιδανικό όπως αναφέρουν οι Canfora et al. (2003) είναι να έχουν μια μικρή διαφορά στο επίπεδο δεξιότητας ώστε να υπάρχει καλή επικοινωνία και συνεργασία. Άλλοι ερευνητές όπως οι Plonka et al. (2015) διερευνώντας τους ρόλους του ζευγαριού έφτασαν σε κανόνες που πρέπει να ισχύουν για να είναι αποτελεσματική η συνεργασία ανάμεσα σε ζευγάρια διαφορετικής δυναμικότητας. Η ανάλυση αποκαλύπτει διδακτικές στρατηγικές που ποικίλουν από την «παροχή άμεσων οδηγιών» μέχρι τις «απλές ενδείξεις» και έχουν προκλήσεις και για τα δυο μέλη του ζευγαριού.

#### **4.2 Επικοινωνία - τύπος προσωπικότητας**

Η επικοινωνία ανάμεσα στα μέλη είναι πολύ σημαντική και για να λειτουργεί αποτελεσματικά θα πρέπει να υπάρχουν συγκεκριμένοι κανόνες για την επίλυση διαφορών (McChesney, 2016). Ο τύπος προσωπικότητας φαίνεται ότι παίζει αρκετά σημαντικό ρόλο στη συμβατότητα των μελών του ζευγαριού. Η επίδοση ενός μαθητή ορίζεται ως η αξιολόγηση της απόδοσης του σε σχέση με την εκπαιδευτική διαδικασία. Επομένως επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες που εμπλέκονται στην εκπαιδευτική πράξη αλλά και στη γενικότερη διάπλαση της προσωπικότητας του παιδιού. Η έρευνα των Salleh & Mendes (2009) που βασίστηκε στους πέντε παράγοντες προσωπικότητας υποστηρίζει ότι η προσωπικότητα επηρεάζει την συνεργασία και το τελικό αποτέλεσμα. Ο σχηματισμός ζεύγους με διαφορετικές απόψεις για την αυτοεκτίμηση και τη πειθαρχία είχε άσχημα αποτελέσματα. Οι Chararro et al. (2005) θεωρούν ότι είναι καλό οι μαθητές να ταιριάζουν στην προσωπικότητα, στις απόψεις τους, να έχουν κοινούς στόχους και ενδιαφέροντα.



### **4.3 Συχνή εναλλαγή ρόλων**

Η συχνή εναλλαγή των ρόλων είναι ένας αρκετά σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τον προγραμματισμό σε ζεύγη. Ένα ζεύγος για την καλύτερη και πιο αποδοτική συνεργασία αλλά κυρίως για την εξέλιξη των δεξιοτήτων πρέπει να εναλλάσσει τους ρόλους του «οδηγού» και του «πλοηγού» πολύ συχνά. Με αυτόν τον τρόπο και οι δύο εργάζονται και στις δύο θέσεις και αποκτούν και τις δυο δεξιότητες (Williams et al. 2002). Επίσης η συχνή αλλαγή των ρόλων βοηθάει στη ανταλλαγή εμπειρίας και γνώσης. Σε περίπτωση που δεν γίνονται συχνά αλλαγές στους ρόλους παρατηρείται στασιμότητα στην αλληλοδιδασκτική των δυο μαθητών και στην μετέπειτα εξέλιξη τους ως προς τις προγραμματιστικές τους δεξιότητες.

### **4.4 Αλληλοδιδασκτική**

Ο προγραμματισμός συχνά αναφέρεται ως ένα «μοναχικό ταξίδι», αλλά με τη εφαρμογή του προγραμματισμού σε ζεύγη μπορεί να γίνει μια έντονη κοινωνική εμπειρία. Η μάθηση και απόδοση των εκπαιδευόμενων γίνεται καλύτερη μέσα από τη συνεργασία (Porter et al. 2013). Ένα από τα μεγαλύτερα οφέλη στην εκπαίδευση στον προγραμματισμό σε ζεύγη είναι η αλληλοδιδασκτική και η μεταφορά γνώσης (knowledge transfer) (Plonka et al. 2015). Οι μαθητές συνεργάζονται για να επιτύχουν κοινούς στόχους με αποτέλεσμα την ανταλλαγή γνώσης, εμπειρίας και τρόπου σκέψης. Μέσα από την συνεργατική αυτή διαδικασία αλλάζουν ρόλους πλοηγού και οδηγού συνεχώς διαμοιράζοντας την γνώση (Van De Grift, 2004).

Από τις συζητήσεις με εκπαιδευτικούς φαίνεται ότι οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί, όταν δεν επιτρέπουν τους μαθητές να σχηματίζουν οι ίδιοι τα ζευγάρια, δημιουργούν ζευγάρια με μεγάλη διαφορά στο επίπεδο γνώσεων και δεξιοτήτων. Αυτό γίνεται για να καθοδηγεί και να διδάσκει αυτός με το καλύτερο επίπεδο τον άλλο. Συχνά όμως αυτό γίνεται προβληματικό γιατί αν δεν υπάρχουν και δεν τηρούνται κανόνες ο λιγότερο δυνατός παραιτείται και απλά πληκτρολογεί εντολές ή παρακολουθεί τον άλλο. Μπορεί να φτάνει μέχρι και να δέχεται προσβολές (άμεσες ή έμμεσες) που κάνουν την κατάσταση χειρότερη.

Οι παρατηρήσεις μας και οι συζητήσεις με τους μαθητές επιβεβαιώνουν τη βιβλιογραφία ως προς τους παράγοντες που επηρεάζουν το αποτέλεσμα. Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι διαφορετικά ζευγάρια έδιναν έμφαση σε διαφορετικούς παράγοντες που ήταν αυτοί που τους αφορούσαν.

## 5. Συμπεράσματα

Ο προγραμματισμός σε ζεύγη και η εφαρμογή του ήταν ο σκοπός για τον οποίο γράφτηκε αυτή η εργασία. Η βιβλιογραφία φαίνεται να τεκμηριώνει αυτά που παρατηρήθηκαν στα εργαστήρια πληροφορικής κατά την εβδομάδα κώδικα ενώ σε συζητήσεις με εκπαιδευτικούς διαπιστώθηκε ότι αυτά που εντοπίστηκαν κατά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση μπορούν να τους βοηθήσουν στη διδασκαλία του προγραμματισμού. Σε αρκετές περιπτώσεις ακολούθησαν σύντομες συζητήσεις με τα ζεύγη των μαθητών για να διευκρινιστούν κάποια ερωτήματα που υπήρχαν σχετικά με τις παρατηρήσεις. Η βιβλιογραφική διερεύνηση της μεθόδου έχει ως στόχο το να δώσει κατευθύνσεις στους εκπαιδευτικούς να αξιοποιήσουν την συγκεκριμένη μέθοδο κατά τη διδασκαλία μιας γλώσσας προγραμματισμού.

Ο προγραμματισμός σε ζεύγη δημιουργεί ένα ευνοϊκό περιβάλλον για προηγμένη και ενεργητική μάθηση. Οι μαθητές μέσα από την συνεργατική αυτή μέθοδο απογοητεύονται λιγότερο και δείχνουν περισσότερο ενδιαφέρον προς τον τομέα τη πληροφορικής (ειδικά οι γυναίκες μαθήτριες). Ενθαρρύνει την αλληλεπίδραση με τους συμμαθητές δημιουργώντας ένα υποστηρικτικό περιβάλλον. Ακόμη ενισχύει την ομαδική συνεργασία και προωθεί τις δεξιότητες επικοινωνίας που απαιτούνται και στην αγορά εργασίας. Δημιουργεί λοιπόν μία πολύ καλή βάση στους μαθητές που θα ασχοληθούν μετέπειτα με τον προγραμματισμό στην αγορά εργασίας.

Προτείνεται οι δυάδες να είναι παρόμοιων δεξιοτήτων, να εναλλάσσουν συχνά ρόλους και να ταιριάζουν ως προσωπικότητες. Θεωρούμε ότι ο προγραμματισμός σε ζεύγη έχει πολλά οφέλη στους μαθητές αφού πέρα από την διδασκαλία συγγραφής κώδικα τους εκπαιδεύει στη συνεργασία κάτι που αποτελεί σημαντικό εφόδιο για τη ζωή και αποτελεί σημαντική δεξιότητα στην μετέπειτα εργασία που θα ακολουθήσουν.

Στο μέλλον καλό θα ήταν να παρατηρηθούν και να καταγραφούν λεπτομέρειες από τη συνεργασία μαθητών που εργάζονται σε ζεύγη ώστε να καταγραφούν λεπτομέρειες των αλληλεπιδράσεων που λαμβάνουν χώρα κατά την εφαρμογή του προγραμματισμού σε ζεύγη.

## Αναφορές

Canfora, G., Cimitile, A., & Visaggio, C. A. (2003). Lessons learned about distributed pair programming: what are the knowledge needs to address?. In *Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises*, 2003. WET ICE 2003. Proceedings. Twelfth IEEE International Workshops on (pp. 314-319). IEEE.

- Chaparro, E. A., Yuksel, A., Romero, P., & Bryant, S. (2005, June). Factors affecting the perceived effectiveness of pair programming in higher education. In *Psychology of Programming Interest Group 17th Workshop* (pp. 5-18).
- Cliburn, D. C. (2003). Experiences with pair programming at a small college. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 19(1), 20-29.
- He, X., & Chen, Y. (2015). Analyzing the Efficiency of Pair Programming in Education. Bachelor of science thesis. Ανακτήθηκε στις 12 Σεπτεμβρίου 2016 από [https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/38591/1/gupea\\_2077\\_38591\\_1.pdf](https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/38591/1/gupea_2077_38591_1.pdf).
- Kavitha, R. K. & Irfan Ahmed, M. S. (2015). Knowledge sharing through pair programming in learning environments: An empirical study *Education and Information Technologies*, 20 (2), 319-333.
- McChesney, I. (2016). Three Years of Student Pair Programming: Action Research Insights and Outcomes. *Proceeding SIGCSE '16 Proceedings of the 47th ACM Technical Symposium on Computing Science Education* (pp. 84-89).
- McDowell, C., Werner, L., Bullock, H. E., & Fernald, J. (2006). Pair programming improves student retention, confidence, and program quality. *Communications of the ACM*, 49(8), 90-95.
- Nagappan, N., Williams, L., Ferzli, M., Wiebe, E., Yang, K., Miller, C., & Balik, S. (2003). Improving the CS1 experience with pair programming. In *ACM SIGCSE Bulletin*, 35(1), 359-362. ACM
- Plonka, L., Sharp, H., van der Linden, J. & Dittrich, Y. (2015). Knowledge transfer in pair programming: An in-depth analysis. *International Journal of Human-Computer Studies*, 73, 66-78.
- Porter, L., Guzdial, M., McDowell, C. & Simon, B. (2013). Success in Introductory Programming: What Works? *Communications of the ACM*, 56(8): 34-36.
- Salleh, N., Mendes, E., Grundy, J., & Burch, G. S. J. (2009, October). An empirical study of the effects of personality in pair programming using the five-factor model. In *Proceedings of the 2009 3rd international symposium on empirical software engineering and measurement* (pp. 214-225). IEEE Computer Society.
- Shakya, J., Menon, S., Doherty, L., Jordanov, M., & Kumar, V. S. (2005). Recognizing opportunities for mixed-initiative interactions based on the principles of self-regulated learning. In *Workshop on Mixed-initiative interactions for Problemsolving*. Arlington, VA, AAAI Fall Symposia.
- Van De Grift, T. (2004, March). Coupling pair programming and writing: learning about students' perceptions and processes. In *ACM SIGCSE Bulletin* (Vol. 36, No. 1, pp. 2-6). ACM.

- Werner, L. L., Hanks, B., & McDowell, C. (2004). Pair-programming helps female computer science students. *Journal on Educational Resources in Computing (JERIC)*, 4(1).
- Werner, L., Hanks, B., & McDowell, C. (2006). Pair Programming and Gender. *Encyclopedia of Gender & Information Technology*, 957-962
- Williams, L. (2003). *Pair Programming Illuminated*. Addison-Wesley.
- Williams, L. (2006). Pair Programming. Ανακτήθηκε στις 20 Ιανουαρίου 2016 από <http://collaboration.csc.ncsu.edu/laurie/pair.html>.
- Williams, L. (2010). Pair Programming. *Encyclopedia of Software Engineering*
- Williams, L., & Upchurch, R. L. (2001, February). In support of student pair-programming. In *ACM SIGCSE Bulletin* (Vol. 33, No. 1, pp. 327-331). ACM
- Williams, L., McDowell, C., Nagappan, N., Fernald, J., & Werner, L. (2003). Building pair programming knowledge through a family of experiments. In *Empirical Software Engineering, 2003. ISESE 2003. Proceedings. 2003 International Symposium on* (pp. 143-152). IEEE
- Williams, L., Wiebe, E., Yang, K., Ferzli, M., & Miller, C. (2002). In support of pair programming in the introductory computer science course. *Computer Science Education*, 12(3), 197-212.
- Σιάμπου, Φ. (2011). *Συνεργατικά υπολογιστικά περιβάλλοντα: μελέτη της αλληλεπίδρασης και της διαδικασίας μοντελοποίησης μαθηματικού προβλήματος* (Doctoral dissertation)

### Abstract

Recently pair coding is a new trend in training students to code and the results are very good. This essay offers the guidelines of how to use it and states the benefits. Simply pairing students does not function effectively. We aim to inform computer science teachers of the rules that apply in order to utilize it as a method. Recent bibliography is presented to support our findings. Finally, we have also tried the set of rules and guidelines with a class of students and our preliminary results are excellent.

**Keywords:** pair coding, team work, peer teaching