

# Τεχνολογικά υποστηριζόμενη Τεχνική Εκπαίδευση με τη μέθοδο Project. Χρήση των Lego Mindstorms στη διδασκαλία του προγραμματισμού.

Ιωάννης Μπάκας<sup>1</sup>, Δημήτριος Γ Σάμπων<sup>2</sup>

[john.bacas@gmail.com](mailto:john.bacas@gmail.com), [sampson@unipi.gr](mailto:sampson@unipi.gr)

<sup>1</sup> Εκπαιδευτικός ΠΕ17.04, 1<sup>ο</sup> ΕΠΑΛ Αγ. Δημητρίου, ΜΔΕ Διδακτική της Τεχνολογίας & Ψηφιακά Συστήματα, Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων, Πανεπιστήμιο Πειραιώς

<sup>2</sup> Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων Πανεπιστήμιο Πειραιώς

## Περίληψη

Η παρούσα εργασία στοχεύει να συνεισφέρει στη διερεύνηση του κατά πόσο η χρήση της ρομποτικής μπορεί να συμβάλλει θετικά στην κατάκτηση μέρους των διδακτικών στόχων του μαθήματος «Στοιχεία Προγραμματισμού σε γραφικό περιβάλλον» της Γ' τάξης ΕΠΑΛ του τομέα της Πληροφορικής και στην αύξηση της μαθητικής εμπλοκής στο μάθημα του προγραμματισμού στα Επαγγελματικά Λύκεια. Η βασισμένη στη μέθοδο Project εκπαιδευτική δραστηριότητα πραγματοποιήθηκε στο 1ο ΕΠΑΛ Αγ. Δημητρίου, και σ' αυτήν συμμετείχαν οι μαθητές της Γ' τάξης του τομέα της Πληροφορικής. Στο διδακτικό σενάριο «Οχήματα Αυτόματης Πλοήγησης» οι μαθητές καλούνταν να κατασκευάσουν ένα ρομπότ το οποίο να μπορεί αυτόματα να ακολουθήσει μια συγκεκριμένη διαδρομή, να ανιχνεύει εμπόδια, να δέχεται εντολές από τον χρήστη και να παράγει οπτικά ή ηχητικά σήματα προειδοποίησης.

**Λέξεις κλειδιά:** Διδασκαλία προγραμματισμού, Ρομποτική, Lego Mindstorms, Εμπλοκή

## Εισαγωγή

Ο προγραμματισμός Η/Υ αποτελεί μια γνωστική λειτουργία που συμβάλλει στην ανάπτυξη δομημένης σκέψης και δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων. Η διδασκαλία του όμως παρουσιάζει αρκετές προκλήσεις αφού έχει αποδειχθεί ότι η πλειονότητα των εκπαιδευτικών και μαθητών θεωρούν τον προγραμματισμό μια επίπονη και δύσκολη διαδικασία. Πέρα από τις εγγενείς δυσκολίες της προγραμματιστικής δραστηριότητας, η μεθοδολογική προσέγγιση της διδασκαλίας του προγραμματισμού προσθέτει επιπλέον προβλήματα αφού τα περιβάλλοντα που χρησιμοποιούνται (πχ Pascal, Visual Basic) δεν δημιουργούν τις κατάλληλες προϋποθέσεις για την εισαγωγή αρχαρίων στον Προγραμματισμό (Sartatzemi et al, 2005). Τα τελευταία χρόνια η εκμάθηση του προγραμματισμού δίνει μεγαλύτερη βαρύτητα στην μεθοδολογία επίλυσης προβλημάτων και στην εκμάθηση των βασικών δομών προγραμματισμού και λιγότερο στην εκμάθηση μιας συγκεκριμένης γλώσσας προγραμματισμού (Ξυνόγαλος κα 2000).

Πέρα από τα ειδικότερα προβλήματα της διδακτικής του προγραμματισμού ένα άλλο πρόβλημα με το οποίο ασχολείται η εκπαιδευτική κοινότητα τα τελευταία χρόνια είναι η μαθητική εμπλοκή στο περιβάλλον του σχολείου. Ο όρος «εμπλοκή» αναφέρεται ουσιαστικά στην σχέση των μαθητών με το γενικότερο περιβάλλον του σχολείου δηλαδή «...το μάθημα, τα γνωστικά αντικείμενα που διδάσκονται, τους συμμαθητές και καθηγητές, τους κανόνες, το πρόγραμμα, τις διδακτικές μεθόδους, τις επαγγελματικές προοπτικές κ.α.» (Yazzie-Mintz, 2009) Οι έρευνες που γίνονται τα τελευταία χρόνια εστιάζουν τόσο στο γενικότερο φαινόμενο της εγκατάλειψης του σχολείου από μεγάλη μερίδα μαθητών (Yazzie-Mintz, 2009), όσο και στην απροθυμία των μαθητών να συνεχίσουν τις σπουδές τους στον τομέα των Επιστημών, των

Μαθηματικών της Εφαρμοσμένης Μηχανικής και της Πληροφορικής (STEM) (Whitman L, Witherspoon T, 2003).

Η ρομποτική ως εργαλείο εκμάθησης του προγραμματισμού ξεκίνησε ως μια εναλλακτική προσέγγιση που χρησιμοποιήθηκε για να λύσει κάποια από τα προβλήματα της παραδοσιακής διδακτικής του προγραμματισμού. Η παιγνιώδης διάσταση, αλλά και οι δυνατότητες που παρουσιάζουν τα σύγχρονα εργαλεία ρομποτικής τα κατέδειξαν ως ένα σημαντικό βοήθημα για την αύξηση της εμπλοκής των μαθητών (Kumar et al, 2008) και την καλλιέργεια σημαντικών δεξιοτήτων, με κυριότερη την δεξιότητα επίλυσης αυθεντικών προβλημάτων (Mauch, 2001).

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να διερευνήσει κατά πόσο η χρήση της ρομποτικής μπορεί να συμβάλλει θετικά στην ανάπτυξη προγραμματιστικών ικανοτήτων και στην αύξηση της μαθητικής εμπλοκής στο μάθημα του προγραμματισμού στα Επαγγελματικά Λύκεια.

### Θεωρητικό Υπόβαθρο

Οι βασικές αρχές, πάνω στις οποίες θεμελιώθηκε η επιλογή της διδακτικής προσέγγισης (μέθοδος Project) αλλά και η χρήση του τεχνολογικού εργαλείου (Lego Mindstorms), απορρέουν από την θεωρία του εποικοδομητισμού (constructivism), του κατασκευαστικού εποικοδομητισμού και της μάθησης με σχέδια εργασιών (Project Based Learning). Η γενική ιδέα του εποικοδομητισμού επικεντρώνεται στην ιδέα ότι η γνώση δομείται, ότι δηλαδή οι άνθρωποι «χτίζουν» νέα γνώση πάνω στα θεμέλια της προηγούμενης γνώσης. Στη μέθοδο Project, ο απώτερος σκοπός είναι η κατασκευή ενός «προϊόντος». Ο μαθητής, για να καταλήξει εκεί, ακολουθεί μια «αυθεντική», ομαδοσυνεργατική και ερευνητική διαδικασία. Ο κύκλος του σχεδιασμού-κατασκευής-ελέγχου προσφέρει ένα περιβάλλον μέσα στο οποίο ο μαθητής αλληλεπιδρώντας με την κατασκευή του ή τις κατασκευές των άλλων οδηγείται στο χτίσιμο της νέας γνώσης. Τα Lego Mindstorms αποτελούν το εργαλείο που χρησιμοποιούν οι μαθητές για την κατασκευή ενός αυτοκινούμενου οχήματος ρομπότ, αλλά και την «κατασκευή» του προγράμματος που θα οδηγήσει το ρομπότ στην αναμενόμενη συμπεριφορά. Ιδιαίτερα μέσα από τη δημιουργία του προγράμματος, οι μαθητές διαπραγματεύονται τις βασικές προγραμματιστικές έννοιες, όπως της «δομής επιλογής» και της «δομής επανάληψης». Ο έλεγχος της ορθότητας του προγράμματος γίνεται μέσα από την παρατήρηση της συμπεριφοράς του ρομπότ.

### Ερευνητικά Ερωτήματα

Σύμφωνα με το Α.Π.Σ των ΕΠΑΛ, προβλέπεται η διδασκαλία του προγραμματισμού υπολογιστών στην Γ' Τάξη των ειδικοτήτων Πληροφορικής και Ηλεκτρονικής. Ο γενικός σκοπός του μαθήματος είναι: να αποκτήσει ο μαθητής ικανότητες μεθοδολογικού χαρακτήρα, να μπορεί να επιλύει απλά προβλήματα και να αναπτύσσει απλές εφαρμογές σε προγραμματιστικό περιβάλλον. Μερικοί από τους ειδικούς διδακτικούς στόχους του μαθήματος είναι ο μαθητής να έχει την ικανότητα να:

- Μπορεί να διατυπώνει αλγοριθμικά τη διαδικασία επίλυσης του προβλήματος
- Υλοποιεί τον αλγόριθμο με χρήση μιας γλώσσας προγραμματισμού
- Έχει ευχέρεια στη χρήση δομών ελέγχου της ροής του προγράμματος
- Κάνει έλεγχο και εκροαλιμάτωση του προγράμματος

Το ερώτημα που προκύπτει είναι αν τα LEGO Mindstorms μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επίτευξη γενικών και ειδικών στόχων του μαθήματος «Στοιχεία Προγραμματισμού σε γραφικό περιβάλλον» όπως αυτοί περιγράφονται στο ΑΠΣ. Στην Ελληνική

τεχνική εκπαίδευση για την επίτευξη των στόχων αυτών χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό η γλώσσα Visual Basic. Η ανάπτυξη των προγραμμάτων γίνεται σε ένα επαγγελματικό περιβάλλον και τα προβλήματα που καλούνται να λύσουν οι μαθητές είναι προβλήματα επεξεργασίας αριθμών και συμβόλων. Μελέτες έχουν δείξει ότι ο συγκεκριμένος τρόπος διδασκαλίας δημιουργεί έναν ανασταλτικό παράγοντα στην εκμάθηση του προγραμματισμού (Sartatzemi et al 2005). Η βιβλιογραφική επισκόπηση έδειξε επίσης ότι σε πολλές περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκαν τα LEGO Mindstorms για την ενίσχυση της κινητοποίησης και εμπλοκής των μαθητών (Mc Grath et al 2008, Kumar et al 2008, Mc Whorter & O'Connor, 2009, Gold, 2010) σε διάφορα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, όπως σχολεία Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, κολλέγια και πανεπιστήμια.

Βάση των παραπάνω προκύπτουν τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

**Ε.Ε.1:** Μπορούν τα LEGO Mindstorms να χρησιμοποιηθούν για την επίτευξη του γενικού σκοπού του μαθήματος «Στοιχεία Προγραμματισμού σε γραφικό περιβάλλον» που είναι η ανάπτυξη ικανοτήτων μεθοδολογικού χαρακτήρα και η επίλυση απλών προβλημάτων σε προγραμματιστικό περιβάλλον;

**Ε.Ε.2:** Μπορεί η ενασχόληση των μαθητών με το προγραμματιστικό περιβάλλον των LEGO Mindstorms να τους βοηθήσει να μεταφέρουν γνώσεις προγραμματιστικών δομών σε ένα επαγγελματικό περιβάλλον προγραμματισμού όπως αυτό της Visual Basic;

**Ε.Ε.3:** Μπορεί η ενασχόληση των μαθητών με τα LEGO Mindstorms να ενισχύσει την εμπλοκή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία του προγραμματισμού;

## Μεθοδολογία

Για την υλοποίηση της μελέτης πραγματοποιήθηκε πείραμα πεδίου σε συνδυασμό με μεθοδολογικά στοιχεία ποιοτικού τύπου. Για το πείραμα πεδίου συγκροτήθηκαν μια ομάδα ελέγχου την οποία αποτελούσαν 10 μαθητές και μια πειραματική ομάδα που αποτελούνταν από 9 μαθητές. Οι μαθητές της πειραματικής ομάδας χωρίστηκαν σε 3 ομάδες των 3 ατόμων για τις ανάγκες υλοποίησης του εκπαιδευτικού σεναρίου. Όλοι οι μαθητές και των δυο ομάδων ήταν αγόρια ηλικίας 17-19 ετών, μαθητές του 1ου ΕΠΑΛ Αγ. Δημητρίου του τομέα της Πληροφορικής, Γ' τάξη. Οι μαθητές της ομάδας ελέγχου διδάχθηκαν το μάθημα με τον παραδοσιακό τρόπο, δηλαδή με χρήση του προγραμματιστικού περιβάλλοντος της Visual Basic, ενώ οι μαθητές της πειραματικής ομάδας συμμετείχαν παράλληλα με τον παραδοσιακό τρόπο και σε ένα project ρομποτικής το οποίο διήρκεσε 13 διδακτικές ώρες, από τα τέλη Νοεμβρίου έως τις αρχές Δεκεμβρίου του 2010. Οι μαθητές που συμμετείχαν στο project δεν είχαν καμία εμπειρία από τη χρήση των Lego Mindstorms ή άλλου εργαλείου ρομποτικής. Το έργο που ανατέθηκε στους μαθητές είχε σκοπό την κατασκευή ενός οχήματος αυτόματης πλοήγησης. Οι μαθητές έπρεπε να επιλέξουν αισθητήρες για ένα προκατασκευασμένο όχημα και να δώσουν προγραμματιστικές λύσεις σε θέματα κίνησης του οχήματος (ταχύτητα κίνησης, ακολουθία συγκεκριμένης διαδρομής) σε θέματα ασφάλειας (αποφυγή συγκρούσεων, εμποδίων) και θέματα συμπεριφοράς (στάση σε σταθμούς εργασίας, ανακοίνωση άφιξης, εντολές από το χρήστη).

Το προγραμματιστικό περιβάλλον που χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του project ήταν το γραφικό περιβάλλον NXT-G. Η επιλογή αυτή έγινε για δυο λόγους: ο πρώτος λόγος είναι ότι οι μαθητές ήταν αρχάριοι στη VB και κατ' επέκταση θα ήταν πολύ δύσκολο για αυτούς να ασχοληθούν με ένα περιβάλλον προγραμματισμού σχετικό με VB. Ο δεύτερος λόγος είναι ότι παρότι το περιβάλλον NXT-G δεν προϋποθέτει την συγγραφή κώδικα, παρόλαυτά βοηθάει τους μαθητές να καταλάβουν έννοιες και παραμέτρους που σχετίζονται με τις δομές επιλογής και επανάληψης (πχ ότι σε μια δομή επιλογής υπάρχει μια συνθήκη ή ότι σε μια δομή επανάληψης μπορεί να οριστεί ο αριθμός των επαναλήψεων). Επίσης θεωρήθηκε ότι

μια πιθανή αύξηση στην εμπλοκή των μαθητών από τη χρήση της ρομποτικής ενδεχομένως να τους βοηθούσε να δείξουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον στην εκμάθηση της VB.

Για να απαντηθεί το 1ο ερευνητικό ερώτημα πραγματοποιήθηκε ποιοτική έρευνα που βασίστηκε στην παρατήρηση, την άτυπη συνομιλία με τους μαθητές καθώς και γραπτό υλικό. Δύο ήταν τα βασικά σημεία στα οποία δόθηκε ιδιαίτερη σημασία: η μεθοδολογία εργασίας των μαθητών (ανάλυση προβλήματος, ανάπτυξη αλγόριθμου, συγγραφή προγράμματος, έλεγχος προγράμματος) και το ποσοστό ολοκλήρωσης του project. Για το 2ο και 3ο ερευνητικό ερώτημα έγινε ποσοτική έρευνα με χρήση ερωτηματολογίου και διαγνωστικού τεστ. Συγκεκριμένα για την απάντηση του 2ου ερευνητικού ερωτήματος έγινε γραπτή δοκιμασία (post-test) και στις δύο ομάδες, στις έννοιες της «δομής επιλογής» και «δομής επανάληψης» μετά την διεξαγωγή της παρέμβασης με το project ρομποτικής. Όσον αφορά το 3ο ερευνητικό ερώτημα το ερευνητικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένα ερωτηματολόγιο μέτρησης της εμπλοκής. Το ερωτηματολόγιο δόθηκε και στις δυο ομάδες πριν (αρχές Νοεμβρίου) και μετά (τέλη Δεκεμβρίου) την διδακτική παρέμβαση.

### Ερευνητικά Εργαλεία

Για την μέτρηση της εμπλοκής στην προγραμματιστική δραστηριότητα δημιουργήθηκε ερωτηματολόγιο 5-βάθμιας κλίμακας Likert, σύμφωνα με τις οδηγίες από την Ruhe V. (2006). Μετά από μελέτη άλλων ερωτηματολογίων (Kong et al, 2003; Finlay, 2006; Glynn & Koballa, 2006) και αποσαφήνιση των παραγόντων που σχετίζονται με την εμπλοκή (Finn, 1989, 1993; Connell, 1990) έγινε η παρακάτω κατηγοριοποίηση (πίνακας 1):

**Πίνακας 1. Διαστάσεις της Εμπλοκής και παράγοντες που σχετίζονται με αυτές**

| Γνωστική εμπλοκή                 | Συμπεριφοριστική εμπλοκή            | Συναισθηματική εμπλοκή                   |
|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|
| Πνευματική προσπάθεια            | Χρόνος που αφιερώνεται στην εργασία | Ενδιαφέρον                               |
| Κατανόηση                        | Επιμονή                             | Περίεργεια                               |
| Ευελξία στην επίλυση προβλημάτων | Υποβολή ερωτήσεων                   | Προσανατολισμός στην επίτευξη του στόχου |
| Απομνημόνευση                    |                                     | Ενθουσιασμός                             |
| Σύνδεση της νέας γνώσης με παλιά | Αφηρημάδα                           | Άγχος                                    |
| Επιθυμία για περαιτέρω γνώση     |                                     | Βαρεμάρα                                 |

**Πίνακας 2. Δείκτης αξιοπιστίας (Cronbach α) ερωτηματολογίου εμπλοκής και των επιμέρους διαστάσεων της**

| Ερωτηματολόγιο                                 | Δείκτης Cronbach alpha | Αριθμός ερωτήσεων |
|------------------------------------------------|------------------------|-------------------|
| Ερωτήσεις εμπλοκής συνολικά (Q1 - Q17)         | 0,830                  | 17                |
| Συναισθηματική εμπλοκή Q1,Q2,Q6,Q9,Q13,Q15,Q17 | 0,759                  | 7                 |
| Συμπεριφοριστική εμπλοκή Q3,Q7,Q8,Q12          | 0,713                  | 4                 |
| Γνωστική εμπλοκή Q4,Q5,Q10,Q11,Q14,Q16         | 0,635                  | 6                 |

Για κάθε ένα παράγοντα δημιουργήθηκε και μια πρωτότυπη ερώτηση. Έτσι το ερωτηματολόγιο αποτελούνταν από 17 ερωτήσεις (βλ. παράρτημα).

Για την μέτρηση της αξιοπιστίας και εσωτερικής συνέπειας του ερωτηματολογίου μετρήθηκε ο δείκτης  $\alpha$  του Cronbach χρησιμοποιώντας το λογισμικό SPSS ver.19. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

## Αποτελέσματα

Για το **1ο Ερευνητικό Ερώτημα** τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σε ένα ποσοστό αυτό επιβεβαιώνεται, δηλαδή οι μαθητές φάνηκε ότι ανέπτυξαν κάποιες ικανότητες μεθοδολογικού χαρακτήρα και κατάφεραν να λύσουν ένα απλό πρόβλημα σε προγραμματιστικό περιβάλλον. Από τις 3 ομάδες που συμμετείχαν στο project οι 2 ολοκλήρωσαν επιτυχώς τόσο το κατασκευαστικό όσο και προγραμματιστικό μέρος. Μόνο η μια ομάδα κατασκεύασε ένα λειτουργικά ικανό ρομπότ το οποίο όμως δεν υλοποίησε την αναμενόμενη συμπεριφορά λόγω προγραμματιστικών ατελειών.

Σε σχέση με την μεθοδολογία εργασίας και οι 3 ομάδες δεν φάνηκε να δυσκολεύονται στην ανάλυση του προβλήματος αφού οι μαθητές κατέγραψαν τις λειτουργίες του ρομπότ και την χρήση του κατάλληλου αισθητήρα: Χρησιμοποίησαν αισθητήρα φωτός για την ακολουθία γραμμής στο πάτωμα και περιέγραψαν με ποιο τρόπο το ρομπότ θα την ακολουθήσει, χρησιμοποίησαν αισθητήρα απόστασης για την ανίχνευση εμποδίων και φωτεινή ένδειξη ή ήχο κινδύνου και τέλος επέλεξαν αισθητήρα αφής για να δέχεται εντολές από τον χρήστη ή να ανιχνεύει σταθμούς άφιξης με κατάλληλα ηχητικά σήματα. Ενώ όλες οι ομάδες έλυσαν προγραμματιστικά τα επί μέρους προβλήματα η 3<sup>η</sup> ομάδα δεν κατάφερε να τα συνδυάσει σε ένα ενιαίο πρόγραμμα. Όσον αφορά την διατύπωση ενός αλγόριθμου φάνηκε να υπάρχει δυσκολία, αφού οι μαθητές απέφυγαν να καταγράψουν έναν αλγόριθμο και προχώρησαν κατευθείαν στην δημιουργία του προγράμματος. Οι μαθητές έγραψαν το πρόγραμμα στον υπολογιστή και έλεγχαν την ορθότητά του παρατηρώντας τη συμπεριφορά του ρομπότ. Αν το ρομπότ δεν είχε την αναμενόμενη συμπεριφορά οι μαθητές επέστρεφαν στον υπολογιστή και προσπαθούσαν να βρουν σε ποιο σημείο του προγράμματος βρίσκονταν το λάθος, οπότε και έκαναν τις απαραίτητες μετατροπές. Αυτό το κομμάτι της εργασίας ήταν αυτό στο οποίο οι ομάδες αφιέρωσαν τον περισσότερο χρόνο.

Για να απαντηθεί το **2ο Ερευνητικό Ερώτημα** οι μαθητές και των 2 ομάδων (ελέγχου, πειραματικής) διαγωνίστηκαν σε ένα τεστ αξιολόγησης. Σκοπός του τεστ ήταν να μετρήσει την επίδοση των μαθητών σε σχέση με το επίπεδο κατανόησης των «δομών επιλογής» και των «δομών επανάληψης» στη Visual Basic. Για να εξασφαλιστεί όσο το δυνατόν περισσότερο η ισοδυναμία των 2 ομάδων οι μαθητές χωρίστηκαν με βάση τη βαθμολογία που είχαν στα μαθήματα της Πληροφορικής στη Β' τάξη. Οι μαθητές αρχικά χωρίστηκαν σε 3 γκρουπ (μεγάλη, μεσαία, μικρή βαθμολογία) και στη συνέχεια μοιράστηκαν στις 2 ομάδες έτσι ώστε κάθε ομάδα να έχει το ίδιο αριθμό μαθητών από κάθε γκρουπ. Το τεστ αξιολόγησης πραγματοποιήθηκε αφού οι μαθητές των δυο ομάδων διδάχθηκαν τις έννοιες αυτές με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας και ενώ η πειραματική ομάδα είχε ολοκληρώσει το project ρομποτικής. Αξίζει να σημειωθεί ότι όταν η πειραματική ομάδα ασχολούταν με το project ρομποτικής, η ομάδα ελέγχου έκανε μάθημα με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας λύνοντας επιπλέον ασκήσεις στη VB. Έτσι και οι 2 ομάδες είχαν συνολικά τις ίδιες ώρες διδασκαλίας. Η βαθμολόγηση του τεστ έγινε στην κλίμακα 0-20.

Για την σύγκριση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε t-test ανεξάρτητων δειγμάτων. Αρχικά έγινε έλεγχος της κανονικότητας της κατανομής των τιμών της μεταβλητής (μεταβλητή είναι στην περίπτωση μας η βαθμολογία των μαθητών) πραγματοποιώντας το τεστ Shapiro-Wilk. Τα αποτελέσματα του τεστ (.539 για την ομάδα ελέγχου και .588 για την πειραματική ομάδα) δείχνουν ότι και στις 2 περιπτώσεις ισχύει η κανονικότητα. Η μηδενική ερευνητική υπόθεση που διατυπώνεται προς έλεγχο είναι:

**H0:** Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην κατάκτηση των εννοιών της δομής επιλογής και της δομής επανάληψης ανάμεσα στην πειραματική ομάδα και την ομάδα ελέγχου.

Για την ομάδα ελέγχου ο μέσος όρος της βαθμολογίας ήταν 9.1 ( $SD=5.13$ ) ενώ για την πειραματική ομάδα ο μέσος όρος ήταν 10.33 ( $SD=6.1$ ). Το αποτέλεσμα  $t(17)=.638$ ,  $p=.05$ , οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η μηδενική υπόθεση ισχύει και άρα δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στους μέσους όρους των αποτελεσμάτων των δυο ομάδων. Αυτό σημαίνει ότι το 2ο Ε.Ε στατιστικά δεν επιβεβαιώνεται, δηλ το project ρομποτικής δεν βοήθησε τους μαθητές να μεταφέρουν γνώσεις προγραμματιστικών δομών στο περιβάλλον της Visual Basic.

Για το **3ο Ερευνητικό Ερώτημα** έπρεπε να γίνει σύγκριση των 2 ομάδων (πειραματικής, ελέγχου) πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση. Αρχικά έπρεπε να ελεγχθεί αν οι δυο ομάδες ήταν ισοδύναμες πριν την διδακτική παρέμβαση. Για τον σκοπό αυτό διενεργήθηκε το Mann-Whitney U test. Οι ερευνητικές υποθέσεις που πρέπει να ελεγχθούν φαίνονται παρακάτω:

**H0(1,2,3,4):** Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα Συναισθηματικής (1), Συμπεριφοριστικής (2), Γνωστικής (3), Συνολικής (4) εμπλοκής ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα πριν την διδακτική παρέμβαση. Τα αποτελέσματα του τεστ Mann-Whitney έδειξαν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα συναισθηματικής,  $U(17)=36.5$ ,  $p=.484$ , συμπεριφοριστικής  $U(17)=35$ ,  $p=.412$ , γνωστικής,  $U(17)=44.5$ ,  $p=.967$  και συνολικής εμπλοκής,  $U(17)=38.5$ ,  $p=.595$  ανάμεσα στις δυο ομάδες πριν την παρέμβαση.

Στην συνέχεια ελέγχθηκε η ισοδυναμία των ομάδων μετά την διδακτική παρέμβαση με τον ίδιο τρόπο. Οι ερευνητικές υποθέσεις που πρέπει να ελεγχθούν φαίνονται παρακάτω:

**H0(1,2,3,4):** Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα Συναισθηματικής (1), Συμπεριφοριστικής (2), Γνωστικής (3), Συνολικής (4) εμπλοκής ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα μετά την διδακτική παρέμβαση. Τα αποτελέσματα του τεστ Mann-Whitney έδειξαν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα συναισθηματικής,  $U(17)=36$ ,  $p=.454$ , συμπεριφοριστικής  $U(17)=39$ ,  $p=.615$ , γνωστικής,  $U(17)=31.5$ ,  $p=.268$  και συνολικής εμπλοκής,  $U(17)=39$ ,  $p=.624$  ανάμεσα στις δυο ομάδες μετά την παρέμβαση. Το ότι οι δυο ομάδες είναι ισοδύναμες στα επίπεδα εμπλοκής πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση δεν σημαίνει ότι δεν υπήρχε μεταβολή της εμπλοκής αφού είναι πιθανό η εμπλοκή να αυξήθηκε ή να μειώθηκε και στις δυο ομάδες Έτσι στη συνέχεια ελέγχθηκε αν υπάρχουν διαφορές στο βαθμό εμπλοκής της ομάδας ελέγχου πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση. Το ίδιο έγινε και για την πειραματική ομάδα. Και για τις δυο περιπτώσεις έγινε το τεστ Wilcoxon. Οι ερευνητικές υποθέσεις φαίνονται παρακάτω:

**H0(1,2,3,4):** Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα συναισθηματικής (1), συμπεριφοριστικής (2), γνωστικής (3) και συνολικής (4) εμπλοκής στην ομάδα ελέγχου πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας του μαθήματος.

**H0(1,2,3,4):** Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα συναισθηματικής (1), συμπεριφοριστικής (2), γνωστικής (3) και συνολικής (4) εμπλοκής στην πειραματική ομάδα πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας του μαθήματος και το project ρομποτικής.

Τα αποτελέσματα του τεστ Wilcoxon για την ομάδα ελέγχου έδειξαν ότι με εξαίρεση τον παράγοντα της γνωστικής εμπλοκής για τον οποίο η αύξηση που παρατηρήθηκε μετά την παρέμβαση ήταν στατιστικά σημαντική,  $T(7)=0$ ,  $p=.017$ , η διαφορά δεν ήταν στατιστικά σημαντική για την συναισθηματική εμπλοκή,  $T(7)=10.5$ ,  $p=.552$ , για την συμπεριφοριστική

εμπλοκή,  $T(9)=14.5$ ,  $p=.337$ , και την συνολική εμπλοκή,  $T(9)=10$ ,  $p=.139$ , πριν και μετά την παρέμβαση. Για την πειραματική ομάδα, τα αποτελέσματα του τεστ Wilcoxon έδειξαν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα συναισθηματικής,  $T(8)=8.5$ ,  $p=.182$ , συμπεριφοριστικής,  $T(7)=13.5$ ,  $p=.931$ , γνωστικής,  $T(7)=13.5$ ,  $p=.932$ , και συνολικής εμπλοκής,  $T(9)=16$ ,  $p=.441$ , πριν και μετά την παρέμβαση.

Έτσι λοιπόν το 3ο Ε.Ε στατιστικά δεν επιβεβαιώνεται, δηλ η ενασχόληση των μαθητών με το project ρομποτικής δεν ενίσχυσε την εμπλοκή (και τους επί μέρους παράγοντες της) των μαθητών στο μάθημα του προγραμματισμού. Η πειραματική ομάδα, μετά το project ρομποτικής, απάντησε και σε μερικές ερωτήσεις ανοικτού τύπου και πολλαπλής επιλογής. Οι απαντήσεις των μαθητών έδειξαν ότι υπήρξαν στοιχεία ευχαρίστησης και αύξησης του ενδιαφέροντος των μαθητών για το μάθημα. Τα αποτελέσματα αυτής της ποιοτικής έρευνας θα παρουσιαστούν σε μελλοντικό άρθρο.

## Συμπεράσματα

Το 1ο ερευνητικό ερώτημα επιβεβαιώνεται μερικώς. Οι 2 από τις 3 ομάδες κατάφεραν να ολοκληρώσουν προγραμματιστικά το project ενώ φάνηκε να υπάρχει κάποια δυσκολία στην διατύπωση αλγόριθμων σε όλες τις ομάδες. Είναι χαρακτηριστικό ότι και στις 3 ομάδες οι μαθητές δυσκολεύτηκαν να διατυπώσουν έναν αλγόριθμο που να λύνει το πρόβλημα και προτίμησαν να ξεκινήσουν τη συγγραφή του προγράμματος αφιερώνοντας τον περισσότερο χρόνο στη διαδικασία της δοκιμής και λάθους. Οι μαθητές φάνηκε ότι δεν είχαν κατανοήσει πλήρως τις λειτουργίες όλων των προγραμματιστικών block και έδειξαν ότι χρειάζονταν περισσότερο χρόνο για να εξοικειωθούν με αυτές. Από την άλλη πλευρά, οι μαθητές δεν δυσκολεύτηκαν με την χρήση των αισθητήρων και τους χρησιμοποίησαν με αποτελεσματικό τρόπο για την επίτευξη της επιθυμητής συμπεριφοράς από το ρομπότ.

Το 2ο ερευνητικό ερώτημα φαίνεται ότι δεν επιβεβαιώνεται αφού οι δυο ομάδες δεν είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά στο μέσο όρο των βαθμών του τεστ αξιολόγησης. Έτσι λοιπόν δεν φάνηκε να ευνοείται η πειραματική ομάδα από την ενασχόληση με το project ρομποτικής στην δυνατότητα χρήσης των δομών επιλογής και επανάληψης στη Visual Basic. Μια πιθανή εξήγηση είναι ότι το προγραμματιστικό περιβάλλον των Lego Mindstorms είναι γραφικό και δεν απαιτείται η συγγραφή κώδικα. Οι λειτουργίες των δομών αυτών γίνεται μέσα από την εκχώρηση τιμών σε ειδικά πεδία και την επιλογή τιμών από πτυσσόμενα μενού. Αυτός ο τρόπος προγραμματισμού δεν φαίνεται να ευνοεί την εκμάθηση του συντακτικού της VB.

Το 3ο ερευνητικό ερώτημα επίσης δεν φαίνεται να επιβεβαιώνεται συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων. Αν και όλοι οι μαθητές της πειραματικής ομάδας έδειξαν ένα υπέρμετρο ενδιαφέρον στην ενασχόλησή τους με το project, αυτό δεν φάνηκε να επηρεάζει την εμπλοκή τους στην προγραμματιστική διαδικασία. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην μικρή διάρκεια του project, κάτι που ενδεχομένως να στεναχώρησε τους μαθητές που δεν είχαν την δυνατότητα να ασχοληθούν περισσότερο με αυτό. Επίσης είναι πιθανόν, παρόλη τη παιγνιώδη διάσταση της ρομποτικής, οι δυσκολίες που αντιμετώπισαν οι μαθητές να τους επηρέασαν αρνητικά και έτσι να μην αυξήθηκε το ενδιαφέρον τους για τον προγραμματισμό. Πάντως είναι θετικό το γεγονός ότι όλοι οι μαθητές, έδειξαν ιδιαίτερη επιμονή στην δημιουργία του προγράμματος παρόλες τις δυσκολίες.

## Αναφορές

Connell, J. (1990). Context, self, and action: A motivational analysis of self-system processes across the life-span. In D. Cicchetti & M. Beeghly (Eds.), *The self in transition: From infancy to childhood* (pp. 61 - 67). Chicago: University of Chicago Press.

- Finlay, K. A. (2006). *Quantifying school engagement*. Denver: National Center for School Engagement.
- Finn, J. D. (1989). Withdrawing from school. *Review of Educational Research*, 59, 117–142.
- Finn, J. D. (1993). *School engagement and student at risk*. Washington, DC: National Center for Education Statistics.
- Glynn, S. M., & Koballa Jr, T. R. (2006). Motivation to learn college science. Στο *Handbook of college science teaching* (σσ. 25-32). Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.
- Gold, N. (2010). Motivating Students In Software Engineering Group Projects: An Experience Report. *ITALICS*, 9 (1).
- Kong, Q.-P., Wong, N.-Y., & Lam, C.-C. (2003). Student Engagement in Mathematics: Development of Instrument and Validation of Construct. *Mathematics Education Research Journal*, 15 (1), 4-21.
- Kumar, D., Blank, D., Balch, T., O'Hara, K., Guzdial, M., & Tansley, S. (2008). Engaging computer students with AI and Robotics. *Symposium on Using AI to motivate greater participation in CS*.
- Mauch, E. (2001). Using Technological Innovation to Improve the Problem-Solving Skills of Middle School Students. *The Clearing House*, 74 (4).
- McGrath, B., Sayres, J., Lowes, S., & Lin, P. (2008). Underwater LEGO Robotics as the Vehicle to Engage Students in STEM: The BUILD IT Project's First Year of Classroom Implementation. *ASEE Middle Atlantic Section Fall Conference*.
- McWhorter, I., & O'Connor, B. (2009). Do Lego Mindstorms motivate students in CS1? *Technical Symposium On Computer Science Education*, 41 (1), σ. 438.
- Ruhe, V. (n.d.). A toolkit for writing surveys to measure student engagement, reflective and responsible learning. Ανάκτηση July 5, 2012, από <http://www1.umn.edu/innovate/toolkit.pdf>
- Sartatzemi, M., Dagdilelis, V., & Kagani, K. (2005). Teaching Programming with Robots: A case study on Greek Secondary Education. Στο LNCS 3746 (σσ. 502-512). Springer.
- Whitman, L. E., & Witherspoon, T. L. (2003). Using sign LEGOs to interest high school students and improve K12 STEM Education. 33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. Boulder.
- Yazzie-Mintz, E. (2009). Voices of students on engagement: A report on the 2007& 2008 High School Survey of Student Engagement. Bloomington, IN: Center for Evaluation & Education Policy.
- Ευνόγαλος Σ, Σατρατζέμη Μ. & Δαγδiléλης Β. (2000), Η εισαγωγή στον προγραμματισμό: Διδακτικές προσεγγίσεις και εκπαιδευτικά εργαλεία, στο Β. Κόμης (επιμ.), 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση», 115-124, Πάτρα

## Παράρτημα

Οι 17 ερωτήσεις του ερωτηματολόγιου μέτρησης της εμπλοκής ήταν:

1. Ο προγραμματισμός αποτελεί μια ενδιαφέρουσα δραστηριότητα.
2. Νιώθω άγχος όταν πρέπει να λύσω μια προγραμματιστική άσκηση.
3. Αφιερώνω όσο χρόνο χρειάζεται για να πραγματοποιήσω τις ασκήσεις του προγραμματισμού.
4. Παιδεύω τη σκέψη μου όταν έχω να λύσω δύσκολες ασκήσεις.
5. Για να λύσω μια νέα άσκηση χρησιμοποιώ προηγούμενες γνώσεις.
6. Απογοητεύομαι συχνά από τις επιδόσεις μου στον προγραμματισμό.
7. Κάνω ερωτήσεις στους συμμαθητές μου και τον καθηγητή για να μάθω περισσότερα ή να λύσω απορίες.
8. Μπροστά σε μια δύσκολη άσκηση τα παρατάω γρήγορα.
9. Πολλές φορές έχω την περιέργεια να μάθω περισσότερα για τις δυνατότητες του προγραμματισμού.
10. Αν δεν καταφέρω να λύσω ένα πρόβλημα με έναν τρόπο δοκιμάζω έναν διαφορετικό.
11. Έχω την τάση να μάθω περισσότερα ακόμα και αν αυτό δεν απαιτείται από το μάθημα.
12. Κατά τη διάρκεια του μαθήματος αφαιρούμε εύκολα και ασχολούμαι με άλλα πράγματα.
13. Παρότι ο προγραμματισμός είναι δύσκολος, θέλω πάντα να τα καταφέρνω στις ασκήσεις.
14. Προσπαθώ να απομνημονεύσω γνώσεις που θεωρώ σημαντικές.
15. Ενθουσιάζομαι όταν μαθαίνω καινούργια πράγματα στον προγραμματισμό.
16. Με ενδιαφέρει να κατανοώ και όχι να μένω στην επιφάνεια των πραγμάτων.
17. Ο προγραμματισμός είναι μια βαρετή διαδικασία.