

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

Τόμ. 1 (2015)

4ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»



4ο Πανελλήνιο Συνέδριο  
«Ένταξη και Χρήση των  
ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική  
Διαδικασία»

Θεσσαλονίκη

30 Οκτωβρίου - 1 Νοεμβρίου 2015

Μαθητές δημοτικού μαθαίνουν προγραμματισμό δημιουργώντας παιχνίδια στο Scratch

Π. Τοπάλη, Τ. Α. Μικρόπουλος

## Βιβλιογραφική αναφορά:

Τοπάλη Π., & Μικρόπουλος Τ. Α. (2022). Μαθητές δημοτικού μαθαίνουν προγραμματισμό δημιουργώντας παιχνίδια στο Scratch. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 479–487. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4308>

# Μαθητές δημοτικού μαθαίνουν προγραμματισμό δημιουργώντας παιχνίδια στο Scratch

Π. Τοπάλη<sup>1</sup>, Τ. Α. Μικρόπουλος<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Τμήμα Παιδαγωγικό Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, ptopali@cc.uoi.gr

<sup>2</sup> Τμήμα Παιδαγωγικό Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, amikrop@uoi.gr

## Περίληψη

Μελέτες έχουν δείξει ότι μαθητές δημοτικού σχολείου μπορούν να αναπτύξουν αλγοριθμική σκέψη, γνώσεις και δεξιότητες προγραμματισμού. Αυτές ενισχύονται όταν τα παιδιά εμπλέκονται στη δημιουργία δικών τους εφαρμογών – παιχνιδιών προγραμματίζοντας σε περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού. Η παρούσα εργασία διερευνά τα μαθησιακά αποτελέσματα και το ενδιαφέρον μαθητών ΣΤ' δημοτικού κατά την εμπλοκή τους σε διαδικασίες δημιουργίας απλών παιχνιδιών εκπαιδευτικού χαρακτήρα προγραμματίζοντας στο Scratch. Τα αποτελέσματα δείχνουν πως όταν οι μαθητές από απλοί χρήστες μετατρέπονται σε δημιουργοί εξελίσσονται τόσο σε γνωστικό όσο και σε συναισθηματικό τομέα, αναπτύσσουν αλγοριθμική σκέψη και οικοδομούν γνώση.

**Λέξεις κλειδιά:** *Scratch, οπτικός προγραμματισμός, παιχνίδια*

## 1. Εισαγωγή

Το περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού με πλακίδια Scratch ενδείκνυται για την ανάπτυξη γνώσεων και δεξιοτήτων απαραίτητων στους μαθητές που θα κληθούν να αντιμετωπίσουν προκλήσεις μιας συνεχώς μεταβαλλόμενης κοινωνίας (Κόμης, 2004). Πρόκειται για ένα εκπαιδευτικό εργαλείο που με άξονες την ποικιλία και την εξατομίκευση συμβάλλει στην εκπαίδευση και την ψυχαγωγία επιτρέποντας στο χρήστη να δημιουργεί εύκολα διαδραστικές ιστορίες, κινούμενα σχέδια, ηλεκτρονικά παιχνίδια, μουσική και ψηφιακή τέχνη, να αναπτύσσει δεξιότητες προγραμματισμού. Τα παιδιά που προγραμματίζουν στο Scratch έρχονται σε επαφή με μαθηματικές και αλγοριθμικές έννοιες, ενώ παράλληλα κατανοούν καλύτερα τη διαδικασία του σχεδιασμού. Συγκριτικά με άλλα περιβάλλοντα, ενδείκνυται για την εισαγωγή και εμβάθυνση στον προγραμματισμό (Resnick et al, 2009).

Ερευνητικά δεδομένα από την εφαρμογή του Scratch στην εκπαιδευτική πράξη αναφέρουν ότι συνεισφέρει στην οικοδόμηση της γνώσης σε αρχάριους ή έμπειρους ως προς τον προγραμματισμό μαθητές. Η Lewis (2010) αναφέρει σε συγκριτική μελέτη της μεταξύ των περιβαλλόντων Scratch και LOGO για τη διδασκαλία του προγραμματισμού σε παιδιά επτά χρονών πως οι μαθητές δείχνουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον στη χρήση του Scratch λόγω της πιο ευχάριστης εμφάνισης του και της απλότητας με την οποία παρουσιάζονται οι εντολές. Σε εφαρμογή του Scratch στο μάθημα της πληροφορικής, ο Meerbaum-Salant (2011) διαπιστώνει ότι ενώ το

---

Β. Δαγδύλης, Α. Λαδιάς, Κ. Μπίκος, Ε. Ντρενογιάννη, Μ. Τσιτουρίδου (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Ένταξη των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία» της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης ΤΠΕ στην Εκπαίδευση (ΕΤΠΕ), Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης & Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, 30 Οκτωβρίου – 1 Νοεμβρίου 2015

Scratch ενθαρρύνει την αυτοκατευθυνόμενη μάθηση, οι μαθητές μαθαίνουν ουσιαστικά τις έννοιες του προγραμματισμού όταν η διδασκαλία τους γίνεται με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού και τον απαραίτητο συνδυασμό με φύλλα εργασίας. Οι Rivzi et al (2011) περιγράφουν την εφαρμογή ενός προπτυχιακού μαθήματος με θεματική «εφαρμογές στο Scratch», το οποίο εισάγεται για πρώτη φορά πριν από τη διδασκαλία ενός παραδοσιακού μαθήματος προγραμματισμού, με σκοπό τον προϋδεασμό των φοιτητών σε έννοιες του προγραμματισμού. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ο σύνολο των φοιτητών εκδήλωσε ένα ολοένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για την Πληροφορική σε συνδυασμό με θετικά μαθησιακά αποτελέσματα. Πρόσφατα η ομάδα Scratch του MIT διερεύνησε τους τρόπους αξιοποίησης του Scratch στη διδακτική πράξη σε όλο τον κόσμο, με έμφαση στις αναπτυσσόμενες χώρες (2015). Στην Ινδία και στην Αφρική για παράδειγμα, οι δασκάλες εμπνευσμένες από ένα project του MIT ζήτησαν από τους μαθητές τους να δημιουργήσουν δυναμικές ιστορίες με θετικά αποτελέσματα. Οι μαθητές ανέφεραν πως πρόκειται για ένα μέσο χάρη στο οποίο οι μαθητές μπορούν να εκφράσουν τις προσωπικές τους ιστορίες και να απεικονίσουν τα τοπικά ζητήματα της κοινότητας.

Όπως φαίνεται, το περιβάλλον του Scratch συνεισφέρει γνωστικά σε όλες τις ηλικίες και ταυτόχρονα βοηθά στην ευαισθητοποίηση των μαθητών σε ποικίλα θέματα, μέσα από την προσωπική και δημιουργική τους έκφραση. Τα παραπάνω ευρήματα μαζί με άλλα που αναφέρουν τη συμβολή των ψηφιακών παιχνιδιών στη γνωστική και συναισθηματική ανάπτυξη των παιδιών (Bober, 2010) οδηγούν στη διαμόρφωση ερευνητικών ερωτημάτων σχετικά με τη διερεύνηση της συμβολής της δημιουργίας παιχνιδιών από τους ίδιους τους μαθητές σε προσιτά προγραμματιστικά περιβάλλοντα όπως το Scratch.

## **2. Μέθοδος**

### **2.1 Στόχος και ερευνητικά ερωτήματα**

Στόχο της παρούσας μελέτης περίπτωσης αποτελεί η διερεύνηση μαθησιακών και συναισθηματικών αποτελεσμάτων σε ένα μαθητοκεντρικό πλαίσιο υποστηριζόμενο από ΤΠΕ, μέσα από την ψηφιακή δημιουργία των παιδιών.

Τα ερευνητικά ερωτήματα αφορούν στη διερεύνηση:

- της κατανόησης αρχών προγραμματισμού μέσα από τη δημιουργία ενός παιχνιδιού από αρχάριους προγραμματιστές
- του ενδιαφέροντος των μαθητών στη δημιουργία ψηφιακών εφαρμογών και παιχνιδιών
- της μάθησης με παιγνιώδη χαρακτήρα.

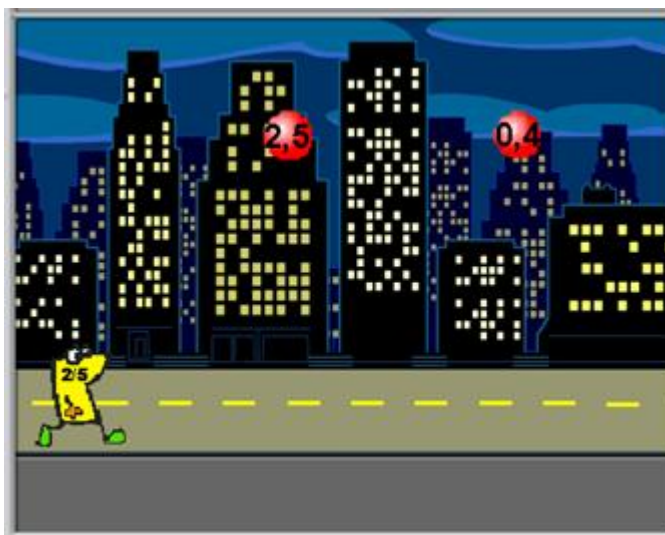
### **2.2 Δείγμα**

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 25 μαθητές ηλικίας 11 ετών στο πλαίσιο του μαθήματος «Πληροφορική» της ΣΤ' τάξης ενός πειραματικού δημοτικού σχολείου.

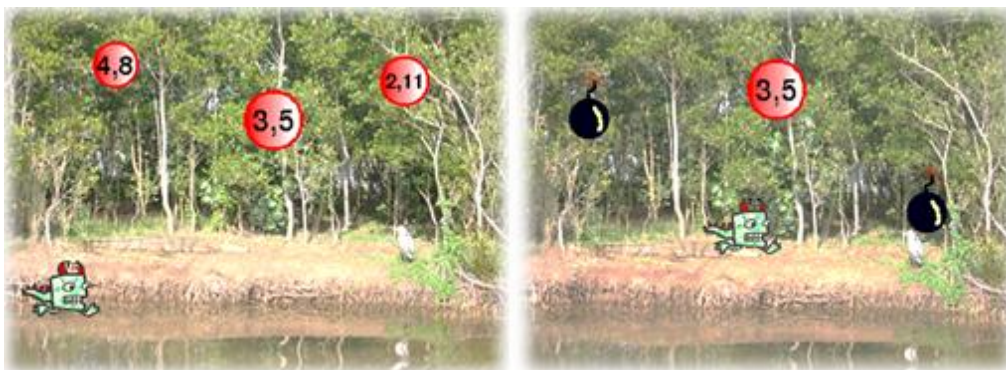
### 2.3 Διαδικασία

Οι 25 μαθητές εργάστηκαν σε ομάδες των δύο παιδιών. Η ερευνήτρια δούλεψε με βάση εκπαιδευτικό σενάριο που σχεδίασε η ίδια και περιείχε οκτώ φύλλα εργασίας. Τα φύλλα αποτέλεσαν σκαλωσιά στην πορεία των παιδιών για την οικοδόμηση γνώσεων προγραμματισμού και τη σταδιακή ολοκλήρωση του παιχνιδιού. Η διαδικασία ολοκληρώθηκε σε οκτώ μαθήματα, όσα και τα φύλλα εργασίας.

Το παιχνίδι αφορά στην εκμάθηση κλασμάτων. Ο μαθητής χειρίζεται μια μορφή-κλάσμα και καλείται να βρει ποιο είναι το αποτέλεσμα του κλάσματος που φέρει πάνω της, επιλέγοντας το σωστό μπαλόνι από αυτά που του παρουσιάζονται (Εικόνα 1). Ο δημιουργός του παιχνιδιού δηλαδή ο κάθε μαθητής, κλήθηκε να προγραμματίσει την κίνηση της μορφής, των δύο μπαλονιών και να τελέσει τις εκάστοτε ενέργειες σε περίπτωση που η μορφή – κλάσμα αγγίζει το σωστό ή το λάθος μπαλόνι. Επεκτατικά σε επίπεδο μαθηματικών, αφού εξοικειώθηκαν οι μαθητές με τις εντολές προγραμματισμού, δημιούργησαν νέα πίστα με καινούριο κλάσμα – δραστηριότητα που αποτέλεσε και τη βασική πηγή αξιολόγησής τους (Εικόνα 2).



*Εικόνα 1: Η μορφή με το κλάσμα και τα μπαλόνια με τις απαντήσεις*



*Εικόνα 2: Δύο οθόνες από την εφαρμογή ενός παιδιού*

Η διαδικασία οργανώθηκε στις ακόλουθες τρεις φάσεις με γνώμονα την τεχνική της διερεύνησης:

- 1<sup>η</sup> φάση: εξοικείωση με το Scratch
- 2<sup>η</sup> φάση: παρατήρηση και πειραματισμός με ένα έτοιμο παιχνίδι και τον κώδικά του σε Scratch. Στην αρχή η εκπαιδευτικός παρουσίασε στους μαθητές ένα παιχνίδι και τους επέτρεψε να πειραματιστούν με αυτό. Στη συνέχεια, τους προέτρεψε με τη βοήθεια κατάλληλα σχεδιασμένων φύλλων εργασίας να δομήσουν οι ίδιοι το παιχνίδι.
- 3<sup>η</sup> φάση: εμπέδωση. Η εκπαιδευτικός, αφού συζήτησε στους μαθητές τις διαφορετικές δομές εντολών που παρέχει το Scratch και τον τρόπο λειτουργίας τους, με ένα επιπλέον φύλλο εργασίας παρότρυνε να επεκτείνουν το αρχικό παιχνίδι δημιουργώντας ένα δικό τους ελαφρώς τροποποιημένο.

Στα παιδιά δεν δόθηκαν παραπάνω κατευθύνσεις από αυτές που χρειάστηκαν για να κινητοποιηθούν, να ξεκινήσουν – ή καλύτερα να ξέρουν από πού να ξεκινήσουν. Ωστόσο κατά τη διάρκεια δημιουργίας του παιχνιδιού ήρθαν αντιμέτωποι με καινούριες ανάγκες και εμπόδια. Η νέα γνώση προέκυψε από τους ίδιους και την θέληση τους να ξεπεράσουν τα εμπόδια και να εξελίξουν την εφαρμογή τους. Έτσι τελικά επέκτειναν βήμα προς βήμα τόσο το παιχνίδι τους όσο και τις γνώσεις τους.

Οι προγραμματιστικές δομές που διδάχθηκαν μέσω του παιχνιδιού ήταν η ακολουθιακή, οι δομές ελέγχου και επανάληψης και ο προγραμματισμός οδηγούμενος από γεγονότα.

Τα αποτελέσματα των μαθητών εξετάστηκαν υπό το πρίσμα όχι μόνο της τελικής απόδοσής τους στο παιχνίδι που δημιούργησαν, αλλά και στη βάση της συνολικής στάσης τους σε όλη την πορεία μαθημάτων. Η αξιολόγηση έγινε με το μοντέλο της “Ιεραρχικής Αξιολόγησης Προγραμματισμού” (HAP) για την ποιοτική αξιολόγηση των γνώσεων που απέκτησαν οι μαθητές στον προγραμματισμό. Το μοντέλο ακολουθεί την εποικοδομητική θεώρηση και βασίζεται σε πέντε αξιολογικά επίπεδα και εξετάζει το αποκτηθέν επίπεδο γνώσεων (Μπέλλου & Μικρόπουλος, 2004).

### 3. Αποτελέσματα

Η αξιολόγηση των μαθητών ακολουθεί τα δύο τμήματα του μοντέλου της “Ιεραρχικής Αξιολόγησης Προγραμματισμού”. Το πρώτο αφορά την κατανόηση των εντολών του προγραμματιστικού περιβάλλοντος (Πίνακας 1) και το δεύτερο την απόκτηση ενός αλγοριθμικού τρόπου σκέψης (Πίνακας 2).

*Πίνακας 1: Γνώση στη γλώσσα προγραμματισμού*

Ομάδα μαθητών	Λανθασμένη χρήση εντολών	Ορθή χρήση απλών εντολών	Ορθή χρήση δομών επιλογής και ελέγχου	Επιλογή κατάλληλων (τελεστές και αισθητήρες) ή εξειδικευμένων εντολών ελέγχου (όταν λάβω - μετάδωσε)	Πολύ καλή γνώση γλώσσας προγραμματισμού
1 <sup>η</sup>					✓
2 <sup>η</sup>					✓
3 <sup>η</sup>		✓			
4 <sup>η</sup>				✓	
5 <sup>η</sup>		✓			
6 <sup>η</sup>					✓
7 <sup>η</sup>		✓			
8 <sup>η</sup>					✓
9 <sup>η</sup>				✓	
10 <sup>η</sup>	✓				
11 <sup>η</sup>				✓	
12 <sup>η</sup>		✓			
13 <sup>η</sup>			✓		

**Πίνακας 2: Αλγοριθμική σκέψη**

Ομάδα μαθητών	Μερική κατανόηση του προβλήματος	Κατανόηση του προβλήματος, ελλιπής αλγόριθμος	Σχεδιασμός της λύσης σε γενικό πλαίσιο χωρίς να λαμβάνονται υπόψη σημαντικές καταστάσεις	Οργάνωση και απόδοση της λύσης	Επιλογή και υλοποίηση του βέλτιστου αλγόριθμου
1 <sup>η</sup>					✓
2 <sup>η</sup>					✓
3 <sup>η</sup>	✓				
4 <sup>η</sup>				✓	
5 <sup>η</sup>			✓		
6 <sup>η</sup>					✓
7 <sup>η</sup>	✓				
8 <sup>η</sup>					✓
9 <sup>η</sup>				✓	
10 <sup>η</sup>		✓			
11 <sup>η</sup>			✓		
12 <sup>η</sup>			✓		
13 <sup>η</sup>			✓		

Οι μαθητές έδειξαν να κατανοούν τις έννοιες που τους παρουσιάστηκαν και να συνειδητοποιούν την αξία του προγραμματισμού μέσα από την πρακτική εφαρμογή και το συγκεκριμένο παράδειγμα του παιχνιδιού. Σε αντίθεση με άλλα μαθήματα που η διδασκαλία και η εμπέδωση της νέας γνώσης είναι αποτέλεσμα διαλέξεων των δασκάλων όπως συχνά σχολίαζαν οι ίδιοι οι μαθητές, στην παρούσα μελέτη διερευνώντας οι ίδιοι βήμα – βήμα τη νέα γνώση μέσα από προσωπική τους συμμετοχή στην ανακάλυψη των αρχών του προγραμματισμού ενσωμάτωσαν τις νέες πληροφορίες. Για παράδειγμα, μπορεί να μπερδεύονταν με ορισμένες εντολές ελέγχου αλλά επεδίωκαν στον προγραμματισμό κάθε μορφής να θέτουν τις εντολές αρχικοποίησης της θέσης της ή να δομούν τις εντολές με τη σωστή σειρά έχοντας ενστερνιστεί τη σπουδαιότητα του διαγράμματος ροής.

Αναφορικά με το αν υπάρχει ενδιαφέρον από πλευράς μαθητών να συνθέσουν οι ίδιοι εφαρμογές και παιχνίδια προγραμματίζοντας, στην αρχή οι μαθητές δυσκολεύτηκαν να υιοθετήσουν το ρόλο του δημιουργού και να αποβάλλουν τον ρόλο του παίκτη. Άργησαν να συνειδητοποιήσουν τι σημαίνει να είναι οι ίδιοι οι προγραμματιστές του παιχνιδιού που παίζουν μέχρι την φάση της διαδικασίας που οι ίδιοι έπρεπε να συνθέσουν την εφαρμογή – παιχνίδι εμπέδωσης. Μόλις ένιωσαν πως οι ίδιοι είναι οι κυρίαρχοι, έδειξαν ενδιαφέρον και προσήλωση στο έργο τους. Η τάξη

κινητοποιήθηκε και αναπτύχθηκε κίνητρο για μάθηση.

Σχετικά με τη μάθηση με παιγνιώδη χαρακτήρα, όλες οι δραστηριότητες προκάλεσαν ευχαρίστηση στα παιδιά γιατί ήταν διαφορετικές από ότι είχαν συνηθίσει ακόμα και στο μάθημα του προγραμματισμού και ανταποκρινόταν στο επίπεδο των δυνατοτήτων τους, με αυξανόμενη σταδιακά δυσκολία. Ένιωθαν ελεύθεροι να επιλέγουν και αντλούσαν ευχαρίστηση ακόμα και όταν έκαναν λάθη. Διαπιστώθηκε πως με τους υπολογιστές δόθηκαν ερεθίσματα, προκλήθηκε το απαιτούμενο ενδιαφέρον, η διδασκαλία έγινε περισσότερο ευέλικτη και δεν υπήρχε η ανία του προβλέψιμου. Με την καθοδήγηση και τη βοήθεια της εκπαιδευτικού οι μαθητές έκαναν υποθέσεις, υπέβαλαν ερωτήματα, παρουσίασαν τα ζητούμενα, ανέλυσαν τις έννοιες και έθεσαν τα πλαίσια της δράσης.

#### **4. Συμπεράσματα**

Η κατασκευή της γνώσης σύμφωνα με τον Papert (1980) είναι αποτελεσματικότερη όταν ο μαθητής εμπλέκεται ο ίδιος στη σχεδίαση νοηματοδοτημένων δραστηριοτήτων. Οι σύγχρονες θεωρίες μάθησης ασπάζόμενες τις απόψεις του, υπογραμμίζουν ότι η χρήση των ΤΠΕ οφείλει να στοχεύει (Βακαλούδη, 2003):

1. στην οικοδόμηση της γνώσης από τους ίδιους τους μαθητές με την ενεργό αλληλεπίδρασή τους σε ανοιχτά περιβάλλοντα
2. στη διερευνητική διεργασία της πληροφορίας, κατά την οποία οι μαθητές αναζητούν και ανακαλύπτουν τη γνώση, καθώς επίσης μαθαίνουν να συνεργάζονται.

Η παρούσα εργασία φιλοδοξεί να παρουσιάσει τις ευεργετικές επιδράσεις που μπορεί να έχει η διαδικασία της μάθησης μέσω δημιουργίας παιχνιδιών από πλευράς μαθητών αναπτύσσοντας παράλληλα γνώσεις προγραμματισμού.

Τα αποτελέσματα υπήρξαν ιδιαίτερα ενθαρρυντικά. Οι μαθητές ανέπτυξαν σε ικανοποιητικό βαθμό αλγοριθμική σκέψη και δεξιότητες προγραμματισμού. Τα ευρήματα συμφωνούν με αντίστοιχα του Meerbaum-Salant (2011) σε παρόμοιο διδακτικό πλαίσιο. Η μαθητοκεντρική διερευνητική διαδικασία κέντρισε και διατήρησε το ενδιαφέρον όλων των μαθητών σε όλα τη διάρκεια της μελέτης. Η ουσία μετατοπίστηκε από τον αριθμό και τον τύπο συγκεκριμένων λαθών στο γεγονός πως τελικά οι ίδιοι οι μαθητές κινήθηκαν ένα βήμα πιο πέρα σε επίπεδο δημιουργίας, ευρήματα παρόμοια με αυτά της μελέτης του MIT (2015).

Η μελέτη υπόκειται στους περιορισμούς του μικρού δείγματος και ίσως του τύπου του σχολείου.

#### ***Ευχαριστίες***

Οι συγγραφείς ευχαριστούν το 2<sup>ο</sup> Πειραματικό Δημοτικό Σχολείο Ιωαννίνων και την υπεύθυνη εκπαιδευτικό Πληροφορικής της ΣΤ' τάξης κυρία Αγγελική Νικολού.

## **Βιβλιογραφία**

- Βακαλούδη, Αν. (2003). *Διδάσκοντας και Μαθαίνοντας με τις Νέες Τεχνολογίες: Θεωρία και Πράξη*. Αθήνα: Πατάκης.
- Bober, M. (2010). *Games-Based Experiences for Learning*. Bristol: Futurelab.
- Κόμης, Β. (2004). *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των επικοινωνιών*. Αθήνα: Νέες Τεχνολογίες
- Lewis, C. M. (2010). How programming environment shapes perception, learning and goals: logo vs. scratch. In *Proceedings of the 41<sup>st</sup> ACM technical symposium on Computer science education* (pp. 346–350). New York: ACM.
- Meerbaum-Salant, O., Armoni, M. & Ben-Ari, M. (2011). Habits of programming in scratch. In *Proceedings of the 16<sup>th</sup> annual joint conference on Innovation and technology in computer science education* (pp. 168–172). New York: ACM.
- Μπέλλου, Ι., & Μικρόπουλος, Τ. Α. (2008). Μέθοδος για την Ιεραρχική Αξιολόγηση Γνώσεων Προγραμματισμού. Στο Β. Κόμης (επιμ.), *Πρακτικά 4<sup>ο</sup> Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτική της Πληροφορικής* (σελ. 111-120). Πάτρα.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms. Children, Computers and Powerful Ideas*. New York: Basic books.
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B., & Kafai, Y. (2009). Scratch: programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60-67.
- Rivzi, M., Humphries, T., Major, D., Jones, M., & Lauzun, H. (2011). A CS0 course using Scratch. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 26(3), 19–27.
- ScratchEd Team (2015). *Scratch around the world, part 4 of 4: Confronting the Challenge of School Culture*. Retrieved May 21, 2015 from <http://scratched.gse.harvard.edu/>.