

## Εκπαιδευτική Ρομποτική: Το παράδειγμα του αυτόματου συστήματος διαχείρισης νερού

**Μάριος Ξένος**  
Πληροφορικός ΠΕ20  
[mariosxenos@gmail.com](mailto:mariosxenos@gmail.com)

**Κων/νος Ασημακόπουλος**  
Μηχανολόγος ΠΕ12  
[kostasasimakopoulos@gmail.com](mailto:kostasasimakopoulos@gmail.com)

**Μαρία Τζελέπη**  
Πληροφορικός ΠΕ19  
[tzelepimaria@yahoo.com](mailto:tzelepimaria@yahoo.com)

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διδακτική πρόταση αποτελεί μια εφαρμογή της Ρομποτικής στην Εκπαίδευση. Αξιοποιεί σύγχρονες παιδαγωγικές θεωρίες (constructionism, project-based learning) δίνοντας τον κεντρικό ρόλο στον ίδιο τον μαθητή. Εξετάζει το αυθεντικό πρόβλημα της σωστής διαχείρισης των υδάτινων πόρων, προκαλώντας το μαθητή να σχεδιάσει και να υλοποιήσει ένα αυτόνομο ρομποτικό σύστημα συγκέντρωσης και διάθεσης του νερού με το προγραμματιστικό περιβάλλον Lego Mindstorms. Ο μαθητής σε ένα ομαδοσυνεργατικό περιβάλλον καλείται να δώσει λύσεις σε αυθεντικά, τεχνικά και προγραμματιστικά προβλήματα που ανακύπτουν. Οι επιλογές του, έχουν άμεσο και ορατό αποτέλεσμα ως προς την επιτυχία ή μη, του συνολικού έργου. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, η ανατροφοδότηση της γνώσης είναι συνεχής και η αυτορρύθμισή της επιβεβλημένη.

**ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ:** εκπαιδευτική ρομποτική, Lego Mindstorms, σύστημα ελέγχου, προγραμματισμός ρομποτικών κατασκευών

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διδακτική μας πρόταση αναπτύχθηκε στα πλαίσια του Εκπαιδευτικού Προγράμματος TERCOP (Αλιμήσης, 2008) και εξετάζει τρόπους με τους οποίους η Εκπαιδευτική Ρομποτική μπορεί να αξιοποιηθεί στα πλαίσια μιας εποικοδομητικής (constructivism) και κατασκευαστικής (constructionism) προσέγγισης της μάθησης σε ένα συνεργατικό πλαίσιο. Η πρόταση μας αφορά στον σχεδιασμό, προγραμματισμό και κατασκευή ενός αρδευτικού συστήματος για τη διαχείριση νερού με το προγραμματιστικό περιβάλλον Lego Mindstorms. Οι βασικές λειτουργίες της κατασκευής είναι : α) η αυτόματη συμπλήρωση νερού στη δεξαμενή και ο έλεγχος της στάθμης του νερού και β) ο έλεγχος της παροχής του νερού από τη δεξαμενή. Οι κύριες προκλήσεις είναι ο έλεγχος της δεξαμενής από υπερχειλίση του νερού και η παροχή νερού από τη δεξαμενή κατά τη διάρκεια της νύχτας. Η πρόταση διδασκαλίας είναι οργανωμένη σε 5 στάδια με βάση τη μέθοδο των σχεδίων εργασίας (project-based learning).

### Γνωστικές περιοχές -Στόχοι

Η πρότασή μας αναφέρεται στις γνωστικές περιοχές της Πληροφορικής και της Τεχνολογίας.

Γνωστικοί στόχοι :

Οι μαθητές ολοκληρώνοντας την εφαρμογή αυτή θα μπορούν να:

- Περιγράψουν τα βασικά χαρακτηριστικά ενός ρομπότ (Τεχνολογία).

---

Lego NXT: Αυτόματο Σύστημα Διαχείρισης Νερού

- Περιγράψουν και να εξηγήσουν την λειτουργία απλών δομικών στοιχείων.
- Σχεδιάσουν και να κατασκευάσουν έναν μηχανισμό για αποθήκευση και παροχή νερού για άρδευση, χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα υλικά (αισθητήρες, κινητήρες, δεξαμενή) (Τεχνολογία).
- Χρησιμοποιήσουν κατάλληλο λογισμικό και προγραμματιστικές δομές για να ελέγχουν ρομποτικά στοιχεία (Πληροφορική).
- Συγκρίνουν και να αξιολογούν προτεινόμενες λύσεις τόσο για την κατασκευή, όσο και για τον προγραμματισμό μοντέλων.

Δεξιότητες:

Οι μαθητές θα μπορούν να:

- Αξιοποιούν τεχνικές επίλυσης προβλήματος.
- Διατυπώνουν υποθέσεις και να ελέγχουν την ορθότητά τους.
- Διατυπώνουν και να αξιολογούν τεχνολογικές λύσεις
- Αυτό-οργανώνονται και να ελέγχουν την πορεία της εργασίας τους.

Στάσεις:

Οι μαθητές θα είναι σε θέση να:

- Αναπτύσσουν περιβαλλοντική συνείδηση
- Συνεργάζονται και να επικοινωνούν για την εκτέλεση και παρουσίαση έργου.

### **Ηλικιακή ομάδα**

Η πρότασή μας απευθύνεται σε μαθητές της Γ΄ τάξης του Γυμνασίου και της Α΄ τάξης του Γενικού και Επαγγελματικού Λυκείου στα μαθήματα της Πληροφορικής και της Τεχνολογίας και στους τομείς των Μηχανολόγων, Ηλεκτρονικών και Πληροφορικής.

### **Σύνδεση με το Αναλυτικό Πρόγραμμα**

Σύμφωνα με το Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών της Πληροφορικής του Γυμνασίου και το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών Πληροφορικής και Τεχνολογίας της Α΄ Λυκείου, επιδιώκεται η ενεργητική εμπλοκή των μαθητών σε διαδικασίες έρευνας, πειραματισμού και δημιουργίας συνθετικών διαθεματικών εργασιών με εκπαιδευτικά λογισμικά και προγραμματιστικά περιβάλλοντα.

### **Διάρκεια**

Η συνολική δραστηριότητα εκτιμούμε ότι θα καλύψει 10 -12 διδακτικές ώρες.

Στάδιο Εμπλοκής: 1 ώρα

Στάδιο Πειραματισμού: 3 ώρες

Στάδιο Διερεύνησης: 3 ώρες

Στάδιο Σύνθεσης και Δημιουργίας: 2 -3 ώρες

Στάδιο Αξιολόγησης: 1-2 ώρες

### **Μαθησιακές ιδιαιτερότητες της γνωστικής περιοχής**

Οι μαθητές αντιμετωπίζουν δυσκολίες στον προγραμματισμό για λόγους που οφείλονται τόσο στη δομή των γλωσσών όσο και στη διδακτική τους διαχείριση (Brusilovsky et al. 1999). Μέσα από το αυθεντικό πρόβλημα της σχεδίασης και κατασκευής του αυτόματου συστήματος διαχείρισης νερού, με τη βοήθεια του αντικειμενοστραφούς προγραμματιστικού περιβάλλοντος, επιδιώκεται να αντιμετωπιστούν αυτές οι δυσκολίες.

---

Lego NXT: Αυτόματο Σύστημα Διαχείρισης Νερού

### **Προσπαιτούμενες γνώσεις**

Η δραστηριότητα απευθύνεται κυρίως σε μαθητές που δεν έχουν προηγούμενη εμπειρία στην χρήση εκπαιδευτικής ρομποτικής αλλά γνωρίζουν βασικές εντολές προγραμματισμού.

### **Λογισμικό /Υλικό**

Η εκπαιδευτική ρομποτική απαιτεί τόσο την χρήση κατάλληλου δομικού υλικού για την κατασκευή των ρομποτικών μοντέλων όσο και την χρήση κατάλληλου λογισμικού για τον προγραμματισμό τους. Το δομικό υλικό και το λογισμικό που προτείνεται, αποτελούν το εκπαιδευτικό πακέτο Lego Mindstorms NXT. Για την κατασκευή θα χρησιμοποιηθούν επίσης και πλαστικά δοχεία (δεξαμενή νερού), σωλήνες ποτίσματος και υλικά κόλλησης.

## **ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ**

### **Στάδιο εμπλοκής και αφόρμησης**

Στο στάδιο αυτό γίνεται προσπάθεια, μέσα από συζήτηση στην τάξη, με αφορμή το πρόβλημα της λειψυδρίας να συζητηθεί το ζήτημα της ορθολογικής διαχείρισης του νερού για αρδευτικούς λόγους. Αναζητούνται τρόποι αξιοποίησης της μηχανικής, των αυτοματισμών και της ρομποτικής στην καλύτερη διαχείριση της αποθήκευσης και της παροχής του νερού. Οι μαθητές έχουν τον κεντρικό ρόλο σε αυτή τη συζήτηση. Ο ρόλος του δασκάλου μετά τη διαπίστωση του πραγματικού προβλήματος, είναι να «διευκολύνει» τη συζήτηση ενθαρρύνοντας τους μαθητές και καταγράφοντας τις απόψεις τους.

Ο δάσκαλος δεν επιδιώκει να κατευθύνει την συζήτηση σε μια και μόνη λύση. Παρόλα αυτά επισημαίνεται η σημασία της άρδευσης κατά τις ώρες χωρίς ηλιοφάνεια, καθώς και η συγκέντρωση νερού από διαφορετικές πηγές, όπως για παράδειγμα το βρόχινο νερό. Στην παρούσα δραστηριότητα εξετάζεται μια από τις λύσεις η οποία προϋποθέτει και την άμεση εμπλοκή της ρομποτικής τεχνολογίας.

### **Στάδιο πειραματισμού**

Οι μαθητές πειραματίζονται με τα εργαλεία του εκπαιδευτικού πακέτου LEGO NXT. Μέσα από τις δράσεις τους σε αυτό το στάδιο αποκτούν την απαραίτητη εμπειρία για να μπορέσουν σε επόμενα στάδια να αναπτύξουν αυτόνομα τις ιδέες τους. Η τάξη διαμορφώνεται σε ομάδες των 6-8 μαθητών και κάθε ομάδα πειραματίζεται με το δικό της εκπαιδευτικό πακέτο.

Οι δραστηριότητες σε αυτό το στάδιο είναι έτσι δομημένες ώστε να αναδεικνύουν εκείνες τις όψεις, οι οποίες μπορούν να αξιοποιηθούν για την απάντηση του προβλήματος που καλούνται να αντιμετωπίσουν. Οι μαθητές αναγνωρίζουν τα διαθέσιμα υλικά κατασκευής και πειραματίζονται με τις συνδέσεις των αισθητήρων και σερβομηχανισμών. Ταυτόχρονα επεξεργάζονται έτοιμα μικρά προγράμματα και παρατηρούν τα αποτελέσματα πάνω στα συνδεδεμένα εξαρτήματα.

Σε αυτή τη φάση, διατυπώνουν τις πρώτες ιδέες για το σχεδιασμό και την υλοποίηση της ρομποτικής κατασκευής τους. Επιλέγουν τα περιφερειακά εξαρτήματα και δοκιμάζουν αν αυτά τους καλύπτουν ή αν τελικά η κατασκευή τους απαιτεί πρόσθετα υλικά και έρευνα. Μετά το τέλος της ενότητας αυτής οι μαθητές μπορούν:

- Να αναγνωρίζουν και να ονοματίζουν τις βασικές κατηγορίες των υλικών κατασκευής καθώς και τη λειτουργία τους.
- Να συνδυάζουν υλικά σε απλές κατασκευές.

---

Lego NXT: Αυτόματο Σύστημα Διαχείρισης Νερού

- Να αξιοποιούν τις βασικές εικονοεντολές (blocks) στον προγραμματισμό των κατασκευών ή μοντέλων.
- Να διατυπώνουν ιδέες για τη χρήση των επιμέρους υλικών.

#### **Στάδιο σχεδιασμού και διερεύνησης**

Στο στάδιο αυτό οι μαθητές καλούνται να αναπτύξουν ιδέες και να συνθέσουν μία λύση σχετικά με το ζήτημα της αποθήκευσης και παροχής νερού για άρδευση κατά τις νυχτερινές ώρες. Οι μαθητές χωρίζουν το πρόβλημα σε επιμέρους μικρότερα και αναλαμβάνουν ανά 2-3 άτομα, να βρουν λύσεις στα επιμέρους προβλήματα. Ο διαχωρισμός και η ανάθεση ρόλων στην ομάδα γίνεται από τα ίδια τα μέλη, με τρόπο αυθόρμητο, ανάλογα με τις δεξιότητες και τα ενδιαφέροντα που αναδεικνύονται κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού.

Οι μαθητές διαπιστώνουν την ανάγκη επέκτασης των προγραμμάτων με τα οποία πειραματίστηκαν στο προηγούμενο στάδιο. Ο δάσκαλος λειτουργεί ως αρωγός, δίνοντας στοιχεία για τον τρόπο εισαγωγής και χρήσης νέων δυνατοτήτων στο περιβάλλον προγραμματισμού. Γίνεται έτσι η εισαγωγή της έννοιας της μεταβλητής, της παράλληλης επεξεργασίας και των εμφωλευμένων βρόχων.

#### **Στάδιο Σύνθεσης και δημιουργίας**

Μετά την επίλυση των επιμέρους προβλημάτων και την ανάπτυξη των μεμονωμένων «υποσυστημάτων» της κατασκευής, σε αυτό το στάδιο οι μαθητές καλούνται να συνθέσουν όλα τα στοιχεία. Οι μαθητές πλέον έρχονται αντιμέτωποι με το βασικό πρόβλημα της σωστής λειτουργίας ολόκληρου του συστήματος. Προβλήματα που εμφανίζονται και απαιτούν επίλυση είναι:

- Η απρόσκοπτη λειτουργία και συνεργασία των αισθητήρων και λοιπών μηχανισμών.
- Η εκ νέου ρύθμιση του προγράμματος για τη σωστή ανταπόκριση των κινητήρων – διακοπών νερού.
- Η προσαρμογή του συστήματος σε διαφορετικές – πραγματικές συνθήκες
- Η αξιόπιστη και συνεχή λειτουργία του προγράμματος ελέγχου.

Τέλος, η ομάδα καταγράφει τη συνολική πρότασή της με σκοπό να την παρουσιάσει και να την υποστηρίξει στην τάξη, προβάλλοντας κατάλληλα επιχειρήματα για τις επιλογές που υιοθέτησε στα διάφορα στάδια κατασκευής. Στην πρότασή της περιλαμβάνει τόσο τις δοκιμασμένες και επιτυχημένες λύσεις που έδωσε, όσο και τα σημεία που χρήζουν περαιτέρω επεξεργασίας και βελτίωσης. Η αποδοτική συνεργασία στην ομάδα σε αυτό το στάδιο είναι επιβεβλημένη και χωρίς αυτήν δεν δύναται να παραχθεί ένα ενιαίο έργο.

#### **Στάδιο αξιολόγησης**

Στο τελευταίο στάδιο, στο στάδιο της αξιολόγησης οι μαθητές καλούνται:

- Να παρουσιάσουν στην τάξη, το αποτέλεσμα της εργασίας τους.
  - Να παρουσιάσουν τα προβλήματα που αντιμετώπισαν και να υποστηρίξουν στις υπόλοιπες ομάδες τις λύσεις που υιοθέτησαν.
  - Να χρησιμοποιήσουν κριτήρια αξιολόγησης με τη χρήση της τεχνική rubrics.
- Οι προτεινόμενοι άξονες στους οποίους μπορεί να στηριχθεί η αξιολόγηση είναι:
- Ως προς την προτεινόμενη λύση (αποτελεσματικότητα, πρωτοτυπία).
  - Ως προς τη διαδικασία που ακολουθήθηκε από τους μαθητές.

- Ως προς την συνεργασία μέσα στην ομάδα.

### ΠΡΟΣΤΙΘΕΜΕΝΗ ΑΞΙΑ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ

Μία από τις πτυχές της μαθησιακής διαδικασίας που αναγνωρίζονται ως σημαντικές, είναι η μάθηση μέσα από την κατασκευή (constructionism) ή όπως εύστοχα έχει αποδοθεί το «μαστόρεμα» (Κυνηγός, 2007). Η ρομποτική όχι μόνο υποστηρίζει αυτή την οπτική αλλά, ακόμα, ευνοεί την μάθηση μέσω της σχεδίασης και κατασκευής ενός ολοκληρωμένου έργου συνθετικής εργασίας, σε αντιδιαστολή με τις απομονωμένες δεξιότητες (Collins, 2006). Σε ένα τέτοιο έργο, σχετικό με τις ψηφιακές τεχνολογίες, το πλουσιότερο μέσο έκφρασης είναι η γλώσσα προγραμματισμού (Κυνηγός, 2007). Στη ρομποτική, το προγραμματιστικό περιβάλλον, σε συνδυασμό με τις πραγματικές συμπεριφορές που έχει ένα ρομποτικό μοντέλο, παρέχουν σημαντική υποστήριξη στην μαθησιακή διαδικασία (Lawhead et al., 2002). Επιπλέον, τα ρομποτικά πακέτα Lego Mindstorms αξιοποιούν μια «black and white box» τεχνολογία (Κυνίγος, 2008) που δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να υλοποιούν και να επεκτείνουν τις ιδέες τους, με τη χρήση έτοιμων δομικών στοιχείων. Τελικά, η πρόσθετη παιδαγωγική αξία της ρομποτικής προκύπτει από τη συσχέτιση του εικονικού και συμβολικού κόσμου με τα φυσικά αντικείμενα (Κυνηγός, 2007) αφού σύμφωνα με τον Αλιμήση (2008), καθοδηγούμε μια φυσική οντότητα μέσα από ένα εύχρηστο προγραμματιστικό περιβάλλον.

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι καταλυτικός στην εκπαιδευτική πράξη με τη χρήση ρομποτικών συστημάτων, γι' αυτό και χρειάζεται επιμόρφωση ώστε να ανταποκριθεί στο έργο του. Στην επιμόρφωση του εκπαιδευτικού προς αυτήν την κατεύθυνση, αποσκοπεί και το έργο TERECoP (Αλιμήσης, 2008).

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αλιμήσης, Δ., (2008). Το προγραμματιστικό περιβάλλον Lego Mindstorms ως εργαλείο υποστήριξης εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων ρομποτικής. Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής της Πληροφορικής, Πάτρα.
2. Brusilovsky, P., Calabrese, E., Hvorecky, J., Kouchnirenko, A., and Miller, P. (1997) Mini-languages: A Way to Learn Programming Principles. Education and Information Technologies 2 (1), pp. 65-83.
3. Collins, A. (2006). Ζητήματα σχεδιασμού για περιβάλλοντα μάθησης. Στο Σ. Βοσνιάδου (Επιμ.) Σχεδιάζοντας περιβάλλοντα μάθησης υποστηριζόμενα από τις σύγχρονες τεχνολογίες. Αθήνα : Gutenberg
4. Κυνίγος, C. (2008). Black-and-white-box perspectives to distributed control and constructionism in learning with robotics. Proceedings of Intl. Conf. on SIMULATION, MODELING and PROGRAMMING for AUTONOMOUS ROBOTS. Venice, 1-9.
5. Κυνηγός, X. (2007). Το μάθημα της διερεύνησης. Αθήνα : Ελληνικά Γράμματα
6. Lawhead P. B., Duncan M. E., Bland C. G., Goldweber M., Schep M., Barnes D. J. & Hollingsworth R. G. (2002), A road map for teaching introductory programming using lego mondstorms robots, In Working group reports from ITiCSE on Inovation and technology in computer science education, 191-201, ACM Press.