

## 9<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Καθηγητών Πληροφορικής

### Κατασκευή και προγραμματισμός αυτόνομου ρομποτικού οχήματος για την αποκομιδή των απορριμμάτων της πόλης μας.

Αριστείδης Παλιούρας  
arisपालιouras@gmail.com  
1<sup>ο</sup> Γενικό Λύκειο Αρτέμιδος

#### Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια η εκπαιδευτική ρομποτική κερδίζει συνεχώς έδαφος στην εκπαίδευση σε όλον τον κόσμο. Τα μαθησιακά οφέλη αδιαμφισβήτητα είναι πάρα πολλά. Η εργασία αυτή έχει ως βασικό σκοπό την εισαγωγή της ρομποτικής στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση χρησιμοποιώντας το μοντέλο της συνθετικής εργασίας. Η δράση των μαθητών κατά την εκπόνηση της εργασίας είναι οργανωμένη σε πέντε ξεχωριστά αλληλοσυνδεόμενα στάδια (Αλιμήσης, 2008). Πρόκειται για μια διαθεματική εργασία, η οποία μπορεί να ενταχθεί στην Τεχνολογία και την Πληροφορική. Απευθύνεται σε μαθητές της Β' και Γ' τάξης Γυμνασίου ή της Πληροφορικής της Α' Λυκείου. Στην εργασία αυτή οι μαθητές θα κατασκευάσουν με τη χρήση δομικού υλικού της Lego® ένα ρομποτικό απορριμματοφόρο όχημα το οποίο θα κινείται μόνο του στους δρόμους μιας πόλης και θα αδειάζει μόνο του τους κάδους απορριμμάτων.

**Λέξεις κλειδιά:** εκπαιδευτική ρομποτική, προγραμματισμός, δομή ακολουθίας, δομή επιλογής, δομή επανάληψης

#### Εισαγωγή

Με την εκπαιδευτική ρομποτική επιχειρείται η μετάβαση από τη δασκαλοκεντρική διδασκαλία στη διδασκαλία όπου κυρίαρχο ρόλο στο αναλυτικό πρόγραμμα θα διαδραματίζει η επίλυση προβλήματος, η ανακαλυπτική και διερευνητική μάθηση, ενώ θα απαιτείται η δημιουργική εμπλοκή των μαθητών στην ανακάλυψη της λύσης. Στην εργασία αυτή μαθητές καλούνται να λύσουν ένα πρόβλημα της καθημερινότητας. Συγκεκριμένα, καλούνται να αυτοματοποιήσουν τη διαδικασία αποκομιδής των απορριμμάτων της πόλης τους κατασκευάζοντας ρομποτικό όχημα το οποίο θα κινείται χωρίς οδηγό και θα αδειάζει τους κάδους απορριμμάτων μόνο του (χωρίς βοηθητικό προσωπικό) για την καλύτερη και αποτελεσματικότερη εξυπηρέτηση των δημοτών και του προσωπικού του Δήμου. Επίσης, καλούνται να προτείνουν όλες τις απαραίτητες παρεμβάσεις που πρέπει να γίνουν στην πόλη για να κινείται το ρομποτικό όχημα μόνο του.

Για την υλοποίηση της δραστηριότητας θα χρησιμοποιηθεί το πακέτο εκπαιδευτικής ρομποτικής Lego® Mindstorms® EV3 και το προγραμματιστικό περιβάλλον που το συνοδεύει. Το συγκεκριμένο πακέτο είναι ιδανικό για την κατασκευή μοντέλων από τον φυσικό κόσμο λόγω της πληθώρας δομικών στοιχείων που περιέχει. Επίσης το προγραμματιστικό περιβάλλον του Lego® Mindstorms® EV3 είναι γραφικό, απλό, εύχρηστο και βασίζεται στη χρήση εικονιδίων, πράγμα που το καθιστά ελκυστικό στους μαθητές, ιδιαίτερα στους αρχάριους.

Για την υλοποίηση της εργασίας ακολουθείται η στρατηγική της σταδιακής υποστήριξης (scaffolding) (Φράγκου, Γρηγοριάδου, Παπανικολάου, 2010). Οι μαθητές εμπλέκονται ενεργά σε όλες τις δραστηριότητες και δέχονται σταδιακή υποστήριξη που τους επιτρέπει να αναπτύξουν τις απαραίτητες δεξιότητες και γνώσεις για την υλοποίηση του έργου που έχουν αναλάβει.

Η μεθοδολογία ανάπτυξης της εργασίας περιλαμβάνει πέντε στάδια (Αλιμήσης, 2008):

- **Στάδιο εμπλοκής:** διατυπώνεται μια πρώτη εκδοχή του προβλήματος και οι μαθητές μέσα από ελεύθερο διάλογο εμπλέκονται στον προσδιορισμό του.
- **Στάδιο πειραματισμού:** οι μαθητές πειραματίζονται με προγραμματιζόμενες απλές μηχανικές δομές (γρανάζια, τροχαλίες, άξονες κλπ.), κινητήρες, αισθητήρες και εξοικειώνονται με το σχετικό λογισμικό, μέσα από απλά προβλήματα που καλούνται να αντιμετωπίσουν με στόχο την κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών καθώς και των δυνατοτήτων που αυτές έχουν. το λογισμικό.
- **Στάδιο διερεύνησης:** Οι μαθητές επαναπροσδιορίζουν το πρόβλημα και τα ερωτήματα που διατύπωσαν στο πρώτο στάδιο μέσα από την εμπειρία που απέκτησαν μετά την εξοικείωση με το βασικό υλικό και αναλαμβάνουν την επίλυση των επιμέρους προβλημάτων εργαζόμενοι σε ομάδες.
- **Στάδιο Σύνθεσης και Δημιουργίας:** Οι μαθητές καλούνται να συνθέσουν τα επιμέρους στοιχεία και υλικά (προγράμματα) τα οποία παρουσιάστηκαν στην τάξη σε μία τελική μορφή που απαντά στο αρχικό πρόβλημα. Σε αυτό το στάδιο οι μαθητές αυτοοργανώνονται και καταγράφουν την πορεία της δουλειάς τους σε ημερολόγια ή σε φύλλα παρακολούθησης. Η κάθε ομάδα εργάζεται για τη σύνθεση μιας ενιαίας λύσης.
- **Στάδιο Αξιολόγησης:** τα τελικά προϊόντα των ομάδων παρουσιάζονται στην τάξη και αξιολογούνται. Οι μαθητές καλούνται να αντιμετωπίσουν κριτικά την δουλειά τους, να εκφέρουν απόψεις και να συγκρίνουν με βάση τα κριτήρια που έχουν θέσει.

Σκοπός του σεναρίου είναι η εισαγωγή της ρομποτικής στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση χρησιμοποιώντας το μοντέλο της συνθετικής εργασίας.

Οι διδακτικοί στόχοι του σεναρίου είναι οι μαθητές:

ως προς το γνωστικό αντικείμενο να:

- κωδικοποιούν έναν αλγόριθμο σε προγραμματιστικό περιβάλλον.
- ορίζουν τις κατάλληλες παραμέτρους στα προγραμματιστικά μπλοκ που χρησιμοποιούν.
- διακρίνουν την αναγκαιότητα χρήσης της δομής επανάληψης.
- μετρούν φυσικές ποσότητες που επιδρούν στη λειτουργία της οντότητας, όπως απόσταση.
- περιγράφουν τα βασικά χαρακτηριστικά ενός ρομπότ (Τεχνολογία).
- εξηγούν τη λειτουργία απλών δομικών στοιχείων όπως: γρανάζια, άξονες, συνδετήρες (Τεχνολογία).
- σχεδιάζουν και να κατασκευάζουν μια μηχανική οντότητα χρησιμοποιώντας απλά δομικά στοιχεία όπως ρόδες, άξονες και κινητήρες (Τεχνολογία).

ως προς τις δεξιότητες να:

- προγραμματίζουν ένα κινούμενο σώμα, χρησιμοποιώντας το προγραμματιστικό περιβάλλον του λογισμικού Lego® Mindstorms® EV3.
- μετρούν με χρήση χάρακα την απόσταση που διένυσε ένα κινούμενο σώμα.
- κατανοήσουν τις παραμέτρους του Move Steering (μπλοκ προγραμματισμού για τον έλεγχο κινητήρων) και του Loop μπλοκ (μπλοκ βρόχου για την επανάληψη εντολών).
- διατυπώνουν και να αξιολογούν συμπεράσματα που στηρίζονται στα δεδομένα που έχουν συλλέξει.
- αξιοποιούν τεχνικές επίλυσης προβλήματος.
- διατυπώνουν υποθέσεις και να ελέγχουν την ορθότητά τους.

ως προς τις στάσεις να:

- αναπτύξουν ομαδοσυνεργατικές δεξιότητες.
- εββονται την ιδιαιτερότητα του καθενός και τις απόψεις του.
- ενδυναμώνουν το αίσθημα ευθύνης μέσω των δραστηριοτήτων που καλούνται να φέρουν εις πέρας.

### Παιδαγωγικό σενάριο

Η ανάπτυξη της εργασίας βασίστηκε στη διδακτική μεθοδολογία TERECoP ([www.terecop.eu](http://www.terecop.eu), 25/03/2015) και περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

Στάδιο	Δραστηριότητες	Φύλλα Εργασίας
Εμπλοκής	Αφόρμηση Οργάνωση ομάδων Διατύπωση αρχικού προβλήματος προς διερεύνηση	Φύλλο Εργασίας 1 1 διδακτική ώρα
Πειραματισμού	Πειραματισμός με τα βασικά δομικά στοιχεία του πακέτου εκπαιδευτικής ρομποτικής Lego® Mindstorms® EV3 Πειραματισμός με το λογισμικό	Φύλλο Εργασίας 2 4 διδακτικές ώρες
Διερεύνησης	Διερεύνηση επιμέρους προβλημάτων Επαναπροσδιορισμός αρχικού προβλήματος	Φύλλο Εργασίας 3 3 διδακτικές ώρες
Σύνθεσης και Δημιουργίας	Σύνθεση ενιαίας λύσης Προγραμματισμός ρομποτικής κατασκευής	Φύλλο Εργασίας 4 2 διδακτικές ώρες
Αξιολόγησης	Παρουσιάσεις ομάδων	Φύλλο Εργασίας 5 1 διδακτική ώρα

Κατά το **στάδιο της εμπλοκής** γνωστοποιείται στους μαθητές το θέμα της εργασίας. Γίνεται η προβολή σχετικού βίντεο (<https://www.youtube.com/watch?v=KSBcdSaFXKs>, 25/03/2015) στο οποίο παρουσιάζεται απορριμματοφόρο όχημα παρόμοιο με αυτό που ζητείται να κατασκευάσουν. Στη συνέχεια δημιουργούνται ομάδες οι οποίες ξεκινούν άμεσα με τη μελέτη του πρώτου φύλλου εργασίας.

Στο **στάδιο πειραματισμού** γίνεται παρουσίαση του πακέτου εκπαιδευτικής ρομποτικής Lego® Mindstorms® EV3 και οι μαθητές ξεκινούν να πειραματίζονται με τα δομικά στοιχεία του πακέτου και το προγραμματιστικό περιβάλλον του EV3. Οι μαθητές πειραματίζονται με το τούβλο EV3 το οποίο είναι το βασικότερο κομμάτι οποιουδήποτε ρομπότ Lego® ενώ στη συνέχεια ακολουθώντας δραστηριότητες του ΦΕ και τα σχετικά στον ιστότοπο (<http://www.robotics-edu.gr/ldd/learning-robot-car/>, 25/03/2015) κατασκευάζουν ένα απλό ρομποτικό όχημα και δημιουργούν το πρώτο τους πρόγραμμα στο προγραμματιστικό περιβάλλον του EV3. Μεταφορτώνουν το πρόγραμμα στο ρομπότ και το θέτουν σε λειτουργία. Στην επόμενη δραστηριότητα πειραματίζονται με το προγραμματιστικό μπλοκ Move Steering με το οποίο μπορούν να κινήσουν το ρομπότ, προσθέτουν έναν αισθητήρα απόστασης και μαθαίνουν πώς να τον χρησιμοποιούν. Μέσα από τις παραπάνω δραστηριότητες οι μαθητές θα κατανοήσουν πώς να χρησιμοποιούν το προγραμματιστικό περιβάλλον του EV3 και τις βασικές δομές του δομημένου προγραμματισμού (δομή ακολουθίας, δομή επανάληψης, δομή επιλογής). Επίσης θα γνωρίσουν πώς να χρησιμοποιούν βασικά προγραμματιστικά μπλοκ, όπως το Wait μπλοκ, που θα τους χρειαστούν για την υλοποίηση της εργασίας στη συνέχεια.

Στο **στάδιο της διερεύνησης** οι μαθητές καλούνται να αξιοποιήσουν τη γνώση και την εμπειρία τους για την επίλυση επιμέρους προβλημάτων. Συγκεκριμένα καλούνται να δώσουν λύσεις στο πρόβλημα αναγνώρισης μιας μαύρης γραμμής στο δάπεδο και στο πρόβλημα κίνησης του ρομπότ πάνω σε μια μαύρη γραμμή στο δάπεδο. Τα επιμέρους αυτά προβλήματα αυτά αποτελούν μέρος του συνολικού θέματος της συνθετικής εργασίας. Στη συνέχεια ακολουθώντας τις οδηγίες του ΦΕ και την βοήθεια της σχετικής ιστοσελίδας <http://robotics-edu.gr/build/claw/> (25/03/2015) κατασκευάζουν μια δαγκάνα η οποία θα σηκώνει και θα αδειάζει τους κάδους απορριμμάτων. Μέσα από την εμπειρία

που έχουν ήδη αποκομίσει καλούνται να ξανασκεφτούν το αρχικό πρόβλημα και να καταγράψουν αναλυτικά τις αλλαγές στις λύσεις που προτείνουν. Επίσης καλούνται να καταγράψουν τις συμπεριφορές ή ενέργειες που θέλουν να εκτελεί το ρομποτικό όχημα καθώς και τις αλλαγές ή προσθήκες στο ρομποτικό όχημα για να φέρνει σε πέρας όλες τις επιθυμητές ενέργειες και συμπεριφορές.

Στο **στάδιο της σύνθεσης και δημιουργίας** οι μαθητές πρέπει να ολοκληρώσουν την κατασκευή και τον προγραμματισμό του ρομποτικού οχήματος ενώ στο **στάδιο της αξιολόγησης** κάθε ομάδα παρουσιάζει την εργασία της και ανταλλάσει απόψεις με τις υπόλοιπες ομάδες.

### ***Δραστηριότητες – Φύλλα Εργασίας***

Τα φύλλα εργασίας βρίσκονται αναρτημένα στη διεύθυνση [http://robotics-edu.gr/data/edumotiva-project/ \(25/03/2015\)](http://robotics-edu.gr/data/edumotiva-project/ (25/03/2015)).

### ***Αξιολόγηση στην τάξη***

Η αξιολόγηση των μαθητών, σε ομαδικό επίπεδο, θα γίνει από τα συμπληρωμένα φύλλα εργασίας που οι ομάδες καλούνται να παραδώσουν μετά την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων. Σε ατομικό επίπεδο, η αξιολόγηση προκύπτει από την παρατήρηση και της συμμετοχής του μαθητή καθ' όλη τη διάρκεια του σεναρίου, αλλά και κατά τη διάρκεια της εργασίας ο εκπαιδευτικός παρακολουθεί τις δραστηριότητες των μαθητών του ώστε να εντοπίσει τυχόν ελλείψεις που έχουν.

Στο τέλος του σεναρίου οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν ατομικά σε ένα ερωτηματολόγιο (<http://robotics-edu.gr/data/edumotiva-project/erotimatologio.pdf>) με ερωτήσεις ανοικτού και κλειστού τύπου σχετικά με την ικανοποίηση τους από τη συμμετοχή τους στην εργασία. Τα ατομικά ερωτηματολόγια θα αξιοποιηθούν ως ανατροφοδότηση για την όλη διαδικασία.

### ***Αναφορές***

Αλμής Δ., (2008). Το προγραμματιστικό περιβάλλον Lego Mindstorms ως εργαλείο υποστήριξης εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων ρομποτικής, από τα Πρακτικά του 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής», Πάτρα, 28-30 Μαρτίου 2008.

Φράγκου, Σ., Γρηγοριάδου, Μ., Παπανικολάου, Κ., (2010). Σχεδιάζοντας δραστηριότητες ρομποτικής για μαθητές Γυμνασίου, Πρακτικά του 5ου Συνεδρίου Διδακτική της Πληροφορικής, Αθήνα, Απρίλιος 2010.