

## **Αναπτύσσοντας ένα πλαίσιο σχεδίασης και εφαρμογής δραστηριοτήτων προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών: το έργο TERECOP**

**Παπανικολάου Κοπαρισσία**  
**Επίκουρη Καθηγήτρια**  
**Γενικό Τμήμα Παιδαγωγικών**  
**Μαθημάτων, ΑΣΠΑΙΤΕ**  
[spap@di.uoa.gr](mailto:spap@di.uoa.gr)

**Φράγκου Στασινή**  
**Ερευνήτρια -**  
**Καθηγήτρια Φυσικής**  
[stassini.frangou@sch.gr](mailto:stassini.frangou@sch.gr)

**Αλιμήσης Δημήτρης**  
**Καθηγητής, Γενικό**  
**Τμήμα Παιδαγωγικών**  
**Μαθημάτων, ΑΣΠΑΙΤΕ**  
[alimisis@otenet.gr](mailto:alimisis@otenet.gr)

### **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η εκπαιδευτική δυναμική της ρομποτικής συνίσταται στη δυνατότητα που προσφέρει στους μαθητές, να συνθέσουν μια μηχανική οντότητα και να την κατευθύνουν με τη βοήθεια ενός απλού και εύχρηστου προγραμματιστικού περιβάλλοντος. Την τελευταία δεκαετία σημειώνονται αρκετές προσπάθειες σε διεθνές επίπεδο για την εισαγωγή της ρομποτικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση κύρια σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας. Ωστόσο, ενώ ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι ιδιαίτερα σημαντικός για την αποτελεσματική ένταξη και αξιοποίηση της συγκεκριμένης τεχνολογίας στην εκπαιδευτική διαδικασία, ελάχιστες προσπάθειες επιμόρφωσης εκπαιδευτικών έχουν καταγραφεί. Σε αυτήν την κατεύθυνση επικεντρώνεται το Ευρωπαϊκό έργο 'Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods (TERECOP)' που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος COMENIUS 2.1 Action, με τη συνεργασία 6 Ευρωπαϊκών χωρών. Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται το έργο και ιδιαίτερα το πλαίσιο σχεδίασης και εφαρμογής δραστηριοτήτων ρομποτικής για το Γυμνάσιο που προτείνει, συνδυάζοντας τις αρχές του εποικοδομητισμού, του "κατασκευαστικού" εποικοδομητισμού και της μάθησης με βάση συνθετικές εργασίες.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** *εποικοδομητισμός, κατασκευαστικός εποικοδομητισμός, μάθηση με βάση συνθετικές εργασίες, εκπαιδευτική ρομποτική, Lego Logo*

### **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η εκπαιδευτική δυναμική της ρομποτικής συνίσταται στη δυνατότητα που προσφέρει στους μαθητές, να συνθέσουν μια μηχανική οντότητα (για παράδειγμα ένα λεωφορείο-ρομπότ ή ένα σκυλάκι-ρομπότ) και να την κατευθύνουν με τη βοήθεια ενός απλού και εύχρηστου προγραμματιστικού περιβάλλοντος. Στόχος της εκπαιδευτικής αξιοποίησης της ρομποτικής είναι η διαμόρφωση ενός μαθησιακού περιβάλλοντος που θα εμπλέκει ενεργά τους μαθητές στη λύση αυθεντικών προβλημάτων, θα ενισχύει τη διερευνητική στάση των μαθητών, θα τους επιτρέπει να διατυπώσουν υποθέσεις, να πειραματιστούν, και να αναπτύξουν την αφαιρετική ικανότητά τους ελέγχοντας μέσα από ένα εικονικό περιβάλλον την συμπεριφορά ενός πραγματικού μοντέλου.

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι ιδιαίτερα σημαντικός για την αποτελεσματική ένταξη και αξιοποίηση της συγκεκριμένης τεχνολογίας στην εκπαιδευτική διαδικασία. Ωστόσο ενώ αρκετές μελέτες έχουν καταγραφεί για την εκπαιδευτική δυναμική της ρομποτικής, ελάχιστες προσπάθειες αφορούν στην επιμόρφωση εκπαιδευτικών σε θέματα σχεδίασης και αξιοποίησης προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών στη διδακτική πράξη. Δομικό στοιχείο μιας τέτοιας επιμόρφωσης αποτελεί το πλαίσιο σχεδίασης και εφαρμογής δραστηριοτήτων εκπαιδευτικής ρομποτικής, θεωρητικό υπόβαθρο του οποίου αποτελούν οι αρχές του εποικοδομητισμού και του "κατασκευαστικού" εποικοδομητισμού.

[www.e-diktyo.eu](http://www.e-diktyo.eu)

[www.epyna.gr](http://www.epyna.gr)

Στην περιοχή της εκπαιδευτικής ρομποτικής ανήκει το Ευρωπαϊκό έργο ‘Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods (TERECoP)’ το οποίο, με τη συμμετοχή 8 Ευρωπαϊκών εκπαιδευτικών ιδρυμάτων, στοχεύει:

- (α) στην ανάπτυξη ενός πλαισίου σχεδίασης και εφαρμογής δραστηριοτήτων προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών με βάση σύγχρονες θεωρίες για τη διδασκαλία και μάθηση,
- (β) στην ανάπτυξη ενδεικτικών δραστηριοτήτων για το Γυμνάσιο,
- (γ) στην εκπαίδευση υποψηφίων και εν ενεργεία εκπαιδευτικών σχετικά με τις συγκεκριμένες τεχνολογίες ρομποτικής και την εκπαιδευτική αξιοποίησή τους σε Ευρωπαϊκό επίπεδο.

Στην παρούσα εργασία προτείνουμε ένα πλαίσιο σχεδίασης και εφαρμογής δραστηριοτήτων ρομποτικής για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, το οποίο βασίζεται στις αρχές του εποικοδομητισμού (constructivism) και του “κατασκευαστικού” εποικοδομητισμού (constructionism) και υιοθετεί την προσέγγιση της μάθησης με βάση συνθετικές εργασίες (project-based learning) για την οργάνωση της δράσης των μαθητών στην τάξη. Το συγκεκριμένο πλαίσιο πρόκειται να αποτελέσει τη βάση σχεδίασης και εφαρμογής διαθεματικών δραστηριοτήτων για το Γυμνάσιο, δείγμα των οποίων παρουσιάζεται στην Ενότητα 3, και επιμόρφωσης εκπαιδευτικών στην ανάπτυξη και εκπαιδευτική αξιοποίηση προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών.

### **ΤΟ ΕΡΓΟ ‘ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ ΣΕ ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΗΤΙΚΕΣ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΠΟΥ ΒΑΣΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ’ (TERECoP) ΚΑΙ ΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ**

Στο πλαίσιο της μελέτης ένταξης καινοτόμων τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία, κομβικό ρόλο παίζουν τόσο η σχεδίαση δραστηριοτήτων όσο και η υποστήριξη εκπαιδευτικών στην εφαρμογή τους στην πράξη. Στην κατεύθυνση αυτή αναπτύχθηκε το Ευρωπαϊκό έργο ‘Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods (TERECoP)’ στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος COMENIUS 2.1 Action (Training of School Education Staff).

Στο συγκεκριμένο έργο συνεργάζονται 8 Ευρωπαϊκά εκπαιδευτικά ιδρύματα από 6 διαφορετικές χώρες: Ανωτάτη Σχολή Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης (ΑΣΠΑΙΤΕ), Γενικό Τμήμα Παιδαγωγικών Μαθημάτων με ρόλο συντονιστή έργου και υπεύθυνο τον καθηγητή Δ. Αλιμήση (Παράρτημα Πάτρας), Institut Universitaire de Formation des Maîtres d'Aix-Marseille (Γαλλία), Department of Information Engineering, University of Padova (Ιταλία), University of Pitești (Ρουμανία), IT+Robotics (Ιταλία), Town Museum of Rovereto (Ιταλία), Charles University Prague, Faculty of Education (Τσεχία), Public University of Navarre (Ισπανία).

Οι κύριες δραστηριότητες του έργου περιλαμβάνουν:

- ανάπτυξη μεθοδολογίας σχεδιασμού δραστηριοτήτων ρομποτικής σε θέματα επιστημών και τεχνολογίας,
- ανάπτυξη και εφαρμογή προγραμμάτων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στις 6 συμμετέχουσες Ευρωπαϊκές χώρες, συμπεριλαμβανομένης της ανάπτυξης εκπαιδευτικού υλικού σε έντυπη και ηλεκτρονική μορφή,
- αξιολόγηση των προγραμμάτων εκπαίδευσης και διάχυση των αποτελεσμάτων που θα προκύψουν από την υλοποίησή τους στις 6 συμμετέχουσες Ευρωπαϊκές χώρες,
- δημιουργία μιας κοινότητας πρακτικής μεταξύ εκπαιδευτών και εκπαιδευόμενων με στόχο την ανταλλαγή απόψεων, εμπειριών, και εκπαιδευτικού υλικού σε θέματα

[www.e-diktyo.eu](http://www.e-diktyo.eu)

[www.epyna.gr](http://www.epyna.gr)

αξιοποίησης εργαλείων προγραμματιζόμενων κατασκευών ρομποτικής, μέσω ενός περιβάλλοντος ηλεκτρονικής μάθησης.

Στην τρέχουσα φάση του έργου αναπτύσσεται ένα πλαίσιο σχεδίασης και εφαρμογής δραστηριοτήτων προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών, το οποίο περιγράφεται στην επόμενη ενότητα.

### **ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΩΝ ΡΟΜΠΟΤΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ Η ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ**

Η μελέτη της υπάρχουσας κατάστασης όσον αφορά στην εκπαιδευτική αξιοποίηση της ρομποτικής διεθνώς, έδειξε ότι μέχρι σήμερα η ρομποτική έχει αξιοποιηθεί ιδιαίτερα στην πρωτοβάθμια και τριτοβάθμια εκπαίδευση καθώς και τη δια βίου μάθηση (Resnick & Silverman, 2005), (Martin et al., 2000), (Martin, 1996), (Cerezo et al., 2005), (Parsons & Sklar, 2004). Ωστόσο την τελευταία δεκαετία σημειώνονται αρκετές προσπάθειες για την εισαγωγή της ρομποτικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, κύρια σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας (Καραντάνου κ.ά., 2005), (Alimisis et al. 2005), (Κυνηγός και Φράγκου, 2000), (Δημητρίου και Χατζηκρανιώτη, 2003), (Järvinen Esa-Matti, 1998), (Mataric', 2004).

Θεωρητικό υπόβαθρο της εκπαιδευτικής ρομποτικής και ιδιαίτερα της τεχνολογίας Lego/Logo αποτελεί η θεωρία του εποικοδομητισμού και του “κατασκευαστικού” εποικοδομητισμού. Η θεωρία του εποικοδομητισμού, υποστηρίζει ότι το άτομο, με βάση την αλληλεπίδρασή του με τον κόσμο, οικοδομεί, ελέγχει και αλλάζει τις εννοιολογικές του δομές. Ένα μαθησιακό περιβάλλον με βάση τις αρχές του εποικοδομητισμού θα πρέπει (Κόμης & Μικρόπουλος, 2001) (α) να παρέχει αυθεντικές δραστηριότητες ενταγμένες στις διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων από τον πραγματικό κόσμο, (β) να ενθαρρύνει την έκφραση και την προσωπική εμπλοκή στη μαθησιακή διαδικασία, (γ) να ενθαρρύνει την κοινωνική αλληλεπίδραση. Ιδιαίτερα, ο “κατασκευαστικός” εποικοδομητισμός με κύριο εμπνευστή τον Papert (1991), υποστηρίζει ότι οι άνθρωποι οικοδομούν τη γνώση τους όταν εμπλέκονται ενεργά στη σχεδίαση και κατασκευή πραγματικών αντικειμένων με νόημα για τους ίδιους ή τους άλλους γύρω τους, όπως κάστρα από άμμο, μηχανές LEGO, προγράμματα υπολογιστών, ή μία θεωρία για το σύμπαν.

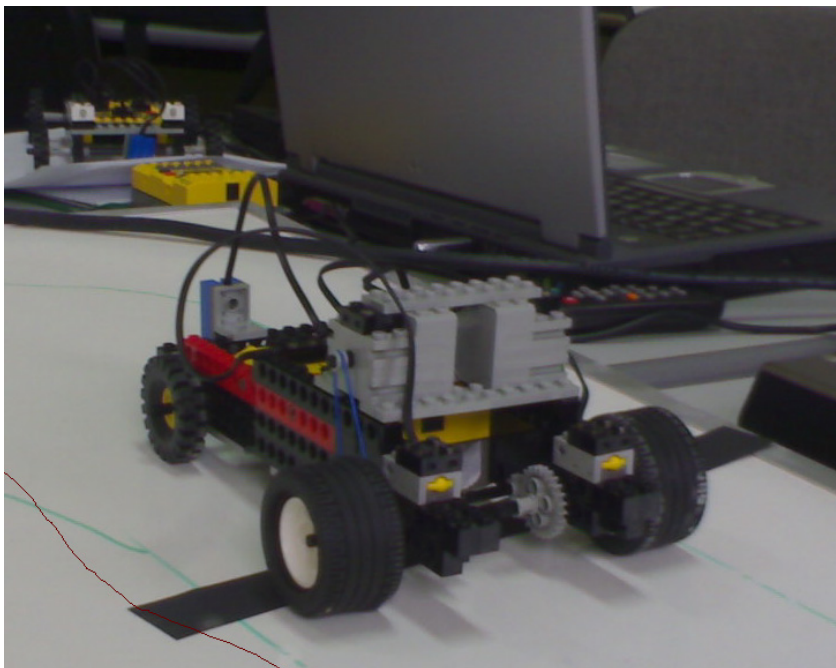
Στην περίπτωση μας οι μαθητές καλούνται να κατασκευάσουν και να χειριστούν μέσω H/Y μία προγραμματιζόμενη ρομποτική κατασκευή, η κίνηση της οποίας υπακούει σε ένα σύνολο κανόνων που οι ίδιοι καθορίζουν. Βασικά χαρακτηριστικά των συγκεκριμένων ρομποτικών κατασκευών είναι η δυνατότητα συλλογής πληροφοριών/ερεθισμάτων από το περιβάλλον και εκτέλεσης ενεργειών, παρουσιάζοντας συγκεκριμένες συμπεριφορές ως αντίδραση σε εξωτερικά ερεθίσματα. Κατασκευαστικά συνδυάζουν αισθητήρες αφής, φωτός, θερμοκρασίας κλπ. με τους οποίους συλλέγουν πληροφορίες από το περιβάλλον και μηχανήματα εξόδου όπως κινητήρες, λάμπες κλπ με τα οποία εκτελούν συγκεκριμένες ενέργειες. Απαραίτητο συμπλήρωμα των παραπάνω είναι το λογισμικό με το οποίο γίνεται ο προγραμματισμός των κατασκευών.

Η ιδέα των προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών ξεκίνησε με τη χελώνα της Logo από τα τέλη της δεκαετίας του '60. Οι χελώνες αυτές συνδέονταν με τον υπολογιστή με ένα καλώδιο και μπορούσαν να κινούνται στο πάτωμα ανάλογα με τις εντολές που λάμβαναν. Οι επόμενες γενιές χελωνών συνοδεύονταν από αισθητήρες, λάμπες και κινητήρες (Bigtrak, Roamer). Σήμερα ποικιλία δομικών στοιχείων και ηλεκτρονικών εξαρτημάτων χρησιμοποιούνται για τη σύνθεση ρομποτικών κατασκευών όπως, μικρά τούβλα, μπάλες, χάντρες, ενώ η ανάγκη πραγματικής αυτονομίας των κατασκευών από τον

υπολογιστή οδήγησε στη χρήση προγραμματιζόμενων κύβων με ενσωματωμένους μικροεπεξεργαστές.

Οι παραπάνω τεχνολογίες μπορούν να θεωρηθούν ως “κατασκευαστικές εργαλειοθήκες” (construction kits) δηλαδή συστήματα που εμπλέκουν τους μαθητές στη σχεδίαση και τη δημιουργία ρομποτικών κατασκευών. Η σχεδίαση των “κατασκευαστικών εργαλειοθηκών” σύμφωνα με τους Resnick και Silverman (2005) έγινε με στόχο να υποστηρίξουν τα παιδιά να αναπτύξουν δεξιότητες ώστε να μπορούν να εκφράζονται μέσω των νέων τεχνολογιών (αλλά και των ‘παλιών’ τεχνολογιών); να πειραματιστούν με σημαντικές έννοιες, συχνά από τις περιοχές των μαθηματικών, της επιστήμης, και της μηχανικής μέσω κατάλληλων δραστηριοτήτων; και γενικότερα να τους βοηθήσουν να γίνουν καλύτεροι ως μαθητές στην πορεία προς τη γνώση.

Η σχεδίαση δραστηριοτήτων που εμπλέκουν ρομποτικές κατασκευές συνδέεται με τη δημιουργία και το χειρισμό των κατασκευών για την εκπλήρωση ενός έργου με στόχο την αντιμετώπιση ενός προβλήματος. Ο μαθητής καλείται να αναπαράξει ένα δοσμένο μοντέλο ή να ανακαλύψει ένα άλλο για να αντιμετωπίσει το πρόβλημα που τίθεται. Σε ένα τέτοιο μαθησιακό περιβάλλον, το πρόβλημα ‘οδηγεί’ τη μάθηση. Επίσης, σε ένα τέτοιο περιβάλλον η αξιολόγηση είναι μια διαδικασία που εξελίσσεται σε όλη τη διάρκεια της εργασίας του μαθητή και βασίζεται στις παρατηρήσιμες ενδιάμεσες καταστάσεις που οι μαθητές παράγουν κατά τη διάρκεια επίλυσης του προβλήματος.



*Σχήμα 1: Προγραμματιζόμενη ρομποτική κατασκευή που προσομοιώνει την κίνηση ενός τροχοφόρου*

Επομένως εάν ο στόχος μας είναι να εμπλέξουμε τους μαθητές σε δραστηριότητες σχεδίασης και κατασκευής πραγματικών αντικειμένων, δηλαδή ρομποτικών κατασκευών που έχουν νόημα για τους ίδιους και τους γύρω τους, τότε η σχεδίαση δραστηριοτήτων θα

πρέπει να απευθύνεται σε ‘σχεδιαστές’, δηλαδή οι δραστηριότητες θα πρέπει να προτρέπουν τους μαθητές να κατασκευάσουν αλλά συγχρόνως να τους ενθαρρύνει και υποστηρίζει να πειραματιστούν και να διερευνήσουν ιδέες που διέπουν τις κατασκευές τους (Resnick and Silverman, 2005). Οι δραστηριότητες έχουν τη μορφή συνθετικών εργασιών που θέτουν στους μαθητές προβλήματα τα οποία είναι αυθεντικά, πολυδιάστατα και επιδέχονται περισσότερες από μία λύσεις (Brown et al., 1989). Οι συνθετικές εργασίες θα πρέπει: (α) να εμπλέκουν ενεργά τους μαθητές, παρέχοντάς τους μεγαλύτερη αίσθηση ελέγχου και ευθύνης της μαθησιακής τους διαδικασίας, (β) να ενθαρρύνουν τη δημιουργική επίλυση προβλημάτων, (γ) να είναι διαθεματικές ώστε να εμπλέκουν ιδέες/έννοιες από διαφορετικές, περιοχές όπως τεχνολογία, τέχνη, περιβάλλον, κοινωνία, μαθηματικά, φυσικές επιστήμες, (δ) να είναι ανοιχτές και ημιδομημένες ώστε οι μαθητές να συμμετέχουν στον ορισμό τους, και (ε) να παρέχουν ευκαιρίες για αναστοχασμό και συνεργασία.

Επίσης, είναι ιδιαίτερα σημαντικό οι προτεινόμενες εργασίες και τα προβλήματα που θέτουν να είναι ανοιχτά και να επιτρέπουν στους μαθητές να εργαστούν με το δικό τους ιδιαίτερο στυλ και με τον τρόπο που αυτοί επιθυμούν.

Σε ένα πλαίσιο μάθησης μέσω συνθετικών εργασιών, οι μαθητές συνεργάζονται ώστε αρχικά να κατανοήσουν και να ορίσουν το πρόβλημα που θέτει η συνθετική εργασία, και στη συνέχεια να μπορέσουν να προτείνουν βιώσιμες λύσεις. Το αποτέλεσμα της συνεργασίας είναι η κατασκευή ενός αντικειμένου το οποίο πρόκειται να παρουσιαστεί σε ένα μεγαλύτερο κοινό, σε επίπεδο τάξης. Η οργάνωση της δράσης των μαθητών στη διάρκεια εκπόνησης της συνθετικής εργασίας θα πρέπει να διαμορφώνει ένα θετικό κύκλο ανατροφοδότησης, όπου οι μαθητές θα εκφράζονται, θα διατυπώνουν ερωτήματα και υποθέσεις, θα πειραματίζονται και θα διερευνούν εναλλακτικές λύσεις και μονοπάτια, θα αναστοχάζονται και θα αξιολογούν προηγούμενες ιδέες και προτάσεις τους, θα ανταλλάσσουν απόψεις και ιδέες, θα συνεργάζονται με ένα κοινό στόχο. Η διαμόρφωση ενός πλαισίου σχεδίασης δραστηριοτήτων με προγραμματιζόμενες ρομποτικές κατασκευές αλλά και εφαρμογής τους στην τάξη, περιλαμβάνει και τον ορισμό σταδίων τα οποία ενθαρρύνουν συγκεκριμένες διεργασίες όπως εμπλοκή, πειραματισμός, διερεύνηση, δημιουργία, παρουσίαση/αξιολόγηση.

Η παρουσίαση των σταδίων στα οποία οργανώνεται η δράση των μαθητών κατά την εκπόνηση μιας εργασίας γίνεται στη συνέχεια μέσα από ένα πραγματικό πρόβλημα. Αυτό στην περίπτωσή μας είναι η προσομοίωση της κίνησης ενός λεωφορείου σε μια πόλη. Το συγκεκριμένο πρόβλημα θα μπορούσε να είναι μέρος ενός γενικότερου θέματος που αφορά για παράδειγμα την ανακύκλωση, τις κοινωνικές δομές ενός αστικού χώρου, εναλλακτικές μορφές ενέργειας. Η επιλογή του θέματος αλλά και της στοχοθεσίας της εργασίας μπορεί να διαμορφωθεί με βάση τη στοχοθεσία του μαθήματος στο οποίο αυτή εντάσσεται.

**Στάδιο εμπλοκής (engagement).** Στο στάδιο αυτό διατυπώνεται το πρόβλημα και οι μαθητές μέσα από μία συζήτηση εμπλέκονται στον προσδιορισμό του. Βασική στοχοθεσία του σταδίου αφορά στην ενεργή εμπλοκή των μαθητών με το γενικότερο θέμα που καλούνται να μελετήσουν και στη διατύπωση επιμέρους ερωτημάτων. Για παράδειγμα, οι μαθητές, σε επίπεδο τάξης, μέσα από ελεύθερο διάλογο συζητούν θέματα σχετικά με τις δημόσιες συγκοινωνίες, εστιάζοντας στον κοινωνικό, οικονομικό και περιβαλλοντικό τους ρόλο. Στη συνέχεια, διαμορφώνουν ένα ερωτηματολόγιο με στόχο τη διερεύνηση απόψεων συμμαθητών ή και της τοπικής κοινωνίας σχετικά με την ποιότητα, τα προβλήματα και την προοπτική των αντίστοιχων μέσων. Το τελικό αποτέλεσμα του σταδίου αυτού είναι η περιγραφή ενός ‘ιδανικού’ λεωφορείου για την περιοχή και ο προσδιορισμός επιμέρους

προβλημάτων που προκύπτουν για τη λειτουργία του συγκεκριμένου μέσου (βλέπε Πίνακα 1 – Στάδιο Εμπλοκής).

Στάδιο	Διάρκεια	Δράση μαθητών
<b>Στάδιο εμπλοκής</b>		
Εισαγωγή του προβλήματος που θέτει η εργασία	1 ώρα	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Συζήτηση για τα μέσα μαζικής μεταφοράς στην τάξη</li> <li>- Σχεδιασμός ερωτηματολογίου</li> <li>- Συλλογή και επεξεργασία ερωτηματολογίων</li> <li>- Καταγραφή επιθυμητών χαρακτηριστικών ενός τοπικού λεωφορείου</li> </ul>
Το 'έξυπνο' λεωφορείο	1 ώρα	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Περιγραφή των βασικών λειτουργιών που θα πρέπει να εκτελεί ένα λεωφορείο-ρομπότ</li> <li>- Ανάλυση προβλήματος, διατύπωση ερωτημάτων</li> </ul>
<b>Στάδιο πειραματισμού</b>		
Σχεδιασμός και κατασκευή λεωφορείου	2 ώρες	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Αναγνώριση του υλικού και βασικών μηχανικών δομών</li> <li>- Χρήση του υλικού (κινητήρων, αισθητήρων, δομικού υλικού) για την υλοποίηση του μοντέλου</li> <li>- Κατασκευή μοντέλου με συγκεκριμένες λειτουργικότητες</li> </ul>
Εξοικείωση με βασικά στοιχεία προγραμματισμού	2-3 ώρες	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Εισαγωγή στη χρήση του λογισμικού</li> <li>- Πειραματισμός με επιλεγμένες λειτουργικότητες του προγράμματος</li> </ul>
<b>Στάδιο διερεύνησης</b>		
Διερεύνηση ενός ανοιχτού προβλήματος	2-3 ώρες	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Επαναπροσδιορισμός προβλήματος, επαναδιατύπωση αρχικών ερωτημάτων</li> <li>- Έρευνα, καταγραφή, τεκμηρίωση και αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων σε επίπεδο ομάδας</li> <li>- Παρουσίαση της εργασίας κάθε ομάδας στην τάξη</li> </ul>
<b>Στάδιο σύνθεσης και δημιουργίας</b>		
Σύνθεση	1-2 ώρες	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Επιλογή και σύνθεση επιμέρους εργασιών ομάδων σε μία ενιαία λύση</li> <li>- Τεκμηρίωση προτάσεων ομάδων</li> </ul>
<b>Στάδιο αξιολόγησης</b>		
Αξιολόγηση	1-2 ώρες	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Παρουσιάσεις τελικών προτάσεων ομάδων</li> <li>- Συζήτηση</li> <li>- Αξιολόγηση προτάσεων και συνεργασίας</li> </ul>

*Πίνακας 1: οργάνωση δράσης μαθητών κατά την εκπόνηση μιας εργασίας με προγραμματιζόμενες ρομποτικές κατασκευές*

**Στάδιο πειραματισμού (exploration):** οι μαθητές πειραματίζονται με το διαθέσιμο υλικό, για παράδειγμα προγραμματιζόμενες μονάδες, κινητήρες, αισθητήρες και το σχετικό λογισμικό, μέσα από απλά προβλήματα που καλούνται να αντιμετωπίσουν. Το στάδιο αυτό

[www.e-diktyo.eu](http://www.e-diktyo.eu)

[www.epyna.gr](http://www.epyna.gr)

στοχεύει στην κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών καθώς και στις δυνατότητες που αυτές έχουν. Οι μαθητές αξιοποιούν απλές μηχανικές δομές (γρανάζια, τροχαλίες, άξονες κλπ.) για την δημιουργία ενός λειτουργικού μοντέλου λεωφορείου με συγκεκριμένες προδιαγραφές. Η εργασία γίνεται σε ομάδες με την βοήθεια υποστηρικτικού υλικού που παρέχεται στους μαθητές για μελέτη και αξιοποίηση. Με παρόμοιο τρόπο οι μαθητές εξοικειώνονται με το λογισμικό. Μέσα από απλά ερωτήματα και μελέτη περιπτώσεων αναγνωρίζουν και προγραμματίζουν το 'λεωφορείο' ώστε να εκτελέσει βασικές κινήσεις αντιδρώντας σε συγκεκριμένα εξωτερικά ερεθίσματα (βλέπε Πίνακα 1 – Στάδιο πειραματισμού).

**Στάδιο διερεύνησης (investigation):** 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. Οι ομάδες των μαθητών αναλαμβάνουν την επίλυση των επιμέρους προβλημάτων. Σε αυτό το στάδιο οι μαθητές καλούνται να προτείνουν λύσεις σε ερωτήματα τα οποία ενδέχεται να έχουν περισσότερες από μία απαντήσεις. Σε κάθε περίπτωση οι μαθητές καλούνται να υποστηρίξουν τις επιλογές που κάνουν τόσο στο προγραμματιστικό όσο και στο κατασκευαστικό μέρος. Θέματα που πιθανά να ερευνηθούν οι ομάδες είναι: παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα του λεωφορείου, ταχύτητα κίνησης και ασφάλεια, μελέτη κατασκευαστικών χαρακτηριστικών που επιτρέπουν την στροφή του μοντέλου, στάθμευση του λεωφορείου και εκκίνηση, στάση λεωφορείου και εξυπηρέτηση επιβατών και άλλα επιμέρους θέματα ανάλογα με αυτά που οι μαθητές έθεσαν κατά τον προσδιορισμό του προβλήματος. Η εργασία κάθε ομάδας παρουσιάζεται στην υπόλοιπη τάξη (βλέπε Πίνακα 1 – Στάδιο διερεύνησης).

**Στάδιο Σύνθεσης και Δημιουργίας (creation):** 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. Η ανταλλαγή απόψεων και εμπειριών μπορεί τελικά να οδηγήσει στην διαμόρφωση προτάσεων και λύσεων που έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά αλλά μπορεί να οδηγήσει και σε καινοτόμες προτάσεις (βλέπε Πίνακα 1 – Στάδιο Σύνθεσης και Δημιουργίας).

**Στάδιο Αξιολόγησης:** Όλες οι τελικές προτάσεις των ομάδων παρουσιάζονται στην τάξη και αξιολογούνται με βάση τα ερωτήματα/κριτήρια που έχουν θέσει οι μαθητές σε προηγούμενα στάδια (στάδια εμπλοκής, διερεύνησης). Σε αυτό το στάδιο οι μαθητές καλούνται να αντιμετωπίσουν κριτικά την δουλειά τους, να εκφέρουν απόψεις καθώς και να συγκρίνουν και να επιλέξουν με βάση τα κριτήρια που έχουν θέσει. Επίσης αξιολογούν και τη συνεργασία τους σε επίπεδο ομάδας και τάξης (βλέπε Πίνακα 1 – Στάδιο Αξιολόγησης).

Τα παραπάνω στάδια δεν ακολουθούνται απαραίτητα σειριακά, ενώ αναμένεται κάποια στάδια να επαναληφθούν δημιουργώντας κύκλους, για παράδειγμα το στάδιο της κατασκευής μπορεί να περιέχει στοιχεία διερεύνησης ή της διερεύνησης στοιχεία κατασκευής. Μέσα από τα διάφορα στάδια και το υποστηρικτικό υλικό που θα τα συνοδεύει, όπως φύλλα εργασίας, ο στόχος είναι να ενθαρρύνουμε τους μαθητές να 'ερευνησουν το διαθέσιμο υλικό', να δοκιμάσουν πολλαπλές εναλλακτικές λύσεις, κάποιες από τις οποίες πιθανά να εγκαταλείψουν στην πορεία για να κατασκευάσουν την επόμενη έκδοση. Αυτό που είναι ιδιαίτερα σημαντικό στην όλη διαδικασία της επίλυσης του προβλήματος που θέτει η συνθετική εργασία είναι οι μαθητές να σχεδιάσουν και να

επανασχεδιάσουν τις κατασκευές τους, μια και το πρωτότυπο αποτελεί αφορμή για συζήτηση και σύμφωνα με τους Resnick και Silverman (2005) “μόλις αρχίζουμε να παίζουμε με αυτό, αρχίζουμε παράλληλα να σκεφτόμαστε πως θα κατασκευάσουμε την επόμενη έκδοση”.

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Η σχεδίαση μιας προγραμματιζόμενης ρομποτικής κατασκευής που εκτελεί τόσο μία απλή ενέργεια όσο και ένα σύνθετο σύνολο ενεργειών, θέτει υψηλούς στόχους στην ανάπτυξη της δημιουργικότητας και των δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων των μαθητών. Συγχρόνως, το συγκεκριμένο μαθησιακό πλαίσιο επιτρέπει στους μαθητές να εργαστούν σε ένα περιβάλλον που διέπεται από τις αρχές του εποικοδομητισμού και του “κατασκευαστικού” εποικοδομητισμού και προωθεί το διαμοιρασμό ιδεών μεταξύ των μαθητών.

Σε αυτό το πλαίσιο, το έργο TERECoP στοχεύει στην εκπαίδευση εν ενεργεία και υποψηφίων εκπαιδευτικών σε θέματα ανάπτυξης και αξιοποίησης δραστηριοτήτων προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών. Οι συγκεκριμένες κατασκευές αντιμετωπίζονται ως μαθησιακά εργαλεία που υποστηρίζουν την οικοδόμηση της γνώσης των μαθητών, τη μάθηση μέσα από την σχεδίαση (learning by designing) και τη διερεύνηση καθώς και ως θετικό κίνητρο για την ενασχόληση των μαθητών με την επιστήμη και τεχνολογία. Η ανάπτυξη του πλαισίου σχεδίασης και εφαρμογής δραστηριοτήτων προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών που παρουσιάστηκε σε αυτό το άρθρο, αποτελεί τον πρώτο σημαντικό στόχο του έργου. Η εφαρμογή του πλαισίου σε προγράμματα εκπαίδευσης εκπαιδευτικών στις 6 συμμετέχουσες Ευρωπαϊκές χώρες, την ακαδημαϊκή χρονιά 2007-2008, θα υποστηρίξει την εμπειρική μελέτη της αποτελεσματικότητας του στην ένταξη της προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών στην εκπαιδευτική διαδικασία.

### ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η συγκεκριμένη έρευνα πραγματοποιείται στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού έργου ‘Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods – (TERECoP)’ του Ευρωπαϊκού προγράμματος COMENIUS 2.1 Action.

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Alimisis, D., Karatrantou, A., Tachos, N. (2005), Technical school students design and develop robotic gear-based constructions for the transmission of motion, Eurologo 2005, Digital Tools for Lifelong Learning, Proceedings, Warsaw, Poland, 76-86
2. Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989), Situated cognition and the culture of learning. Educational Researcher, 18(1), 32-42
3. Carbonaro, M., Rex, M., Chambers, J. (2004), Using LEGO Robotics in a Project-Based Learning Environment. The Interactive Multimedia Electronic Journal of Computer-Enhanced Learning, Vol. 6, No 1. Διαθέσιμο στο <http://imej.wfu.edu/articles/2004/1/02/printver.asp>
4. Cerezo, E., Baldassarri, S., Pina, A. and Huizi, L. (2005), Learning robotics via web: remote experiment systems for distance training, IADAT-e2005 2<sup>nd</sup> IADAT International Conference on Education, Biarritz, France
5. Järvinen Esa-Matti (1998), The Lego/Logo Learning Environment in Technology Education: An Experiment in a Finnish Context; Spring; Journal of Technology Education; Vol. 9, No.2. Διαθέσιμο στο <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v9n2/jrvinen.html>



6. Martin, F. (1996), Kids Learning Engineering Science Using LEGO and the Programmable Brick, presented at the American Educational Research Association Annual Meeting
7. Martin, F., Butler, D., and Gleason, W. (2000), Design, story-telling, and robots in Irish primary education, Proceedings of the 2000 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, Nashville, TN. IEEE Systems, Man, and Cybernetics Society; <http://www.cs.uml.edu/~fredm/papers/martin-smc2000.pdf>
8. Mataric, M.J. (2004), Robotics Education for All Ages, Accessible Hands-on AI and Robotics Education. In Proceedings of 2004 AAAI Spring Symposium "Accessible Hands-on AI and Robotics Education". Διαθέσιμο στο <http://www.aaai.org/Library/Symposia/Spring/ss04-01.php>
9. Papert, S. (1991) Situating Constructionism. In S.Papert and I.Harel (eds.) Constructionism, Norwood, NJ, Ablex Publishing Corporation
10. Parsons, S. and Sklar, E. (2004) Teaching AI using LEGO Mindstorms. In Proceedings of 2004 AAAI Spring Symposium "Accessible Hands-on AI and Robotics Education". Διαθέσιμο στο <http://www.aaai.org/Library/Symposia/Spring/ss04-01.php>
11. Portsmore, M. (1999), RoboLab: Intuitive robotic programming software to support lifelong learning, Learning Technology Review, Spring/Summer, 26-39
12. Resnick, M. and Silverman, B. (2005), Some Reflections on Designing Construction Kits for Kids. Proceedings of Interaction Design and Children conference, Boulder, CO. Διαθέσιμο στο <http://ilk.media.mit.edu/papers.php>
13. Δημητρίου Α. και Χατζηκρανιώτης Ε. (2003), Η εκπαιδευτική ρομποτική ως εργαλείο ανάπτυξης δεξιοτήτων, 2ο Συνέδριο Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ, Σύρος, Μάιος 2003
14. Καρατράντου Α., Τάχος Ν., Αλιμήσης Δ. (2005) Introduction in basic principles and programming structures using the robotic constructions LEGO Mindstorms, 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο με τίτλο "Διδακτική της Πληροφορικής", Κόρινθος, 7-9 Οκτωβρίου 2005, Πρακτικά σε CD-ROM
15. Κυνηγός, Χ. και Φράγκου, Σ. (2000), Παιδαγωγική Αξιοποίηση της Τεχνολογίας Ελέγχου στη Τάξη, Στα: Β.Ι. Κόμης (επιμ.): Πρακτικά του 2ου Πανελλήνιου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή "Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση", Πάτρα, Οκτώβριος 2000
16. Κόμης, Β. και Μικρόπουλος, Α. (2001), Πληροφορική και Εκπαίδευση, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα.