

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ, STEAM ΚΑΙ ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ
ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ»**

Διπλωματική Εργασία

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ STEM ΣΤΟ
ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΩΝ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

**DESIGNING AND IMPLEMENTATION OF STEM ACTIVITIES IN THE
CONTEXT OF SKILLS WORKSHOPS IN PRIMARY EDUCATION**

του/της

ΖΗΣΕΚΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ

Επιβλέπων Καθηγητής

Ξανθός Στέλιος

Υποβλήθηκε ως απαιτούμενο για την απόκτηση του μεταπτυχιακού διπλώματος
ειδίκευσης Ρομποτική, STEAM και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση
Θεσσαλονίκη, Ιούνιος 2023



Η παρούσα Διπλωματική Εργασία καλύπτεται στο σύνολό της νομικά από δημόσια άδεια πνευματικών δικαιωμάτων CreativeCommons:

Αναφορά Δημιουργού - Μη Εμπορική Χρήση - Παρόμοια Διανομή



Μπορείτε να:

- **Μοιραστείτε:** αντιγράψετε και αναδιανέμετε το παρόν υλικό με κάθε μέσο και τρόπο
- **Προσαρμόστε:** αναμείξτε, τροποποιήστε και δημιουργήστε πάνω στο παρόν υλικό

Υπό τους ακόλουθους όρους:

- **Αναφορά Δημιουργού:** Θα πρέπει να καταχωρίσετε αναφορά στο δημιουργό, με σύνδεσμο της άδειας, και με αναφορά αν έχουν γίνει αλλαγές. Μπορείτε να το κάνετε αυτό με οποιονδήποτε εύλογο τρόπο, αλλά όχι με τρόπο που να υπονοεί ότι ο δημιουργός αποδέχεται το έργο σας ή τη χρήση που εσείς κάνετε.
- **Μη Εμπορική Χρήση:** Δε μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το υλικό για εμπορικούς σκοπούς.
- **Παρόμοια Διανομή:** Αν αναμείξετε, τροποποιήσετε, ή δημιουργήσετε πάνω στο παρόν υλικό, πρέπει να διανείμετε τις δικές σας συνεισφορές υπό την ίδια άδεια CreativeCommonsόπως και το πρωτότυπο.

Αναλυτικές πληροφορίες νομικού κώδικα στην ηλεκτρονική διεύθυνση:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode>

Υπεύθυνη Δήλωση

Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις που προβλέπονται από τον Κανονισμό Σπουδών του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Ρομποτική, STEAM και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση του Διεθνούς Πανεπιστημίου Ελλάδος, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

- Η παρούσα Διπλωματική Εργασία αποτελεί έργο αποκλειστικά δικής μου δημιουργίας, έρευνας, μελέτης και συγγραφής.
- Για τη συγγραφή της Διπλωματικής μου Εργασίας δεν χρησιμοποίησα ολόκληρο ή μέρος έργου άλλου δημιουργού ή τις ιδέες και αντιλήψεις άλλου δημιουργού χωρίς να γίνεται σαφής αναφορά στην πηγή προέλευσης(βιβλίο, άρθρο από επιστημονικό περιοδικό, ιστοσελίδα κλπ.).

Θεσσαλονίκη, 20 Ιουνίου 2023

Ο/Η Δηλών/ούσα: Παρασκευή Ζησέκα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο τον σχεδιασμό και την υλοποίηση δραστηριοτήτων STEM στο πλαίσιο των εργαστηρίων δεξιοτήτων στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στην Ελλάδα. Τα εργαστήρια δεξιοτήτων εντάσσονται στο εβδομαδιαίο ωρολόγιο πρόγραμμα και περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων και τη θεματική ενότητα «STEM/Εκπαιδευτική Ρομποτική». Οι δραστηριότητες υλοποιήθηκαν στο Δημοτικό Σχολείο Δαύλειας με τη συμμετοχή τριών τάξεων, καθεμία από τις οποίες ανέλαβε μία ξεχωριστή κατασκευή. Για την επιτυχή ολοκλήρωση κάθε δραστηριότητας ακολουθήθηκαν έξι στάδια δράσης, τα οποία είναι τα εξής: α) έμπνευση, β) σχεδιασμός, γ) κατασκευή, δ) έλεγχος – δοκιμή, ε) επανασχεδιασμός και στ) αξιολόγηση. Προέκυψαν χρήσιμα συμπεράσματα αναφορικά με την ωφέλεια της ένταξης δραστηριοτήτων STEM στη σχολική τάξη. Συγκεκριμένα, οι μαθητές ανέπτυξαν περισσότερο τις κοινωνικές, επικοινωνιακές και λεπτές κινητικές δεξιότητες. Συνάμα άντλησαν πολλές πληροφορίες, τις οποίες κατανόησαν στο μέγιστο λόγω της ενασχόλησης τους με την κατασκευή. Έγινε σύνδεση των δραστηριοτήτων με ήδη υπάρχουσες γνώσεις σε διάφορα μαθήματα της κάθε τάξης, αξιοποιώντας έτσι εργαλεία από διάφορα επιστημονικά πεδία για την μετάδοση της γνώσης. Στο πλαίσιο αυτό επιχειρείται μια λεπτομερής καταγραφή των σταδίων που ακολουθήθηκαν για την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων και των συμπερασμάτων που απορρέουν από αυτές μέσω της αξιολόγησης.

Λέξεις – Κλειδιά: STEM, εργαστήρια δεξιοτήτων, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, στάδια δράσης.

ABSTRACT

This work aims to design and implement STEM activities in the context of skills workshops in Primary Education in Greece. The skills workshops are part of the school's weekly curriculum and include, among others, the thematic section "STEM/Educational Robotics". The activities were implemented at Davlia Primary School with the participation of three classes, each of which undertook a separate construction. For the successful completion of each activity, six stages of action were followed, which are as follows: a) inspiration, b) plan, c) build, d) test, e) redesign and f) reflect. Useful conclusions were drawn regarding the benefits of including STEM activities in the school classroom. In particular, students developed more social, communication and fine motor skills. At the same time, they extracted a lot of information, which they understood to the maximum due to their participation in construction. The activities were connected with already existing knowledge in various lessons of each class, thus utilizing tools from various scientific fields for the transmission of knowledge. In this context, a detailed record of the stages followed to complete the activities and the conclusions derived from them through the evaluation is attempted.

Keywords: STEM, skills workshops, primary education, stages of action.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ABSTRACT.....	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
1 ^η Μελέτη περίπτωσης: Αιολική ενέργεια – Κατασκευή ανεμογεννήτριας.....	12
1.1 Οι πρώτες ανεμογεννήτριες.....	12
1.2 Η κατάσταση στην Ελλάδα.....	12
1.3 Κατασκευή ανεμογεννήτριας στο πλαίσιο των εργαστηρίων δεξιοτήτων.....	13
1.3.1 Στόχος και αφόρμηση.....	13
1.3.2 Σχεδιασμός - Υλικά κατασκευής.....	15
1.3.3 Υλοποίηση της κατασκευής.....	16
1.4 Δυσκολίες και διορθώσεις κατά τη διάρκεια της κατασκευής.....	22
1.5 Αξιολόγηση - αναστοχασμός.....	23
2 ^η Μελέτη περίπτωσης: Μετάδοση πίεσης στα ρευστά – Κατασκευή υδραυλικής γέφυρας.....	26
2.1 Νόμος του Pascal και υδροστατική πίεση.....	26
2.2 Εισαγωγή - αφόρμηση.....	27
2.3 Σχεδιασμός - Υλικά κατασκευής.....	28
2.4 Υλοποίηση της κατασκευής.....	29
2.5 Δυσκολίες και διορθώσεις κατά τη διάρκεια της κατασκευής.....	35
2.6 Αξιολόγηση – αναστοχασμός.....	35
3 ^η Μελέτη περίπτωσης: Ηλιακό σύστημα – Κατασκευή Ήλιου, Γης και Σελήνης.....	38
3.1 Γη και Σελήνη.....	38
3.2 Στόχος – αφόρμηση.....	39
3.3 Σχεδιασμός - Υλικά κατασκευής.....	41
3.4 Υλοποίηση της κατασκευής.....	41

3.5 Διορθώσεις και δυσκολίες κατά τη διάρκεια της κατασκευής.....	49
3.6 Αξιολόγηση - αναστοχασμός	50
Συμπεράσματα	53
Βιβλιογραφία	57
Ελληνική	57
Ξενόγλωσση	57
Διαδίκτυο.....	58
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	59

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1. 1 Βίντεο ανεμογεννήτριας	14
Εικόνα 1. 2 Μέτρηση διαστάσεων.....	16
Εικόνα 1. 3 Κόψιμο γεωμετρικών σχημάτων	17
Εικόνα 1. 4 Κόλληση των κομμένων σχημάτων	17
Εικόνα 1. 5 Κατασκευή σπιτιού.....	18
Εικόνα 1. 6 Κατασκευή βάσης ανεμογεννήτριας	19
Εικόνα 1. 7 Βοήθεια εκπαιδευτικού	19
Εικόνα 1. 8 Συνδεσμολογία λαμπτήρα και κινητήρα	20
Εικόνα 1. 9 Επεξήγηση λειτουργίας κινητήρα	20
Εικόνα 1. 10 Συναρμολόγηση βάσης και ανεμογεννήτριας με σιλικόνη	21
Εικόνα 1. 11 Χρωματίζοντας την κατασκευή.....	21
Εικόνα 1. 12 Ολοκλήρωση της κατασκευής.....	22
Εικόνα 1. 13 Ο κινητήρας και ο λαμπτήρας	22
Εικόνα 1. 14 Ερωτηματολόγιο ανεμογεννήτριας	24
Εικόνα 2. 1 Λειτουργία υδραυλικού πιεστηρίου	27
Εικόνα 2. 2 Προβολή βίντεο της γέφυρας του Λονδίνου	28
Εικόνα 2. 3 Συναρμολόγηση και κόλληση ξύλων και κύβων	30
Εικόνα 2. 4 Χρωματίζοντας τις βάσεις και τη γέφυρα	31
Εικόνα 2. 5 Χρωματίζοντας τη βάση στήριξης της γέφυρας.....	32
Εικόνα 2. 6 Κολλώντας τις χάντρες και το ξυλάκι από σουβλάκι.....	32
Εικόνα 2. 7 Τελικό στάδιο συναρμολόγησης των κομματιών.....	33
Εικόνα 2. 8 Η τελική μορφή της υδραυλικής γέφυρας.....	34
Εικόνα 2. 9 Η υδραυλική γέφυρα σε φάση ανύψωσης.....	34
Εικόνα 2. 10 Οι μαθητές της τάξης με την γέφυρα	34
Εικόνα 2. 11 Ερωτηματολόγιο υδραυλικής γέφυρας.....	36

Εικόνα 3. 1 Φάση της Νέας Σελήνης.....	39
Εικόνα 3. 2 Φάση της Πανσελήνου	39
Εικόνα 3. 3 Εκπαιδευτικό βίντεο μέρας - νύχτας	40
Εικόνα 3. 4 Χρωματισμός πλανητών.....	42
Εικόνα 3. 5 Χρωματισμός ηπείρων, πυραύλου και βάσεων.....	42
Εικόνα 3. 6 Κόψιμο και κόλληση πλανητών και ηπείρων στις βάσεις	43
Εικόνα 3. 7 Χρωματισμός χάρτινων ρολών υγείας	44
Εικόνα 3. 8 Κατασκευή Ήλιου χρησιμοποιώντας δύο πλαστικά μπολ και μία λάμπα με usb	44
Εικόνα 3. 9 Κόψιμο χαρτιού γκοφρέ για επικάλυψη του Ήλιου και της Γης.....	45
Εικόνα 3. 10 Ήλιος και Γη.....	45
Εικόνα 3. 11 Συναρμολογώντας τα κομμάτια	46
Εικόνα 3. 12 Συνδεσμολογία μπαταριοθήκης και περιστροφικού κινητήρα.....	47
Εικόνα 3. 13 Ολοκλήρωση κατασκευής.....	48
Εικόνα 3. 14 Δοκιμαστική λειτουργία ενός περιστροφικού κινητήρα σε ρόλο κυλινδρικού γραναζιού εμπλοκής.....	49
Εικόνα 3. 15 Ερωτηματολόγιο Ήλιου, Γης και Σελήνης.....	51

Πίνακας Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1. 1 Ποσοστό σωστών απαντήσεων στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου της ανεμογεννήτριας.....	25
--	----

Διάγραμμα 3.1 Διάγραμμα που απεικονίζει το ποσοστό των σωστών απαντήσεων ανά ερώτηση στη δραστηριότητα Γης, Ήλιου και Σελήνης	51
---	----

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια είναι ευρέως γνωστό ότι οι δραστηριότητες STEM ολοένα και περισσότερο εντάσσονται στην εκπαιδευτική διαδικασία. Το ακρωνύμιο STEM προέρχεται από τα εξής αρχικά: «Science, Technology, Engineering και Mechanics». Από εκπαιδευτική σκοπιά, η εισαγωγή στην έννοια των STEM μπορεί να περιλαμβάνει μια ποικιλία δραστηριοτήτων, αλλά γενικά μιλώντας, συνήθως περιλαμβάνει την αντικατάσταση των παραδοσιακών στρατηγικών διδασκαλίας που βασίζονται σε διαλέξεις με περισσότερες προσεγγίσεις που βασίζονται στην έρευνα και στην κατασκευή, εστιάζοντας περισσότερο στην πρακτική και λιγότερο στη θεωρία (Breiner, Harkness, Johnson & Koehler, 2012). Η διερευνητική μάθηση στηρίζεται στη γνώση που αποκτάται μέσα από την έρευνα. Η σκέψη, ο πειραματισμός, η υποβολή ερωτήσεων, η εργασία με ιδέες, η συνεργασία και όλα όσα συνεπάγονται το χτίσιμο της γνώσης είναι σημαντικά στοιχεία της διερευνητικής μάθησης. Τα παιδιά εμπλέκονται σε πολλές από τις δραστηριότητες και τις διαδικασίες σκέψης που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες για να παράγουν νέα γνώση. Αντικαθίστανται οι παραδοσιακές εκπαιδευτικές πρακτικές με επίκεντρο τον δάσκαλο, όπως η έμφαση σε σχολικά βιβλία, διαλέξεις και επιστημονικά δεδομένα, με προσεγγίσεις προσανατολισμένες στην έρευνα (Abdi, 2014).

Η εισαγωγή των STEM στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στην Ελλάδα πραγματοποιήθηκε μόλις το έτος 2021, όταν και εντάχθηκαν στο πλαίσιο των εργαστηρίων δεξιοτήτων ως θεματική ενότητα. Υπό το πρίσμα αυτού του γεγονότος, η παρούσα εργασία αναδεικνύει διάφορες δραστηριότητες STEM που υλοποιήθηκαν στο Δημοτικό Σχολείο Δαύλειας, τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε καθώς και τα συμπεράσματα που απορρέουν από αυτές. Είναι σημαντικό τόσο οι μαθητές όσο και οι εκπαιδευτικοί να συνειδητοποιήσουν τα οφέλη της ενσωμάτωσης των STEM στην διδασκαλία των φυσικών –και όχι μόνο- επιστημών, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για μια μέθοδο σχετικά άγνωστη για το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα. Στις παραδοσιακές ελληνικές τάξεις κυριαρχεί συνήθως η άμεση και μονομερής διδασκαλία και υπάρχει ένα σταθερό σύνολο γνώσεων που πρέπει να γνωρίσει ο μαθητής. Οι μαθητές αναμένεται να αποδέχονται τυφλά τις πληροφορίες που τους δίνονται χωρίς να ρωτούν τον εκπαιδευτικό. Ακόμη και τα θέματα που βασίζονται σε δραστηριότητες, αν και οι δραστηριότητες γίνονται σε ομάδα, δεν ενθαρρύνουν τη συζήτηση ή την

εξερεύνηση των εννοιών που εμπλέκονται, παραβλέποντας έτσι την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης (Abdi, 2014).

Η δομή της εργασίας περιλαμβάνει τρεις μελέτες περίπτωσης, καθεμία από τις οποίες πραγματεύεται μία διαφορετική δραστηριότητα STEM που υλοποιήθηκε σε σχολική τάξη. Παρατίθενται εικόνες και αναλυτικές επεξηγήσεις των βημάτων που πραγματοποιήθηκαν για την επιτυχή ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων. Ακόμα, αναφέρονται οι δυσκολίες και τα προβλήματα που προέκυψαν κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων και οι διορθώσεις τυχόν σφαλμάτων. Στο τελικό στάδιο πραγματοποιείται η αξιολόγηση των δραστηριοτήτων μέσα από ερωτηματολόγια που δόθηκαν στους μαθητές.

1^η Μελέτη περίπτωσης: Αιολική ενέργεια – Κατασκευή ανεμογεννήτριας

1.1 Οι πρώτες ανεμογεννήτριες

Η πρώτη χρήση της αιολικής ενέργειας εντοπίζεται στην Αίγυπτο περίπου 5000 χρόνια πριν στα πλοία που έπλεαν στον Νείλο. Πολλοί πολιτισμοί χρησιμοποιούσαν την αιολική ενέργεια για μεταφορές και άλλους σκοπούς: Οι Ευρωπαίοι τη χρησιμοποιούσαν για να αλέθουν σιτηρά και να αντλούν νερό το 1700 και 1800. Ο πρώτος ανεμόμυλος που παρήγαγε ηλεκτρική ενέργεια στις αγροτικές ΗΠΑ εγκαταστάθηκε το 1890. Ένας πειραματικός στρόβιλος συνδεδεμένος στο δίκτυο με μεγάλη χωρητικότητα έως και 2 MW εγκαταστάθηκε το 1979 στο όρος Howard Knob κοντά στο Boone της Βόρειας Καρολίνας και ένας στρόβιλος 3 MW εγκαταστάθηκε το 1988 στο λόφο Berger στο Orkney της Σκωτίας. Σήμερα, εγκαθίστανται τακτικά ακόμη μεγαλύτερες ανεμογεννήτριες, οι οποίες ανταγωνίζονται εμπορικά τις ηλεκτρικές επιχειρήσεις κοινής ωφελείας στην παροχή οικονομικής, καθαρής ενέργειας σε πολλά μέρη του κόσμου. Η αιολική ενέργεια έχει γίνει η φθηνότερη νέα πηγή ηλεκτρικής ενέργειας στον κόσμο, λιγότερο ακριβή από τον άνθρακα, το πετρέλαιο, τα πυρηνικά και το φυσικό αέριο. Επειδή η αιολική ενέργεια έχει γίνει η φθηνότερη πηγή νέας ηλεκτρικής ενέργειας που είναι επίσης συμβατή με προγράμματα διατήρησης και προστασίας του περιβάλλοντος, πολλές χώρες προωθούν την τεχνολογία αιολικής ενέργειας μέσω εθνικών προγραμμάτων και κινήτρων της αγοράς (Patel, 2006).

1.2 Η κατάσταση στην Ελλάδα

Η δύναμη του ανέμου είχε σημαντική επιρροή στους Έλληνες από την αρχαιότητα. Μάλιστα, σύμφωνα με την ελληνική μυθολογία, ο άνεμος λατρευόταν από τους ανθρώπους ως θεός Αίολος, ο οποίος μαζί με τους οκτώ βοηθούς θεούς του, δηλαδή τους λεγόμενους Ανέμους, θεωρούνταν κυβερνήτης των ανέμων, υπογραμμίζοντας τη σημασία της αιολικής ενέργειας για τις οικονομικές και παραγωγικές δραστηριότητες σε αυτήν την πρώιμη ιστορική περίοδο. Στο πλαίσιο αυτό, η αιολική ενέργεια αρχικά αξιοποιήθηκε κυρίως στη ναυτιλία για τη ναυσιπλοΐα ελληνικών ιστιοφόρων πλοίων, ενώ αργότερα εμφανίστηκαν κάποιες σχετικά απλές εφαρμογές εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας για την παραγωγή μηχανολογικού έργου. Στη σύγχρονη εποχή το πρώτο εμπορικό ελληνικό αιολικό πάρκο δημιουργήθηκε στην Κύθνο το 1982. Μεταξύ 1982 και 1990, δεν παρατηρήθηκε σημαντική δραστηριότητα αιολικής

ενέργειας, με εξαίρεση δύο αναποτελεσματικές εγκαταστάσεις στα νησιά Μύκονος και Κάρπαθος. Σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία η αγορά αιολικής ενέργειας ήταν πολύ αδύναμη μέχρι το 1998, ενώ παρουσίασε σημαντική αύξηση κατά την πρώτη δεκαετία του αιώνα μας. Η Ελλάδα, λόγω της θέσης της, διαθέτει εξαιρετικό αιολικό δυναμικό στα νησιά και κοντά στη θάλασσα και σχετικά υψηλό αιολικό δυναμικό σε αρκετές περιοχές της ηπειρωτικής χώρας. Σύμφωνα με τις εκτεταμένες μακροπρόθεσμες μετρήσεις της ΔΕΗ, της ΕΜΥ, του ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας) και ιδιωτικών εταιρειών, μπορεί κανείς εύκολα να συμπεράνει ότι η μέση ταχύτητα ανέμου στα ελληνικά νησιά του Αρχιπελάγους κυμαίνεται μεταξύ 8 και 9,5 m/s, ενώ η αντίστοιχη τιμή στην ηπειρωτική χώρα είναι περίπου 6,5–8 m/s. Όσον αφορά τη γεωγραφική θέση των υφιστάμενων αιολικών πάρκων, η πλειονότητά τους εμφανίζεται στη Στερεά Ελλάδα (900 MW) και στην Πελοπόννησο (550 MW), λόγω του βέλτιστου συνδυασμού καλών υποδομών, πρόσβασης στο ηλεκτρικό δίκτυο και αρκετά ισχυρού ανέμου. Ο αριθμός των αιολικών πάρκων στο Βόρειο και Νότιο Αιγαίο παραμένει μέτριος για πολλά χρόνια (περίπου 120 MW), παρά το εξαιρετικό αιολικό δυναμικό και το εξαιρετικά υψηλό κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στα περισσότερα νησιά. Η αιολική ενέργεια στην Κρήτη έχει μείνει στάσιμη κοντά στα 200 MW τα τελευταία 5 χρόνια, λόγω των περιορισμών που επιβάλλονται από την τοπική σταθερότητα του δικτύου (Kaldellis, 2020).

1.3 Κατασκευή ανεμογεννήτριας στο πλαίσιο των εργαστηρίων δεξιοτήτων

1.3.1 Στόχος και αφορμή

Η υλοποίηση της δραστηριότητας πραγματοποιήθηκε με την Ε΄ τάξη του Δημοτικού Σχολείου Δαύλειας, στο πλαίσιο των εργαστηρίων δεξιοτήτων με θέμα τα STEM. Η συγκεκριμένη τάξη απαρτίζεται από 6 μαθητές, 4 αγόρια και 2 κορίτσια. Στόχος της δραστηριότητας ήταν οι μαθητές να κατανοήσουν τις μετατροπές της ενέργειας και ιδιαίτερα τη μετατροπή της αιολικής ενέργειας σε κινητική και έπειτα ηλεκτρική αλλά και πως λειτουργεί ένα κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα. Χρησιμοποιήθηκε ένας περιστροφικός κινητήρας ο οποίος λειτούργησε σαν γεννήτρια για να παραχθεί ηλεκτρικό ρεύμα, το οποίο είναι η κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων. Σύμφωνα με τη Φυσική Ε΄ δημοτικού, τα ηλεκτρόνια κινούνται προς μία κατεύθυνση όταν βρίσκονται σε ένα κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα. Γενικά, σε ένα κύκλωμα πρέπει να υπάρχει μία ηλεκτρική πηγή ώστε να ρέει το ηλεκτρικό ρεύμα, το οποίο ρέει ευκολότερα μέσα σε αγωγούς ενώ δεν ρέει στους μονωτές. Ηλεκτρικές

πηγές μπορεί να είναι οι μπαταρίες και οι γεννήτριες. Οι γεννήτριες είναι μηχανές που μετατρέπουν ενέργεια σε ηλεκτρική και θέτουν σε κίνηση τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του κυκλώματος. Γεννήτριες συναντάμε και στις ανεμογεννήτριες, όπου τα πτερύγια τους κινεί ο άνεμος. Με αυτό τον τρόπο μετατρέπεται η κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική. Υπάρχουν διάφορες πηγές ενέργειας στη φύση όπως τα ορυκτά καύσιμα, ο αέρας, ο ήλιος και το νερό. Μερικές είναι μη ανανεώσιμες πηγές, δηλαδή κάποια στιγμή θα εξαντληθούν όπως τα ορυκτά καύσιμα. Κάποιες από αυτές όμως είναι ανανεώσιμες, δηλαδή ανεξάντλητες. Μία από αυτές είναι κι ο αέρας ο οποίος με την ενέργεια του συμβάλλει στην κίνηση του έλικα της ανεμογεννήτριας (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2021).

Επίσης, επιλέχτηκε η αιολική ενέργεια διότι η περιοχή στην οποία βρίσκεται το συγκεκριμένο σχολείο αποτελεί πόλο έλξης για την εγκατάσταση ανεμογεννητριών λόγω των ισχυρών ανέμων. Για το λόγο αυτό αντικρύζει κανείς πολλές ανεμογεννήτριες σε ψηλά σημεία της περιοχής αλλά και σε όλο το νομό της Βοιωτίας.

Για την υλοποίηση της δραστηριότητας χρειάστηκαν τρεις διδακτικές ώρες. Αρχικά προβλήθηκε στους μαθητές με τη βοήθεια του προβολέα ένα σύντομο βίντεο (https://www.youtube.com/watch?v=rzArDywPrBY&ab_channel=AlbaniaEnergyAssociation) ως αφόρμηση, ώστε να προσελκύσουμε τη προσοχή των μαθητών και να δημιουργήσουμε τις κατάλληλες προϋποθέσεις και τα κίνητρα για μάθηση.



Εικόνα 1. 1 Βίντεο ανεμογεννήτριας

Στο συγκεκριμένο ολιγόλεπτο βίντεο προβάλλεται το εσωτερικό μιας ανεμογεννήτριας. Στόχος ήταν οι μαθητές να παρακολουθήσουν τον μηχανισμό που συμβάλλει στην κίνηση των πτερύγιων και στη μετατροπή της ενέργειας. Αφού προβλήθηκε το βίντεο και αναλύθηκαν τα δεδομένα που προσφέρθηκαν σε αυτό, ακολούθησε ένας καταγισμός ιδεών. Οι μαθητές ερωτήθηκαν για τον πιθανό τρόπο λειτουργίας μιας ανεμογεννήτριας, τη μετατροπή της ενέργειας, τα οφέλη αλλά και τα μειονεκτήματα της εγκατάστασης της, ανατρέχοντας έτσι και στις ήδη υπάρχουσες γνώσεις της Φυσικής Ε΄ Δημοτικού. Ο εκπαιδευτικός καθοδηγούσε τους μαθητές στη σκέψη τους όταν χρειαζόταν και παρείχε νέες χρήσιμες πληροφορίες αναφορικά με τη λειτουργία της ανεμογεννήτριας. Μετά την επίδειξη του βίντεο και τη συζήτηση που ακολούθησε, αυξήθηκε το ενδιαφέρον τους και το κίνητρο για την αιολική ενέργεια και τη λειτουργία μιας ανεμογεννήτριας. Το ενδιαφέρον αυτό έφτασε στο αποκορύφωμα του όταν τελικά διαπίστωσαν καλύτερα, μέσα από την κατασκευή που έκαναν οι ίδιοι, τον τρόπο λειτουργίας της ανεμογεννήτριας

1.3.2 Σχεδιασμός - Υλικά κατασκευής

Οι μαθητές χωρίστηκαν σε δύο ομάδες των τριών ατόμων για την κατασκευή της ανεμογεννήτριας και δόθηκαν συγκεκριμένες οδηγίες στην κάθε ομάδα. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή είναι τα εξής:

- Χαρτί Οντουλέ
- Χαρτόνι από κουτί
- Πιστόλι σιλικόνης
- 1 κινητήρας DC Gear Motor TT 130 rpm
- 1 κίτρινος λαμπτήρας LED 5mm
- Μονωτική ταινία PVC
- Κόλλα UHU
- 2 ξυλάκια παγωτού
- Διπλό καλώδιο τροφοδοσίας μαύρο/κόκκινο
- Αυτόματος απογυμνωτής καλωδίων
- Ψαλίδι
- Χάρακας
- Χαρτοκόπτης
- Διάφανο πλαστικό φύλλο μαλακό

- 1 διακοσμητικός ανεμόμυλος κήπου
- Κολλητική ταινία
- Πράσινο χαρτί γκοφρέ
- Παλέτα με νερομπογιές και πινέλα

1.3.3 Υλοποίηση της κατασκευής

Αρχικά μοιράστηκε στις δύο ομάδες το χαρτί οντουλέ και ζητήθηκε από τους μαθητές να σχεδιάσουν με τη βοήθεια του χάρακα ένα ορθογώνιο με διαστάσεις 20 x 10 εκατοστά και ένα τετράγωνο 10 x 10 εκατοστά. Στη συνέχεια σχεδίασαν με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού ένα ισόπλευρο τρίγωνο, του οποίου η βάση εφάπτεται με τη μία πλευρά του τετραγώνου. Με αυτόν τον τρόπο δημιούργησαν τους τοίχους ενός σπιτιού.



Εικόνα 1. 2 Μέτρηση διαστάσεων

Αφού τα σχεδίασαν, έκοψαν τα σχήματα και κόλλησαν μεταξύ τους τα όμοια σχήματα διότι το χαρτί οντουλέ ήταν λεπτό. Στον ένα τοίχο οι μαθητές άνοιξαν με τη βοήθεια ενός χαρτοκόπτη μία μικρή τρύπα ώστε να εισχωρήσει αργότερα το καλώδιο με τον λαμπτήρα LED. Επίσης, σχημάτισαν στον άλλο τοίχο ένα παράθυρο και μία πόρτα. Στο παράθυρο κόλλησαν διαφανές πλαστικό μαλακό φύλλο και δύο ξυλάκια παγωτού σε σχήμα σταυρού. Έτσι προσομοίωσαν το τζάμι ενός παραθύρου. Ταυτόχρονα οι μαθητές περιτύλιξαν τη βάση ενός μεσαίου κουτιού με πράσινο γκοφρέ χαρτί, η οποία χρησιμοποιήθηκε για κολλήσουμε το σπίτι και την ανεμογεννήτρια με τη βάση της.



Εικόνα 1. 3 Κόψιμο γεωμετρικών σχημάτων



Εικόνα 1. 4 Κόλληση των κομμένων σχημάτων

Έπειτα σχεδίασαν στο χαρτί οντουλέ δύο ορθογώνια σχήματα 25 x 15 εκατοστά το καθένα, τα οποία αποτελούσαν τη σκεπή του σπιτιού. Με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού, ο οποίος χρησιμοποίησε το πιστόλι σιλικόνης (για αποφυγή ατυχήματος), κολλήθηκαν οι τοίχοι μεταξύ τους και η σκεπή ώστε το σπίτι να λάβει την τελική του μορφή.



Εικόνα 1. 5 Κατασκευή σπιτιού

Στο επόμενο στάδιο οι μαθητές κατασκεύασαν τη βάση στην οποία στηρίζεται η ανεμογεννήτρια. Χρησιμοποίησαν σκληρό χαρτόνι από ένα κουτί και έκοψαν έξι τετράγωνα διαστάσεων 8 x 8 εκατοστά. Ανοίχτηκε μια τρύπα στην κορυφή της βάσης ώστε να εισέρθει ο στύλος της ανεμογεννήτριας. Η κόλληση έγινε με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού και με το πιστόλι σιλικόνης.



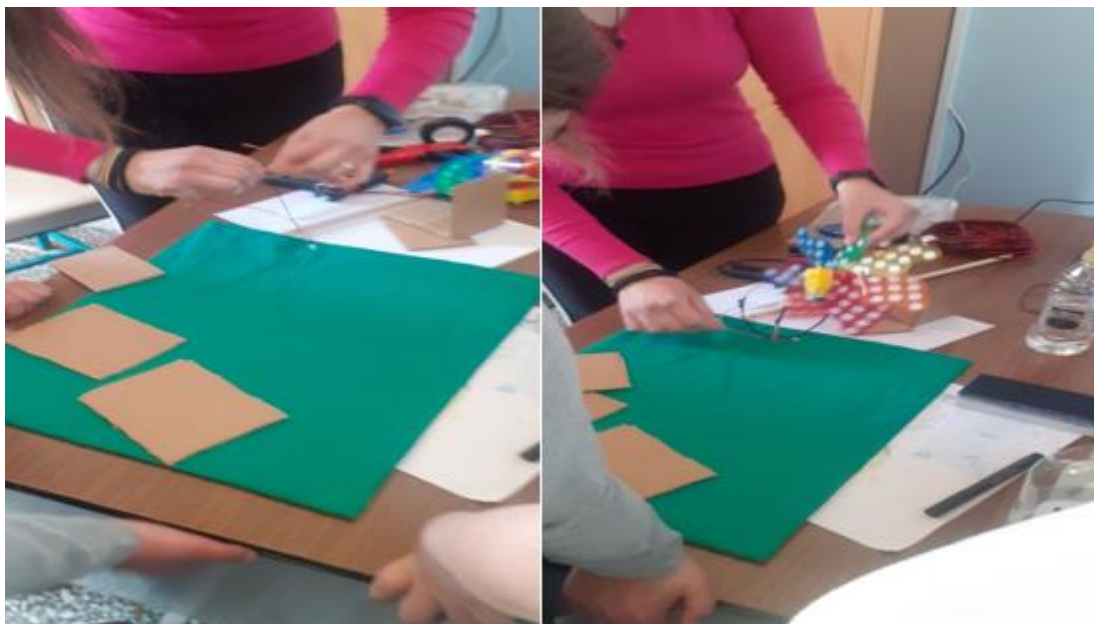
Εικόνα 1. 6 Κατασκευή βάσης ανεμογεννήτριας



Εικόνα 1. 7 Βοήθεια εκπαιδευτικού

Στη συνέχεια οι μαθητές παρακολούθησαν με ιδιαίτερη προσοχή τον εκπαιδευτικό, ο οποίος συνέδεσε τα καλώδια μεταξύ του περιστροφικού κινητήρα και του λαμπτήρα LED. Σε αυτή τη φάση εξηγήθηκε λεπτομερώς ο τρόπος με τον οποίο πρέπει να γίνει η σύνδεση ώστε να μην καεί ο λαμπτήρας και να μην έρθουν τα χέρια μας σε επαφή με το ηλεκτρικό ρεύμα. Επίσης, έγινε ανάλυση του τρόπου με τον οποίο λειτουργεί ο κινητήρας και των προδιαγραφών του. Οι μαθητές ενθουσιάστηκαν ιδιαίτερα με τη συνδεσμολογία του κινητήρα και του λαμπτήρα. Παράλληλα εξηγήθηκε από τον εκπαιδευτικό το φαινόμενο της τήξης και της πήξης έχοντας ως παράδειγμα το πιστόλι σιλικόνης, όπου οι ράβδοι θερμοκόλλας σε στερεή μορφή μετατρέπονται σε υγρή μορφή μέσω της θερμότητας. Χρησιμοποιήθηκαν ο απογυμνωτής καλωδίων, ένα ψαλίδι, καλώδιο και μονωτική ταινία PVC. Αφού έγιναν

οι συνδέσεις, ο κινητήρας κολλήθηκε στον ξύλινο στύλο της ανεμογεννήτριας και στα πτερύγια.



Εικόνα 1. 8 Συνδεσμολογία λαμπτήρα και κινητήρα



Εικόνα 1. 9 Επεξήγηση λειτουργίας κινητήρα

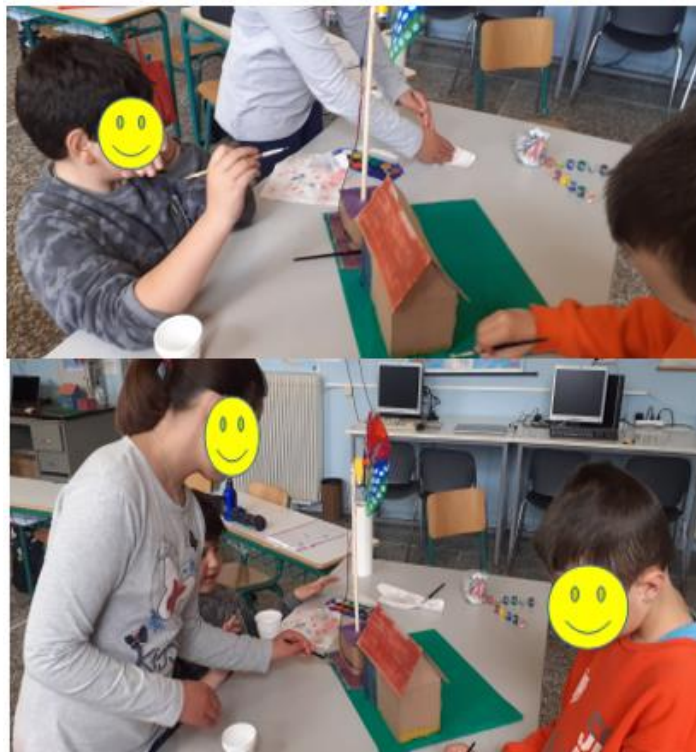
Στην επόμενη φάση κολλήθηκαν το σπίτι και η βάση της ανεμογεννήτριας στο χαρτόνι με το πράσινο γκοφρέ, η ανεμογεννήτρια εισήρθε στην τρύπα της βάσης που κατασκεύασαν οι μαθητές και κολλήθηκε με σιλικόνη ώστε να στέκεται όρθια. Επιπλέον, έγιναν δοκιμές για διαπιστωθεί τελικά αν η ανεμογεννήτρια με την περιστροφή της συμβάλλει στο άναμα του λαμπτήρα LED. Αφού διαπιστώθηκε ότι λειτουργεί σωστά, το καλώδιο με τον λαμπτήρα κολλήθηκαν με κολλητική ταινία στο

παραθυράκι εσωστερικά του σπιτιού από την τρυπούλα που άνοιξαν οι μαθητές στον πλαϊνό τοίχο.



Εικόνα 1. 10 Συναρμολόγηση βάσης και ανεμογεννήτριας με σιλκόνη

Στο τελευταίο στάδιο οι μαθητές ζωγράρισαν με νερομπογιές το σπιτάκι και την ανεμογεννήτρια ώστε να ολοκληρωθεί πλέον η κατασκευή της.



Εικόνα 1. 11 Χρωματίζοντας την κατασκευή

Το τελικό αποτέλεσμα φαίνεται στις παρακάτω εικόνες:



Εικόνα 1. 12 Ολοκλήρωση της κατασκευής



Εικόνα 1. 13 Ο κινητήρας και ο λαμπτήρας

1.4 Δυσκολίες και διορθώσεις κατά τη διάρκεια της κατασκευής

Η αρχική εκτίμηση προέβλεπε ότι η συγκεκριμένη δραστηριότητα θα είχε υλοποιηθεί σε δύο διδακτικές ώρες. Ωστόσο, χρειάστηκε ακόμη μία διδακτική ώρα διότι οι μαθητές δυσκολεύτηκαν λίγο στη σχεδίαση ορθογωνίων, τετραγώνων και ισόπλευρων τριγώνων. Βέβαια αυτή η δυσκολία ήταν μία ευκαιρία για να θυμηθούν οι μαθητές τα βασικά γεωμετρικά σχήματα και τα χαρακτηριστικά τους, τα οποία κατανόησαν πολύ καλύτερα μέσω αυτής της κατασκευής. Επίσης, προβλεπόταν

αρχικά να χρησιμοποιηθεί ένας περιστροφικός κινητήρας 6000 στροφών το λεπτό και η κίνηση των πτερυγίων να γίνεται με ένα πιστολάκι μαλλιών. Διαπιστώθηκε τελικά ότι ο αέρας που προέκυψε από το πιστολάκι δεν ήταν αρκετός ώστε να φτάσει τις 6000 περιστροφές το λεπτό και να ανάψει ο λαμπτήρας. Για το λόγο αυτό αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί ένας κινητήρας αρκετά χαμηλότερων στροφών (130 το λεπτό) και τα πτερύγια να κινούνται χειροκίνητα, διότι ο συγκεκριμένος κινητήρας απαιτεί δύναμη για την περιστροφή και ένα πιστολάκι δεν παρείχε τέτοια. Προσομοιάσαμε έτσι τη δύναμη του αέρα με τη δύναμη του χεριού και ο λαμπτήρας άναψε με επιτυχία.

1.5 Αξιολόγηση - αναστοχασμός

Μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής μοιράστηκαν ερωτηματολόγια στους μαθητές για να διαπιστωθεί ο βαθμός κατανόησης και επίτευξης του στόχου που είχε αρχικά τεθεί. Επίσης, κρίνεται σημαντικό να διερευνηθεί αν η συγκεκριμένη μέθοδος διδασκαλίας (STEM και διερευνητική μάθηση) επέφερε περισσότερα θετικά αποτελέσματα σε σύγκριση με την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας. Τα ερωτηματολόγια μοιράστηκαν σε 5 από τους 6 συνολικά μαθητές, λόγω απουσίας του ενός μαθητή. Οι ερωτήσεις ήταν 5 και αφορούσαν: α) το είδος της μετατροπής ενέργειας που συμβαίνει σε μια ανεμογεννήτρια, β) τις ανανεώσιμες και μη πηγές ενέργειας, γ) τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος και δ) τις ηλεκτρικές πηγές. Παρατίθενται οι ερωτήσεις και τα ποσοστιαία αποτελέσματα των σωστών απαντήσεων:

Ερώτηση 1: Σε μια ανεμογεννήτρια:

A) Η κινητική ενέργεια του ανέμου μετατρέπεται σε ηλεκτρική.

B) Ο Ήλιος κινεί τα πτερύγια της ανεμογεννήτριας.

Γ) Η κινητική ενέργεια του ανέμου μετατρέπεται σε χημική.

Ερώτηση 2: Ο αέρας, το νερό και ο ήλιος είναι:

A) Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

B) Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Ερώτηση 3: Τα ορυκτά καύσιμα όπως το πετρέλαιο είναι:

A) Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

B) Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Ερώτηση 4: Το ηλεκτρικό ρεύμα ρέει ευκολότερα μέσα σε:

A) Αγωγούς

B) Μονωτές

Ερώτηση 5: Ηλεκτρικές πηγές μπορεί να είναι οι μπαταρίες και οι γεννήτριες. Στις ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούνται:

A) Μπαταρίες

B) Γεννήτριες

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ
ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ

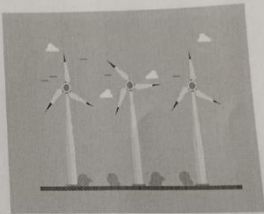
1) Κύκλωσε τη σωστή απάντηση.
Σε μια ανεμογεννήτρια:
 Α) Η κινητική ενέργεια του ανέμου μετατρέπεται σε ηλεκτρική.
B) Ο Ήλιος κινεί τα πτερύγια της ανεμογεννήτριας.
Γ) Η κινητική ενέργεια του ανέμου μετατρέπεται σε χημική.

2) Ο αέρας, το νερό και ο ήλιος είναι:
 Α) Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
B) Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

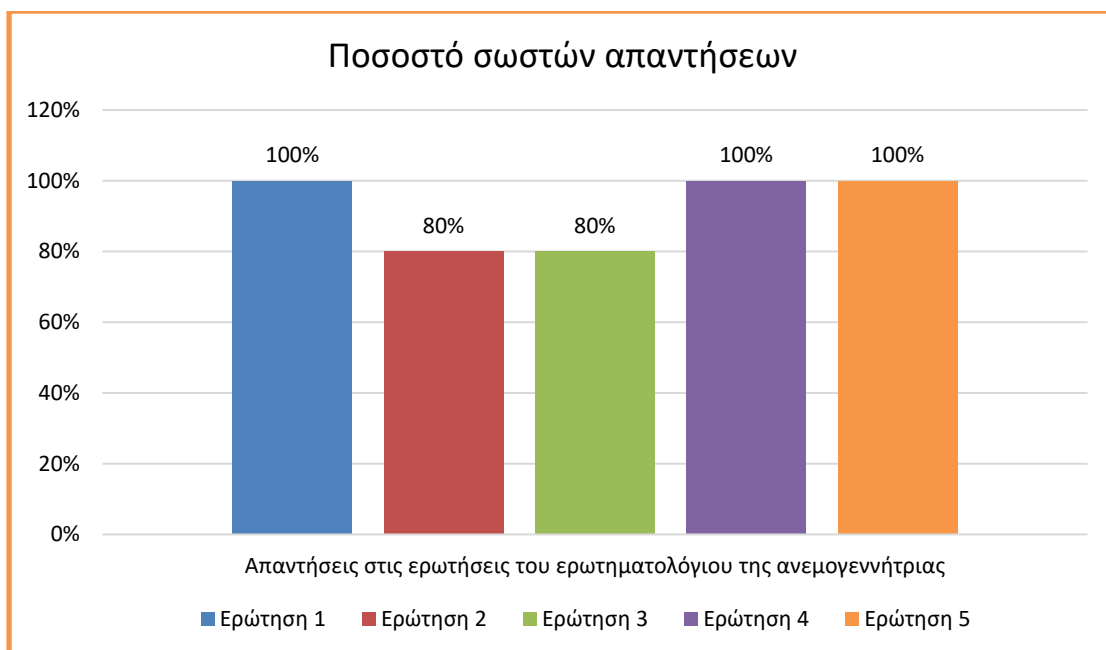
3) Τα ορυκτά καύσιμα όπως το πετρέλαιο είναι:
A) Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
 B) Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

4) Το ηλεκτρικό ρεύμα ρέει ευκολότερα μέσα σε:
 Α) Αγωγούς
B) Μονωτές

5) Ηλεκτρικές πηγές μπορεί να είναι οι μπαταρίες και οι γεννήτριες. Στις ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούνται:
A) Μπαταρίες
 B) Γεννήτριες



Εικόνα 1.14 Ερωτηματολόγιο ανεμογεννήτριας



Διάγραμμα 1. 1 Ποσοστό σωστών απαντήσεων στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου της ανεμογεννήτριας

Τα αποτελέσματα είναι ιδιαίτερα θετικά και ενθαρρυντικά, καθώς στις ερωτήσεις 1,3 και 5 απάντησαν και οι πέντε μαθητές σωστά, ενώ στις ερωτήσεις 2 και 3 ένας στους πέντε μαθητές απάντησε λάθος συγχέοντας τις έννοιες των ανανεώσιμων και μη πηγών ενέργειας

2^η Μελέτη περίπτωσης: Μετάδοση πίεσης στα ρευστά – Κατασκευή υδραυλικής γέφυρας

2.1 Νόμος του Pascal και υδροστατική πίεση

Στόχος της δραστηριότητας ήταν οι μαθητές να κατανοήσουν, μέσα από την κατασκευή της γέφυρας, την μετάδοση των πιέσεων στα ρευστά. Έχοντας συμβουλευτεί το βιβλίο Φυσικής Β΄ Γυμνασίου, η πίεση ορίζεται ως: «*το πηλίκο της δύναμης που ασκείται κάθετα σε μια επιφάνεια προς το εμβαδόν της επιφάνειας αυτής*» (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2015, σ. 65). Με μαθηματικά σύμβολα γράφεται ως:

$$p = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

«όπου F είναι το μέτρο της ολικής δύναμης που ασκείται κάθετα σε επιφάνεια εμβαδού A » (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2015, σ. 66). Η μονάδα της πίεσης λέγεται Πασκάλ (Pascal) και συμβολίζεται ως Pa , ενώ ισχύει ότι:

$$1 Pa = 1 \frac{N}{m^2} \quad (2.2)$$

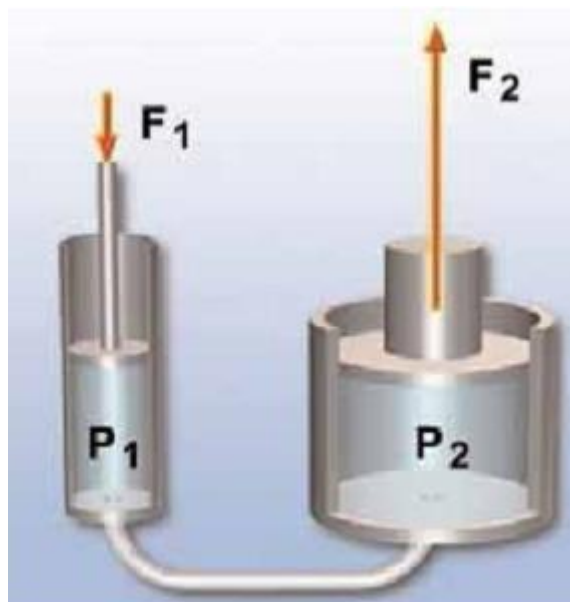
όπου N είναι η μονάδα της δύναμης F και m^2 η μονάδα του εμβαδού A της επιφάνειας (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2015).

Τα σώματα τα οποία δεν διαθέτουν σταθερό σχήμα, όμως παίρνουν το σχήμα του δοχείου στο οποίο τοποθετούνται ονομάζονται **ρευστά**. Τέτοια είναι το νερό, ο αέρας, το πετρέλαιο κ.τ.λ. Επιπλέον, «*η πίεση που ασκεί ένα υγρό που ισορροπεί ονομάζεται υδροστατική πίεση*». (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2015, σ. 68)

Ο νόμος του Pascal (επίσης η Αρχή του Pascal ή η αρχή της μετάδοσης της πίεσης των ρευστών) είναι μια αρχή που δηλώνει ότι μια αλλαγή πίεσης που συμβαίνει οπουδήποτε σε ένα περιορισμένο ασυμπίεστο ρευστό μεταδίδεται σε όλο το ρευστό έτσι ώστε η ίδια αλλαγή να συμβαίνει παντού. Ο νόμος θεσπίστηκε από τον Γάλλο μαθηματικό Blaise Pascal το 1647. Σύμφωνα με το νόμο του Pascal, η πίεση ή η ένταση της πίεσης σε ένα σημείο ενός στατικού ρευστού θα είναι ίση προς όλες τις κατευθύνσεις (Ramesh, Thirumoorthy, Kandasamy, & Suresh, 2019). Σύμφωνα με

την αρχή του Πασκάλ, το υγρό ασκεί στο έμβολο που έχει εμβαδόν A_2 πίεση p_2 ίση με την p_1 . Το υγρό ασκεί στο έμβολο δύναμη F_2 όπως φαίνεται στην εικόνα 2.1:

$$p_2 = p_1, \quad \frac{F_2}{A_2} = \frac{F_1}{A_1} \quad F_2 = \frac{A_2}{A_1} \cdot F_1$$



Εικόνα 2. 1 Λειτουργία υδραυλικού πιεστηρίου

Πηγή: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2015)

Η εφαρμογή του νόμου του Pascal βρίσκεται στα υδραυλικά ανυψωτικά εργαλεία (Maryanti, Hufad, Sunardi & Nandiyanto, 2022). Η υδραυλική γέφυρα λειτουργεί με βάση την αρχή του νόμου του Pascal. Γενικά, το υδραυλικό σύστημα παίζει πολύ σημαντικό ρόλο σε όλες σχεδόν τις αυτοκινητοβιομηχανίες και τις βιομηχανίες κατασκευής και συντήρησης αεροσκαφών, όπου απαιτείται μεγάλη ακρίβεια (Ramesh, Thirumoorthy, Kandasamy, & Suresh, 2019).

2.2 Εισαγωγή - αφόρμηση

Η κατασκευή της υδραυλικής γέφυρας πραγματοποιήθηκε με την Δ΄ τάξη του Δημοτικού Σχολείου Δαύλειας. Η συγκεκριμένη τάξη απαρτίζεται από 9 μαθητές, 2 αγόρια και 7 κορίτσια. Για την ολοκλήρωση της δραστηριότητας απαιτήθηκαν 3 διδακτικές ώρες στο πλαίσιο των εργαστηρίων δεξιοτήτων. Αρχικά, προβλήθηκε ένα σύντομο βίντεο σε γρήγορη ταχύτητα αναπαραγωγής με την υδραυλική γέφυρα του πύργου του Λονδίνου, η οποία ανυψώνεται ώστε να περάσουν μεγάλα πλοία (https://www.youtube.com/watch?v=ULtAwgYTpDc&ab_channel=AndyandDandan

[Fisher-SteamAroundtheWorld](#)). Η προβολή του βίντεο πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του υπολογιστή της τάξης.



Εικόνα 2. 2 Προβολή βίντεο της γέφυρας του Λονδίνου

Οι μαθητές παρακολούθησαν με προσοχή την ανύψωση της γέφυρα και στο τέλος της της προβολής ακολούθησε ένας καταιγισμός ιδεών. Έγιναν ερωτήσεις από τον εκπαιδευτικό αναφορικά με τη χρησιμότητα, τα οφέλη και τις πιθανές απαιτήσεις κατασκευής της γέφυρας, ανατρέχοντας έτσι και στο μάθημα «Μελέτη Περιβάλλοντος», όπου αναφέρονται μεγάλες και χρήσιμες κατασκευές για τον άνθρωπο. Οι μαθητές ερωτήθηκαν για τον πιθανό τρόπο λειτουργίας της γέφυρας όπου και ανταποκρίθηκαν ιδιαίτερα καλά, αναφέροντας μεταξύ άλλων, έναν σωλήνα κάτω από τη γέφυρα ο οποίος πιέζει το κάτω μέρος της γέφυρας και αυτή σηκώνεται. Με αφορμή αυτή τη σκέψη, εξηγήθηκε από τον εκπαιδευτικό η μετάδοση της πίεσης στα ρευστά με απλά λόγια και παραδείγματα της καθημερινής ζωής, όπως ο υδραυλικός ανυψωτήρας αυτοκινήτων και η αντικατάσταση σκασμένου λάστιχου αυτοκινήτου. Στη συνέχεια οι μαθητές χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες των τριών ατόμων για την κατασκευή της γέφυρας.

2.3 Σχεδιασμός - Υλικά κατασκευής

Τα υλικά που χρειάστηκαν για την κατασκευή είναι τα εξής:

- Ξυλάκια Παγωτού
- Ψαλίδι
- Πιστόλι σιλικόνης
- Ξύλινα κυβάρια

- 8 χάντρες
- 4 σύριγγες των 60 ml
- 2 εύκαμπτοι διάφανοι σωλήνες σιλικόνης μήκους 50 cm
- Χαρτόνι από κουτί
- Νερό
- Νερομπογιές και πινέλα
- Χαρτί A4
- Καλαμάκια για σουβλάκια

2.4 Υλοποίηση της κατασκευής

Αφού οι μαθητές χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες, μοιράστηκαν στην κάθε ομάδα τα ξυλάκια παγωτού, μερικά ξύλινα κυβάκια και από ένα πιστόλι σιλικόνης. Μετά από τις οδηγίες που έλαβαν από τον εκπαιδευτικό, οι δύο ομάδες έπρεπε να κατασκευάσουν τις βάσεις πάνω στις οποίες θα στηρίζεται η γέφυρα. Κόλλησαν μεταξύ τους τα ξυλάκια παγωτού ανά δύο και οι τελικές ενώσεις έγιναν με τα κυβάκια. Η τρίτη ομάδα ήταν υπεύθυνη για την κατασκευή του δρόμου, ο οποίος δεν είναι ενιαίος αλλά χωρίζεται στη μέση καθώς η γέφυρα ανασηκώνεται. Για την δημιουργία του δρόμου χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 30 ξυλάκια παγωτού, 15 από τη κάθε πλευρά. Τα 20 ξυλάκια χρησιμοποιήθηκαν όπως ήταν ενώ τα 10 κόπηκαν στη μέση ώστε να ανοίγει η γέφυρα. Ο εκπαιδευτικός βοηθούσε όποτε κρινόταν αναγκαίο.



Εικόνα 2. 3 Συναρμολόγηση και κόλληση ξύλων και κύβων

Στη συνέχεια, οι μαθητές έβαψαν με χρώματα της αρεσκείας τους τις βάσεις και τον δρόμο και τα άφησαν να στεγνώσουν.



Εικόνα 2. 4 Χρωματίζοντας τις βάσεις και τη γέφυρα

Οι ομάδες που τελείωσαν με το βάνσιμο των βάσεων, ανέλαβαν να χρωματίσουν ένα ορθογώνιο χαρτόνι από κουτί, το οποίο χρησιμοποιήθηκε ως βάση για να στηριχτεί όλη γέφυρα. Δημιούργησαν ένα ποτάμι στη μέση του χαρτονιού και γύρω από αυτό έκαναν τη στεριά με πράσινο χρώμα.



Εικόνα 2. 5 Χρωματίζοντας τη βάση στήριξης της γέφυρας

Έπειτα, οι μαθητές μαζί με τον εκπαιδευτικό κόλλησαν τις χάντρες στις βάσεις και πέρασαν ανάμεσα τους ένα καλαμάκι για σουβλάκι ώστε να ενωθεί η γέφυρα και να κολληθεί μετέπειτα ο δρόμος.



Εικόνα 2. 6 Κολλώντας τις χάντρες και το ξυλάκι από σουβλάκι



Εικόνα 2. 7 Τελικό στάδιο συναρμολόγησης των κομματιών

Όταν ολοκληρώθηκε η ένωση των βάσεων και του δρόμου, η γέφυρα κολλήθηκε στη μεγάλη βάση με χαρτόνι. Ακολούθησε το γέμισμα των σύριγγων με νερό και δοκιμάστηκαν ώστε να διαπιστωθεί αν το νερό μεταφέρεται στις σύριγγες σωστά και χωρίς απώλειες μέσω του εύκαμπτου σωλήνα σιλικόνης. Εφόσον όλα λειτούργησαν ομαλά, οι δύο σύριγγες κολλήθηκαν κάτω από την γέφυρα αφού προηγουμένως χρησιμοποιήθηκαν 5 ξύλινα κυβάκια για να τις στηρίξουν. Οι μαθητές έφτιαξαν επίσης μικρά караβάκια με κόλλες A4, τα χρωμάτισαν και τα κόλλησαν στη μεγάλη βάση που περιέχει το ποτάμι. Έτσι ολοκληρώθηκε η δραστηριότητα και η κατασκευή της γέφυρας, η οποία ανυψώνεται με την πίεση του νερού από τη μία σύριγγα στην άλλη.



Εικόνα 2. 8 Η τελική μορφή της υδραυλικής γέφυρας



Εικόνα 2. 9 Η υδραυλική γέφυρα σε φάση ανύψωσης



Εικόνα 2. 10 Οι μαθητές της τάξης με την γέφυρα

2.5 Δυσκολίες και διορθώσεις κατά τη διάρκεια της κατασκευής

Η δραστηριότητα υλοποιήθηκε με βάση τον αρχικό σχεδιασμό και εντός των προγραμματισμένων διδακτικών ωρών (3 ώρες). Οι μαθητές ήταν αρκετά εξοικειωμένοι με το πιστόλι σιλικόνης κι έτσι δε χρειάστηκε η παρέμβαση του εκπαιδευτικού παρά ελάχιστες φορές. Στην πρώτη δοκιμή της λειτουργίας της γέφυρας διαπιστώθηκε ότι η μία πλευρά ανασηκώνεται κυρτωμένα, οπότε και αναγκαστήκαμε να ξεκολλήσουμε τις χάντρες με το καλαμάκι και να το τοποθετήσουμε λίγο χαμηλότερα. Με αυτόν τον τρόπο καταφέραμε τελικά να ανασηκώνεται ομοιόμορφα και ομαλά.

2.6 Αξιολόγηση – αναστοχασμός

Την ολοκλήρωση της κατασκευής ακολούθησε ένα σύντομο ερωτηματολόγιο για να διαπιστωθεί ο βαθμός υλοποίησης των στόχων που αρχικά τέθηκαν. Τα ερωτηματολόγια μοιράστηκαν σε 8 μαθητές από τους 9 συνολικά του τμήματος, λόγω απουσίας ενός μαθητή. Οι μαθητές απάντησαν σε όλες τις ερωτήσεις με ποσοστό επιτυχίας 100% χωρίς λάθος. Οι ερωτήσεις που δόθηκαν είναι οι εξής:

Ερώτηση 1: Στην υδραυλική γέφυρα που κατασκευάσαμε:

A) Η πίεση του νερού της μίας σύριγγας μεταφέρεται ίσα στη δεύτερη σύριγγα και η γέφυρα σηκώνεται.

B) Η πίεση του αέρα της μίας σύριγγας μεταφέρεται ίσα στη δεύτερη σύριγγα και η γέφυρα σηκώνεται.

Ερώτηση 2: Το φαινόμενο κατά το οποίο η πίεση του νερού στη μία σύριγγα είναι ίση με την πίεση στη δεύτερη σύριγγα ονομάζεται:

A) Νόμος του Νεύτωνα

B) Νόμος του Πασκάλ

Ερώτηση 3: Ρευστά είναι:

A) το νερό

B) το ξύλο

Γ) το πετρέλαιο

Δ) ο αέρας

Ερώτηση 4: Κύκλωσε τις σωστές προτάσεις.

Α) Η γέφυρα του Λονδίνου είναι μία υδραυλική γέφυρα.

Β) Η κατασκευή ενός μεγάλου έργου μπορεί να γίνει κι από ένα μόνο άτομο.

Γ) Χρειάζονται πολλά και διαφορετικά υλικά, πολλοί άνθρωποι και πολλά μηχανήματα για να ολοκληρωθεί ένα μεγάλο έργο.

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ
ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΓΕΦΥΡΑ

1) Ποια πρόταση είναι σωστή:
Στην υδραυλική γέφυρα που κατασκευάσαμε:

Α) Η πίεση του νερού της μίας σύριγγας μεταφέρεται ίσα στη δεύτερη σύριγγα και η γέφυρα σηκώνεται.

Β) Η πίεση του αέρα της μίας σύριγγας μεταφέρεται ίσα στη δεύτερη σύριγγα και η γέφυρα σηκώνεται.

2) Το φαινόμενο κατά το οποίο η πίεση του νερού στη μία σύριγγα είναι ίση με την πίεση στη δεύτερη σύριγγα ονομάζεται:

Α) Νόμος του Νεύτωνα

Β) Νόμος του Πασκάλ.


3) Ρευστά είναι:

Α) το νερό

Β) το ξύλο

Γ) το πετρέλαιο

Δ) ο αέρας



4) Κύκλωσε τις σωστές προτάσεις.

Α) Η γέφυρα του Λονδίνου είναι μία υδραυλική γέφυρα.

Β) Η κατασκευή ενός μεγάλου έργου μπορεί να γίνει κι από ένα μόνο άτομο.

Γ) Χρειάζονται πολλά και διαφορετικά υλικά, πολλοί άνθρωποι και πολλά μηχανήματα για να ολοκληρωθεί ένα μεγάλο έργο.

Εικόνα 2. 11 Ερωτηματολόγιο υδραυλικής γέφυρας

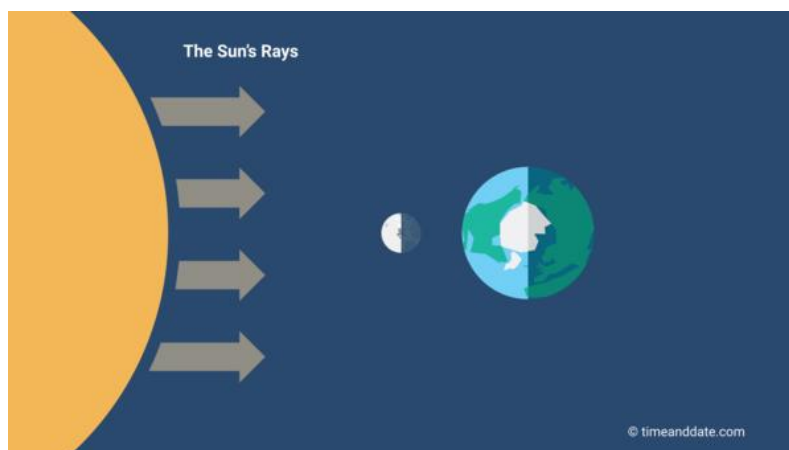
Επιπρόσθετα, οι μαθητές ανταποκρίθηκαν ιδιαίτερα καλά στην συγκεκριμένη δραστηριότητα, με όρεξη και διάθεση για να επιτύχουν το επιθυμητό αποτέλεσμα. Από την προβολή του βίντεο έδειξαν ενθουσιασμό για την κατασκευή της γέφυρας και το κίνητρό τους αυξήθηκε. Η συγκεκριμένη κατασκευή βελτίωσε αδιαμφισβήτητα τις λεπτές κινητικές δεξιότητες των μαθητών καθώς έπρεπε με τα δάχτυλα τους και το

σωστό συντονισμό των ματιών να χειριστούν μικρά κομμάτια, όπως οι χάντρες, τα κυβάκια και τα ξυλάκια παγωτού. Επιπλέον, κατανόησαν σε έναν ικανοποιητικό βαθμό τη μετάδοση της πίεσης στα ρευστά, βλέποντας τη να λειτουργεί στην πράξη. Τέλος, συνειδητοποίησαν ότι για να κατασκευαστούν μεγάλα ωφέλιμα έργα για τον άνθρωπο, χρειάζεται η συμβολή πολλών ανθρώπων και διαφορετικών υλικών.

3^η Μελέτη περίπτωσης: Ηλιακό σύστημα – Κατασκευή Ήλιου, Γης και Σελήνης

3.1 Γη και Σελήνη

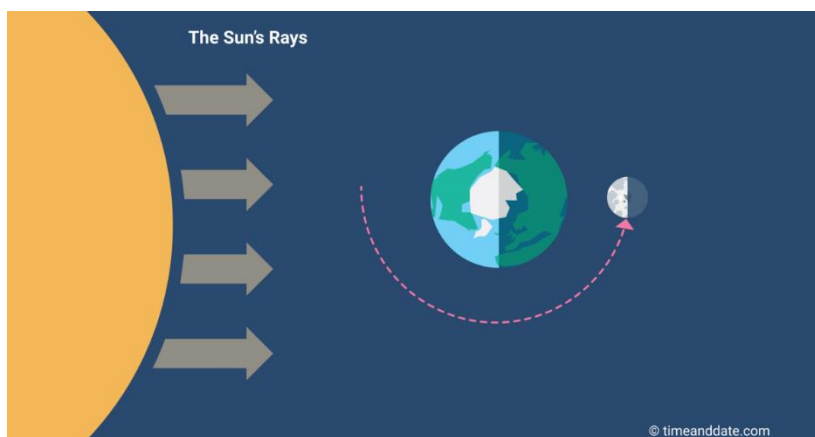
Η κίνηση της γης και η θέση της σε σχέση με τον ήλιο και τη σελήνη οδηγούν σε κάποια ορατά φαινόμενα. Η περιστροφή της γης γύρω από τον ήλιο που διαρκεί ένα χρόνο, λόγω της κλίσης του άξονα της γης, αλλάζει τον τρόπο με τον οποίο το ηλιακό φως πέφτει απευθείας στο ένα ή στο άλλο μέρος της γης. Αυτή η διαφορά στη θέρμανση διαφορετικών τμημάτων της επιφάνειας της γης προκαλεί τις τέσσερις διαφορετικές εποχές και το αντίστοιχο κλίμα (American Association for the Advancement of Science, 1990). Όταν περιφέρεται η Γη, είτε το βόρειο είτε το νότιο ημισφαίριό της στρέφεται προς τον Ήλιο. *«Όταν είναι στραμμένο προς τον Ήλιο το βόρειο ημισφαίριο, οι ηλιακές ακτίνες πέφτουν κάθετα προς αυτό και το θερμαίνουν περισσότερο, ενώ στο νότιο ημισφαίριο πέφτουν πλάγια και το θερμαίνουν λιγότερο»* (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2015, σ. 24). Επομένως, οι περιοχές του βόρειου ημισφαιρίου έχουν καλοκαίρι και αυτές του νότιου έχουν χειμώνα. Το αντίθετο συμβαίνει όταν το νότιο ημισφαίριο θερμαίνεται περισσότερο επειδή οι ακτίνες πέφτουν κάθετα σε αυτό, ενώ πέφτουν πλάγια στο βόρειο ημισφαίριο (ΠΙ, 2015). Η περιστροφή του πλανήτη στον άξονά του κάθε 24 ώρες παράγει τον κύκλο νύχτας και ημέρας του πλανήτη. Ο συνδυασμός της κίνησης της γης και της τροχιάς της ίδιας της σελήνης γύρω από τη γη, μία φορά σε περίπου 28 ημέρες, έχει ως αποτέλεσμα τις ποικίλες φάσεις της σελήνης (American Association for the Advancement of Science, 1990). Η Σελήνη αλλάζει το φαινομενικό της σχήμα με τέσσερις διακριτές φάσεις ανάλογα με τη θέση της Σελήνης καθώς περιφέρεται γύρω από τη Γη και τη θέση της Γης καθώς περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο. Υπάρχουν τέσσερις κύριες φάσεις της Σελήνης, γνωστές και ως σεληνιακές φάσεις: Πρώτο τέταρτο, Πανσέληνος, Τελευταίο τέταρτο και Νέα Σελήνη (Moon Phases, 2016). Η Νέα Σελήνη είναι η αόρατη φάση της Σελήνης, με τη φωτισμένη πλευρά της στραμμένη προς τον Ήλιο και τη νυχτερινή πλευρά προς τη Γη. Σε αυτή τη φάση, η Σελήνη βρίσκεται στο ίδιο μέρος του ουρανού με τον Ήλιο και ανατέλλει και δύει με τον Ήλιο. Βρίσκεται δηλαδή ενδιάμεσα από τη Γη και τον Ήλιο (Public Engagement Team, n.d.).



Εικόνα 3. 1 Φάση της Νέας Σελήνης

Πηγή: timeanddate.com (n.d)

Η πανσέληνος από την άλλη θεωρείται συνήθως η πιο εντυπωσιακή από τις σεληνιακές φάσεις, επειδή κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης το μεγαλύτερο ηλιακό φως αντανακλάται από τη Σελήνη προς τη Γη. Κατά τη διάρκεια και γύρω από τη νύχτα της πανσελήνου, άλλα ουράνια αντικείμενα όπως αστέρια και πλανήτες είναι πιο δύσκολο να παρατηρηθούν λόγω της λάμψης της Σελήνης. Σε αυτή τη φάση η Γη βρίσκεται ανάμεσα από τη Σελήνη και τον Ήλιο (Kendall, 2023).



Εικόνα 3. 2 Φάση της Πανσελήνου

Πηγή: timeanddate.com (n.d)

3.2 Στόχος – αφόρμηση

Η συγκεκριμένη δραστηριότητα πραγματοποιήθηκε με την Α΄ τάξη του Δημοτικού Σχολείου Δαύλειας σε 4 διδακτικές ώρες στο πλαίσιο των εργαστηρίων δεξιοτήτων.

Η τάξη απαρτίζεται από 11 μαθητές, 5 αγόρια και 6 κορίτσια. Οι μαθητές ανέλαβαν να κατασκευάσουν τον Ήλιο, τη Γη και τη Σελήνη με τέτοιο τρόπο ώστε:

1. Να καθορίζεται η πραγματική τους θέση μέσα στο ηλιακό σύστημα
2. Να γίνεται αντιληπτή η διαφορά του μεγέθους τους
3. Η Γη να περιστρέφεται γύρω από τον Ήλιο αλλά και τον εαυτό της
4. Ο Ήλιος να είναι φωτεινός ώστε να φαίνεται η διάκριση μέρας – νύχτας
5. Η Γη να απεικονίζει τις ηπείρους και το βόρειο – νότιο ημισφαίριο
6. Η Γη να έχει μια κλίση (όχι σε κάθετο άξονα) ώστε να εξηγηθούν οι 4 εποχές
7. Να περιστρέφεται η Σελήνη γύρω από τη Γη
8. Να εξηγείται το φαινόμενο της έκλειψης της Σελήνης

Στόχος ήταν οι μαθητές να κατανοήσουν επαρκώς όλα τα παραπάνω με την ολοκλήρωση της κατασκευής. Αρχικά προβλήθηκε ένα σύντομο βίντεο με τη βοήθεια του προβολέα, το οποίο δίνει μια πρώτη ιδέα στους μαθητές για να ακολουθήσει ένας καταγισμός

ιδεών

(https://www.youtube.com/watch?v=b4nABvE6cAE&t=196s&ab_channel=picoupico).



Εικόνα 3. 3 Εκπαιδευτικό βίντεο μέρας - νύχτας

Οι μαθητές ερωτήθηκαν για τη διάκριση μέρας – νύχτας, την περιστροφή της Γης γύρω από τον ήλιο και τον εαυτό της και για την έκλειψη της Σελήνης. Παρά το νεαρό της ηλικίας (7 χρονών), διαπιστώθηκε ότι είχαν μία πρώτη καλή επαφή με όλα αυτά τα φαινόμενα. Έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για να τα δούνε στην πράξη μέσα από μία κατασκευή που θα έκαναν οι ίδιοι.

3.3 Σχεδιασμός - Υλικά κατασκευής

Τα υλικά που χρειάστηκαν για την κατασκευή συνοψίζονται ως εξής:

- Οντουλέ χαρτί
- 1 λάμπα LED με καλώδιο USB
- 1 μπαταριοθήκη με υποδοχή 2 μπαταριών AA
- 1 κινητήρας DC Gear Motor TT 130 rpm
- Διπλό καλώδιο τροφοδοσίας μαύρο/κόκκινο
- Μονωτική ταινία PVC
- Αυτόματος απογυμνωτής καλωδίων
- Πιστόλι σιλικόνης
- Κίτρινο και γαλάζιο γκοφρέ χαρτί
- 2 πλαστικά διάφανα μπολ διαμέτρου 30 εκατοστών
- 1 πλαστική διάφανη χριστουγεννιάτικη μπάλα διαμέτρου 20 εκατοστών
- 1 μπάλα από φελιζόλ διαμέτρου 5 εκατοστών
- Ψαλίδι
- Χαρτόνια από μεγάλα κουτιά
- 2 χάρτινα ρηγά πιάτα
- 10 μπάλες πλαστικές του πινγκ πονγκ
- 1 κυλινδρικό κουτί από πουράκια Caprice Παπαδοπούλου
- Κόλλες A4
- Μαρκαδόροι
- Νερομπογιές
- Κολλητική ταινία
- 5 χάρτινα ρολά από χαρτί υγείας
- 2 ξύλινα μικρά κυβάρια
- 1 ξυλάκι παγωτού
- 10 μακρόστενα ξυλάκια 20 εκατοστών
- 1 καλαμάκι για σουβλάκι

3.4 Υλοποίηση της κατασκευής

Αρχικά οι μαθητές χωρίστηκαν σε τέσσερις ομάδες, τρεις ομάδες των τριών ατόμων και μία των δύο ατόμων. Δύο ομάδες ανέλαβαν να χρωματίσουν με μαύρο χρώμα τις βάσεις της κατασκευής στα μεγάλα χαρτόνια από τα κουτιά. Οι υπόλοιπες

ομάδες χρωμάτισαν κάποιους πλανήτες και ένα διαστημόπλοιο, που χρησιμοποιήθηκαν ως διακόσμηση στον ένα τοίχο της βάσης. Επίσης χρωμάτισαν τις ηπείρους με πράσινο χρώμα ώστε αργότερα να κολληθούν στη Γη που θα φτιάχναμε. Αποφασίστηκε να βαφτούν οι βάσεις μαύρες διότι το αχανές σύμπαν με τους πλανήτες έχει αυτό το χρώμα. Ο εκπαιδευτικός καθοδηγούσε τους μαθητές ώστε να βάψουν τους πλανήτες με το χρώμα που αυτοί έχουν πραγματικά.



Εικόνα 3. 4 Χρωματισμός πλανητών



Εικόνα 3. 5 Χρωματισμός ηπείρων, πυραύλου και βάσεων

Στη συνέχεια, έκοψαν τους πλανήτες, το διαστημόπλοιο και τις ηπιείρους ώστε να τα κολλήσουν στον τοίχο της βάσης. Έπειτα οι μαθητές τοποθέτησαν με τη βοήθεια της σιλικόνης τους πλανήτες. Ο εκπαιδευτικός με τη βοήθεια των μαθητών κόλλησε τις δύο βάσεις μεταξύ τους ώστε να σχηματίζουν ορθή γωνία.



Εικόνα 3. 6 Κόψιμο και κόλληση πλανητών και ηπιείρων στις βάσεις

Στο επόμενο στάδιο, οι μαθητές χρωμάτισαν με μαύρο χρώμα τα πέντε χάρτινα ρολά από χαρτί υγείας και έκοψαν το γαλάζιο και κίτρινο γκοφρέ χαρτί ώστε να

καλύπτει τον Ήλιο και στη Γη. Ταυτόχρονα, ο εκπαιδευτικός τοποθέτησε μια λάμπα LED με καλώδιο USB, με τη βοήθεια της σιλικόνης, στο ένα πλαστικό διαφανές μπολ και ύστερα το ένωσε με το δεύτερο ώστε να σχηματιστεί ο Ήλιος. Έτσι σχηματίστηκαν η ο Ήλιος και η Γη, στην οποία κολλήσαμε της ηπείρους και γράψαμε τα ονόματα τους.



Εικόνα 3. 7 Χρωματισμός χάρτινων ρολών υγείας



Εικόνα 3. 8 Κατασκευή Ήλιου χρησιμοποιώντας δύο πλαστικά μπολ και μία λάμπα με usb



Εικόνα 3. 9 Κόψιμο χαρτιού γκοφρέ για επικάλυψη του Ήλιου και της Γης



Εικόνα 3. 10 Ήλιος και Γη

Τα πέντε ρολά που χρωμάτισαν οι μαθητές κολλήθηκαν στο κάτω μέρος ενός από τα χάρτινα πιάτα. Το δεύτερο χάρτινο πιάτο κόπηκε στη μέση σχηματίζοντας έναν κύκλο ίσα που να χωράει να περάσει το κυλινδρικό κουτί από τα πουράκια. Το κυλινδρικό κουτί καλύφθηκε με μία κόλλα Α4 και χρωματίστηκε κίτρινο. Λειτουργεί ως στήριγμα για να τοποθετηθεί ο Ήλιος. Τα πέντε ρολά με το πιάτο κολλήθηκαν στη μαύρη βάση ενώ πάνω του κολλήθηκε και ο κύλινδρος. Ταυτόχρονα περάστηκε το πιάτο με την τρύπα μέσα στον κύλινδρο και τοποθετήθηκαν, ανάμεσα στα δύο πιάτα, τα πλαστικά μπαλάκια του πινγκ πονγκ. Στόχος ήταν το πιάτο με την τρύπα να

γυρνάει χειροκίνητα έχοντας από κάτω του τα μπαλάκια. Για να μη διασκορπιστούν τα μπαλάκια κατά το γύρισμα, τοποθετήθηκε ένα μακρόστενο κομμάτι 30 εκατοστών μήκους και 8 εκατοστών πλάτους από χαρτί οντουλέ ανάμεσα στα δύο πιάτα. Ο Ήλιος κολλήθηκε στην κορυφή του κυλίνδρου.



Εικόνα 3. 11 Συναρμολογώντας τα κομμάτια

Σε επόμενη φάση, κολλήσαμε μεταξύ τους τα μακρόστενα χρωματιστά ξυλάκια δημιουργώντας έτσι μια μακρόστενη βάση για να τοποθετηθεί ο κινητήρας. Για καλύτερη στήριξη λόγω του βάρους, χρησιμοποιήσαμε δύο ξύλινα κυβάρια και ένα ξυλάκι παγωτού. Στη συνέχεια οι μαθητές παρακολούθησαν με ιδιαίτερο ενδιαφέρον τη σύνδεση του κινητήρα με την μπαταριοθήκη και τη δοκιμαστική λειτουργία του. Ο κινητήρας κολλήθηκε με σιλικόνη στη βάση από ξυλάκια ενώ η μπαταριοθήκη πάνω στο πιάτο. Για αντίβαρο βάλαμε μια πέτρα ώστε να μη γέρνει η κατασκευή μας.

Πάνω στον περιστροφικό κινητήρα τοποθετήθηκε η Γη ενώ η Σελήνη τοποθετήθηκε στο ξυλάκι για καλαμάκι, αφού προηγουμένως το κόψαμε και το κολλήσαμε κάθετα.



Εικόνα 3. 12 Συνδεσμολογία μπαταριοθήκης και περιστροφικού κινητήρα

Αφού δοκιμάσαμε αν η Γη περιστρέφεται η κατασκευή έλαβε την τελική της μορφή. Η λάμπα που περιέχεται μέσα στον Ήλιο ανάβει αφού τη συνδέσουμε σε μια θύρα USB του υπολογιστή, ενώ η Γη με τη Σελήνη περιστρέφονται μαζί αφού πατήσουμε το διακόπτη εκκίνησης στη μπαταριοθήκη. Επιπλέον το πιάτο περιστρέφεται με το χέρι, αναπαριστώντας έτσι την κίνηση της Γης γύρω από τον Ήλιο (<https://youtube.com/shorts/IzCtpPcDbDQ?feature=share>).



Εικόνα 3. 13 Ολοκλήρωση κατασκευής

Όταν υλοποιήθηκε η κατασκευή, ο εκπαιδευτικός εξήγησε αναλυτικά, με τη βοήθεια της, όλα τα φαινόμενα που απορρέουν από αυτή και τα οποία ήταν βασικός στόχος της συγκεκριμένης δραστηριότητας. Μετά την επεξήγηση, ο εκπαιδευτικός έκανε ερωτήσεις όπως:

- Πόσο διαρκεί μια περιστροφή της Γης γύρω από τον Ήλιο;
- Πόσο διαρκεί μια περιστροφή της Γης γύρω από τον εαυτό της;
- Πότε έχουμε πανσέληνο και πότε το φεγγάρι δε φαίνεται στον ουρανό;
- Πότε έχουμε μέρα και πότε νύχτα;
- Η Σελήνη γυρίζει γύρω από τη Γη;

- Πόσες περίπου μέρες θέλει η Σελήνη για να κάνει μια περιστροφή γύρω από τη Γη;
- Πότε έχουμε χειμώνα και πότε καλοκαίρι;
- Πότε έχουμε άνοιξη και φθινόπωρο;

Οι μαθητές κατανόησαν σε μεγάλο βαθμό τα φαινόμενα και απαντούσαν με σχετική άνεση στις ερωτήσεις χρησιμοποιώντας ταυτόχρονα και την κατασκευή. Επιπρόσθετα, έμαθαν για τις ηπείρους τους πλανήτη μας, το σχήμα της γης και κατανόησαν ότι το μεγαλύτερο μέρος της Γης αποτελείται από νερό.

3.5 Διορθώσεις και δυσκολίες κατά τη διάρκεια της κατασκευής

Ο αρχικός σχεδιασμός για την υλοποίηση της συγκεκριμένης δραστηριότητας περιλάμβανε έναν επιπλέον κινητήρα, ο οποίος θα λειτουργούσε όπως τα κυλινδρικά γρανάζια εμπλοκής. Το πιάτο θα γυρνούσε με τη βοήθεια αυτού του κινητήρα, ενώ τη θέση του οδοντωτού μέρους των γραναζιών θα έπαιρνε το χαρτί οντουλέ, το οποίο είναι επίσης οδοντωτό. Ωστόσο, διαπιστώθηκε μετά από δοκιμές, ότι χωρίς βάρος το πιάτο γυρνούσε ομαλά και με συνεχή ροή ενώ μόλις τοποθετήθηκαν ο Ήλιος και η μπαταριοθήκη η ροή διακοπτόταν συνεχώς και δε γυρνούσε. Υπό αυτές τις συνθήκες, αποφασίστηκε τελικά να γυρίζει χειροκίνητα.



Εικόνα 3. 14 Δοκιμαστική λειτουργία ενός περιστροφικού κινητήρα σε ρόλο κυλινδρικού γραναζιού εμπλοκής

Επιπλέον, έγινε αντιληπτό κατά τη διάρκεια της υλοποίησης της κατασκευής, ότι η βάση στην οποία θα κολλούσαμε την κατασκευή ήταν μικρή σε πλάτος και δε θα μπορούσε η Γη να γυρνάει χωρίς να ακουμπάει στον τοίχο της όρθιας βάσης. Επομένως, κόψαμε κι άλλο χαρτόνι από κουτί, το βάψαμε μαύρο και το κολλήσαμε ως προέκταση στην ήδη υπάρχουσα βάση. Η δραστηριότητα υλοποιήθηκε εντός των προγραμματισμένων διδακτικών ωρών (4 ώρες).

3.6 Αξιολόγηση - αναστοχασμός

Στους μαθητές δόθηκε ένα ερωτηματολόγιο για συμπλήρωση ώστε να διαπιστωθεί ο βαθμός κατανόησης των προαναφερθέντων φαινομένων και αν ο στόχος που τέθηκε εξαρχής έχει επιτευχθεί. Το ερωτηματολόγιο μοιράστηκε στους 11 μαθητές της τάξης και ο εκπαιδευτικός αναφώνησε τις ερωτήσεις και τις πιθανές απαντήσεις προς αποφυγή παρερμηνεύσεων λόγω της μικρής ηλικίας τους. Συνολικά οι ερωτήσεις ήταν 5 και ήταν οι εξής:

Ερώτηση 1: Κύκλωσε τις σωστές προτάσεις.

A) Η Γη γυρίζει γύρω από τον εαυτό της

B) Η Γη γυρίζει γύρω από τη Σελήνη

Γ) Η Γη γυρίζει γύρω από τον Ήλιο

Δ) Η Σελήνη είναι μεγαλύτερη από τη Γη

Ερώτηση 2: Εδώ δόθηκαν δύο εικόνες και ζητήθηκε από τους μαθητές να κυκλώσουν την εικόνα που δείχνει ότι έχουμε πανσέληνο.

Ερώτηση 3: Μια πλήρη περιστροφή της Γης γύρω από τον εαυτό της διαρκεί:

A) 40 ώρες

B) 24 ώρες

Γ) 10 ώρες

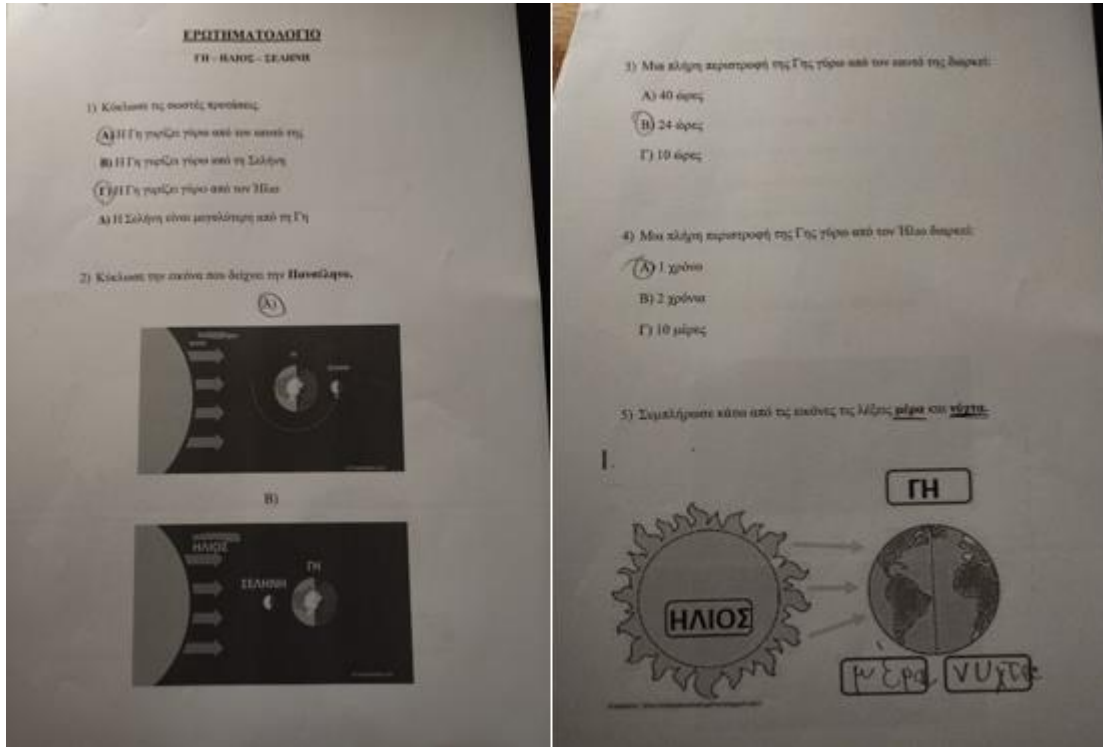
Ερώτηση 4: Μια πλήρη περιστροφή της Γης γύρω από τον Ήλιο διαρκεί:

A) 1 χρόνο

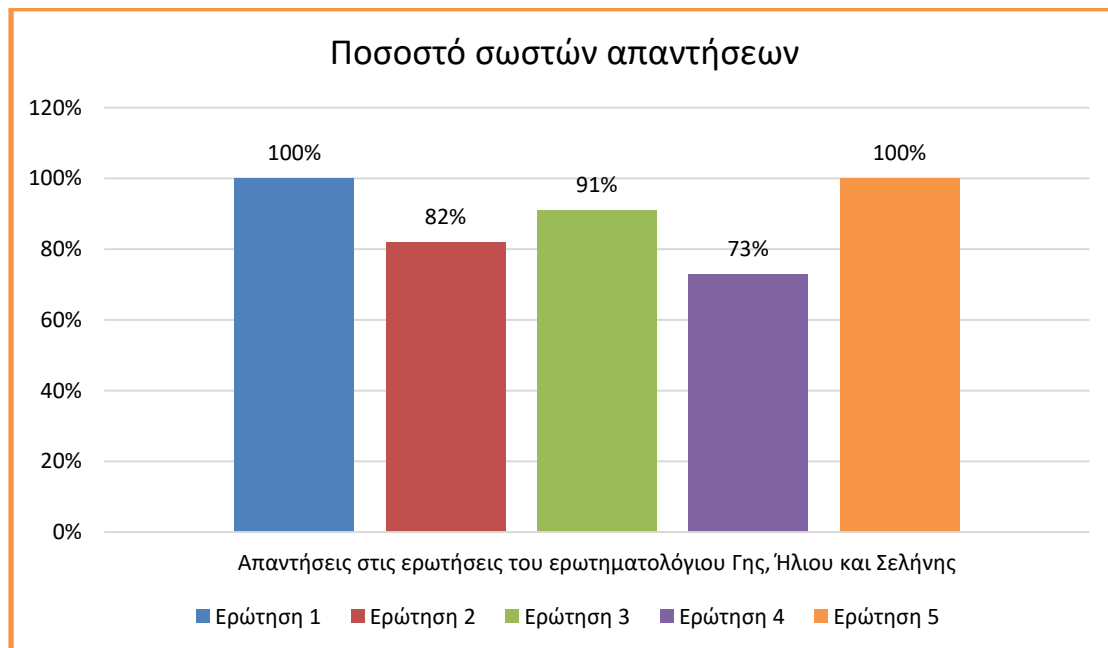
B) 2 χρόνια

Γ) 10 μέρες

Ερώτηση 5: Εδώ ζητήθηκε από τους μαθητές να συμπληρώσουν τις λέξεις «μέρα» και «νύχτα» σε μία εικόνα.



Εικόνα 3. 15 Ερωτηματολόγιο Ήλιου, Γης και Σελήνης



Διάγραμμα 3.1 Διάγραμμα που απεικονίζει το ποσοστό των σωστών απαντήσεων ανά ερώτηση στη δραστηριότητα Γης, Ήλιου και Σελήνης

Όπως φαίνεται και στο γράφημα, οι μαθητές κατανόησαν σε απόλυτο βαθμό την περιστροφή της Γης γύρω από τον εαυτό της και τον Ήλιο ενώ διέκριναν με μεγάλη ευκολία τα τμήματα της Γης που έχουν μέρα και νύχτα. Αρκετά ικανοποιητικές ήταν οι απαντήσεις στην 3^η ερώτηση, όπου μόλις ένας μαθητής απάντησε λάθος για τη διάρκεια μίας πλήρους περιστροφής της Γης γύρω από τον εαυτό της. Αντιθέτως, οι σωστές απαντήσεις στην 4^η ερώτηση ως προς τη διάρκεια περιστροφής της Γης γύρω από τον Ήλιο κινήθηκαν σε χαμηλότερα επίπεδα, καθώς 3/11 μαθητές απάντησαν λάθος. Ικανοποιητικός κρίνεται ο αριθμός των σωστών απαντήσεων στην 2^η ερώτηση όπου 9 στους 11 μαθητές έδειξαν να κατανοούν τη θέση της Σελήνης ως προς τη Γη και τον Ήλιο ώστε να έχουμε πανσέληνο. Συνολικά, οι μαθητές ανταποκρίθηκαν σε αρκετά ικανοποιητικό βαθμό και η κατασκευή αποδείχτηκε πολύ σημαντικός παράγοντας για να καταλάβουν οι μαθητές όλα τα φαινόμενα καλύτερα. Κατά τη διάρκεια της συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου οι μαθητές είχαν μπροστά τους την κατασκευή, αποδεικνύοντας έτσι πόσο καθοριστικό ρόλο αυτή έπαιξε στις απαντήσεις τους.

Συμπεράσματα

Οι μαθητές όλων των τάξεων συμμετείχαν με χαρά, ενθουσιασμό και προθυμία σε όλες τις φάσεις της κάθε δραστηριότητας, μετατρέποντας την εκμάθηση του γνωστικού αντικειμένου σε παιχνίδι και διασκέδαση. Χωρίστηκαν και δούλεψαν σε ομάδες, έκαναν πολλές ερωτήσεις αναφορικά με την κατασκευή και τα φαινόμενα που τους ήταν άγνωστα, συνεργάστηκαν με επιτυχία και παρακολούθησαν προσεκτικά και με ενδιαφέρον τον εκπαιδευτικό. Εργάστηκαν μέσα σε ένα κλίμα συνεργασίας και αλληλοβοήθειας, δημιουργώντας έτσι ένα ευχάριστο περιβάλλον. Διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές είχαν αξιοσημείωτη περιέργεια και όρεξη για να εργαστούν όλοι μαζί και να κατακτήσουν το γνωστικό αντικείμενο μέσα από την κατασκευή. Αντιθέτως, με την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας το κίνητρο και το ενδιαφέρον ήταν αρκετά μειωμένο αφού ήταν παθητικοί αποδέκτες διαφόρων πληροφοριών τις οποίες έπρεπε να αποστηθίσουν. Κρίνεται επίσης σημαντικό να επισημανθεί, ότι 5 από τους συνολικά 26 μαθητές που συμμετείχαν στις δραστηριότητες παρακολουθούν το Τμήμα Ένταξης του σχολείου. Οι περισσότεροι παρουσιάζουν μαθησιακές δυσκολίες, ελλειπίες κοινωνικές δεξιότητες και δυσκολίες στην λεπτή κινητικότητα. Επομένως, οι συγκεκριμένες κατασκευές συνέβαλλαν τόσο στην ενίσχυση των κοινωνικών και ήπιων δεξιοτήτων όλων των μαθητών, όσο και στη βελτίωση των λεπτών κινητικών και τεχνικών δεξιοτήτων τους καθώς έπρεπε με τα δάχτυλα τους και το σωστό συντονισμό των ματιών να χειριστούν μικρά κομμάτια και αντικείμενα και να τα τοποθετήσουν σωστά.

Επιπρόσθετα, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η πλειοψηφία των γνώσεων που είχαν οι μαθητές για τα γνωστικά αντικείμενα των δραστηριοτήτων πριν αυτές υλοποιηθούν, εντάσσονται στην άτυπη μάθηση. Η άτυπη μάθηση περιλαμβάνει εκείνες τις γνώσεις και δεξιότητες που αποκτώνται εκτός του οργανωμένου εκπαιδευτικού πλαισίου. Αυτές τις γνώσεις μπορεί κάποιος να τις αποκτήσει στον ελεύθερο του χρόνο μέσα από την εμπειρία ή χρησιμοποιώντας για παράδειγμα διάφορα ηλεκτρονικά μέσα. Η Ε΄ τάξη γνώριζε κάποιες πληροφορίες σχετικά με τη χρησιμότητα μιας ανεμογεννήτριας επειδή η περιοχή στην οποία εδράζεται το σχολείο περιέχει πολλές και είναι ορατές. Επομένως, αποτελούσε μια καθημερινότητα για τους μαθητές να βλέπουν την κίνηση των πτερυγίων μιας ανεμογεννήτριας. Ωστόσο, δε γνώριζαν τον μηχανισμό λειτουργίας της και την έννοια του κλειστού ηλεκτρικού κυκλώματος, αν και εμπεριέχονται στο βιβλίο της

Φυσικής Ε΄ Δημοτικού, διότι απλώς αποστήθιζαν τις πληροφορίες χωρίς να τις κατανοούν σε βάθος. Οι μαθητές της Δ΄ τάξης δε γνώριζαν για τον μηχανισμό λειτουργίας μίας υδραυλικής γέφυρας και τον ορισμό της. Κατάλαβαν όμως γρήγορα ποιες είναι οι υδραυλικές γέφυρες διότι είχαν παρακολουθήσει στην τηλεόραση και στον υπολογιστή τους γέφυρες που ανυψώνονται όπως αυτή του Λονδίνου, την οποία όλοι γνώριζαν. Οι περισσότεροι μαθητές της Α΄ Δημοτικού γνώριζαν για τη διαφορά μέρας – νύχτας και την περιστροφή της Γης μέσα από εκπαιδευτικά βίντεο που παρακολούθησαν στο κινητό και στο τάμπλετ στον ελεύθερο τους χρόνο.

Για την υλοποίηση των στόχων που τέθηκαν σε όλες τις δραστηριότητες χρησιμοποιήθηκε μία μέθοδος που περιλαμβάνει 6 στάδια δράσης και είναι τα εξής:

1. Έμπνευση
2. Σχεδιασμός
3. Κατασκευή
4. Έλεγχος – δοκιμή
5. Επανασχεδιασμός
6. Αξιολόγηση - αναστοχασμός.

Στο στάδιο της έμπνευσης προβλήθηκαν σύντομα βίντεο στους μαθητές με στόχο να αυξηθεί το κίνητρο τους και να ακολουθήσει ένας καταιγισμός ιδεών. Στο στάδιο του σχεδιασμού αναπτύσσεται το πλάνο που ακολουθείται ώστε να ολοκληρωθεί η δραστηριότητα, συμπεριλαμβάνοντας όλα τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για κάθε κατασκευή. Στο τρίτο στάδιο της κατασκευής περιγράφεται αναλυτικά ο τρόπος κατασκευής και απεικονίζεται με εικόνες. Στο στάδιο του ελέγχου – δοκιμής αναφέρονται οι δυσκολίες που συναντήθηκαν κατά τη διάρκεια της κατασκευής και οι δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν για να διαπιστωθεί αν όλα λειτουργούν ομαλά και σωστά. Στο στάδιο του επανασχεδιασμού περιγράφονται οι διορθώσεις που έγιναν στην κατασκευή ώστε να λειτουργεί καλύτερα. Τέλος, στο στάδιο της αξιολόγησης – αναστοχασμού μοιράστηκαν ερωτηματολόγια και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε διαγράμματα.

Κατά τη διάρκεια της συμπλήρωσης των ερωτηματολογίων οι μαθητές είχαν μπροστά τους την κατασκευή, αποδεικνύοντας έτσι πόσο καθοριστικό ρόλο αυτή έπαιξε στις απαντήσεις τους. Συνολικά, οι μαθητές ανταποκρίθηκαν σε αρκετά

ικανοποιητικό βαθμό και η κατασκευή αποδείχτηκε πολύ σημαντικός παράγοντας για να καταλάβουν οι μαθητές όλα τα φαινόμενα καλύτερα.

Στην κατασκευή της ανεμογεννήτριας, οι μαθητές έδειξαν ότι κατανόησαν σε μεγάλο βαθμό:

1. τον τρόπο λειτουργίας μιας ανεμογεννήτριας,
2. ότι αυτή εντάσσεται στις Α.Π.Ε.,
3. ότι ο κινητήρας που χρησιμοποιήθηκε λειτουργεί ως μία γεννήτρια για να παραχθεί ηλεκτρικό ρεύμα και
4. τη διαφορά αγωγών – μονωτών

Στην αρχική συνάντηση, οι μαθητές διέκριναν με δυσκολία τη διαφορά των ανανεώσιμων και μη πηγών ενέργειας, ενώ δε γνώριζαν ότι η αιολική ενέργεια του ανέμου είναι η κινητική ενέργεια που κινεί τα πτερύγια και παράγει ηλεκτρικό ρεύμα. Οι δυσκολίες αυτές εντοπίστηκαν από τον εκπαιδευτικό μέσα από την παρατήρηση και τις σχετικές ερωτήσεις μετά την προβολή του βίντεο. Επιπλέον δεν είχαν δει στην πράξη πως λειτουργούν οι αγωγοί και οι μονωτές, γνωρίζοντας μόνο τον ορισμό τους και αγνοώντας την εμφάνιση και λειτουργία τους. Επίσης, οι μαθητές έμαθαν να φτιάχνουν μόνοι τους γεωμετρικά σχήματα μετρώντας με ακρίβεια τις πλευρές τους. Τέλος, κατανόησαν σε πολύ καλό βαθμό τη μετατροπή της ενέργειας από αιολική σε κινητική και έπειτα σε ηλεκτρική. Συνδυάστηκαν με επιτυχία πολλά κομμάτια του STEM, όπως φυσική, γεωγραφία, μαθηματικά, γεωμετρία, μηχανική και τέχνη. Επομένως, η αξιολόγηση έδειξε ότι οι αρχικοί στόχοι που είχαν τεθεί υλοποιήθηκαν σε μεγάλο βαθμό.

Στην δραστηριότητα της υδραυλικής γέφυρας, οι μαθητές απάντησαν σε όλες τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου σωστά. Να τονιστεί ότι οι μαθητές δεν γνώριζαν για το φαινόμενο της υδροστατικής πίεσης και την Αρχή των πιέσεων στα ρευστά. Επομένως, συμπεραίνεται ότι η συγκεκριμένη δραστηριότητα είχε θετικό αντίκτυπο στους μαθητές καθώς κατανόησαν σε απόλυτο βαθμό τη μετάδοση της πίεσης στα ρευστά, τον ορισμό των ρευστών και το Νόμο του Πασκάλ.

Στην δραστηριότητα με την Γη, τον Ήλιο και τη Σελήνη, οι μαθητές έδειξαν ότι κατανόησαν πλήρως τα φαινόμενα της μέρας – νύχτας και των περιστροφών της Γης. Επίσης, η μεγάλη πλειοψηφία κατανόησε τη διάρκεια περιστροφής της Γης γύρω από

τον εαυτό της και τις σεληνιακές φάσεις, φαινόμενα τα οποία τους ήταν άγνωστα πριν την δραστηριότητα. Η διάρκεια μίας περιστροφής της Γης γύρω από τον Ήλιο φάνηκε να τους δυσκόλεψε περισσότερο αν και σε αυτό το κομμάτι οι περισσότεροι απάντησαν σωστά.

Οι συγκεκριμένες δραστηριότητες ανέδειξαν την σημασία της ένταξης δραστηριοτήτων STEM στην εκπαιδευτική διαδικασία και την σπουδαιότητα της διερευνητικής μάθησης, αν και ο αριθμός των μαθητών ήταν περιορισμένος λόγω της τοποθεσίας του σχολείου. Οι μαθητές μεταμορφώθηκαν σε μικρούς ερευνητές, προβληματίστηκαν, διατύπωσαν ιδέες, σχεδίασαν, συνεργάστηκαν μεταξύ τους, κατασκεύασαν και τελικά κατανόησαν σε μεγάλο βαθμό τα φαινόμενα που πραγματευόταν η κάθε δραστηριότητα. Επιπλέον, οι κατασκευές προβλήθηκαν σε όλους τους μαθητές του σχολείου και αναρτήθηκαν στην επίσημη ιστοσελίδα του Δημοτικού Σχολείου Δαύλειας (<https://blogs.sch.gr/dimdavl/ergastiria-dexiotiton/dimioyrgo-kai-kainotomo-dimioyrgiki-skepsi-kai-protovoylia/>), δίνοντας έτσι την ευκαιρία στους γονείς και σε όλο τον κόσμο να δούνε τα αποτελέσματα των δραστηριοτήτων STEM. Η συγκεκριμένη εργασία θα μπορούσε να αποτελέσει το εναρκτήριο λάκτισμα για μελλοντικές έρευνες πάνω στην ωφέλεια των STEM στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, συμπεριλαμβάνοντας περισσότερους μαθητές για καλύτερα και ασφαλέστερα συμπεράσματα. Επιπλέον, θα ήταν ιδιαίτερα ωφέλιμο για μελλοντικές έρευνες να δοθεί ένα ερωτηματολόγιο στους μαθητές πριν την έναρξη της δραστηριότητας ώστε να υπάρχει μία ασφαλής σύγκριση των αποτελεσμάτων μετά την ολοκλήρωση της.

Βιβλιογραφία

Ελληνική

Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. (2015). *ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΣΤ' ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ: Μαθαίνω για τη Γη*. Αθήνα: ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ».

Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. (2015). *ΦΥΣΙΚΗ Β' Γυμνασίου*. Αθήνα: ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ».

Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. (2021). *«Φυσικά» Ε' Δημοτικού: Ερευνώ και Ανακαλύπτω Βιβλίο Μαθητή*. Αθήνα: ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ».

Ξενόγλωσση

Abdi, A. (2014). The Effect of Inquiry-Based Learning Method on Students' Academic Achievement in Science Course. *Universal journal of educational Research*, 2(1), 37-41.

Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School science and mathematics*, 112(1), 3-11.

Kaldellis, J.K. (2020). What Is the Wind Energy Progress in Greece? Prospects and Problems. In: *Sayigh, A., Milborrow, D. (eds) The Age of Wind Energy. Innovative Renewable Energy*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-26446-8_3

Maryanti, R., Hufad, A., Sunardi, S., & Nandiyanto, A. B. D. (2022). Teaching on Pascal's Law: The use of experimental videos of hydraulic concepts from everyday products in the learning process for students with special needs and vocational school students. *Journal of Engineering Education Transformations*, 35(Special Issue 2).

Patel, M. R. (2006). *Wind and Solar Power Systems*. New York: Taylor & Francis Group.

Ramesh, D., Thirumoorthy, A., Kandasamy, K., & Suresh, S. (2019). HYDRAULIC COMPORIMENT PULLER. *International Journal of Production Technology and Management* 10(2), 94-100.

Διαδίκτυο

American Association for the Advancement of Science. (1990). Retrieved from Science for All Americans: <http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/chap4.htm>

Kendall, E. (2023, June 14). *full moon*. *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/science/full-Moon-lunar-phase>

Moon Phases. (2016). Retrieved from <https://moonphases.co.uk/>

Public Engagement Team. (n.d.). *Nasa Science: EARTH'S MOON*. Retrieved from Moon in Motion: <https://moon.nasa.gov/moon-in-motion/phases-eclipses-supermoons/moon-phases/>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Η υλοποίηση της κάθε δραστηριότητας απαιτεί κάποια έξοδα. Παρακάτω παρατίθεται ο προϋπολογισμός για την ολοκλήρωση της κάθε κατασκευής. Να σημειωθεί ότι αν κανείς δε διαθέτει πιστόλι σιλικόνης ή απογυμνωτή καλωδίων, θα πρέπει να διαθέσει περίπου 7 - 15 ευρώ για να τα προμηθευτεί ανάλογα την ποιότητα και το μέγεθος που θα θελήσει. Τα νούμερα αυτά ανταποκρίνονται σε ένα πιστόλι σιλικόνης μικρού μεγέθους κι έναν απλό αυτόματο απογυμνωτή καλωδίων 0,2 – 6mm². Τα ποσά που αναφέρονται στην κάθε κατασκευή και στο σύνολο δεν περιέχουν το πιστόλι σιλικόνης και τον απογυμνωτή καλωδίων.

- Για την κατασκευή της **ανεμογεννήτριας** ο συνολικός προϋπολογισμός ανέρχεται στα **10 ευρώ**.
- Για την κατασκευή της **υδραυλικής γέφυρας** ο συνολικός προϋπολογισμός ανέρχεται στα **11 ευρώ**.
- Για την κατασκευή της **Γης, Ήλιου και Σελήνης** ο συνολικός προϋπολογισμός ανέρχεται στα **18 ευρώ**.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι αυτά τα νούμερα ισχύουν σε περίπτωση που κανείς θελήσει να κάνει μία και μόνο κατασκευή. Σε περίπτωση που κάνει κι άλλες κατασκευές (όπως στη συγκεκριμένη εργασία) το ποσό μειώνεται, διότι υλικά όπως η μονωτική ταινία, τα ξυλάκια παγωτού, τα ξύλινα κυβάκια, τα καλαμάκια για σουβλάκι, οι χάντρες κ.α μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολλές κατασκευές αφού η συσκευασία περιέχει πολλά από αυτά. Σε αυτές τις τρεις δραστηριότητες χρησιμοποιήθηκαν πολλά κοινά υλικά. Επομένως, ο συνολικός προϋπολογισμός των τριών δραστηριοτήτων ανέρχεται στα 28 ευρώ.