



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΔΙΠΜΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΑ STEM

ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ
Μελέτη της εξερεύνησης του βυθού των ωκεανών
με την Επιστημολογία STEM
Study of ocean depth exploration with STEM
Epistemology

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑΣ/ΦΟΙΤΗΤΗ
ΣΤΑΘΟΠΟΥΛΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ

ΣΑΡΑΝΤΟΣ ΨΥΧΑΡΗΣ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΣΤΗΝ ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΧΟΛΗ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ (ΑΣΠΑΙΤΕ)

Λαμία 22/2..... έτος ...2023...



UNIVERSITY OF
THESSALY

SCHOOL OF SCIENCE

DEPARTMENT OF INFORMATICS & TELECOMMUNICATIONS

MASTER OF SCIENCE IN EDUCATIONAL APPLICATIONS WITH STEM
EPISTEMOLOGY

THESIS TITLE

Study of ocean depth exploration with STEM
Epistemology

STUDENT'S FULL NAME
STATHOPOULOU GEWRGIA

FINAL THESIS

ADVISOR

SARANTOS PHYCHARIS
Professor
School of Pedagogical and Technological Education-ASPETE

Lamia 22/2..... year ...2023...

«Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις ⁽¹⁾, που προβλέπονται από της διατάξεις της παρ. 6 του άρθρου 22 του Ν. 1599/1986, δηλώνω ότι:

1. Δεν παραθέτω κομμάτια βιβλίων ή άρθρων ή εργασιών άλλων αυτολεξεί **χωρίς να τα περικλείω σε εισαγωγικά** και χωρίς να αναφέρω το συγγραφέα, τη χρονολογία, τη σελίδα. Η αυτολεξεί παράθεση χωρίς εισαγωγικά χωρίς αναφορά στην πηγή, είναι λογοκλοπή. Πέραν της αυτολεξεί παράθεσης, λογοκλοπή θεωρείται και η παράφραση εδαφίων από έργα άλλων, συμπεριλαμβανομένων και έργων συμφοιτητών μου, καθώς και η παράθεση στοιχείων που άλλοι συνέλεξαν ή επεξεργάστηκαν, χωρίς αναφορά στην πηγή. Αναφέρω πάντοτε με πληρότητα την πηγή κάτω από τον πίνακα ή σχέδιο, όπως στα παραθέματα.
2. Δέχομαι ότι η αυτολεξεί **παράθεση χωρίς εισαγωγικά**, ακόμα κι αν συνοδεύεται από αναφορά στην πηγή σε κάποιο άλλο σημείο του κειμένου ή στο τέλος του, είναι αντιγραφή. Η αναφορά στην πηγή στο τέλος π.χ. μιας παραγράφου ή μιας σελίδας, δεν δικαιολογεί συρραφή εδαφίων έργου άλλου συγγραφέα, έστω και παραφρασμένων, και παρουσίασή τους ως δική μου εργασία.
3. Δέχομαι ότι υπάρχει επίσης περιορισμός στο μέγεθος και στη συχνότητα των παραθεμάτων που μπορώ να εντάξω στην εργασία μου εντός εισαγωγικών. Κάθε μεγάλο παράθεμα (π.χ. σε πίνακα ή πλαίσιο, κλπ), προϋποθέτει ειδικές ρυθμίσεις, και όταν δημοσιεύεται προϋποθέτει την άδεια του συγγραφέα ή του εκδότη. Το ίδιο και οι πίνακες και τα σχέδια
4. Δέχομαι όλες τις συνέπειες σε περίπτωση λογοκλοπής ή αντιγραφής.

Ημερομηνία: 20/2/2023

Ο – Η Δηλ.

(1) «Όποιος εν γνώσει του δηλώνει ψευδή γεγονότα ή αρνείται ή αποκρύπτει τα αληθινά με έγγραφη υπεύθυνη δήλωση του άρθρου 8 παρ. 4 Ν. 1599/1986 τιμωρείται με φυλάκιση τουλάχιστον τριών μηνών. Εάν ο υπαίτιος αυτών των πράξεων σκόπευε να προσπορίσει στον εαυτόν του ή σε άλλον περιουσιακό όφελος βλάπτοντας τρίτον ή σκόπευε να βλάψει άλλον, τιμωρείται με κάθειρξη μέχρι 10 ετών.»

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο τη μελέτη της επίδρασης του μαθήματος “explore Ocean Depths” από το site Hacking STEM - Microsoft Learn Educator Center (<https://learn.microsoft.com/en-us/training/educator-center/instructor-materials/hacking-stem>) στις δεξιότητες της Υπολογιστικής Σκέψης των μαθητών της Α' Λυκείου μέσω του Φυσικού Υπολογισμού (Physical computing) που παρέχει ο μικροελεγκτής Arduino και δραστηριοτήτων προσομοίωσης αυθεντικών καταστάσεων/προβλημάτων που ακολουθούν την επιστημολογία STEM. Μέσα από την ποσοτική ανάλυση των δεδομένων της έρευνας προέκυψε ότι το μάθημα “explore Ocean Depths” συμβάλλει σημαντικά στην καλλιέργεια δεξιοτήτων Υπολογιστικής Σκέψης.

Λέξεις κλειδιά: Υπολογιστική Σκέψη, Physical Computing, STEM

ABSTRACT

This work aims to study the effect of the “explore Ocean Depths” course from the Hacking STEM site - Microsoft Learn Educator Center (<https://learn.microsoft.com/en-us/training/educator-center/instructor-materials/hacking-stem>) in the Computational Thinking skills of A' Lyceum students through the Physical Computing provided by the Arduino microcontroller and simulation activities of authentic situations/problems that follow the STEM epistemology. Through the quantitative analysis of the research data, it emerged that the “explore Ocean Depths” course contributes significantly to the cultivation of Computational Thinking skills.

Keywords: computational thinking, physical computing, STEM

Table of Contents

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	I
ABSTRACT	II
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	2
(1.1 Ο ΩΚΕΑΝΟΣ ΩΣ ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ)	2
(1.1.Α ΥΠΑΡΧΟΥΣΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ)	2
(1.1.Β Η ΔΙΚΗ ΜΑΣ ΠΡΟΤΑΣΗ)	5
(1.2 ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ)	6
(1.2.Α ΚΕΦΑΛΑΙΑ)	6
(1.2.Β ΣΚΟΠΟΣ)	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ.....	7
(2.1 Ο ΩΚΕΑΝΟΣ)	7
(2.1.Α ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΟ ΕΞΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΩΚΕΑΝΩΝ)	7
(2.1.Β ΠΟΣΟ ΛΙΓΑ ΓΝΩΡΙΖΟΥΜΕ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΥΘΜΕΝΑ ΤΟΥ ΩΚΕΑΝΟΥ)	14
(2.1.Γ ΠΩΣ ΕΠΗΡΕΑΖΕΤΑΙ Η ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ).....	18
(2.2 ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΜΕ ΥΠΕΡΗΧΟΥΣ).....	20
(2.2.Α ΓΙΑΤΙ Ο ΗΧΟΣ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ ΕΙΝΑΙ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΣ)	20
(2.2.Β ΥΠΕΡΗΧΟΙ)	25
(2.2.Γ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ).....	28
(2.3 STEM ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ).....	29
(2.4 PHYSICAL COMPUTING (PHC)).....	34
(2.4.Α ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ARDUINO).....	36
(2.4.Β ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗΣ TINKERCAD).....	42
(2.4.Γ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ARDUINO)	44
(2.4.Δ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ HC-SR 04 (ULTRASONIC SENSOR)).....	46
(2.5 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ)	53
(2.6 DATA STREAMER ΣΤΟ MICROSOFT EXCEL 365)	55
(2.7 PAINT 3D)	59
(2.8 ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ).....	61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 EXPLORE OCEAN DEPTHS	66
(3.1 Η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ ΤΟΥ HACKING STEM).....	66
(3.1.Α ΈΝΤΑΞΗ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ)	67
(3.1.Β ΦΑΣΕΙΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ)	75
(3.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ-ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΕΙΣ).....	96
(3.2.Α ΑΛΛΑΓΕΣ-ΠΡΟΣΘΗΚΕΣ).....	96
(3.2.Β ΠΡΟΒΟΛΗ VIDEOS).....	97
(3.2.Γ ΦΑΣΕΙΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ)	98

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΙ ΕΠΑΓΩΓΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ 108

(4.1 ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΕΡΕΥΝΑΣ).....	108
(4.1.Α ΔΕΙΓΜΑ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ).....	108
(4.1.Β ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΥΠΟΙ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ).....	111
(4.1.Γ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ)	112
(4.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ).....	112
(4.2.Α ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ)	112
(4.2.Β ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΟΥ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ).....	113
(4.2.Γ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΥΤΟΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ CT)...	113
(4.2.Δ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΗΣ CT ΣΤΑ POST ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ)	117
(4.2.Ε ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ PS ΚΑΙ ΤΗΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ CT)	120
(4.2.ΣΤ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΙΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ PS ΜΕ ΤΙΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΣ ΟΜΩΝΥΜΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ CT).....	123

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... 130

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 132

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ..... 133

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Εισαγωγή

(1.1 Ο ωκεανός ως πλαίσιο διδασκαλίας)

(1.1.α Υπάρχουσες Μελέτες)

Ο ωκεανός παρέχει ένα συναρπαστικό πλαίσιο για την εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών γενικά και ειδικότερα της Φυσικής. Όπως επισημαίνουν οι Karp-Boss, L., Boss, E., Weller, H., Loftin, J., & Albright, J. (2009), οι μαθητές, των οποίων η έλξη για την επιστήμη της θάλασσας πηγάζει από ενδιαφέρον για τους ωκεάνιους οργανισμούς, συνήθως αγνοούν ότι η Φυσική είναι θεμελιώδης για την κατανόηση του πώς ο ωκεανός και όλοι οι οργανισμοί που τον κατοικούν, λειτουργούν. Χρησιμοποιώντας τον ωκεανό ως πλατφόρμα στην οποία συγκεκριμένες φυσικές έννοιες μπορούν να παρουσιαστούν ερευνάται παράλληλα η περιβαλλοντική συνάφειά τους.

Ο συνήθης τρόπος διδασκαλίας της Επιστήμης, μέσω παράδοσης του υλικού του σχολικού βιβλίου έχει ως αποτέλεσμα τη μεταφορά επιστημονικών γεγονότων αλλά δεν αναδεικνύει την Επιστήμη. Στη συνήθη προσέγγιση, οι μαθητές είναι παθητικοί παρατηρητές με πολύ μικρή εμπλοκή στην έρευνα. Η Επιστήμη, ωστόσο, δεν αφορά μόνο «σώματα γνώσης». Όταν «κάνουμε» Επιστήμη, κάνουμε προβλέψεις, δημιουργούμε ερωτήσεις και υποθέσεις, λαμβάνουμε μετρήσεις, κάνουμε γενικεύσεις και εξετάζουμε έννοιες κατά την εφαρμογή της. Οι μαθητές αναπτύσσουν μια κατανόηση του φυσικού κόσμου όταν ασχολούνται ενεργά με την επιστημονική έρευνα (μόνοι ή σε ομάδες) και ανακαλύπτουν μόνοι τους πώς η Φυσική με τη βοήθεια πολλές φορές της Τεχνολογίας μπορεί να βοηθήσει στην εξήγηση του περιβάλλοντος στο οποίο ζουν. Με το συνήθη τρόπο

διδασκαλίας της Επιστήμης, τα εργαστήρια χρησιμοποιούνται συχνά για επιστημονική επαλήθευση.

Τις περισσότερες φορές κατά την τυπική διδασκαλία απουσιάζει το στοιχείο της εξερεύνησης. Η έρευνα και η εξερεύνηση είναι ουσιαστικές για να διεγείρουν την περιέργεια και το ενδιαφέρον των μαθητών για την Επιστήμη. Η διερευνητική προσέγγιση παρέχει στους μαθητές μια βαθύτερη κατανόηση της επιστημονικής διαδικασίας και μπορεί να βοηθήσει στην ενίσχυση της Υπολογιστικής Σκέψης (CT). Επίσης, η ικανότητα ενός μαθητή να αποστηθίζει το περιεχόμενο και τους τύπους του σχολικού βιβλίου δεν υποδηλώνουν απαραίτητα την κατανόηση των υποκείμενων φυσικών αρχών. Η Φυσική διδάσκεται χρησιμοποιώντας μαθηματικές περιγραφές. Οι μαθητές μπορούν να μάθουν ποιες εξισώσεις θα δώσουν και σε ποιες ποσότητες, και αυτή η γνώση μπορεί να αξιολογηθεί εύκολα σε γραπτές εξετάσεις. Ωστόσο, αυτή η προσέγγιση δεν αναπτύσσει απαραίτητα την ικανότητα του μαθητή να αναγνωρίζει ποιες θεμελιώδεις αρχές θα μπορούσαν να εφαρμοστούν σε ελαφρώς διαφορετικά προβλήματα. Οι μαθητές μπορούν να επιτύχουν βαθύτερη κατανόηση όταν συμμετέχουν ενεργά στη μάθηση (για παράδειγμα, όταν κάνουν πρακτικά πειράματα μέσω των οποίων «βλέπουν / αισθάνονται» βιωματικά το μαθηματικό μοντέλο περιγραφής ή όταν προγραμματίζουν εφαρμόζοντας έννοιες και τύπους).

Δεδομένου ότι κάθε μαθητής έχει διαφορετικό τρόπο μάθησης (πχ μάθηση ακούγοντας, διαβάζοντας ή βλέποντας, αγγίζοντας ή κάνοντας), η διδασκαλία πρέπει να περιλαμβάνει ποικίλες μεθόδους μάθησης για να γίνει πιο αποτελεσματική. Βέβαια μόνο μια μειοψηφία των μαθητών μας θα συνεχίσει την επιστημονική έρευνα. Ωστόσο, όλοι οι μαθητές θα είναι τελικά καταναλωτές επιστημονικής γνώσης. Επομένως έχουμε ευθύνη για

τη βελτίωση του γενικού επιστημονικού εγγραμματισμού των μαθητών μας. Πρέπει να τους βοηθήσουμε να αναπτύξουν τις γνώσεις και τις δεξιότητες που απαιτούνται από τους πολίτες που αναπόφευκτα θα αντιμετωπίζουν επιστημονικές, περιβαλλοντικές και τεχνολογικές προκλήσεις.

Στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, η διερεύνηση αναφέρεται σε έναν τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευόμενοι εμπλέκονται σε επιστημονικά ερωτήματα ή προβλήματα προσπαθώντας να τα λύσουν κάνοντας προβλέψεις και δοκιμές, αναζητώντας στοιχεία και πληροφορίες, διατυπώνοντας πιθανές εξηγήσεις, αξιολογώντας τις λύσεις και επικοινωνώντας τις. Στο παραδοσιακό εργαστήριο οι ασκήσεις παροτρύνουν τους μαθητές να ακολουθήσουν βήμα-βήμα τις οδηγίες σε στυλ βιβλίου μαγειρικής και να απεικονίσουν μια επιστημονική αρχή ή ιδέα, διδάσκοντας στους μαθητές εργαστηριακές δεξιότητες και παρέχοντας κάποια πρακτική εμπειρία. Δεν παρέχουν όμως την πτυχή της Έρευνας. Για να είναι επιτυχημένη η προσέγγιση "hands-on/minds-on", όσον αφορά την προώθηση της έρευνας, οι μαθητές θα πρέπει να ενθαρρύνονται ώστε να κάνουν ερωτήσεις, προβλέψεις και δοκιμές, να διατυπώνουν δυνατές εξηγήσεις και να εφαρμόζουν τις γνώσεις τους σε ποικίλα πλαίσια.

Οι μαθητές φτάνουν στην τάξη με ένα ποικίλο σύνολο αντιλήψεων, μερικές φορές εσφαλμένων, με βάση τις προηγούμενες εμπειρίες τους. Προσεγγίσεις που βασίζονται στην έρευνα επιτρέπουν στους καθηγητές να διερευνήσουν τις γνώσεις των μαθητών και να αναγνωρίσουν παρανοήσεις που μπορεί να παρεμποδίσουν τη μάθηση. Η έρευνα βοηθάει οι μαθητές να κατανοήσουν την Επιστήμη ως τρόπο σκέψης και πράξης, τους ενθαρρύνει να αμφισβητήσουν τις υποθέσεις τους και δημιουργεί ένα περιβάλλον στο οποίο αναζητούν εναλλακτικές λύσεις και εξηγήσεις. Ευρέως εφαρμόσιμες

δεξιότητες που αναπτύσσονται κατά την έρευνα/διαδικασία/συλλογισμό, επίλυση προβλημάτων και επικοινωνία θα είναι χρήσιμες στους μαθητές σε όλη τους τη ζωή. Η αποτελεσματική διδασκαλία απαιτεί επίσης τη χρήση ποικίλων στρατηγικών και προσεγγίσεων που θα πρέπει να προσαρμοστούν ατομικά, στους μεμονωμένους μαθητές, στο μέγεθος και τη δυναμική κάθε τάξης με στόχο την άμεση αλλά και τη μακροπρόθεσμη μάθηση.

(1.1.6 Η δική μας πρόταση)

Στην διδακτική προσέγγιση που προτείνουμε με βάση το Hacking Stem (Microsoft Learn Educator Center), αρχικά παρουσιάζονται νόμοι της Φυσικής και στη συνέχεια χρησιμοποιείται το εργαστήριο πληροφορικής για εφαρμογή, μοντελοποίηση, προγραμματισμό και πρακτική. Έμφαση δίνεται στη συλλογή δεδομένων, τη γραφική αναπαράσταση και τη δημιουργία τεχνουργημάτων.

Με το Hacking STEM μπορούμε να δημιουργήσουμε οικονομικά προσιτές δραστηριότητες έρευνας για την οπτικοποίηση δεδομένων στο πρόγραμμα σπουδών της Επιστήμης, της Τεχνολογίας, της Μηχανικής και των Μαθηματικών (STEM) ενώ παράλληλα παρέχονται σχέδια μαθημάτων γραμμένα από δασκάλους για δασκάλους. Στον παρόν διδακτικό σενάριο, όπως διαμορφώθηκε έχοντας ως βάση το μάθημα «explore ocean depths», έρχεται εν μέρει σε έναν βαθμό να συνδράμει και η Γεωγραφία ενώ παράλληλα και καθοριστικά επιτελείται ο Προγραμματισμός μικροελεγκτών. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε κατά την εκπαιδευτική διαδικασία στον τελευταίο διότι αποτελεί έναν τρόπο προσέγγισης που βοηθά τον μαθητή να καλλιεργήσει την Υπολογιστική του Σκέψη. Ο προγραμματισμός είναι απλή λογική, απαιτεί ανάλυση, δομή και αυστηρά καθορισμένη διατύπωση. Απαιτεί την επίλυση των υπο-προβλημάτων ενός

σύνθετου πολλές φορές προβλήματος. Δεν έχει πολιτισμικούς και γλωσσικούς περιορισμούς, χρησιμοποιεί την Τεχνολογία και ενισχύει τη δημιουργικότητα και τη βιωματική δράση όταν συνοδεύεται με χειραπτική εργασία. Επιπλέον διευρύνει το πνεύμα λόγω της αναγκαιότητας της μελέτης πιθανών λύσεων που επιλύουν όλες τις δυνατές περιπτώσεις των δεδομένων, της εύρεσης αποδοτικής λύσης, της δοκιμής και αξιολόγησής της.

(1.2 Δομή και Σημασία της έρευνας)

(1.2.α Κεφάλαια)

Η δομή της παρούσας έρευνας αποτελείται από 5 κεφάλαια. Στο Κεφάλαιο 1 γίνεται μία εισαγωγή στη σημασία της έρευνας σε σχέση με τα προσδοκώμενα αποτελέσματα από τους μαθητές. Στο Κεφάλαιο 2 γίνεται μία βιβλιογραφική επισκόπηση σε σχέση με την εξερεύνηση του Ωκεανού και την συμβολή της στην κλιματική αλλαγή. Εξηγούνται επίσης έννοιες όπως ο ηχοεντοπισμός και η αρχή λειτουργίας μέτρησης της απόστασης με βάση τους υπέρηχους. Όσον αφορά την εκπαίδευση με την Επιστημολογία STEM, παρουσιάζονται βιβλιογραφικές πηγές σχετικές με την Υπολογιστική Σκέψη (CT) και διδακτικές πρακτικές που παρέχουν οι Φυσικοί Υπολογισμοί με βάση τον μικροελεγκτή Arduino, το Data Streamer του Ms-Excel και το Paint 3D μέσω της μεθοδολογίας του Τεχνικού Σχεδιασμού. Στο Κεφάλαιο 3 περιγράφεται το μάθημα “explore ocean depth” όπως προτείνεται από το Hacking stem καθώς και οι τροποποιήσεις που ακολουθήθηκαν κατά την εφαρμογή του στην Τάξη. Στο Κεφάλαιο 4 γίνεται η ανάλυση της ποσοτικής έρευνας που ακολουθήθηκε με βάση τα ερωτηματολόγια που μοιράστηκαν στους μαθητές. Το στατιστικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για την εξαγωγή συμπερασμάτων σε σχέση με τη συμβολή του εν λόγω μαθήματος

στην Υπολογιστική Σκέψη (CT) των μαθητών είναι το SPSS. Τέλος, στο κεφάλαιο 5 παρατίθενται τα συμπεράσματα της έρευνάς μας.

(1.2.β Σκοπός)

Η εφαρμογή του παρόντος μαθήματος «explore ocean depths» κινητοποίησε τους μαθητές που ασχολήθηκαν με ζήλο με τις δραστηριότητες εξερεύνησης του βάθους του ωκεανού. Η έρευνα στα μαθησιακά αποτελέσματα παρουσιάζει επιστημονικό ενδιαφέρον γιατί αξιολογεί τις διαστάσεις της Υπολογιστικής Σκέψης (CT).

Η πρόταση διεξαγωγής μαθημάτων που ακολουθούν την Επιστημολογία STEM και έχουν ως αντικείμενο την επίλυση προβλημάτων του πραγματικού μας κόσμου με βάση αυθεντικές εμπειρίες είναι καινοτόμα για τα ισχύοντα Προγράμματα Σπουδών και δίνουν την προοπτική ενός νέου εκπαιδευτικού μοντέλου που ενισχύει την Υπολογιστική Σκέψη (CT) των μελλοντικών πολιτών που θα κληθούν να αναλάβουν την διαχείριση του κόσμου με τα προβλήματα που αυτός αντιμετωπίζει.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Βιβλιογραφική Επισκόπηση

(2.1 Ο Ωκεανός)

(2.1.α Χρονολόγιο εξερεύνησης ωκεανών)

Όπως αναφέρεται στο Ocean Exploration Timeline - Ocean Exploration on Sea and Sky (<http://www.seasky.org/ocean-exploration/ocean-timeline-menu.html>), από τότε που τα ανθρώπινα όντα κοιτάζαν έξω στη θάλασσα, αναρωτήθηκαν τι υπήρχε εκεί έξω και πώς μπορούμε να βρούμε από αυτήν τροφή. Τα πρώτα ιστιοφόρα έκαναν τον κόσμο μικρότερο και συγκέντρωσαν πολλούς πολιτισμούς που προηγουμένως παρέμεναν απομονωμένοι. Καθώς οι τεχνικές κατασκευής πλοίων συνέχιζαν να προχωρούν, μπορέσαμε να

βγούμε πιο μακριά στη θάλασσα. Ανακαλύφθηκαν νέα εδάφη και αποκαλύφθηκε ότι ο κόσμος ήταν στρογγυλός. Η πρόοδος στην καταδυτική τεχνολογία οδήγησε στη δημιουργία στολών κατάδυσης και στα πρώτα υποβρύχια. Καθώς αρχίσαμε να βουτάμε πιο βαθιά στη θάλασσα, αρχίσαμε να καταλαβαίνουμε πόσο βαθιά ήταν πραγματικά οι ωκεανοί. Και παρά τις υψηλές πιέσεις και τις χαμηλές θερμοκρασίες, η ζωή άκμασε στα βάθη. Καθώς χαρτογραφήσαμε τον πυθμένα του ωκεανού, η πολυπλοκότητα αυτού του κόσμου έγινε εμφανής. Η ανακάλυψη υδροθερμικών αεραγωγών εξέπληξε την επιστημονική κοινότητα όταν ανακαλύφθηκε ένα ολόκληρο οικοσύστημα ζωής που δεν χρειαζόταν ηλιακό φως για να επιβιώσει.

5000 π.Χ. - 1 μ.Χ.

Η εξερεύνηση των ωκεανών ξεκινά γύρω στο 5000 π.Χ. με την πρώτη κατάδυση στον ωκεανό και τα πρώτα ιστιοφόρα. Πολλές πρόοδοι γίνονται τα επόμενα χρόνια, συμπεριλαμβανομένων των πρώτων καταδύσεων και των χαρτών των παραλιών.

1 μ.Χ. – 1600 μ.Χ.

Καθώς τα ιστιοφόρα γίνονται πιο προηγμένα, οι εξερευνητές βγαίνουν πιο μακριά από την ακτή, ανακαλύπτοντας νέα εδάφη και ταξιδεύοντας σε όλον τον κόσμο. Η τεχνολογία των καταδύσεων συνεχίζει επίσης να εξελίσσεται κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου.

1601 μ.Χ. – 1800 μ.Χ.

Κατά τη διάρκεια των δεκαετιών του 1600 και του 1700, η κατάδυση σε βάθος καθίσταται δυνατή με την ανάπτυξη στολών και κρανών κατάδυσης. Οι αποστολές συνεχίζουν να πλέουν στους ωκεανούς του κόσμου και εφευρέθηκε το πρώτο υποβρύχιο.

1801 μ.Χ. - 1900 μ.Χ.

Οι τεχνολογικές εξελίξεις στη δεκαετία του 1800 επιτρέπουν την ανάπτυξη προηγμένου καταδυτικού εξοπλισμού συμπεριλαμβανομένου του πρώτου καταδυτικού εξοπλισμού. Οι αποστολές αρχίζουν να ανακαλύπτουν την ύπαρξη ζωής στα βαθιά νερά.

1901 μ.Χ. – 1950 μ.Χ.

Στη δεκαετία του 1900 εμφανίζονται οι πρώτοι χάρτες του βυθού του ωκεανού και οι πρώτες καταδύσεις σε βαθιά ωκεάνια νερά. Το Aqua-Lung εφευρέθηκε από τον Jacques Cousteau και ένα προϊστορικό ψάρι που από καιρό πιστεύεται ότι έχει εξαφανιστεί βρίσκεται ζωντανό στον πυθμένα του ωκεανού.

1951 μ.Χ. – 1970 μ.Χ.

Η βαθύτερη κατάδυση στον ωκεανό λαμβάνει χώρα το 1960, τα εργαστήρια των ωκεανών εξελίσσονται και η Εθνική Υπηρεσία Ωκεανών και Ατμόσφαιρας (NOAA) ιδρύεται το 1970 για να βοηθήσει στην έρευνα των ωκεανών.

1970 και μετά

Μετά το 1970, πολλές συναρπαστικές νέες ανακαλύψεις περιλαμβάνουν την ανακάλυψη υδροθερμικών αεραγωγών βαθιάς θάλασσας, την ανακάλυψη του ναυαγίου του Τιτανικού και το πρώτο βίντεο ενός ζωντανού γιγαντιαίου καλαμαριού στον ωκεανό.

Δεκαετία 80 και 90

Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Διαστήματος (ESA) και το Πολεμικό Ναυτικό των ΗΠΑ (με τον δορυφόρο Geosat, τα στοιχεία του οποίου έπαψαν το 1995

να θεωρούνται στρατιωτικό μυστικό) έκαναν χαρτογράφηση από αέρα μέσω δορυφόρων με τα κατάλληλα ραντάρ, που μετρούν τις διακυμάνσεις του γήινου βαρυτικού πεδίου. Το 1997 οι επιστήμονες είχαν δημιουργήσει τον πρώτο δορυφορικό τοπογραφικό χάρτη της Γης (https://www.argolikeseidhseis.gr/2014/10/blog-post_65.html?fbclid=IwAR2uy_4nVqfbFuHapeMo1F9D6LMR790D3PeG2UNEdVXD4WuZDxvRu1pGL80)

Σήμερα

Σύμφωνα με το Exploring the Deep Sea History of Seafloor Mapping (https://deepoceaneducation.org/resources/exploring-the-deep-sea-history-of-seafloor-mapping/?fbclid=IwAR2-0Yzg7NUQa98XHLstj2T6MPViNP2eIakJWrYU2gTP3_UISAmam2nhCnc),

σήμερα, οι ομάδες επιστήμης και χαρτογράφησης χρησιμοποιούν τεχνολογία αιχμής για να επιτύχουν μελλοντικούς στόχους κατάδυσης. Γνωρίζουμε ότι η χαρτογράφηση είναι ένα θεμελιώδες μέρος της κατανόησης των ωκεάνιων συστημάτων, από την κυκλοφορία και τις παλίρροιες μέχρι την πρόβλεψη τσουνάμι και περιβαλλοντικών αλλαγών.

Σχεδόν τα δύο τρίτα του πλανήτη μας καλύπτονται από ωκεανό και ωστόσο έχουμε χαρτογραφήσει λιγότερο από το ένα πέμπτο του βυθού. Η ομάδα του Nautilus είναι σε θέση να χαρτογραφήσει τον βυθό της θάλασσας. Η ηχοβολή λειτουργεί σε χαμηλές συχνότητες που επιτρέπουν στον ήχο να διεισδύσει στα στρώματα του ιζήματος, δημιουργώντας μια διατομή του πυθμένα της θάλασσας και αποκαλύπτοντας τη δομή του βυθού.

Λιγότερο από το 20% των ωκεανών του κόσμου έχει χαρτογραφηθεί σε υψηλή ανάλυση ενώ έχουμε καλύτερους χάρτες του Άρη από τον πυθμένα

της θάλασσας. Η ομάδα του Nautilus σχεδιάζει διαδρομές για την κάλυψη μη χαρτογραφημένων θαλάσσιων βουνών και περιοχών του ωκεανού που δεν έχουν εξερευνηθεί ποτέ, προκειμένου να φέρει δεδομένα στο Seabed 2030, ένα διεθνές έργο συνεργασίας που στοχεύει να συγκεντρώσει όλα τα βαθυμετρικά δεδομένα για να δημιουργήσει τον οριστικό χάρτη του παγκόσμιου ωκεάνιου πυθμένα. Το Ίδρυμα Nippon στην Ιαπωνία έχει οργανώσει ερευνητικό πρόγραμμα για την χαρτογράφηση του βυθού των ωκεανών και το GEBCO Seabed 2030 Project έχει ως στόχο να χαρτογραφηθεί το σύνολο του πυθμένα των ωκεανών του πλανήτη μας μέχρι το 2030. Το πρόγραμμα ξεκίνησε το 2017. Η χαρτογράφηση έφτασε το 20% (από 6%) αλλά κατά την περίοδο της Πανδημίας covid 19 δεν έγιναν οι προγραμματισμένες αποστολές. Παράλληλα ζητείται βοήθεια από ιδιωτικά σκάφη με βαθύμετρα και συστήματα GPS. Δεδομένου ότι η θαλάσσια ζωή τείνει να συγκεντρώνεται γύρω από υποθαλάσσια βουνά περιμένουμε οφέλη στην αλιεία. Επίσης στη ναυσιπλοΐα αλλά και στην τοποθέτηση υποθαλάσσιων καλωδιώσεων και αγωγών. Το αρκτικό σκάφος RRS Sir David Attenborough, όπως φαίνεται στην εικόνα 2.1α, έχει κίτρινο συνθετικό υλικό που το βοηθά να εκπέμπει ηχοσύστημα πολλαπλών ακτινών και είναι εξοπλισμένο για να χαρτογραφήσει εκατομμύρια τετραγωνικά χιλιόμετρα.

Οι επιστήμονες έχουν εξασφαλίσει πλέον πιο ακριβείς πληροφορίες για τα βαθύτερα σημεία σε καθέναν από τους πέντε ωκεανούς της Γης. Οι βασικές τοποθεσίες όπου τα βαθύτερα σημεία του πυθμένα στον Ειρηνικό, τον Ατλαντικό, τον Ινδικό, την Αρκτική και τον Νότιο Ωκεανό χαρτογραφήθηκαν από την ερευνητική αποστολή «Five Deeps Expedition». Η επιστημονική ομάδα «Limiting Factor» του Βεσκόβο πραγματοποίησε έναν τεράστιο αριθμό μετρήσεων της θερμοκρασίας και της αλατότητας του

θαλασσινού νερού σε όλα τα επίπεδα μέχρι τον πυθμένα του ωκεανού. Με αυτές, οι πληροφορίες διόρθωσαν τις μετρήσεις βάθους που έγιναν από τον εξοπλισμό του σκάφους.

RRS Sir David Attenborough - Ocean mapping



Εικόνα 2.1α RRS Sir David Attenborough

Μάλιστα αξίζει να κάνουμε ειδική αναφορά στην πόλη της Καλαμάτας όπου, σύμφωνα με το Η χαρτογράφηση των ωκεανών ξεκινάει... από την Καλαμάτα! (

[https://www.ethnos.gr/greece/article/1766/hxartografhshtonokeanonxeкинаeiapothnkalamata?fbclid=IwAR3GqRZBjq87XFRf5lB5C6lyYJT1-](https://www.ethnos.gr/greece/article/1766/hxartografhshtonokeanonxeкинаeiapothnkalamata?fbclid=IwAR3GqRZBjq87XFRf5lB5C6lyYJT1-Ml8yE5ssa5GHqE9lRicyH9IyB4VM_w)

[Ml8yE5ssa5GHqE9lRicyH9IyB4VM_w](https://www.ethnos.gr/greece/article/1766/hxartografhshtonokeanonxeкинаeiapothnkalamata?fbclid=IwAR3GqRZBjq87XFRf5lB5C6lyYJT1-Ml8yE5ssa5GHqE9lRicyH9IyB4VM_w)), τον Οκτώβριο του 2018 υποβρύχια ρομπότ, εναέρια drones, σμήνη από μη επανδρωμένα σκάφη και τρισδιάστατα εκτυπωμένα όργανα χρησιμοποιήθηκαν ώστε στις 4 Νοεμβρίου να λάβουν μέρος στην τελική φάση του διαγωνισμού Shell Ocean Discovery XPRIZE σε συνεργασία με τις ελληνικές αρχές και το ερευνητικό κέντρο

«Δημόκριτος». Η βαθιά θάλασσα της Καλαμάτας επιλέχθηκε λόγω των: μεγάλο βάθος της θάλασσας, εγγύτητα στη στεριά, εκτός ζώνης τυφώνες και δυνατότητα χερσαίας υποδοχής των 200 ατόμων που εργάστηκαν στην περιοχή μέχρι τα τέλη Δεκεμβρίου (με ξενοδοχεία, εστιατόρια και καταστήματα). Στο πλαίσιο του τμήματος του διαγωνισμού που διεξήχθη στην Καλαμάτα, οι ομάδες είχαν μέγιστο χρόνο 24 ωρών για να χαρτογραφήσουν τουλάχιστον 250 τετραγωνικά χιλιόμετρα του πυθμένα της θάλασσας με οριζόντια ανάλυση 5 μέτρων ή καλύτερη. Ένα άλλο τμήμα του διαγωνισμού διεξήχθη στο Πόρτο Ρίκο. Τελικά, το μεγάλο βραβείο, με έπαθλο 4 εκατ. δολάρια, έλαβε η διεθνής ομάδα – από τα 14 έθνη που συμμετείχαν – με την ονομασία GEBCO-NF Alumni, που εδρεύει στις Ηνωμένες Πολιτείες, ενώ η ομάδα KUROSHIO, από την Ιαπωνία, έλαβε έπαθλο 1 εκατ. δολαρίων, καθώς κατετάγη δεύτερη.

ΤΑΞΙΔΙ ΣΤΗΝ ΑΒΥΣΣΟ

Επτά ερευνητικές ομάδες με ρομπότ και drones καλούνται να δώσουν λύση από τα ανοιχτά των ακτών της Καλαμάτας σε ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα του πλανήτη μας, αυτό των αχατογράφων βυθών των ωκεανών. Οι πιο επιτυχημένες αυτόνομες τεχνολογίες θα κερδίσουν τα έπαθλα ύψους 7 εκατ. δολαρίων του διαγωνισμού XPRIZE του Ελληνοαμερικανού επιχειρηματία, Peter Diamandis.



Εικόνα 2.1β Διαγωνισμός Shell Ocean Discovery XPRIZE

(2.1.6 Πόσο λίγα γνωρίζουμε για τον πυθμένα του ωκεανού)

Όπως αναφέρεται στο Just How Little Do We Know about the Ocean Floor?

- Scientific American (<https://www.scientificamerican.com/article/just-how-little-do-we-know-about-the-ocean-floor/> Jon Copley, The

Conversation UK on October 9, 2014), λιγότερο από το 0,05 τοις εκατό του πυθμένα του ωκεανού έχει χαρτογραφηθεί σε επίπεδο λεπτομέρειας, γεγονός χρήσιμο για την ανίχνευση αντικειμένων όπως συντρίμια αεροπλάνων ή ορυκτοί κώνοι των υποθαλάσσιων ηφαιστειακών αεραγωγών.

Όταν τα πλοία αναζητούσαν την εξαφανισμένη πτήση MH370 της Malaysian Airlines στα βάθη του Ινδικού Ωκεανού, διαπιστώσαμε ότι οι ωκεανοί είναι «ανεξερεύνητοι κατά 95%» και ότι γνωρίζουμε περισσότερα για την επιφάνεια της Σελήνης ή του Άρη παρά για τον πυθμένα του ωκεανού. Είναι όμως αλήθεια αυτό και τι εννοούμε πραγματικά με τον όρο «εξερεύνηση»;

Ολόκληρος ο πυθμένας του ωκεανού έχει πλέον χαρτογραφηθεί σε μέγιστη ανάλυση περίπου 5 Km (δηλαδή μπορούμε να δούμε τα περισσότερα χαρακτηριστικά πλάτους μεγαλύτερου από 5 Km στους χάρτες). Αυτή είναι η ανάλυση ενός νέου παγκόσμιου χάρτη του θαλάσσιου πυθμένα που δημοσιεύθηκε πρόσφατα από τον David Sandwell του Ινστιτούτου Ωκεανογραφίας Scripps στο Σαν Ντιέγκο και τους συνεργάτες του, οι οποίοι χρησιμοποίησαν δορυφόρους για να εκτιμήσουν το τοπίο του θαλάσσιου πυθμένα και να αποκαλύψουν ορισμένα χαρακτηριστικά της Γης.

Σε αντίθεση με τη χαρτογράφηση της ξηράς, δεν μπορούμε να μετρήσουμε το τοπίο του βυθού της θάλασσας απευθείας από δορυφόρους χρησιμοποιώντας ραντάρ, επειδή το θαλάσσιο νερό εμποδίζει αυτά τα

ραδιοκύματα. Αλλά οι δορυφόροι μπορούν να χρησιμοποιήσουν ραντάρ για να μετρήσουν το ύψος της επιφάνειας της θάλασσας με μεγάλη ακρίβεια. Και αν υπάρχουν αρκετές μετρήσεις για την αφαίρεση των κυμάτων και της παλίρροιας, οι δορυφόροι μπορούν πραγματικά να μετρήσουν τις βυθίσεις στην επιφάνεια της θάλασσας που προκύπτουν από το υποκείμενο τοπίο του πυθμένα του ωκεανού.

Όπου υπάρχει ένα μεγάλο υποβρύχιο βουνό ή κορυφογραμμή, για παράδειγμα, η μικροσκοπική τοπική αύξηση της βαρύτητας που προκύπτει από τη μάζα του, τραβά το θαλασσινό νερό. Αν αντί αυτού υπάρχει μια ωκεάνια τάφρος, η ασθενέστερη τοπική βαρύτητα παράγει μια συγκριτική «βουτιά» στην επιφάνεια του ωκεανού.

Η ανάγνωση αυτών των προσκρούσεων και βυθίσεων στην επιφάνεια της θάλασσας είναι ένα εκπληκτικό επίτευγμα μετρήσεων ακριβείας, που περιλαμβάνει λέιζερ για την παρακολούθηση της τροχιάς του δορυφόρου μέτρησης και αναπόφευκτα πολλά μαθηματικά για την επεξεργασία των δεδομένων. Ο νέος χάρτης χρησιμοποιεί δεδομένα από τους δορυφόρους Cryosat-2 και Jason-1 και δείχνει χαρακτηριστικά που δεν φαίνονται σε προηγούμενους χάρτες χρησιμοποιώντας δεδομένα από παλαιότερους δορυφόρους. Ο προηγούμενος παγκόσμιος χάρτης του πυθμένα του ωκεανού, που δημιουργήθηκε με τις ίδιες τεχνικές και δημοσιεύτηκε το 1997, είχε ανάλυση περίπου 20 Km. Έτσι έχουμε στην πραγματικότητα έναν χάρτη του 100% του ωκεανού βυθού σε ανάλυση περίπου 5Km. Από αυτό, μπορούμε να δούμε τα κύρια χαρακτηριστικά του κρυφού τοπίου του, όπως οι μεσοωκεάνιες κορυφογραμμές και τα ωκεάνια ορύγματα – και, υπό αυτήν την έννοια, ο βυθός του ωκεανού δεν είναι σίγουρα «95% ανεξερεύνητος». Αλλά αυτός ο παγκόσμιος χάρτης του βυθού του ωκεανού είναι

ομολογουμένως λιγότερο λεπτομερές από τους χάρτες του Άρη, της Σελήνης ή της Αφροδίτης, λόγω του υδαρούς πέπλου του πλανήτη μας.

Το διαστημόπλοιο Magellan της NASA χαρτογράφησε το 98% της επιφάνειας της Αφροδίτης σε ανάλυση περίπου 100 μέτρων. Ολόκληρη η επιφάνεια του Άρη έχει επίσης χαρτογραφηθεί σε αυτήν την ανάλυση και λίγο πάνω από το 60% του Κόκκινου Πλανήτη έχει πλέον χαρτογραφηθεί σε ανάλυση περίπου 20 μέτρων. Εν τω μεταξύ, οι σεληνογράφοι έχουν χαρτογραφήσει όλη την επιφάνεια της Σελήνης σε ανάλυση περίπου 100 μέτρων και τώρα ακόμη και σε ανάλυση επτά μέτρων.

Για να χαρτογραφήσουμε τον πυθμένα του ωκεανού με περισσότερες λεπτομέρειες, πρέπει να χρησιμοποιήσουμε σόναρ αντί για δορυφόρους. Τα σύγχρονα συστήματα σόναρ στα πλοία μπορούν να χαρτογραφήσουν τον πυθμένα του ωκεανού σε ανάλυση περίπου 100 μέτρων σε μια στενή λωρίδα κάτω από το πλοίο. Αυτοί οι πιο λεπτομερείς χάρτες καλύπτουν τώρα περίπου το 10%-15% των ωκεανών, μια περιοχή περίπου όσο το μέγεθος της Αφρικής.

Η χαρτογράφηση από πλοία σε επίπεδο λεπτομέρειας που μπορεί να επιτευχθεί από τα συστήματα σόναρ του πλοίου εξακολουθεί να αποκαλύπτει πολλές εκπλήξεις. Η πρώτη φάση αναζήτησης για την πτήση MH370 της Malaysian Airlines στον Ινδικό Ωκεανό, η οποία περιελάμβανε χαρτογράφηση από πλοία για τον σχεδιασμό μελλοντικών ερευνών με υποβρύχια οχήματα, εντόπισε υποβρύχια βουνά και άλλα χαρακτηριστικά που δεν εμφανίζονταν σε δορυφορικούς χάρτες της περιοχής.

Αλλά αν θέλουμε να ανιχνεύσουμε πράγματα σε μέγεθος μόλις λίγων μέτρων στον πυθμένα του ωκεανού, όπως τα συντρίμια των αεροσκαφών

που έχουν χαθεί ή οι ορυκτοί κώνοι των υποθαλάσσιων ηφαιστειακών αεραγωγών, πρέπει να φέρουμε τα συστήματα σόναρ πολύ πιο κοντά στη θάλασσα (με υποβρύχια οχήματα ή ρυμουλκούμενα όργανα). Μέχρι στιγμής, λιγότερο από το 0,05% του πυθμένα του ωκεανού έχει χαρτογραφηθεί σε αυτό το υψηλότερο επίπεδο λεπτομέρειας από το σόναρ (μια περιοχή περίπου ισοδύναμη σε μέγεθος με την Τασμανία). Στην πραγματικότητα, το να δούμε τον πυθμένα της θάλασσας χρησιμοποιώντας κάμερες ή τα δικά μας μάτια σημαίνει ότι πλησιάζουμε ακόμα πιο κοντά, χρησιμοποιώντας τηλεχειριζόμενα οχήματα ή επανδρωμένα υποβρύχια.

Έτσι, το «95% ανεξερεύνητο» δεν λέει πραγματικά την πλήρη ιστορία της εξερεύνησής μας στους ωκεανούς. Όταν πρόκειται να έχουμε έναν χάρτη μεγάλης κλίμακας, ο πυθμένας του ωκεανού δεν είναι ίσως τόσο ανεξερεύνητος όσο νομίζουμε, με κάλυψη 100% σε ανάλυση 5 Km και κάλυψη 10%-15% σε ανάλυση περίπου 100 m. Αυτό το 10%-15% είναι παρόμοιο σε ανάλυση με τους σημερινούς παγκόσμιους χάρτες του Άρη και της Αφροδίτης.

Αλλά η εξερεύνηση των ωκεανών εξαρτάται από το τι θέλουμε να μάθουμε για αυτούς. Εάν οι ερωτήσεις μας είναι: "Πώς φαίνεται εκεί κάτω;" ή «Τι συμβαίνει εκεί κάτω;», τότε η περιοχή που έχει «εξερευνηθεί» είναι αναμφισβήτητα ακόμη μικρότερη από το 0,05% που έχει χαρτογραφηθεί μέχρι στιγμής στην υψηλότερη ανάλυση από το σόναρ.

Όμως, όταν πρόκειται να εξερευνήσουμε οπουδήποτε τον κόσμο, πώς και πότε αποφασίζουμε ότι το τοπίο έχει «εξερευνηθεί»; Δηλώνουμε ότι «η αποστολή ολοκληρώθηκε» μόλις δούμε μια τοποθεσία για πρώτη φορά; Θα έπρεπε να θεωρείται «εξερευνημένη» μετά την πρώτη επίσκεψη σε μία

μόνο σεζόν; Η εξερεύνηση του κόσμου μας ξεκινά με τη χαρτογράφηση, αλλά ίσως δεν έχει πραγματικά τέλος.

(2.1.γ Πώς επηρεάζεται η κατανόηση της κλιματικής αλλαγής)

Μία συνέπεια της κλιματικής αλλαγής είναι η άνοδος της στάθμης της θάλασσας. Σύμφωνα με το δημοσίευμα στο *Επιταχύνεται ετησίως η άνοδος της στάθμης των ωκεανών* | *in.gr* (https://www.in.gr/2018/02/13/b-science/epitaxynetai-etisiws-i-anodos-tis-stathmis-twn-wkeanwn/?fbclid=IwAR3pX5ogA1tbAYFJk4c-y9VVsqQcHbQH2_07yF1Z37mTH5H7Xi-tlKV4L7E), τα τελευταία χρόνια η στάθμη της θάλασσας, αντί να αυξάνεται όπως πριν με σταθερό ρυθμό 3 χιλιοστών ετησίως, επιταχύνεται κατά 0,08 χιλιοστά κάθε χρόνο δηλαδή 1 χιλιοστό ανά δεκαετία. Αυτό οφείλεται σε δύο παράγοντες: Στην αύξηση του θαλασσινού νερού γιατί απορροφάται περισσότερη θερμότητα από την ατμόσφαιρα και στην τήξη των πάγων στους πόλους της Γης με αποτέλεσμα μεγάλοι όγκοι πρόσθετου νερού να καταλήγουν στις θάλασσες. Η στάθμη των ωκεανών επηρεάζεται επίσης από άλλα (έκτακτα ή περιοδικά) γεωλογικά και κλιματικά φαινόμενα, όπως οι μεγάλες εκρήξεις ηφαιστειών, το Ελ Νίνιο και η Λα Νίνια. Οι επιστήμονες κάνουν προβλέψεις για τις επόμενες δεκαετίες, με χρήση ειδικών μοντέλων που έχουν γνώση των μεταβολών οι οποίες συνέβησαν στο παρελθόν, σε ποιες περιοχές θα συμβεί ώστε να μπορέσουν να εκτιμήσουν το βαθμό επίδρασης της ανθρώπινης δραστηριότητας στο κλίμα κι ακόμα ποιοι πληθυσμοί θα έχουν επιπτώσεις (Τσιμπούκης, Π., 2022). Βάσει της αναλυτικής χαρτογράφησης του βυθού (στόχος το 2030 με τη συνεργασία πολλών ερευνητικών ομάδων ανά τον κόσμο) θα μετρηθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια ο ρυθμός με τον οποίο λιώνουν οι πάγοι (δημοσίευση «Frontiers in Marine Science»), και θα πραγματοποιηθούν πιο ακριβείς εκτιμήσεις για

την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Για παράδειγμα, οι επιστήμονες δεν μπορούν να εκτιμήσουν με ακρίβεια τον τρόπο με τον οποίο οι γεωλογικές και χημικές διεργασίες των ωκεανών επηρεάζουν το κλίμα όταν το 25-30% του διοξειδίου του άνθρακα που παράγεται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες απορροφάται από τους ωκεανούς γιατί δε διαθέτουν μια αναλυτική εικόνα του βυθού.

Από την άλλη δε γνωρίζουμε τη μορφολογία του εδάφους κάτω από τους πάγους. Για παράδειγμα, οι ερευνητές βρήκαν ότι σε περιοχές όπου το στρώμα πάγου «Pine Island Glacier» στην Ανταρκτική γίνεται λεπτό, δημιουργείται ένα κενό μεταξύ του φύλλου πάγου και της κορυφογραμμής η οποία βρίσκεται κάτω από αυτό. Το κενό αυτό επιτρέπει τη ροή ζεστών ρευμάτων νερού και έτσι συμβάλλει στην πιο γρήγορη τήξη του πάγου. Αν χαρτογραφηθεί ο βυθός κάτω από τον πάγο έχουμε καλύτερη εικόνα και προβλέψεις σχετικά με το φαινόμενο αύξησης της στάθμης της θάλασσας.

Καταλήγοντας, έρευνες έχουν δείξει ότι η χαρτογράφηση του βυθού συντελεί σημαντικά στα εξής (Τσιμπούκης, Π.,2022):

- *ποιος είναι ο ρόλος των ωκεανών στη ρύθμιση του κλίματος*
- *πώς επηρεάζεται η συμπεριφορά των ωκεάνιων ρευμάτων*
- *αποτελεσματική πρόβλεψη τσουνάμι και άλλων ακραίων καιρικών φαινομένων*
- *αποτελεσματική πρόβλεψη περιβαλλοντικών αλλαγών*
- *για τον εντοπισμό κινδύνων οι οποίοι συνδέονται με τη γεωλογία του βυθού*
- *για την εκμετάλλευση πόρων (κοβάλτιο, νικέλιο, ψευδάργυρος, λευκόχρυσος) που ενδέχεται να υπάρχουν κρυμμένοι στα άδυτα των ωκεανών*

Συνοψίζοντας, η καλύτερη γνώση σχετικά με το πού υπάρχουν υποθαλάσσια βουνά, συμβάλλει στη βελτιωμένη κατανόηση των θαλάσσιων ρευμάτων και συνεπώς των κλιματικών μεταβολών, καθώς επίσης και στην παροχή νέων χρήσιμων γεωφυσικών στοιχείων σχετικά με τις περιοχές του βυθού, όπου οι τεκτονικές πλάκες συγκρούονται ή απομακρύνονται μεταξύ τους. Επίσης, βοηθά τόσο στην καλύτερη προστασία των θαλάσσιων οικοσυστημάτων, όσο και στην πιο αποτελεσματική αλιεία. Οι στρατιωτικές και γεωλογικές εφαρμογές (καλύτερη αναζήτηση υποθαλάσσιων κοιτασμάτων πετρελαίου και αερίου) είναι δύο τομείς, όπου οι νέοι τοπογραφικοί χάρτες θα έχουν μεγάλη χρησιμότητα.

(2.2 Μέτρηση απόστασης με υπερήχους)

(2.2.α Γιατί ο ήχος στη θάλασσα είναι σημαντικός)

Όπως αναφέρεται στο All About Bottlenose Dolphins - Communication & Echolocation | SeaWorld Parks & Entertainment (<https://seaworld.org/animals/all-about/bottlenose-dolphin/communication/>), τα δελφίνια βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στην παραγωγή και λήψη ήχου για την πλοήγηση, την επικοινωνία, το κυνήγι και την αποφυγή των θηρευτών τους σε σκοτεινά ή περιορισμένης όρασης νερά.

- **Παραγωγή ήχου**

Ένας άνθρωπος φωνάζει εκπνέοντας : οι πνεύμονές μας πιέζουν τον αέρα μέσω του λάρυγγά μας. Οι φωνητικές χορδές στον λάρυγγα δονούνται καθώς ο αέρας ρέει κατά μήκος τους, παράγοντας ήχους. Ο λαιμός, η γλώσσα, το στόμα και τα χείλη μας διαμορφώνουν αυτούς τους ήχους σε ομιλία.

Ένα δελφίνι δεν έχει φωνητικές χορδές στον λάρυγγά του. Οι ήχοι πιθανότατα παράγονται από τις κινήσεις του αέρα στη ρινική οδό. Οι τεχνολογικές εξελίξεις στη βιοακουστική έρευνα επιτρέπουν στους επιστήμονες να εξερευνήσουν καλύτερα τη ρινική περιοχή. Μελέτες υποδεικνύουν ότι ένα σύμπλεγμα ιστού στη ρινική περιοχή είναι πιθανώς η πιο πιθανή θέση όλης της παραγωγής ήχου. Αυτό το σύμπλεγμα, που ονομάζεται ραχιαίος θύλακας, περιλαμβάνει «φωνικά χείλη» δηλαδή δομές που προβάλλουν στη ρινική δίοδο. Καθώς ο αέρας σπρώχνει μέσα από τη ρινική οδό και περνά από τα φωνικά χείλη, ο περιβάλλοντας ιστός δονείται, παράγοντας ήχο.

Ένα δελφίνι έχει δύο συμπλέγματα ραχιαίου θύλακα, τα οποία μπορούν να λειτουργήσουν ανεξάρτητα και ταυτόχρονα. Τα ρινοδέλφια μπορούν να παράγουν και πλαταγιασμούς και σφυρίγματα ταυτόχρονα. Κατά τη διάρκεια ορισμένων φωνητικών, τα ρινοδέλφια απελευθερώνουν πραγματικά αέρα από τον φουσητήρα, αλλά οι επιστήμονες πιστεύουν ότι αυτά τα ίχνη φουσαλίδων και τα σύννεφα είναι μια οπτική απεικόνιση και δεν είναι απαραίτητα για την παραγωγή ήχου. Τα ρινοδέλφια παράγουν σφυρίχτρες και ήχους που μοιάζουν με γκρίνια, τριγμούς, γρυλίσματα, τρίζιμο και τρίζιμο στις πόρτες. Κάνουν αυτούς τους ήχους ανά πάσα στιγμή και σε σημαντικά βάθη. Οι ήχοι ποικίλλουν ως προς την ένταση, το μήκος κύματος, τη συχνότητα.

Η συχνότητα των ήχων που παράγονται από ένα ρινοδέλφιο κυμαίνεται από 0,2 έως 150 KHz. Οι φωνές χαμηλότερης συχνότητας (περίπου 0,2 έως 50 KHz) πιθανότατα χρησιμοποιούνται στην κοινωνική επικοινωνία. Τα σήματα κοινωνικής δικτύωσης έχουν την περισσότερη ενέργεια σε συχνότητες μικρότερες από 40 KHz. Οι πλαταγιασμοί υψηλότερης

συχνότητας (40 έως 150 KHz) χρησιμοποιούνται κυρίως για τον ηχοεντοπισμό.

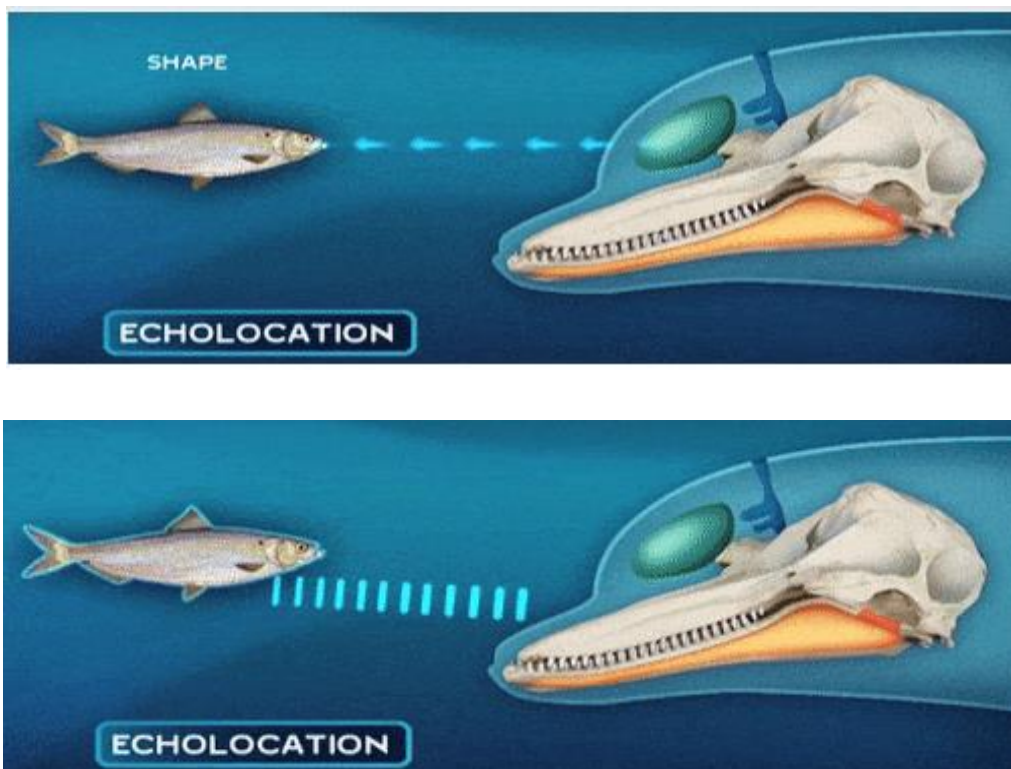
- **Σφυρίχτρες υπογραφής**

Ένα ρινοδέλφιο αυτοπροσδιορίζεται με ένα χαρακτηριστικό σφύριγμα. Η χαρακτηριστική σφυρίχτρα είναι τόσο διακριτή που οι επιστήμονες μπορούν να αναγνωρίσουν μεμονωμένα δελφίνια κοιτάζοντας τα σχήματα σφυρίχτρας τους σε ένα υπερηχογράφημα. Χρησιμοποιούν αυτές τις μοναδικές σφυρίχτρες για την επικοινωνία, την ταυτότητα, την τοποθεσία και, ενδεχομένως, τη συναισθηματική κατάσταση. Δελφίνια έχουν παρατηρηθεί να χρησιμοποιούν σφυρίχτρες υπογραφής για να συνεργάζονται μεταξύ τους, να απευθύνονται σε άλλα άτομα, να διευκολύνουν την επανένωση μητέρας-παιδιού και, πιθανώς, να μεταδίδουν τη σχέση τους με άλλα άτομα. Οι συχνότητες σφυρίχτρων υπογραφής κυμαίνονται συνήθως από 7 έως 15 KHz και διαρκούν λιγότερο από ένα δευτερόλεπτο.

Μια μητέρα δελφίνι μπορεί να σφυρίζει συνεχώς για αρκετές ημέρες μετά τον τοκετό. Αυτή η ακουστική αποτύπωση βοηθά το μικρό να μάθει να αναγνωρίζει τη μητέρα του. Ένα δελφίνι αναπτύσσει το χαρακτηριστικό σφύριγμά του σε ηλικία μόλις ενός μηνός. Τα δελφίνια μπορεί να μιμούνται το ένα τα σφυρίγματα υπογραφής του άλλου και οι επιστήμονες έχουν υποθέσει ότι τα δελφίνια χρησιμοποιούν τα σφυρίγματα για κοινωνική αλληλεπίδραση. Οι επιστήμονες δεν βρήκαν άλλα στοιχεία για τη γλώσσα των δελφινιών.

- **Ηχοεντοπισμός**

Ο όρος ηχοεντοπισμός αναφέρεται σε μια ικανότητα που διαθέτουν οι οδοντοκήτες-Odontocetes (και ορισμένα άλλα θαλάσσια θηλαστικά αλλά και οι περισσότερες νυχτερίδες) που τους επιτρέπει να εντοπίζουν και να διακρίνουν αντικείμενα προβάλλοντας ηχητικά κύματα υψηλής συχνότητας και ακούγοντας ηχώ καθώς τα ηχητικά κύματα αντανakλούν τα αντικείμενα. Οι οδοντοκήτες αντηχούν παράγοντας πλαταγιασμούς και στη συνέχεια λαμβάνοντας και ερμηνεύοντας την ηχώ που προκύπτει. Τα ρινοδέλφια παράγουν κατευθυντικούς, ευρυζωνικούς πλαταγιασμούς με τη σειρά. Κάθε πλαταγιασμός διαρκεί περίπου 50 έως 128 μικροδευτερόλεπτα. Οι μέγιστες συχνότητες των πλαταγιασμών ηχοεντοπισμού είναι περίπου 40 έως 130 KHz.



Εικόνα 2.2α Ηχοεντοπισμός

Οι ακολουθίες πλαταγιασμού περνούν μέσα από το melon, το οποίο αποτελείται από ειδικά λίπη (μερικές φορές ονομάζονται ακουστικά

λιπίδια). Το melon λειτουργεί ως ακουστικός φακός για να εστιάσει αυτά τα εξερχόμενα ηχητικά κύματα σε μια δέσμη, η οποία προβάλλεται προς τα εμπρός στο νερό μπροστά από το ζώο. Αυτά τα ηχητικά κύματα αναπηδούν από αντικείμενα στο νερό και επιστρέφουν στο δελφίνι με τη μορφή ηχούς (Εικόνα 2.2α).

Τα ηχητικά κύματα ταξιδεύουν μέσα στο νερό με ταχύτητα περίπου 1,5 Km/s, η οποία είναι 4,5 φορές ταχύτερη από τον ήχο που ταξιδεύει μέσω του αέρα. Οι ήχοι υψηλής συχνότητας δεν ταξιδεύουν μακριά στο νερό. Λόγω του μεγαλύτερου μήκους κύματος και της μεγαλύτερης ενέργειάς τους, οι ήχοι χαμηλής συχνότητας ταξιδεύουν μακρύτερα. Η ηχοεντοπισμός είναι πιο αποτελεσματικός σε κοντινό ενδιαμέσο εύρος, περίπου 5 έως 200m για στόχους μήκους 5 έως 15 cm.

Οι κύριες περιοχές λήψης ήχου είναι οι γεμάτες λίπος κοιλότητες των οστών της κάτω γνάθου. Οι ήχοι λαμβάνονται και μεταφέρονται μέσω της κάτω γνάθου στο μέσο αυτί, το εσωτερικό αυτί και στη συνέχεια στα κέντρα ακοής στον εγκέφαλο μέσω του ακουστικού νεύρου. Ο εγκέφαλος λαμβάνει τα ηχητικά κύματα με τη μορφή νευρικών ερεθισμάτων, τα οποία μεταδίδουν τα μηνύματα του ήχου και επιτρέπουν στο δελφίνι να ερμηνεύσει το νόημα του ήχου.

Με αυτό το πολύπλοκο σύστημα ηχοεντοπισμού, τα δελφίνια μπορούν να προσδιορίσουν το μέγεθος, το σχήμα, την ταχύτητα, την απόσταση, την κατεύθυνση και ακόμη και μέρος της εσωτερικής δομής των αντικειμένων στο νερό. Τα ρινοδέλφια είναι σε θέση να μαθαίνουν και αργότερα να αναγνωρίζουν τις υπογραφές ηχούς που επιστρέφονται από τα προτιμώμενα είδη θηράματος. Παρά την αποτελεσματικότητα του ηχοεντοπισμού, οι μελέτες δείχνουν ότι ένα δελφίνι που στερείται οπτικά χρειάζεται

περισσότερο χρόνο για να αντηχήσει σε ένα αντικείμενο από ένα δελφίνι που χρησιμοποιεί την όραση παράλληλα με τον ηχοεντοπισμό.

(2.2.β Υπέρηχοι)

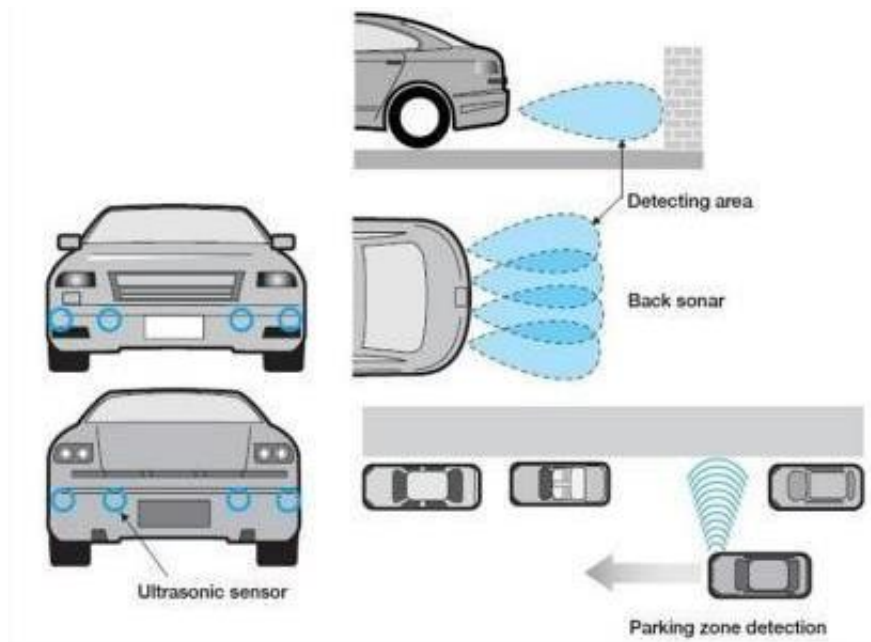
Γενικά στους αυτοματισμούς και στην ρομποτική χρειαζόμαστε να μετρήσουμε την απόσταση από ένα αντικείμενο ή να ελέγξουμε στον περιβάλλοντα χώρο αν υπάρχει κάποιο εμπόδιο σε κάποιο εύρος αποστάσεων. Παραδείγματα είναι:

- Τα αποστασιόμετρα που μετρούν αποστάσεις χωρίς την χρήση μετροταινίας.



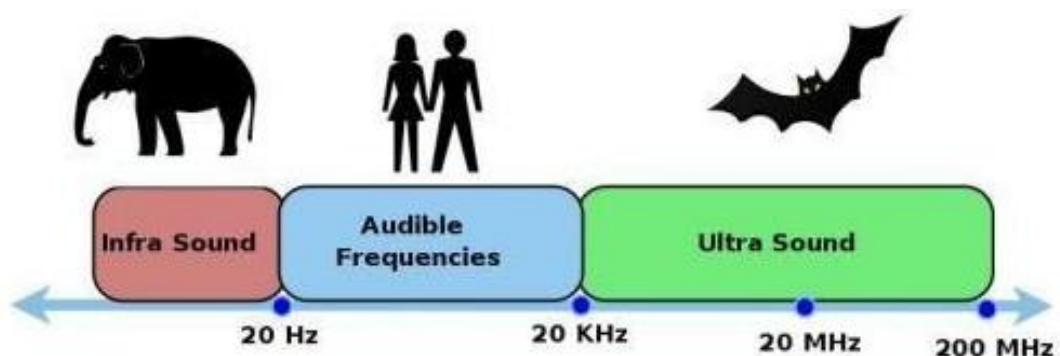
Εικόνα 2.2β αποστασιόμετρο

- Οι αισθητήρες βοήθειας παρκαρίσματος σε όλα σχεδόν τα αυτοκίνητα τελευταίας γενιάς.



Εικόνα 2.2γ αισθητήρες παρκαρίσματος

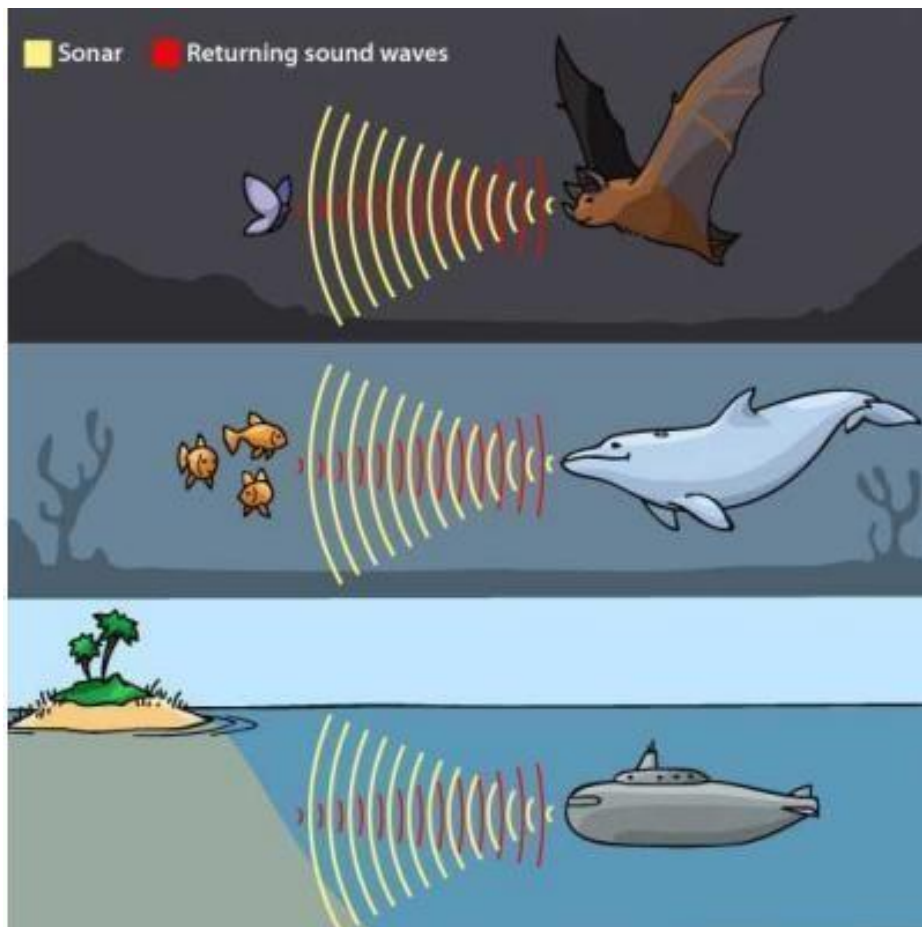
Οι **υπέρηχοι** (Ultra Sound) είναι κύματα με συχνότητες μεγαλύτερες από τις ακουστικές και δεν μπορεί να τους ακούσει το ανθρώπινο αυτί. Όμως κάποια ζώα χρησιμοποιούν το φάσμα 20KHz-200KHz για να ακούσουν ή να επικοινωνήσουν. Οι συχνότητες κάτω από τα 20Hz ονομάζονται υπόηχοι (InfraSound) και χρησιμοποιούνται επίσης από κάποια ζώα για την επικοινωνίας τους (βλ. Εικόνα 2.2δ).



Εικόνα 2.2δ Ήχοι

Χαρακτηριστικά παραδείγματα χρήσης των υπερήχων στα ζώα (Εικόνα 2.2ε) είναι η αποφυγή εμποδίων κατά την κίνηση των νυχτερίδων στο σκοτάδι, οι υπέρηχοι των δελφινιών για την επικοινωνία μεταξύ τους και η σφυρίχτρα που χρησιμοποιείται για την εκπαίδευση των σκύλων.

Επίσης, χρησιμοποιούνται στην ιατρική ως απεικονιστικό και διαγνωστικό των οργάνων και των ιστών του σώματος (Εικόνα 2.2στ).



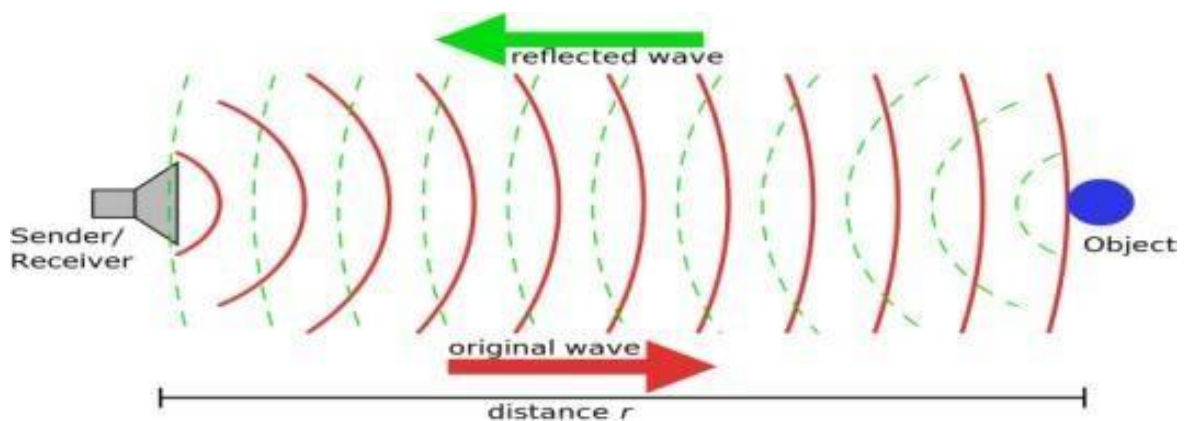
Εικόνα 2.2ε Χρήση υπερήχων



Εικόνα 2.2στ Χρήση υπερήχων στην Ιατρική

(2.2.γ Αισθητήρας υπερήχων)

Οι αισθητήρες υπερήχων λειτουργούν σαν τα σόναρ και τα ραντάρ μετρώντας την απόσταση (distance r) ενός στόχου από την αντανάκλαση (reflected wave) ενός ηχητικού σήματος ή ενός ραδιοκύματος πάνω στο στόχο (πχ αντικείμενο object στην Εικόνα 2.2ζ).



Εικόνα 2.2ζ Υπολογισμός απόστασης με υπέρηχους

Ο πομπός στέλνει υψηλής συχνότητας κύματα (original wave) και από το επιστρεφόμενο σήμα καθορίζουν την απόσταση και την ταχύτητα του στόχου. Για να γίνει αυτό μετρείται ο χρόνος που έκανε το σήμα για να διανύσει την απόσταση από τον αισθητήρα στο αντικείμενο και πίσω.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, για να υπολογίσουμε την απόσταση s , από τον τύπο της Φυσικής ταχύτητα $u=s/t$ (και άρα $s=u*t$) ισχύει:

$$\text{απόσταση} = \text{ταχύτητα ήχου} * (\text{χρόνος} / 2).$$

Διαιρούμε με το δύο γιατί έχουμε τον διπλάσιο χρόνο αποστολής και λήψης του σήματος και άρα διπλάσια απόσταση.

Η ταχύτητα του ήχου (και των υπερήχων) εξαρτάται από την θερμοκρασία, την υγρασία και την πυκνότητα του αέρα. Για τις περισσότερες εφαρμογές είναι $344 \text{ m/sec} = 34400 \text{ cm/sec}$ (στους 20 βαθμούς C και 50% σχετική υγρασία, στο επίπεδο της θάλασσας).

(2.3 STEM και Υπολογιστική Σκέψη στην Εκπαίδευση)

Η επιστημολογία STEM αντιμετωπίζει πολύπλοκα προβλήματα, συνήθως ανοικτά, από τον πραγματικό κόσμο που απαιτούν διεπιστημονικές προσεγγίσεις (Mayes, 2019). Ο όρος Διεπιστημονικότητα υποδηλώνει την συνύπαρξη πολλαπλών επιστημών στη διαδικασία αυτή. Πιο συγκεκριμένα, το ακρωνύμιο STEM προέρχεται από τα αρχικά: Επιστήμη (Science), Τεχνολογία (Technology), Μηχανική (Engineering) και Μαθηματικά (Mathematics) που τουλάχιστον δύο εκ των προαναφερθέντων συνεργάζονται έτσι ώστε να προσεγγιστεί ολιστικά μία προς επίλυση κατάσταση (Ntourou, Kalogiannakis & Psycharis, 2021; Psycharis, 2018; Psycharis, Kalovrektis & Xenakis, 2020). Η μελέτη του πραγματικού κόσμου (πχ φυσικά φαινόμενα όπως κλιματική αλλαγή, κοινωνικοοικονομικά και πολιτικά ζητήματα) παρέχει ένα ισχυρό πλαίσιο για το STEM. Οι μαθητές όταν εμπλέκονται με αυθεντικές καθημερινές καταστάσεις μέσω STEM, κινητοποιούνται γιατί αποκτούν για αυτούς νόημα οι γνώσεις που λαμβάνουν μέσα από την διδασκαλία και αναπτύσσουν

παράλληλα συναισθηματικά κίνητρα όπως είναι η αυξημένη δέσμευση και ο ζήλος και σημαντικά μαθησιακά αποτελέσματα όπως η κριτική σκέψη, η ικανότητα να λύνουν προβλήματα και να σκέφτονται λογικά.

Η Υπολογιστική Σκέψη (CT) κατά την Wing (όπως αναφέρεται στα Psycharis, 2018; Psycharis, Kalonvrektis & Xenakis, 2020) συνίσταται στην εύρεση λύσεων σε προβλήματα, στο σχεδιασμό συστημάτων και στην κατανόηση του πώς συμπεριφέρονται οι άνθρωποι. Βασίζεται στις έννοιες της Επιστήμης Ηλεκτρονικών Υπολογιστών (Η/Υ) και θεωρείται επίσης ως μια καθολική δεξιότητα και στάση που συμπληρώνει τη σκέψη στα Μαθηματικά και τη Μηχανική δίνοντας έμφαση στο σχεδιασμό συστημάτων ώστε να οδηγηθούμε στην αντιμετώπιση σύνθετων καταστάσεων τις οποίες αντιμετωπίζουν οι άνθρωποι. Περιλαμβάνει δε πρακτικές (Psycharis, 2018) όπως :

- *η αναπαράσταση προβλημάτων*
- *η αφαιρετική σκέψη*
- *η αναγνώριση προτύπων (μηχανική μάθηση)*
- *η διάσπαση-τμηματοποίηση*
- *η προσομοίωση*
- *η επαλήθευση και*
- *η πρόβλεψη*

Έτσι, για παράδειγμα, οι μαθητές συμμετέχουν στη διαδικασία αφαίρεσης με την συγγραφή κώδικα, οπτικό, κειμενικό και Psysical Computing.

Οι Έννοιες-Διαστάσεις της CT σύμφωνα με Weese&Feldhausen, 2017 είναι:

- *Αλγοριθμική σκέψη (Algorithmic Thinking)* : ακολουθία βημάτων που ολοκληρώνουν μια εργασία. Περιλαμβάνονται επίσης τελεστές και εκφράσεις.
- *Αφαιρετική σκέψη (Abstraction)* : γενικευμένη αναπαράσταση ενός πολύπλοκου προβλήματος, αγνοώντας εξωγενείς πληροφορίες.
- *Διάσπαση προβλήματος (Problem Decomposition)* : διάσπαση ενός προβλήματος σε μικρότερα τμήματα (υποπροβλήματα) τα οποία επιλύονται ξεχωριστά το ένα από το άλλο.
- *Δεδομένα (Data)* : συλλογή, αναπαράσταση και ανάλυση δεδομένων.
- *Παραλληλοποίηση (Parallelization)* : ταυτόχρονη επεξεργασία μιας εργασίας.
- *Έλεγχος ροής (Control Flow)* : κατευθύνει τα βήματα ενός αλγορίθμου για να ολοκληρωθεί..
- *Μεθοδικότητα και επαναληψιμότητα (Incremental and Iterative)* : δημιουργία μικρών τμημάτων του προγράμματος σε κάθε βήμα αντί για ολόκληρο το πρόγραμμα μονομιάς.
- *Δοκιμή και εκσφαλμάτωση (Testing και Debugging)* : εκτέλεση ενδιάμεσων δοκιμών και επίλυση προβλημάτων κατά την ανάπτυξη.
- *Διερεύνηση (Questioning)* : κατανόηση κάθε μέρους του κώδικα αντί να γίνεται η χρήση κώδικα που δεν είναι καλά κατανοητός.

Παράγοντες που ενισχύονται μέσω της CT και αξίζει να αναφερθούν, όπως εξάλλου επισημαίνουν οι David Barr, John Harrison, and Leslie Conery (2011), είναι:

- η εμπιστοσύνη στην αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας

- επιμονή στην εργασία με δύσκολα προβλήματα
- η ικανότητα αντιμετώπισης ανοιχτών προβλημάτων
- η ικανότητα επικοινωνίας και συνεργασίας με άλλους για να επιτευχθεί ο κοινός στόχος ή η λύση

Αρχικά η **Υπολογιστική Επιστήμη (CS)** θεωρήθηκε ως γέφυρα μεταξύ διαφορετικών κλάδων αλλά μετά την πρώτη φάση (αναγνώρισης) αυτή η περιοχή ανέπτυξε τις δικές της μεθόδους γεγονός που την καθιστά αποτελεσματικό εργαλείο-βάση για την εφαρμογή της εκπαίδευσης STEM στην τάξη.

Η **Υπολογιστική Επιστήμη στην εκπαίδευση (CSE)** είναι μια αποτελεσματική μεθοδολογία που υποστηρίζει τους μαθητές όταν αντιμετωπίζουν ένα πρόβλημα STEM χρησιμοποιώντας προσομοιώσεις υπολογιστή και αυτό περιλαμβάνει ποικίλες εργασίες που απαιτούν CT, όπως:

- Διατύπωση του προβλήματος με τρόπο κατάλληλο για προσομοιώσεις χρησιμοποιώντας μοντέλα
- Επιλογή αποτελεσματικού υπολογιστικού αλγόριθμου
- Εκτέλεση των προσομοιώσεων και συλλογή αριθμητικών δεδομένων
- Ανάλυση των δεδομένων που ελήφθησαν
- Εύρεση προτύπων για τη γενίκευση της μεθόδου σε άλλα προβλήματα
- Εξαγωγή της λύσης του προβλήματος σε μορφή τεχνουργήματος

Είναι γεγονός, σύμφωνα με έρευνες, ότι υπάρχει σαφής ανάγκη για μαθήματα CSE που:

- να επικεντρώνονται στις επιστημονικές πτυχές της CSE / Μαθηματικών / Μηχανικών κά
- να παρέχουν στους μαθητές πρακτική (hands on) εμπειρία στην σχεδίαση, υλοποίηση, εκτέλεση και στον εντοπισμό σφαλμάτων αλγορίθμων
- να παίζουν ρόλο παρόμοιο με αυτόν ενός φυσικού εργαστηρίου (hands on μαθήματα με πείραμα)

Η CSE εστιάζει στη μορφή ενός αυθεντικού προβλήματος προς επίλυση και ακολουθεί ένα επιστημονικό παράδειγμα επίλυσης προβλημάτων (**Υπολογιστικό πείραμα CE**), με μια ακολουθία βημάτων:

- 1) Πρόβλημα (από την επιστήμη/πραγματικό κόσμο)
- 2) Μοντελοποίηση (Μαθηματικές σχέσεις μεταξύ επιλεγμένων μεταβλητών-αποσύνθεση του προβλήματος)
- 3) Μέθοδος προσομοίωσης (χρονική εξάρτηση των μεταβλητών κατάστασης, διακριτές, συνεχείς ή στοχαστικές διεργασίες, επιλογή κατάλληλων διεπαφών)
- 4) Ανάπτυξη του αλγορίθμου που βασίζεται σε μεθόδους αριθμητικής ανάλυσης
- 5) Υλοποίηση του αλγορίθμου (χρησιμοποιώντας Java, Scratch, Python, Arduino, raspberry pi κλπ)
- 6) Αξιολόγηση και Οπτικοποίηση μέσω διερεύνησης των αποτελεσμάτων και σύγκριση με πραγματικά δεδομένα που λαμβάνονται από αυθεντικά φαινόμενα

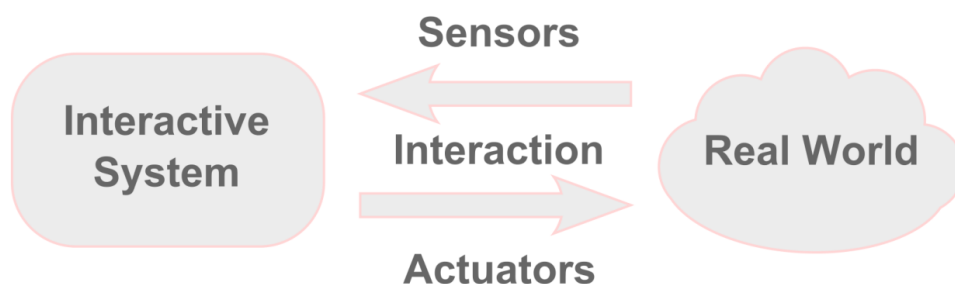


Εικόνα 2.3 Υπολογιστικό Πείραμα CE

Στο Σχήμα της Εικόνας 2.3 παρουσιάζεται η σειρά επίλυσης προβλημάτων του CE. Ένα από τα κρίσιμα συστατικά της CSE είναι επίσης η «αφαίρεση» ενός φυσικού φαινομένου σε ένα εννοιολογικό μοντέλο και η μετάφρασή του σε ένα υπολογιστικό μοντέλο. Αυτό μας οδηγεί στην έννοια ενός CE, όπου το μοντέλο και ο υπολογιστής παίρνουν τη θέση της «κλασικής» πειραματικής διάταξης και όπου η προσομοίωση επανατοποθετεί το πείραμα (Psycharis & Kotzampasaki, 2017; Psycharis et al. 2017a, Psycharis et al., 2018).

(2.4 Physical Computing (PhC))

Οι Φυσικοί Υπολογισμοί (PhC) περιλαμβάνουν διαδραστικά συστήματα που έχουν σχεδιαστεί ώστε να αντιλαμβάνονται και να ανταποκρίνονται στον κόσμο γύρω τους. Αποτελούν ένα δημιουργικό πλαίσιο για την κατανόηση της σχέσης των ανθρώπων με τον ψηφιακό κόσμο. Στην πρακτική χρήση, ο όρος



συνήθως περιγράφει χειροποίητα έργα τέχνης και πρότζεκτ που χρησιμοποιούν αισθητήρες και μικροελεγκτές για τη μετάφραση αναλογικής εισόδου σε ένα σύστημα λογισμικού και/ή ελέγχουν ηλεκτρομηχανικές συσκευές όπως κινητήρες, σερβομηχανές, φωτισμό ή άλλο υλικό.

Το PhC (https://en.wikipedia.org/wiki/Physical_computing)

χρησιμοποιείται σε μια μεγάλη ποικιλία τομέων και εφαρμογών:

- Στην εκπαίδευση: Όπως αναφέρει ο Κ. Καλοβρέκτης (2017), ο όρος PhC χρησιμοποιείται ως η έννοια που υποδηλώνει τη σύνδεση του H/Y με τον πραγματικό κόσμο και εστιάζει στον προγραμματισμό και την διδασκαλία εννοιών της επιστήμης H/Y. Χρησιμοποιεί μοντέλα προσομοίωσης του φυσικού κόσμου και για τον λόγο αυτό συνδυάζεται ευρέως με το STEAM και την CS.
- Στην τέχνη: Έργα που εφαρμόζουν PhC (πχ artwork Camille Utterback).
- Στον σχεδιασμό προϊόντων : χρησιμοποιούνται χειροποίητα ενσωματωμένα συστήματα για την ταχεία πρωτότυπη ιδέα νέων ψηφιακών προϊόντων με οικονομικό τρόπο.
- Σε εμπορικές εφαρμογές: Καταναλωτικές συσκευές ή παιχνίδια, πιο ρεαλιστικές χρήσεις, συμπεριλαμβανομένης της μηχανικής όρασης. Άλλες εφαρμογές περιλαμβάνουν την αναγνώριση φωνής, η οποία ανιχνεύει και ερμηνεύει ηχητικά κύματα μέσω μικροφώνων ή άλλων συσκευών ανίχνευσης ηχητικών κυμάτων και η όραση υπολογιστή, η οποία εφαρμόζει αλγόριθμους σε μια πλούσια ροή δεδομένων βίντεο που συνήθως ανιχνεύεται από κάποια μορφή κάμερας.

- Σε Επιστημονικές Εφαρμογές: κατασκευή και χρήση προσαρμοσμένων αισθητήρων για επιστημονικά πειράματα. Ένα παράδειγμα τέτοιου είδους μοντελοποίησης είναι το έργο Illustris που προσομοιώνει πώς διαμορφώθηκε το σύμπαν από Big Bang μέχρι σήμερα.

(2.4.α Υλικό και Προγραμματισμός Arduino)



Εικόνα 2.4.1 Λογότυπο Arduino

Όπως αναφέρεται στο <https://e-learning.ilei.sch.gr/moodle/> από τον Μπακόπουλο Ν., το Arduino είναι ένας μικροελεγκτής με ένα chip ATmega. Διαθέτει εισόδους και εξόδους και μπορεί να προγραμματιστεί στον Η/Υ ώστε να δώσει εντολές στις εισόδους και εξόδους να αντιδράσουν ανάλογα. Το υλικό του διατίθεται με άδεια χρήσης Creative Commons (CC) δηλαδή τα σχέδιά του είναι διαθέσιμα στην ιστοσελίδα <https://www.arduino.cc/> έτσι ώστε κάποιος να μπορεί να κατασκευάσει τη δική του πλακέτα ενώ παράλληλα ένας αρχάριος μπορεί να την αγοράσει έτοιμη σε προσιτή τιμή.

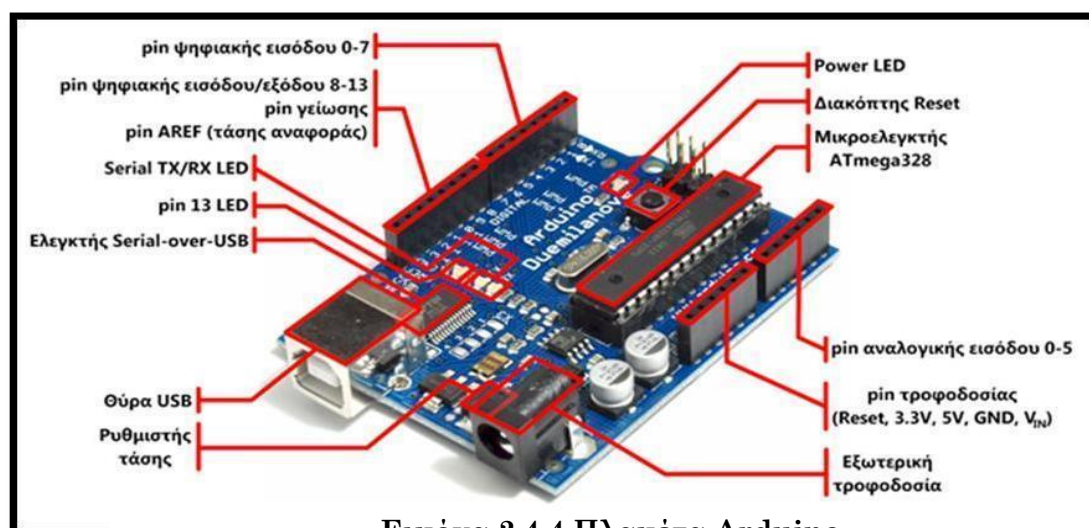
Εικόνα 2.4.2 Arduino Uno



Εικόνα 2.4.3 Arduino Nano

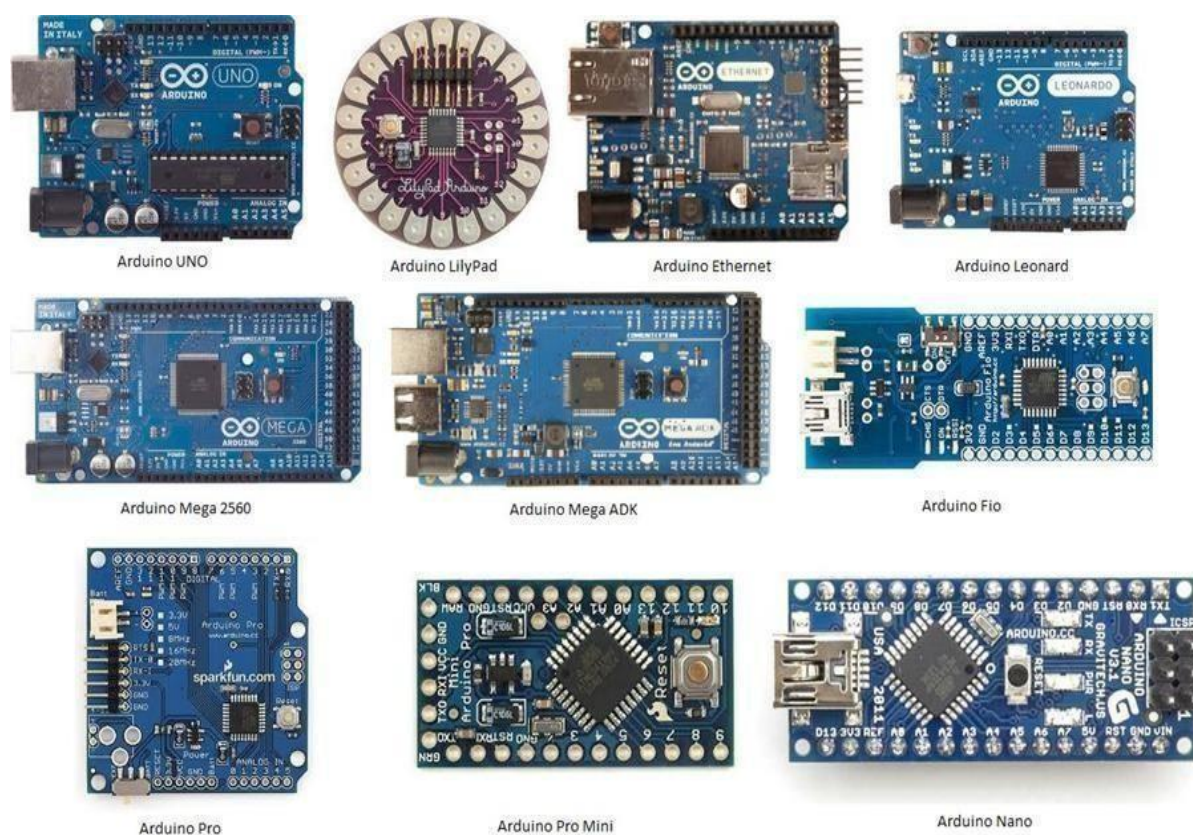
Η ονομασία Arduino είναι αποκλειστική για το προϊόν αλλά παράλληλα έχουν σχεδιαστεί αρκετά προϊόντα συμβατά με το Arduino, τα οποία κυκλοφορούν στο εμπόριο και χρησιμοποιούν την κατάληξη -duino με παραλλαγές στο όνομά τους. (<https://el.wikipedia.org/wiki/Arduino>)

- Το Arduino διαθέτει ψηφιακές και αναλογικές εισόδου / εξόδου μονάδες.
- Υπάρχει πληθώρα ηλεκτρονικών αισθητήρων που είναι συμβατοί με το Arduino, όπως:
 - ο Θερμοκρασίας, υγρασίας, δύναμης, απόστασης
 - ο Γυροσκόπια, πίεσης
- Μπορούμε να ελέγχουμε DC motors, Servo – motors, LEDs, ρελέ, κινητήρες
- Δεξιά της πλακέτας υπάρχουν 14 θύρες (pins 0-13) που λειτουργούν ως ψηφιακές εισοδοι και έξοδοι. Όσες έχουν το σήμα ~ μπορούν να λειτουργήσουν και ως αναλογικές.



Εικόνα 2.4.4 Πλακέτα Arduino

Στο Arduino μπορούν να συνδεθούν διάφοροι αισθητήρες (υπερύθρων, θερμοκρασίας, υγρασίας κά) και να δοθεί κίνηση μέσω stepper, servo και DC κινητήρων που επίσης μπορούν να συνδεθούν με την πλακέτα. Έτσι, είναι πολλές οι εφαρμογές του στην Ρομποτική και γενικότερα σε αυτοματισμούς που λαμβάνουν πληροφορίες από τις μετρήσεις των αισθητήρων και δίνουν κίνηση μέσω των κινητήρων. Η αμφίδρομη σειριακή επικοινωνία μεταξύ Arduino και PC γίνεται με γλώσσες προγραμματισμού (όπως Java και python), όπως επίσης είναι δυνατή η αναπαραγωγή και αντίληψη ήχων κά. Στον ιστότοπο <http://www.arduino.cc/> δίνονται πολλές πληροφορίες για τις εκδόσεις της πλακέτας και τον προγραμματισμό της. Τέλος, η πλακέτα προσφέρεται σε διάφορες παραλλαγές (<https://www.arduino.cc/en/Main/Products>) μεταξύ των οποίων κάνουμε την επιλογή μας ανάλογα με το τι μας εξυπηρετεί.



Εικόνα 2.4.5 παραλλαγές πλακετών

Όσον αφορά τον προγραμματισμό, χρησιμοποιείται η κειμενική γλώσσα προγραμματισμού Wiring C (πρόκειται για τη C++ και βιβλιοθήκες στην C++) που τρέχει σε Linux, MAC και Windows με άδεια χρήσης GPL.

Το περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) του Arduino (<https://www.arduino.cc/en/Main/software>) είναι γραμμένο σε Java και προκύπτει από το IDE του προγράμματος Processing και τη γλώσσα προγραμματισμού Wiring. Χρησιμοποιείται για τη συγγραφή του κώδικα, τη μεταγλώττιση και τη μεταφόρτωσή του κώδικα στον μικροελεγκτή. Κάθε πρόγραμμα (sketch) αποτελείται από δύο βασικές ρουτίνες:

```
// Ενσωματώσεις βιβλιοθηκών, δηλώσεις μεταβλητών...

void setup()
{
  // ...
}

void loop()
{
  // ...
}

// Υπόλοιπες συναρτήσεις...
```

Εικόνα 2.4.6 Το sketch

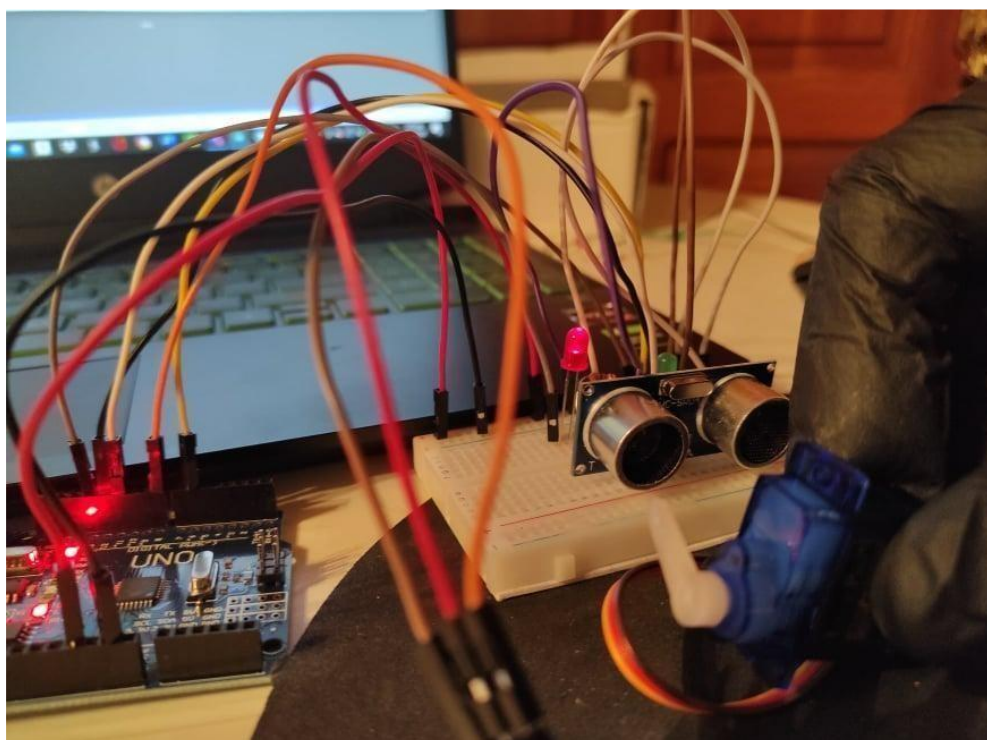
Από την άλλη πλευρά, το S4A (<http://s4a.cat/>) είναι μια έκδοση Scratch (<https://www.scratch.mit.edu>) που επιτρέπει τον απλό προγραμματισμό του Arduino για τις μικρότερες ηλικίες, είναι δωρεάν και τρέχει σε MS-Windows, Mac OS X ή Linux. Παρέχει πλακίδια για βασικές λειτουργίες του μικροελεγκτή όπως για παράδειγμα έλεγχος της λειτουργίας των ψηφιακών και αναλογικών εισόδων, εξόδων και σερβοκινητήρων. Υπάρχει στο περιβάλλον S4A μία ειδική μορφή sprite αντικειμένου που παριστάνει

την πλακέτα Arduino. Τέλος, παρέχεται η δυνατότητα σύνδεσης πολλών Arduino μαζί.

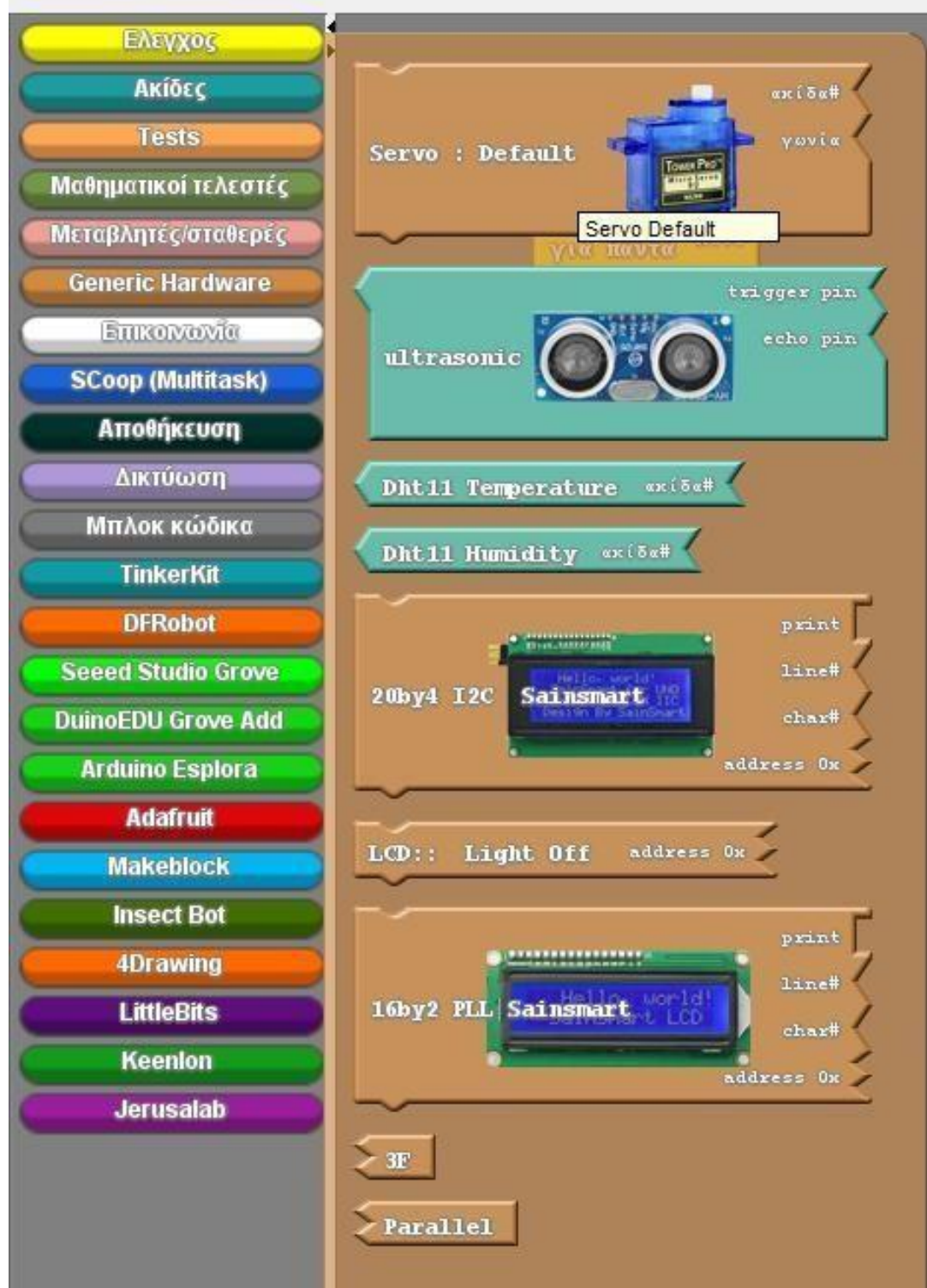


Εικόνα 2.4.7 Scratch for Arduino

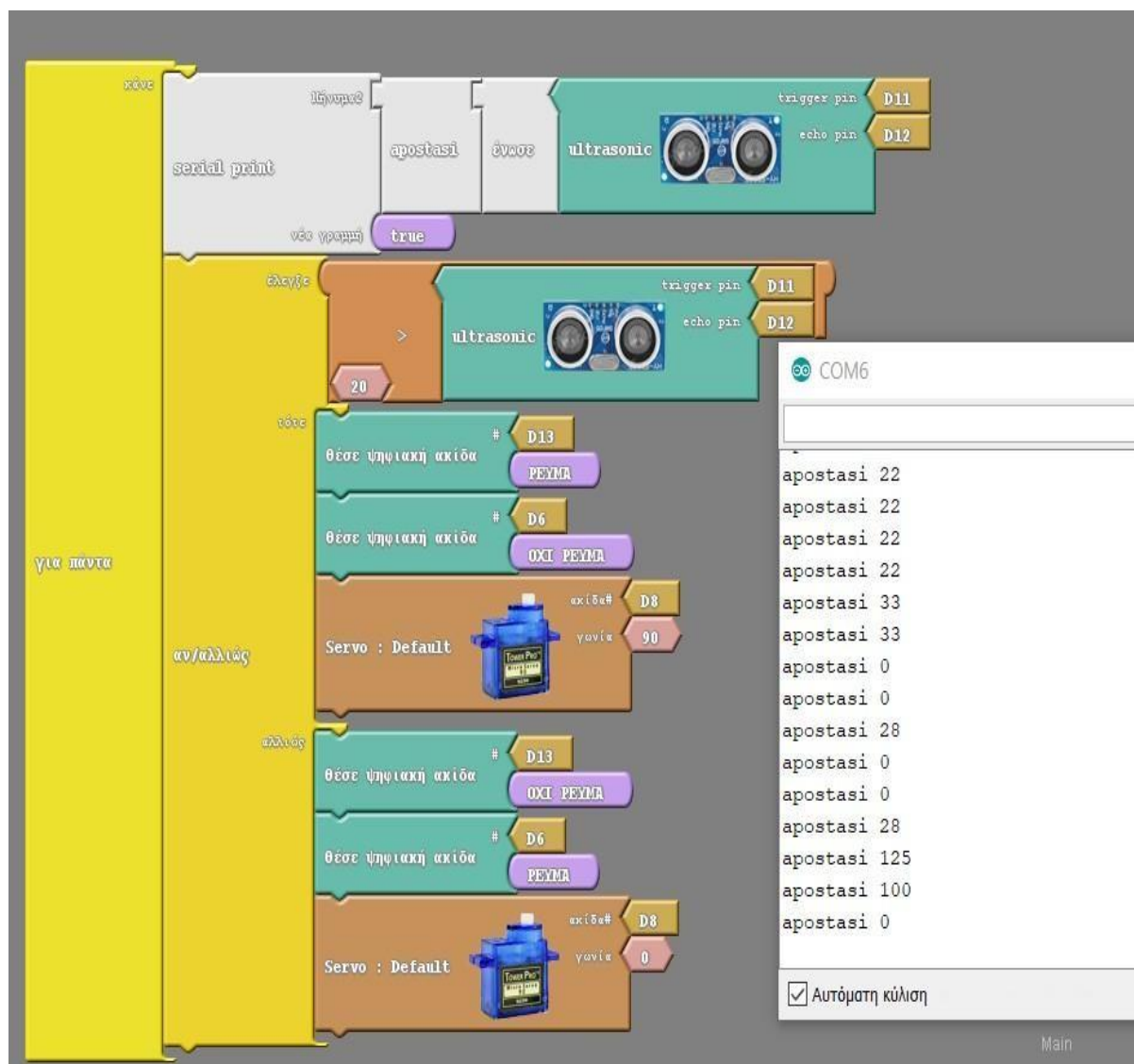
Τέλος, και το Ardublock (<https://sourceforge.net/projects/ardublock/> και <http://blog.ardublock.com/>) παρέχει επίσης οπτική γλώσσα προγραμματισμού του Arduino που χρησιμοποιεί πλακίδια (Εικόνα 2.4.9) όπως στο ακόλουθο παράδειγμα στο οποίο ένας σερβοκινητήρας κινεί ανάλογα την μπάρα ενός τρένου για να περάσουν τα αυτοκίνητα όταν το φανάρι τους γίνει πράσινο ή να περιμένουν όταν πλησιάσει τρένο.



Εικόνα 2.4.8 Αισθητήρας απόστασης και arduino



Εικόνα 2.4.9 πλακίδια Ardublock



Εικόνα 2.4.10 πρόγραμμα σε Ardublock

(2.4.6 Προσομοιωτής TinkerCad)

Σε περίπτωση που δεν είναι δυνατή η αγορά και χρήση του arduino και των διαφόρων components του (πχ μη διάθεση arduino kit στα σχολεία ή τηλεεκπαίδευση), δύναται να χρησιμοποιηθεί ο προσομοιωτής κυκλωμάτων tinkercad (<https://www.tinkercad.com/circuits>) του οποίου το περιβάλλον προγραμματισμού χρησιμοποιεί κειμενική (text) ή οπτική γλώσσα (blocks) ή και τις δύο ταυτόχρονα (blocks+text).

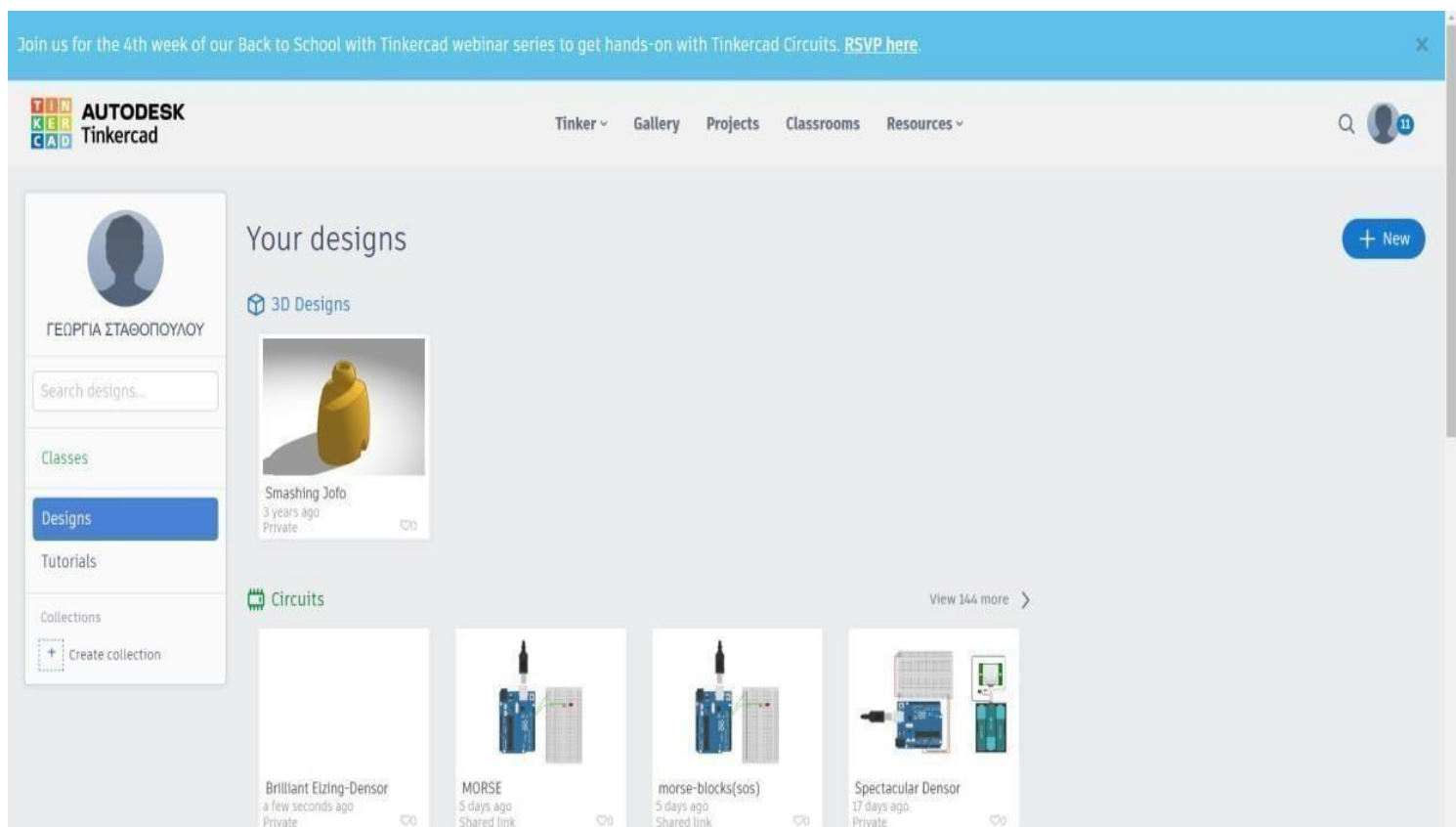
Ο προσομοιωτής μπορεί σε αρκετές των περιπτώσεων να χρησιμοποιηθεί για την δοκιμή της εικονικής συνδεσμολογίας και του προγραμματισμού και

όταν εξακριβωθεί η σωστή λειτουργία του κυκλώματος μπορεί να γίνει η μετάβαση στο υλικό χωρίς κίνδυνο να καεί κάποιο εξάρτημα.

Συνοπτικά, χρησιμοποιείται για :

- Συνδεσμολογία κυκλώματος – προγραμματισμό – προσομοίωση λειτουργίας
- 3D μοντελοποίηση (να σχεδιάσουμε σχήματα 2D ή 3D στερεά)
- να εισαγάγουμε STL ή OBJ δικά μας 3D σχήματα ή SVG 2D εικόνες
- να σώσουμε τα σχέδιά μας (export το .STL ή OBJ αρχείο)
- να σχεδιάσουμε δομές χρησιμοποιώντας τούβλα Lego
- να εκτυπώσουμε μετά σε 3D εκτυπωτή
- να διαμοιράσουμε τα σχέδια ή κυκλώματά μας (πχ σε όσους διαθέτουν τον σύνδεσμο)

Στην Εικόνα 2.4.11 βλέπουμε το περιβάλλον AutoDesk Tinkercad μετά από login στο λογαριασμό.



Τα βασικά κουμπιά του περιβάλλοντος του προσομοιωτή είναι τα ακόλουθα:

Πίνακας 2.4 Λειτουργίες κυκλώματος (circuit) προσομοιωτή TinkerCad

	Περιστροφή
	Διαγραφή
	Αυτόματη μεγέθυνση ώστε να χωράει όλο το σχέδιο στην οθόνη
	Αναίρεση
	Ακύρωση της αναίρεσης
 Code Editor	Συγγραφή κώδικα
 Components	Προσθήκη υλικών
 Start Simulation	Εναρξη προσομοίωσης
 Export	Εξαγωγή
 Share	Κοινή χρήση του κυκλώματος

(2.4.γ Αισθητήρες και arduino)

Ένας αισθητήρας (sensor) παρέχει πληροφορίες σε μορφή μετρήσιμου ηλεκτρικού σήματος για αλλαγές ενός φυσικού μεγέθους (για παράδειγμα, φως, θερμοκρασία, πίεση κά) σαν αποτέλεσμα της ευαισθησίας του στο συγκεκριμένο ερέθισμα.

Οι αισθητήρες βρίσκουν εφαρμογή στην καθημερινή μας ζωή, όπως σε:

- κουμπιά ανελκυστήρων (μέσω της αφής)

- λάμπες φωτισμού με ρύθμιση φωτεινότητας από ποτενσιόμετρο κ.ά
- αυτοκίνητα
- μηχανές
- αεροναυπηγική
- ιατρική
- βιομηχανία
- ρομποτική

Ενέργεια	Αισθητήρες
Ηλεκτρική	Φορτίου, ρεύματος, τάσης, αντίστασης, αγωγιμότητας, χωρητικότητας
Θερμική	Θερμοκρασίας, ροής θερμότητας, ροής αερίων, θερμικής αγωγιμότητας
Μηχανική	Ροής, πίεσης, μετατόπισης, ταχύτητας, επιτάχυνσης, δύναμης, μάζας
Μαγνητική	Μαγνητικού πεδίου, ροής, μαγνητικής διαπερατότητας
Ακτινοβολία	Υπεριώδους, υπέρυθρου, μικροκυμάτων, ακτίνων X, ακτίνων γ,
Χημική	Συγκέντρωσης αερίων, υγρασίας, pH, συγκέντρωσης ιόντων, ατμών, οσμών

Εικόνα 2.4.12 Ενέργεια και Αισθητήρες



Εικόνα 2.4.13 Εικόνες Αισθητήρων

(2.4.8 Αισθητήρας HC-SR 04 (Ultrasonic Sensor))

Η **λειτουργία** του βασίζεται στον ακόλουθο τύπο της φυσικής:

Αισθητήρας υπερήχων



- VCC --> 5V Supply
- Trig --> Trigger Pulse Input
- Echo --> Echo Pulse Output
- GND --> 0V Ground

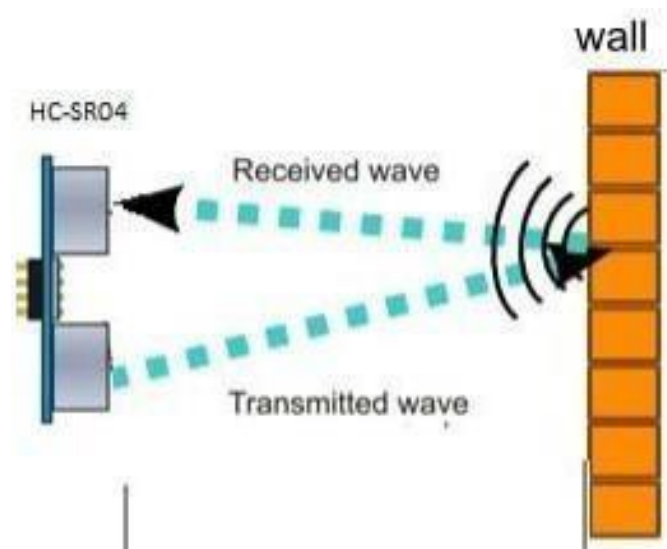
$$t = \frac{2d}{v}$$

όπου,

d: η απόσταση του αισθητήρα και της διαχωριστικής επιφάνειας,
v: η ταχύτητα διάδοσης του ήχου στον αέρα (340ms-1).

Εικόνα 2.4.14 Αισθητήρας Ultrasonic

Ο αισθητήρας διαθέτει πομπό που στέλνει έναν υπέρηχο (transmitted wave) και δέκτη που λαμβάνει την επιστροφή του (received wave) όταν ανακλαστεί σε ένα εμπόδιο (wall). Ο πομπός του αισθητήρα αποτελείται από ένα ηχείο που παράγει κύματα υπερήχων και αντίστοιχα ο δέκτης από ένα μικρόφωνο που μπορεί να “ακούσει” κύματα υπερήχων. Μετρώντας το χρόνο που χρειάζονται οι αποστολή και λήψη του σήματος πίσω, μπορούμε να



μετρήσουμε τελικά την απόσταση (measured distance) ενός αντικειμένου σε σχέση με τον αισθητήρα.

Να σημειωθεί ότι το Trig (εκπομπή) συνδέεται με pin εξόδου και το Echo(λήψη) με pin εισόδου.

Πώς γίνεται η μέτρηση της απόστασης

- Εκπέμπεται παλμός υπερήχων (με χρήση του ακροδέκτη Trig) για μικρό χρονικό διάστημα π.χ 10 μ sec.
- Διαβάζουμε το χρόνο που πέρασε μέχρι τη λήψη του παλμού (στον ακροδέκτη Echo) με τη συνάρτηση pulseIn.
- Άρα:

$$\text{απόσταση} = (\text{διάρκεια παλμού HIGH σε } \mu\text{sec}) * ((\text{ταχύτητα ήχου: } 344\text{m/sec}) / 2)$$

- Διαιρούμε το χρόνο με το 58.138 για να προκύψει η απόσταση σε εκατοστά. (όπου 344 είναι η ταχύτητα του ήχου σε m/sec). Ο διαίρεση με το 2 χρησιμοποιείται λόγω του ότι το σήμα εστάλη και γύρισε, δηλαδή έχει διανύσει διπλάσια απόσταση.

Ο αισθητήρας έχει μια περιοχή μέτρησης 2cm - 400cm, γωνία μέτρησης 15ο και λειτουργεί στα 40 KHz.

Πώς προγραμματίζουμε κειμενικά τον Ultrasonic Sensor χρησιμοποιώντας την pulseIn():

Στην εικόνα 2.4.16 φαίνεται ο κειμενικός προγραμματισμός του αισθητήρα υπερήχων που υλοποιεί την προαναφερθείσα μέτρηση απόστασης και κάνοντας χρήση της έτοιμης συνάρτησης pulseIn.

```

int echoPin = 12; // Echo Pin stin12
int trigPin = 11; // Trigger Pin stin 11
long duration, distance; // Duration used to calculate distance

void setup() {
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  /* Στέλνουμε κύματα ήχου και τα παίρνουμε πίσω, προσπαθώντας
  έτσι να μετρήσουμε την
  απόσταση από την ταχύτητα που έχουν. */
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  Serial.println (distance);
  distance = duration/58.2;

  //Καθυστερήση 50ms πριν την επόμενη ανάγνωση
  delay(100);
}

```

`pulseIn()`

Περιγραφή

Διαβάζει έναν παλμό (είτε ΥΨΗΛΟΣ είτε ΧΑΜΗΛΟΣ) σε μια ακίδα.

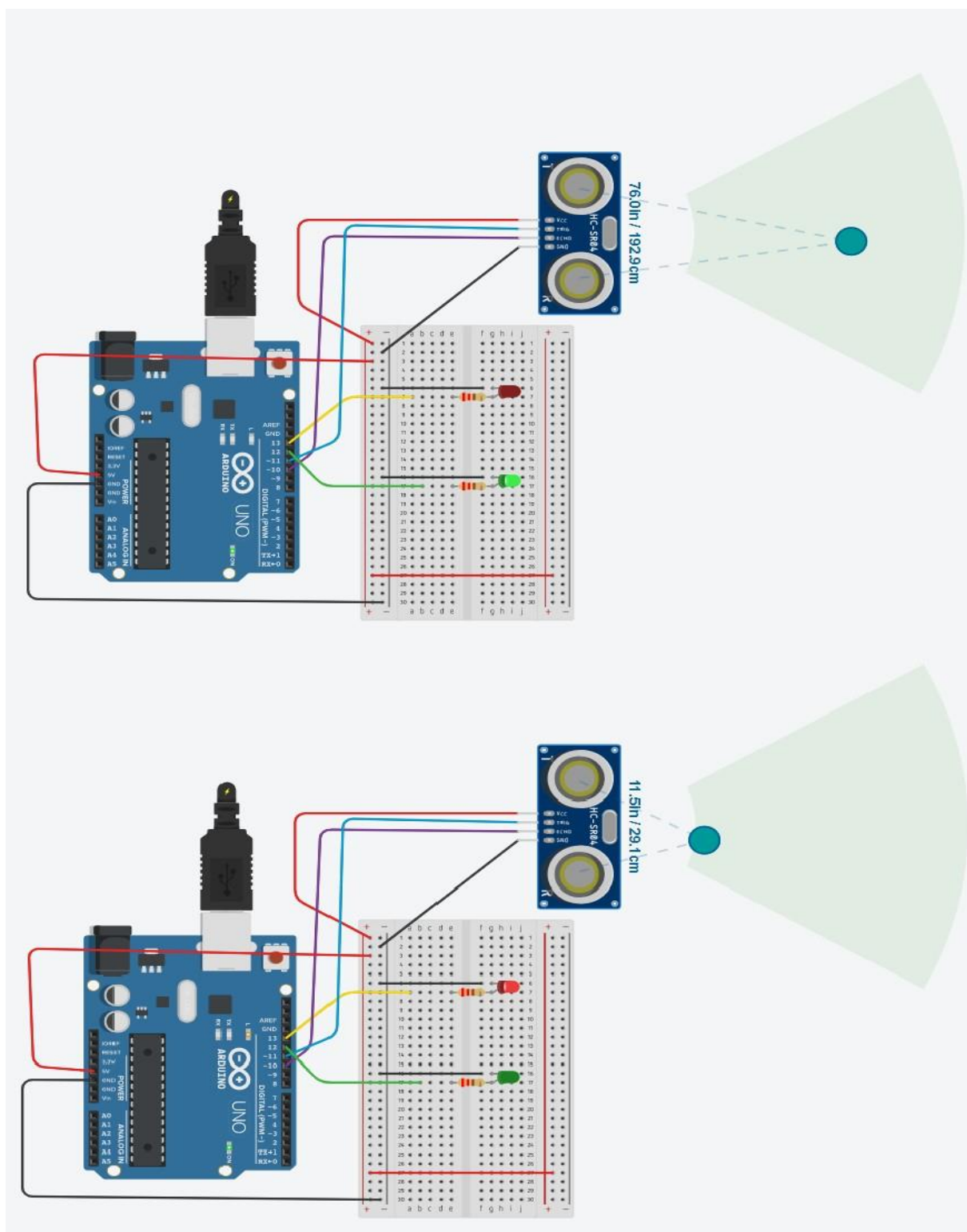
Για παράδειγμα, αν η τιμή είναι ΥΨΗΛΗ, το `pulseIn()` περιμένει για να περάσει ο ακροδέκτης HIGH, αρχίζει το χρονισμό, και στη συνέχεια περιμένει για να περάσει η ακίδα LOW και σταματά το χρονοδιάγραμμα.

Επιστρέφει το μήκος του παλμού σε μικροδευτερόλεπτα ή το 0 αν δεν λήφθηκε πλήρης παλμός εντός του χρονικού ορίου.

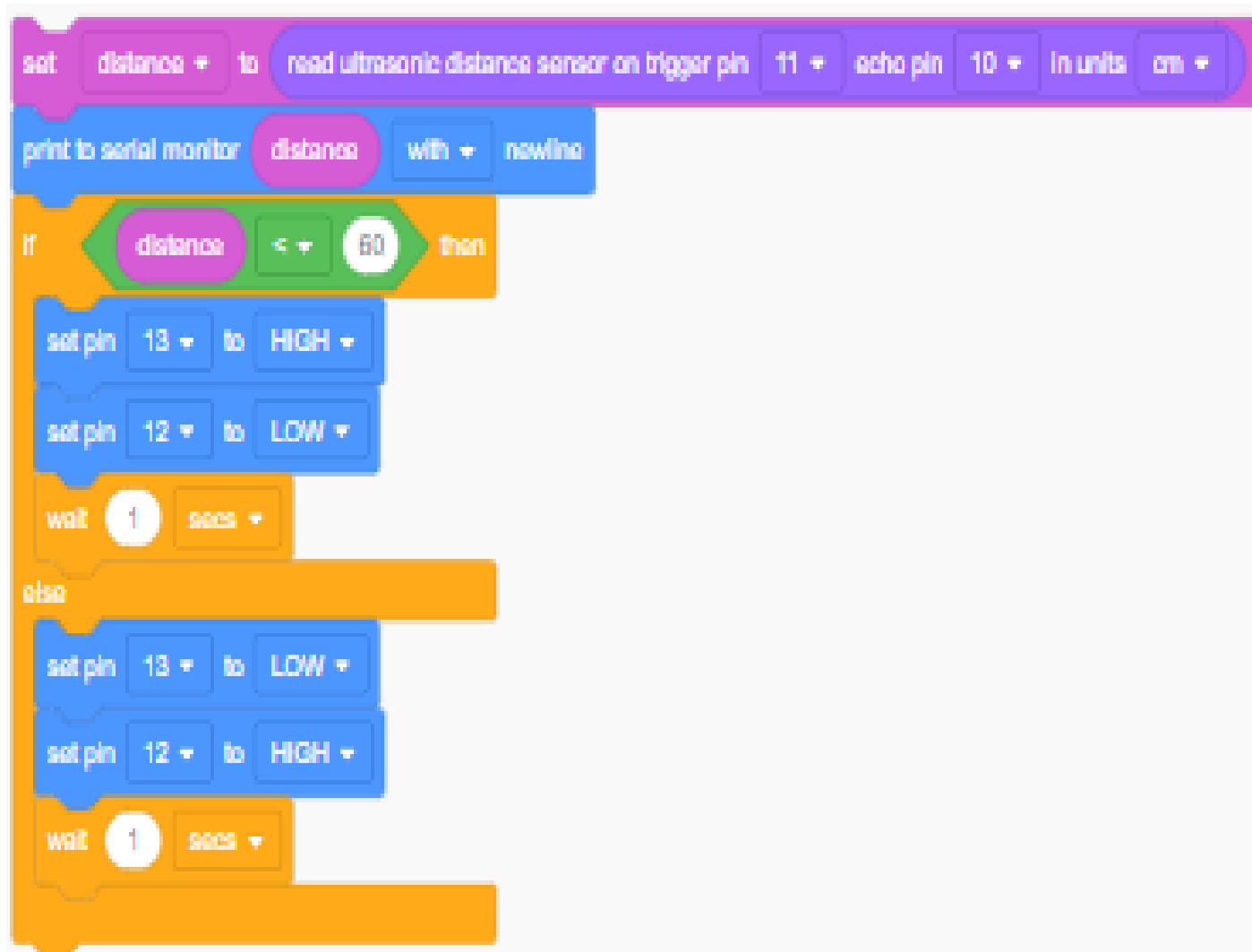
Εικόνα 2.4.16 Προγραμματισμός σε text του Ultrasonic sensor

Παραδείγματα

1) Στο παράδειγμα των εικόνων 2.4.17 και 2.4.18 φαίνεται η προσομοίωση κυκλώματος σε tinkercad (<https://www.tinkercad.com/things/lyWZx8jZhgl?sharecode=gx1kugnN-sVmA1MDBAG2ENjVwRPR-7sB5qzdzCfgiRY>) στο οποίο ανάλογα με την απόσταση ενός αντικειμένου ανάβει το πράσινο ή αντίστοιχα το κόκκινο led και ο προγραμματισμός έχει γίνει σε blocks και text.

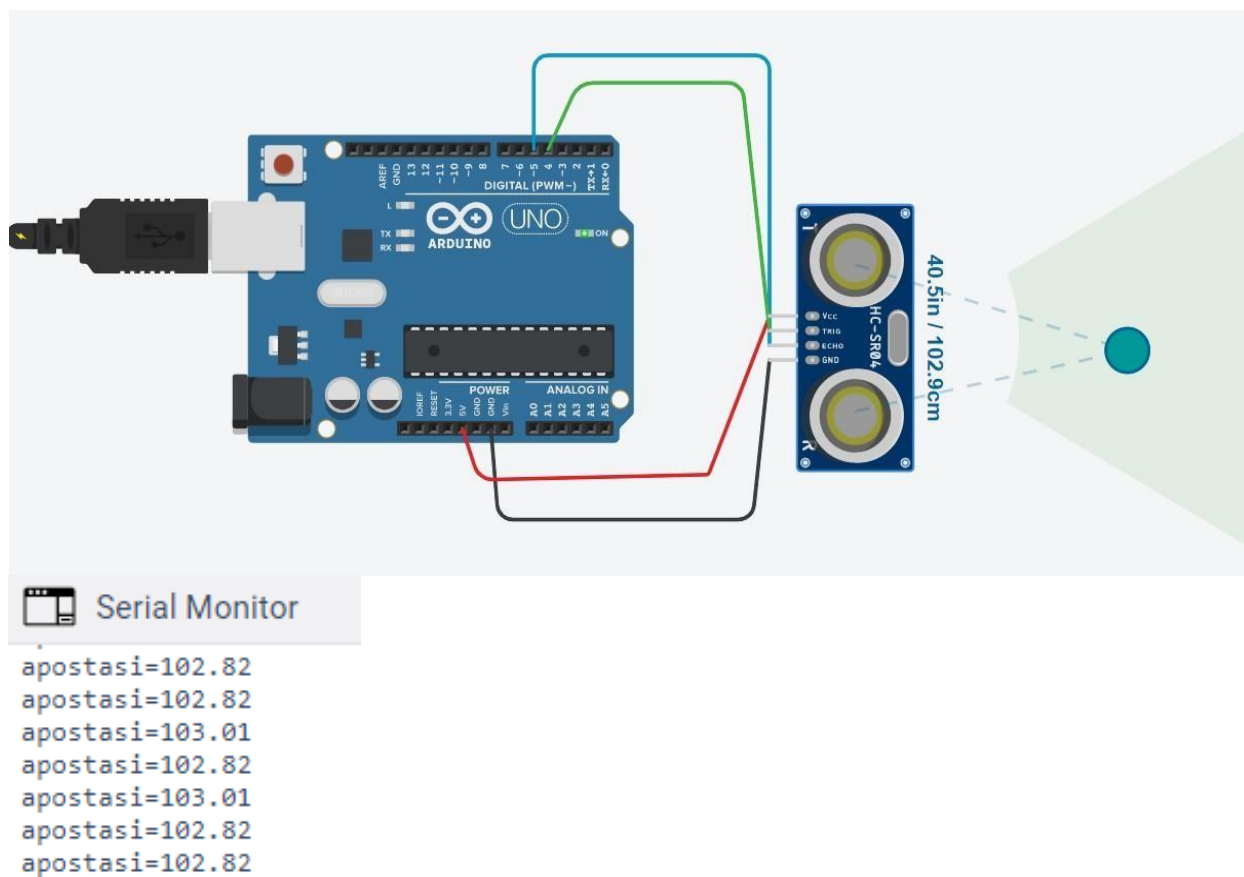


Εικόνα 2.4.17 Συνδεσμολογία παραδείγματος 1



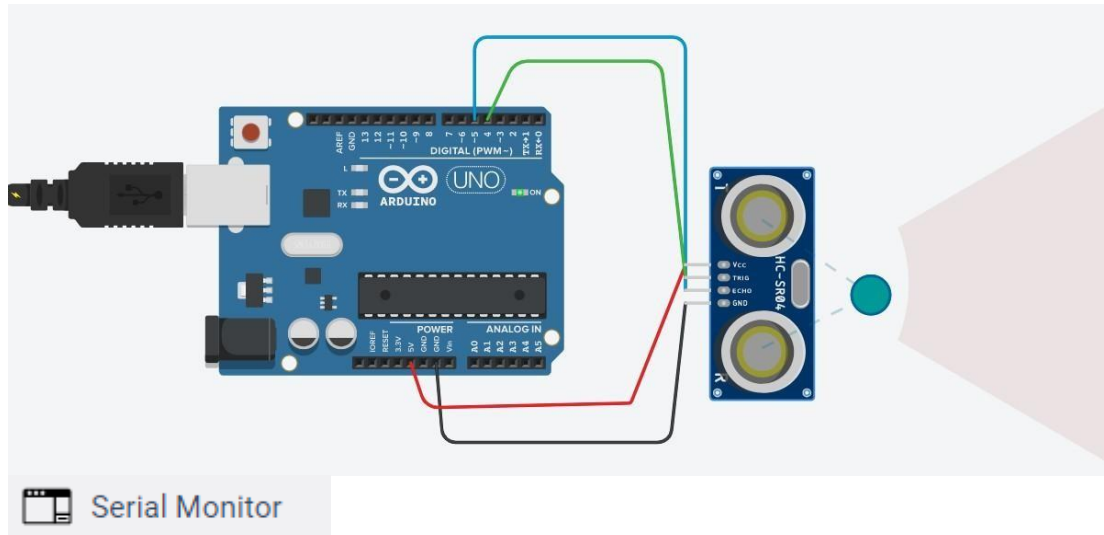
Εικόνα 2.4.18 Προγραμματισμός σε blocks παραδείγματος 1

2) Ανάλογα με το επίπεδο δυσκολίας και την ηλικία των μαθητών μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε συνδυασμό blocks+text ή και text αποκλειστικά. Για παράδειγμα, στη δραστηριότητα (<https://www.tinkercad.com/things/1Xzo3Hincdz>) των παρακάτω εικόνων 2.4.19 και 2.4.20 θα ορίσουμε δύο όρια, ένα σε απόσταση 10 cm (minimum ελάχιστο) και ένα σε απόσταση 150 cm (maximum μέγιστο). Αν ο υπολογισμός της απόστασης είναι εκτός των ορίων θα τυπώνεται στη σειριακή οθόνη το ανάλογο μήνυμα (π.χ. “ektos orion”), αλλιώς θα τυπώνεται η απόσταση. Εδώ γίνεται χρήση text.



Εικόνα 2.4.19 Συνδεσμολογία παραδείγματος 2

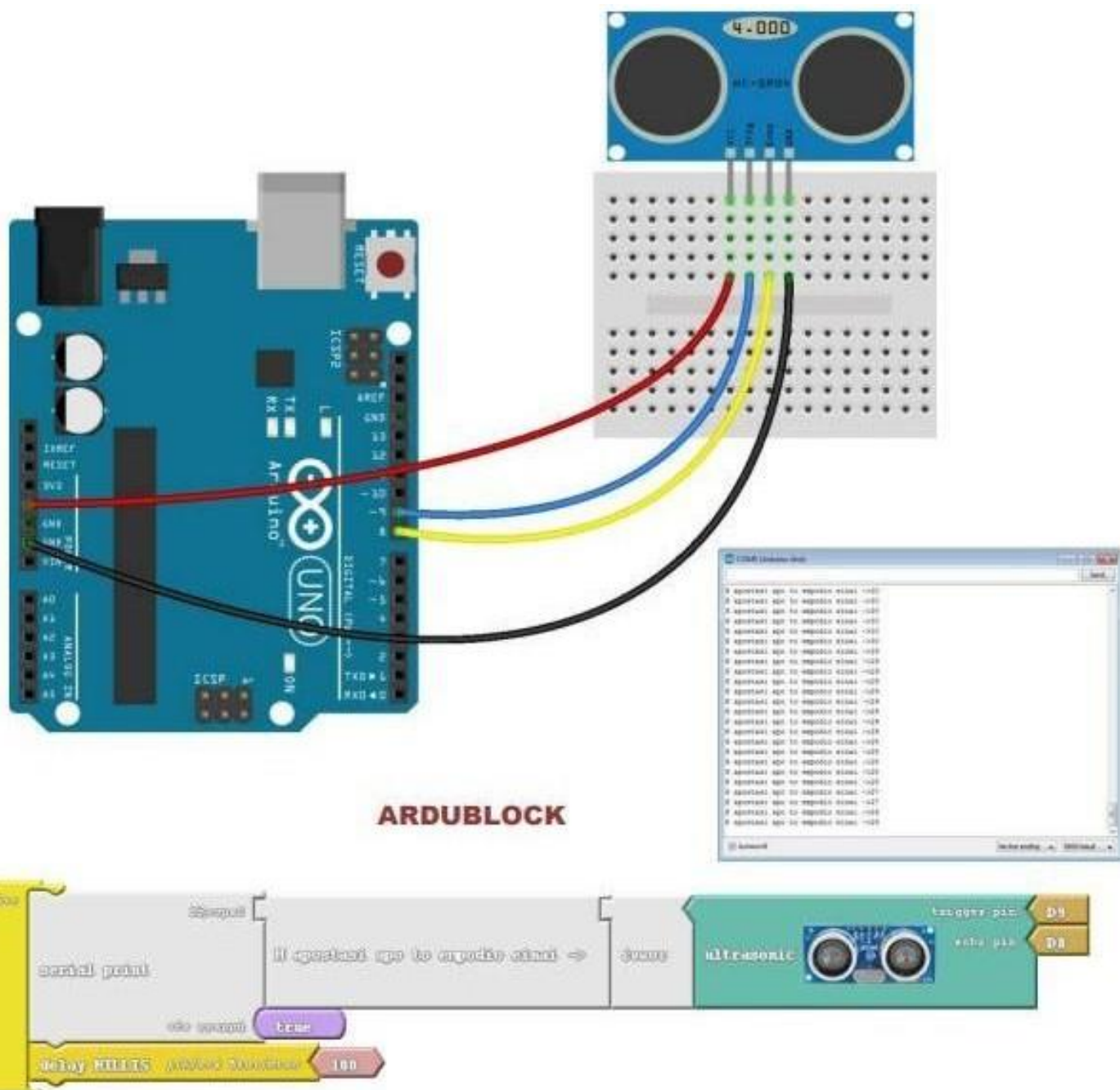
3) Παράδειγμα χρήσης του αισθητήρα μέτρησης απόστασης με υπερήχους για τον εντοπισμό εμποδίου από ένα ρομποτικό όχημα με χρήση Ardublock φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα 2.4.21:



```
ektos oriwn
ektos oriwn
ektos oriwn
```

```
int echoPin = 5; // Echo Pin stin 5
int trigPin = 4; // Trigger Pin stin 4
int maxperioxi = 150; //Maximum range
int minperioxi = 10; // Minimum range
void setup()
{
  pinMode(trigPin, OUTPUT); //ορισμός του trig ως ψηφιακή έξοδος
  pinMode(echoPin, INPUT); //ορισμός του echo ως ψηφιακή είσοδος
  Serial.begin( 9600);
}
void loop()
{
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2); // χρόνος αποκατάστασης της εξόδου trig στην κατάσταση LOW
  digitalWrite(trigPin, HIGH); // Ξεκινά η αποστολή σήματος
  delayMicroseconds(10); // Η διάρκεια της αποστολής σήματος
  digitalWrite(trigPin, LOW); // Σταματάει η αποστολή σήματος
  int metrisi = pulseIn(echoPin, HIGH); // Διάβασμα της διάρκειας του παλμού επιστροφής
  float apostasi = metrisi/58.14; // Μετατροπή της τιμής σε εκατοστά
  if (apostasi >= maxperioxi || apostasi <= minperioxi)
  {
    Serial.println("ektos oriwn");
    delay(100); // Καθυστέρηση 100ms μέχρι την επόμενη μέτρηση
  }
  else
  {
    Serial.print("apostasi=");
    Serial.println(apostasi); // Εκτύπωση της μέτρησης στην σειριακή
    delay(100); // Καθυστέρηση 100ms μέχρι την επόμενη μέτρηση
  }
}
//if
} //loop
```

Εικόνα 2.4.20 Προγραμματισμός σε text παραδείγματος 2



Εικόνα 2.4.21 Συνδεσμολογία και προγραμματισμός σε Ardublock παραδείγματος 3

(2.5 Τεχνολογία)

Σύμφωνα με το ΑΠΣ της Τεχνολογίας Γυμνασίου (Πράξη «Αναβάθμιση των Προγραμμάτων σπουδών και Δημιουργία Εκπαιδευτικού Υλικού Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης» - ΜΙΣ: 5035542), η Τεχνολογία χρησιμοποιείται ως η διαδικασία και ως προϊόν μέσω της σύνδεσής της με τις Επιστήμες και τις Τέχνες, τα Μαθηματικά, τη Μηχανική, τον «σχεδιασμό της μηχανικής/των μηχανικών», την CS, την CT

και τη διεπιστημονική/δια- επιστημονική ολιστική/ολοκληρωμένη εκπαίδευση STEAM (A: art). Στόχος η δημιουργία τεχνουργημάτων που είναι συμβατά με τους φυσικούς νόμους, ώστε να επιλυθεί ένα πραγματικό, συνήθως μη σαφώς ορισμένο, πρόβλημα, ενώ κατά τη διάρκεια κατασκευής του τεχνουργήματος διδάσκονται έννοιες των μαθηματικών και των επιστημών.

Για την επίλυση των προβλημάτων εφαρμόζεται η διαδικασία Τεχνικού Σχεδιασμού και το ανακαλυπτικό/διερευνητικό διδακτικό μοντέλο σε συνδυασμό με:

- τη δημιουργία προβλημάτων που εστιάζουν σε συγκεκριμένες θεματικές περιοχές (π.χ. δομές, ρομποτική, σχεδιασμός, ηλεκτρολογία, ηλεκτρονική κ.λπ.), οι οποίες θα αναδύουν όχι μόνο το περιεχόμενο των γνωστικών περιοχών αλλά και την πολυπλοκότητα και τη δομή του συστήματος που αναφέρεται το πρόβλημα, μέσω των εγκάρσιων εννοιών ώστε να υλοποιούνται η διεπιστημονική/δια-επιστημονική προσέγγιση και η «ολοκληρωμένη εκπαίδευση STEAM». Σύμφωνα με την NRC (2012a,b) οι επτά εγκάρσιες/διεπιστημονικές/επικαλυπτόμενες έννοιες για τις Επιστήμες και την Μηχανική, είναι οι :

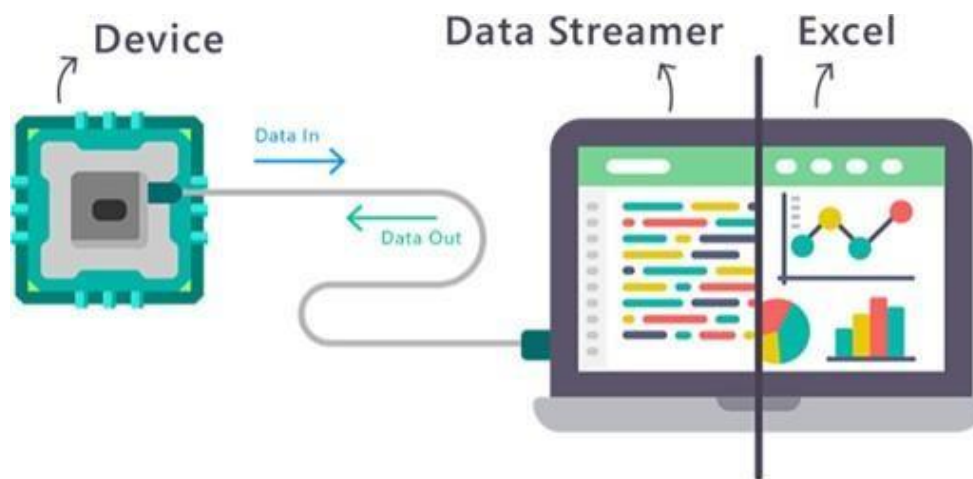
- 1) μοτίβα/pattern
- 2) αιτία-αποτέλεσμα: μηχανισμός και εξήγηση
- 3) κλίμακες, αναλογίες και ποσότητες
- 4) συστήματα και συστήματα μοντέλων
- 5) ενέργεια και ύλη : ροές, κύκλοι και διατήρηση
- 6) δομή και λειτουργία
- 7) σταθερότητα και αλλαγή

- την ανάδειξη και τον εντοπισμό των εγκάρσιων εννοιών/ιδεών στις θεματικές περιοχές
- την εφαρμογή διαστάσεων (έννοιες και πρακτικές) της CT σε συνδυασμό με τα Μαθηματικά, τις Φυσικές επιστήμες, τη Μηχανική και το «computing», για:
 - ✓ τη δημιουργία, συλλογή, ανάλυση, διαχείριση και οπτικοποίηση των δεδομένων
 - ✓ την ανάπτυξη μοντέλων που θα προσομοιωθούν
 - ✓ τη χρήση υπολογιστικών μεθόδων στη δημιουργία απλών υπολογιστικών αλγορίθμων για τον σχεδιασμό, την εύρεση και τη βελτιστοποίηση της λύσης
 - ✓ την ανακάλυψη της λειτουργίας των συστημάτων, των σχέσεων ανάμεσα στα μέρη ενός συστήματος, τη σύλληψη του συστήματος ως «όλου» και την «ανακάλυψη» της πολυπλοκότητας του συστήματος.
- την ανάπτυξη δεξιοτήτων προγραμματισμού
- την ανάπτυξη σχεδιασμού συστημάτων ως τεχνολογικών τεχνουργημάτων.

(2.6 Data streamer στο Microsoft Excel 365)

Το **MS-Excel** αναπτύχθηκε από τη Microsoft, ανήκει στην σουίτα Microsoft Office και είναι πρόγραμμα (υπο)λογιστικών φύλλων. Χρησιμοποιείται για την καταχώριση και διαχείριση αριθμητικών κυρίως δεδομένων και δίνει τη δυνατότητα παραγωγής γραφημάτων και συγκεντρωτικών πινάκων. Επίσης διαθέτει μία γλώσσα προγραμματισμού μακροεντολών την Visual Basic for Applications (VBA).

Το **Data Streamer** - έκδοσης 365 (<https://support.microsoft.com/en-us/office/what-is-data-streamer-1d52ffce-261c-4d7b-8017-89e8ee2b806f>): δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να μετακινούν δεδομένα από τον φυσικό κόσμο μέσα και έξω από το Excel. Λειτουργεί με τις μετρήσεις ενός αισθητήρα που συνδέεται με έναν μικροελεγκτή (πχ arduino, microbit) και το Excel, και εισάγει τους μαθητές στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) με βάση τα Δεδομένα.



Εικόνα 2.6 Data Streamer Ms Excel

Πώς δουλεύει

Το Data Streamer είναι μια αμφίδρομη μεταφορά δεδομένων για το Excel που μεταφέρει ζωντανά δεδομένα από έναν μικροελεγκτή στο Excel και στέλνει δεδομένα από το Excel πίσω στον μικροελεγκτή. Για να λάβουμε δεδομένα από έναν αισθητήρα σε ένα βιβλίο εργασίας του Excel, συνδέουμε τον αισθητήρα σε έναν μικροελεγκτή που είναι συνδεδεμένος σε υπολογιστή με Windows 10 ή Windows 11. Πρέπει επίσης να ενεργοποιηθεί το πρόσθετο Data Streamer του Excel και να ανοίξει ένα βιβλίο εργασίας.

Βήματα όπως αναφέρονται στο support της Microsoft:

1. Ενεργοποιούμε πρώτα το πρόσθετο του Data Streamer ως εξής :
 - i. Αρχείο > Επιλογές > Πρόσθετα.

- ii. Τα Πρόσθετα COM πρέπει να είναι επιλεγμένα στο πλαίσιο Διαχείριση και επιλέγουμε Μετάβαση.
 - iii. Έχουμε επιλέξει το πλαίσιο δίπλα στο πρόσθετο Microsoft Data Streamer για Excel. Αφού ενεργοποιηθεί το πρόσθετο, η καρτέλα Data Streamer θα εμφανιστεί στην κορδέλα.
2. Κάνουμε λήψη του κώδικα και συνδέουμε τον μικροελεγκτή στον υπολογιστή. Για να μπορέσουμε να οπτικοποιήσουμε ζωντανά τα δεδομένα, πρέπει να ανεβάσουμε τον κώδικα, που παίρνει τις μετρήσεις του αισθητήρα, στην πλακέτα του μικροελεγκτή μέσω του Arduino IDE. Η διαδικασία έχει ως εξής:
- i. Ο κώδικας λαμβάνεται από το σχέδιο μαθήματος Hacking STEM ή έχει υλοποιηθεί σε δικό μας sketch. Τρέχει στο πρόγραμμα Arduino.
 - ii. Εκεί επιλέγουμε: Εργαλεία > Θύρα > θύρα COM 3 ή άλλη (Arduino/Genuino Uno) στην οποία έχει συνδεθεί ο μικροελεγκτής
 - iii. Εργαλεία > Πλακέτα: Arduino/Genuino Uno και ανεβάζουμε το πρόγραμμα στον μικροελεγκτή
 - iv. Επιλέγουμε στο βιβλίο εργασίας Σύνδεση συσκευής (Arduino ή micro:bit). Η συσκευή θα εμφανιστεί αυτόματα αφού τη συνδέσουμε.
3. Ξεκινάμε το data streaming σε πραγματικό χρόνο και η σειρά έχει ως εξής:
- a. **Λήψη δεδομένων (Capturing Data)**
 - b. **Είσοδος δεδομένων (Data In)**
 - c. **Έξοδος δεδομένων (Data Out)**

d. **Καταγραφή Δεδομένων (Record Data)**

Αναλυτικά:

a. Start Data (καρτέλα Data Streamer). Τα δεδομένα θα μεταφερθούν στο φύλλο εργασίας

b. Το φύλλο Data In έχει τα δεδομένα που έχουν εισαχθεί στο βιβλίο εργασίας:

- Τρέχοντα δεδομένα (Current Data) - Η σειρά Τρέχοντα δεδομένα έχει τα τελευταία χρονικά δεδομένα (χρήση μόνο για ένα μόνο σημείο δεδομένων)
- Ιστορικά δεδομένα (Historical Data) - Ο πίνακας αυτός έχει μια σειρά σημείων δεδομένων:
 - ο Πρώτα τα νεότερα (Newest First) - Η επάνω σειρά εμφανίζει το πιο πρόσφατο σύνολο σημείων δεδομένων. Από εκεί, τα δεδομένα ρέουν στον πίνακα.
 - ο Νεότερο τελευταίο (Newest Last) - Η κάτω σειρά δείχνει το πιο πρόσφατο σύνολο σημείων δεδομένων. Από εκεί, τα δεδομένα ρέουν στον πίνακα.

c. Το φύλλο Data Out αποστέλλει τα δεδομένα (μεταβλητές ελέγχου, αριθμοί, κείμενο) πίσω στο μικροελεγκτή. Τα νέα δεδομένα θα σταλούν μόνο εάν υπάρξει αλλαγή στον επισημασμένο πίνακα δεδομένων.

d. Για καταγραφή των «ζωντανών» δεδομένων που προέρχονται από τη συσκευή κάνουμε Εγγραφή δεδομένων. Η εγγραφή θα ξεκινήσει αμέσως. Για να σταματήσουμε επιλέγουμε Διακοπή εγγραφής και ασφαλώς αποθηκεύουμε τα καταγεγραμμένα δεδομένα σε ένα αρχείο .csv: Για να αναπαράγουμε πάλι τα δεδομένα, αποσυνδεόμαστε (Πηγές δεδομένων >

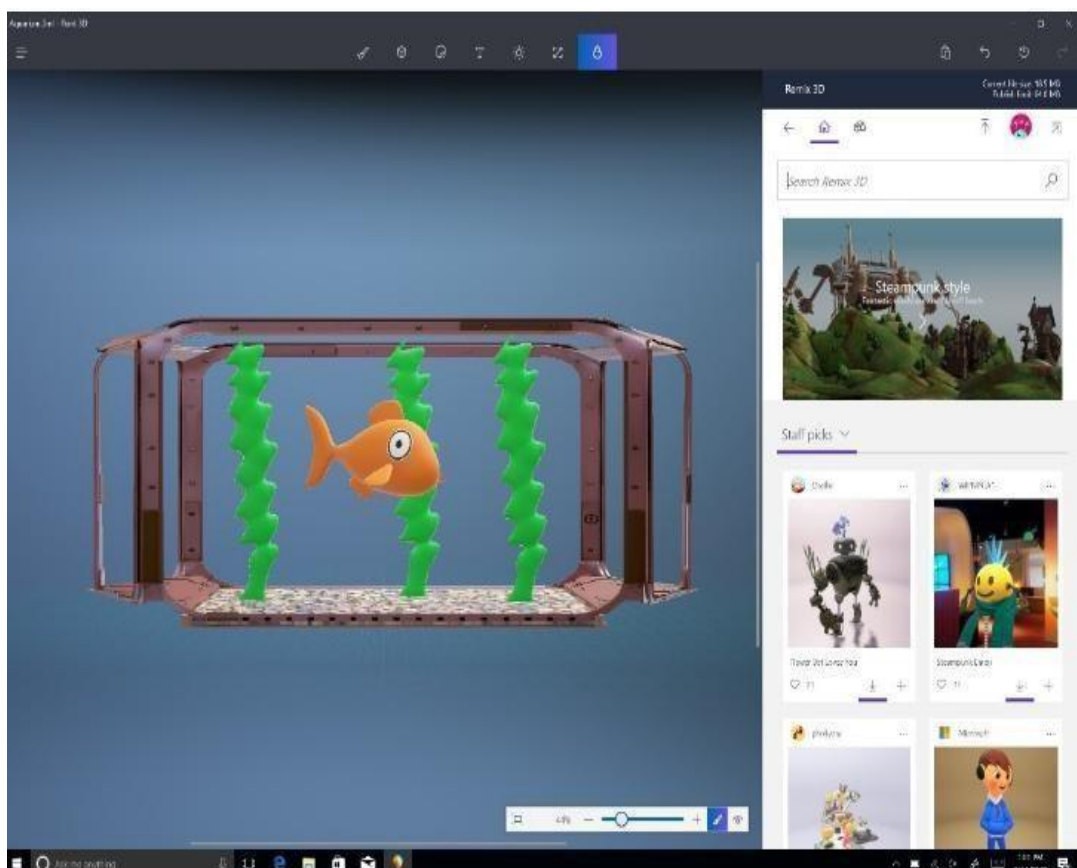
Αποσύνδεση συσκευής) και, στη συνέχεια, κάνουμε Εισαγωγή αρχείου δεδομένων.

(2.7 Paint 3D)

Το Paint 3D, σύμφωνα με το support 3D in Windows 10 (<https://support.microsoft.com/en-us/windows/3d-in-windows-10-b8a32d28-dacc-0312-a2b8-d6668f014365>), χρησιμοποιείται για τη βαφή, το μετασχηματισμό, τη μοντελοποίηση και την κοινή χρήση τρισδιάστατων αντικειμένων. Είναι η τελευταία εξέλιξη του κλασικού Paint (ζωγραφική), με νέα εργαλεία τέχνης για δοκιμή στον καμβά 2D ή των τρισδιάστατων αντικείμενων μας. Αξίζει να εξερευνήσουμε τα πινέλα και τα εργαλεία στο Paint 3D από το μενού Εργαλεία τέχνης. Αρχικά, επιλέγουμε ένα χρώμα από την παλέτα χρωμάτων ή χρησιμοποιούμε το σταγονόμετρο για να επιλέξουμε ένα χρώμα που βρίσκεται ήδη στον χώρο εργασίας. Εάν θέλουμε επιλέγουμε + Προσθήκη χρώματος και μετά ένα πινέλο για χρήση και ζωγραφική απευθείας στον καμβά. Εναλλακτικά, δοκιμάζουμε μερικά βασικά τρισδιάστατα αντικείμενα ή μοντέλα (όπως τα ψάρια) από το μενού 3D αντικείμενα. Τα περισσότερα από τα καλλιτεχνικά εργαλεία, όπως ο μαρκαδόρος και το μολύβι, μας επιτρέπουν να προσαρμόσουμε το πάχος και την αδιαφάνεια των πινέλων μας.

Είναι εύκολο να δημιουργήσουμε και να μεταμορφώσουμε τρισδιάστατα σχήματα στο Paint 3D. Για να δημιουργήσουμε έναν κύβο, έναν κύλινδρο ή άλλο βασικό αντικείμενο 3D, μεταβαίνουμε στο μενού 3D και επιλέγουμε από το «προφορτωμένο» σύνολο. Επιλέγουμε το τρισδιάστατο αντικείμενο που θέλουμε και, στη συνέχεια, κάνουμε κλικ και σύρουμε στον χώρο εργασίας για να το δημιουργήσουμε. Μόλις κατασκευαστεί το 3D αντικείμενο, θα εμφανιστεί ένα πλαίσιο γύρω από αυτό με ένα σύνολο

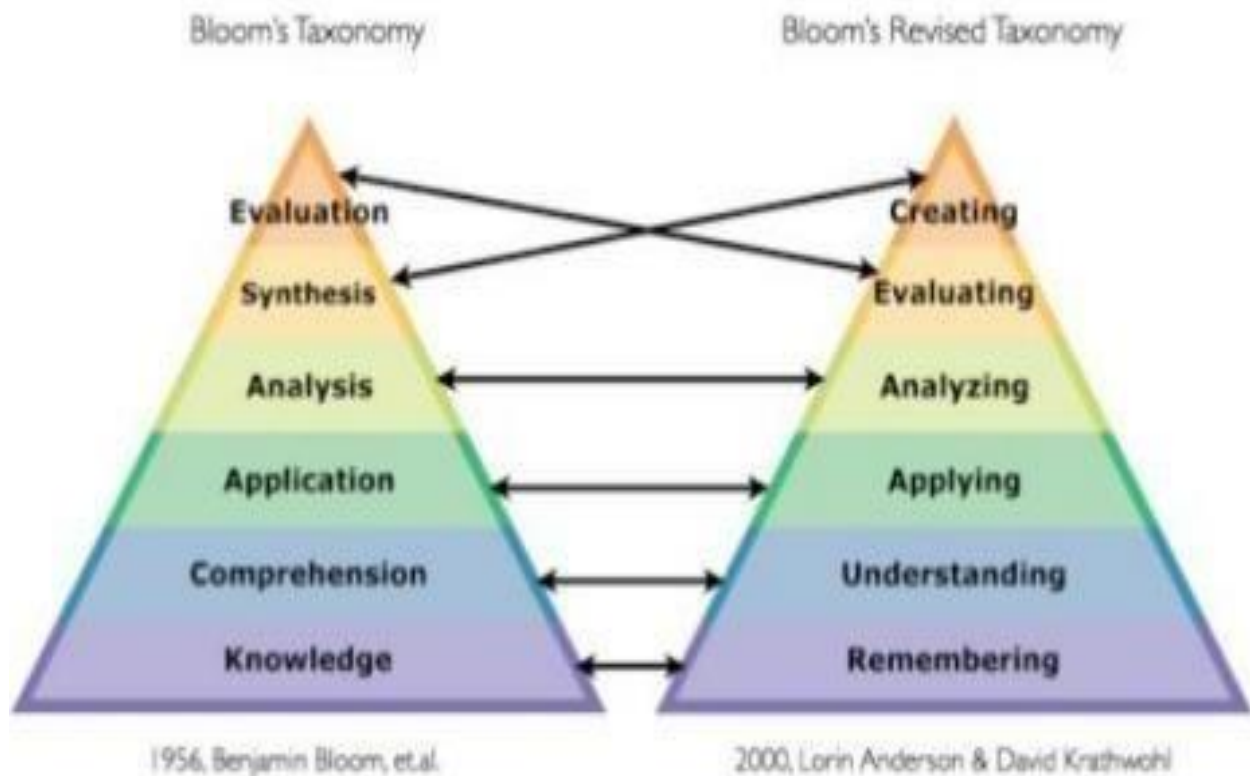
τεσσάρων εργαλείων χειρισμού. Χρησιμοποιώντας αυτά τα τέσσερα εργαλεία, μπορούμε να περιστρέψουμε τη γωνία του αντικειμένου, να το γυρίσουμε εμπρός και πίσω, να το περιστρέψουμε και να το μετακινήσουμε προς τα εμπρός και προς τα πίσω στο χώρο. Για να προσαρμόσουμε το βάθος του τρισδιάστατου αντικειμένου, πιάνουμε την άκρη του κουτιού και τραβάμε προς τα μέσα ή προς τα έξω. Κάνουμε κλικ στο αντικείμενο για να το επιλέξουμε και, στη συνέχεια, το σύρουμε γύρω από τον καμβά για να το μετακινήσουμε. Με (Ctrl+C) και (Ctrl+V) δημιουργούμε αντίγραφα, τα στοιβάζουμε το ένα πάνω στο άλλο, τα επανατοποθετούμε στο χώρο και μπορούμε να δημιουργήσουμε κάτι νέο.



Εικόνα 2.7 Paint 3D

(2.8 Τεχνικός Σχεδιασμός)

Ο Bloom (1956) δόμησε έξι επίπεδα που αφορούν της διεργασίες της γνώσης. Όμως το 2000 έγιναν κάποιες μετατροπές στο μοντέλο και χρησιμοποιήθηκαν ρήματα αντί των ουσιαστικών (Εικόνα 2.8.1)



Εικόνα 2.8.1 Ταξινόμια Bloom

Οι δραστηριότητες STEAM ακολουθούν την εποικοδομιστική μαθητοκεντρική προσέγγιση τοποθετώντας τον εκπαιδευτικό στη θέση του διευκολυντή-καθοδηγητή που βοηθά τους μαθητές να διερευνήσουν τα προς επίλυση προβλήματα και να οδηγηθούν μόνοι τους στη λύση. Οι ενδεδειγμένες προσεγγίσεις που μπορούν να επιλεγούν από τον εκπαιδευτικό είναι :

- Η διδακτική προσέγγιση της διερευνητικής μάθησης (Inquiry Based Learning, IBL)

- ✓ επιβεβαιωμένη
 - ✓ δομημένη
 - ✓ καθοδηγούμενη
 - ✓ ανοιχτή
- Η διδακτική προσέγγιση της διαδικασίας του Τεχνικού Σχεδιασμού (Engineering Design Process)
 - Η διδακτική προσέγγιση του Κύκλου Σχεδιασμού Προϊόντων
 - Η διδακτική προσέγγιση της μεθόδου επίλυσης προβλήματος (Problem Based Learning, PBL)
 - Η διδακτική προσέγγισης της μάθησης με έργο (Project Based Learning, PBL)

Σε πολλές των περιπτώσεων διδακτικές προσεγγίσεις που χρησιμοποιούν PhC με παράλληλη κατασκευή τεχνουργήματος η πλέον ενδεδειγμένη προσέγγιση είναι αυτή του Τεχνικού Σχεδιασμού.

Σύμφωνα με τους Κ. Καλοβρέκτη κá (2020) η διδακτική προσέγγιση του Τεχνικού Σχεδιασμού έχει τις βάσεις της σε διαδικασίες (όπως οι έρευνα, σχεδιασμός και έλεγχος) που εφαρμόζουν οι μηχανικοί ώστε να επιλύσουν ένα πρόβλημα και να σχεδιάσουν ένα σύστημα. Για το λόγο αυτόν ονομάζεται και διδακτική προσέγγιση του Σχεδιασμού των Μηχανικών.

Οι φάσεις υλοποίησης ενός διδακτικού σεναρίου στα πλαίσια του Τεχνικού Σχεδιασμού είναι:

1. Ο εκπαιδευτικός προσδιορίζει το προς επίλυση πρόβλημα που είναι συνήθως ασθενώς δομημένο και κάτω από ένα διαθεματικό πλαίσιο ώστε οι μαθητές να κατακτήσουν γνώση σε έννοιες διαφόρων γνωστικών αντικειμένων.

2. Οι μαθητές ερευνούν όλες τις πτυχές που προκύπτουν από τις ανάγκες του προβλήματος.
3. Οι μαθητές από το Διαδίκτυο συνήθως αναζητούν την ύπαρξη πιθανών λύσεων για την αντιμετώπιση του προβλήματος και υποβάλλουν στην ομάδα τους μέσω καταιγισμού ιδεών πιθανές λύσεις.
4. Συνήθως μπορεί να δοθούν περισσότερες από μία λύσεις. Οι μαθητές αφού έχουν ερευνήσει τις πιθανές λύσεις επιλέγουν ομόφωνα και αιτιολογούν τη βέλτιστη πιθανή λύση.
5. Οι μαθητές εφαρμόζουν τη λύση που έχουν επιλέξει. Χρησιμοποιούν δε υλικά έτσι ώστε να κατασκευάσουν ένα τεχνούργημα.
6. Οι μαθητές ελέγχουν τον βαθμό απόδοσης του τεχνουργήματος.
7. Κάθε μια ομάδα έχει αξιολογήσει και ελέγξει το τεχνούργημα και το παρουσιάζει στις υπόλοιπες ομάδες. Γίνεται ανταλλαγή πληροφοριών και παραγωγή εντύπου σε μορφή τεχνικού δελτίου.
8. Η κάθε μια ομάδα μπορεί να προβεί στον επανασχεδιασμό της λύσης για να αυξήσει το βαθμό απόδοσής της.



Εικόνα 2.8.2 Φάσεις Τεχνικού Σχεδιασμού

Κατά το σχεδιασμό του διδακτικού σεναρίου ο εκπαιδευτικός οφείλει να κάνει συγκεκριμένους και αυστηρά καθορισμένους τους:

- Γνωστικούς στόχους

Ενδεικτικοί γνωστικοί στόχοι, η κατάκτηση των οποίων αναμένεται κατά την εφαρμογή διδακτικής προσέγγισης μέσω PhC, είναι οι :

- ✓ εξοικείωση με το μικροελεγκτή Arduino, με Led, με αντιστάσεις, με αισθητήρες

- ✓ προγραμματισμός (συνδέουν το κύκλωμα και το προγραμματίζουν χρησιμοποιώντας δομές ακολουθίας/επιλογής/επανάληψης, μεταβλητές και διαδικασίες/συναρτήσεις)
- ✓ κατάκτηση και εφαρμογή εννοιών/νόμων φυσικής, μηχανικής κ.ά
- Στόχους Δεξιοτήτων

Ενδεικτικοί στόχοι δεξιοτήτων, η κατάκτηση των οποίων αναμένεται κατά την εφαρμογή διδακτικής προσέγγισης μέσω PhC, είναι οι μαθητές να:

- ✓ εμπλακούν στην πολυπλοκότητα και δημιουργία τεχνουργήματος
- ✓ αντιληφθούν την αλληλεπίδραση γνωστικών περιοχών Πληροφορικής - Μαθηματικών - Φυσικής - Τεχνολογίας - Τέχνης χρησιμοποιώντας μία «κοινή ιδέα» με στόχο την μεγιστοποίηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων των μαθητών όπως και της φαντασίας και της κινητοποίησης αυτών
- ✓ αναπτύξουν τα 4C's: κριτική σκέψη, δημιουργικότητα, επικοινωνία, συνεργασία
- ✓ είναι ικανοί να επιλύουν προβλήματα αυθεντικών καταστάσεων
- ✓ χρησιμοποιούν μεθοδολογίες επίλυσης προβλήματος για να επιλύουν απλά ή σύνθετα προβλήματα
- ✓ μπορούν να υλοποιούν προγράμματα που εξυπηρετούν τις λύσεις του προβλήματος και να διορθώνουν τα τυχόν λάθη που κάνουν κατά τη δημιουργία τους (εκσφαλμάτωση)
- ✓ συνεργάζονται ομαδικά και να παίρνουν αποφάσεις για την επίλυση ενός προβλήματος
- ✓ εκτελούν ένα πρόγραμμα και να αναστοχάζονται σε περίπτωση μη ολοκλήρωσής του με σκοπό την περαιτέρω βελτίωσή του
- ✓ να εξασκηθούν στη λεπτή κίνηση κατά την ενασχόληση με το Arduino

- Στόχους Στάσεων-Συμπεριφορών

Ενδεικτικοί στόχοι στάσεων-συμπεριφορών, η κατάκτηση των οποίων αναμένεται κατά την εφαρμογή διδακτικής προσέγγισης μέσω PhC, είναι οι μαθητές να:

- ✓ εκφράζουν και να διερευνούν τις ιδέες τους μέσω πειραματισμού και δοκιμών
- ✓ αποκτούν αυτοπεποίθηση στη σύνθεση προγραμμάτων
- ✓ βελτιώσουν τον αλγοριθμικό τρόπο σκέψης τους
- ✓ επιλύουν προβλήματα ομαδοσυνεργατικά (με καταμερισμό εργασίας, ανταλλαγή απόψεων και εμπειριών, βελτίωση λύσεων μέσα από αμοιβαίες ανατροφοδοτήσεις και ευγενή άμιλλα)
- ✓ αναπτύσσουν κοινωνικές και συναισθηματικές δεξιότητες
- ✓ παροτρυνθούν για προσανατολισμό σε STEAM επάγγελμα
- ✓ κινητοποιηθούν ομάδες μαθητών (όπως κορίτσια, μαθητές με χαμηλό κοινωνικό-οικονομικό υπόβαθρο κλπ.)
- ✓ ευαισθητοποιηθούν σε προβλήματα του πραγματικού κόσμου (πχ κλιματική αλλαγή) και να εμπλακούν σε αυθεντικές καταστάσεις αντιμετώπισης αυτών.

Τέλος, κατά Doran οι διδακτικοί στόχοι θα πρέπει να είναι SMART: Specific (Συγκεκριμένοι), Measurable (μετρήσιμοι), Attainable (επιτεύξιμοι), Relevant (σχετικοί), Time (χρονικά προσδιορισμένοι):

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 EXPLORE OCEAN DEPTHS

(3.1 Η διδακτική πρόταση του Hacking Stem)

Το Microsoft Education και το BBC Learning (microsoft.com/education/STEM-oceans) προσφέρουν μαθήματα STEM εμπνευσμένα από τους ωκεανούς και βασισμένα σε έρευνες που προκαλούν τους μαθητές να δημιουργήσουν ή να χρησιμοποιήσουν αισθητήρες, να μοντελοποιήσουν σε 3D, να αναλύσουν δεδομένα και να βιώσουν την μικτή πραγματικότητα. Χρησιμοποιώντας προσιτές, πρακτικές, ευθυγραμμισμένες με τα πρότυπα δραστηριότητες STEM, οι μαθητές ανακαλύπτουν ωκεάνια φαινόμενα: Πώς χρησιμοποιούν οι άνθρωποι τον ήχο για να εξερευνήσουν τον ωκεανό και τους κατοίκους του;

Επιχειρείται λοιπόν η αξιοποίηση του Hacking stem - explore ocean depths (<https://docs.microsoft.com/en-us/training/educator-center/instructor-materials/explore-ocean-depths>) και ο εμπλουτισμός του με πρόσθετες δραστηριότητες για τη μελέτη των ωκεανών : Σε όλη την ιστορία, οι άνθρωποι κατά κύριο λόγο έχουν κατανοήσει και χρησιμοποιήσει τον ωκεανό από την επιφάνεια μέχρι τα 200 πόδια. Ωστόσο, καθώς οι ανάγκες του πλανήτη εξελίσσονται, η απέραντη ερημιά των ωκεανών μας μπορεί να κρατά τα κλειδιά για πολλές απαντήσεις για τον πλανήτη και την ανθρώπινη επιβίωση. Επειδή το αλμυρό νερό αποτελεί εμπόδιο στις περισσότερες μορφές τεχνολογίας υποβρύχιας χαρτογράφησης, ακόμη και δορυφόροι υψηλής τεχνολογίας δεν μπορούν να χαρτογραφήσουν αποτελεσματικά τον πυθμένα του ωκεανού. Σε αυτό το μάθημα, χρησιμοποιούνται τεχνικές από πραγματικούς θαλάσσιους γεωλόγους που χρησιμοποιούν τεχνολογία ηχητικών κυμάτων.

(3.1.α Ένταξη του μαθήματος στη διδασκαλία)

Ομάδα – Στόχος : Μαθητές Α' Λυκείου (πρώτα μαθήματα Α' τετραμήνου)

Μάθημα : Εφαρμογές Πληροφορικής

Τίτλος : Πώς μπορούμε να μελετήσουμε τι κρύβεται κάτω από την επιφάνεια των αχανών ωκεανών μας;

Διάρκεια : 7-8 διδακτικές ώρες

Προϋπάρχουσες γνώσεις

Οι μαθητές έχουν στοιχειώδεις γνώσεις προγραμματισμού, από το Δημοτικό και το Γυμνάσιο, κυρίως μέσα από Logo - like περιβάλλοντα (MicroWorlds Pro, Scratch, Pencil Code) και γνωρίζουν βασικά στοιχεία για τη συνδεσμολογία του Arduino από τα εργαστήρια δεξιοτήτων, θεματικός κύκλος «Δημιουργώ και Καινοτομώ», κυρίως από τον τομέα «STEM / Εκπαιδευτική Ρομποτική» και από το μάθημα της Πληροφορικής. Επίσης, γνωρίζουν βασικά στοιχεία για τη συνδεσμολογία του Arduino από τα Εργαστήρια Δεξιοτήτων και το μάθημα της Πληροφορικής. Όσον αφορά τα υπολογιστικά φύλλα έχουν διδαχθεί μέσω του MS Excel ή Libre Office Calc πώς να καταχωρούν αριθμητικά δεδομένα και να δημιουργούν γραφήματα στο μάθημα Πληροφορικής Β' Γυμνασίου. Στο μάθημα Εφαρμογές Πληροφορικής Α' Λυκείου έρχονται σε επαφή με το App Inventor ενώ παράλληλα κάποιες ώρες του ΑΠΣ διατίθενται σε PhC. Όσον αφορά την Φυσική-Χημεία και την Τεχνολογία έχουν διδαχθεί στο Γυμνάσιο έννοιες όπως η Άνωση - επίπλευση (Αρχή του Αρχιμήδη), πυκνότητα, τον τύπο της ταχύτητας $u=s/t$ και έχουν κάνει κατασκευές ή μακέτες.

Οργάνωση τάξης και διδακτικό συμβόλαιο

Το μάθημα θα πραγματοποιηθεί στο σχολικό εργαστήριο πληροφορικής. Κατά την πορεία του μαθήματος ο εκπαιδευτικός παρεμβαίνει, ενημερώνει και καθοδηγεί τους μαθητές όπου κρίνεται απαραίτητο. Κατά την διερεύνηση και ενώ οι μαθητές βρίσκονται στην φάση κατασκευής της

μακέτας αλλά και κατά την κατασκευή του Arduino θα χρησιμοποιηθεί ένας υπολογιστής ανά 2-3 μαθητές όπου συνεργατικά θα υλοποιούν τις δραστηριότητες.

Συνοπτικά:

- ομάδες 2-3 ατόμων στο εργαστήριο πληροφορικής
- τήρηση κανόνων εργαστηρίου πληροφορικής
- σεβασμός-αλληλεγγύη-συνεργασία-άμιλλα
- οργάνωση-σωστός καταμερισμός-χρονική οριοθέτηση-συμφωνία των μελών ως προς τη συνεργασία

Υλικοτεχνική Υποδομή

- Σταθμοί εργασίας με σύνδεση Internet (λογαριασμοί tinkercad, google)
- Λογισμικό Arduino, Microsoft Excel 365, paint3D, MS windows 10/11
- Arduino μικροελεγκτής (με breadboard, καλώδια, ultrasonic sensor κλπ)
- Υλικά που περιγράφονται ξεχωριστά στα φύλλα εργασίας για τις μακέτες

Διδακτική προσέγγιση

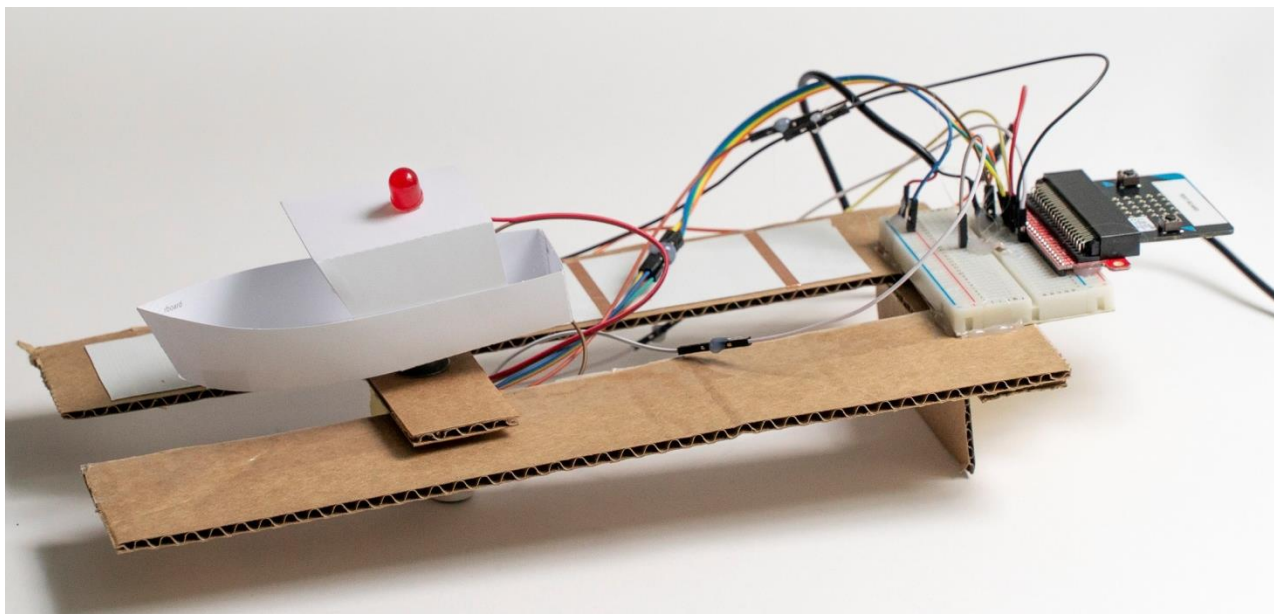
Υιοθετούνται οι βασικές ιδέες των Vygotsky, Piaget και του Papert (Alanazi, A.,2016), σύμφωνα με τις οποίες, μέσα από μία καλά εννοησιμότητα δραστηριότητα (αυτή του hacking stem στη διδακτική μας πρόταση), οι μαθητές μπορούν να οικοδομήσουν τις γνώσεις τους (εποικοδομισμός). Επιπλέον, χρησιμοποιούμε σαν μαθητοκεντρική

προσέγγιση αυτή του Τεχνικού Σχεδιασμού όπου ο μαθητής υιοθετεί έναν ενεργό ρόλο ερευνητή που έχει ως στόχο να ανακαλύψει πληροφορίες και γνώσεις από διάφορες θεματικές περιοχές και να εφαρμόσει γνώσεις από πολλαπλούς κλάδους ώστε να αποκτήσει μια ουσιαστική κατανόηση για το πρόβλημα που διερευνά: την εξερεύνηση του βυθού. Οι μαθητές προκειμένου να απαντήσουν στα ερωτήματα ή να κατασκευάσουν το τεχνούργημα: παρατηρούν, κάνουν υποθέσεις, διατυπώνουν ερωτήσεις, συγκεντρώνουν πληροφορίες, πειραματίζονται (υπολογιστικό πείραμα), ανταλλάσσουν απόψεις, ελέγχουν την ορθότητα ή μη των υποθέσεών τους, βρίσκουν εναλλακτικές λύσεις, βγάζουν συμπεράσματα και τέλος παρουσιάζουν τις απαντήσεις τους και τα έργα τους (γραφικές αναπαραστάσεις, μετρήσεις, τεχνούργημα).

Επέκταση-Διασύνδεση εννοιών

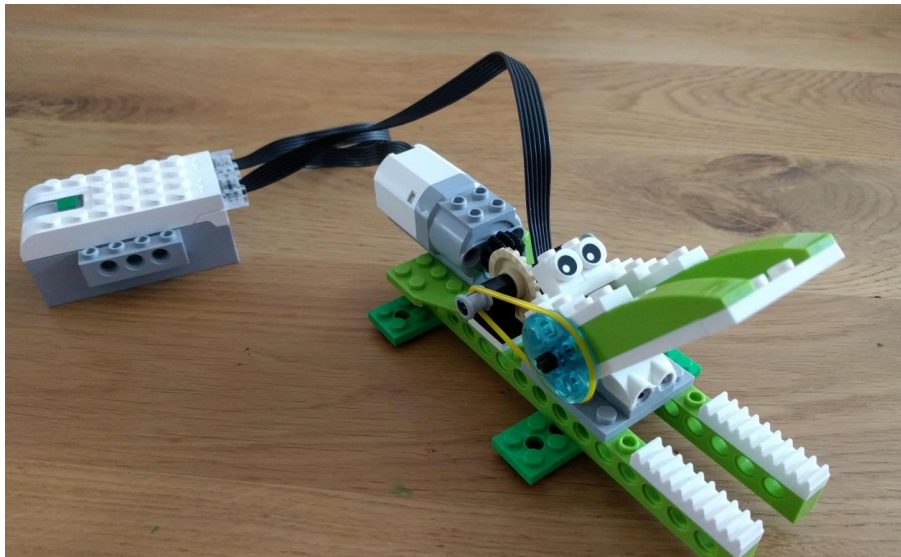
Το παρόν μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης και σε μικρότερες τάξεις του δημοτικού με χρήση του μικροελεγκτή microbit αντί του Arduino (Εικόνα 3.1.α).

Αρχικά μπορεί να γίνει συζήτηση για τον κύκλο του νερού που αποτελεί βασική διδακτική πρόταση στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση για να δώσει στους μαθητές να καταλάβουν τον τρόπο με τον οποίο το νερό μετατρέπεται σε αέριο (εξάτμιση στον ουρανό) και ξανά σε υγρό (δημιουργία σύννεφων, βροχή και υγροποίηση).



Εικόνα 3.1.α Επέκταση διδακτικού σεναρίου στο Δημοτικό με microbit

Προτείνεται η κινητοποίηση των μαθητών με Ρομποτικές κατασκευές που σχετίζονται με το υδάτινο στοιχείο (lego wedo 2 <https://education.lego.com/en-us/lessons?products=WeDo+2.0+Core+Set> – προγραμματισμός lego ή scratch) και η ευαισθητοποίησή τους για το πώς η κλιματική αλλαγή και η ανθρώπινη παρέμβαση θα επηρεάσει το ζωικό και φυτικό βασίλειο των ωκεανών μέσω: α) Αναφοράς σε ζωικό και φυτικό βασίλειο ωκεανών (πχ ρομποτικές κατασκευές θηραμάτων και θηρευτών) β) Σκέψεων: Πώς αυτά πλήττονται από ανθρώπινες παρεμβάσεις; Ποιοι είναι οι κίνδυνοι που θα αντιμετωπίσουν τα θαλάσσια ύδατα από την ανθρώπινη συμπεριφορά; Θα επιφέρει μακροπρόθεσμα κλιματική αλλαγή (πχ με ρομποτική κατασκευή οχήματος που καθαρίζει από το πλαστικό τον ωκεανό). Ως παράδειγμα μπορεί να δώσει ο εκπαιδευτικός τα σχέδια κατασκευής ενός αλιγάτορα και οι μαθητές θα αλλάξουν την κατασκευή ώστε να είναι ψάρι που έχει αισθητήρα απόστασης για να ανοιγοκλείνει το στόμα με εντολές lego (μικρότερες τάξεις) ή scratch (μεγαλύτερες τάξεις).



Εικόνα 3.1.β Κατασκευή wedo 2 στο δημοτικό

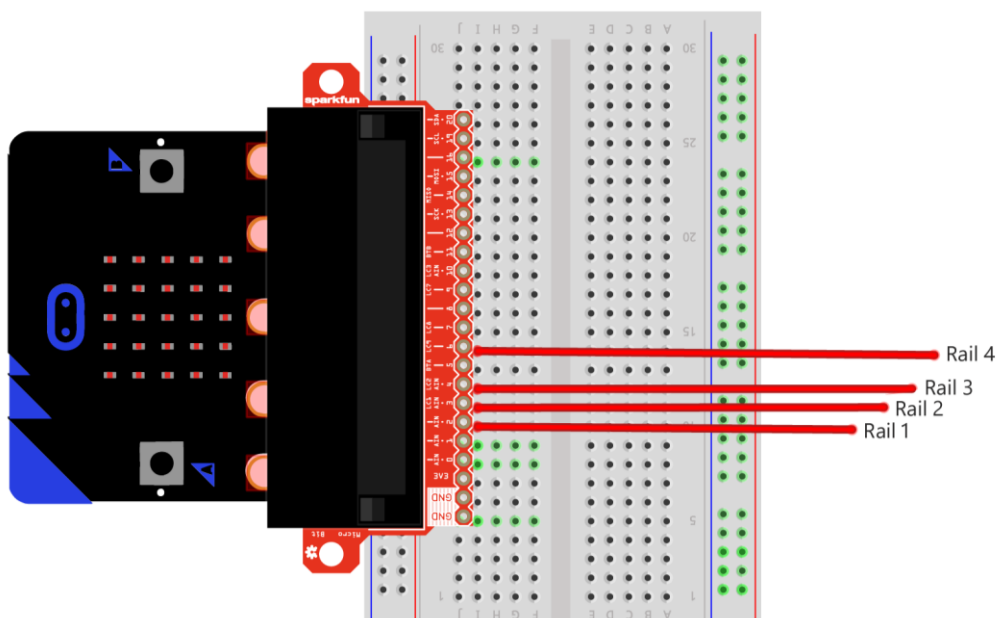


Εικόνα 3.1.γ1 Προγραμματισμός lego



Εικόνες 3.1.γ2 Προγραμματισμός scratch

Τέλος, οι φάσεις του hacking stem - explore ocean depths, όπως αναλύονται παρακάτω, μπορούν να προσαρμοσθούν από τον εκπαιδευτικό κατάλληλα στην ηλικιακή ομάδα των μικρών μαθητών και να χρησιμοποιηθεί το microbit για τον προγραμματισμό του τεχνουργήματος.



Εικόνα 3.1.δ μικροελεγκτής microbit στο explore ocean depths

Προστιθέμενη αξία Λογισμικού / Τεχνολογίας

Το Arduino και οι unplugged διδακτικές προτάσεις του Hacking stem παρέχουν σε κάθε εκπαιδευτικό έναν πρωτοποριακό τρόπο παραγωγής εκπαιδευτικού υλικού, προσομοιώσεων, οπτικοποιήσεων και μοντελοποίησης. Αυτό φέρνει καινοτομία στην προσέγγιση δυσνόητων εννοιών της Επιστήμης ενώ ταυτόχρονα κάνει τον προγραμματισμό περισσότερο ενδιαφέροντα για τους μαθητές. Παράλληλα, το λογισμικό Tinkercad μπορεί να λειτουργήσει επικουρικά στην υπέρβαση των δυσκολιών που συναντούν οι μαθητές. Οι μαθητές γίνονται δημιουργικοί και κινητοποιούνται όταν η φαντασία και οι ιδέες τους παίρνουν μορφή μέσω βιωματικών προσεγγίσεων του hacking stem project. Επιπλέον, η έρευνα υποστηρίζει ότι τέτοιου είδους δραστηριότητες που διεξάγονται με τη χρήση της τεχνολογίας εξιτάρουν τους μαθητές ακόμη και αυτούς που έχουν μαθησιακές δυσκολίες, ΔΕΠΥ ή αυτισμό. Οι τελευταίοι πέρα από τα μαθησιακά αποτελέσματα παρουσιάζουν βελτίωση ως προς τη συγκέντρωση, την οργάνωση και την επικοινωνία. Τέλος, η διδασκαλία με χρήση λογισμικού/τεχνολογίας είναι απαλλαγμένη από «αποστήθιση» και παρωχημένες τακτικές, παρέχει καλύτερη αντίληψη του «πραγματικού» κόσμου, καλλιεργεί την πολυαισθητηριακή προσέγγιση και τη λεπτή κίνηση.

Πρόβλεψη Δυσκολιών

Οι μαθητές αναμένεται να αντιμετωπίσουν δυσκολίες στην έννοια της κλίμακας, στην κατασκευή της τελικής μακέτας και κατά την χρήση του υλικού (κυρίως κοριτσιών), στη σύνταξη κειμενικών εντολών στο Arduino (π.χ. χρήση «;» στο τέλος των εντολών) και προβλήματα στη σωστή συνδεσμολογία των αισθητήρων.

Διδακτικός θόρυβος

Προβλήματα κατά την υλοποίηση του project μπορούν να προκύψουν από:

- την ανεπαρκή υποδομή-πόροι (arduino kit για όλες τις ομάδες)
- τη χαμηλή ταχύτητα ίντερνετ
- λογισμικά και λειτουργικά συστήματα παλαιότερης εποχής ή λογισμικά ανοιχτού κώδικα (πχ LibreOffice αντί Ms Office 365, paint αντί paint 3D)
- τις διάφορες διαφωνίες που θα προκύψουν στην ομάδα (στόχος η δημοκρατική αρχηγία ή η ισότιμη συμμετοχή)
- τις βλάβες Η/Υ - πλακέτας - υλικών (το λογισμικό πρέπει να έχει προεγκατασταθεί από τον υπεύθυνο εργαστηρίου)
- τις λίγες ώρες διαθέσιμες στα πλαίσια της σχολικής ζωής
- τις δυσκολίες στην ομάδα λόγω covid 19 (εγγύτητα - χρήση μάσκας, αερισμός χώρου).
- Οι λογαριασμοί που επιτρέπεται να έχουν οι μαθητές είναι εντός του Πανελλήνιου Σχολικού Δικτύου (ΠΣΔ) και ως εκ τούτου η εγγραφή τους στην google ώστε να μπορέσουν να έχουν πρόσβαση στο tinkercad (που προτείνεται για τις δοκιμές της συνδεσμολογίας και της σύνταξης προγράμματος) γίνεται με ευθύνη του καθηγητή. Η google όταν αναγνωρίσει είσοδο από άλλη συσκευή ζητάει μία διαδικασία επαλήθευσης που δυσχεραίνει ιδιαίτερα την εκπαιδευτική διαδικασία.

(3.1.β Φάσεις διδασκαλίας)

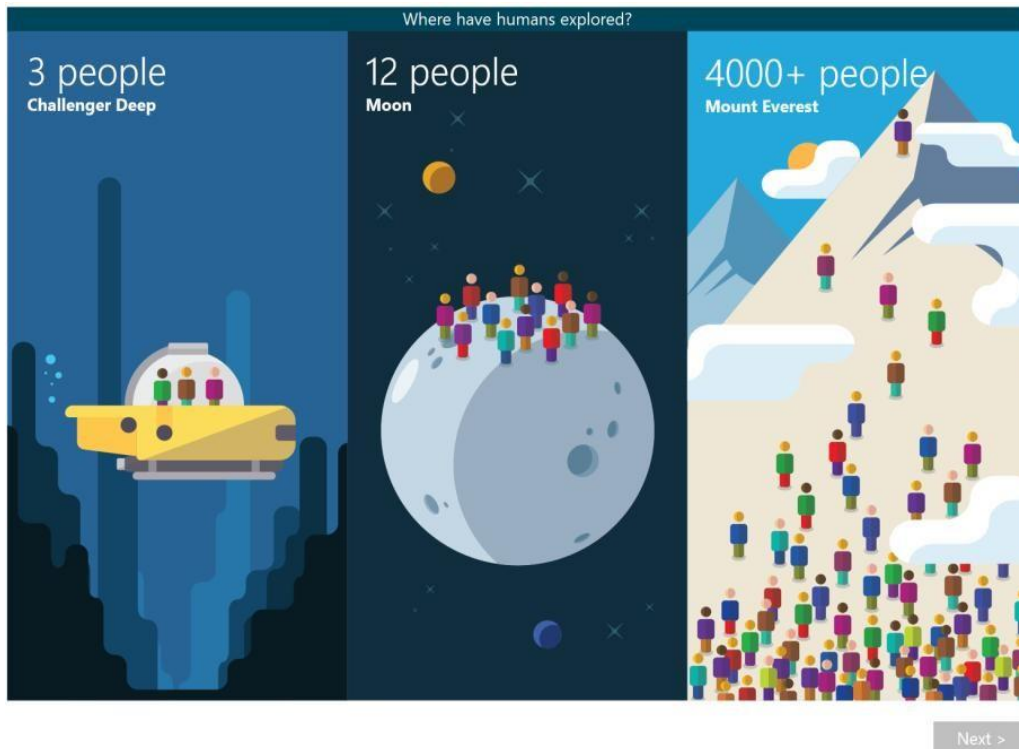
1η ΦΑΣΗ : ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Δραστηριότητα 1.1 (5min)

Παρουσίαση του προβλήματος εξερεύνησης του βυθού : «Μια παγκόσμια περιβαλλοντική υπηρεσία μόλις ενέκρινε την επιχορήγηση της ομάδας σας για την εξερεύνηση της τελευταίας χαρτογράφησης άγριας φύσης της Γης — τα βάθη των ωκεανών. Παρά την πρόοδο της τεχνολογίας, η χαρτογράφηση του βυθού των ωκεανών είναι δύσκολη. Στην πραγματικότητα, γνωρίζουμε περισσότερα για την επιφάνεια της Σελήνης και του Άρη παρά για τον πυθμένα του ωκεανού του πλανήτη μας. Η καλύτερη κατανόηση του ωκεανού θα μπορούσε να μας βοηθήσει να μάθουμε περισσότερα για τις ιδιότητες των τσουνάμι, να αποκτήσουμε γνώσεις σχετικά με τον καιρό και να ανακαλύψουμε άγνωστα θαλάσσια είδη. Το ερώτημα που σκοπεύετε να εξερευνήσετε εσείς και η ομάδα θαλάσσιων γεωλόγων σας: **Πώς μπορούμε να μελετήσουμε τι κρύβεται κάτω από την επιφάνεια των αχανών ωκεανών μας;** Η αποστολή σας : Συνεργαστείτε με την ομάδα επιστημόνων, μαθηματικών και μηχανικών σας για την έρευνα τεχνολογίας ηχητικών κυμάτων για ωκεάνια έρευνα. Χρησιμοποιήστε αυτήν την τεχνολογία για να εξερευνήσετε περιοχές όπου περιμένουν νέες και συναρπαστικές ανακαλύψεις. Η συνεισφορά σας έχει τη δυνατότητα να επηρεάσει θετικά τη σημερινή κοινωνία και να ξεκλειδώσει τα μυστήρια των ωκεανών μας. »

Έναυσμα- βίντεο : BBC Learning How deep is the ocean (<https://learn.microsoft.com/en-us/training/educator-center/instructor-materials/explore-ocean-depths>)

Ερώτημα: Γνωρίζατε ότι λιγότεροι άνθρωποι έχουν πάει στο βαθύτερο μέρος της Γης από τη Σελήνη; Διαπίστωση ότι τα μεγάλα βάθη των ωκεανών εξερεύνησαν μόνο 3 άνθρωποι ενώ στο φεγγάρι έχουν ταξιδέψει 12! (φύλλο εργασίας Where have humans explored)



Εικόνα 3.1 Where have humans explored

Δραστηριότητα 1.2 (5min)

Ο καθηγητής εφαρμόζει καταιγιισμό ιδεών βάσει των εξής πληροφοριών (<http://www.seasky.org/ocean-exploration/ocean-timeline-menu.html>):

Σε όλη την ιστορία, οι άνθρωποι αναρωτιόντουσαν πόσο βαθύς είναι ο ωκεανός. Η αναζήτηση για την ανάπτυξη τεχνολογίας για την απάντηση σε αυτό το ερώτημα ξεκίνησε ήδη από το 5000 π.Χ. με πρώιμα καταδυτικά και ιστιοφόρα σκάφη. Μέχρι το 1600 δοκιμάστηκε το πρώτο υποβρύχιο και μέχρι το 1800 οι τεχνικές πρόοδοι οδήγησαν στην ανακάλυψη της ζωής στα βαθιά. Ο 20ός αιώνας έφερε τη χαρτογράφηση του βυθού των ωκεανών και μια κάθοδο ρεκόρ στα 10.911 μέτρα το 1960. Από το 2018, μόνο το 5 με 15 τοις εκατό του πυθμένα του ωκεανού έχει χαρτογραφηθεί λεπτομερώς. Οι ωκεανογράφοι συνεχίζουν να επιδιώκουν ενεργά καινοτόμες τεχνολογίες για να εξερευνήσουν τους ωκεανούς μας.

Ο καθηγητής δίνει στη διάθεση των μαθητών το βιβλίο εργασίας με την οπτικοποίηση των δεδομένων ύψους ορών και βάθους τάφρων:

<https://aka.ms/stem-oceans-depths-understand-bigdataworkbook/en>

Οι μαθητές στο αντίστοιχο φύλλο εργασίας Compare oceans and peaks συγκρίνουν τις 8 κορυφές από διαφορετικές ηπείρους και με τις βαθύτερες τάφρους στον κόσμο. Το φύλλο εργασίας δίνει στοιχεία γεωγραφικά και ενώ παράλληλα οπτικοποιεί : πώς θα χωρούσε κάθε βουνοκορφή μέσα στην τάφρο;

Δραστηριότητα 1.3 (5min)

Οι μαθητές στο αντίστοιχο φύλλο εργασίας World's Top Peaks and Trenches μελετούν τις 25 υψηλότερες κορυφές και τις 25 βαθύτερες τάφρους του κόσμου.

Μετά τη μελέτη του βιβλίου εργασίας για τα ακραία ύψη και βάθη οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν στις εξής ερωτήσεις :

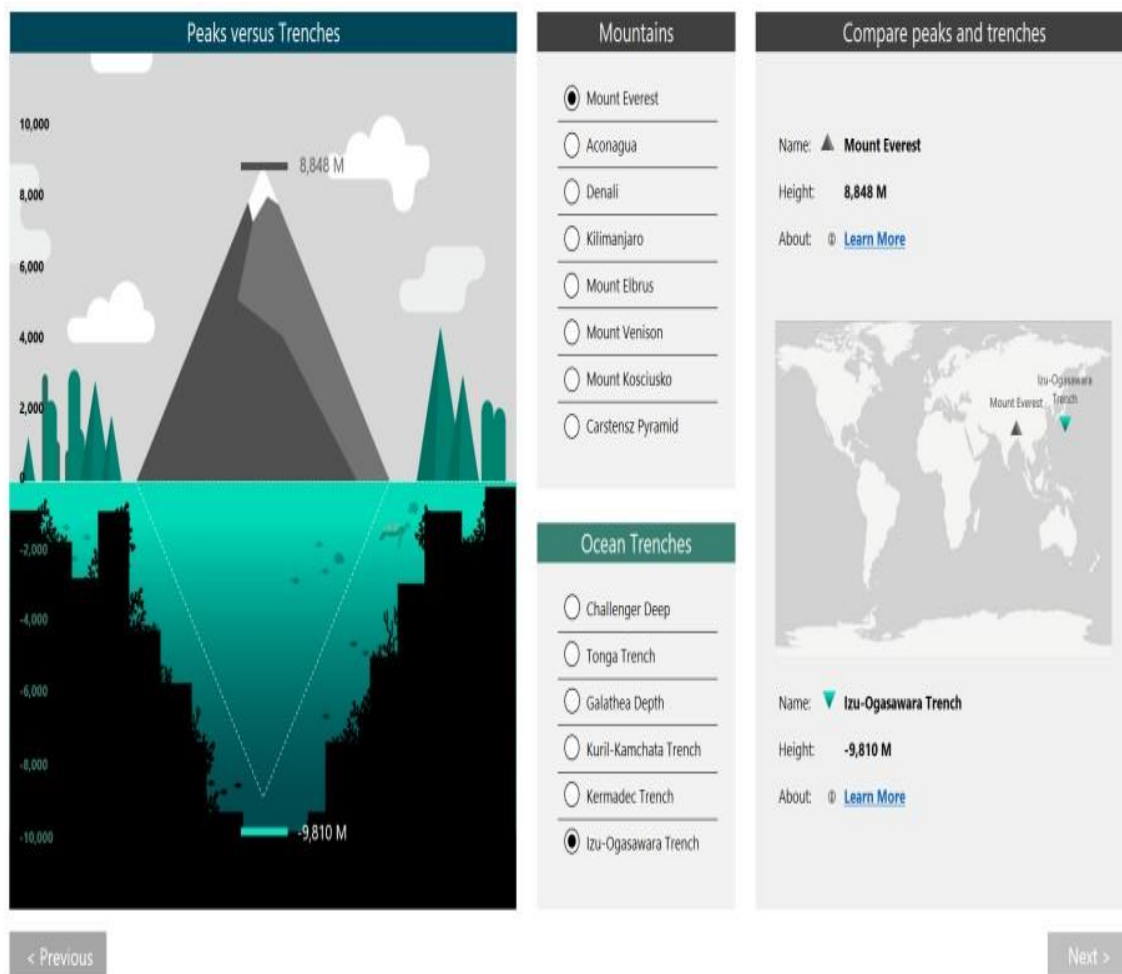
- Πώς συγκρίνονται τα υψηλότερα σημεία στις ηπείρους της Γης με τα βαθύτερα μέρη των ωκεανών;

- Τι είναι πιο δύσκολο για τον άνθρωπο να εξερευνήσει:

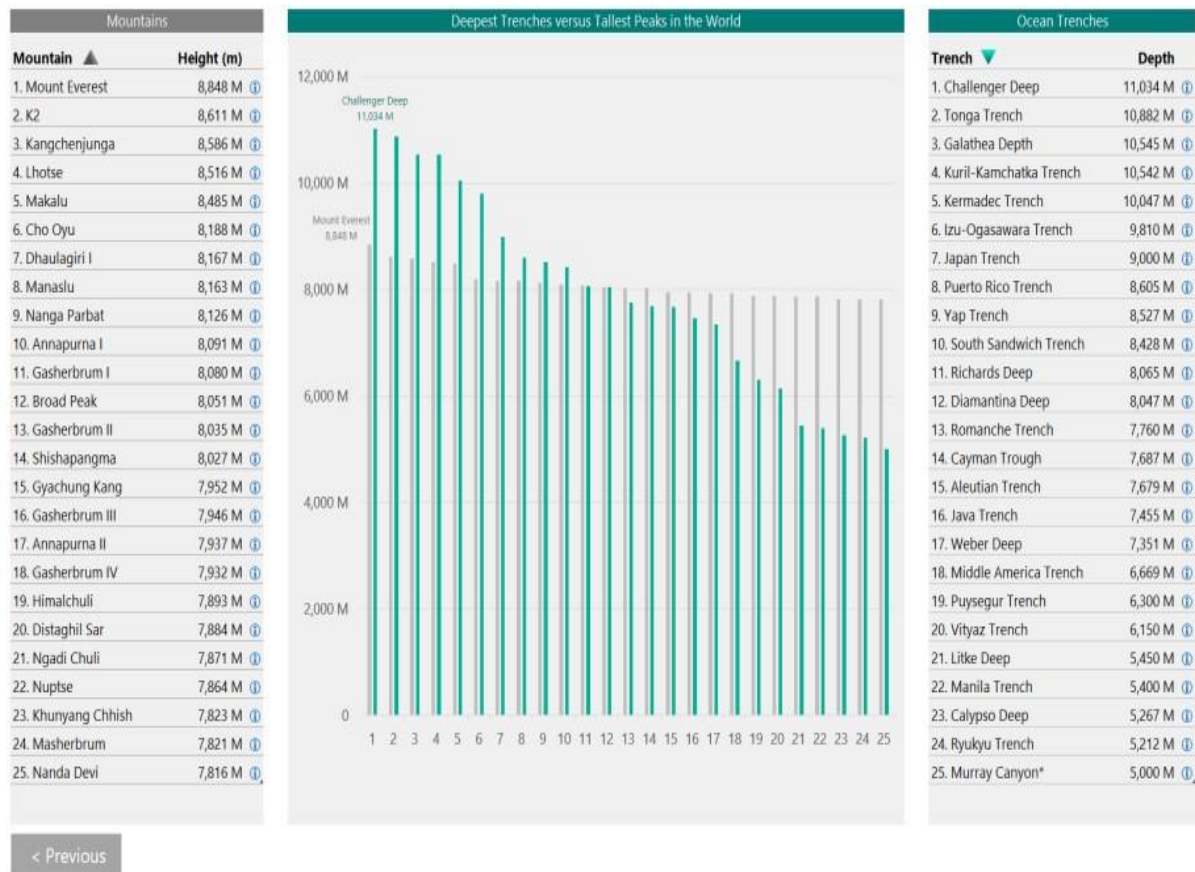
A. τα υψηλότερα σημεία στη Γη,

B. το περπάτημα στην επιφάνεια της Σελήνης ή

Γ. το να πάει στα βαθύτερα μέρη του ωκεανού;



Εικόνα 3.2 Compare oceans and peaks



Εικόνα 3.3 World's Top Peaks and Trenches

2η ΦΑΣΗ: ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΙΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Δραστηριότητα 2.1 (15min)

Μέσω της παρουσίασης Sonar powerpoint.pptx (<https://aka.ms/stem-oceans-depths-understand-sonarppt/en> - εξελληνισμένη έκδοση https://docs.google.com/presentation/d/1QpMz1JRfaVB9leC_x-Byso8q4O4SvP5E/edit?usp=sharing&ouid=112290902602270998285&rtpof=true&sd=true) ο εκπαιδευτικός παρεμβαίνει και προετοιμάζει τους μαθητές ώστε με τις επόμενες δραστηριότητες να διερευνήσουν αφενός το σόναρ και να μοντελοποιήσουν τον πυθμένα του ωκεανού ως πρώτη προσέγγιση σε ένα «κουτί παπουτσιών», δραστηριότητες που θα αναλυθούν σε επόμενα βήματα. Πριν την παρέμβαση κάνει εισαγωγή με τα ερωτήματα :

- Πώς ταξιδεύουν τα ηχητικά κύματα;
- Πώς χαρτογραφούν οι θαλάσσιοι γεωλόγοι τα βάθη του βυθού του ωκεανού;
- Πώς διαφέρουν μεταξύ τους οι θαλάσσιοι οργανισμοί που ζουν σε διαφορετικά βάθη;
- Γιατί είναι σημαντικό για τους ανθρώπους να χαρτογραφούν τον πυθμένα του ωκεανού;
- Πώς αισθάνονται οι οργανισμοί την απόστασή τους από αντικείμενα που δεν μπορούν να δουν;

Οι μαθητές ενημερώνονται από την παρουσίαση για το βιοσόναρ, το παθητικό και το ενεργητικό, τους μηχανισμούς με τους οποίους ορισμένα ψάρια ανιχνεύουν τα θηράματά τους ή ξεφεύγουν από τους θηρευτές τους καθώς επίσης και για την χρήση της τεχνολογίας σόναρ από τους ανθρώπους για τον εντοπισμό και τη διαχείριση αλιευμάτων που μπορούν να θρέψουν εκατομμύρια ανθρώπους, τον προσδιορισμό τοποθεσιών όπου μπορούν να ληφθούν πολύτιμες πρώτες ύλες και τη χαρτογράφηση του βυθού. Καλούνται να ανακεφαλαιώσουν απαντώντας στις εξής ερωτήσεις :

- Τι είναι το βυθόμετρο; Τι σημαίνει το "sonar";
- Ποια είναι η διαφορά μεταξύ ενεργητικού και παθητικού σόναρ;
- Πώς τα ψάρια ανιχνεύουν τα ηχητικά κύματα;
- Πώς καθόρισαν οι ναυτικοί το βάθος του πυθμένα του ωκεανού το 1800 και πριν; Γιατί χρειάζονταν αυτές τις πληροφορίες;
- Ποιοι είναι οι διαφορετικοί τύποι σόναρ που χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο;

Δραστηριότητα 2.2 (15min)

Ο καθηγητής δίνει το φύλλο εργασίας Using sound waves to determine distance: <https://aka.ms/stem-oceans-depths-understand-sonarwaves/en>

ώστε οι μαθητές να χρησιμοποιήσουν ένα μοντέλο για να κατανοήσουν πώς τα ηχητικά κύματα χρησιμοποιούνται από τα θαλάσσια ζώα και από τους ανθρώπους και να καθορίσουν τις αποστάσεις στον ωκεανό. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιούν ένα μοντέλο σπειροειδούς ελατηρίου (Slinky) για να διερευνήσουν πώς ταξιδεύουν τα ηχητικά κύματα και πώς τα θαλάσσια ζώα τα χρησιμοποιούν για να ανιχνεύσουν αντικείμενα.

Από υλικά (Materials list: <https://aka.ms/oceans-depths-materials/en>) απαιτούνται 2 Slinkys δηλαδή ελικοειδή παιχνίδια με ελατήρια και 2 κομμάτια χαρτόνι 10 cm x 15 cm στα οποία οι μαθητές ζωγραφίζουν ένα ψάρι.

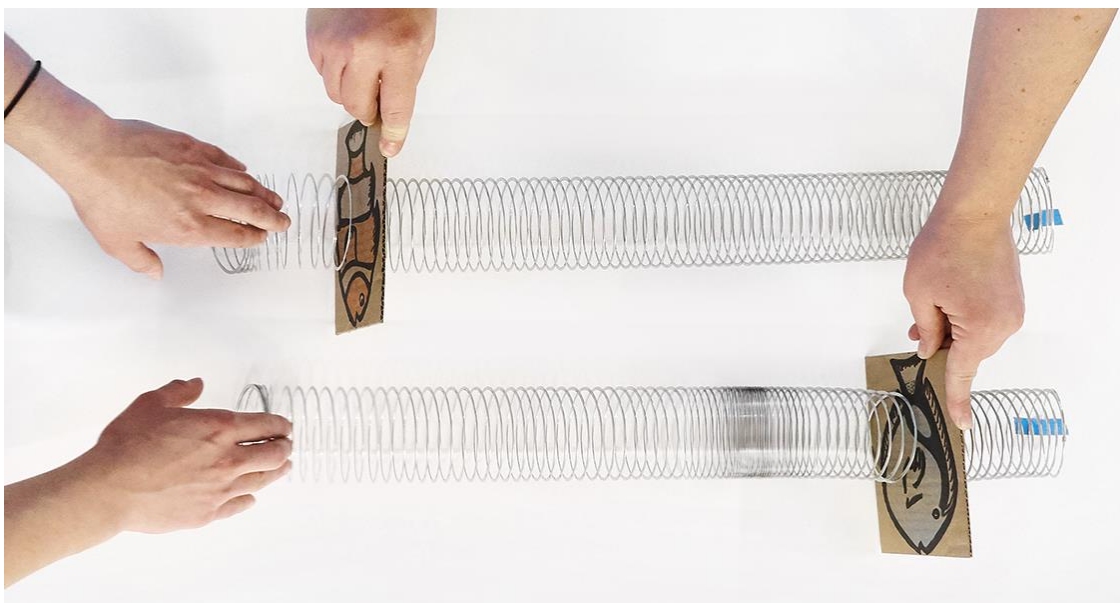


Εικόνα 3.4 Slinkys-materials list

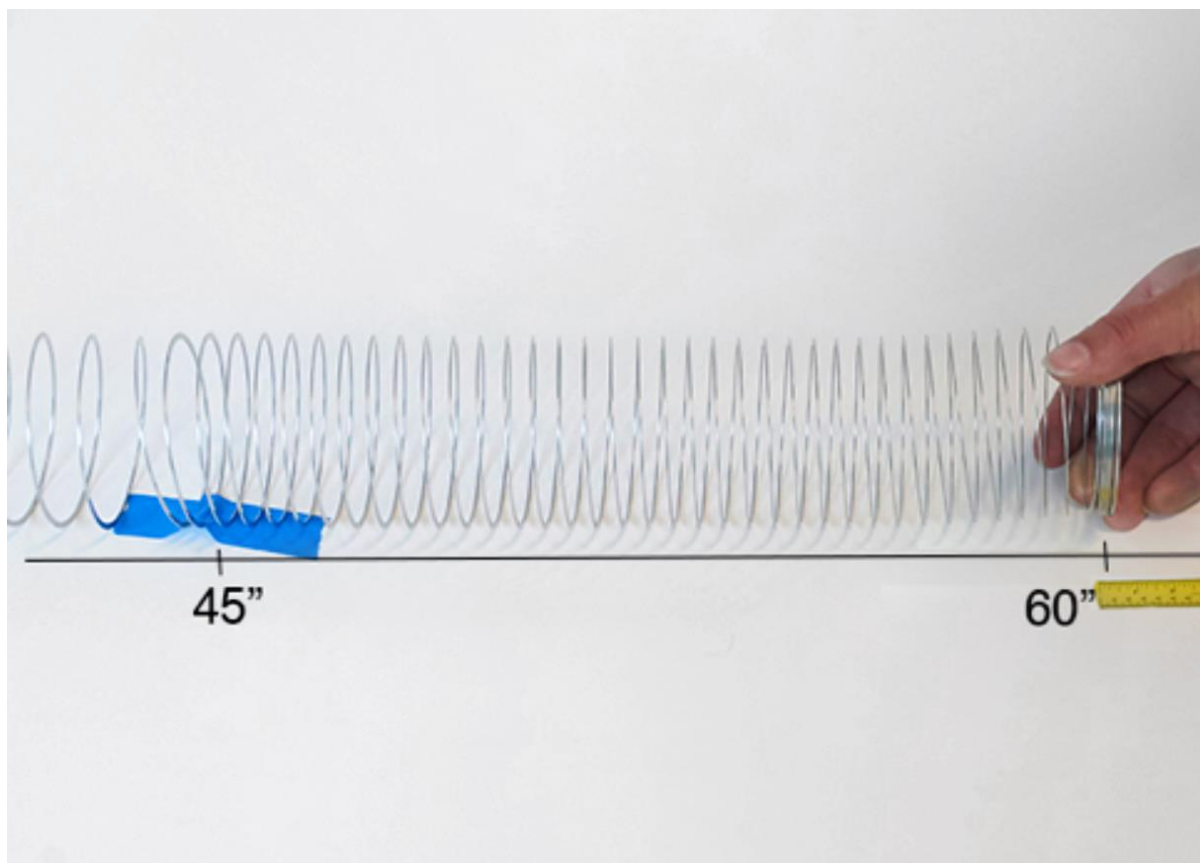
Οι μαθητές τεντώνουν το ένα slinky και το κολλούν με ταινία. Το ίδιο και με το δεύτερο που το τοποθετούν παράλληλα με το πρώτο. Στη συνέχεια βάζουν ένα χάρτινο ψάρι σε κάθε slinky σε διαφορετική απόσταση (ένα

κοντά και ένα πιο μακριά). Φέρνουν τα 2 χέρια στο μπροστινό μέρος κάθε slinky και τα τινάζουν και τα δύο ταυτόχρονα. Συζητούν τα αποτελέσματα της παρατήρησής τους και απαντούν στα ακόλουθα ερωτήματα :

- Καταφέρατε να προσδιορίσετε ποιο ψάρι ήταν πιο κοντά ή πιο μακριά; Πώς θα μπορούσατε να το πείτε;
- Πώς αναπαραστήσατε τα ηχητικά κύματα σε αυτήν την έρευνα;
- Πώς αντιπροσωπεύει το μοντέλο που χρησιμοποιήσατε σε αυτή τη δραστηριότητα ένα δελφίνι που χρησιμοποιεί biosonar; Τι περιορισμούς έχει το μοντέλο;
- Πώς μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τα κύματα για να διαφοροποιήσετε ένα αντικείμενο που βρίσκεται κοντά και ένα αντικείμενο που είναι μακριά;
- Συγκρίνετε το «σχήμα» των ηχητικών κυμάτων καθώς ταξιδεύουν μέσα στον ωκεανό με το ηχητικό κύμα που διαμορφώθηκε από το σπειροειδές ελατήριο.



Εικόνα 3.5 Using sound waves to determine distance



Εικόνα 3.6 Μετρήσεις κύματος slinky

Δραστηριότητα 2.3 (45min)

Ο καθηγητής δίνει το φύλλο εργασίας Model the ocean floor in a shoe box : <https://aka.ms/stem-oceans-depths-understand-analogdepths/en> με μια ιστορική μέθοδο για τον προσδιορισμό του βάθους των ωκεανών. Από υλικά (Materials list : <https://aka.ms/oceans-depths-materials/en>) απαιτούνται κουτί παπουτσιών ή οποιοδήποτε κουτί με καπάκι, πηλός μοντελοποίησης, βιοδιασπώμενα καλαμάκια (κατά προτίμηση 15), χαρτί μιλιμετρέ (προαιρετικά).

Οι μαθητές καταγράφουν το ύψος του κουτιού με το καπάκι. Επίσης μετρούν το ύψος που έχουν τα καλαμάκια. Στο καπάκι σχεδιάζουν 3 στήλες και 5 σειρές (ή το αντίστροφο), κάνουν τρύπες στα σημεία τομής αυτών και

προσθέτουν συντεταγμένες χρησιμοποιώντας γράμματα και αριθμούς. Με τον πηλό φτιάχνουν ποικίλα ύψη για να μοντελοποιήσουν τον βυθό μέσα στο κουτί προσέχοντας οι κατασκευές τους να είναι στα σημεία όπου θα βρίσκονται οι τρύπες στο καπάκι. Εργαζόμενοι ως τοπογράφοι τοποθετούν τα καλαμάκια στις οπές που έχει το καπάκι που καλύπτει το κουτί με τον πυθμένα από πηλό.



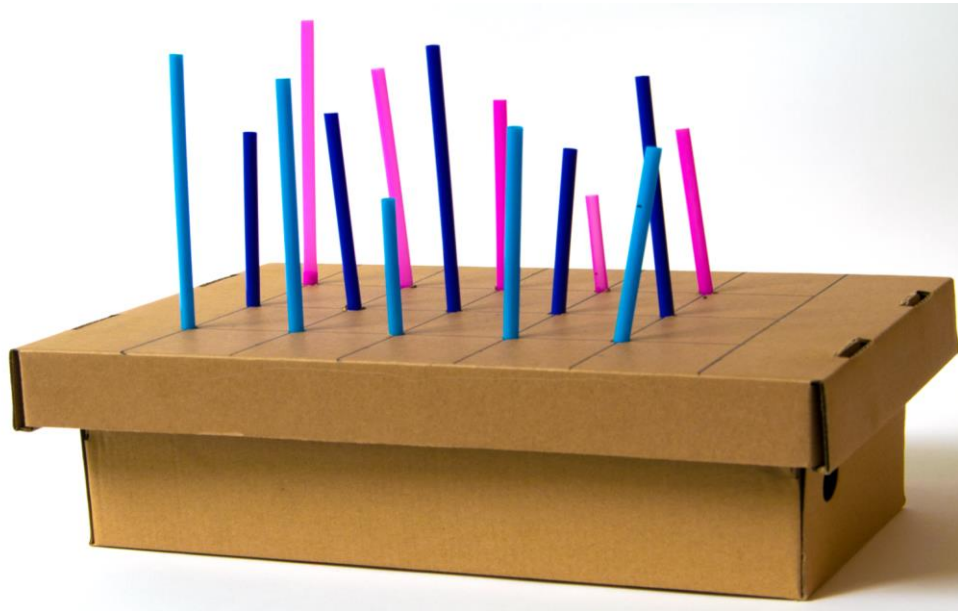
Εικόνα 3.7α Materials list



Εικόνα 3.7β Σχηματισμοί στον βυθό με πλαστελίνη ή πηλό

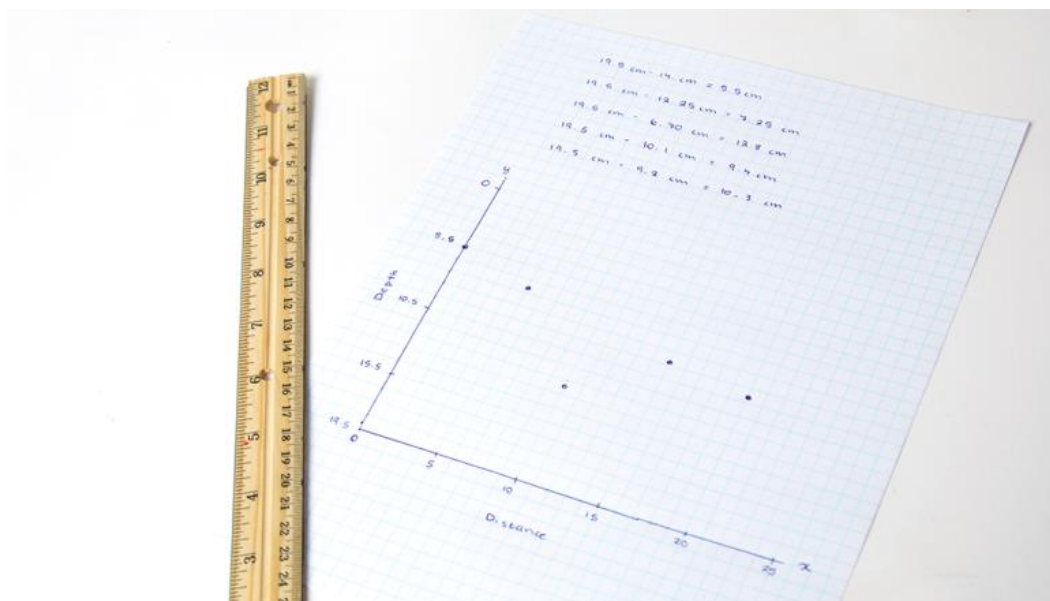
Αφού τοποθετηθούν όλα τα καλαμάκια μετρώνται και καταγράφονται τα ύψη τους (κομμάτι που εξέρχει) οπότε το ύψος των κατασκευών σε κάθε

σημείο, όπως ορίζεται από τις συντεταγμένες του, υπολογίζεται βάσει αυτού του ύψους που προεξέχει και του το αρχικού ύψους του καλαμιού λαμβάνοντας παράλληλα υπόψιν το ύψος του κουτιού.



Εικόνα 3.7γ Η μακέτα μοντελοποίησης του ωκεάνιου βυθού

Οι μαθητές θα πρέπει να παραδώσουν ένα γράφημα με τα βάθη στον άξονα Y και την απόσταση του κάθε καλαμιού στον άξονα X. Η απόσταση πρέπει να ξεκινάει από το 0 και το βάθος από το ύψος του κουτιού



Εικόνα 3.7δ Το αντίστοιχο γράφημα

Τέλος, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να απαντήσουν στα εξής ερωτήματα :

- Γιατί είναι σημαντικό για τους καπετάνιους των πλοίων να γνωρίζουν τα βάθη του ωκεανού σε διάφορες τοποθεσίες;
- Είναι η χρήση μιας πετονιάς ένας αποτελεσματικός τρόπος για τον προσδιορισμό του βάθους των ωκεανών; Εξηγήστε το σκεπτικό σας.

3η ΦΑΣΗ: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΙΘΑΝΩΝ ΛΥΣΕΩΝ

Δραστηριότητα 3.1 (20 min)

Μέσω της παρουσίασης Ocean Zones PowerPoint presentation_v01.pptx (<https://aka.ms/stem-oceans-depths-build-oceanzonesppt/en>) -

εξελληνισμένη

έκδοση

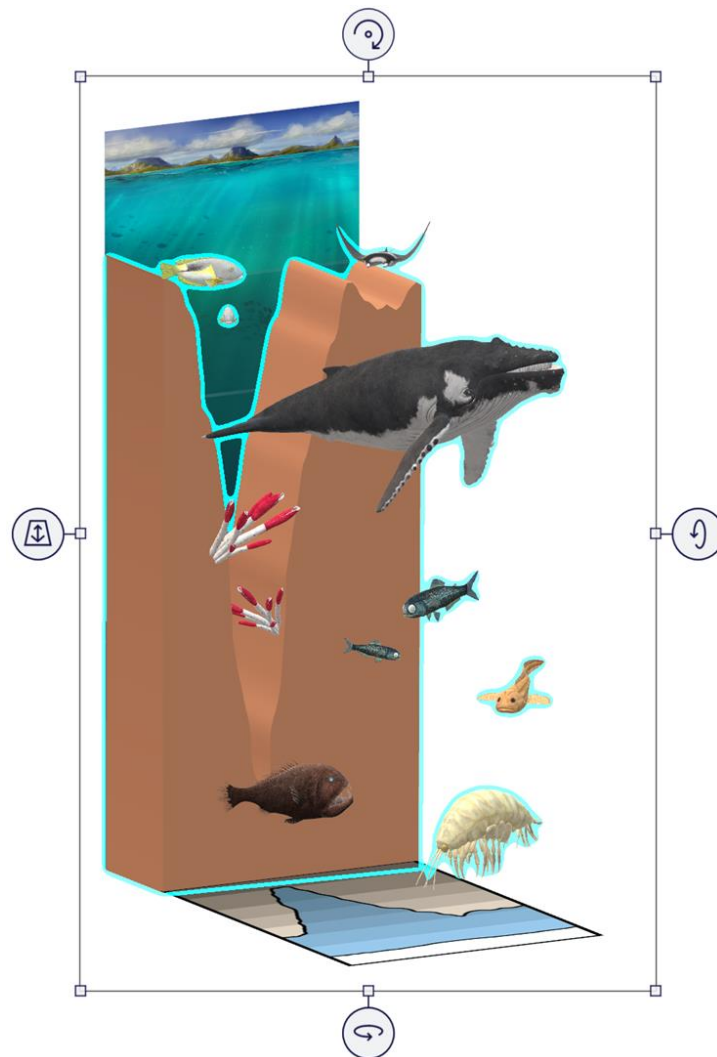
https://docs.google.com/presentation/d/10iNbL7j_khTjr6yFwccNgoikabvLAccX/edit?usp=sharing&ouid=112290902602270998285&rtpof=true&sd=true

) οι μαθητές μελετούν πληροφορίες για τις 5 ζώνες του ωκεανού. Με έρευνα στο διαδίκτυο βρίσκουν εικόνες ή ονομασίες θαλάσσιων πλασμάτων που ζουν σε κάθε ζώνη. Η ομάδα χρησιμοποιεί κλίμακα για τις τιμές βάθους ωκεάνιων ζωνών και σχεδιάζει ένα διάγραμμα βάθους κλίμακας των ωκεάνιων ζωνών της Γης σαν λωρίδα. Χρησιμοποιώντας τη λίστα των θαλάσσιων πλασμάτων σημειώνει πού μπορεί να βρεθεί το καθένα.

Δραστηριότητα 3.2 (15 min)

Παράλληλα ο εκπαιδευτικός τους παρέχει έτοιμες σχετικές εικόνες μέσω του Ocean Depths Starter Kit.zip (<https://aka.ms/stem-ocean-depths-understand-assets/en>) και ένα φύλλο οδηγιών Model the ocean floor in Paint 3D instructions_v02.docx (<https://aka.ms/stem-oceans-depths-understand-3dmodels/en>) προκειμένου οι μαθητές να μοντελοποιήσουν σε

paint 3D τον βυθό τα θαλάσσια πλάσματα των οποίων οι εικόνες παρέχονται.



Εικόνα 3.8a Paint 3D

Οι μαθητές επιλέγουν άνοιγμα με Paint3D του αρχείου Mariana Trench που περιέχει εικόνα της τάφρου (trench). Από το εικονίδιο σχημάτων 3D και το εργαλείο τρισδιάστατου doodle με αιχμηρή άκρη (διέλαση) σχεδιάζουν μια συνεχή καμπύλη γραμμή από πάνω αριστερά προς τα πάνω δεξιά της τάφρου και μετά συνεχίζουν κάνοντας κλικ στις 4 γωνίες της εικόνας και καταλήγοντας στο αρχικό σημείο ώστε να δημιουργηθεί ένα 3D αντικείμενο. Χρησιμοποιούν το ρυθμιστικό βάθους Z για να μετακινήσουν

το νεοδημιουργημένο 3D αντικείμενο ώστε να ευθυγραμμιστεί με το φόντο. Μετά Μενού>Εισαγωγή της εικόνας της θάλασσας Ocean_Backdrop. Το 3D αντικείμενο πρέπει να αλλάξει μέγεθος με το εργαλείο της κλίμακας. Χρησιμοποιούν το ρυθμιστικό βάθους Z για να μετακινήσουν το 3D αντικείμενο μπροστά από το νέο φόντο.

Γίνεται ομοίως η εισαγωγή της εικόνας Sea_Creatures (εικόνα βιοποικιλότητας) και η αλλαγή μεγέθους για να χωράει στο trench.

Με το πλήκτρο ESC αποεπιλέγουν την εικόνα και κατόπιν τοποθετούν τα θαλάσσια πλάσματα στα επίπεδα στα οποία ζουν. Αν χρειαστεί κάνουν αλλαγή μεγέθους και τοποθετούνται έτσι ώστε να δίνεται η εντύπωση του βάθους.

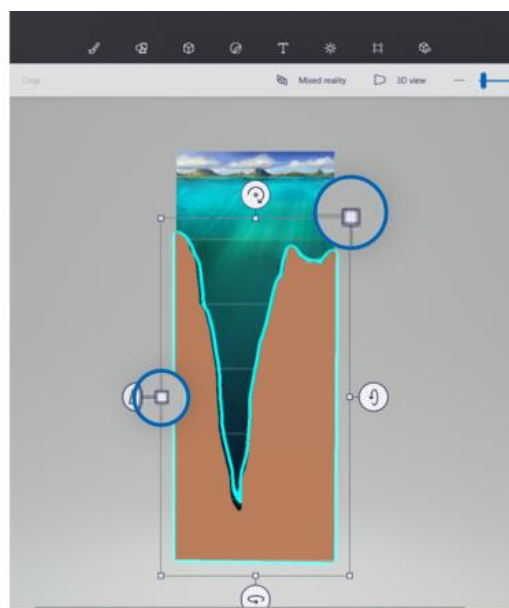
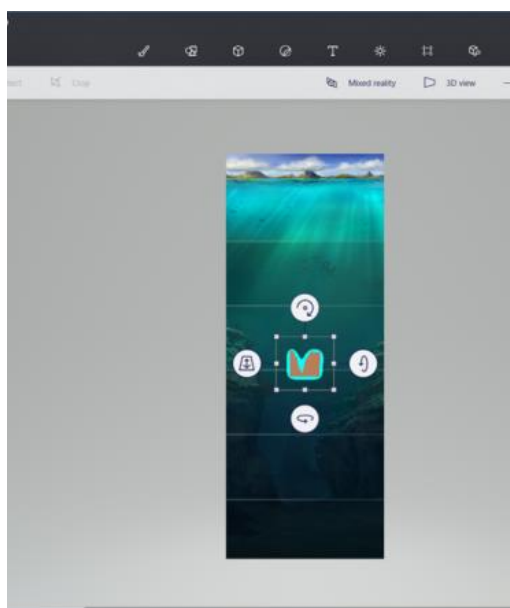
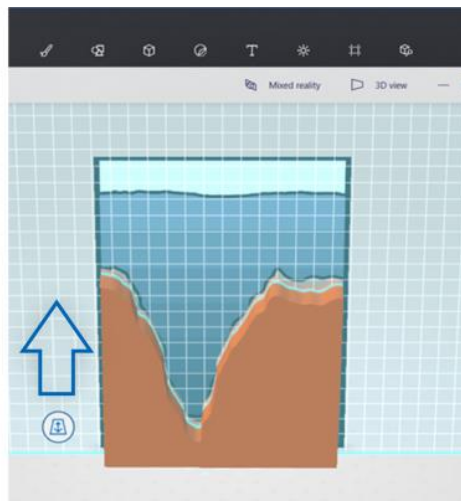
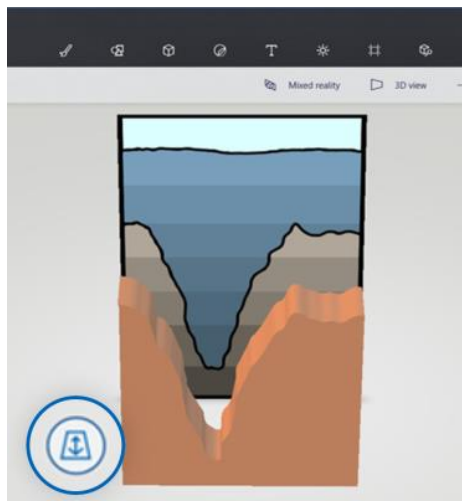
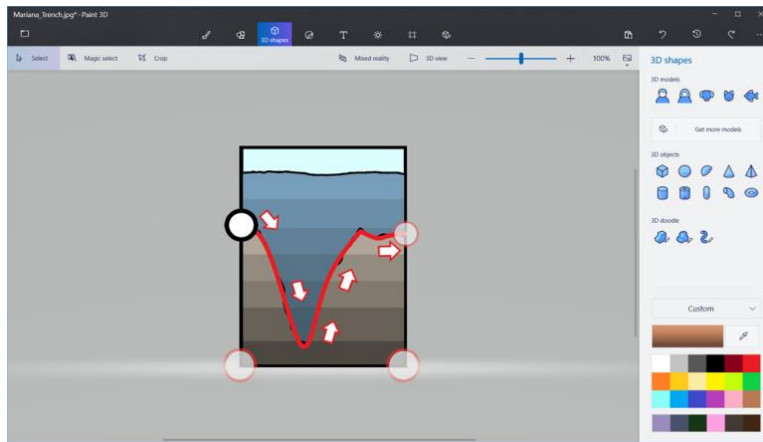
Επιπλέον, από τη 3D βιβλιοθήκη βρίσκουν θαλάσσια όντα που μπορούν να τοποθετηθούν στη σκηνή και χρησιμοποιούν τις ίδιες οδηγίες για να σχεδιάσουν τους θαλάσσιους οργανισμούς στα βάθη που σχετίζονται με την ιστορία της ζωής τους.

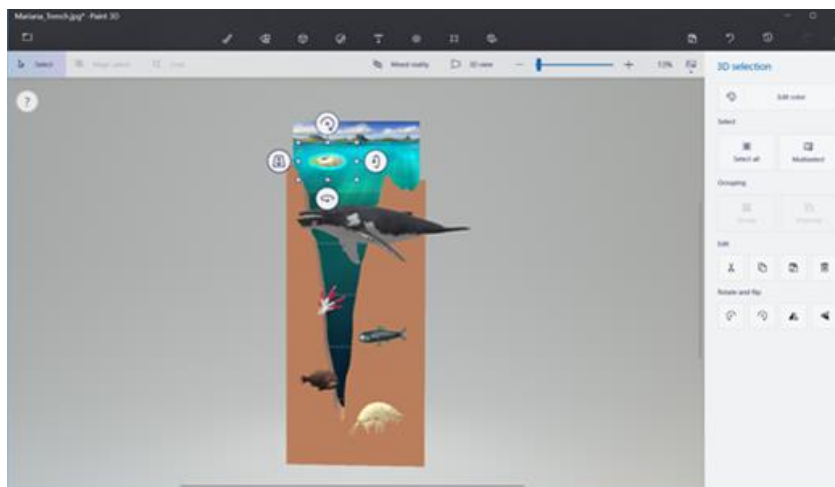
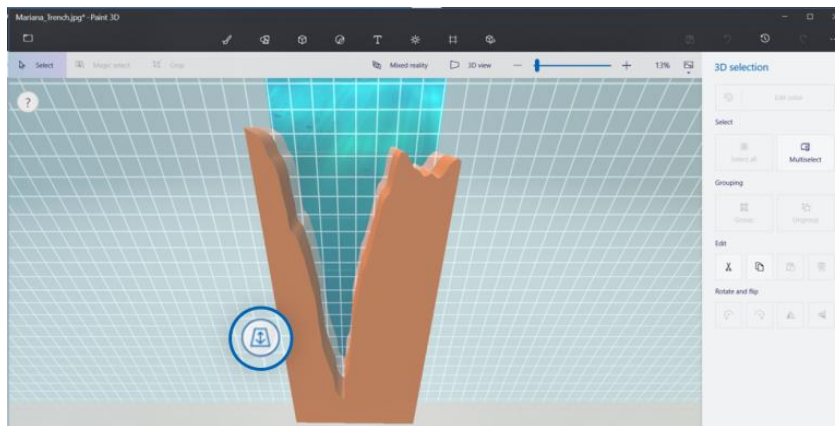
Τέλος, Μενού>Αποθήκευση ως 2D εικόνα και ως 3D εικόνα για μελλοντική χρήση.

Οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να απαντήσουν σε ερωτήματα όπως:

- Ποιες είναι οι διαφορετικές ζώνες του ωκεανού και πώς κατηγοριοποιούνται; Δημιουργήστε ένα διάγραμμα τριών στηλών για να περιγράψετε το όνομα, το εύρος βάθους και τα χαρακτηριστικά κάθε ζώνης.
- Περιγράψτε έναν οργανισμό στην ανώτατη ζώνη. Πώς είναι ο οργανισμός σωματικά κατάλληλος για αυτή τη ζώνη;
- Περιγράψτε έναν οργανισμό στη βαθύτερη ζώνη. Πώς είναι ο οργανισμός σωματικά κατάλληλος για αυτή τη ζώνη;

Εικόνες 3.8β Ενέργειες στο περιβάλλον Paint 3D





4η ΦΑΣΗ: ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΛΥΣΗΣ

Δραστηριότητα 4 (45 min)

Η ιστορική προσέγγιση που ερευνήθηκε στην 2η φάση είναι παρωχημένη μέθοδος μέτρησης του βυθού μη εφαρμόσιμη πλέον ενώ παράλληλα έχει επιτευχθεί η κατάκτηση γνώσεων σχετικά με το πώς τα ηχητικά κύματα χρησιμοποιούνται από τα θαλάσσια ζώα και από τους ανθρώπους για να καθορίσουν τις αποστάσεις στον ωκεανό και πώς λειτουργεί και προγραμματίζεται ο αισθητήρας απόστασης ultrasonic sensor (έρευνα στις ανάγκες του προβλήματος).

Στην 3η φάση οι μαθητές διερεύνησαν τις 5 ωκεάνιες ζώνες, μοντελοποίησαν (3D) τον ωκεανό με τα θαλάσσια όντα που ζουν στις ζώνες αυτές και προετοιμάστηκαν ώστε να προχωρήσουν στην παρούσα φάση (4η)

στην μελέτη κατασκευής λειτουργικού πλέον τεχνουργήματος που ακολουθεί τις σύγχρονες μεθόδους χαρτογράφησης του βυθού μέσω του φύλλου εργασίας Arduino instructions to build an ultrasonic sensor_v02.docx (<https://aka.ms/stem-oceans-depths-build-ultrasonicarduino/en>). Μελετούν τις οδηγίες για την κατασκευή της μακέτας του βυθού, του πλοίου που φέρει τον αισθητήρα απόστασης και πώς συλλέγουν τα δεδομένα μέσω του Excel 365.

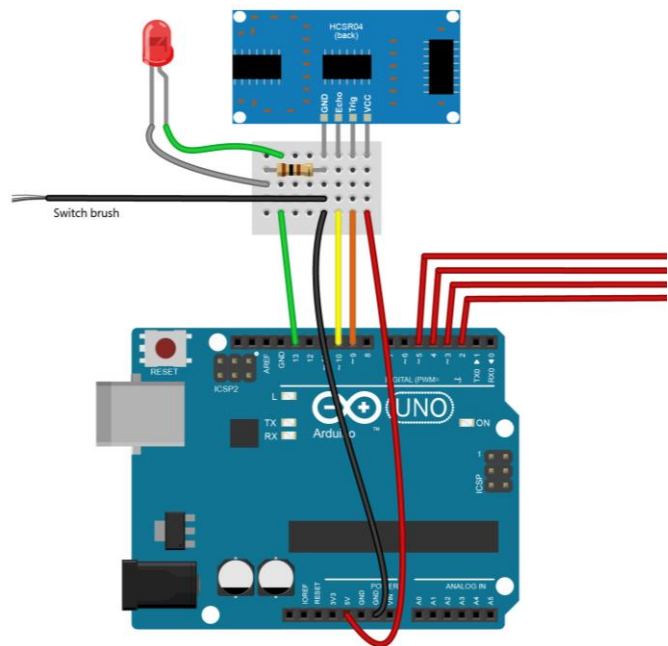
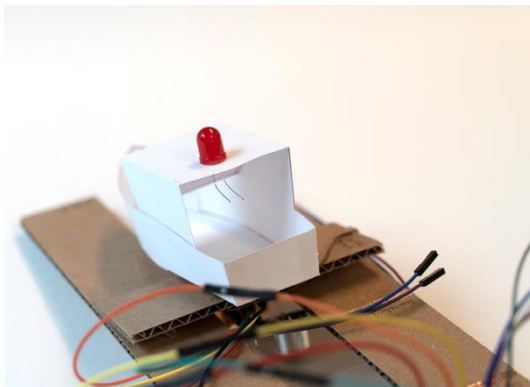
Ο κώδικας aka.ms/STEM-oceans-depths-build-microcontrollercode/en δίνεται ως μαύρο κουτί και η ομάδα των μαθητών καλείται να τον κατανοήσει με την βοήθεια του καθηγητή.

5η ΦΑΣΗ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΩΤΟΤΥΠΩΝ

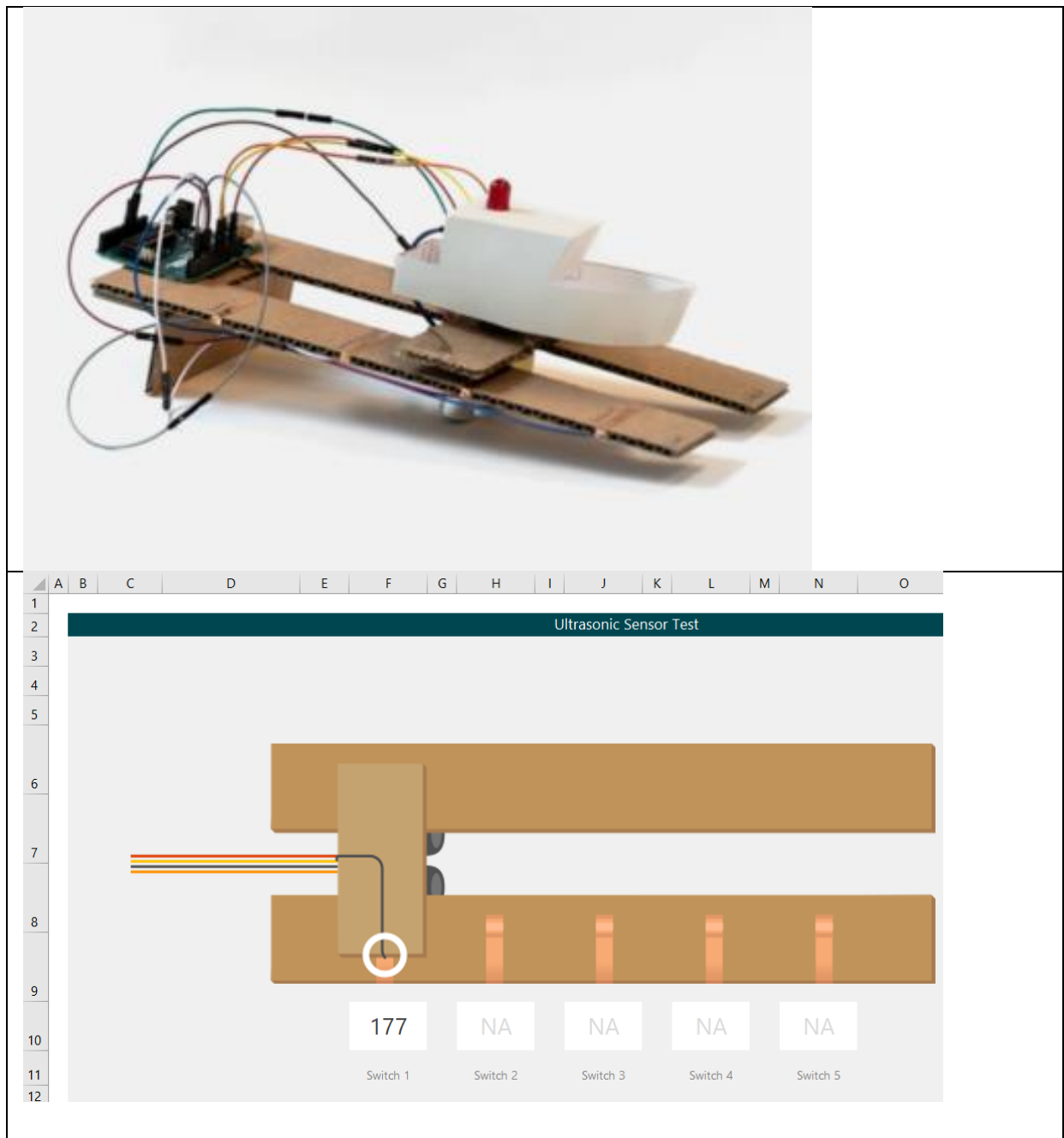
Δραστηριότητα 5 (135 min)

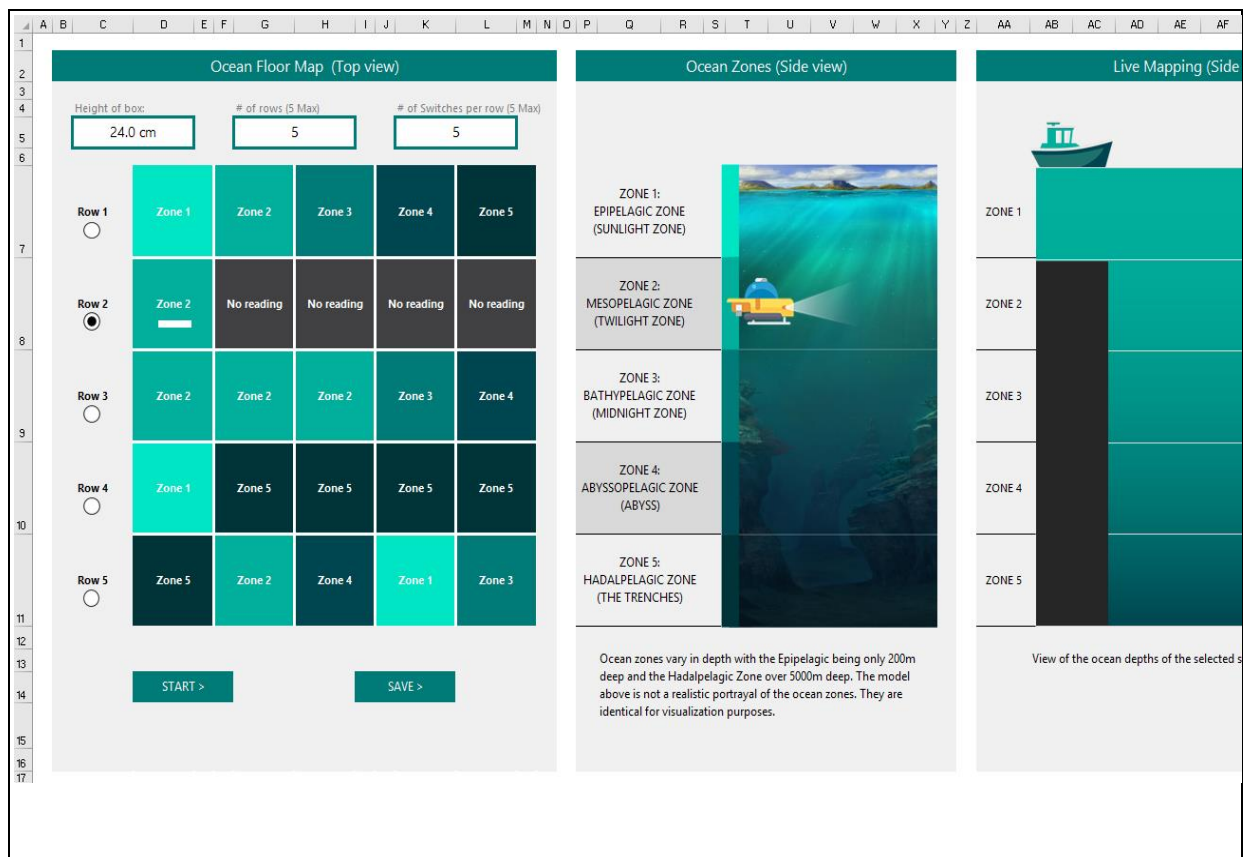
Γίνεται η συγκέντρωση των υλικών (Materials list Ultrasonic sensor : <https://aka.ms/oceans-depths-materials/en>) και η κατασκευή της μακέτας ομαδοσυνεργατικά. Επιβεβαιώνεται η ορθή λειτουργία του κώδικα aka.ms/STEM-oceans-depths-build-microcontrollercode/en και η ομάδα των μαθητών καλείται να τον συνδυάσει, σύμφωνα με τις οδηγίες του φύλλου εργασίας που δόθηκε στην προηγούμενη φάση, με το βιβλίο του Excel 365 aka.ms/STEM-oceans-depths-build-depthsworkbook/en HackingSTEM_MeasureOceanDepths.xlsm που περιέχει μακροεντολές που πρέπει να ενεργοποιηθούν. Κάνουν το Ultrasonic Sensor Test στο ομώνυμο φύλλο εργασίας και ελέγχουν τη σωστή λειτουργία των υπόλοιπων φύλλων Ocean Zones, Data In, Data Out.

Εικόνες 3.9α μακέτα



Εικόνες 3.9β προγραμματισμός και λειτουργία μακέτας





6η ΦΑΣΗ: ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΛΥΣΗΣ

Δραστηριότητα 6 (15min)

Οι μαθητές διερευνούν συνολικά αν η λύση τους ικανοποιεί τόσο τους στόχους που έθεσε η ομάδα για την επίλυση του προβλήματος όσο και το ίδιο το πρόβλημα. Ελέγχεται ο βαθμός απόδοσης λειτουργίας από την κάθε ομάδα και δίνονται απαντήσεις σε ερωτήματα όπως :

- Περιγράψτε ένα πρόβλημα που αντιμετωπίσατε κατά την κατασκευή ερευνητικού σκάφους εξοπλισμένο με SONAR.
- Πώς ξεπεράσατε αυτό το πρόβλημα;
- Πώς εμφανίζονται τα δεδομένα βάθους στο βιβλίο εργασίας: Μέτρηση βάθους ωκεανού κατά τη συλλογή δεδομένων με το μοντέλο σας;

- Πώς συγκρίθηκε το πραγματικό μοντέλο βυθού με τα δεδομένα που συλλέξατε με το μοντέλο του ερευνητικού πλοίου σας;

7η ΦΑΣΗ : ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΤΗΣ ΛΥΣΗΣ

Δραστηριότητα 7 (20min)

Οι ομάδες αξιολογούν τη λύση από διαφορετικές προοπτικές ώστε να γίνει περισσότερο τεχνικά αποδεκτή. Αναπτύσσουν σκέψεις και ιδέες ως προς τις διορθώσεις στη λειτουργικότητα σε σχέση με τον πραγματικό κόσμο. Η κάθε ομάδα επικοινωνεί την λύση με τις υπόλοιπες ομάδες με στόχο την ανατροφοδότηση και τη βελτίωση του τεχνουργήματος.

8η ΦΑΣΗ : ΕΠΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Δραστηριότητα 8 (10 min)

Προβάλλεται το βίντεο <https://youtu.be/g9vht3mJtSA> από την Ocean Discovery XPRIZE | XPRIZE Foundation <https://oceandiscovery.xprize.org/prizes/ocean-discovery> και ζητείται από τους μαθητές να κάνουν προτάσεις για επίτευξη μεγαλύτερου βαθμού απόδοσης του τεχνουργήματος και για περεταίρω έρευνα στο θέμα (πχ χρήση αισθητήρων αδιάβροχων)

(3.2 Εφαρμογή της διδακτικής πρότασης-Τροποποιήσεις)

(3.2.α Αλλαγές-προσθήκες)

Κατά την πορεία της εκπαιδευτικής δραστηριότητας ανέκυψαν κάποιοι παράγοντες όπως η προσαρμογή του προτεινόμενου από το hacking stem project στην ηλικιακή ομάδα εφαρμογής και σύμφωνα με το υπόβαθρο των μαθητών. Έγιναν οι ακόλουθες αλλαγές/προσθήκες:

- μοντελοποίηση του ωκεανού με συμπερίληψη της πλατφόρμας tinkercad ώστε να βελτιωθεί η αντίληψη της κλίμακας κατά την αποτύπωση του βάθους των ωκεάνιων ζωνών
- χρήση του MS-Excel για παραγωγή γραφημάτων που χαρτογραφούν τον πυθμένα βάσει της ιστορικής μεθόδου
- ελλείψει arduino kit η κατασκευή πρωτοτύπου αντικαταστάθηκε από προγραμματισμό στον προσομοιωτή tinkercad
- συγγραφή κειμενικού κώδικα από τους ίδιους τους μαθητές για τον αισθητήρα απόστασης ώστε να ενισχυθούν οι δεξιότητες κειμενικού προγραμματισμού

(3.2.β Προβολή videos)

Τα βίντεο που προβλήθηκαν με στόχο την κινητοποίηση των μαθητών είναι τα εξής:

- <https://oceanexplorer.noaa.gov/oceanos/explorations/ex1903/dailyupdates/july1/media/connecting-dots-1920x1080.mp4>

Κατά την μετάβαση από την αναζήτηση λύσεων στην επιλογή της βέλτιστης:

- Η ιστορική προσέγγιση που ερευνήθηκε στην 2η φάση είναι παρωχημένη μέθοδος μέτρησης του βυθού μη εφαρμόσιμη εξηγείται και στο βίντεο <https://youtu.be/V8DDwHtVbPQ> (Exploring the Deep Sea History of Seafloor Mapping | Nautilus Live)
- <https://youtu.be/-mYdhe4fAGI> (Eyes Below the Surface: Mapping Johnston Atoll – Multibeam Animation – FK161229)
- <https://youtu.be/4okUBYN-5BQ> (Falkors Mapping Program and Seabed 2030)

(3.2.γ Φάσεις διδασκαλίας κατά την εφαρμογή στην τάξη)

Ακολουθήθηκε η πορεία διδασκαλίας όπως αποτυπώνεται στην ενότητα

3.1 με τις παρακάτω αλλαγές ή προσθήκες:

2η ΦΑΣΗ: ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΙΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

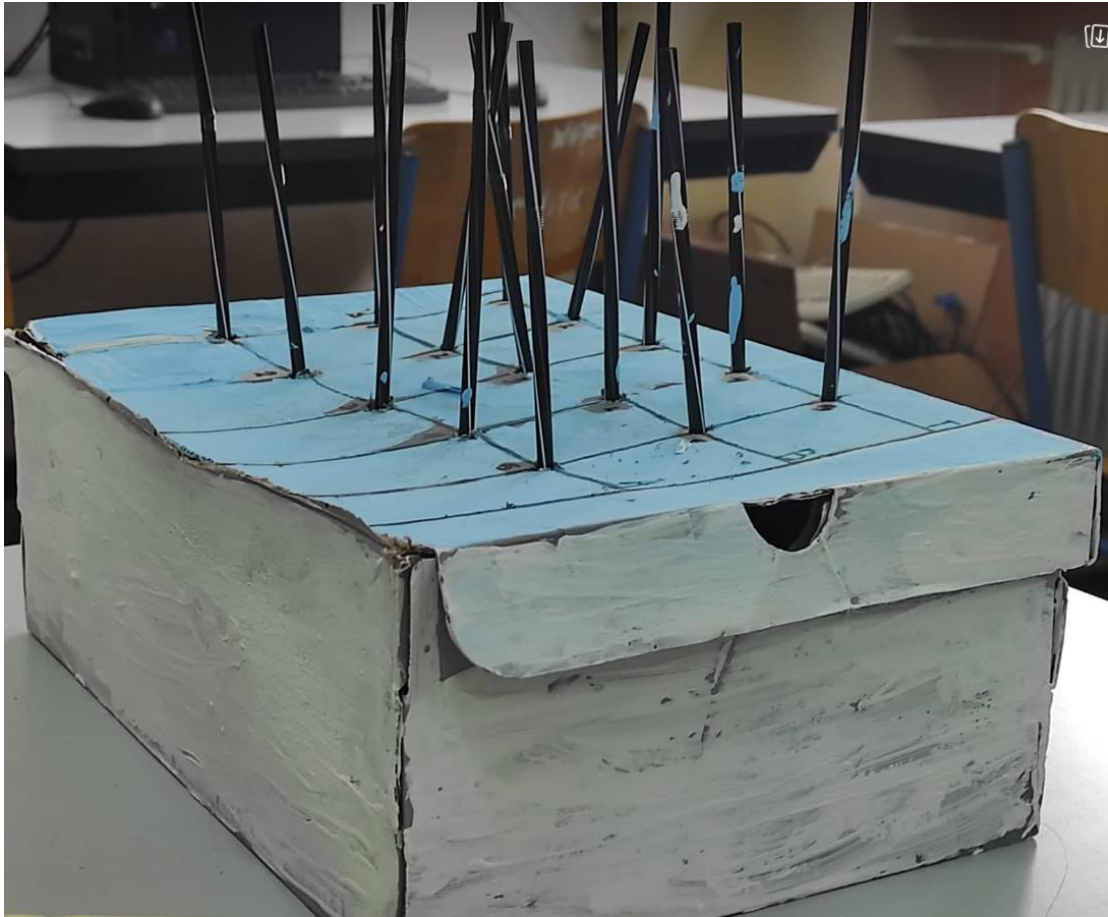
Δραστηριότητα 2.2

Για την οπτικοποίηση του φαινομένου έγινε εφαρμογή, στην τάξη (βίντεο <https://drive.google.com/file/d/1iB093laCiABo34AbZWXCksURIK-ls6hp/view?usp=sharing>) το πείραμα με το σπειροειδές ελατήριο (slinky) ώστε να κατανοήσουν οι μαθητές πώς τα ηχητικά κύματα χρησιμοποιούνται από τα θαλάσσια ζώα και από τους ανθρώπους για να υπολογίσουν τις αποστάσεις στον ωκεανό :

Όταν προκαλέσουμε μία διαταραχή στην αρχή του slinky δημιουργείται διάμηκες κύμα (πύκνωμα σπειρών), το πύκνωμα τρέχει με σταθερή ταχύτητα, χτυπάει στο εμπόδιο (ψάρι) και ανακλάται. Από το χρόνο που κάνει το κύμα να πάει και να επιστρέψει υπολογίζουμε την απόσταση ($x=u.t$).

Έτσι έχοντας τα 2 slinkys και προκαλώντας ταυτόχρονα όμοιες διαταραχές παρατηρούμε ότι υπάρχει διαφορά στον χρόνο μεταξύ των δύο περιπτώσεων οπότε προκύπτει και η εκτίμηση του ποιο αντικείμενο είναι πιο κοντά (πολύ γρήγορα) και ποιο πιο μακριά (περισσότερος χρόνος). Έτσι με αυτήν την προσομοίωση οι μαθητές μπορούν να αντιληφθούν και πώς κάτι ανάλογο γίνεται με το ηχητικό κύμα που είναι επίσης διάμηκες (κύμα πίεσης). Εδώ τα πυκνώματα είναι πυκνώματα μορίων που ταξιδεύουν με την ταχύτητα του ήχου.

Δραστηριότητα 2.3



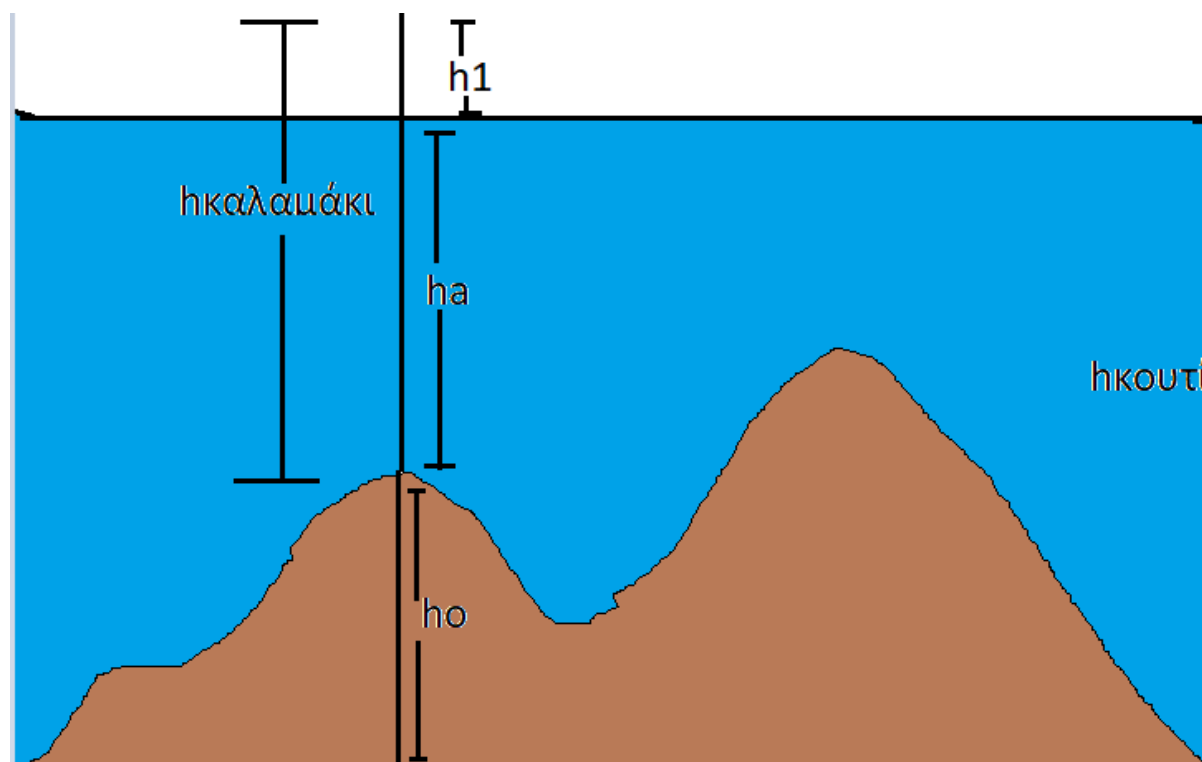
Εικόνα 3.10 α Η μακέτα μοντελοποίησης του ωκεάνιου βυθού

Σημείο που πρέπει να προσέξουν οι μαθητές : Θεωρούμε ότι $h_{\text{κουτί}}$ είναι το ύψος του κουτιού, $h_{\text{καλαμάκι}}$ το ύψος του καλαμιού, h_1 μόνο το ύψος του καλαμιού που προεξέχει από το κουτί και h_0 το ύψος της κατασκευής από πηλό στο συγκεκριμένο σημείο. Ο τύπος εύρεσης αυτού θα πρέπει να είναι: $h_0 = (h_1 + h_{\text{κουτί}}) - h_{\text{καλαμάκι}}$

Επίσης, αν h_a το βάθος κάθε σημείου του βυθού:

$h_a = h_{\text{καλαμάκι}} - h_1$ (αφαιρώ από το ύψος του καλαμιού το ύψος του που προεξέχει).

Προφανώς η μεγαλύτερη τιμή που μπορεί να πάρει το h_a είναι το $h_{\text{κουτί}}$ και η μικρότερη 0.

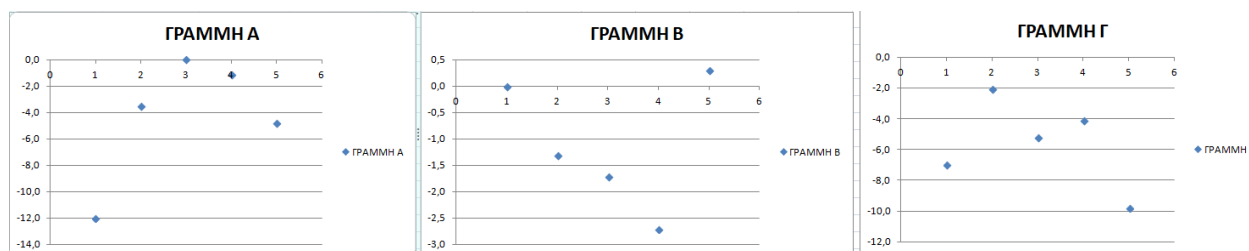


Εικόνα 3.10 β Διαγραμματική απεικόνιση για τον υπολογισμό του ύψους h_{α}

Για την βελτίωση της δραστηριότητας προτείνεται να γίνει στο τέλος χρήση υπολογιστικού φύλλου ώστε να εξαχθούν γραφήματα. Για παράδειγμα αν η κατασκευή ενός μαθητή έχει τα αποτελέσματα (βάθη σχηματισμών πηλού στις συντεταγμένες των οπών από την επιφάνεια της θάλασσας) του πίνακα:

	h_{α} απόσταση 0	h_{α} απόσταση 1	h_{α} απόσταση 2	h_{α} απόσταση 3	h_{α} απόσταση 4
ΓΡΑΜΜΗ Α	-12,0	-3,5	0	-1,1	-4,8
ΓΡΑΜΜΗ Β	0	-1,3	-1,7	-2,7	0,3
ΓΡΑΜΜΗ Γ	-7,0	-2,1	-5,2	-4,1	-9,8

Θα πρέπει να παραχθούν γραφήματα διασποράς για κάθε ράγα:



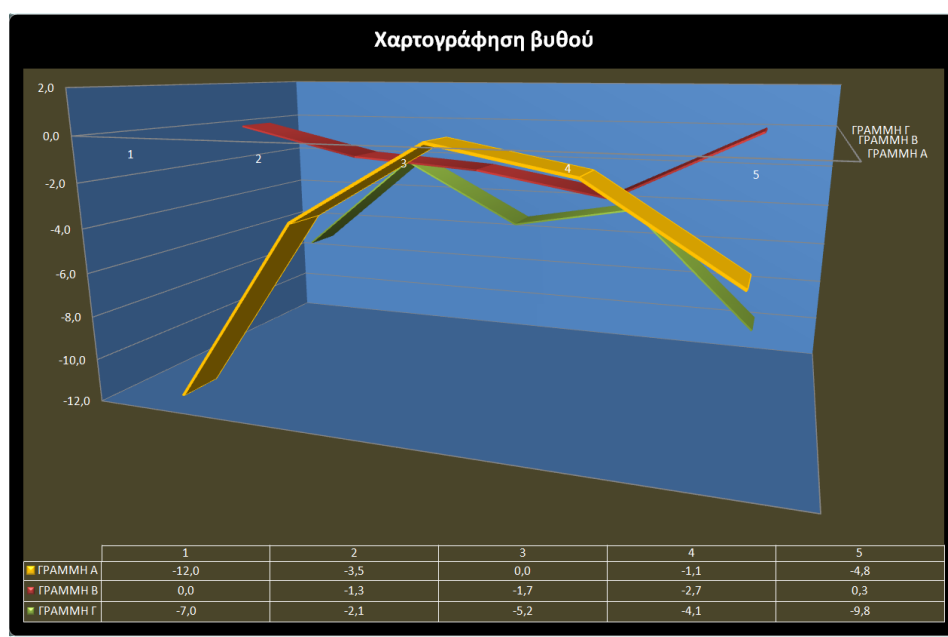
Εικόνα 3.10 γ Γραφήματα διασποράς

Οι αρνητικές τιμές βοηθούν ώστε να δοθεί παραστατικά η χαρτογράφηση του βυθού (βλ ακόλουθα γραφήματα γραμμών Εικόνας 3.10 δ) ξεκινώντας από τον πυθμένα και καταλήγοντας στην επιφάνεια της θάλασσας.



Εικόνα 3.10 δ Γραφήματα γραμμών

Καθώς και το τελικό γράφημα (γραμμή 3Δ Εικόνας 3.10 ε):



Εικόνα 3.10 ε Γράφημα χαρτογράφησης βυθού

Η χαρτογράφηση του βυθού της μακέτας των μαθητών αποτυπώνεται στο έγγραφο :

https://docs.google.com/document/d/1r5Dr2xMPBa_wftbGPOTnqebbJvSXJ2l/edit?usp=sharing&oid=112290902602270998285&rtpof=true&sd=true

3η ΦΑΣΗ: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΙΘΑΝΩΝ ΛΥΣΕΩΝ

Δραστηριότητα 3.1

Η ομάδα των μαθητών χρησιμοποιεί την κατάλληλη κλίμακα για τις τιμές βάθους ωκεάνιων ζωνών και υπολογίζει τον παρακάτω πίνακα:

Ωκεάνια ζώνη	Μέτρα m	Κλίμακα $1\text{ m} = 100.000\text{ m}$	Εκατοστόμετρο α cm	Προσαρμογή (x2cm)
επιπελαγική	0m–200m	0-0,002	0-0,2	0-0,4
μεσοπελαγική	200m–1000m	0,002-0,01	0,2-1	0,4-2
βαθυπελαγική	1000m–4000m	0,01-0,04	1-4	2-8
αβυσσοπελαγική	4000m–6000m	0,04-0,06	4-6	8-12
αδοπελαγική	6000m– 11.000m	0,06-0,11	6-11	12-22

Μετά συζητά για τα θαλάσσια πλάσματα στην λωρίδα που σχεδίασε.

Παραδείγματα εργασιών των μαθητών αποτυπώνονται στο έγγραφο :

https://docs.google.com/document/d/1r5Dr2xMPBa_wftbGPOTnqebbJvSXJ2l/edit?usp=sharing&oid=112290902602270998285&rtpof=true&sd=true

Δραστηριότητα 3.2

Παράλληλα με την εφαρμογή Paint3D έγινε χρήση του tinkercad για 3Δ σχεδίαση. Προσομοιώθηκε εξαρχής ο βυθός και η τάφρος με στερεά από το περιβάλλον του tinkercad και εισήχθησαν από το Διαδίκτυο φωτογραφίες της έμβιας ζωής ή τα αντικείμενα δελφίνι, φάλαινα κ.α που έχει έτοιμα το tinkercad ώστε να μοντελοποιηθεί η έμβια ζωή στην επιπελαγική ζώνη του φωτός.

Παραδείγματα εργασιών των μαθητών αποτυπώνονται στο έγγραφο :
https://docs.google.com/document/d/1r5Dr2xMPBa_wftbGPOTnqebbJvSXJ2l/edit?usp=sharing&oid=112290902602270998285&rtpof=true&sd=true

5η ΦΑΣΗ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΩΤΟΤΥΠΩΝ

Δραστηριότητα 5

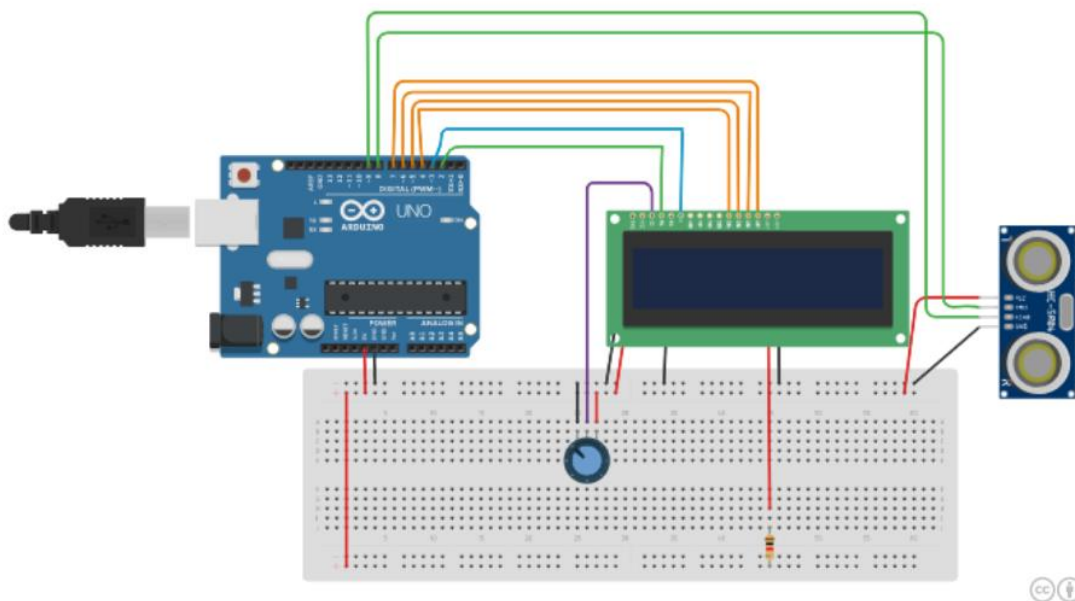
Για την ενίσχυση των προγραμματιστικών δεξιοτήτων των μαθητών προτείνεται η υλοποίηση προγράμματος εξαρχής από τους μαθητές και όχι η εφαρμογή του έτοιμου sketch του μαθήματος του hacking stem. Η παρούσα πρόταση δίνει έμφαση στην ανάπτυξη κώδικα και προτείνεται σε περίοδο τηλεκπαίδευσης και όταν δεν υπάρχει διαθέσιμος χρόνος στο ΑΠΣ για κατασκευή μακέτας ή τα απαραίτητα υλικά. Ειδικά για τους μαθητές στους οποίους έγινε η εφαρμογή του παρόντος μαθήματος θα πρέπει να επισημανθεί ότι δε διέθεταν arduino kit ανά ομάδα και δεν είχαν διδαχθεί το μάθημα της Τεχνολογίας καθόλου στο Γυμνάσιο με αποτέλεσμα η κατασκευή της δεύτερης μακέτας που προτείνει το hacking stem να μην είναι επιτεύξιμη λόγω έλλειψης χρόνου και εμπειρίας.

Δίνεται στους μαθητές ο ακόλουθος πίνακας και ζητείται πρόγραμμα σε tinkercad (βλ

(<https://www.tinkercad.com/things/hIRPmC075uR?sharecode=VXWXYt1gTXvdRD1gKIPPxM9v5p3dhxlXuyuca-Vw1cM>) που χρησιμοποιεί ultrasonic sensor και εμφανίζει στην σειριακή οθόνη και οθόνη LCD1602 (2x16) την ζώνη στην οποία βρίσκεται ένα αντικείμενο (πχ σχηματισμός πηλού που αναπαριστά μία θαλάσσια βουνοκορφή στην πρώτη μακέτα με το κουτί παπουτσιών). Οι μαθητές καλούνται σε ομάδες να εφαρμόσουν τη συνάρτηση map η οποία επαναθέτει έναν αριθμό από ένα εύρος σε ένα άλλο ώστε να μετατρέψουν οι μαθητές τις τιμές από cm (εύρος ultrasonic sensor 2-400cm) σε m όπως στον ακόλουθο πίνακα:

Ωκεάνια ζώνη	Μέτρα m
επιπελαγική	0m–200m
μεσοπελαγική	200m–1000m
βαθυπελαγική	1000m–4000m
αβυσσοπελαγική	4000m–6000m
αδοπελαγική	6000m–11.000m

Αφού γίνει η δοκιμή της συνδεσμολογίας (Εικόνα 3.11) και της σωστής λειτουργίας στο tinkercad, οι μαθητές μπορούν να φορτώσουν το sketch στο Arduino. Η lcd οθόνη είναι προαιρετική (μπορεί να παραληφθεί ο κώδικάς της) και να αντικατασταθεί η λειτουργικότητά της με αναπαράσταση των πραγματικών δεδομένων στο βιβλίο του Excel με το οποίο θα συνδεθεί ο μικροελεγκτής κάνοντας χρήση του πρόσθετου Data Streamer.



Εικόνα 3.11 Συνδεσμολογία arduino-ultrasonic sensor

Ακολουθεί το sketch που υλοποιεί το project.

```
#include <LiquidCrystal.h> // Συμπερίλαβε βιβλιοθήκες LiquidCrystal
// Δημιουργία ενός LCD object.
```

```
//Παράμετροι: (rs, enable, d4, d5, d6, d7)
```

```
LiquidCrystal lcd (2,3, 4, 5, 6, 7);
```

```
int echoPin = 9; // Echo Pin stin 9
```

```
int trigPin = 8; // Trigger Pin stin 8
```

```
String zone;
```

```
void setup () {
```

```
// Αρχικοποίηση του interface LCD και καθορισμός διαστάσεων (πλάτος και
ύψος )
```

```

lcd.begin (16,2);

pinMode (trigPin, OUTPUT); //ορισμός του trig ως ψηφιακή έξοδος

pinMode (echoPin, INPUT); //ορισμός του echo ως ψηφιακή είσοδος

Serial.begin( 9600);

lcd.setCursor(0,0);

lcd.print("DIS(m)");

lcd.setCursor(0,1);

lcd.print("zone");

}

void loop () {

digitalWrite(trigPin, LOW);

delayMicroseconds(2); // χρόνος αποκατάστασης της εξόδου trig στην
κατάσταση LOW

digitalWrite(trigPin, HIGH); // Ξεκινά η αποστολή σήματος

delayMicroseconds(10); // Η διάρκεια της αποστολής σήματος

digitalWrite(trigPin, LOW); // Σταματάει η αποστολή σήματος

int metrisi = pulseIn(echoPin, HIGH); // Διάβασμα της διάρκειας του
παλμού επιστροφής

float apostasi = metrisi/58.14; // Μετατροπή της τιμής σε εκατοστά

float val = map(apostasi, 2, 400, 0, 11000);

```

```

lcd.setCursor(9,0);

lcd.print(val);

lcd.setCursor(5,1);

if (apostasi>=2 and apostasi<=400) {

    if (val >=0 and val<=200)

        zone="epipelagic";

    else if (val<=1000)

        zone="mesopelagic";

    else if (val<=4000)

        zone="bathypelagic";

    else if (val<=6000)

        zone="abyssopelagic";

    else if (val<=11000)

        zone="hadalpelagic";

}

else

    zone="error";

lcd.print(zone);

Serial.print("distance cm=");

Serial.println(apostasi);

Serial.println(zone);// Εκτύπωση της μέτρησης στην σειριακή

delay(1000); // Καθυστέρηση 1000ms μέχρι την επόμενη μέτρηση}

```

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Περιγραφική και Επαγωγική Στατιστική Ανάλυση

(4.1 Διεξαγωγή έρευνας)

(4.1.α Δείγμα και Διαδικασία συλλογής δεδομένων)

Το Μάθημα διεξήχθη στο τμήμα Α' Λυκείου Μουσικού σχολείου της Αττικής. Το δείγμα αποτελείτο από 19 μαθητές (18 αγόρια και 1 κορίτσι). Για την διεξαγωγή της έρευνας επιλέχθηκε η ποσοτική μέθοδος με την συμπλήρωση από τους μαθητές ερωτηματολογίων κλειστών ερωτήσεων προ του μαθήματος (αρχές Οκτωβρίου: pre-test) και μετά την ολοκλήρωσή του (τέλη Δεκεμβρίου : post-test). Σκοπός ήταν αφενός να διερευνηθούν τα μαθησιακά αποτελέσματα σε σχέση με την Υπολογιστική Σκέψη (CT) και αφετέρου το κατά πόσο διατηρούνται μέσα στον χρόνο, προκειμένου να ενταχθούν τέτοιου είδους μαθήματα STEM και διεπιστημονικές πρακτικές στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.

Η συλλογή δεδομένων έγινε με το ερωτηματολόγιο Υπολογιστικής Σκέψης CT (εικόνες 4.1.α, 4.1β) κατά Weese (2017) όπως μεταφράστηκε στα ελληνικά (Παπαδοπούλου, Φ., 2020). Στο pre-test ερωτηματολόγιο, οι μαθητές συμπλήρωσαν έναν προσωπικό «κωδικό» τον οποίο χρησιμοποίησαν και στο post-test για να γίνει εφικτή η σύγκριση των αποτελεσμάτων τους. Τα ερωτηματολόγια με τις απαντήσεις των μαθητών αποδελτιώθηκαν και μεταφέρθηκαν σε κατάλληλα υπολογιστικά φύλλα για τη διευκόλυνση της επεξεργασίας τους και η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS.

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ

Φύλο: ☐ Αγόρι ☐ Κορίτσι

Διαβάσετε προσεκτικά τις προτάσεις 1-23 και να απαντήσετε χρησιμοποιώντας την ακόλουθη κλίμακα από το 1 ως το 5. Σε κάθε πρόταση σημειώστε την απάντησή σας με X στο κουτί- αριθμό που αντιπροσωπεύει καλύτερα το πώς αισθάνεστε ή ενεργείτε συνήθως.

Διαφωνώ Απόλυτα	Διαφωνώ	Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα
1	2	3	4	5

Όταν λύνω ένα πρόβλημα...

1. Δημιουργώ μια σειρά από βήματα για να το λύσω (αλγοριθμική σκέψη).

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

2. Χρησιμοποιώ μαθηματικά (αλγοριθμική σκέψη).

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

3. Προσπαθώ να απλοποιήσω το πρόβλημα, αγνοώντας τις λεπτομέρειες που δε μου χρειάζονται (αφαίρεση).

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

4. Ψάχνω για μοτίβα στο πρόβλημα (αφαίρεση).

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

5. «Διασπώ» το πρόβλημα σε μικρότερα μέρη (διάσπαση προβλήματος).

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

6. Δουλεύω μαζί με άλλους για να λύσουμε διαφορετικά τμήματα του προβλήματος την ίδια στιγμή (παραλληλοποίηση).

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

7. Ψάχνω να βρω πώς μπορούν τα δεδομένα, να συλλεχθούν, να αποθηκευτούν και να αναλυθούν για να βοηθήσουν στην επίλυση του προβλήματος (συλλογή, αναπαράσταση και ανάλυση δεδομένων).

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

8. Δημιουργώ μια λύση της οποίας τα βήματα μπορούν να επαναληφθούν (έλεγχος ροής).

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

9. Δημιουργώ μια λύση, όπου συγκεκριμένα βήματα γίνονται μόνο όταν ισχύει μια ορισμένη συνθήκη (έλεγχος ροής).

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

Μπορώ να γράψω στον υπολογιστή ένα πρόγραμμα το οποίο....

10. Εκτελεί βήμα – βήμα μια σειρά εντολών (αλγοριθμική σκέψη).

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

11. Εκτελεί μαθηματικές πράξεις όπως πρόσθεση κι αφαίρεση (αλγοριθμική σκέψη).

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

Εικόνα 4.1α Ερωτηματολόγιο (σελίδα 1)

12. Χρησιμοποιεί βρόχους για την επανάληψη των εντολών (έλεγχος ροής).

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

13. Ανταποκρίνεται σε ενέργειες όπως είναι το πάτημα κουμπιού στο πληκτρολόγιο (έλεγχος ροής).

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

14. Εκτελεί εντολές μόνο όταν ισχύει μια συγκεκριμένη συνθήκη (έλεγχος ροής).

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

15. Εκτελεί περισσότερες από μια εντολές ταυτόχρονα (παραλληλοποίηση)

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

16. Χρησιμοποιεί μηνύματα για να επικοινωνήσει με άλλα μέρη του προγράμματος (παραλληλοποίηση).

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

17. Μπορεί να αποθηκεύει, να ενημερώνει και να ανακτά τιμές (συλλογή, αναπαράσταση και ανάλυση δεδομένων).

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

18. Χρησιμοποιεί blocks εντολών (αφαίρεση)

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

Όταν δημιουργώ ένα πρόγραμμα στον υπολογιστή...

19. Κάνω βελτιώσεις βήμα βήμα και δουλεύω πάνω στις νέες μου ιδέες (μεθοδικότητα και επαναληψιμότητα)

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

20. «Τρέχω» συχνά το πρόγραμμά μου για να βεβαιωθώ ότι κάνει αυτά που θέλω και διορθώνω όποια προβλήματα εντοπίζω (έλεγχος και εκσφαλμάτωση).

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

21. Μοιράζομαι τα προγράμματά μου με άλλους και κοιτάζω προγράμματα άλλων για να παίρνω ιδέες (επαναχρησιμοποίηση/σύνδεση, συνεργασία).

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

22. «Διασπώ» το πρόγραμμά μου σε πολλά μέρη καθένα από τα οποία επιτελεί ξεχωριστή λειτουργία (διάσπαση προβλήματος).

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

Επιπτώσεις – Αποτελέσματα

23. Αντιλαμβάνομαι πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην καθημερινή ζωή ο προγραμματισμός υπολογιστών (διερεύνηση).

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐

Εικόνα 4.1β Ερωτηματολόγιο(σελίδα 2)

(4.1.6 Ερωτηματολόγια και τύποι ερωτήσεων)

Οι 23 ερωτήσεις του ερωτηματολογίου κατά Weese χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

1. Δεξιότητες της επίλυσης προβλήματος PS (ερωτήσεις 1-9) όσον αφορά τις διαστάσεις:
 - a. Αλγοριθμική σκέψη (ερωτήσεις 1,2)
 - b. Αφαίρεση (ερωτήσεις 3,4)
 - c. Διάσπαση προβλήματος (ερώτηση 5)
 - d. Παραλληλοποίηση (ερώτηση 6)
 - e. Συλλογή, αναπαράσταση και ανάλυση δεδομένων (ερώτηση 7)
 - f. Έλεγχος ροής (ερωτήσεις 8,9)
2. Διαστάσεις της CT (ερωτήσεις 10-23) :
 - a. Αλγοριθμική σκέψη (ερωτήσεις 10,11)
 - b. Έλεγχος ροής (ερωτήσεις 12,13,14)
 - c. Παραλληλοποίηση (ερωτήσεις 15,16)
 - d. Συλλογή, αναπαράσταση και ανάλυση δεδομένων (ερώτηση 17)
 - e. Αφαίρεση (ερώτηση 18)
 - f. Μεθοδικότητα και επαναληψιμότητα (ερώτηση 19)
 - g. Έλεγχος και εκσφαλμάτωση (ερώτηση 20)
 - h. Επαναχρησιμοποίηση/σύνδεση και συνεργασία (ερώτηση 21)
 - i. Διάσπαση προβλήματος (ερώτηση 22)
 - j. Διερεύνηση (ερώτηση 23)

Οι μαθητές κλήθηκαν να απαντήσουν τις ερωτήσεις με βάση την πεντάβαθμη κλίμακα Likert :

- 1: Διαφωνώ απόλυτα,
- 2: Διαφωνώ,

- 3: Δεν είμαι σίγουρος-η,
- 4: Συμφωνώ και
- 5: Συμφωνώ απόλυτα

Η κλίμακα Likert χρησιμοποιείται ευρέως σε έρευνες ώστε οι ερωτώμενοι να καθορίσουν τον βαθμό στον οποίο συμφωνούν ή διαφωνούν με ένα θέμα (Ρούσσοι & Τσαούσης, 2011)

(4.1.γ Δεοντολογία της έρευνας)

Οι μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα έλαβαν γνώση του σκοπού της παρούσας ερευνητικής διαδικασίας και συμπλήρωσαν τα ερωτηματολόγια εθελοντικά. Ασφαλώς, διευκρινίστηκε ότι τα ερωτηματολόγια είναι ανώνυμα και ότι δεν θα γίνει καμία αναφορά στα προσωπικά στοιχεία τους. Επίσης, να σημειωθεί ότι, πριν από την συμπλήρωση των ερωτηματολογίων έγιναν οι απαραίτητες επεξηγήσεις ώστε να αποφευχθούν οι παρανοήσεις στις ερωτήσεις αυτών.

(4.2 Μεθοδολογία)

(4.2.α Ερευνητικά ερωτήματα και Ερευνητικές Υποθέσεις)

Σύμφωνα με τους Jaipal-Jamani & Angeli (2016) (αναφέρεται στο Κούσης, 2017) η αυτοαποτελεσματικότητα σχετίζεται με τον βαθμό σύμφωνα με τον οποίο ένα άτομο μπορεί να φέρει εις πέρας μία εργασία καθώς και την εμπιστοσύνη αυτού στον εαυτό του ώστε να αναπτύξει τις απαραίτητες δεξιότητες για την επίτευξη του σκοπού αυτού. Η έρευνά μας έχει ως στόχο να εξετάσει πόσο το παρόν μάθημα “explore ocean depths” συνετέλεσε στην ενίσχυση της αυτοαποτελεσματικότητας των μαθητών ως προς την καλλιέργεια της υπολογιστικής τους σκέψης (CT).

Αναλυτικά, τίθενται τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

1. Η διαφορά στα επίπεδα αυτοαποτελεσματικότητας CT (pre και post) είναι σημαντική;
2. Υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στις διαστάσεις της Υπολογιστικής σκέψης CT;
3. Υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στις έννοιες Επίλυση προβλήματος PS και Υπολογιστική σκέψη CT;
4. Υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στις διαστάσεις της Επίλυσης προβλήματος PS και στις αντίστοιχες ομώνυμες διαστάσεις της Υπολογιστικής σκέψης CT;

(4.2.β Εσωτερική αξιοπιστία του ερωτηματολογίου)

Για τον έλεγχο της εσωτερικής αξιοπιστίας του ερωτηματολογίου έγινε χρήση του **Συντελεστή Εσωτερικής Συνέπειας alpha του Cronbach** και δεδομένου ότι ο δείκτης αυτός παίρνει τιμές στο $[0,1]$ τα αποτελέσματα όπως απεικονίζονται στον Πίνακα 4.2 είναι **ικανοποιητικά**.

Πίνακας 4.2 Δείκτης Cronbach's Alpha (post-test)

Reliability Statistics (pre-test)

Cronbach's Alpha	N of Items
,703	23

Reliability Statistics (post-test)

Cronbach's Alpha	N of Items
,843	23

(4.2.γ Εκτίμηση αυτοαποτελεσματικότητας της Υπολογιστικής Σκέψης CT)

Στον Πίνακα 4.3 παρουσιάζονται οι Μέσοι Όροι και οι Τυπικές Αποκλίσεις των επιπέδων της αυτοαποτελεσματικότητας CT (εξαρτημένες μεταβλητές οι

μέσοι όροι των ερωτημάτων 1-23 pre και post) πριν και μετά την διεξαγωγή του μαθήματος “explore ocean depths”. Από τον πίνακα προκύπτει ότι πριν την διδακτική παρέμβαση (pre) ο μέσος όρος αυτοαποτελεσματικότητας είναι $M=3.39$ ($T.A = .38$) και μετά από αυτήν (post) είναι $M=4.08$ ($T.A=.42$) δίνοντας **μία μετάβαση από το μέτριο επίπεδο σε καλύτερο.**

Πίνακας 4.3 : Μέσοι Όροι και Τυπικές Αποκλίσεις των επιπέδων της αυτοαποτελεσματικότητας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation
Αυτοαποτελεσματικότητα_pre	19	3,3890	,37694
Αυτοαποτελεσματικότητα_post	19	4,0824	,42201

Σύμφωνα με τον Πίνακα 4.4 όπου απεικονίζονται τα αποτελέσματα του κριτηρίου Kolmogorov-Smirnov για τον έλεγχο κανονικότητας της αυτοαποτελεσματικότητας της CT :

Pre [Df(19) = .134, p=0.200] και

Post [Df(19) = .114, p=0.200],

Άρα και στις δύο περιπτώσεις, τα ερευνητικά δεδομένα σχηματίζουν κανονική κατανομή ($\text{sig}>0.05$ επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας).

Δεδομένου ότι τα σύνολα τιμών προέρχονται από ένα μοναδικό δείγμα ατόμων και του ότι οι πληθυσμοί ακολουθούν την κανονική κατανομή μπορεί να γίνει εφαρμογή του T-test (πίνακας 4.5) των συσχετισμένων

(paired) δειγμάτων. Η μηδενική υπόθεση H_0 είναι: η διαφορά τους στα επίπεδα αυτοαποτελεσματικότητας δεν είναι σημαντική.

Το διάστημα εμπιστοσύνης 95% της διαφοράς των μέσων τιμών είναι από -0.82543 έως -0.56129. Επειδή $p < 0.001 < 0.05$ το αποτέλεσμα είναι **στατιστικά σημαντικό** και επομένως απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση [$t(18) = -11.030$ $p < 0.001$]. Μάλιστα, παρατηρούμε **βελτίωση του μέσου όρου** [(πριν την παρέμβαση $M = 3.39$ (T.A. = .38) και μετά την παρέμβαση $M = 4.08$ (T.A. = .42)].

Πίνακας 4.4: Τα αποτελέσματα των τεστ Kolmogorov – Smirnov
Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Αυτοαποτελεσματικότητας_pre(mean_pre)	,134	19	,200*	,950	19	,390
Αυτοαποτελεσματικότητας_post(mean_post)	,114	19	,200*	,931	19	,178

*. This is a lower bound of the true significance.

Πίνακας 4.5: T test για τη σύγκριση του επιπέδου αυτοαποτελεσματικότητας της CT πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση (pre/post)

Paired Samples Statistics

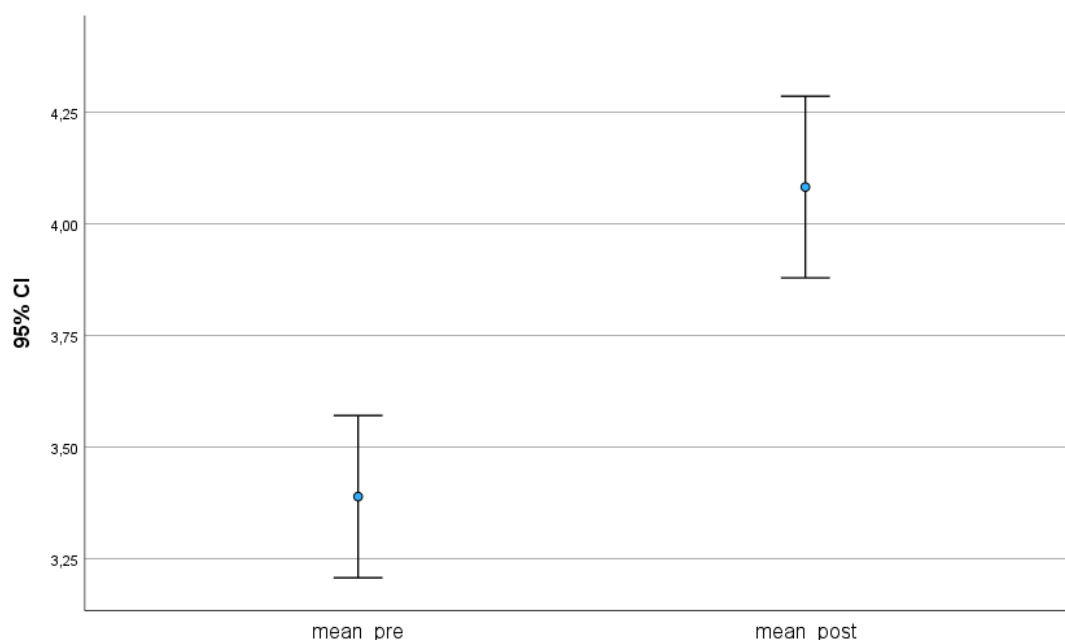
	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error
Pair 1 Αυτοαποτελεσματικότη ητα_pre (mean_pre)	3,3890	19	,37694	,08648
Αυτοαποτελεσματικότη ητα_post(mean_post)	4,0824	19	,42201	,09682

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Significance One-Sided p	Two- Sided p
Pair 1 Αυτοαποτελεσματικότητα_pre(mean_pre) & Αυτοαποτελεσματικότητα_post (mean_post)	19	,770	<,001	<,001

Paired Samples Test									
		Paired Differences						Significance	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	
					Lower	Upper			
Pair 1	mean_pre - mean_post	-,69336	,27401	,06286	-,82543	-,56129	-11,030	18	<,001
									<,001

Τέλος, στην Εικόνα 4.2 απεικονίζεται το διάγραμμα σφαλμάτων (error bar) όπου μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι τα διαστήματα εμπιστοσύνης των δυο μέσων όρων δεν επικαλύπτονται.



Εικόνα 4.2: Διάγραμμα σφαλμάτων στον έλεγχο κριτηρίου t για εξαρτημένα δείγματα

(4.2.8 Αναζήτηση συσχέτισης μεταξύ των διαστάσεων της CT στα post ερωτηματολόγια)

Στα post ερωτηματολόγια θέτουμε ως εξαρτημένες μεταβλητές τις διαστάσεις CT:

- Αλγοριθμική σκέψη (μέσος όρος στα ερωτήματα 10 και 11),
- Έλεγχος ροής (μέσος όρος στα ερωτήματα 12,13,14),

- Παραλληλοποίηση (μέσος όρος στα ερωτήματα 15-16),
- Δεδομένα (ερώτημα 17),
- Αφαίρεση (ερώτημα 18) και
- Διάσπαση προβλήματος (ερώτημα 22)

και ερευνώντας την συσχέτιση μεταξύ των διαστάσεων της CT (βλ. παραπάνω λίστα) έχουμε τις εξής υποθέσεις:

H0: Δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των διαστάσεων της CT.

H1: Υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των διαστάσεων της CT (υπόθεση αμφίπλευρου ελέγχου).

Στον πίνακα 4.6 φαίνεται η **συσχέτιση των διαστάσεων της CT κατά Spearman** όπου παρατηρούμε ότι **υπάρχει στατιστικά σημαντική υψηλή συσχέτιση μεταξύ των διαστάσεων Έλεγχος ροής(q12_13_14) και Αλγοριθμική σκέψη (q10_11) [$\rho(19) = 0.751$, $p < 0.001$].**

Πίνακας 4.6 Συσχέτιση διαστάσεων CT (post) κατά Spearman

			Correlations						
			q10_11	q12_13_14	q15_16	q17_post	q18_post	q22_post	
	Spearman's rho	q10_11	Correlation Coefficient	1,000	,751**	,500*	,213	-,185	,109
			Sig. (2-tailed)	.	<,001	,029	,382	,448	,657
			N	19	19	19	19	19	19
	q12_13_14	Correlation Coefficient	,751**	1,000	,474*	,109	-,189	,016	
			Sig. (2-tailed)	<,001	.	,041	,657	,439	,949
			N	19	19	19	19	19	19
	q15_16	Correlation Coefficient	,500*	,474*	1,000	,436	-,091	,155	
			Sig. (2-tailed)	,029	,041	.	,062	,710	,527
			N	19	19	19	19	19	19
	q17_post	Correlation Coefficient	,213	,109	,436	1,000	,083	,535*	
			Sig. (2-tailed)	,382	,657	,062	.	,736	,018
			N	19	19	19	19	19	19
	q18_post	Correlation Coefficient	-,185	-,189	-,091	,083	1,000	,062	
			Sig. (2-tailed)	,448	,439	,710	,736	.	,802
			N	19	19	19	19	19	19
	q22_post	Correlation Coefficient	,109	,016	,155	,535*	,062	1,000	
			Sig. (2-tailed)	,657	,949	,527	,018	,802	.
			N	19	19	19	19	19	19
			**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).						
			*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).						

Στον πίνακα 4.7 φαίνεται η συσχέτιση των διαστάσεων της CT κατά Pearson όπου παρατηρούμε ομοίως ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική υψηλή συσχέτιση μεταξύ των διαστάσεων Έλεγχος ροής (q12_13_14) και Αλγοριθμική σκέψη (q10_11) [$r(19) = 0.716$, $p < 0.001$].

Πίνακας 4.7 Συσχέτιση διαστάσεων CT (post) κατά Pearson

Correlations

		q10_11	q12_13_14	q15_16	q17	q18	q22
q10_11	Pearson	1	,716**	,373	,051	-,250	,023
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)		<,001	,116	,836	,302	,925
	N	19	19	19	19	19	19
q12_13_14	Pearson	,716**	1	,489*	,094	-,187	,086
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	<,001		,034	,702	,444	,726
	N	19	19	19	19	19	19
q15_16	Pearson	,373	,489*	1	,429	-,150	,336
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	,116	,034		,067	,540	,160
	N	19	19	19	19	19	19

q17	Pearson	,051	,094	,429	1	,111	,516*
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	,836	,702	,067		,651	,024
	N	19	19	19	19	19	19
q18	Pearson	-,250	-,187	-,150	,111	1	-,048
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	,302	,444	,540	,651		,844
	N	19	19	19	19	19	19
q22	Pearson	,023	,086	,336	,516*	-,048	1
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	,925	,726	,160	,024	,844	
	N	19	19	19	19	19	19

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

(4.2.ε Αναζήτηση συσχέτισης ανάμεσα στην Επίλυση προβλήματος PS και την Υπολογιστική Σκέψη CT)

Ερευνώντας στα post ερωτηματολόγια την συσχέτιση μεταξύ της Επίλυσης προβλήματος PS και της Υπολογιστικής Σκέψης CT θέτουμε ως εξαρτημένες μεταβλητές: την PS (επίλυση προβλήματος-ο μέσος όρος των ερωτημάτων 1 έως 9) και CT (υπολογιστική σκέψη - ο μέσος όρος των ερωτημάτων 10 έως 23).

Ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση των δυο μεταβλητών παρουσιάζονται στον πίνακα 4.8 όπου παρατηρείται ότι ο μέσος όρος των post ερωτημάτων σχετικά με την PS είναι $M=4.04(T.A.=.53)$, ενώ ο μέσος όρος για την CT

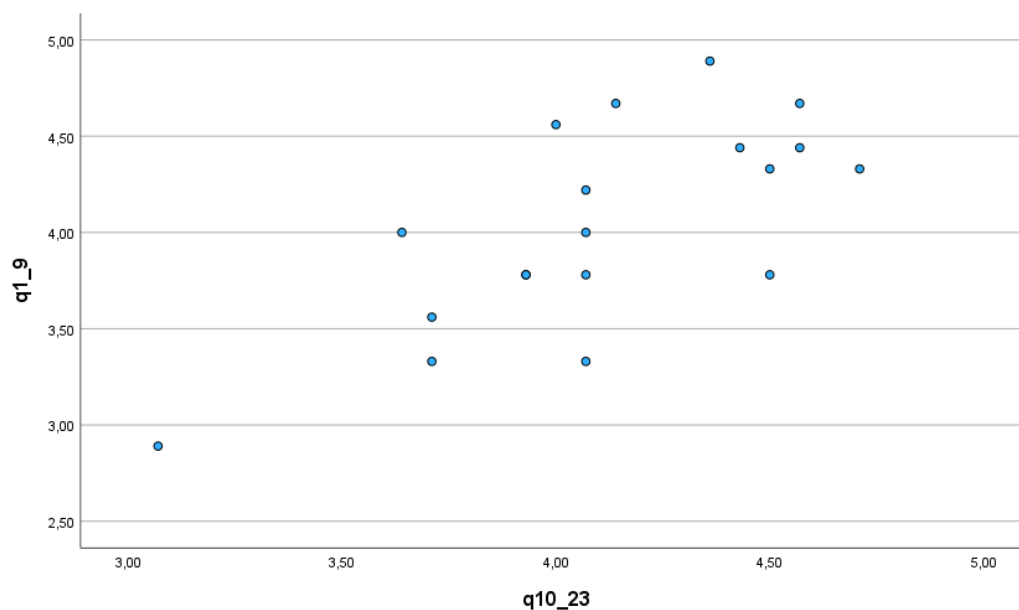
είναι $M = 4.11$ ($T.A. = .41$) σε κλίμακα 1 έως 5. Επομένως το επίπεδο των PS και CT μετά την διδακτική παρέμβαση είναι πολύ καλό σύμφωνα με τις απόψεις των συμμετεχόντων στην έρευνα.

Πίνακας 4.8 Μέσος όρος και τυπική απόκλιση των μεταβλητών Επίλυση Προβλήματος PS και Υπολογιστική σκέψη CT

Descriptive Statistics

N		Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
q1_9 Problem Solving (PS)	19	2,89	4,89	4,0411	,53448
q10_23 Critical Thinking (CT)	19	3,07	4,71	4,1079	,40544
Valid (listwise)	N19				

Στην εικόνα 4.3 απεικονίζεται το **διάγραμμα σκεδασμού** μεταξύ των PS και CT. Δεδομένου ότι η συσχέτιση των μεταβλητών είναι ευθύγραμμη, μπορούμε να **εφαρμόσουμε συσχέτιση κατά Pearson r** (πίνακας 4.9).



Εικόνα 4.3 Διάγραμμα σκεδασμού PS(q1_9) – CT(q10_23)

Πίνακας 4.9 Συσχέτιση Επίλυσης Προβλήματος PS (q1_9) και Υπολογιστικής σκέψης CT (q10_23)
Correlations

		q1_9	q10_23
q1_9	Pearson	1	,713**
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)		<,001
	N	19	19
q10_23	Pearson	,713**	1
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)	<,001	
	N	19	19

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Το αποτέλεσμα $r(19) = 0.713$, $p < 0.001$ δείχνει ότι, απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση σύμφωνα με την οποία δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ PS και CT . Επομένως καταλήγουμε ότι **υπάρχει αρκετά ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών.**

(4.2.στ Αναζήτηση συσχέτισης ανάμεσα στις διαστάσεις της Επίλυσης Προβλήματος PS με τις αντίστοιχες ομώνυμες διαστάσεις της Υπολογιστικής Σκέψης CT

Ερευνώντας στα post ερωτηματολόγια την συσχέτιση μεταξύ των διαστάσεων της Επίλυσης προβλήματος PS και των αντίστοιχων ομώνυμων διαστάσεων της Υπολογιστικής Σκέψης CT θέτουμε ως εξαρτημένες μεταβλητές: Αλγοριθμική Σκέψη PS (μέσος όρος ερωτημάτων 1-2), Αφαιρετική σκέψη PS (μέσος όρος ερωτημάτων 3 και 4), Διάσπαση προβλήματος PS (ερώτημα 5), Δεδομένα PS (ερώτημα 7), Παραλληλοποίηση PS (ερώτημα 6), Έλεγχος Ροής PS (μέσος όρος ερωτημάτων 8 και 9). Επίσης Αλγοριθμική Σκέψη CT (μέσος όρος ερωτημάτων 10-11), Αφαιρετική σκέψη CT (ερώτημα 18), Διάσπαση προβλήματος CT (ερώτημα 22), Δεδομένα CT (ερώτημα 17), Παραλληλοποίηση CT (μέσος όρος ερωτημάτων 15-16), Έλεγχος Ροής CT (μέσος όρος ερωτημάτων 12,13,14)

Οι ερευνητικές υποθέσεις είναι οι εξής:

H0: Δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των ομώνυμων διαστάσεων CT και PS

H1: Υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των ομώνυμων διαστάσεων CT και PS (υπόθεση αμφίπλευρου ελέγχου).

Στον πίνακα 4.10 φαίνονται οι τιμές του συντελεστή συσχέτισης μεταξύ των διαστάσεων PS και CT κατά Spearman's rho στα post ερωτηματολόγια.

Τα στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα της συσχέτισης είναι :

Ένδειξη πιθανής θετικής συσχέτισης της διάστασης Ελέγχου Ροής της PS (q8_9) και της ομώνυμης της CT (q12_13_14)

$\rho(19) = 0.537, p=0.018$

Πίνακας 4.10 Συντελεστής συσχέτισης Spearman's rho μεταξύ των διαστάσεων PS και CT

Correlations

			q1_2	q10_11
Αλγοριθμική σκέψη				
Spearman's rho	q1_2	Correlation	1,000	,447
		Coefficient		
		Sig. (2-tailed)	.	,055
		N	19	19
	q10_11	Correlation	,447	1,000
		Coefficient		
		Sig. (2-tailed)	,055	.
		N	19	19
			q3_4	q18
Αφαιρετική σκέψη				
Spearman's rho	q3_4	Correlation	1,000	-,201
		Coefficient		
		Sig. (2-tailed)	.	,409
		N	19	19
	q18	Correlation	-,201	1,000
		Coefficient		

			Sig. (2-tailed)	,409	.
			N	19	19
				q5	q22
Διάσπαση προβλήματος					
Spearman's rho	q5	Correlation	1,000	-,121	
		Coefficient			
		Sig. (2-tailed)	.	,623	
		N	19	19	
	q22	Correlation	-,121	1,000	
		Coefficient			
		Sig. (2-tailed)	,623	.	
		N	19	19	
Δεδομένα				q7	q17
Spearman's rho	q7	Correlation	1,000	-,053	
		Coefficient			
		Sig. (2-tailed)	.	,829	
		N	19	19	
	q17	Correlation	-,053	1,000	
		Coefficient			
		Sig. (2-tailed)	,829	.	
		N	19	19	

Παραλληλοποίηση			q6	q15_16
Spearman's rho	q6	Correlation	1,000	,262
		Coefficient		
		Sig. (2-tailed)	.	,279
		N	19	19
	q15_16	Correlation	,262	1,000
		Coefficient		
		Sig. (2-tailed)	,279	.
		N	19	19

			q8_9	q12_13_14
			4	
Έλεγχος ροής				
Spearman's rho	q8_9	Correlation	1,000	,537*
		Coefficient		
		Sig. (2-tailed)	.	,018
		N	19	19
	q12_13_14	Correlation	,537*	1,000
		Coefficient		
		Sig. (2-tailed)	,018	.
		N	19	19

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Ο πίνακας 4.11 εμφανίζει την συσχέτιση κατά Pearson με αποτέλεσμα

$r(19) = 0.520$, $p=0.022$ όσον αφορά την ενδεχόμενη θετική συσχέτιση μεταξύ των PS και CT όσον αφορά την διάσταση του Ελέγχου Ροής.

Πίνακας 4.11: Συντελεστής συσχέτισης Pearson r για τα αντίστοιχα ζεύγη διαστάσεων PS και CT

Correlations

Αλγοριθμική σκέψη		q1_2	q10_11
q1_2	Pearson	1	,331
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)		,166
	N	19	19
q10_11	Pearson	,331	1
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)	,166	
	N	19	19

Αφαιρετική σκέψη		q3_4	q18
q3_4	Pearson	1	-,192
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)		,431
	N	19	19
q18	Pearson	-,192	1
	Correlation		

	Sig. (2-tailed)	,431	
	N	19	19
Διάσπαση προβλήματος		q5	q22
q5	Pearson	1	,014
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)		,956
	N	19	19
q22	Pearson	,014	1
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)	,956	
	N	19	19
Δεδομένα		q7	q17
q7	Pearson	1	-,037
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)		,880
	N	19	19
q17	Pearson	-,037	1
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)	,880	
	N	19	19

Παραλληλοποίηση		q6	q15_16
q6	Pearson	1	,281
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)		,243
	N	19	19
q15_16	Pearson	,281	1
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)	,243	
	N	19	19
Έλεγχος ροής		q8_9	q12_13_1 4
q8_9	Pearson	1	,520*
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)		,022
	N	19	19
q12_13_1 4	Pearson	,520*	1
	Correlation		
	Sig. (2-tailed)	,022	
	N	19	19

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία παρουσιάστηκαν οι φάσεις του μαθήματος “Explore Ocean Depths” καθώς και οι τροποποιήσεις που έγιναν στο μάθημα κατά την εφαρμογή του στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η διδακτική παρέμβαση έλαβε χώρα σε Μουσικό Σχολείο της Αττικής στο τμήμα της Α' Λυκείου που αποτελούνταν από 19 μαθητές. Οι μαθητές συμπλήρωσαν ερωτηματολόγια σχετικά με το επίπεδο της αυτοαποτελεσματικότητάς τους όσον αφορά την Υπολογιστική Σκέψη CT πριν και μετά το πέρας του εν λόγω μαθήματος που διήρκησε περίπου 8 διδακτικές ώρες.

Σκοπός της έρευνας ήταν να γίνει η σύγκριση των ερωτηματολογίων ώστε να παρθούν αποτελέσματα σχετικά με το κατά πόσο πρακτικές που ακολουθούν την Επιστημολογία STEM ενισχύουν τα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών.

Τα συμπεράσματα στα οποία καταλήξαμε μετά την ποσοτική ανάλυση των ερωτηματολογίων είναι τα εξής:

1. Η διαφορά στα επίπεδα αυτοαποτελεσματικότητας CT (pre και post) είναι στατιστικά σημαντική και αναδεικνύει τη σημασία της διδακτικής παρέμβασης δεδομένου ότι ο τελικός μέσος όρος αποτελεσματικότητας CT κινείται σε πολύ καλό επίπεδο.
2. Για το ερώτημα αν υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στις διαστάσεις της CT (post ερωτηματολόγια) η έρευνα έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική υψηλή συσχέτιση μεταξύ των διαστάσεων Έλεγχος ροής (ικανότητα σκέψης υπό συνθήκες) και Αλγοριθμική σκέψη (ικανότητα σκέψης με βήματα) μετά από διπλή ανάλυση, πρώτα κατά Spearman's rho και μετά κατά Pearson r.

3. Για το ερώτημα αν υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στις έννοιες Επίλυση προβλήματος PS και Υπολογιστική σκέψη CT (post ερωτηματολόγια) καταλήξαμε ότι υπάρχει αρκετά ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών (συσχέτιση κατά Pearson).
5. Για το ερώτημα αν υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στις διαστάσεις της επίλυσης προβλήματος PS και στις αντίστοιχες ομώνυμες διαστάσεις της υπολογιστικής σκέψης CT τα post ερωτηματολόγια δεν έδωσαν στατιστικά σημαντικές απαντήσεις.

Κατά την άποψή μας είναι ιδιαίτερα σημαντικές τέτοιου είδους διδακτικές παρεμβάσεις που εμπλέκουν τους μαθητές σε αυθεντικές καταστάσεις του πραγματικού κόσμου υπό το πρίσμα πολλών και διαθεματικών προσεγγίσεων που συνδυάζουν πολλούς Τομείς (Τεχνολογία, Προγραμματισμός, Φυσική κά). Ανάλογες μελέτες μετά από διδακτικές STEM παρεμβάσεις με μεγαλύτερο πλήθος ερωτώμενων και των δύο φύλων στην πρωτοβάθμια και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση θα είχαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον τόσο από ερευνητική σκοπιά όσο και ως προς το αποτέλεσμα τους ώστε να δώσουν κίνητρο στους εκπαιδευτικούς να εμπλακούν πιο ενεργά στη διδασκαλία STEM μαθημάτων με στόχο να αυξήσουν τα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alanazi, A. (2016). A critical review of constructivist theory and the emergence of constructionism. *American Research Journal of Humanities and Social Sciences*, 2, 1-8. <https://doi.org/10.21694/2378-7031.16018>
- Barr, D., Harrison, J., & Conery, L. (2011). Computational thinking: A digital age skill for everyone. *Learning & Leading with Technology*, 38(6), 20-23.
- Karp-Boss, L., Boss, E., Weller, H., Loftin, J., & Albright, J. (2009). Teaching physical concepts in oceanography: An inquiry-based approach. *Oceanography*, 22 (SUPPL. 3), 1. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2009.supplement.01>
- Mayes, R. (2019). Quantitative reasoning and its role in interdisciplinarity. *Interdisciplinary mathematics education: The state of the art and beyond*, 113-133. , https://doi.org/10.1007/978-3-030-11066-6_8
- National Research Council. (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. National Academies Press.
- National Research Council, Singer, S. R., Nielsen, N. R., & Schweingruber, H. A. (2012). Discipline-based education research: Understanding and improving learning in undergraduate science and engineering (pp. 6-11). Washington, DC: National Academies Press.
- Ntourou, V., Kalogiannakis, M., & Psycharis, S. (2021). A study of the impact of Arduino and Visual Programming In self-efficacy, motivation, computational thinking and 5th grade students' perceptions on Electricity. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(5), em1960. <https://doi.org/10.29333/ejmste/10842>
- Psycharis, S. (2018). STEAM in education: A literature review on the role of computational thinking, engineering epistemology and computational science. computational steam pedagogy (CSP). *Scientific Culture*, 4(2), 51-72. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1214565>
- Psycharis, S., Kalovrektis, K., Sakellaridi, E., Korres, K., & Mastorodimos, D. (2018). Unfolding the Curriculum: Physical Computing, Computational Thinking and Computational Experiment in STEM's Transdisciplinary Approach. *European Journal of Engineering and Technology Research*, 19-24. <https://doi.org/10.24018/ejeng.2018.0.CIE.639>

- Psycharis, S., Kalovrektis, K., & Xenakis, A. (2020). A Conceptual Framework for Computational Pedagogy in STEAM education: Determinants and perspectives. *Hellenic Journal of STEM Education*, 1(1), 17-32. <https://doi.org/10.51724/hjstemed.v1i1.4>
- Psycharis, S., & Kotzampasaki, E. (2017, November). A didactic scenario for implementation of computational thinking using inquiry game learning. In *Proceedings of the 2017 International Conference on Education and E-Learning* (pp. 26-29). <https://doi.org/10.1145/3160908.3160918>
- Weese, J. L., & Feldhausen, R. (2017, June). STEM outreach: Assessing computational thinking and problem solving. In *2017 ASEE Annual Conference & Exposition*.
- Καλοβρέκτης, Κ. & Κοντού, Π. & Ψυχάρης, Σ. & Παρασκευοπούλου Κόλλια, Ε. – Α. (2020). *Οι ΤΠΕ στις Επιστήμες της Αγωγής: Σχεδιασμός διδακτικών σεναρίων*. Τζιόλα
- Καλοβρέκτης, Κ. & Ξενάκης, Α. & Ψυχάρης, Σ. & Σταμούλης, Γ (2020). *Εκπαιδευτική Τεχνολογία, Αναπτυξιακές Πλατφόρμες Ρομποτικής και IoT*. Τζιόλα
- Κούσης, Α. (2017). *Η επίδραση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην υπολογιστική σκέψη των εκπαιδευτικών* (Μεταπτυχιακή Διατριβή). Διαθέσιμο στο Ιδρυματικό Καταθετήριο Επιστημονικών Εργασιών του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Ανακτημένο από <http://ikee.lib.auth.gr/record/295637>
- Παπαδοπούλου, Φ. (2020). Διερεύνηση της υπολογιστικής σκέψης μέσα από δραστηριότητα μηχανικής μάθησης με χρήση της πλατφόρμας Machine Learning forKids.[Μεταπτυχιακή Εργασία, Πανεπιστήμιο Πατρών & ΕΚΠΑ]. <http://hdl.handle.net/10889/14239>
- Ρούσος, Π.Α. & Τσαούσης, Γ. (2011). *Στατιστική στις επιστήμες της συμπεριφοράς με τη χρήση του SPSS*. Εκδόσεις Τόπος
- Ψυχάρης, Σ., & Καλοβρέκτης, Κ. (2017). *Διδακτική και Σχεδιασμός εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων STEM & ΤΠΕ*. Τζιόλα.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

- Arduino (2022, Σεπτέμβριος 28). In *Wikipedia*. <https://el.wikipedia.org/wiki/Arduino>
- Arduino (2019, Νοέμβριος). Δικτυακός τόπος online σεμιναρίων σχετικά με τις ΤΠΕ. <https://e-learning.ilei.sch.gr/moodle/>

- Copley, J. (2014, October 9) *Just How Little Do We Know about the Ocean Floor?* Scientific American. <https://www.scientificamerican.com/article/just-how-little-do-we-know-about-the-ocean-floor/>
- EVNautilus (2019, September 30). *Exploring the Deep Sea History of Seafloor Mapping*. <https://deepoceaneducation.org/resources/exploring-the-deep-sea-history-of-seafloor-mapping/?fbclid=IwAR2-0Yzg7NUQa98XHLstj2T6MPViNP2eIakJWrYU2gTP3 UISAmam2nhCnc>
- Lego Education, *STEAM Lesson Plans for All Ages* | LEGO® Education (n.d). Ανακτήθηκε 11 Δεκεμβρίου 2022 από <https://education.lego.com/en-us/lessons?products=WeDo+2.0+Core+Set>
- Microsoft, *3D in Windows 10 – Microsoft Support* (n.d). Ανακτήθηκε 10 Δεκεμβρίου 2022 από <https://support.microsoft.com/en-us/windows/3d-in-windows-10-b8a32d28-dacc-0312-a2b8-d6668f014365>
- Microsoft Learn Educator Center. Hacking STEM. (2022). Ανακτήθηκε 10 Αυγούστου 2022 από <https://learn.microsoft.com/en-us/training/educator-center/instructor-materials/hacking-stem>
- Microsoft, *What is Data Streamer? – Microsoft Support* (n.d). Ανακτήθηκε 10 Οκτωβρίου 2022 από <https://support.microsoft.com/en-us/office/what-is-data-streamer-1d52ffce-261c-4d7b-8017-89e8ee2b806f>
- Physical computing (2022, Οκτώβριος 7). In *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/wiki/Physical_computing
- Sea and Sky. *Ocean Exploration Timeline - Ocean Exploration on Sea and Sky (seasky.org)* (n.d). Ανακτήθηκε 11 Σεπτεμβρίου 2022 από <http://www.seasky.org/ocean-exploration/ocean-timeline-menu.html>
- SeaWorld Parks & Entertainment (2023). *All About Bottlenose Dolphins - Communication & Echolocation* | SeaWorld Parks & Entertainment. <https://seaworld.org/animals/all-about/bottlenose-dolphin/communication/>
- XPRIZE (2019, May 31). *Shell Ocean Discovery XPRIZE Overview Video* Ανακτήθηκε 15 Σεπτεμβρίου 2022 από <https://oceandiscovery.xprize.org/prizes/ocean-discovery>
- Ακριβής καταμέτρηση του βυθού των ωκεανών (2021, 12 Μαΐου). *Η Καθημερινή*. <https://www.kathimerini.gr/world/561360238/akrivis-katametrissi-toy-vythoy-ton->

[oceanon/?fbclid=IwAR17usR57rNj-75QSFNYOtVTOJb0-cOrLW0Kedlqpc2e3FJRW8pJvznZebY](https://www.facebook.com/IwAR17usR57rNj-75QSFNYOtVTOJb0-cOrLW0Kedlqpc2e3FJRW8pJvznZebY)

Επιστήμονες χαρτογράφησαν χιλιάδες υποθαλάσσια βουνά (2014, Οκτώβριος 4). *Αργολικές Ειδήσεις*. https://www.argolikeseidhseis.gr/2014/10/blog-post_65.html?fbclid=IwAR2uy_4nVqfbFuHapeMo1F9D6LMR790D3PeG2UNEdVXD4WuZDxvRu1pGL80

Επιταχύνεται ετησίως η άνοδος της στάθμης των ωκεανών (2018, Φεβρουάριος 13). *in.gr* https://www.in.gr/2018/02/13/b-science/epitaxynetai-etisiws-i-anodos-tis-stathmis-twn-wkeanwn/?fbclid=IwAR3pX5ogA1tbAYFJk4c-y9VVsQQcHbQH2_07yF1Z37mTH5H7Xi-tlKV4L7E

Καρατζάς, Α. (2021, Ιούνιος 22) Η χαρτογράφηση του πυθμένα των ωκεανών της Γης ξεπέρασε το 20%. <https://unboxholics.com/news/tech/85525-i-chartografisi-tou-pythmena-ton-oceanon-tis-gis-xeperase-to-20?fbclid=IwAR1olKJU48bMWdpFluhAZcSHhD54JyWZa4Tb3upwF2ZHKBrmUDwP3s1IPhU>

Ολοκληρώθηκε η πρώτη φάση χαρτογράφησης των βυθών της Γης (2021, Ιούνιος 22). *Η Ναυτεμπορική*. <https://m.naftemporiki.gr/story/1740740?fbclid=IwAR28m-3XR0cdqKLMrskI9sqKtJzzO3AiPSrFo8KVVor3fR8dtSHZgFfTd7M>

Πανσεληνά, Ε. (2018, Οκτώβριος 31). Η χαρτογράφηση των ωκεανών ξεκινάει... από την Καλαμάτα! *.Έθνος (ethnos.gr)*. https://www.ethnos.gr/greece/article/1766/hxartografhshtonokeanonxekinaiapothonkala-mata?fbclid=IwAR3GqRZBjq87XFRf5lB5C6lyYJT1-Ml8yE5ssa5GHqE9lRicyH9IyB4VM_w

Τσιμπούκης, Π. (2022, Φεβρουάριος 13). Αχαρτογράφητο το 80% του βυθού των ωκεανών – Πώς επηρεάζει την κλιματική αλλαγή. *Το Βήμα*. https://www.tovima.gr/2022/02/13/science/axartografito-to-80-tou-vythou-ton-oceanon/?fbclid=IwAR1SIhsOt4_zFbu-yakWKByJG4DFvSHKve3ZcFgC7x9-8-19-59gs25L1oc