



Διάχυση

STEM

diffusion of

// () {

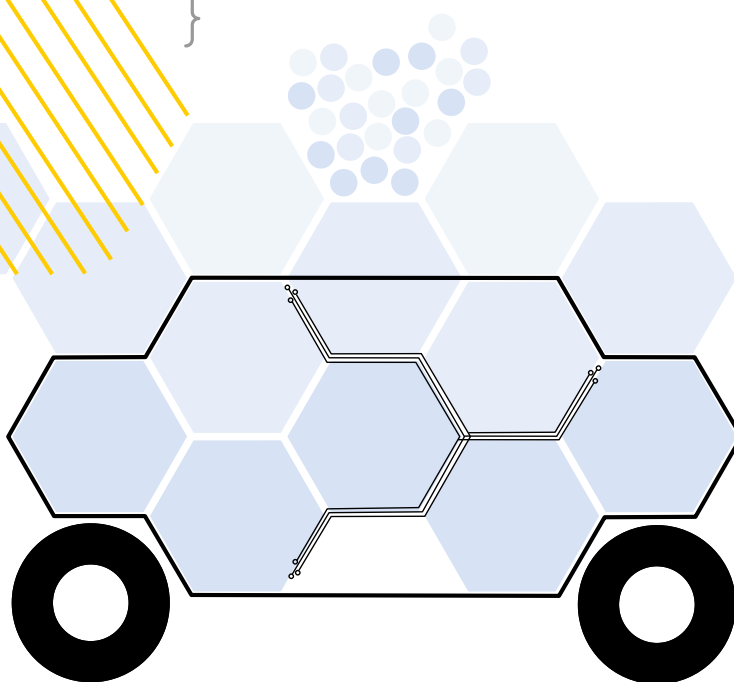


φέξε μου

και ...

κύλησα

}



ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ βιβλίο
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ εκπαιδευτικού



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικών και Καποδιστριακών
Πανεπιστήμιων Αθηνών
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ



ATHENS
SCIENCE AND EDUCATION
LABORATORY



ΕΛΙΔΕΚ.
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΧΥΣΗ STEM (DIFFUSION of STEM)

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ – ΒΙΒΛΙΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ

Το παρόν υλικό δημιουργήθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος «Διάχυση STEM» (DI-STEM) που χρηματοδοτείται από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛΙΔΕΚ) στο πλαίσιο της Δράσης «Επιστήμη και Κοινωνία: Κόμβοι Έρευνας, Καινοτομίας και Διάχυσης» του ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ (ΚΕ 18163, Επιστημονικός υπεύθυνος: Κωνσταντίνος Σκορδούλης, Συντονίστρια έργου: Κωνσταντίνα Στεφανίδου).

Συγγραφή – Επιμέλεια – Κριτική ανάγνωση

Κωνσταντίνος Σκορδούλης, Κωνσταντίνα Στεφανίδου, Ηλίας Μπόικος, Βασιλίνα Ψωμά, Βασίλης Μιχαλόπουλος, Αρτεμής Στούμπα, Κυριάκος Κυριακού, Ιωάννα Σταύρου, Άνθιμος Χαλκίδης, Αχιλλέας Μανδρίκας, Μαρία Χατζάκη, Αριστοτέλης Γκιόλμας, Κωνσταντίνα Τσαλαπάτη, Θεοπούλα Χρυσόχου.



ΑΘΗΝΑ 2023 - CC BY-NC 4.0

Μπορείτε να:

Μοιραστείτε — αντιγράψετε και αναδιανέμετε το υλικό με κάθε μέσο και τρόπο

Προσαρμόσετε — αναμείξετε, τροποποιήσετε και να δημιουργήσετε πάνω στο υλικό

Υπό τους ακόλουθους όρους:

Αναφορά Δημιουργού — Θα πρέπει να καταχωρίσετε αναφορά στον δημιουργό, με σύνδεσμο της άδειας, και με αναφορά αν έχουν γίνει αλλαγές. Μπορείτε να το κάνετε αυτό με οποιονδήποτε εύλογο τρόπο, αλλά όχι με τρόπο που να υπονοεί ότι ο δημιουργός αποδέχεται το έργο σας ή τη χρήση που εσείς κάνετε.

Μη Εμπορική Χρήση — Δεν μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το υλικό για εμπορικούς σκοπούς.



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικών και Καποδιστριακών
Πανεπιστήμιων Αθηνών
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα τελευταία χρόνια τα πορίσματα της εκπαιδευτικής έρευνας στον τομέα του STEM καθώς και η ενργήγωση της επιστημονικής κοινότητας σχετικά με τα περιβαλλοντικά ζητήματα δεν έχουν αφήσει αδιάφορη την εκπαιδευτική κοινότητα, και συγκεκριμένα τους/τις «εκπαιδευτικούς της τάξης». Εκεί ακριβώς στοχεύει το υλικό που έχετε «ανά χείρας». Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο/η εκπαιδευτικός είναι ρυθμιστικός παράγοντας για την εφαρμογή και επιτυχία οποιασδήποτε εκπαιδευτικής καινοτομίας, το υλικό αυτό στοχεύει να συμβάλει στην διάδοση της εκπαίδευσης STEM στην πράξη.

Προς τούτο, αποτελείται από «το υλικό του μαθητή» που περιέχει **πέντε** πλήρη εκπαιδευτικά προγράμματα STEM για το δημοτικό, το γυμνάσιο και το λύκειο, καθώς και το «υλικό του εκπαιδευτικού» που περιέχει επιπλέον ενδεικτικές απαντήσεις και το σχετικό βοηθητικό θεωρητικό πλαίσιο. Φιλοδοξεί, οι εκπαιδευτικοί που θα αξιοποιήσουν τις δραστηριότητες να μπορούν να μεταφέρουν την εμπειρία και την γνώση τους σε συναδέλφους με απώτερο σκοπό την όσο μεγαλύτερη διάχυση της προσέγγισης STEM.

Το παρόν υλικό δημιουργήθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος «Διάχυση STEM» (DI-STEM) που χρηματοδοτείται από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛΙΔΕΚ) στο πλαίσιο της Δράσης «Επιστήμη και Κοινωνία: Κόμβοι Έρευνας, Καινοτομίας και Διάχυσης» του ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ (ΚΕ 18163, Επιστημονικός υπεύθυνος: Κωνσταντίνος Σκορδούλης, Συντονίστρια έργου: Κωνσταντίνα Στεφανίδου).

Η ομάδα:

Κωνσταντίνος Σκορδούλης

Κωνσταντίνα Στεφανίδου

Ηλίας Μπόικος

Βασιλίνα Ψωμά

Βασίλης Μιχαλόπουλος

Αρτεμησία Στούμπα

Κυριάκος Κυριακού

Ιωάννα Σταύρου

Άνθιμος Χαλκίδης

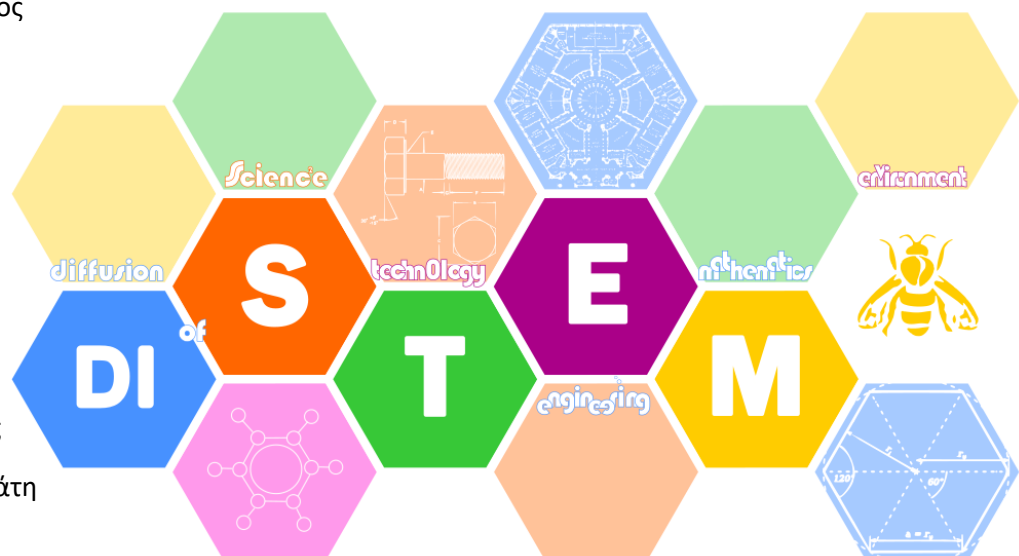
Αχιλλέας Μανδρίκας

Μαρία Χατζάκη

Αριστοτέλης Γκιόλμας

Κωνσταντίνα Τσαλαπάτη

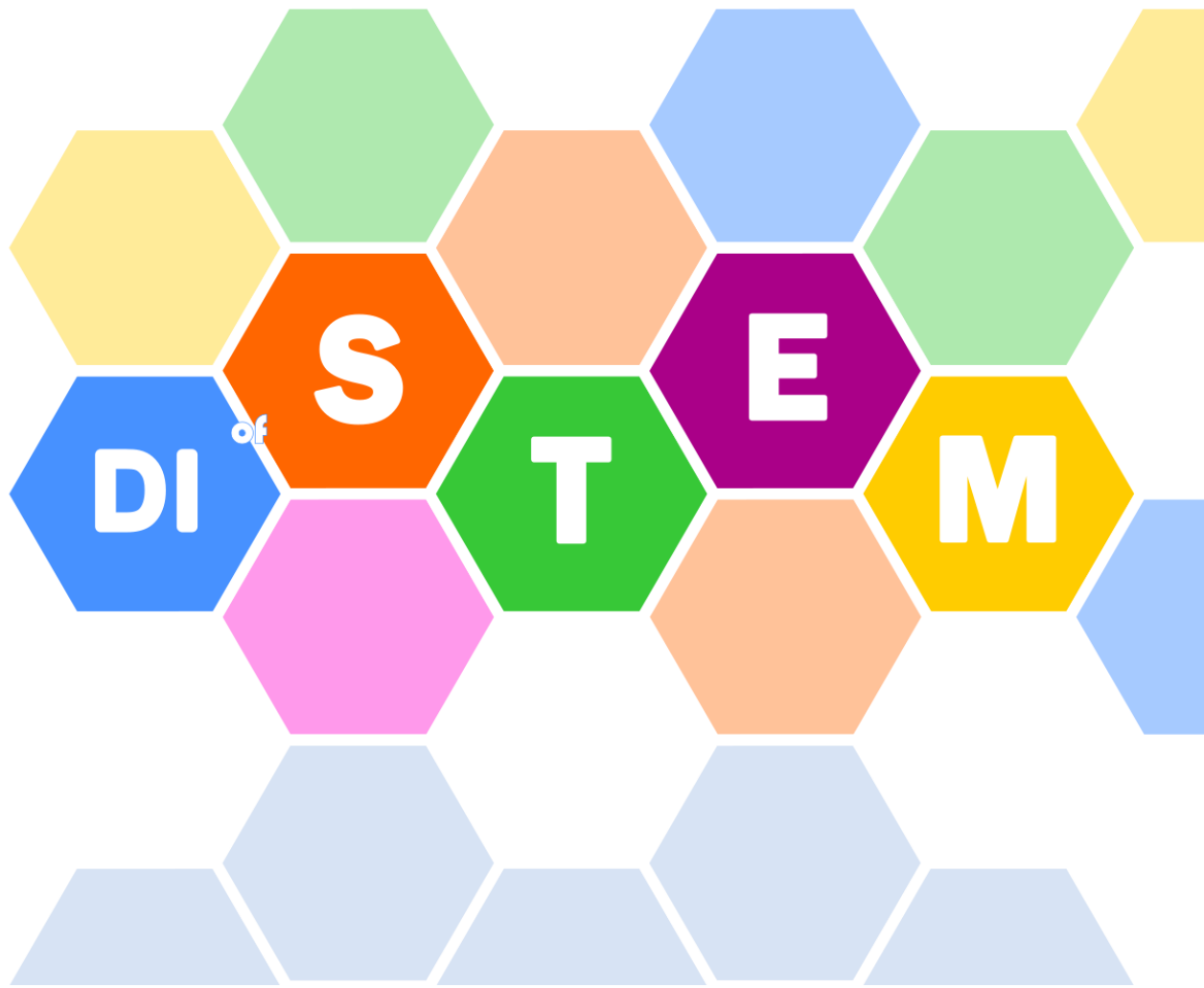
Θεοπούλα Χρυσοχού



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ _____	3
ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΡΕΥΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ STEM _____	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ _____	21
ΜΕ ΤΟΝ ΗΛΙΟ ΟΔΗΓΩ _____	67
ΒΡΕΞΕΙ, ΧΙΟΝΙΣΕΙ! [για το Δημοτικό] _____	87
ΒΡΕΞΕΙ, ΧΙΟΝΙΣΕΙ! [για το Γυμνάσιο - Λύκειο] _____	117
ΤΙ ΑΝΑΠΝΕΟΥΜΕ; _____	147
ΣΠΙΤΙ ΜΟΥ, ΣΠΙΤΑΚΙ ΜΟΥ _____	177
ΧΡΕΙΑΖΟΜΑΙ ΠΟΤΙΣΜΑ; _____	197

ΣΥΧΡΟΝΑ ΡΕΥΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ STEM



ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΡΕΥΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ STEM

Στεφανίδου Κ. & Σκορδούλης Κ.

Εισαγωγικά

Στις αρχές της δεκαετίας του 2000, στις ΗΠΑ, η έκθεση *Rising Above the Gathering Storm* (2005), μία έκθεση των Αμερικανικών Εθνικών Ακαδημιών Επιστήμης, Μηχανικής και Ιατρικής, επεσήμανε τη σύνδεση μεταξύ της οικονομικής ανάπτυξης και της αύξησης του εργατικού δυναμικού που διαθέτει εξειδικευμένες γνώσεις στις Φυσικές Επιστήμες και την τεχνολογία. Η έκθεση προέβλεπε ότι θα επέρχονταν επιπτώσεις, εάν οι ΗΠΑ δεν γίνονταν ανταγωνιστικές σε αυτό το είδος του εργατικού δυναμικού. Έτσι, αποφασίστηκε να δοθεί η πρέπουσα βαρύτητα στην έρευνα στην επιστήμη, στα μαθηματικά και στην τεχνολογία, καθώς και στη σχέση τους με την οικονομική πολιτική και την εκπαίδευση.

Ευρήματα διεθνών ερευνών όπως το TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) και το PISA (Program for International Student Assessment) ενίσχυσε τις ανησυχίες στις ΗΠΑ. Τα αποτελέσματα του PISA 2006 έδειξαν ότι οι ΗΠΑ είχαν συγκριτικά με άλλες χώρες μεγάλο ποσοστό μαθητών με χαμηλή απόδοση και ως εκ τούτου η χώρα κατέλαβε την 21η θέση (σε μια ομάδα 30 χωρών) σε αξιολογήσεις επιστημονικής ικανότητας και γνώσεων.

Έκτοτε, η εκπαίδευση STEM διατίθεται σε διάφορα περιβάλλοντα εντός και εκτός σχολείου. Στην έκθεση του 2012 *Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education: A Primer*, η εκπαίδευση STEM ορίστηκε ως διδασκαλία και μάθηση στους τομείς της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών. Περιλαμβάνει συνήθως εκπαιδευτικές δραστηριότητες σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης - από την προσχολική ηλικία έως το μεταδιδακτορικό - τόσο στην τυπική όσο και στην άτυπη και μη τυπική εκπαίδευση.

Αρκετοί εκπαιδευτικοί επικεντρώθηκαν στη βελτίωση της διδασκαλίας της επιστήμης και των μαθηματικών χρησιμοποιώντας διάφορες προσεγγίσεις συμβατές με την εκπαίδευση STEM. Για παράδειγμα, ορισμένοι εκπαιδευτικοί ενσωμάτωσαν δραστηριότητες βασισμένες σε σχέδια εργασίας (project-based) που απαιτούσαν γνώσεις και εφαρμογή δεξιοτήτων σε συγκεκριμένους τομείς, όπως η μηχανική. Σε ορισμένες περιπτώσεις, προστέθηκαν ή επεκτάθηκαν εξωσχολικές δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένων ομαδικών διαγωνισμών στους οποίους οι μαθητές συνεργάστηκαν όπως για παράδειγμα, για να κατασκευάσουν ένα θερμοκήπιο ή έναν μετεωρολογικό σταθμό.

Οι σκοποί της εκπαίδευσης STEM

Σύμφωνα με την έκθεση του National Research Council, *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (2011) οι τρεις γενικοί σκοποί της εκπαίδευσης STEM είναι:

Σκοπός 1: Να διευρύνει το πλήθος των μαθητών που αναζητούν καλές επιδόσεις και πιθανή σταδιοδρομία στα γνωστικά πεδία του STEM καθώς και να διευρύνει το πλήθος των γυναικών και των μειονοτήτων που συμμετέχουν σε μαθήματα των κλάδων του STEM.

Τα γνωστικά πεδία του STEM είναι στενά συνυφασμένα με την οικονομική ανάπτυξη των κρατών. Ειδικά στις ΗΠΑ εκδόθηκαν πολλές εκθέσεις με τις οποίες γινόντουσαν προσπάθειες να συνδυαστούν η πρόοδος στους κλάδους του STEM με την ανταγωνιστικότητα της χώρας σε επίπεδο νέων επιστημόνων και ερευνητικών προγραμμάτων. Έτσι, ένας από τους σκοπούς του STEM είναι η εισροή μαθητών στους επιμέρους ακαδημαϊκούς κλάδους με απώτερο σκοπό την επιδίωξη καριέρας. Μια σημαντική διάσταση εδώ είναι η αύξηση της συμμετοχής κοριτσιών, μειονοτήτων αλλά και μαθητών ασθενέστερων οικονομικών και κοινωνικών τάξεων που παραδοσιακά έχουν μέτριες ή χαμηλές επιδόσεις στους κλάδους του STEM, με την έννοια ότι δεν προτιμούν τα αντίστοιχα γνωστικά πεδία (των επιστημών, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών). Στην πραγματικότητα, μόλις το 10% των διδασκόντων σε κλάδους STEM είναι έγχρωμοι μαθητές, παρόλο που οι έγχρωμοι πολίτες αποτελούν το ένα τέταρτο του πληθυσμού των ΗΠΑ. Η ανισορροπία αυτή απασχόλησε τους φορείς χάραξης εκπαιδευτικής πολιτικής στις ΗΠΑ.

Σκοπός 2: Να διευρύνει το εργατικό δυναμικό που έχει δεξιότητες STEM και να αυξήσει τη συμμετοχή γυναικών και μειονοτήτων σε αυτό το εργατικό δυναμικό.

Παρόλο που υπάρχει σαφής ανάγκη αύξησης του αριθμού των μαθητών που επιτυγχάνουν καλές επιδόσεις στους κλάδους STEM, είναι εξίσου σημαντικό για την οικονομία των ΗΠΑ να αυξηθεί ο αριθμός των ατόμων που είναι προετοιμασμένοι για καριέρα που σχετίζεται με το STEM, όπως εκπαιδευτικοί στους κλάδους STEM, ιατρικοί βοηθοί, νοσοκόμες και τεχνικοί υπολογιστών και πράσινης ενέργειας. Μια τέτοιου τύπου σταδιοδρομία απαιτεί γενικά επαγγελματική πιστοποίηση με εξειδικευμένες γνώσεις STEM, ένα σχετικό πτυχίο ή συνδυασμό αυτών. Η τρέχουσα ζήτηση για εργαζόμενους με δεξιότητες STEM ξεπερνά την προσφορά αιτούντων. Επιπλέον, 16 από τα 20 επαγγέλματα με τη μεγαλύτερη προβλεπόμενη ανάπτυξη την επόμενη δεκαετία σχετίζονται με το STEM. Επομένως, είναι προς όφελος της οικονομίας η προετοιμασία ενός ικανού αριθμού μελλοντικών εργαζόμενων με δεξιότητες STEM.

Σκοπός 3: Να αυξηθεί το επίπεδο του γραμματισμού STEM για όλους τους μαθητές, ανεξάρτητα από τις σπουδές και το επάγγελμα που θα ακολουθήσουν. Η διαδικασία λήψης απόφασης σε προσωπικό και κοινωνικό επίπεδο τον 21ο αιώνα απαιτεί επιστημονική και τεχνολογική κατανόηση. Ζητήματα όπως η υγεία, το περιβάλλον, η ενέργεια είναι ζωτικής σημασίας και απαιτούν ενεργούς πολίτες που να μπορούν να τοποθετηθούν σε αυτά. Με τον όρο «γραμματισμός στο STEM» εννοούμε τη γνώση και κατανόηση που έχει αποκτήσει κάποιος σε επιστημονικές και μαθηματικές έννοιες, καθώς και στις διαδικασίες που απαιτούνται για την προσωπική λήψη απόφασης, τη συμμετοχή στα κοινά καθώς και τη συμμετοχή σε πολιτιστικά θέματα και την οικονομική ευημερία. Στοχεύοντας στην εκπαίδευση όλων των μαθητών και όχι μόνο αυτών που θα ακολουθήσουν καριέρα σε κάποιο κλάδο του STEM ή στην εκπαίδευση του STEM, στην ουσία είναι σαν να στοχεύουμε στην προετοιμασία των πολιτών για μια κοινωνία στην οποία επικρατεί η επιστήμη και η τεχνολογία.

Οι παραπάνω τρεις σκοποί παίρνουν τη μορφή των ενδιάμεσων στόχων στα διάφορα περιβάλλοντα της εκπαίδευσης STEM.

Δύο κυρίαρχοι **στόχοι** που σχετίζονται με την εκπαίδευση STEM είναι ο **γραμματισμός (literacy) STEM** και οι **δεξιότητες (competencies)** που απαιτούνται για τον 21ο αιώνα.

Ο «γραμματισμός STEM» είναι μια σχετικά καινούρια έννοια η οποία δεν έχει οριστεί επαρκώς ούτε στη βιβλιογραφία, παρόλο που έχουν γίνει πολλές μελέτες για τον γραμματισμό στους επιμέρους κλάδους του STEM, δηλαδή στον επιστημονικό, μαθηματικό, τεχνολογικό και μηχανικό γραμματισμό (π.χ. AAAS 1990, ITEEA 1996, NRC 1989). Από αυτές τις προσπάθειες είναι δυνατόν να συναχθεί ότι ο γραμματισμός

STEM περιλαμβάνει κάποιο συνδυασμό (1) συνειδητοποίησης του ρόλου της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών στη σύγχρονη κοινωνία, (2) εξοικείωσης με τουλάχιστον μερικές από τις θεμελιώδεις έννοιες του κάθε κλάδου, και (3) ενός βασικού επιπέδου ευχέρειας στην εφαρμογή, όπως για παράδειγμα, η ικανότητα κριτικής αξιολόγησης του περιεχομένου της επιστήμης ή της εφαρμοσμένης μηχανικής σε μια αναφορά ειδήσεων, η αντιμετώπιση βασικών προβλημάτων κοινών τεχνολογιών και η εκτέλεση βασικών μαθηματικών λειτουργιών σχετικών με την καθημερινή ζωή.

Σε επίπεδο εκτίμησης αποτελεσμάτων, η μέτρηση του γραμματισμού STEM ως αποτέλεσμα μιας ολοκληρωμένης εκπαιδευτικής εμπειρίας μπορεί να είναι προβληματική, από τη μια λόγω του ότι δεν έχει ακόμη οριστεί πλήρως και από την άλλη επειδή περιλαμβάνει πολλά διαφορετικά στοιχεία (Bybee 2010). Ωστόσο, οι μεμονωμένες πτυχές του γραμματισμού STEM, όπως για παράδειγμα, η κατανόηση συγκεκριμένων επιστημονικών ή μαθηματικών εννοιών ή η επίγνωση του τρόπου με τον οποίο οι κλάδοι STEM βοηθούν στη διαμόρφωση της κατανόησής μας για τον κόσμο μας, είναι μετρήσιμα αποτελέσματα.

Οι δεξιότητες του 21ου αιώνα είναι ένα μείγμα γνωστικών, διαπροσωπικών και ενδοπροσωπικών δεξιοτήτων που μπορούν να υποστηρίξουν τη βαθύτερη μάθηση και επικοινωνία γνώσεων. Οι γνωστικές δεξιότητες περιλαμβάνουν την κριτική σκέψη και την καινοτομία, οι διαπροσωπικές δεξιότητες περιλαμβάνουν την επικοινωνία, τη συνεργασία και την ευθύνη, ενώ οι ενδοπροσωπικές δεξιότητες περιλαμβάνουν την ευελιξία, την πρωτοβουλία καθώς και δεξιότητες μεταγνωστικού χαρακτήρα.

Τα αποτελέσματα της εκπαίδευσης STEM μπορεί να είναι γνωστικά ή συναισθηματικά, να αντικατοπτρίζουν την επιμονή και τη συνέπεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας ή να είναι κάποιος συνδυασμός αυτών. Συνήθως, τα γνωστικά αποτελέσματα καθορίζονται μέσω τυπικών μετρήσεων επίτευξης, όπως μεγάλης κλίμακας αξιολόγηση σε εθνικό ή διεθνές επίπεδο. Μπορούν επίσης να μετρηθούν μέσω διαμορφωτικής ή αθροιστικής αξιολόγησης που έχει σχεδιαστεί για την αξιολόγηση ενός συγκεκριμένου προγράμματος σπουδών, ακολουθίας μαθημάτων ή δραστηριότητας. Επιπλέον, αυξάνεται το ενδιαφέρον για την αξιολόγηση των δεξιοτήτων του 21ου αιώνα, όπως η ευέλικτη μάθηση, η ικανότητα εργασίας σε μη δομημένα προβλήματα, η επικοινωνία και η ομαδική εργασία ως δείκτες της μάθησης STEM (NRC 2012). Ωστόσο, έγκυρα και αξιόπιστα τεστ αξιολόγησης αυτών των δεξιοτήτων δεν είναι ακόμη διαθέσιμα (NRC 2013).

Οι προσδοκώμενες δεξιότητες για τον εκπαιδευόμενο σε περιβάλλον STEM, με βάση το NRC (2012) είναι:

- Κατανόηση προβλήματος και των απαραίτητων στοιχείων για τη διερεύνησή του
- Παραγωγή ερωτήσεων προς διερεύνηση
- Έρευνα με πειραματισμό, μοντελοποίηση, διαχείριση μεταβλητών, ακριβής παρατήρηση και μέτρηση
- Εμπειριστατωμένη λήψη αποφάσεων με βάση αιτιολογημένα συμπεράσματα
- Ενίσχυση της αξιοπιστίας των μετρήσεων, μέσω των επαναλήψεών τους
- Διατύπωση επιστημονικής εξήγησης
- Σχεδιασμός μικρής έρευνας
- Διαπραγμάτευση στην ομάδα: ιδεών, υποθέσεων, αποτελεσμάτων, ερμηνειών, επιπτώσεων, αιτιολογιών, εξηγήσεων και αρχών
- Ομαδική εργασία και συνεργασία με τις άλλες ομάδες

Η ενοποιημένη εκπαίδευση σε περιβάλλον STEM

Η ενοποιημένη εκπαίδευση σε περιβάλλον STEM (integrated STEM education) με ενσωμάτωση του περιεχομένου και των δεξιοτήτων των φυσικών επιστημών, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών επιδιώκει την οικοδόμηση από την πλευρά των εκπαιδευτικών και των μαθητών όλων των συνδέσεων μεταξύ των κλάδων καθώς και την αξιοποίηση των συνδέσεων αυτών με τρόπους που να βελτιώνουν τη μάθηση. Για παράδειγμα, η κατανόηση της γενικής ιδέας του συστήματος μπορεί να υποστηριχτεί με τη μελέτη ηλεκτρικών συστημάτων, μηχανικών συστημάτων, οικοσυστημάτων ακόμα και μαθηματικών συστημάτων εξισώσεων και της αναγνώρισης κοινών χαρακτηριστικών.

Η ενοποιημένη εκπαίδευση σε περιβάλλον STEM πραγματοποιείται συνήθως με δραστηριότητες που βασίζονται στην επίλυση προβλήματος (problem-based), στην κατασκευή ενός σχεδίου εργασίας (project-based) ή στον σχεδιασμό (design-based) προκειμένου να εμπλέξουν τους μαθητές στο να χειρίζονται πολύπλοκα πλαίσια που αντανakλούν πραγματικά προβλήματα. Για παράδειγμα, θα μπορούσαν οι μαθητές να κληθούν να κατασκευάσουν έναν φούρνο που είναι φιλικός προς το περιβάλλον ή και λειτουργικός σε περιπτώσεις που οι άνθρωποι δεν έχουν πρόσβαση στον ηλεκτρισμό. Σε αυτή τη περίπτωση, οι μαθητές θα αξιοποιούσαν τη μηχανική διαδικασία προκειμένου να φτιάξουν έναν ηλιακό φούρνο και μέσα από αυτή τη διαδικασία θα ερευνούσαν ένα ευρύ φάσμα εννοιών του STEM, όπως οι θερμικές ιδιότητες των υλικών και το πώς η πυκνότητα επιδρά στη θερμική αγωγιμότητα ενός υλικού. Θα χρησιμοποιούσαν μαθηματικά για να μετρήσουν, να σχεδιάσουν και να ερμηνεύσουν τα δεδομένα και θα μπορούσαν ακόμα και να αναπτύξουν ένα μαθηματικό μοντέλο συμπεριφοράς της συσκευής τους. Μέσα από επαναλαμβανόμενους κύκλους έρευνας οι μαθητές εμπλέκονται στον σχεδιασμό, στη δημιουργία, στον έλεγχο και βελτιώνουν τις εφευρέσεις τους. Συνεπώς, η ενοποιημένη εκπαίδευση STEM περιλαμβάνει προσέγγιση πολύπλοκων φαινομένων και καταστάσεων που απαιτούν από τους μαθητές να χρησιμοποιούν γνώσεις και δεξιότητες από περισσότερους του ενός κλάδου του STEM.

Παρακάτω δίνονται επιμέρους στόχοι που σχετίζονται με την καλλιέργεια δεξιοτήτων σχετικών με την ενοποιημένη προσέγγιση STEM:

- Να αναγνωρίζουν οι μαθητές και να εφαρμόζουν έννοιες που έχουν διαφορετική σημασία στα διάφορα γνωστικά αντικείμενα
- Να εμπλέκονται σε μια πρακτική STEM, όπως στον μηχανικό σχεδιασμό, που χρησιμοποιεί γνώσεις από έναν άλλο κλάδο, όπως τα μαθηματικά
- Να συνδυάζουν πρακτικές από δύο ή περισσότερους κλάδους, όπως για παράδειγμα το πείραμα και τον μηχανικό σχεδιασμό, για να λύνουν προβλήματα ή να ολοκληρώνουν ένα project

Ενοποιώντας τα μαθηματικά με τις φυσικές επιστήμες

Η πιο καλά μελετημένη μέχρι στιγμής προσπάθεια ενοποίησης κλάδων του STEM είναι η ενοποίηση των μαθηματικών και των φυσικών επιστημών (Berlin & Lee 2003, 2005, Czerniak et al 1999, Hurley 2001, Pang & Good 2000). Οι περισσότερες δημοσιεύσεις είναι θεωρητικές και αφορούν στα αναμενόμενα θετικά αποτελέσματα της εν λόγω ενοποίησης. Αντιπροσωπευτικά αναφέρουμε την εμπειρική έρευνα του Hurley (2001) στην οποία έγινε σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων μιας διδακτικής προσέγγισης βασισμένης στην ενοποίηση μαθηματικών και φυσικών επιστημών και μιας διδακτικής

προσέγγισης στην οποία οι δύο κλάδοι αντιμετωπίζονται ξεχωριστά. Τα αποτελέσματα ήταν εμφανώς ενθαρρυντικά υπέρ της ενοποιημένης αντιμετώπισης.

Σύμφωνα με άλλες μελέτες, η φύση των μαθηματικών εργαλείων και συστημάτων αναπαράστασης που διατίθενται στους μαθητές καθορίζουν το βάθος και το εύρος της μάθησης για τις βασικές ιδέες στην επιστήμη, επειδή οι μαθηματικές μορφές συχνά αντιστοιχούν σε μορφές κατανόησης των φυσικών συστημάτων. Για παράδειγμα, η Sherin (2001) σημείωσε ότι τα μοντέλα δύναμης και κίνησης που έφτιαχναν φοιτητές συνδέθηκαν με μαθηματικές (συμβολικές) εξισώσεις. Καθώς οι φοιτητές δούλευαν πάνω στις εξισώσεις που συνδέουν τις φυσικές ποσότητες, δημιουργούσαν νέες εξισώσεις που αντιστοιχούσαν σε νέα φαινόμενα ή στην επεξεργασία και την επανεξέταση των αρχικών φαινομένων και εννοιών. Ο Di Sessa (2000) υποστηρίζει ότι νέες μορφές μαθηματικής έκφρασης που υποστηρίζονται από υπολογιστικά μέσα (λογισμικά) μπορούν να κάνουν προσιτούς στους μαθητές νέους τρόπους κατανόησης της επιστήμης και των μαθηματικών.

Συνολικά, αυτές οι μελέτες υποδεικνύουν ότι η ενοποιημένη διδασκαλία των μαθηματικών με τις φυσικές επιστήμες μπορεί να υποστηριχθεί με την εμπλοκή των μαθητών στην εύρεση και την αναθεώρηση των μαθηματικών μοντέλων των φυσικών συστημάτων. Μια σημαντική προέκταση αυτού του γεγονότος είναι ότι η διδασκαλία και μάθηση των φυσικών επιστημών συνεπάγεται τη διδασκαλία και μάθηση της συμπεριφοράς των φυσικών συστημάτων ως μαθηματικών μοντέλων, καθιστώντας αυτή τη μορφή ενοποίησης όχι μόνο υποστηρικτική αλλά απαραίτητη για τη διδασκαλία και μάθηση τόσο των φυσικών επιστημών όσο και των μαθηματικών.

Ενοποιώντας τις φυσικές επιστήμες, τα μαθηματικά και τον μηχανικό σχεδιασμό

Οι προσεγγίσεις που βασίζονται στον σχεδιασμό (design-based), μια χαρακτηριστική διαδικασία της εκπαίδευσης στη μηχανική, αξίζουν ιδιαίτερης προσοχής μιας και αποτελούν κατάλληλο πλαίσιο για ενοποιημένη προσέγγιση STEM (NAE/NRC 2014). Η συνεισφορά της μηχανικής στην εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες και στα μαθηματικά μελετήθηκε συστηματικά στην έκθεση των NAE & NRC (2009) με τίτλο Engineering in K-12 Education, όπου προέκυψαν αισιόδοξα αποτελέσματα σχετικά με τη θετική επίδραση της μηχανικής στην εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες και στα μαθηματικά.

Έρευνες έχουν δείξει την αποτελεσματικότητα της μάθησης επιστημονικών εννοιών μέσω του σχεδιασμού σε ορισμένες αλλά όχι σε όλες τις καταστάσεις (Baumgartner & Reiser 1997, Fortus et al 2004, Mehalik et al. 2005, 2008, Penner et al. 1997, 1998, Sadler et al. 2000). Για παράδειγμα, η προσέγγιση μπορεί να είναι αποτελεσματική όταν οι νέες έννοιες εισάγονται ενώ οι μαθητές εργάζονται πάνω στη δραστηριότητα σχεδιασμού (Baumgartner & Reiser 1997, Fortus et al. 2004) ή όταν η αποτυχία του σχεδιασμού προκαλεί εννοιολογική αλλαγή καθώς οι μαθητές επανασχεδιάζουν ένα τέχνημα για να επιτύχουν τον στόχο τους (Lehrer et al 2008).

Άλλες μελέτες αποκαλύπτουν ότι οι μαθητές ενδέχεται να μην κάνουν αυτόματα συνδέσεις μεταξύ των κατασκευών που σχεδιάζουν και των σχετικών επιστημονικών εννοιών (Crismond 2001, Kozma 2003, Nathan et al 2013) και ότι τείνουν να εστιάζουν σε αισθητικές ή εργονομικές πτυχές του σχεδιασμού (Crismond 2001, Penner et al. 1998). Τα σημεία στα οποία εμπλέκονται τόσο οι έννοιες των φυσικών επιστημών όσο και οι αρχές της μηχανικής θα πρέπει να επισημαίνονται ρητά στους μαθητές (Fortus et al. 2004, Nathan et al. 2013) και το υλικό πρέπει να παρουσιάζεται με τέτοιο τρόπο, ώστε οι μαθητές να αντιλαμβάνονται ότι μπορούν να εφεύρουν συστήματα αναπαράστασης για να κατανοήσουν πώς

λειτουργεί ένα φυσικό ή τεχνητό σύστημα. Επιπλέον, η επιστημονική γνώση που αποκτάται μέσω του σχεδιασμού έχει τη δυνατότητα να είναι πολύ πλαισιωμένη, με την προϋπόθεση ότι οι δραστηριότητες που αναπτύσσονται δεν στοχεύουν απλά και μόνο στη μεταφορά γνώσης από το ένα πλαίσιο στο άλλο αλλά έχουν και βαθύτερους στόχους (Fortus et al. 2004, 2005).

Ο σχεδιασμός μπορεί κάτω από κατάλληλες προϋποθέσεις να συμβάλλει στην αναδόμηση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών. Η εξήγηση του τρόπου λειτουργίας μιας συσκευής αποτελεί ευκαιρία για την εξερεύνηση των κατάλληλων επιστημονικών εννοιών, ειδικά στην περίπτωση του επανασχεδιασμού. Ωστόσο, χωρίς εκπαιδευτική υποστήριξη τίποτα εγγενές στη διαδικασία σχεδιασμού δεν θα αναδομήσει τις ιδέες των μαθητών (Crismond 2001, Penner et al. 1997). Ο Sadler και οι συνεργάτες του (2000) ανέδειξαν τη δυνατότητα του επανασχεδιασμού ως δρόμου για να οικοδομήσουν τις εναλλακτικές αντιλήψεις μέσω γρήγορων κύκλων σχεδιαστικής δραστηριότητας που επιτρέπουν πολλές επαναλήψεις προκειμένου να βελτιώσουν την κατανόηση του μαθητή (Penner et al. 1997, 1998). Ο επανασχεδιασμός μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμος για τη διδασκαλία, διότι πολλά στοιχεία του σχεδιασμένου αντικειμένου λειτουργούν ήδη και οι μαθητές θα πρέπει να επικεντρωθούν για να αλλάξουν μόνο έναν περιορισμένο αριθμό (Crismond & Adams, 2012).

Ο Crismond έδειξε ότι ενώ οι ειδικοί αναγνωρίζουν εύκολα τις ευκαιρίες σύνδεσης των επιστημονικών ιδεών, οι μη ειδικοί δεν έχουν την ίδια ευκολία. Για παράδειγμα, ερασιτέχνες που ασχολούνται με τη κατασκευή και συντήρηση οικιακών ενυδρείων, μπορούν να αντιμετωπίσουν την πρόκληση της κατασκευής ενός ενυδρείου για να φιλοξενεί συγκεκριμένα είδη, σε πρακτικό επίπεδο, αλλά οι βιολόγοι είναι πιο πιθανό να εστιάσουν σε πολύ γενικές έννοιες σχετικά με το πώς οι ανταλλαγές ενέργειας καθορίζουν την ισορροπία του συστήματος. Τέτοια ευρήματα υπογραμμίζουν την ανάγκη να πλαισιωθούν προσεκτικά οι εκπαιδευτικοί στόχοι προκειμένου να υποστηρίξουν τη δημιουργία συνδέσεων με έννοιες της επιστήμης.

Παρακάτω δίνεται ένα παράδειγμα στο οποίο χρησιμοποιείται ο μηχανικός σχεδιασμός ως πλαίσιο ενοποίησης. Η μελέτη περίπτωσης έλαβε χώρα σε δωδεκάχρονους μαθητές, όπου χρησιμοποιήθηκε ο σχεδιασμός σκάφους που επιπλέει στο νερό (Schauble et al. 1995). Δόθηκε στους μαθητές ένα σύντομο σχέδιο και αυτοί προχώρησαν στην κατασκευή των σκαφών, στα οποία πρόσθεταν βάρος μέχρι ότου βυθιστούν. Στη συνέχεια σύγκριναν το σκάφος τους με άλλα που είχαν παρόμοιες δυνατότητες. Ακολούθησε περαιτέρω επεξεργασία, στην οποία οι μαθητές έφτιαχναν σχέδια από διαφορετικές οπτικές και σύγκριναν με το αρχικό τους σχέδιο. Εργάστηκαν σε ομάδες, συζητώντας και συγκρίνοντας τα σχέδιά τους σε συνδυασμό με πειράματα που έκαναν που βασίζονταν σε κάποια από αυτά τα σχέδια. Υπήρχε στήριξη από τον εκπαιδευτικό, ο οποίος εισήγαγε τις έννοιες της άνωσης και της σχετικής πυκνότητας και βοήθησε τους μαθητές να τις συνδέσουν με τα αποτελέσματα των πειραμάτων τους, με βάση τα σχέδιά τους. Σταδιακά οι μαθητές οδηγούνταν στην οργάνωση του τελικού σχεδιασμού.

Κατά τη διάρκεια αυτής της δραστηριότητας σε πολλές αίθουσες διδασκαλίας, προέκυψαν αρκετές εκπαιδευτικές προκλήσεις. Μια δυσκολία ήταν να διασφαλιστεί ότι οι μαθητές όχι μόνο παρέμεναν επικεντρωμένοι στον στόχο τους να φτιάξουν το καλύτερο σκάφος, αλλά και αντιλαμβάνονταν πως διάφορες πτυχές του σχεδιασμού θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε βελτιώσεις. Η ανάλυση των συνεντεύξεων πριν και μετά τη δραστηριότητα έδειξε ότι οι μαθητές προσέγγισαν τη μάθηση των φυσικών επιστημών μέσω του σχεδιασμού και έδειξε επίσης μια βελτίωση στην κατανόηση του πειράματος. Επιπλέον, έδειξε ότι από διδακτικής άποψης είναι σημαντικό να αλλάζουμε μία παράμετρο κάθε φορά. Η παρατήρηση αφορά ακόμα και αλλαγή παραμέτρων που δεν επηρεάζουν άμεσα το αποτέλεσμα του πειράματος. Για παράδειγμα, οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποίησαν διαφορετικούς τύπους

βαρών για να φορτώσουν τα σκάφη, τα οποία όμως επειδή είχαν το ίδιο συνολικό βάρος με τα αρχικά, δεν επέφεραν κάποια αλλαγή. Παρόλα αυτά, η διαφορετική μορφή των βαριδιών ήταν αρκετή για να επιφέρει συζήτηση μεταξύ των μαθητών, για το αν επηρεάζεται η πλευστότητα του σκάφους ή όχι. Τέλος ήταν σημαντικό να αναλύονται τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των αποτυχημένων σκαφών, δηλαδή αυτών που δεν επέπλεαν. Η παραπάνω μελέτη περίπτωσης υπογραμμίζει τη σημασία της διδακτικής υποστήριξης στην ενοποιημένη προσέγγιση STEM.

Ενοποιώντας τα μαθηματικά και την τεχνολογία

Αν και τα στοιχεία που έχουμε μέχρι στιγμής δεν είναι αρκετά για να μας επιτρέψουν να βγάλουμε συμπεράσματα για την ενοποιημένη προσέγγιση μαθηματικών και τεχνολογίας, υπάρχουν κάποιες μελέτες που δείχνουν ότι υπό προϋποθέσεις κάτι τέτοιο είναι δυνατόν να συμβαίνει (NAE/NRC 2014). Αντιπροσωπευτικά αναφέρουμε την περίπτωση ενός εικοσαήμερου προγράμματος μηχανικής και τεχνολογίας, κατά τη διάρκεια του οποίου τα αποτελέσματα για την ενοποιημένη προσέγγιση ήταν θετικά, υπό τον όρο ότι οι εκπαιδευτικοί εστίαζαν ρητά στις συνδέσεις μεταξύ των κλάδων των μαθηματικών και της τεχνολογίας / μηχανικής. Ως θέμα χρησιμοποιήθηκε μια δραστηριότητα σχεδιασμού υπνοδωματίου, η οποία ενέπλεκε τους μαθητές στον σχεδιασμό και στις διαδικασίες της φυσικής μοντελοποίησης ενός «υπνοδωματίου» που πρέπει να πληροί συγκεκριμένες απαιτήσεις κόστους και κατασκευής (π.χ. το εμβαδόν της επιφάνειας του παραθύρου θα πρέπει να είναι τουλάχιστον το 20% του εμβαδού του πατώματος, κοκ). Στη σύγκριση μεταξύ μαθητών που διδάχθηκαν με ενοποιημένη προσέγγιση STEM, σε σχέση με άλλους που διδάχθηκαν με τον παραδοσιακό τρόπο τα μαθηματικά και την τεχνολογία ξεχωριστά, οι μαθητές που διδάχθηκαν με προσέγγιση STEM είχαν καλύτερες επιδόσεις.

Ενοποιώντας τη μηχανική και τη τεχνολογία

Πολύ λίγες μελέτες έχουν εξετάσει τα αποτελέσματα που σχετίζονται με την κατανόηση της μηχανικής και της τεχνολογίας. Οι πιλοτικές έρευνες που διεξήχθησαν ως μέρος μιας μεγάλης κλίμακας παρέμβασης στο πρόγραμμα σπουδών στο New Jersey δείχνουν κάποια ελπιδοφόρα αποτελέσματα. Το πρόγραμμα Engineering Our Future New Jersey (EOFNJ) είναι μια συνεργατική προσπάθεια του Ινστιτούτου Τεχνολογίας Stevens, του Τμήματος Εκπαίδευσης του New Jersey, του Εθνικού Κέντρου Τεχνολογικού Γραμματισμού (National Center for Technological Literacy (NCTL)) του Μουσείου Επιστημών της Βοστώνης και απευθύνεται σε μαθητές λυκείου (επίπεδο K-12) (NCTL 2005). Ο στόχος του προγράμματος είναι να διασφαλίσει ότι μέσα στα επόμενα πέντε χρόνια όλοι οι μαθητές λυκείου στο New Jersey θα έχουν εμπειρίες από προγράμματα σπουδών μηχανικής με έμφαση στην καινοτομία. Πιλοτικές μελέτες διεξήχθησαν σε επίπεδο κάθε σχολικής μονάδας.

Στο επίπεδο της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, δύο ενότητες από το πρόγραμμα σπουδών εφαρμόστηκαν σε 13 σχολεία. Μια ενότητα επικεντρώθηκε στην ποιότητα του νερού και οι μαθητές σχεδίασαν ένα φίλτρο νερού. Η δεύτερη επικεντρώθηκε στην αιολική ενέργεια και οι μαθητές σχεδίασαν έναν ανεμόμυλο που θα μπορούσε να ανυψώσει ένα μικρό βάρος. Τα αποτελέσματα των ελέγχων που πραγματοποιήθηκαν πριν και μετά δείχνουν ότι οι μαθητές βελτιώθηκαν στην ικανότητά τους να αναγνωρίζουν παραδείγματα τεχνολογίας και βελτίωσαν τις γνώσεις τους για τα φίλτρα νερού: τα υλικά του φίλτρου, τα υλικά των λεπίδων, κοκ. Στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, 11 γυμνάσια εφάρμοσαν μια

ενότητα 4 εβδομάδων που περιλάμβανε τον σχεδιασμό ενός απλού παιχνιδιού με μηχανισμό προώθησης (propelled toy). Τα αποτελέσματα σε ελέγχους πριν και μετά στις αντιλήψεις των μαθητών για τη μηχανική και την τεχνολογία δείχνουν βελτίωση στην κατανόησή τους.

Σε επίπεδο λυκείου, έντεκα εκπαιδευτικοί από δέκα σχολεία εφάρμοσαν δύο ενότητες από το πρόγραμμα σπουδών Engineering the Future: Designing the World of the 21st Century (NCTL 2005). Μία ενότητα ήταν σε ρευστά και θερμικά συστήματα και περιλάμβανε επανασχεδιασμό ενός σκάφους για τη βελτίωση μιας όψης του σχεδιασμού. Η δεύτερη ενότητα αφορούσε ηλεκτρικά και επικοινωνιακά συστήματα στα οποία οι μαθητές δούλεψαν με κυκλώματα τύπου snap (Snap Circuits). Τα αποτελέσματα του ελέγχου πριν και μετά, έδειξαν βελτίωση στην κατανόηση των μαθητών τόσο σχετικά με τα ρευστά και θερμικά συστήματα όσο και των ηλεκτρικών κυκλωμάτων.

Συνολικά η εμπειρία μας για την ενοποιημένη προσέγγιση STEM

Οι μελέτες που εξετάστηκαν δείχνουν ότι η ενσωμάτωση εννοιών STEM σε εφαρμοσμένα περιβάλλοντα μπορεί να επιφέρει βελτίωση στους επιμέρους κλάδους, ωστόσο παραμένουν πολλές ασυνέπειες και κενά για την αποτελεσματική εφαρμογή ή αξιολόγηση ολοκληρωμένων προγραμμάτων STEM. Για παράδειγμα, ο θετικός αντίκτυπος στη μάθηση φαίνεται να διαφέρει για τις φυσικές επιστήμες και τα μαθηματικά. Στη περίπτωση των μαθηματικών είναι λιγότερο προφανής. Ωστόσο, τόσο για τις φυσικές επιστήμες όσο και για τα μαθηματικά, η βελτίωση στις επιδόσεις ποικίλλει ανάλογα με τη μορφή της ενοποιημένης προσέγγισης και την υποστήριξη που παρέχεται από τους εκπαιδευτικούς. Η ενοποιημένη προσέγγιση δείχνει βελτιώσεις σε συγκεκριμένες έννοιες που σχετίζονται με τη διδακτική παρέμβαση που έχει σχεδιάσει ο εκπαιδευτικός, αλλά όχι σε γενικές εξετάσεις μαθηματικών ή φυσικών επιστημών σε εθνικό επίπεδο.

Επιπλέον, τα στοιχεία που παρουσιάζονται παραπάνω έχουν διάφορους περιορισμούς που πρέπει να ληφθούν υπόψη στη μελλοντική έρευνα. Ένα από τα πιο σημαντικά είναι η έλλειψη ενός κοινώς συμφωνημένου ορισμού για την ενοποίηση (integration). Χωρίς έναν τέτοιο ορισμό, είναι δύσκολο να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα μεταξύ των μελετών για να αναπτύξουμε μια ξεκάθαρη εικόνα για το αν και πώς διαφορετικές ενοποιητικές προσεγγίσεις υποστηρίζουν τη μάθηση. Ομοίως, χωρίς ένα συμφωνημένο σύνολο κριτηρίων για την τεκμηρίωση της ενοποιημένης προσέγγισης στη διδασκαλία, δεν υπάρχει σαφής βάση για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ διαφορετικών προσεγγίσεων. Επιπλέον, υπάρχουν περιορισμένα κριτήρια με τα οποία μπορούμε να αξιολογούμε πόσο καλά οι μαθητές είναι σε θέση να συνδέουν τους κλάδους μεταξύ τους.

Διδακτική Μεθοδολογία σε περιβάλλον STEM

Οι διδακτικές προσεγγίσεις σε περιβάλλον STEM ποικίλουν. Μεθοδολογίες που είναι συμβατές με τις προδιαγραφές και τις αξίες της εκπαίδευσης STEM είναι αυτές που επικεντρώνονται στη διερεύνηση (inquiry-based), στην επίλυση προβλήματος (problem-based) και φυσικά στον μηχανικό σχεδιασμό (engineering design) που όπως φάνηκε και από τα προηγούμενα αποτελεί ένα προνομιακό πεδίο για την εκπαίδευση STEM. Οι προσεγγίσεις αυτές έχουν κοινά χαρακτηριστικά και προσφέρουν ευκαιρίες στους μαθητές να εφαρμόσουν έννοιες και πρακτικές του STEM σε ενδιαφέροντα και σχετικά πλαίσια.

Η μάθηση μέσω επίλυσης προβλήματος (problem-based learning ή PBL) είναι μια βιωματική εκπαιδευτική στρατηγική που ενθαρρύνει τους μαθητές να είναι ενεργοί και να συμμετέχουν στην επίλυση δομημένων προβλημάτων που θα μπορούσαν να είναι και προβλήματα της καθημερινής ζωής. Συνήθως τα προβλήματα αυτά δεν έχουν μία μόνο λύση αλλά πολλαπλές λύσεις. Η μάθηση μέσω επίλυσης προβλήματος έχει τα εξής χαρακτηριστικά (Barrows 1996): είναι μαθητοκεντρική, οι μαθητές εργάζονται σε μικρές ομάδες, οι εκπαιδευτικοί είναι υποστηρικτικοί, το πρόβλημα που τίθεται αποτελεί τόσο στόχο όσο και κίνητρο για να εργαστούν οι μαθητές και οι μαθητές μαθαίνουν να ερευνούν με την κατάλληλη καθοδήγηση.

Η μάθηση μέσω σχεδίου εργασίας (project-based learning) έχει πολλά κοινά χαρακτηριστικά με τη μάθηση μέσω επίλυσης προβλήματος. Συχνά οι όροι χρησιμοποιούνται εναλλακτικά. Η μάθηση μέσω σχεδίου εργασίας συνήθως αναφέρεται σε μια μεγαλύτερη περίοδο και καταλήγει σε ένα τελικό προϊόν – τέχνημα, το οποίο παρουσιάζεται στην ολομέλεια. Στη διάρκεια του σχεδίου εργασίας (project) προκύπτουν προβλήματα που ακολουθούν την στρατηγική επίλυσης προβλήματος (O’Neill et al 2005). Για μεγαλύτερη εμβάθυνση στη μάθηση μέσω επίλυσης προβλήματος και στη μάθηση μέσω σχεδίου εργασίας ο αναγνώστης μπορεί να απευθυνθεί στους Barron et al (1998), Savery (2006) και Strobel & van Barneveld (2009).

Σε ό,τι αφορά τον μηχανικό σχεδιασμό (engineering design), χρησιμοποιείται από τους μηχανικούς, σε συνδυασμό με τις γνώσεις τους στις φυσικές επιστήμες και στα μαθηματικά, για την επίλυση ενός συγκεκριμένου προβλήματος ή για την εκπλήρωση ενός συγκεκριμένου σχεδίου εργασίας. Σύμφωνα με το Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology (ITEEA 2000) ο μηχανικός σχεδιασμός αποτελεί μια διαδικασία που ξεκινάει με έναν συγκεκριμένο σκοπό. Ο σχεδιαστής ξεκινά με έναν σαφή στόχο που είναι απολύτως κατανοητός και έχει συγκεκριμένα στάδια επίτευξης. Παρομοιάζεται καλύτερα με ένα ταξίδι που έχει έναν συγκεκριμένο προορισμό παρά με ένα ταξίδι που περιλαμβάνει πολλά ενδιάμεσα αξιοθέατα. Επιπλέον τα σχέδια διαμορφώνονται από προδιαγραφές και περιορισμούς. Οι προδιαγραφές αναφέρουν τι σκοπεύει να επιτύχει ο σχεδιασμός. Οι περιορισμοί μπορεί να αφορούν το κόστος, τις απαιτήσεις μεγέθους ή φυσικούς περιορισμούς των χρησιμοποιούμενων υλικών. Επιπλέον, η διαδικασία σχεδιασμού είναι συστηματική και επαναληπτική. Ο μηχανικός σχεδιασμός είναι ένα εγχείρημα συλλογικής εργασίας.

Στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση ο μηχανικός σχεδιασμός αποτελεί κεντρική πρακτική για μαθητές που εργάζονται σε κάποιο σχέδιο εργασίας (project). Οι λέξεις και οι φράσεις που χρησιμοποιούνται σε διάφορα περιβάλλοντα ενοποιημένης προσέγγισης STEM μπορεί να διαφέρουν αλλά οι βασικές προσεγγίσεις είναι ανάλογες και γενικά περιλαμβάνουν τα ακόλουθα βήματα (Crismond & Adams 2012):

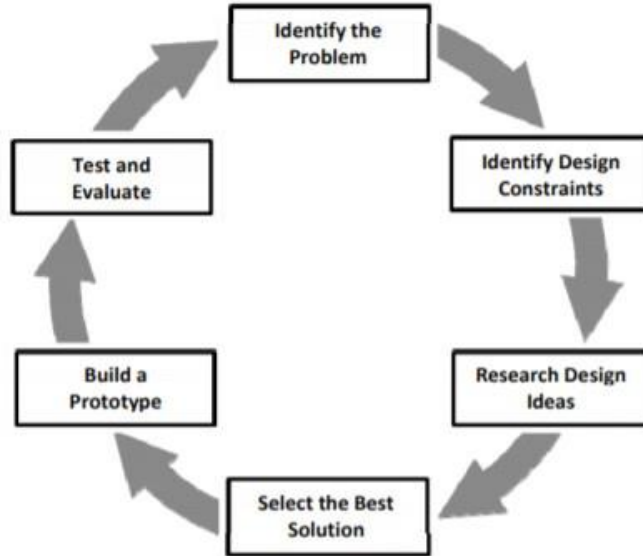
- Προσδιορισμός προβλήματος ή στόχου
- Καθορισμός στόχων και προσδιορισμός των περιορισμών
- Έρευνα και συλλογή πληροφοριών
- Δημιουργία πιθανών σχεδιαστικών λύσεων
- Ανάλυση της βιωσιμότητας των λύσεων
- Επιλογή της καταλληλότερης λύσης
- Δημιουργία και εφαρμογή του σχεδιασμού

- Δοκιμή και αξιολόγηση του σχεδιασμού
- Επανάληψη όλων των βημάτων, αν κάτι τέτοιο χρειαστεί
- Κοινοποίηση αποτελεσμάτων

Στο ίδιο μήκος κύματος, το NRC (2012) προτείνει τα εξής στάδια για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών με προσέγγιση STEM, τα οποία παρουσιάζουν κοινά χαρακτηριστικά τόσο με τις επιστημονικές πρακτικές όσο και με τις πρακτικές της μηχανικής (Σχήμα 1):

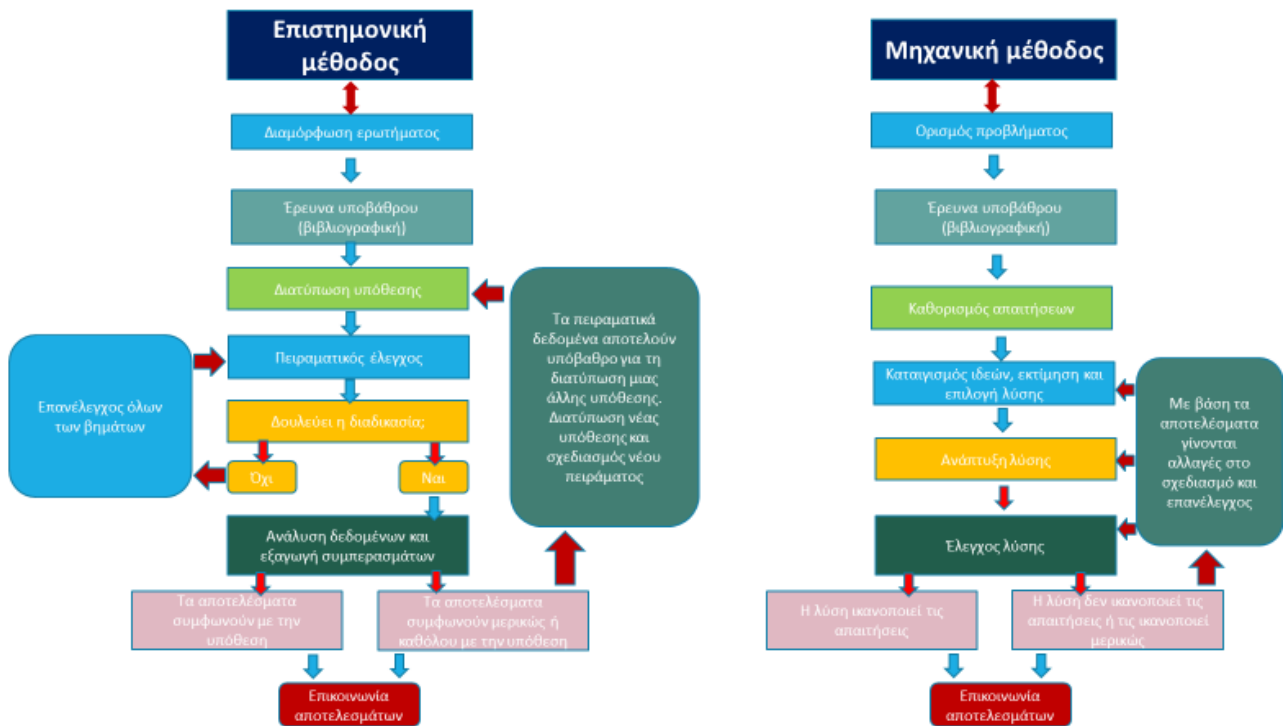
- Έναρξη με μία επιστημονικά προσανατολισμένη ερώτηση για ένα φυσικό φαινόμενο (στην περίπτωση των επιστημονικών πρακτικών) ή με τον προσδιορισμό ενός προβλήματος (στην περίπτωση των πρακτικών της μηχανικής).
- Χρησιμοποίηση μοντέλων και εννοιών για τη συλλογή δεδομένων και την ανάπτυξη εξηγήσεων για τα φυσικά φαινόμενα.
- Επιστημονική έρευνα στο πεδίο ή στο εργαστήριο, χρησιμοποιώντας μια συστηματική προσέγγιση.
- Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων από επιστημονικές έρευνες, χρησιμοποιώντας μία σειρά εργαλείων για την ανάλυση (πίνακες, γραφικές παραστάσεις, οπτικοποίηση, στατιστική ανάλυση) και εντοπισμός μοτίβων (patterns). Σύνδεση με παραμέτρους υπολογιστικής σκέψης (computational thinking).
- Χρήση της μαθηματικής και της υπολογιστικής σκέψης ως εργαλεία για την αναπαράσταση μεταβλητών και των σχέσεων μεταξύ τους. Αυτού του είδους οι τρόποι σκέψης επιτρέπουν διατύπωση προβλέψεων, έλεγχο προβλέψεων και εντοπισμό μοτίβων (patterns) ή συσχετίσεων.
- Δόμηση μίας επιστημονικής «θεωρίας» (στην περίπτωση των διαδικασιών της επιστήμης) ή κατασκευή μιας λύσης (στη περίπτωση των πρακτικών της μηχανικής). Η εξήγηση του φαινομένου από τον εκπαιδευόμενο πρέπει να βασίζεται στα διαθέσιμα δεδομένα (data) που έχει αυτός/-ή συλλέξει. Αν χρειαστεί, οι εκπαιδευόμενοι επιστρέφουν στο μοντέλο (τροποποιώντας το) ή στον αλγόριθμο (αν μιλάμε για υπολογιστικό μοντέλο).
- Διατύπωση επιχειρημάτων από τους εκπαιδευόμενους που δίνουν τη συλλογιστική τους για την ερμηνεία των φαινομένων. Σύγκριση επιχειρημάτων με άλλους εκπαιδευόμενους ή ομάδες.

- Αξιολόγηση και επικοινωνία των αποτελεσμάτων



Σχήμα 1: Στάδια για τη διδασκαλία με προσέγγιση STEM (NRC 2012)

Το Σχήμα 1 αναπαριστά συνοπτικά τη διαδικασία του σχεδίου εργασίας (project), ενώ στο Σχήμα 2 φαίνονται αναλυτικότερα οι επιστημονικές διαδικασίες και διαδικασίες μηχανικής που περιλαμβάνονται σε ένα σχέδιο εργασίας (project).



Σχήμα 2: Στάδια για τη διδασκαλία με προσέγγιση STEM (NRC 2012)

Συμπεράσματα

Ο μεγάλος παιδαγωγός John Dewey ήδη πριν έναν αιώνα προειδοποιούσε: «Δεν έχουμε μια σειρά από χωριστούς κόσμους, ένας από τους οποίους είναι μαθηματικός, άλλος φυσικός, άλλος ιστορικός κλπ. Ζούμε σ' έναν κόσμο όπου όλες οι πλευρές συνδέονται» (Eby, Herrell & Hicks 2002:7). Σήμερα, περίπου είκοσι χρόνια μετά την πρωτοεμφάνιση του όρου STEM, ορίζουμε την ενσωματωμένη εκπαίδευση STEM (integrated STEM education) ως την προσέγγιση αυτή που προσεγγίζει πολύπλοκα φαινόμενα και καταστάσεις που απαιτούν από τους μαθητές να χρησιμοποιούν γνώσεις και δεξιότητες από περισσότερους του ενός κλάδου του STEM.

Οι προκλήσεις που έχει σήμερα να αντιμετωπίσει η εκπαιδευτική κοινότητα του STEM σχετίζονται με το γεγονός ότι η σύνδεση εννοιών και πρακτικών από διαφορετικές επιστημονικές περιοχές προβληματίζει εκπαιδευτικούς και μαθητές, όταν οι μαθητές δεν διαθέτουν τις απαραίτητες γνώσεις μέσα σε μια περιοχή. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η σχέση φυσικής και μαθηματικών στα προγράμματα σπουδών. Επιπλέον, οι μαθητές δεν χρησιμοποιούν αυθόρμητα τις γνώσεις που έχουν από μια περιοχή για να επιλύσουν διεπιστημονικά προβλήματα. Αυτό που πολλές φορές συμβαίνει στην πράξη είναι ότι διδάσκουμε έννοιες και διαδικασίες ενός τομέα και ελπίζουμε ότι οι μαθητές θα μπορέσουν να τις εφαρμόσουν ευρύτερα όταν έχουν να αντιμετωπίσουν πραγματικές καταστάσεις. Με άλλα λόγια φαίνεται ότι οι εκπαιδευτικοί δεν είναι προετοιμασμένοι για μια διεπιστημονική προσέγγιση της γνώσης όπως άλλωστε και τα προγράμματα σπουδών.

Βιβλιογραφία – Πηγές

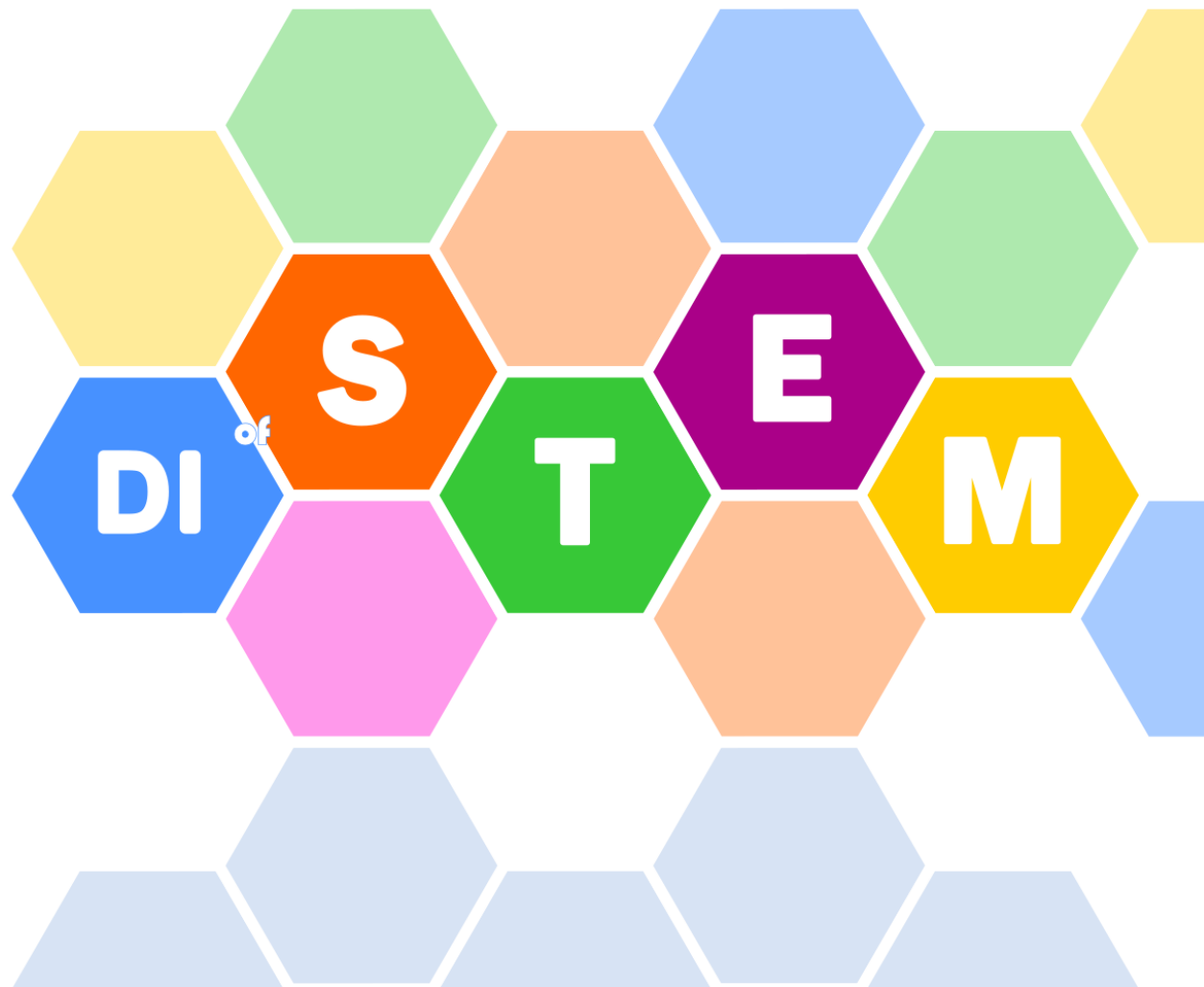
- Σκορδούλης Κ. & Στεφανίδου Κ. (2021) Διδακτική Μεθοδολογία των Φυσικών Επιστημών – Θεωρία και Πρακτική. Εκδόσεις Προπομπός, ISBN: 9786185036690.
- AAAS (American Association for the Advancement of Science) (1990). Science for all Americans. New York: Oxford University Press.
- Barron, B., Schwartz, D., Vye, N., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L., Bransford J. (1998). Doing with understanding: Lessons from research on problem- and project-based learning. *The Journal of the Learning Sciences* 7(3/4), 271–311.
- Barrows, H. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. In L. Wilkerson and H. Gilselaers (Eds.), *Bringing problem-based learning to higher education: Theory and practice* (pp. 3–12). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Baumgartner, E., Reiser, B. (1997). Inquiry through design: Situating and supporting inquiry through design projects in high school science classrooms. Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Oak Brook, Illinois.
- Bybee, R. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher* 70(1):30–35.
- Crismond, D. (2001). Learning and using science ideas when doing investigate-and-redesign tasks: A study of naïve, novice and expert designers doing constrained and scaffolded design work. *Journal of Research in Science Teaching* 38(7), 791–820. doi:10.1002/tea.1032.

- Crismond, D., Adams, R. (2012). The informed design teaching and learning matrix. *Journal of Engineering Education* 101(4), 738–797.
- Czerniak, C., Weber, W., Sandmann, A., Ahern, J. (1999). A literature review of science and mathematics integration. *School Science and Mathematics* 99(8), 421–430.
- Di Sessa, A. (2000). *Changing minds*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Eby, J., Herrell, A., Hicks, J. (2002). Chapter 2, Planning a Healthy, Safe Environment for Learning. In D. Stollenwerk, D. Parker & K. Lundy (Eds.), *Reflective Planning, Teaching, and Evaluation, K-12* (pp. 21-48). Columbus, Ohio: Merrill Prentice Hall.
- Fortus, D., Dershimer, R., Krajcik, J., Marx, R., Mamlok-Naaman, R. (2004). Design based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching* 41(10), 1081.
- Gonzalez, H., Kuenzi, J. (2012). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer*. Washington D.C. (<https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc122233/>: accessed December 22, 2020), University of North Texas Libraries, UNT Digital Library, <https://digital.library.unt.edu>; crediting UNT Libraries Government Documents Department.
- Hurley, M. (2001). Reviewing integrated science and mathematics: The search for evidence and definitions from new perspectives. *School Science and Mathematics* 101(5), 259–268.
- Institute of Medicine (2007). *Rising Above the Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11463>.
- ITEEA (International Technology and Engineering Educators Association) (2000). *Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology Standards and Benchmarks*. <https://www.iteea.org/File.aspx?id=42547>.
- ITEEA (International Technology and Engineering Educators Association) (1996). *Technology for all Americans: Rationale and structure for the study of technology*. Reston, VA: ITEEA.
- Kozma, R. (2003). The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for science understanding. *Learning and Instruction* 13, 205–226.
- Lehrer, R., Schauble, L., Lucas, D. (2008). Supporting development of the epistemology of inquiry. *Cognitive Development* 24, 512–529.
- Mehalik, M., Doppelt, Y., Schunn, C. (2005). Addressing performance and equity of a design-based, systems approach for teaching science in eighth grade. Annual Meeting of the American Educational Research Association, Montreal.
- Mehalik, M., Doppelt, Y., Schunn, C. (2008). Middle-school science through design-based learning versus scripted inquiry: Better overall science concept learning and equity gap reduction. *Journal of Engineering Education* 97(1), 71–85.
- NAE (National Academy of Engineering) and NRC (National Research Council) 2009. *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. In L. Katehi, G. Pearson, and M. Feder (Eds.). Committee on K–12 Engineering Education. Washington: National Academies Press.

- NCTL (National Center for Technological Literacy) (2005). *Engineering the Future: Designing the World of the 21st Century*. Boston, MA: Museum of Science.
- NRC (National Research Council) (1989). *Everybody counts: A report to the nation on the future of mathematics education*. Washington: National Academy Press.
- NRC (National Research Council) (2011). *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13158>.
- NRC (National Research Council) (2012). *Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st Century*. Washington: National Academies Press. Available at www.nap.edu/catalog.php?record_id=13398.
- NRC (National Research Council) (2013). *Monitoring Progress Toward Successful K-12 STEM Education: A Nation Advancing?* Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13509>.
- NAE (National Academy of Engineering) and NRC (National Research Council) (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18612>.
- Nathan, M., Srisurichan, R., Walkington, C., Wolfgram, M., Williams, C., Alibali, M. (2013). Building Cohesion Across Representations: A Mechanism for STEM Integration. *Journal of Engineering Education*, 102(1), 77-116.
- O'Neill, G., Moore, S., McMullin, B. (2005). *Emerging Issues in the Practice of University Learning and Teaching*. Dublin: AISHE.
- Pang, J., Good, R. (2000). A review of the integration of science and mathematics: Implications for further research. *School Science and Mathematics* 100(2), 73–82.
- Penner, D., Giles, N., Lehrer, R., Schauble, L. (1997). Building functional models: Designing an elbow. *Journal of Research in Science Teaching* 34(2), 1–20.
- Penner, D., Lehrer, R., Schauble, L. (1998). From physical models to biomechanics: A design based modeling approach. *Journal of the Learning Sciences* 7, 429–449.
- Sadler, P., Coyle, H., Schwartz, M. (2000). Engineering competitions in the middle school classroom: Key elements in developing effective design challenges. *Journal of the Learning Sciences* 9(3), 299–327. doi:10.11207/S15327809JLS0903_3.
- Savery, J. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning* 1(1). <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002>
- Schauble, L., Glaser, R., Duschl, R., Schulze, S., John, J. (1995). Students' understanding of the objectives and procedures of experimentation in the science classroom. *Journal of the Learning Sciences* 4(2), 131–166.
- Sherin, B. (2001). How students understand physics equations. *Cognition and Instruction* 1, 479– 541.

Strobel, J., van Barneveld, A. (2009). When is PBL more effective? A meta-synthesis of meta-analyses comparing PBL to conventional classrooms. *Interdisciplinary Journal of Problembased Learning*, 3(1). <http://dx.doi.org/10.7771/15415015.1046>.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ (ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ) ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ



ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ (ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ) ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ

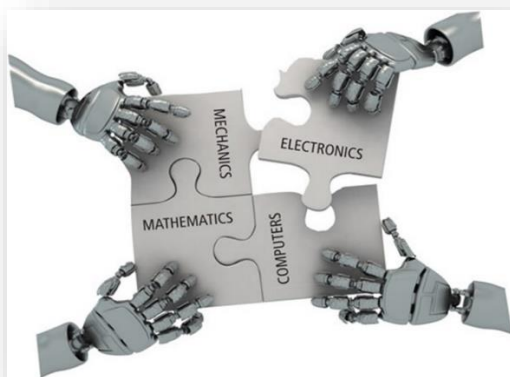
Χαλκίδης Α.

Ρομπότ και ρομποτική

Το θέμα μας είναι η ρομποτική και ακόμη πιο εστιασμένα η εκπαιδευτική ρομποτική. Το θέμα είναι και εξειδικευμένο και τεράστιο. Οι σημειώσεις αυτές παρέχουν μια *σύντομη αλλά συγκροτημένη εισαγωγή, για ενδιαφερόμενους αρχάριους, με όσο γίνεται λιγότερη χρήση ειδικής ορολογίας*. Από ένα σημείο και μετά έχει επιλεγεί η λύση της **καθοδηγούμενης πρακτικής εξάσκησης** παράλληλα με την παράθεση θεωρίας και προβληματισμών.

Οι έννοιες ρομπότ, ρομποτική και τα σχετικά παράγωγα δεν έχουν σταθερό «ορισμό», τις τελευταίες δεκαετίες που η χρήση των ρομπότ εξαπλώνεται, έτσι ώστε να αποτελούν πλέον μια πτυχή του πολιτισμού μας, του τεχνολογικού πολιτισμού αλλά όχι μόνο αυτού.

Η διάδοση της ρομποτικής είναι συνεχώς αυξανόμενη, ενώ παράλληλα η «αίσθηση» που ως άτομα αποκομίζουμε για αυτήν, και που διαμορφώνεται κυρίως από την πληροφόρηση που έχουμε από τα μέσα ενημέρωσης, αλλά παράλληλα και από την τέχνη (π.χ. κινηματογράφος) και τη λογοτεχνία (που επηρεάζουν εξίσου την «εικόνα» του «ρομπότ» στον καθένα μας) ποικίλλει.



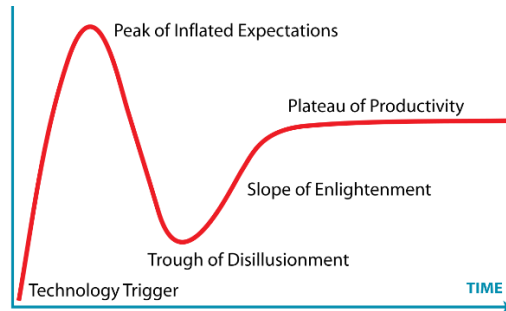
Καταρχήν τα «εύκολα». Ρομποτική είναι η επιστήμη που μελετά τα ρομπότ. Άρα απομένει να δούμε τι είναι (σήμερα) ένα «ρομπότ» και ίσως αναγνωρίσουμε πώς σχετίζεται με τη μηχανική, τα ηλεκτρονικά, τους υπολογιστές και τα μαθηματικά.

Δραστηριότητα: Ας αποπειραθούμε να καταγράψουμε την αίσθησή μας για το θέμα: Συμπληρώστε σε δυο-τρεις γραμμές έναν δικό σας ορισμό για το τι είναι ένα «ρομπότ». Αν αυτό σας δυσκολεύει περιγράψτε κάποια βασικά χαρακτηριστικά του.

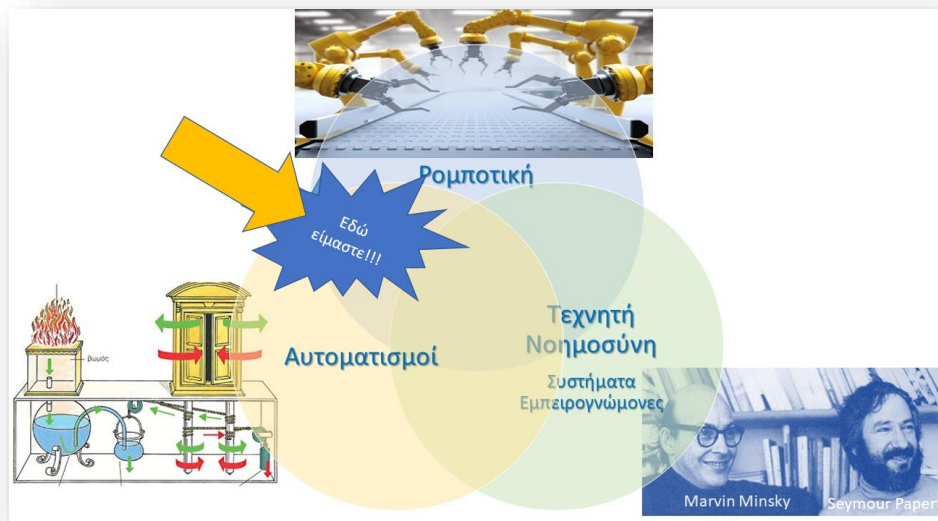
Κατόπιν ας συζητήσουμε με τον διπλανό μας και αφού συνδυάσουμε τα μικρά μας κείμενα, τα ανακοινώνουμε όλοι στην ολομέλεια και ...

... ακολουθεί συζήτηση

Μιλώντας για τη ρομποτική, αναγνωρίζουμε πως αναφερόμαστε σε μια «κάπως ιδιόρρυθμη» περίπτωση τεχνολογίας η οποία ενώ εξακολουθεί να βρίσκεται στα ερευνητικά εργαστήρια, έχει παράλληλα έναν αριθμό εμπορικών εφαρμογών, εμπνέει (από πολύ καιρό) τη λογοτεχνία και την τέχνη και παράλληλα αποτελεί θέμα κοινωνικού διαλόγου.



Σύμφωνα με μια προσέγγιση που απεικονίζεται με μια καμπύλη όπως αυτή στο σχήμα (Gartner hype cycle) είναι αναμενόμενο να υπάρχει χρονικά μια διακύμανση των **προσδοκιών** και της εικόνας μιας τεχνολογίας στο κοινό, ειδικά μιας τεχνολογίας ή καινοτομίας που γεννά προσδοκίες. Ας σκεφτούμε για λίγο σε ποια περιοχή της καμπύλης θα τοποθετούσαμε εμείς (ο καθένας από εμάς) τη ρομποτική και σε ποια περιοχή την εκπαιδευτική ρομποτική.



Στις μέρες μας οι διάφορες μορφές τεχνολογιών συγκλίνουν και επικαλύπτονται. Στο πεδίο που μας ενδιαφέρει παρατηρούμε τη σύγκλιση και την αλληλοεπικάλυψη των «αυτοματισμών» της «ρομποτικής» και της «τεχνητής νοημοσύνης». Οι συνήθεις εφαρμογές της εκπαιδευτικής ρομποτικής βρίσκονται στις περιοχές των αυτοματισμών και της ρομποτικής (αυτοί οι δυο κλάδοι έχουν αρκετό κοινό παρελθόν).

Ας δούμε τώρα έναν ορισμό για «**το ρομπότ σήμερα**» που έχει δώσει η Maja Mataric καθηγήτρια στο University of Southern California και συν-διευθύντρια του USC Robotics Research Lab.

Ορισμός: Ρομπότ είναι ένα αυτόνομο σύστημα, το οποίο υπάρχει στον φυσικό κόσμο, αισθάνεται το περιβάλλον του και μπορεί να δράσει σε αυτό, ώστε να πετύχει κάποιους στόχους.

Και «τεμαχίζοντας» τον ορισμό:

Ρομπότ είναι ...

- ✓ ένα αυτόνομο σύστημα
 - ✓ το οποίο υπάρχει στον φυσικό κόσμο
 - ✓ αισθάνεται το περιβάλλον του
 - ✓ μπορεί να δράσει σε αυτό
 - ✓ ώστε να πετύχει κάποιους στόχους.

Μπορούμε να συζητήσουμε καθεμιά από αυτές τις παραμέτρους και να δούμε κάποια από τα όρια που θέτει αυτός ο ορισμός:

- Μια τηλεχειριζόμενη συσκευή/κατασκευή δεν είναι ρομπότ.
- Μια προσομοίωση στον υπολογιστή δεν είναι ρομπότ.
- Η λειτουργία του (όποια και αν είναι) έχει ένα νόημα, έναν στόχο, και επηρεάζεται, εξαρτάται, καθοδηγείται από στοιχεία (δεδομένα, πληροφορίες) από το περιβάλλον του.
- Το «ρομπότ» υπάρχει στο φυσικό περιβάλλον, ένα περιβάλλον με τις ιδιαιτερότητές του, ένα περιβάλλον μη ιδεατό, απρόβλεπτο (με «εμπόδια» που δεν μπορεί να έχει εξαρχής προβλεφθεί πλήρως ή ύπαρξή τους).
- Δεν νοείται ρομπότ που δεν κάνει τίποτα.

Δραστηριότητα: Σύμφωνα με αυτόν τον ορισμό, συμπληρώστε, σε ζευγάρια, τον παρακάτω πίνακα, με τρεις ακόμη (αν είναι δυνατόν) περιπτώσεις σε κάθε στήλη.

Συσκευές, διατάξεις, κατασκευές που <u>σύμφωνα με τον προηγούμενο ορισμό</u> ...	
... είναι ρομπότ	... δεν είναι ρομπότ
<p><i>Μια ρομποτική σκούπα που αγόρασα από το super market</i></p> <p><i>Ένα σύστημα για αυτόματο αερισμό σε ένα θερμοκήπιο ανάλογα με την υγρασία και την θερμοκρασία του χώρου</i></p>	<p><i>Τα φανάρια κυκλοφορίας σε μια διασταύρωση</i></p> <p><i>Ένα σύστημα ρομποτικής χειρουργικής</i></p>

Με δυο λόγια: Η έννοια του «ρομπότ» και της ρομποτικής έχει διαμορφωθεί από πολλές επιρροές, όχι μόνο επιστημονικές ή τεχνικές. Ο «ορισμός» τους είναι κάτι που με τον χρόνο και τις εξελίξεις προσαρμόζεται. Ένας αποδεκτός ορισμός «σήμερα» εντοπίζει την αυτόνομη λειτουργία ενός ρομπότ, τον επηρεασμό του από το περιβάλλον του και τις παραμέτρους του, και οπωσδήποτε τη λειτουργία του με κάποιο σκοπό. Η προσέγγισή μας στη εκπαιδευτική ρομποτική, κινείται στον κοινό χώρο των αυτοματισμών και της ρομποτικής. Βασική παράμετρος είναι η ανάγκη το ρομπότ να έχει και να εκτελεί προκαθορισμένες οδηγίες, δηλ. πρέπει να έχει προγραμματιστεί.

Λίγα «ψίχουλα» ιστορίας αυτοματισμού/ρομποτικής

Δεν έχουμε την παραμικρή φιλοδοξία να καλύψουμε το θέμα. Αναφερόμαστε μόνο σε λίγα σημεία εντελώς επιλεκτικά.

Η ιστορία ξεκινάει από τις Μυθολογίες των λαών. Στην Ελληνική μυθολογία συναντάμε τον Τάλω (μηχανικό γίγαντα που φυλούσε τις ακτές της Κρήτης) και διάφορες κατασκευές του Ηφαίστου.

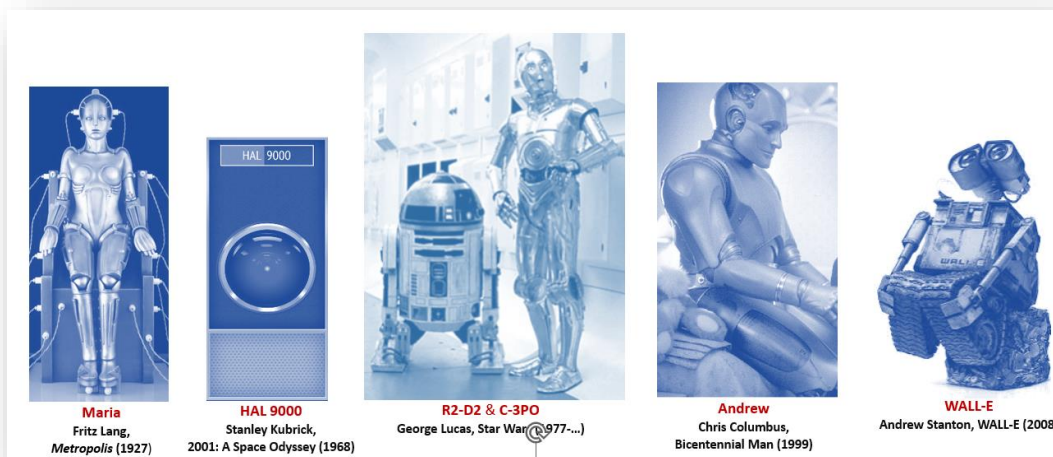
Στην αρχαία Ελλάδα ένας τομέας της τεχνολογίας ήταν και τα διάφορα αυτόματα (άνοιγμα θυρών ναών, αυτόματες θεραπαινίδες που σερβίρουν κρασί και πολλά ακόμη). Τέτοιοι αυτοματισμοί εμφανίζονται στο Βυζάντιο, στους Άραβες στην Κίνα και αλλού. Οι «Αυτόματες» κούκλες που «γράφουν», «παίζουν» μουσική ή σκάκι εξακολουθούν να εμφανίζονται όχι και τόσο σπάνια στους επόμενους αιώνες.

Η πρώτη φορά που αναφέρεται η λέξη «ρομπότ» είναι από τον Τσέχο συγγραφέα Karel Čapek ο οποίος το 1920/1921 (κατά κάποιους μαζί με τον αδερφό του Józef) γράφει/κυκλοφορεί το θεατρικό δράμα R.U.R. (*Rossumovi Univerzální Roboti / Rossum's Universal Robots*) με τη λέξη «Roboti» να σχετίζεται άμεσα με την έννοια «εργάτης».

Το 1941 εμφανίζονται στη λογοτεχνία της επιστημονικής φαντασίας «οι τρεις νόμοι της ρομποτικής» από τον γνωστό συγγραφέα και επιστήμονα Ισαάκ Ασίμωφ. Αναζητήστε τους, έχουν ενδιαφέρον ως σύλληψη. Ενδιαφέρον έχει (για το τρόπο που μπορεί να ερμηνευτεί) η προσθήκη αργότερα (όχι από τον Ασίμωφ) του Μηδενικού Νόμου.

Μετά την ανακάλυψη του τρανζίστορ, των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, την πρόοδο στην πληροφορική και άλλους τομείς, αναπτύσσονται πολλά ερευνητικά ρομπότ στις χώρες με προηγμένη έρευνα και τεχνολογία. Τα πρώτα βιομηχανικά ρομπότ (δεκαετίες '70 και '80) είναι πραγματικά βιομηχανικοί μηχανικοί σκλάβοι. Πρόκληση αποτελεί πάντα η σύζευξη ρομποτικής και τεχνητής νοημοσύνης.

Τα ρομπότ είτε ως βιομηχανικοί εργάτες είτε ως συστήματα ρομποτικής χειρουργικής είτε ως ανθρωπόμορφα «ευφυή» ρομπότ είτε ως ρομποτικές σκούπες υπάρχουν πια στη ζωή μας.



Και ας μην ξεχνάμε και τον κινηματογράφο.

Physical computing

Ας αναλογιστούμε μια εμπειρία που δεν είναι καθόλου ασυνήθιστη. Πλησιάζουμε την είσοδο ενός καταστήματος (ας πούμε του super market της γειτονιάς μας) και η πόρτα του ανοίγει «αυτόματα» για να εισέλθουμε στο κατάστημα. Πώς άραγε λειτουργεί αυτή η διαδικασία;

Δραστηριότητα: Σίγουρα «κάτι» ανιχνεύει το ότι πλησιάζουμε στην είσοδο. Μπορούμε να φανταστούμε με ποιο τρόπο μπορεί να γίνει αυτό αντιληπτό από έναν άψυχο μηχανισμό; Ας το συζητήσουμε.

Και με ποιο τρόπο ανοίγει η πόρτα;

Πώς αυτά τα δυο «συστήματα» επικοινωνούν μεταξύ τους και πώς η πληροφορία από το ένα σύστημα (ας το πούμε «το σύστημα αναγνώρισης της προσέγγισής μας στην είσοδο») επηρεάζει, ενεργοποιεί το άλλο σύστημα (ας το πούμε «το σύστημα που ανοίγει την πόρτα»);

Υπάρχουν (κάπου ανάμεσά τους) κάποιοι κανόνες, κάποιες οδηγίες, κάποιο «πρόγραμμα». Δηλαδή παρατηρούμε ότι συνεργάζονται υλικοί μηχανισμοί, με πληροφορίες που λαμβάνουν από το περιβάλλον τους. Αυτή είναι η βασική ιδέα του **Physical computing**, μιας έκφρασης που δεν έχει βρει ακόμη μια κοινά αποδεκτή και διαδεδομένη απόδοση στα Ελληνικά.

Το Physical computing κατά κάποιο τρόπο είναι «**γέφυρες**» μεταξύ φυσικού και ψηφιακού χώρου. Εξαρτάται από τη σχέση μεταξύ φυσικού χώρου και ψηφιακών δεδομένων. Αποτελείται ή περιλαμβάνει κατασκευές (τεχνήματα) που περιλαμβάνουν αισθητήρες, ενεργοποιητές, μικροελεγκτές (microcontrollers), λογισμικά λήψης, επεξεργασίας και μετάδοσης δεδομένων. Σύμφωνα λοιπόν με αυτή την οπτική τα τεχνήματα (κατασκευές) αυτά αναλαμβάνουν να γεφυρώσουν τον φυσικό και τον ψηφιακό χώρο.

Υπάρχουν άγνωστες λέξεις; Ας δώσουμε κάποιους πολύ γενικούς ορισμούς:

- ✓ *Αισθητήρας*, είναι ένα «εξάρτημα» που λαμβάνει μια μέτρηση για κάποιο φυσικό μέγεθος του περιβάλλοντος (π.χ. θερμοκρασία, υγρασία, φωτισμό, απόσταση ...)
- ✓ *Ενεργοποιητής*, είναι ένα «εξάρτημα» που ενεργοποιεί μια κατασκευή (π.χ. ένα μοτέρ που κινεί τις ρόδες ενός οχήματος ή σηκώνει τη μπάρα στην είσοδο ενός πάρκινγκ)
- ✓ *Μικροελεγκτής*, είναι μια συσκευή που ελέγχει ηλεκτρονικά κυκλώματα με βάση κάποιο πρόγραμμα με το οποίο το έχουμε τροφοδοτήσει και αυτό το εκτελεί.

Σε μια κατασκευή Physical Computing αναγνωρίζουμε τα παρακάτω μέρη:

- ✓ Μικροελεγκτής
- ✓ Ηλεκτρονική κατασκευή (κύκλωμα) με ή χωρίς κάποιους αισθητήρες/ενεργοποιητές
- ✓ Κατασκευή (ηλεκτρο-μηχανική) στον πραγματικό κόσμο που «φιλοξενεί» τα δυο προηγούμενα.
- ✓ Υπολογιστής με το κατάλληλο λογισμικό (για να προγραμματίσει τον μικροελεγκτή)



Σε μια κατασκευή physical computing (ρομποτική κατασκευή), οι μαθητές μας θα δημιουργήσουν σε τρία επίπεδα: Την φυσική κατασκευή, τα ηλεκτρονικά και τον προγραμματισμό. Στη δική μας προσέγγιση θα ασχοληθούμε με τις δυο τελευταίες παραμέτρους, τα ηλεκτρονικά και τον προγραμματισμό, που το πιο πιθανό είναι να μας είναι αρκετά ή εντελώς άγνωστες περιοχές.

Με δυο λόγια: Η έννοια του «physical computing» μπορεί να θεωρηθεί ως μια περίπτωση της ρομποτικής. Πρόκειται για ένα σύστημα, μια «κατασκευή», που παίρνει δεδομένα από το περιβάλλον, μέσω κάποιων αισθητήρων και ανάλογα με τα δεδομένα αυτά εκτελεί κάποιες λειτουργίες. Στον πυρήνα της κατασκευής βρίσκεται ένας μικροελεγκτής που έχει προγραμματιστεί κατάλληλα και συντονίζει όλη τη λειτουργία.

Εμείς θα δώσουμε βάρος στο κομμάτι της ηλεκτρονικής κατασκευής και του προγραμματισμού, μένοντας σε απλές και κατανοητές περιπτώσεις.

Εκπαιδευτική ρομποτική: παιδαγωγικές επιρροές, εκπαιδευτικό πλαίσιο και παράμετροι

Η χρήση (ή η αξιοποίηση) της ρομποτικής στην εκπαίδευση δεν είναι τόσο σύγχρονη όσο συνήθως νομίζουμε. Έχει ιστορία αρκετών δεκαετιών αλλά δεν είναι στους σκοπούς μας να αναλωθούμε σε μια ιστορική αναδρομή. Εντελώς επιλεκτικά ας αναφέρουμε μόνο ότι η Dr. Veronica Pantelidis (1936-2022), σύζυγος Έλληνα μετανάστη, συνδιευθύντρια του Virtual Reality and Education Laboratory και στην πορεία ομότιμη καθηγήτρια στο East Carolina University, είχε εκδώσει το 1991 βιβλίο με τίτλο «Robotics in Education: An Information Guide».

Η διάδοση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στις μέρες μας σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης ήρθε με την πληθώρα εκπαιδευτικών/εμπορικών λύσεων σε υλικό ρομποτικής και παράλληλα με την αύξηση του ερευνητικού ενδιαφέροντος σε ΑΕΙ και ερευνητικά κέντρα. Προφανώς δεν είναι αμέτοχη η άσκηση εκπαιδευτικής στρατηγικής/πολιτικής για την προώθηση της εκπαίδευσης STEM.

Η παιδαγωγική προσέγγιση της ομάδας μας στο ASEL (Athens Science and Education Laboratory) του ΠΤΔΕ του ΕΚΠΑ έχει επηρεαστεί σε μικρό ή μεγαλύτερο βαθμό από κάποιες παιδαγωγικές τάσεις και ρεύματα που απλά θα αναφέρουμε:

- ✓ Εκπαίδευση STEM (Science-Technology-Engineering-Mathematics)
- ✓ Εκπαίδευση STSE (Science-Technology-Society-Environment)
- ✓ Problem και project based learning
- ✓ Διερεύνηση
- ✓ Ο μαθητής δημιουργός / κατασκευαστής
- ✓ Το παιχνίδι στην εκπαίδευση
- ✓ Κριτική εκπαίδευση

Ειδικότερα για το κομμάτι του μαθητή – κατασκευαστή, που σχετίζεται άμεσα με τον κατασκευαστικό εποικοδομισμό (constructionism) του Seymour Papert, θα αναφέρουμε οκτώ αφοριστικές φράσεις για την κατασκευή στην εκπαίδευση:

- ✓ Μαθαίνω κάνοντας
- ✓ Η τεχνολογία ως δομικό υλικό
- ✓ Υπάρχει και διασκέδαση
- ✓ Μαθαίνοντας να μαθαίνεις
- ✓ Πάρε τον χρόνο σου
- ✓ Δεν μπορεί να το κάνεις σωστά χωρίς να το κάνεις λάθος
- ✓ Μπαίνουμε στη θέση των μαθητών μας
- ✓ Αξιοποιούμε τα διαθέσιμα Ψηφιακά περιβάλλοντα

Κάτι που αξίζει να τονίσουμε ιδιαίτερα είναι πως στην προσέγγισή μας έχουμε εξαρχής «**απενοχοποιήσει το λάθος**». Δεν περιμένουμε να πετύχουμε τη «σωστή» λύση με την πρώτη φορά. Πάντα επιδιώκουμε να πετύχουμε μια λύση που να «δουλεύει». Αυτό το πετυχαίνουμε σταδιακά ξεπερνώντας κάθε φορά τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουμε και **αναγνωρίζοντας** και διορθώνοντας τα λάθη που κάνουμε διαρκώς.

Στις δραστηριότητες που προτείνουμε, προσπαθούμε να έχουμε ρεαλιστικές προσεγγίσεις και παράλληλα να ενθαρρύνουμε τον φιλοπεριβαλλοντικό προβληματισμό και τις αντίστοιχες πρακτικές.

Στο πλαίσιο των πειραματισμών μας έχουμε σχεδιάσει, δοκιμάσει και προτείνουμε μια ακολουθία δραστηριοτήτων, η οποία στηρίζεται σε λίγες παιδαγωγικές κυρίως αρχές, που δεν είναι όμως πάντα εύκολο να συνδυαστούν μεταξύ τους.

Βασικές παράμετροι στον σχεδιασμό είναι:

- ✓ Η σταδιακή οικοδόμηση της γνώσης να στηρίζεται στις εμπειρίες από τις προηγούμενες δραστηριότητες
- ✓ Σταδιακή (με μικρά ευδιάκριτα βήματα) εισαγωγή νέων στοιχείων (απλά ηλεκτρονικά υλικά, αισθητήρες, δομές προγραμματισμού, προγραμματιστικές τεχνικές και πρακτικές κλπ)
- ✓ Συστηματική εστίαση σε βασικές παραμέτρους όπως: Είσοδος/Εξοδος, Αναλογικό/Ψηφιακό, Μηδέν-Ένα-Πολλά ερεθίσματα, Ένα-Πολλά αποτελέσματα
- ✓ Σταδιακή αύξηση της παρεχόμενης ελευθερίας δράσης των μαθητών
- ✓ Θεματολογία τέτοια ώστε αφενός να έχει νόημα, αφετέρου να είναι θελκτική για τα παιδιά
- ✓ Πρόνοια ώστε οι μαθητές να βρουν χώρο να αναπτύξουν τις προσωπικές τους δεξιότητες και επιθυμίες στην επιλογή των κατασκευών
- ✓ Ανάπτυξη με υλικό ανοιχτού σχεδιασμού και διανομής.



Ο σχεδιασμός από την ομάδα μας μιας σειράς δραστηριοτήτων και όλες οι επιμέρους λεπτομέρειές τους έχει συζητηθεί, υλοποιηθεί και δοκιμαστεί με γνώμονα ότι επιλέγουμε μια προσέγγιση που εμπλέκει **πολλούς μαθητές** που εργάζονται σε **ομάδες** και **κατασκευάζουν** τις ρομποτικές τους διατάξεις. Προφανώς αυτή η παιδαγωγική επιλογή, δεν είναι η μοναδική.

Έχουν γραφτεί πολλά για τα αναμενόμενα οφέλη από την ένταξη της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη σχολική πράξη. Σε αυτό το σημείο δεν θα μακρηγορήσουμε θεωρητικολογώντας. Θα αναφερθούμε μόνο, στο πώς οι ίδιοι οι μαθητές μας στο παρελθόν, έχουν σχηματοποιήσει τα «κέρδη» τους από την εμπλοκή τους σε προγράμματα εκπαιδευτικής ρομποτικής, αναφερόμενοι στις παρακάτω παραμέτρους:

- ✓ Απόκτηση ειδικών γνώσεων
- ✓ Οργάνωση σκέψης
- ✓ Συνεργασία
- ✓ Επικοινωνία και ανταλλαγή ιδεών
- ✓ Χαρά!!! (διασκέδαση και ενθουσιασμός)



Έτσι λοιπόν δεν μπορούμε να παραβλέψουμε πως κατά τη διάρκεια ενός project ή ενός ομίλου ή ακόμη και μιας μόνο δραστηριότητας εκπαιδευτικής ρομποτικής, πέρα από τη μηχανική κατασκευή, τα ηλεκτρονικά κυκλώματα και τον προγραμματισμό, οι μαθητές έρχονται σε επαφή με την ομαδική εργασία και τη συνεργασία, τη δημιουργικότητα και τον ενθουσιασμό από το ξεπέραςμα των δυσκολιών, την ανάληψη πρωτοβουλιών αλλά και την ανάγκη για αυτορρύθμιση.

Κλείνοντας το θέμα, αναγνωρίζουμε ότι η Εκπαιδευτική Ρομποτική ...

- ✓ παρουσιάζει χαρακτηριστικά έκρηξης στην «αγορά»
- ✓ είναι ένα δυναμικό, εξαιρετικά ελπιδοφόρο (παιδαγωγικά) πεδίο
- ✓ είναι ένα πεδίο ανοιχτό ακόμη σε διδακτικές και παιδαγωγικές προσεγγίσεις.



Όλη η προσέγγισή μας με τον χώρο της (εκπαιδευτικής) ρομποτικής δεν θα μας κάνει να αποκλείσουμε και μια ανθρωπιστική οπτική. Αντιγράφουμε τα λόγια του Τσάρλι Τσάπλιν, από την ταινία του «Ο Μεγάλος Δικτάτωρ» του 1940: «*Η γνώση, μας έκανε κυνικούς, η ευφυΐα, σκληρούς και αγενείς. Σκεφτόμαστε πολύ και αισθανόμαστε ελάχιστα. Περισσότερο από τις μηχανές, έχουμε ανάγκη την*

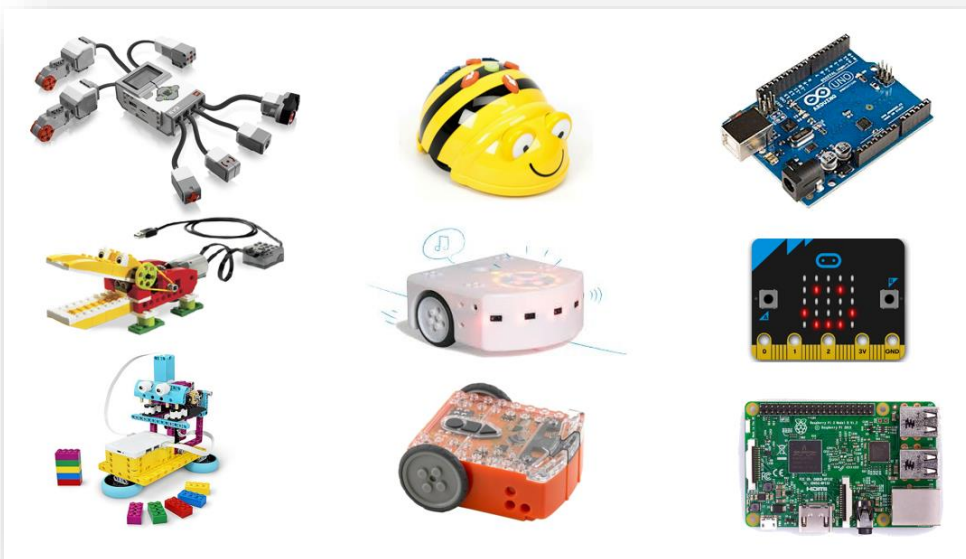
ανθρωπιά. Περισσότερο από την ευφυΐα, έχουμε ανάγκη την καλοσύνη και την ευγένεια. Δίχως αυτές τις αρετές, η ζωή θα είναι βίαιη και όλα θα χαθούν...».

Με δυο λόγια: Η εκπαιδευτική ρομποτική εφαρμόζεται με πολλές προσεγγίσεις. Στη δική μας προσέγγιση οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες. Βασική επιλογή μας είναι η σταδιακή είσοδος νέων πληροφοριών (εξαρτήματα, τεχνικές κλπ) και η ενεργή εμπλοκή των μαθητών σε προβλήματα, καταστάσεις και κατασκευές που έχουν νόημα για αυτούς. Πολύ βασική παράμετρος είναι ότι οι μαθητές κατασκευάζουν σε ομάδες και επίσης είναι σημαντικό ότι έχει απενοχοποιηθεί το λάθος.

Οι διαθέσιμες τεχνολογικές λύσεις → Η λύση «Arduino»

Οι διαθέσιμες λύσεις εκπαιδευτικής ρομποτικής είναι πολλές. Από τις πιο διαδεδομένες μπορούμε να εντοπίσουμε τρεις βασικές προσεγγίσεις:

- ✓ τη λύση που χτίζεται μια κατασκευή με δομικά στοιχεία στη λογική που έχουν τα παιδικά «τουβλάκια», έχοντας στο κέντρο μια προγραμματιζόμενη λογική μονάδα και τη δυνατότητα για συνδέσεις με αισθητήρες και κινητήρες (αριστερά στην εικόνα)
- ✓ τη λύση του προγραμματιζόμενου «οχήματος» (στο κέντρο στην εικόνα)
- ✓ τη λύση του physical computing που στηρίζονται στη χρήση μιας βασικής μονάδας μικροελεγκτή/μικροϋπολογιστή που συνεργάζεται με ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα και με μια πολύ μεγάλη γκάμα από διαθέσιμους αισθητήρες, κινητήρες, μικροσυσκευές κ.ά. (δεξιά στην εικόνα)



Από τις πιο ελεύθερες αλλά και από τις πιο απαιτητικές λύσεις (παράλληλα βέβαια και οι πιο οικονομικές) είναι οι λύσεις physical computing που στηρίζονται στην αξιοποίηση μιας βασικής μονάδας μικροελεγκτή/μικροϋπολογιστή.

Η ελευθερία σχετίζεται με τη δυνατότητα χρήσης πολύ μεγάλης γκάμας εξαρτημάτων (ηλεκτρονικά, αισθητήρες κλπ), και η δυσκολία έγκειται κυρίως στο ότι ο μαθητής κατασκευάζει σε πολύ χαμηλό/βασικό επίπεδο, καθώς έρχεται σε επαφή με τα πιο απλά ηλεκτρονικά εξαρτήματα, που στις άλλες προσεγγίσεις παραμένουν «κρυμμένα».

Αυτό όμως παράλληλα σημαίνει ότι πολλά πράγματα **απομυθοποιούνται**, ενώ δίνονται πολλές ευκαιρίες για εμπάθουση σε βασικές έννοιες π.χ. της Φυσικής.

Από τις πιο συνηθισμένες προτάσεις για τη βασική μονάδα (μικροελεγκτή ή μικροϋπολογιστή) είναι οι λύσεις micro bit, raspberrry pi και η «οικογένεια» Arduino. Η δική μας επιλογή είναι ο μικροελεγκτής **Arduino Uno**.



Τα Arduino είναι μικροελεγκτές (υπάρχουν πολλών τύπων, ο καθένας με πιο εξειδικευμένες δυνατότητες και προδιαγραφές) που το βασικό τους χαρακτηριστικό είναι πως είναι «**ανοιχτό υλικό**». Αυτό σημαίνει πως οι σχεδιαστές τους, έχουν δώσει ελεύθερα τα κατασκευαστικά τους σχέδια, επιτρέποντας την αντιγραφή και την αναβάθμισή τους από άλλους. Αυτό έδωσε τη δυνατότητα να παραχθεί μια ολόκληρη σειρά από (νόμιμους) «**κλώνους**», που είναι πολύ πιο οικονομικοί στο κόστος αγοράς και έχουν ακριβώς την ίδια δομή, οργάνωση και δυνατότητες με τον πρωτότυπο μικροελεγκτή. Η διάδοσή τους δημιούργησε μια μεγάλη (δραστήρια και αλληλέγγυα) **κοινότητα χρηστών**, καθώς και μια τεράστια παρακαταθήκη από έτοιμα project, απλά ή και πολύ σύνθετα, εξειδικευμένα ή απαιτητικά.

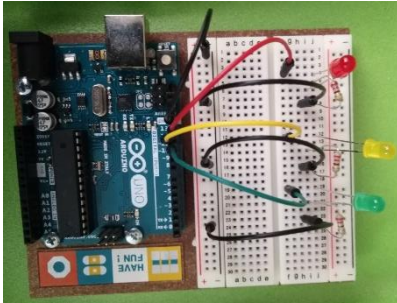
Ο μικροελεγκτής **Arduino Uno**, που θα χρησιμοποιήσουμε, είναι η πιο συνηθισμένη λύση για τις εισαγωγικές εκπαιδευτικές κατασκευές και έχει τη μεγαλύτερη διάδοση και ταυτόχρονα τους περισσότερους (οικονομικότερους) «κλώνους» δημιουργημένους από άλλους κατασκευαστές.

Η βασική ιστοσελίδα για τα Arduino είναι η <https://www.arduino.cc/>

Με δυο λόγια: Στον χώρο της εκπαιδευτικής ρομποτικής προσφέρονται πολλές εμπορικές λύσεις και προσεγγίσεις. Εμείς επιλέγουμε τη λύση του physical computing, επιλέγοντας ως κεντρικό σημείο, τον μικροελεγκτή Arduino Uno, μια πολύ διαδεδομένη οικονομική λύση «ανοιχτού» υλικού, με μεγάλη κοινότητα χρηστών και πολύ διαθέσιμο υλικό.

Περιγραφή του μικροελεγκτή Arduino Uno

Αρχικά ας δούμε μια εικόνα από ένα έτοιμο «ηλεκτρονικό κύκλωμα» για να πάρουμε μια πρώτη αίσθηση.



Το Arduino είναι αριστερά στην εικόνα και το κύκλωμά μας δεξιά φτιαγμένο πάνω σε μια πλακέτα δοκιμών, που θα τη μάθουμε λίγο αργότερα.

Επικοινωνούν μεταξύ τους, με μικρά καλωδιάρια που συνδέονται στις κατάλληλες υποδοχές.

Αυτό μόνο μας φτάνει για την ώρα.

Πιάστε στα χέρια σας ένα Arduino Uno για να το επεξεργαστούμε. Η σχολαστική περιγραφή και εξήγηση όλων των στοιχείων του δεν είναι στις προθέσεις μας. Θα εντοπίσουμε λίγα βασικά στοιχεία, που θα χρησιμοποιήσουμε στην πορεία.

Ας δούμε τώρα τα στοιχεία του Arduino που μας ενδιαφέρουν.



Αρχικά αναγνωρίζουμε ένα μαύρο τσιπ (ολοκληρωμένο κύκλωμα) που είναι ο «μικροελεγκτής». Είναι το αντίστοιχο της CPU ενός υπολογιστή και είναι το μόνο κομμάτι που αναγνωρίζει τις εντολές του προγράμματος που εκτελείται.

Υπάρχει ένα βύσμα που συνδέει το Arduino με τον υπολογιστή μέσω μιας θύρας USB. Από αυτή τη σύνδεση «ανεβάζουμε» το πρόγραμμά μας στο Arduino και παράλληλα το τροφοδοτούμε με ρεύμα.

Αν το Arduino δεν είναι συνδεδεμένο με έναν υπολογιστή παίρνει ρεύμα από την υποδοχή για εξωτερική τροφοδοσία (μπαταρία ή τροφοδοτικό) για να λειτουργήσει.

Εντοπίζουμε στις δυο πλευρές δυο σειρές από υποδοχές στις οποίες συνδέουμε καλωδιάρια για να επικοινωνεί το Arduino με την κατασκευή μας.

Στη μια πλευρά αναγνωρίζουμε 14 ψηφιακές εισόδους/εξόδους (από 0 έως 13). Κάποιες από αυτές (που έχουν μια ~) είναι και αναλογικές έξοδοι.

Στην άλλη πλευρά αναγνωρίζουμε 6 αναλογικές εισόδους (από A0 έως A5)

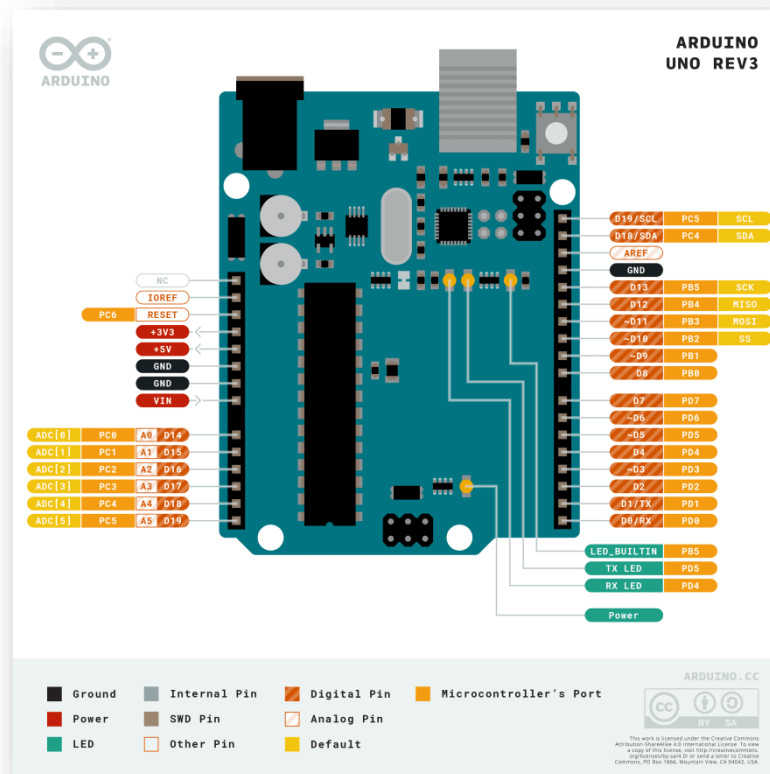
ΧΡΩΣΤΑΜΕ να εξηγήσουμε τι είναι Ψηφιακό και τι είναι Αναλογικό





Δίπλα στις αναλογικές εισόδους, έχουμε το τμήμα της τροφοδοσίας. Από εδώ το Arduino μπορεί να δώσει ρεύμα στο κύκλωμά μας, όταν αυτό δεν έχει πολλές απαιτήσεις για παροχή ρεύματος. Αν τα κυκλώματά μας χρειάζονται «πολύ» ρεύμα τότε τα τροφοδοτούμε και αυτά από μπαταρίες ή τροφοδοτικά. Εντοπίστε τα 5V (Volt) που θα χρειαστούμε και τις δυο υποδοχές για γείωση/ground (GND). Για την ανάγκη της γείωσης θα μιλήσουμε στην πορεία.

Για όσους τυχόν χρειάζονται μια πιο πλήρη περιγραφή του Arduino Uno μπορούν να ανατρέξουν στην ακόλουθη εικόνα.



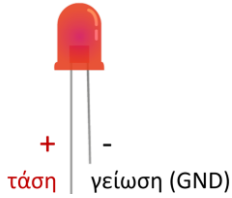
Με δυο λόγια: Ο μικροελεγκτής Arduino Uno, έχει δυο σειρές από υποδοχές με τις οποίες επικοινωνεί με το ηλεκτρονικό κύκλωμα που έχουμε κατασκευάσει. Επικοινωνεί με τον υπολογιστή μέσω μιας θύρας USB (για να «πάρει» το πρόγραμμα που έχουμε φτιάξει στον υπολογιστή). Όπως όλες οι ηλεκτρικές συσκευές χρειάζεται τροφοδοσία που την έχει είτε από την θύρα USB του υπολογιστή είτε από εξωτερική πηγή (π.χ. μπαταρία).

Φαίνεται πως είναι σημαντικό να ξέρουμε τις έννοιες Είσοδος/Εξοδος και Αναλογικό/Ψηφιακό.

Τα (σχετικά ασυνήθιστα) υλικά μέσα που χρησιμοποιούμε

Μια πρώτη ματιά σε δυο ηλεκτρονικά εξαρτήματα

Τα δυο ηλεκτρονικά εξαρτήματα που θα χρησιμοποιήσουμε πρώτα είναι η **αντίσταση** και το **led** (φωτοδίοδος).

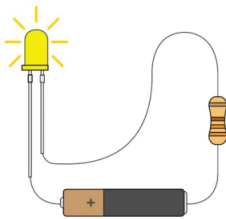


Το **led (φωτοδίοδος)** είναι ένα μικρό «φωτάκι», πολύ μικρής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Βλέπουμε πως έχει δυο συρμάτινα «ποδαράκια». Η ιδιαιτερότητά του είναι πως λόγω της τεχνολογίας κατασκευής του (είναι δίοδος) πρέπει το ένα συγκεκριμένο «ποδαράκι» (το πιο μακρύ) να συνδεθεί στον θετικό πόλο και το άλλο (το πιο κοντό) στον αρνητικό (ή τη γείωση), λέμε δηλαδή πως έχει πολικότητα. Αν συνδεθεί ανάποδα ΔΕΝ θα λειτουργήσει.



Η **αντίσταση** χρειάζεται για να καταναλώνει κάποιο ποσό ενέργειας σε ένα ηλεκτρικό/ηλεκτρονικό κύκλωμα και να προστατεύει τα υπόλοιπα μέρη του κυκλώματος από υπερφόρτωση.

Η τιμή της αντίστασης μετριέται σε Ωμ (Ω / Ohm) και στις συνηθισμένες αντιστάσεις αναγράφεται επάνω με έναν χρωματικό κώδικα. Ο κώδικας αυτός θα εξηγηθεί κάποια στιγμή στην πορεία.

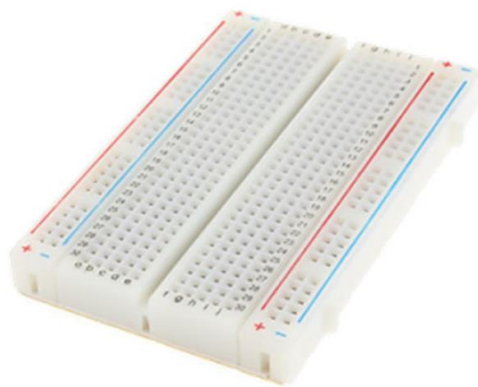


Το απλό ηλεκτρικό κύκλωμα του σχήματος συνδέει μια αντίσταση και ένα led με μια μπαταρία, έτσι ώστε το led να φωτοβολεί.

Παρατηρήστε πού συνδέεται το κάθε «ποδαράκι» του led.

Χωρίς την αντίσταση το led μπορεί και να «καιγόταν».

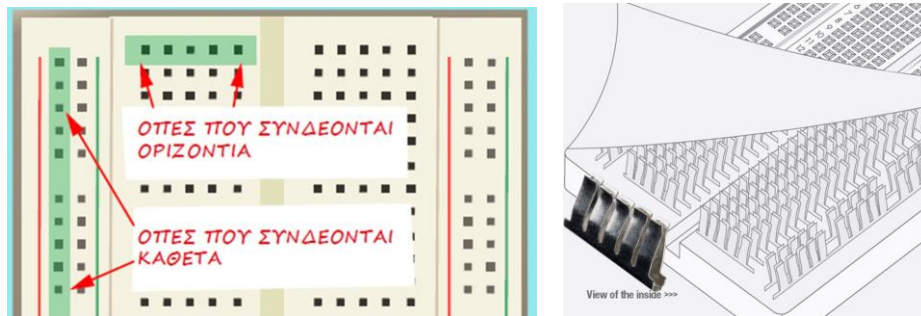
Η πλακέτα δοκιμών (breadboard)



Για να συνδέουμε σταθερά τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα συνήθως τα κολλάμε με μια σταγόνα λιωμένο μέταλλο (που λέγεται καλί). Αυτή η τεχνική στη γλώσσα των ηλεκτρονικών λέγεται «κόλληση». Στη φάση όμως που κάνουμε δοκιμές (και λάθη) αυτή η μόνιμη τεχνική δεν βολεύει. Έτσι χρησιμοποιούμε την πλακέτα δοκιμών (breadboard). Υπάρχει σε διάφορα μεγέθη. Αυτό που συνήθως χρησιμοποιούμε στα σχολεία είναι του μισού μεγέθους (half size) της εικόνας.

Η πλακέτα αυτή (breadboard) μας διευκολύνει αφάνταστα να πειραματιστούμε, να δοκιμάσουμε τα κυκλώματα που έχουμε σχεδιάσει ή έχουμε φανταστεί. Πρέπει όμως να καταλάβουμε πώς δουλεύει. Οι παρακάτω εικόνες εξηγούν τα πάντα μέσα και έξω από το περίβλημα του breadboard. Ουσιαστικά είναι σειρές από υποδοχές που εσωτερικά συνδέονται μεταξύ τους. Στην κεντρική περιοχή οι υποδοχές συνδέονται σε ομάδες των πέντε στη σειρά (στη Φυσική Επιστήμη ονομάζονται ισοδυναμικά σημεία).

Έτσι όποια και όσα συρματάκια βάλουμε σε μια σειρά οπών που συνδέονται εσωτερικά, είναι και αυτά συνδεδεμένα μεταξύ τους.



Θα εξασκηθούμε στη χρήση της αρχικά δημιουργώντας ένα «απλό ηλεκτρικό κύκλωμα»

Άλλα ηλεκτρονικά και αισθητήρες

Εκτός από αντιστάσεις και led, στην πορεία των project εκπαιδευτικής ρομποτικής με Arduino μπορεί να συναντήσετε και άλλα εξαρτήματα.

Πολύ συνηθισμένα ηλεκτρονικά εξαρτήματα (μην σας τρομάξουν οι άγνωστες λέξεις) είναι ακόμη οι πυκνωτές, τα τρανζίστορ, τα τρανζίστορ MOSFET, οι μεταβλητές αντιστάσεις, οι διακόπτες, οι φωτοαντιστάσεις, οι δίοδοι, κάποια μικρά εξειδικευμένα ολοκληρωμένα κυκλώματα κ.ά.

Πέρα από τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα αξιοποιούμε και σειρά από (συνήθως πολύ φτηνούς) αισθητήρες όπως είναι αισθητήρες απόστασης, θερμοκρασίας, υγρασίας κ.ά.

Τέλος υπάρχουν και κάποιες μικρές «συσκευές» όπως είναι βομβητές (παράγουν ήχο), μοτεράκια (κινητήρες) που κινούν ρόδες ή ανεμιστήρες, κινητήρες servo (που γυρίζουν κάτι προς συγκεκριμένη κατεύθυνση), μικρές «οθόνες» κ.ά.

Με κάποια μόνο από αυτά, όταν και αν χρειαστεί το καθένα, θα εξοικειωθείτε τότε, με τη χρήση τους. Στις δικές μας συναντήσεις θα μείνουμε σε μικρή γκάμα υλικών, τόσο όσο χρειάζεται ώστε να δούμε κάποιες βασικές ιδέες στο physical computing.

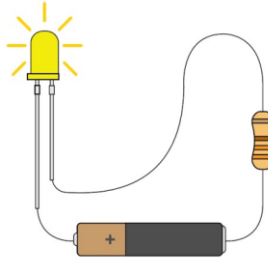
Με δυο λόγια: Τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα είναι ένας ολόκληρος παράξενος κόσμος. Ευτυχώς δεν θα χρειαστεί να τα μάθουμε αναλυτικά.

Τα κυκλώματα αποτελούνται από ηλεκτρονικά εξαρτήματα που συνδέονται μεταξύ τους και με μια πηγή ρεύματος.

Η πλακέτα δοκιμών (breadboard) μας χρειάζεται για να δοκιμάζουμε τα κυκλώματα που φτιάχνουμε.

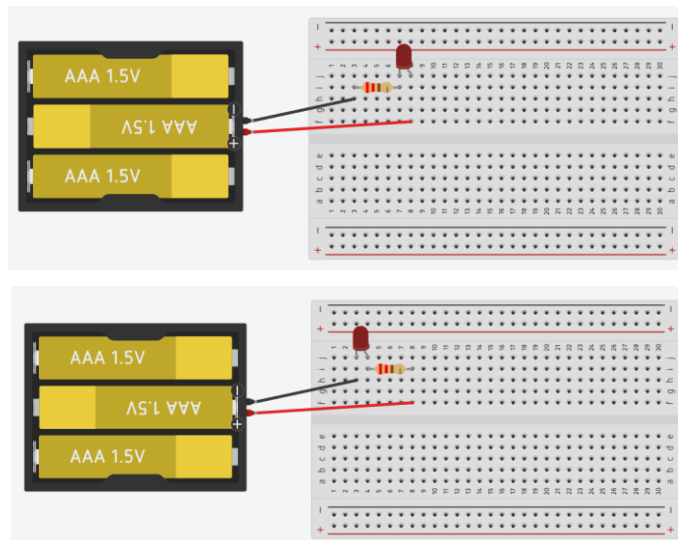
Hands On Δραστηριότητα: Κατασκευάζω ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα

Πρόβλημα: Στόχος είναι να υλοποιήσουμε το κύκλωμα του σχήματος, χρησιμοποιώντας το breadboard.



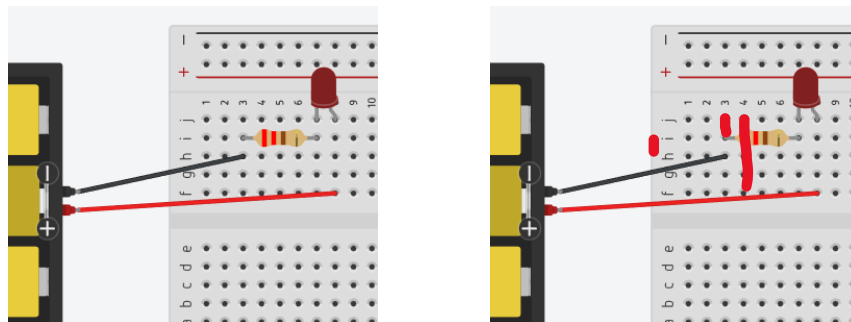
Δύο ισοδύναμες λύσεις

Η διάταξη (αντίσταση–led ή led–αντίσταση) δεν παίζει κανένα ρόλο. ΠΡΕΠΕΙ μόνο το μακρύ ποδαράκι του led να συνδεθεί προς την πλευρά του θετικού πόλου. Χρησιμοποιούμε 3 μπαταρίες των 1,5V (στη σειρά) ή ισοδύναμα μια πλακέ μπαταρία των 4,5V.



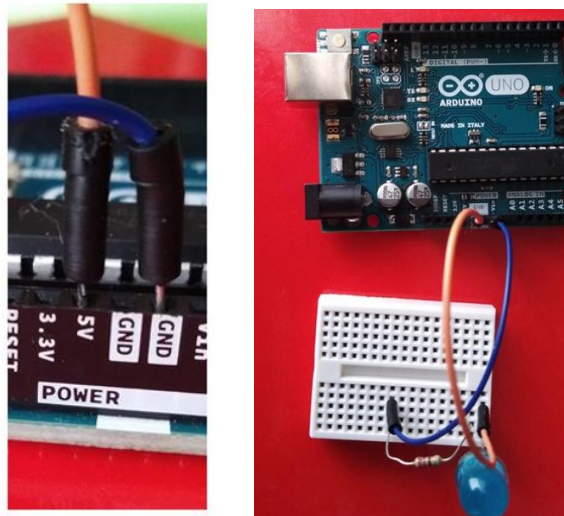
Από σύμβαση χρησιμοποιούμε κόκκινο καλώδιο από τον θετικό πόλο της μπαταρίας (+) και μαύρο καλώδιο από τον αρνητικό πόλο της μπαταρίας (-). Η αντίστασή μας είναι 220Ω.

Κατανοήστε πώς «κλείνει» το κύκλωμα σε κάθε περίπτωση, μέσω των συνδέσεων που παρέχει το breadboard.



Οι τρεις κόκκινες γραμμές δεξιά, δείχνουν πώς ενώνονται τα καρφωμένα καλώδια και ποδαράκια μέσω του breadboard.

Αφού το καταφέρουμε θα αντικαταστήσουμε την μπαταρία με την τροφοδοσία από τα 5V (και τη γείωση) του Arduino. Δοκιμάστε το. Φτιάξτε κάτι σαν τις παρακάτω εικόνες με τον δικό σας εξοπλισμό.



Τα κυκλώματα που φτιάξαμε όταν ολοκληρωθεί η συνδεσμολογία, διαρρέονται από ρεύμα. Τότε λέμε πως ένα κύκλωμα είναι «κλειστό». Αν είχαμε αποσυνδέσει ένα σημείο τότε το κύκλωμα θα ήταν «ανοιχτό» και δεν θα διαρρεόταν από ηλεκτρικό ρεύμα.

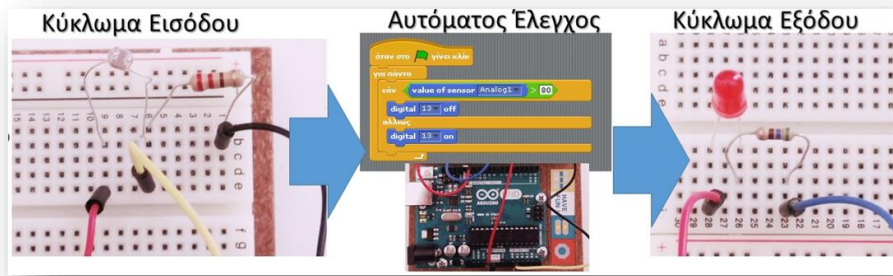
Πώς θα ελέγξουμε αν ένα κύκλωμα που σχεδιάσαμε/υλοποιήσαμε είναι «κλειστό»; Θα πρέπει νοερά να το διατρέξουμε από τον θετικό πόλο προς τον αρνητικό (ή τη γείωση) και να υπάρχει μια «συνέχεια», στα στοιχεία που έχουμε συνδέσει.

Σημείωση (σχετική με την ασφάλεια): Όλα τα κυκλώματα που θα φτιάξουμε λειτουργούν με «συνεχές ρεύμα» (DC). Τέτοια τροφοδοσία μάς παρέχουν οι μπαταρίες, τα τροφοδοτικά, οι φορτιστές και οι USB θύρες των υπολογιστών. Οι τάσεις που δουλεύουμε είναι χαμηλές συνήθως από 3 μέχρι 9Volt. Η πιο συνηθισμένη τάση για τα ηλεκτρονικά είναι τα 5Volt. Το ηλεκτρικό ρεύμα του σπιτιού μας είναι «εναλλασσόμενο» (AC) και έχει τάση 220Volt.

Με δυο λόγια: Ένα ηλεκτρικό κύκλωμα για να λειτουργήσει πρέπει να είναι «κλειστό». Οι τάσεις που δουλεύουμε με τα ηλεκτρονικά είναι χαμηλές. Αν κάτι δεν λειτουργεί, ελέγχουμε αν «κλείνει» το κύκλωμα και αν έχουμε συνδέσει σωστά τα led (που έχουν πολικότητα).

Χρειαζόμαστε κάποια εξοικείωση με τη χρήση του breadboard.

Η βασική λογική του physical computing και Βασικές έννοιες (I/O, A/D)



Στην εικόνα βλέπουμε σχηματικά τη βασική ιδέα του physical computing. Ο μικροελεγκτής στο κέντρο, «φορτωμένος» με ένα πρόγραμμα, δέχεται πληροφορίες από ένα «κύκλωμα εισόδου» και ανάλογα με αυτές και σύμφωνα με τις οδηγίες του προγράμματος κατευθύνει την λειτουργία του ή των «κυκλωμάτων εξόδου». Στην περίπτωση της εικόνας ανάλογα με το πόσο φως υπάρχει στο περιβάλλον, το πρόγραμμα που ελέγχει τον μικροελεγκτή «αποφασίζει» αν θα ανάψει ή όχι ένα κόκκινο led.

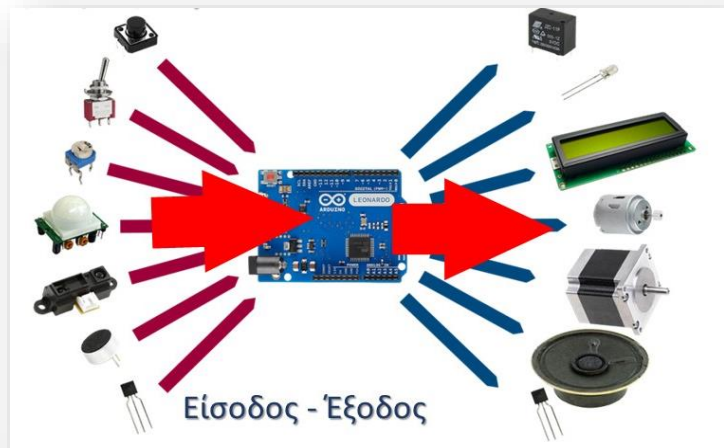
Έρχονται λοιπόν στο προσκήνιο οι έννοιες «Είσοδος/Εξοδος» που συχνά θα τις δούμε και ως Input/Output ή ακόμη πιο συνοπτικά ως I/O.

Είσοδος και Έξοδος (Input/Output)

Τα διάφορα ηλεκτρονικά υλικά και οι αισθητήρες δίνουν και παίρνουν δεδομένα προς και από τον μικροελεγκτή Arduino. Και για τη σωστή συνδεσμολογία και για τον σωστό προγραμματισμό είναι καλό να μπορούμε να κατανοούμε πότε κάτι (π.χ. ένας αισθητήρας ή ένας κινητήρας ή ένα led) είναι Είσοδος και πότε είναι Έξοδος.

Ό,τι στέλνει δεδομένα στο Arduino χαρακτηρίζεται ως **Είσοδος**, ενώ ό,τι λαμβάνει δεδομένα (ή εντολές) από το Arduino χαρακτηρίζεται ως **Έξοδος**. Για να μας γίνει ακόμη πιο κατανοητό θα πρέπει «να μπούμε στη θέση του Arduino» και να δούμε αν μπαίνουν ή βγαίνουν πληροφορίες «από εμάς».

Εδώ να επισημάνουμε πως υπάρχουν προγραμματιζόμενοι αυτοματισμοί που δεν δέχονται είσοδο αλλά λειτουργούν π.χ. με χρονοπρογραμματισμό, όπως είναι τα φανάρια κυκλοφορίας σε μια διασταύρωση. Δεν μπορεί όμως να υπάρχει αυτοματισμός ή ρομποτικό σύστημα που να μην κάνει τίποτα, να μην έχει δηλαδή κάποια έξοδο.



Αναλογικό και Ψηφιακό (Analog/Digital)

Στην περίπτωση μας, όταν η πληροφορία παίρνει (μπορεί να πάρει) δυο μόνο τιμές στη λογική του ΝΑΙ/ΟΧΙ, Ανοιχτό/Κλειστό, Άναψε/Σβήσε, Ενεργό/Ανενεργό, τότε χαρακτηρίζεται ως **Ψηφιακή**. Π.χ. το πάτημα ενός διακόπτη, το αναβοσβήσιμο μιας λάμπας, αν συγκρούστηκε ή όχι με έναν τοίχο ...

Όταν η πληροφορία παίρνει (μπορεί να πάρει) μια ολόκληρη σειρά από τιμές, τότε χαρακτηρίζεται ως **Αναλογική**. Π.χ. τιμές θερμοκρασίας ενός χώρου, αν μια λάμπα μπορεί να έχει μεταβαλλόμενο φωτισμό, πόσο έντονος είναι ο φωτισμός σε έναν χώρο, η απόστασή μου από έναν τοίχο, ...

Οι έννοιες Αναλογικό/Ψηφιακό συχνά αναφέρονται και ως Analog/Digital ή ακόμη πιο σύντομα ως A/D.



Δραστηριότητα

Στις ακόλουθες περιπτώσεις, συμπληρώστε το είδος (Analog/ Digital / -) των κυκλωμάτων εισόδου και εξόδου σε έναν «αυτοματισμό». Στο τέλος συμπληρώστε δυο περιπτώσεις που σκεφτήκατε εσείς. Παρατηρήστε πως ενώ μπορεί να μην υπάρχει «είσοδος», δεν έχει νόημα να μην υπάρχει «έξοδος».

Περιγραφή περίπτωσης	Είδος Εισόδου (- /A / D)	Είδος Εξόδου (A / D)
Ένα κόκκινο led ανάβει και σβήνει κάθε ένα δευτερόλεπτο	-	D
Με τον κατάλληλο προγραμματισμό ελέγχω την λειτουργία ενός φωτεινού σηματοδότη (οχημάτων και πεζών), σε μια διασταύρωση		
Όσο πατάω έναν διακόπτη πίεσης (pushbutton), ανάβει ένα led, και όταν δεν τον πατάω το led παραμένει σβηστό		
Ένα led ανάβει αυξάνοντας σταδιακά τη φωτεινότητα του και μετά τη μειώνει σταδιακά. Αυτό επαναλαμβάνεται συνέχεια.		
Όταν με έναν αισθητήρα φωτός, θεωρώ πως είναι μέρα, σβήνουν τα φώτα (ένα led), και όταν θεωρώ πως είναι νύχτα (είναι δηλ. αρκετά σκοτεινά) τότε ανάβουν τα φώτα (ένα led)		
Με έναν αισθητήρα φωτός, ελέγχω το επίπεδο φωτισμού του χώρου και ανάλογα ανάβουν με μεταβαλλόμενη ένταση φωτισμού τα φώτα		
Με έναν αισθητήρα θερμοκρασίας μετρώ την θερμοκρασία του χώρου και αν είναι πάνω από 20°C αρχίζει να λειτουργεί ένας ανεμιστήρας (αλλιώς σβήνει)		
Όταν πλησιάζω σε μια απόσταση από την πόρτα του super market αυτή ανοίγει		
Όταν περάσω μπροστά από έναν ανιχνευτή λίγο πριν την πόρτα του super market η πόρτα αυτή ανοίγει		

Με δυο λόγια: Είναι πραγματικά χρήσιμο να έχουμε μια αίσθηση σε κάθε κατασκευή μας ποια ή ποιες θα είναι οι εισόδοι και αντίστοιχα οι έξοδοι και κατά πόσον αυτές είναι αναλογικές ή ψηφιακές. Είσοδοι είναι τα κυκλώματα / οι διατάξεις που τροφοδοτούν με δεδομένα / πληροφορίες την κεντρική μας μονάδα (το Arduino). Η κεντρική μονάδα (το Arduino) ανάλογα με τα δεδομένα από τις εισόδους κατευθύνει τη λειτουργία των συσκευών ή διατάξεων εξόδου. Κάτι είναι «αναλογικό» στη λογική του, όταν παίρνει μια σειρά από τιμές (π.χ. η θερμοκρασία), ενώ είναι «ψηφιακό» όταν οι τιμές του είναι μόνο δύο στη λογική του ΝΑΙ/ΟΧΙ (π.χ. πατήθηκε ένας διακόπτης).

Ένας αυτοματισμός ή μια ρομποτική διάταξη μπορεί να έχει μια ή περισσότερες εισόδους αλλά μπορεί και να μην έχει. Δεν μπορεί όμως να υπάρξει αν δεν έχει τουλάχιστον μια έξοδο.

Το πρόγραμμα / Γενικά για τον προγραμματισμό

Όπως έχει γίνει πλέον φανερό, δεν μπορεί να υπάρξει εκπαιδευτική ρομποτική χωρίς προγραμματισμό. Για να γράψουμε ένα πρόγραμμα πρέπει να έχουμε ένα πρόβλημα να λύσουμε και μια ιδέα για τη λύση αυτού του προβλήματος. Η ιδέα μας πρέπει να περιγραφεί με μια γλώσσα προγραμματισμού, ώστε να «μεταφραστεί» σε οδηγίες προς τον υπολογιστή.

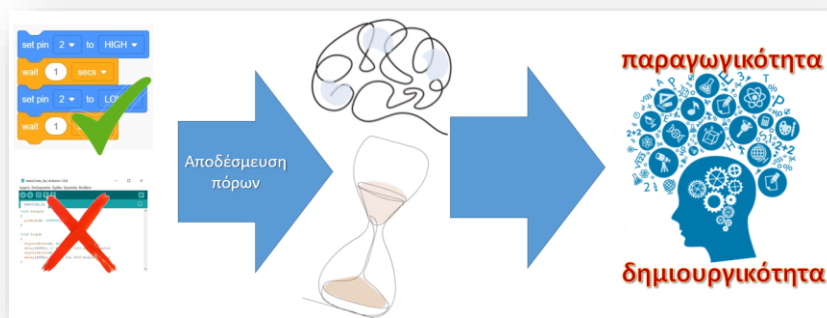
Διατυπωμένο λίγο διαφορετικά, το πρόγραμμα είναι μια σειρά από οδηγίες προς τον υπολογιστή που εκφράζονται με μια σειρά από εντολές από αυτές που περιλαμβάνει κάθε γλώσσα προγραμματισμού. Το πρόγραμμα είναι γραμμένο σύμφωνα με τις προδιαγραφές της κάθε γλώσσας.

Υπάρχουν πάρα, πάρα πολλές γλώσσες προγραμματισμού. Εμείς θα αντιμετωπίσουμε δυο «**προγραμματιστικά περιβάλλοντα**», δηλαδή λογισμικά που μας παρέχουν όλα τα εργαλεία για να συντάξουμε (φτιάξουμε/γράψουμε/δημιουργήσουμε) τα προγράμματά μας, ώστε να προγραμματίσουμε το Arduino (υπάρχουν προφανώς και άλλα).

Σε μια συνηθισμένη γλώσσα προγραμματισμού γράφουμε το πρόγραμμα με τη μορφή κειμένου (text-based προγραμματισμός). Κατόπιν ένα πρόγραμμα ελέγχει την «ορθογραφία» και το «συντακτικό» των εντολών, μας ενημερώνει για τα λάθη μας, εμείς τα διορθώνουμε και όταν πια δεν υπάρχουν τέτοια λάθη (αυτά τα λέμε **συντακτικά λάθη**) το πρόγραμμα που γράψαμε εκτελείται (τρέχει) και τότε μόνο βλέπουμε αν λειτουργεί όπως το είχαμε φανταστεί. Αν όχι, τότε λέμε πως υπάρχει **λογικό λάθος** και σκεφτόμαστε ξανά τον τρόπο που περιγράψαμε την ιδέα μας με πρόγραμμα.

Διακρίναμε λοιπόν πως γενικά τα λάθη στον προγραμματισμό διακρίνονται σε «συντακτικά λάθη» και «λογικά λάθη» ή «αλγοριθμικά». Τα πρώτα πρέπει να τα διορθώσουμε ώστε να είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές της γλώσσας, ενώ για τα δεύτερα πρέπει να ελέγξουμε την ιδέα που είχαμε για τη λύση του προβλήματος.

Έχουν όμως αναπτυχθεί μια σειρά από λύσεις «οπτικού» προγραμματισμού, στηριγμένου στη δόμηση του προγράμματος με τη σύνδεση έτοιμων «πλακιδίων». Η επιλογή μιας τέτοιας λύσης (που προτείνουμε) μας «γλυτώνει» από όλα τα συντακτικά λάθη (που συχνά είναι δύσκολο ακόμη και να εντοπιστούν από άπειρους προγραμματιστές, όπως είναι οι μαθητές μας) και παραμένουμε μόνο στην υλοποίηση των ιδεών που έχουμε για την λύση του προβλήματος που αντιμετωπίζουμε.



Η επιλογή αυτή (μιας γλώσσας οπτικού προγραμματισμού με πλακίδια, έναντι μιας text-based γλώσσας) μας αποδεσμεύει πόρους (χρόνο και σκέψη) συντελώντας στη βελτίωση / αύξηση της δημιουργικότητας και παραγωγικότητάς μας.

Από τις διαθέσιμες λύσεις γλώσσας οπτικού προγραμματισμού με πλακίδια για Arduino, επιλέγουμε το περιβάλλον προγραμματισμού **Scratch for Arduino** (S4A). Αυτό θα είναι το αποκλειστικό περιβάλλον που θα χρησιμοποιήσουν οι μαθητές μας. Εμείς ως εκπαιδευτικοί θα δούμε σύντομα και το βασικό περιβάλλον προγραμματισμού για Arduino. Για τον προγραμματισμό του Arduino το βασικό περιβάλλον είναι το **IDE** (integrated development environment) που χρησιμοποιεί μια γλώσσα προγραμματισμού παρόμοια με την γλώσσα C που συνήθως την αποκαλούμε “wired C”. Ίσως σε πιο πολύπλοκες κατασκευές να χρειαστεί να δοθεί λύση μέσω του IDE, καθώς όλα τα οπτικά περιβάλλοντα έχουν τρομερά πλεονεκτήματα στην ευκολία χρήσης αλλά παράλληλα έχουν και περιορισμούς.

Κλείνοντας να πούμε πως η δομή και η λογική των προγραμμάτων που απευθύνονται στον έλεγχο των αυτοματισμών και της ρομποτικής, είναι πολύ πιο περιορισμένη (άρα και πιο εύκολη) από τη γενικότερη περίπτωση της γνώσης του προγραμματισμού για εφαρμογές γενικού σκοπού.

Σε ένα παράρτημα θα δούμε από μια σύντομη περιγραφή για τα δυο αυτά περιβάλλοντα (S4A και IDE) καθώς και σύντομες οδηγίες εγκατάστασης αυτών των περιβαλλόντων προγραμματισμού.

Με δυο λόγια: Το πρόγραμμα σε μια κατασκευή αυτοματισμού/ρομποτικής/physical computing είναι απαραίτητο «συστατικό». Για το Arduino υπάρχει μια βασική λύση που είναι το IDE. Αυτό υποστηρίζει μια ισχυρή γλώσσα προγραμματισμού που είναι text-based. Για έναν αρχάριο αυτό είναι κάπως δύσκολο. Έχουν αναπτυχθεί περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού με πλακίδια, ώστε να αποφεύγονται πολλές δυσκολίες και το βάρος να δίνεται στην οργάνωση της σκέψης για τη λύση κάποιου προβλήματος. Στην εκπαίδευση και μάλιστα σε μικρές ηλικίες προτιμάμε αυτά τα περιβάλλοντα προγραμματισμού. Ένα από αυτά είναι το Scratch for Arduino (S4A) που θα χρησιμοποιήσουμε.

Hands On Δραστηριότητα: Η πρώτη προγραμματιζόμενη κατασκευή

Στα πρώτα απλά ηλεκτρικά κυκλώματα που φτιάξαμε δεν χρειάστηκε προγραμματισμός. Άρα δεν πρόκειται για «αυτοματισμούς».

Το πρώτο πρόβλημα με το οποίο θα ασχοληθούμε είναι, πώς θα θέλαμε να έχουμε ένα φως (στην περίπτωση μας ένα led) που να ανάβει και να σβήνει με κάποιο δικό μας ρυθμό. Ας το πούμε «Φάρο» ή «Απλό φωτορυθμικό» για να έχει για εμάς κάποιο λογικό νόημα.

Όπως θα έχουμε πλέον αντιληφθεί έχουμε να φτιάξουμε ένα κύκλωμα και ένα πρόγραμμα που θα συνεργάζονται.

Ας σχεδιάσουμε και ας υλοποιήσουμε μια λύση

Το κύκλωμα (εξόδου) που θα έχω θα είναι ένα led συνδεδεμένο σε σειρά με μια αντίσταση 220Ω. Συνδέω το κύκλωμα μου με την Ψηφιακή έξοδο 13 (θα το λέμε pin13) και τη γείωση του Arduino.

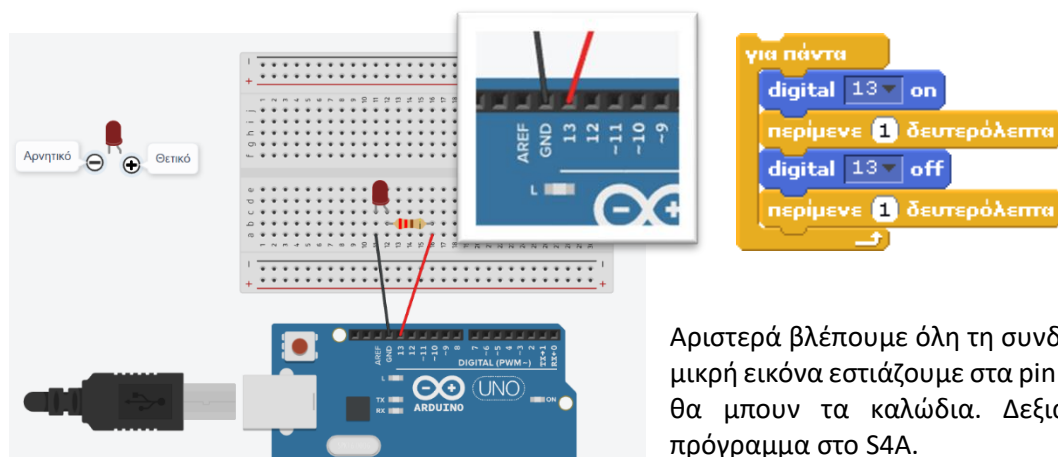
Δίνεται παρακάτω μια **ενδεικτική λύση** (σε σχέδιο) για το κύκλωμα και μια αντίστοιχη για το πρόγραμμα.

Με το πρόγραμμά μας:

- δίνω ρεύμα (digital 13 ON) στο pin13 (οπότε το led ανάβει),
- το αφήνω για 1 δευτερόλεπτο,
- μετά σταματάω να δίνω ρεύμα (digital 13 OFF) στο pin13 (οπότε το led σβήνει)
- και το αφήνω πάλι για 1 δευτερόλεπτο.

Αυτό γίνεται «για πάντα»

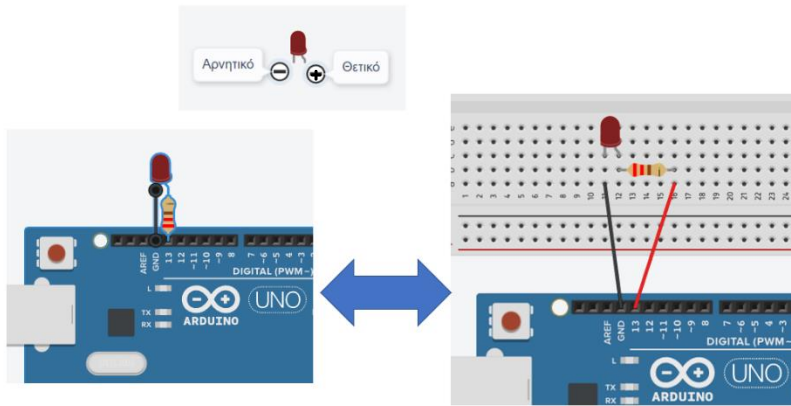
Σημείωση: Το ρεύμα που δίνει το pin13 είναι 5Volt.



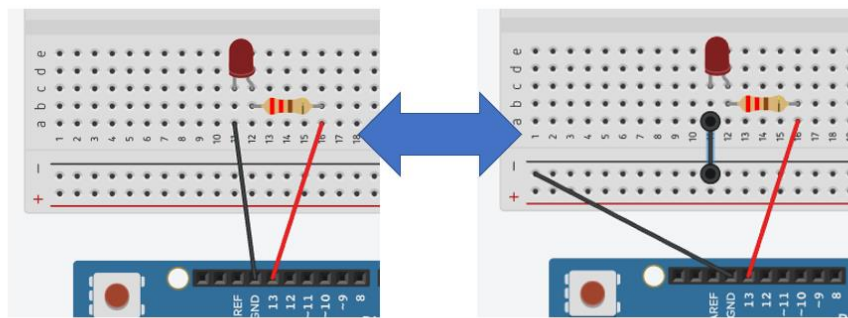
Αριστερά βλέπουμε όλη τη συνδεσμολογία. Στην μικρή εικόνα εστιάζουμε στα pin του Arduino που θα μπουν τα καλώδια. Δεξιά βλέπουμε το πρόγραμμα στο S4A.

Αν είχα συνδέσει το κόκκινο καλώδιο π.χ. στο pin10 (αντί για το 13), τότε θα έπρεπε να ενημερώσω και τις αντίστοιχες εντολές στο πρόγραμμα. Είπαμε: Το κύκλωμα και το Πρόγραμμα συνεργάζονται.

Χρήσιμες επεξηγήσεις.



Αν δεν χρησιμοποιούσα το breadboard, θα έπρεπε με κάποιο τρόπο να συνδέσω αντίσταση και led ανάμεσα στο pin13 και τη γείωση (αριστερά στο σχήμα). Οι δυο αυτές συνδεσμολογίες είναι ισοδύναμες.



Μια καλή συνήθεια είναι να συνδέω τη γείωση με τη μια από τις μακριές οριζόντιες συνδεδεμένες υποδοχές του breadboard, ώστε να έχω πολλές δυνατότητες για παροχή γείωσης (στην δεξιά εικόνα). Αυτή η «καλή συνήθεια» θα μας φανεί χρήσιμη στην πορεία. Οι δυο παραπάνω συνδεσμολογίες είναι ισοδύναμες. «Καλή συνήθεια» θα πεί πως δεν είναι κάτι υποχρεωτικό.

Συμβουλή:

Καλό είναι πριν υλοποιήσουμε ένα κύκλωμα, να το σχεδιάζουμε ακόμη και πρόχειρα ή άτυπα. Έτσι αν κάτι δεν δουλέψει όπως θέλουμε θα έχουμε κάτι (το σχέδιο της ιδέας μας) να ελέγξουμε.

Δίπλα βλέπετε δυο ισοδύναμα πρόχειρα και άτυπα σχέδια για το πρόβλημα που δουλεύουμε.

13 ----- + Led - ----- αντίσταση ----- Γείωση/GND

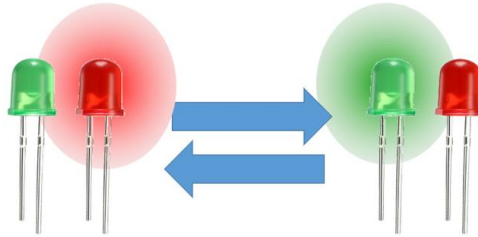
ή

13 ----- αντίσταση ----- + Led - ----- Γείωση/GND

ΚΥΚΛΩΜΑ

Hands On Δραστηριότητα: Φάρος οχήματος έκτακτης ανάγκης/φανάρι πεζών

Το επόμενο πρόβλημα με το οποίο θα ασχοληθούμε είναι, πώς θα θέλαμε να έχουμε δύο led που να ανάβουν και να σβήνουν εναλλάξ με κάποιο δικό μας ρυθμό. Ας το πούμε «Φάρο οχήματος έκτακτης ανάγκης» ή «φανάρι πεζών». Αν το σκεφτούμε ο μηχανισμός είναι εντελώς ανάλογος.



Ας σχεδιάσουμε και ας υλοποιήσουμε μια λύση

Έχουμε ήδη ένα led που ανάβει και σβήνει.

Ουσιαστικά θέλουμε να προσθέσουμε άλλο ένα που να έχει την «ανάποδη» συμπεριφορά.

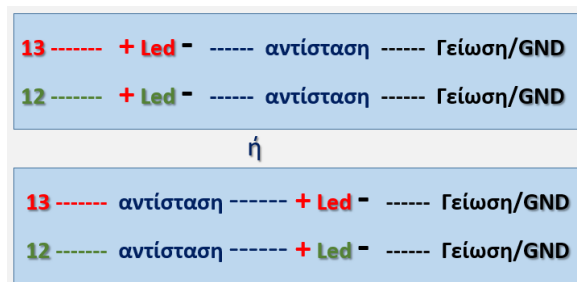
Η βασική ιδέα που πρέπει να κατανοήσουμε πως θα έχουμε ΔΥΟ ανεξάρτητα κυκλώματα, ένα για το κόκκινο και ένα για το πράσινο led.

Το πρόγραμμα θα παραμείνει ΕΝΑ και θα συντονίζει και τα δύο κυκλώματα.

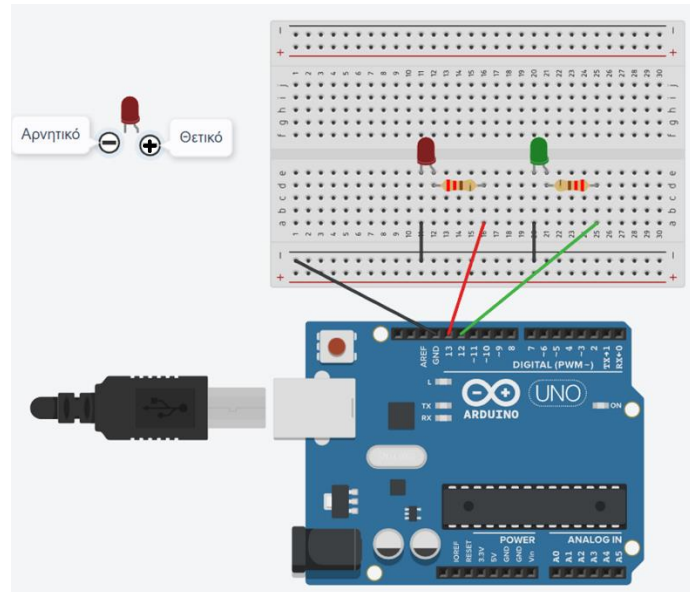
Το ένα κύκλωμα (εξόδου) το έχω και είναι ένα led συνδεδεμένο σε σειρά με μια αντίσταση 220Ω. Συνδέω το κύκλωμα αυτό με την Ψηφιακή έξοδο 13 (pin13) και τη γείωση του Arduino.

Φτιάχνω ένα ακριβώς αντίστοιχο κύκλωμα με ένα πράσινο led και το συνδέω π.χ. στο pin12 και τη γείωση.

Αν είχα κάνει ένα πρόχειρο σχέδιο κάτι σαν το παρακάτω, ΠΡΙΝ φτιάξω τα κυκλώματά μου στην πράξη, θα ήταν μια πολύ καλή συνήθεια



Παρακάτω δίνεται μια **ενδεικτική λύση** (σε σχέδιο) για τα κυκλώματα και μια αντίστοιχη για το πρόγραμμα.



Στο παραπάνω σχέδιο παρατηρήστε πώς χρησιμοποιήσαμε τη συνδεσμολογία της γείωσης.

12 = ΠΡΑΣΙΝΟ

13 = ΚΟΚΚΙΝΟ

Τα 12, 13 ΣΥΜΦΩΝΟΥΝ με το κύκλωμα

```

για πάντα
digital 12 on  ► ΠΡΑΣΙΝΟ Άναψε
digital 13 off ► ΚΟΚΚΙΝΟ Σβήκε
περίμενε 4 δευτερόλεπτα
digital 12 off ► ΠΡΑΣΙΝΟ Σβήσε
digital 13 on  ► ΚΟΚΚΙΝΟ Άναψε
περίμενε 5 δευτερόλεπτα

```

Έχουμε 2 καταστάσεις
"ΠΡΑΣΙΝΟ" --> "ΚΟΚΚΙΝΟ" κ.ο.κ.

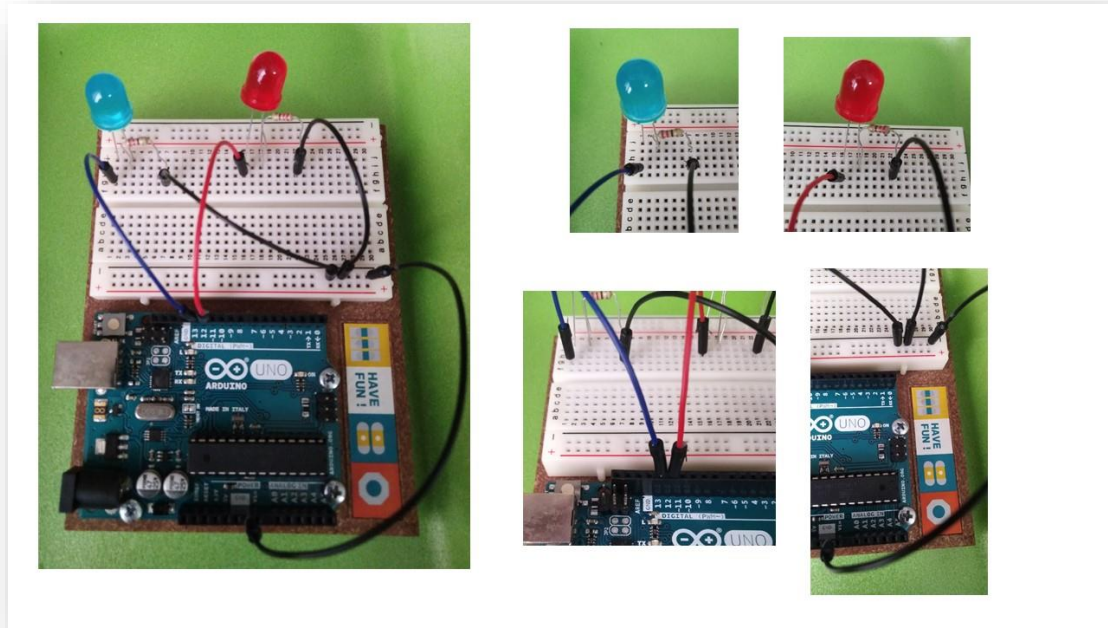
Σε κάθε μια ένα led ανάβει και ένα είναι σβηστό

Δηλαδή στέλνουμε εντολή σε ένα pin κάθε φορά να είναι ON και στο άλλο να είναι OFF

Οι εντολές "περίμενε" ρυθμίζουν πόσο θα διαρκεί κάθε κατάσταση

Τα μικρά κείμενα σε κίτρινο πλαίσιο είναι ΣΧΟΛΙΑ. Το περιβάλλον προγραμματισμού S4A, μας δίνει τη δυνατότητα να σημειώνουμε αυτά τα σχόλια που απευθύνονται στον προγραμματιστή (Άνθρωπο) και όχι στη μηχανή (υπολογιστής/Arduino). Ακριβώς επειδή απευθύνονται σε άνθρωπο θα παρατηρήσετε ότι υπάρχουν λάθη (ας πούμε εκ παραδρομής) χωρίς να υπάρχει κανένα πρόβλημα στην εκτέλεση του προγράμματος.

Και ακολουθεί μια εναλλακτική πραγματική υλοποίηση των κυκλωμάτων. Προφανώς ΙΣΩΣ θα πρέπει να υπάρξουν μικροαλλαγές στο πρόγραμμα, χωρίς όμως να επηρεαστεί η βασική ιδέα και η δομή του προγράμματος.



Μια εναλλακτική λύση για τις συνδεσμολογίες

Hands On Δραστηριότητα: Φανάρι ελέγχου κυκλοφορίας οχημάτων

Σαν επέκταση στις προηγούμενες δραστηριότητες θα φτιάξουμε μια προσομοίωση ενός φαναριού κυκλοφορίας οχημάτων.

Τι υλικά θα χρειαστούμε;

.....

.....

.....

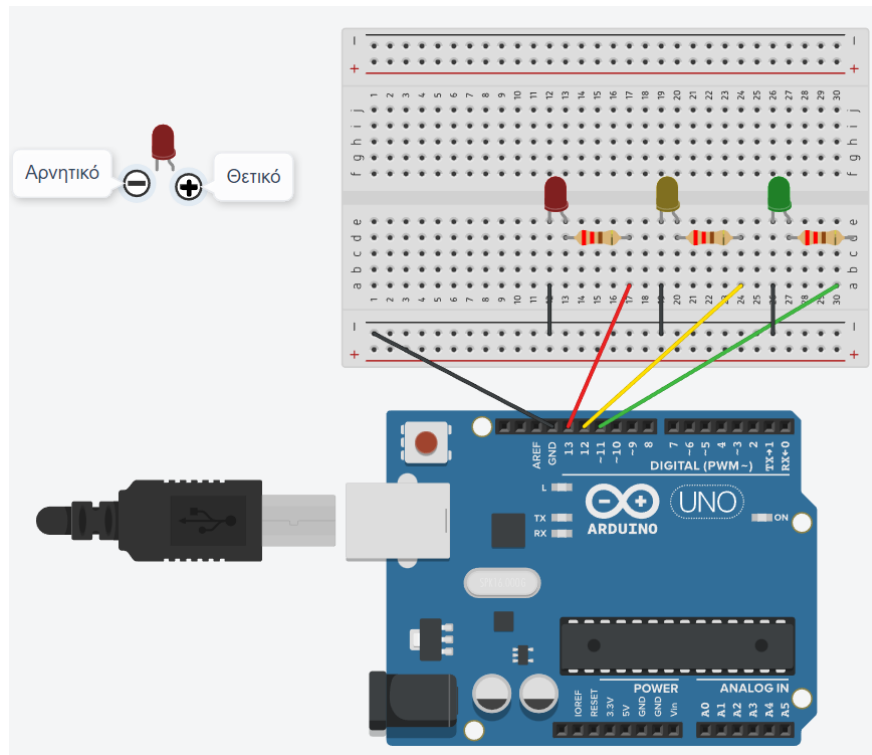
.....

Σχεδιάστε πρόχειρα τα ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ πριν προχωρήσετε στην κατασκευή.

Σχεδιάστε πάλι πολύ πρόχειρα περίπου τη δομή του προγράμματος. Θα σας βοηθούσε αν συμπληρώνατε κάτι σαν τον παρακάτω πίνακα;

<i>Κατάσταση φαναριού</i>	Πράσινο led (ON/OFF)	Κίτρινο led (ON/OFF)	Κόκκινο led (ON/OFF)
«Πράσινο»	ON	OFF	OFF
«Πορτοκαλί»			
«Κόκκινο»			

Υλοποιήστε τις συνδεσμολογίες σας. Μοιάζουν με το παρακάτω σχέδιο;



Υλοποιήστε το πρόγραμμα στο S4A. Μοιάζει με το παρακάτω (χωρίς τα σχόλια);

11 = ΠΡΑΣΙΝΟ
 12 = ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ
 13 = ΚΟΚΚΙΝΟ

Τα 11, 12, 13 ΣΥΜΦΩΝΟΥΝ με το κύκλωμα

για πάντα

digital 11 on ► ΠΡΑΣΙΝΟ Άναψε

digital 12 off ► ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ Σβήσε

digital 13 off ► ΚΟΚΚΙΝΟ Σβήσε

περίμενε 5 δευτερόλεπτα

digital 11 off

digital 12 on ► ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ Άναψε

digital 13 off

περίμενε 0,5 δευτερόλεπτα

digital 11 off

digital 12 off

digital 13 on ► ΚΟΚΚΙΝΟ Άναψε

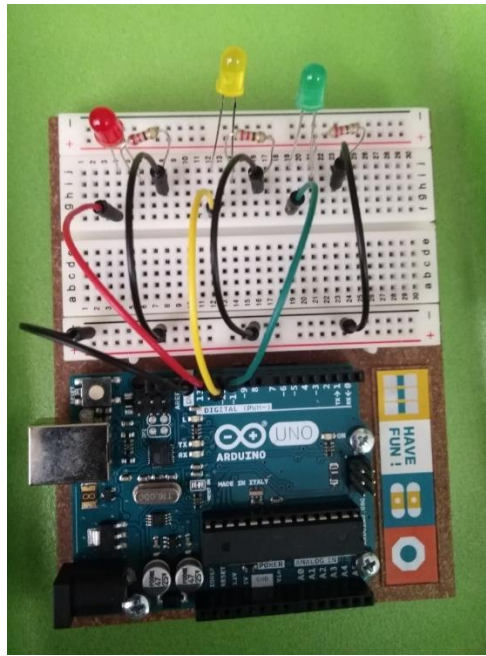
περίμενε 4 δευτερόλεπτα

Έχουμε 3 καταστάσεις
 "ΠΡΑΣΙΝΟ" --> "ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ"
 --> "ΚΟΚΚΙΝΟ" κ.ο.κ.

Σε κάθε μια ένα led ανάβει και δυο είναι σβηστά

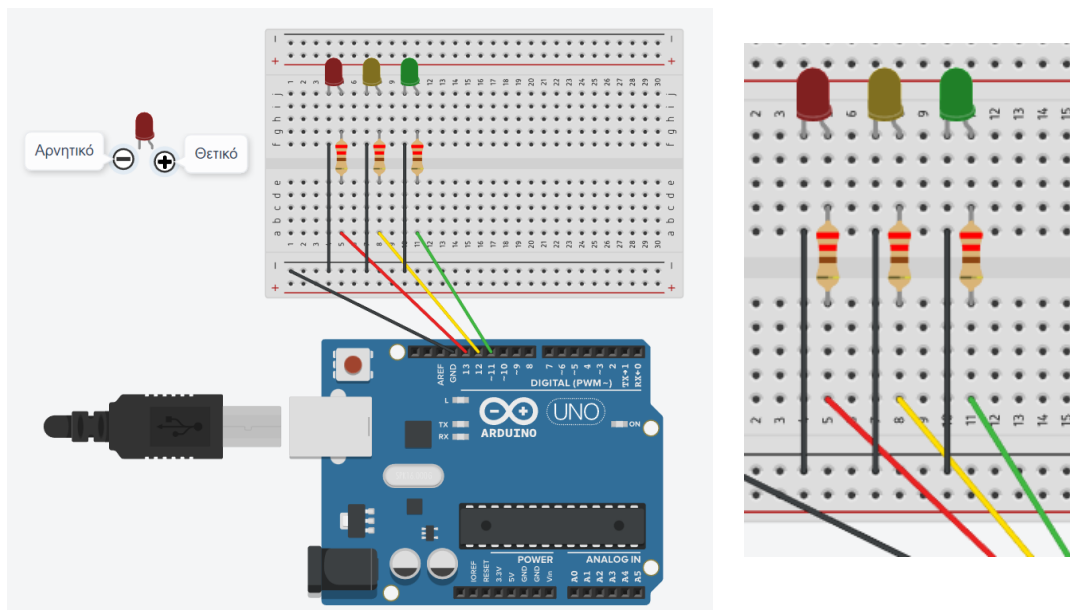
Δηλαδή στέλνουμε εντολή σε ένα πιν κάθε φορά να είναι ON και στα άλλα δύο να είναι OFF

Οι εντολές "περίμενε" ρυθμίζουν πόσο θα διαρκεί κάθε κατάσταση



Να και μια πιθανή πραγματική υλοποίηση του «υλικού» μέρους. Το άυλο είναι το πρόγραμμα. Παρατηρήστε την αξιοποίηση των χρωματιστών καλωδίων. Αν κάτι έχει πάει στραβά είναι πιο εύκολο να το εντοπίσουμε.

Άσκηση: Μπορείτε να κατανοήσετε τον τρόπο που έχουμε συνδέσει τα εξαρτήματά μας στο ακόλουθο σχέδιο; Μπορείτε να κατανοήσετε ότι η λύση αυτή είναι ακριβώς ισοδύναμη με τις προηγούμενες;



Πρόταση: θα μπορούσατε να υλοποιήσετε ένα δικό σας project με στόχο οι μαθητές να κατασκευάσουν μια μακέτα με ένα φανάρι κυκλοφορίας (3 led), και αν τα παιδιά έχουν όρεξη να το επεκτείνετε σε ένα «Φανάρι κυκλοφορίας για οχήματα με διάβαση πεζών σε διασταύρωση» (Δηλ. με 5 led).



Σύγκριση προγραμμάτων σε S4A και γλώσσα C του IDE

Θα παραθέσουμε σε κάθε πρόβλημα, δυο ενδεικτικές λύσεις προγραμματισμού μια στη γλώσσα C του IDE και μια σε S4A.

Άναψε – Σβήσε ένα led

```
void setup() {
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(13, LOW);
  delay(1000);
}
```



Αναβόσβησε εναλλάξ δυο led

```
void setup() {
  pinMode(12, OUTPUT);
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(12, HIGH);
  digitalWrite(13, LOW);
  delay(4000);

  digitalWrite(12, LOW);
  digitalWrite(13, HIGH);
  delay(5000);
}
```



Φανάρι ελέγχου κυκλοφορίας οχημάτων

```

void setup() {
  pinMode(13, OUTPUT); //ας πούμε 13=κόκκινο
  pinMode(12, OUTPUT); //ας πούμε 12=κίτρινο-πορτοκαλί
  pinMode(11, OUTPUT); //ας πούμε 11=πράσινο
}
void loop() {
  digitalWrite(13, LOW);
  digitalWrite(12, LOW);
  digitalWrite(11, HIGH); //πράσινο
  delay(5000);

  digitalWrite(13, LOW);
  digitalWrite(12, HIGH); //κίτρινο-πορτοκαλί
  digitalWrite(11, LOW);
  delay(1000);

  digitalWrite(13, HIGH); // κόκκινο
  digitalWrite(12, LOW);
  digitalWrite(11, LOW);
  delay(3000);
}

```



Με δυο λόγια: Ο προγραμματισμός στο IDE είναι πιο δύσκολος αλλά πιο ισχυρός. Χρειάζεται να έχουμε στην αρχή μια περιοχή δηλώσεων. Μπορούμε σε αυτό το περιβάλλον να χρησιμοποιήσουμε πιο σύνθετες (αλλά και πιο ευέλικτες) τεχνικές προγραμματισμού. Υπάρχει πάντα η «πιθανότητα/βεβαιότητα» των συντακτικών λαθών και φυσικά και των λογικών λαθών. Η εκσφαλμάτωση των συντακτικών λαθών απαιτεί κάποια εμπειρία.

Ο προγραμματισμός στο S4A, μας απαλλάσσει από τα λογικά λάθη αλλά και από την περιοχή των δηλώσεων. Αφήνει χώρο μόνο στα λογικά λάθη, κάτι που μας ενδιαφέρει πολύ περισσότερο στην περίπτωση μας. Είναι μάλλον πιο εύληπτος στην κατανόηση της δομής του προγράμματος. Έχει λιγότερες δυνατότητες σε σχέση με τον έλεγχο κυκλωμάτων, αλλά έχει πολλές άλλες δυνατότητες αλληλεπίδρασης με τον υπολογιστή.

ΜΕ ΛΙΓΑ ΛΟΓΙΑ (όλα μαζί)

Η έννοια του «ρομπότ» και της ρομποτικής έχει διαμορφωθεί από πολλές επιρροές, όχι μόνο επιστημονικές ή τεχνικές. Ο «ορισμός» τους είναι κάτι που με τον χρόνο και τις εξελίξεις προσαρμόζεται. Ένας αποδεκτός ορισμός «σήμερα» εντοπίζει την αυτόνομη λειτουργία ενός ρομπότ, τον επηρεασμό του από το περιβάλλον του και τις παραμέτρους του, και οπωσδήποτε την λειτουργία του με κάποιο σκοπό. Η προσέγγισή μας στη εκπαιδευτική ρομποτική, κινείται στον κοινό χώρο των αυτοματισμών και της ρομποτικής. Βασική παράμετρος είναι η ανάγκη το ρομπότ να έχει και να εκτελεί προκαθορισμένες οδηγίες, δηλ. πρέπει να έχει προγραμματιστεί.

Η έννοια του «physical computing» μπορεί να θεωρηθεί ως μια περίπτωση της ρομποτικής. Πρόκειται για ένα σύστημα, μια «κατασκευή», που παίρνει δεδομένα από το περιβάλλον, μέσω κάποιων αισθητήρων και ανάλογα με τα δεδομένα αυτά εκτελεί κάποιες λειτουργίες. Στον πυρήνα της κατασκευής βρίσκεται ένας μικροελεγκτής που έχει προγραμματιστεί κατάλληλα και συντονίζει όλη τη λειτουργία.

Εμείς θα δώσουμε βάρος στο κομμάτι της ηλεκτρονικής κατασκευής και του προγραμματισμού, μένοντας σε απλές και κατανοητές περιπτώσεις.

Η εκπαιδευτική ρομποτική εφαρμόζεται με πολλές προσεγγίσεις. Στην δική μας προσέγγιση οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες. Βασική επιλογή μας είναι η σταδιακή είσοδος νέων πληροφοριών (εξαρτήματα, τεχνικές κλπ) και η ενεργή εμπλοκή των μαθητών σε προβλήματα, καταστάσεις και κατασκευές που έχουν νόημα για αυτούς. Πολύ βασική παράμετρος είναι ότι οι μαθητές κατασκευάζουν σε ομάδες και επίσης είναι σημαντικό ότι έχει απενοχοποιηθεί το λάθος.

Στον χώρο της εκπαιδευτικής ρομποτικής προσφέρονται πολλές εμπορικές λύσεις και προσεγγίσεις. Εμείς επιλέγουμε την λύση του physical computing, επιλέγοντας ως κεντρικό σημείο, τον μικροελεγκτή Arduino Uno, μια πολύ διαδεδομένη οικονομική λύση «ανοιχτού» υλικού, με μεγάλη κοινότητα χρηστών και πολύ διαθέσιμο υλικό.

Ο μικροελεγκτής Arduino Uno, έχει δυο σειρές από υποδοχές με τις οποίες επικοινωνεί με το ηλεκτρονικό κύκλωμα που έχουμε κατασκευάσει. Επικοινωνεί με τον υπολογιστή μέσω μιας θύρας USB (για να «πάρει» το πρόγραμμα που έχουμε φτιάξει στον υπολογιστή). Όπως όλες οι ηλεκτρικές συσκευές χρειάζεται τροφοδοσία που την έχει είτε από την θύρα USB του υπολογιστή είτε από εξωτερική πηγή (π.χ. μπαταρία).

Φαίνεται πως είναι σημαντικό να ξέρουμε τις έννοιες Είσοδος/Εξοδος και Αναλογικό/Ψηφιακό.

Τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα είναι ένας ολόκληρος παράξενος κόσμος. Ευτυχώς δεν θα χρειαστεί να τα μάθουμε αναλυτικά. Η πλακέτα δοκιμών (breadboard) μας χρειάζεται για να δοκιμάζουμε τα κυκλώματα που φτιάχνουμε. Χρειαζόμαστε κάποια εξοικείωση με τη χρήση του breadboard.

Τα κυκλώματα αποτελούνται από ηλεκτρονικά εξαρτήματα που συνδέονται μεταξύ τους και με μια πηγή ρεύματος. Ένα ηλεκτρικό κύκλωμα για να λειτουργήσει πρέπει να είναι «κλειστό». Οι τάσεις που δουλεύουμε με τα ηλεκτρονικά είναι χαμηλές. Αν κάτι δεν λειτουργεί ελέγχουμε αν «κλείνει» το κύκλωμα και αν έχουμε συνδέσει σωστά τα led (που έχουν πολικότητα).

Είναι πραγματικά χρήσιμο να έχουμε μια αίσθηση σε κάθε κατασκευή μας ποια ή ποιες θα είναι οι εισοδοί και αντίστοιχα οι έξοδοι και κατά πόσον αυτές είναι αναλογικές ή ψηφιακές. Είσοδοι είναι τα κυκλώματα / οι διατάξεις που τροφοδοτούν με δεδομένα / πληροφορίες την κεντρική μας μονάδα (το Arduino). Η κεντρική μονάδα (το Arduino) ανάλογα με τα δεδομένα από τις εισόδους κατευθύνει την λειτουργία των συσκευών ή διατάξεων εξόδου. Κάτι είναι «αναλογικό» στη λογική του, όταν παίρνει μια σειρά από τιμές (π.χ. η θερμοκρασία), ενώ είναι «ψηφιακό» όταν οι τιμές του είναι μόνο δύο στη λογική του ΝΑΙ/ΟΧΙ (π.χ. πατήθηκε ένας διακόπτης).

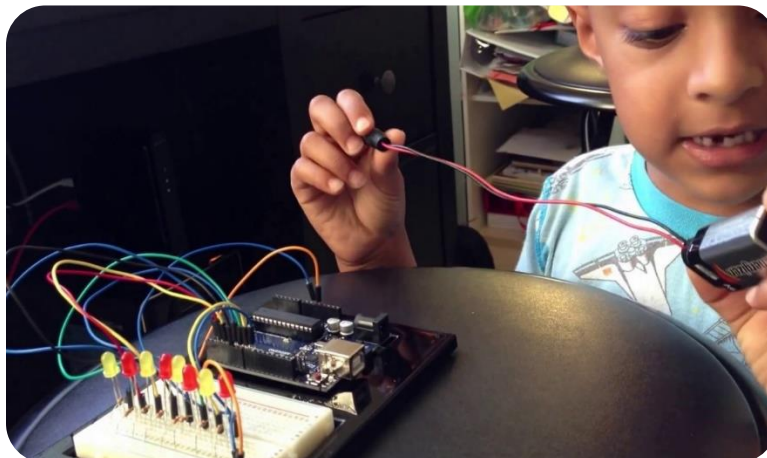
Ένας αυτοματισμός ή μια ρομποτική διάταξη μπορεί να έχει μια ή περισσότερες εισόδους αλλά μπορεί και να μην έχει. Δεν μπορεί όμως να υπάρξει αν δεν έχει τουλάχιστον μια έξοδο.

Το πρόγραμμα σε μια κατασκευή αυτοματισμού/ρομποτικής/physical computing είναι απαραίτητο «συστατικό». Για το Arduino υπάρχει μια βασική λύση που είναι το IDE. Αυτό υποστηρίζει μια ισχυρή γλώσσα προγραμματισμού που είναι text-based. Για έναν αρχάριο αυτό είναι κάπως δύσκολο. Έχουν αναπτυχθεί περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού με πλακίδια, ώστε να αποφεύγονται πολλές δυσκολίες και το βάρος να δίνεται στην οργάνωση της σκέψης για τη λύση κάποιου προβλήματος. Στην εκπαίδευση και μάλιστα σε μικρές ηλικίες προτιμάμε αυτά τα περιβάλλοντα προγραμματισμού. Ένα από αυτά είναι το Scratch for Arduino (S4A) που θα χρησιμοποιήσουμε.

Ο προγραμματισμός στο IDE είναι πιο δύσκολος αλλά πιο ισχυρός. Χρειάζεται να έχουμε στην αρχή μια περιοχή δηλώσεων. Μπορούμε σε αυτό το περιβάλλον να χρησιμοποιήσουμε πιο σύνθετες (αλλά και πιο ευέλικτες) τεχνικές προγραμματισμού. Υπάρχει πάντα η «πιθανότητα/βεβαιότητα» των συντακτικών λαθών και φυσικά και των λογικών λαθών. Η εκσφαλμάτωση των συντακτικών λαθών απαιτεί κάποια εμπειρία.

Ο προγραμματισμός στο S4A, μας απαλλάσσει από τα λογικά λάθη αλλά και από την περιοχή των δηλώσεων. Αφήνει χώρο μόνο στα λογικά λάθη, κάτι που μας ενδιαφέρει πολύ περισσότερο στην περίπτωσή μας. Είναι μάλλον πιο εύληπτος στην κατανόηση της δομής του προγράμματος. Έχει λιγότερες δυνατότητες σε σχέση με τον έλεγχο κυκλωμάτων, αλλά έχει πολλές άλλες δυνατότητες αλληλεπίδρασης με τον υπολογιστή.

Όλα αυτά είναι καινούρια. Χρειάζεται εξάσκηση. Στην αρχή κατευθυνόμενη και στην πορεία πιο ελεύθερη. Ένα από τα μυστικά είναι η προπόνηση, οι δοκιμές, τα λάθη, ο εντοπισμός και η διόρθωσή τους.



Παράρτημα: Σύντομη περιγραφή του S4A

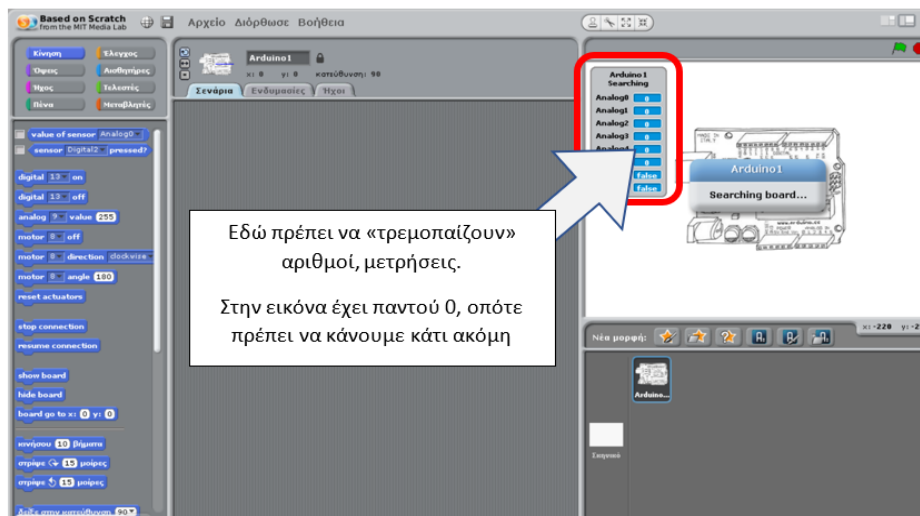


Scratch for Arduino

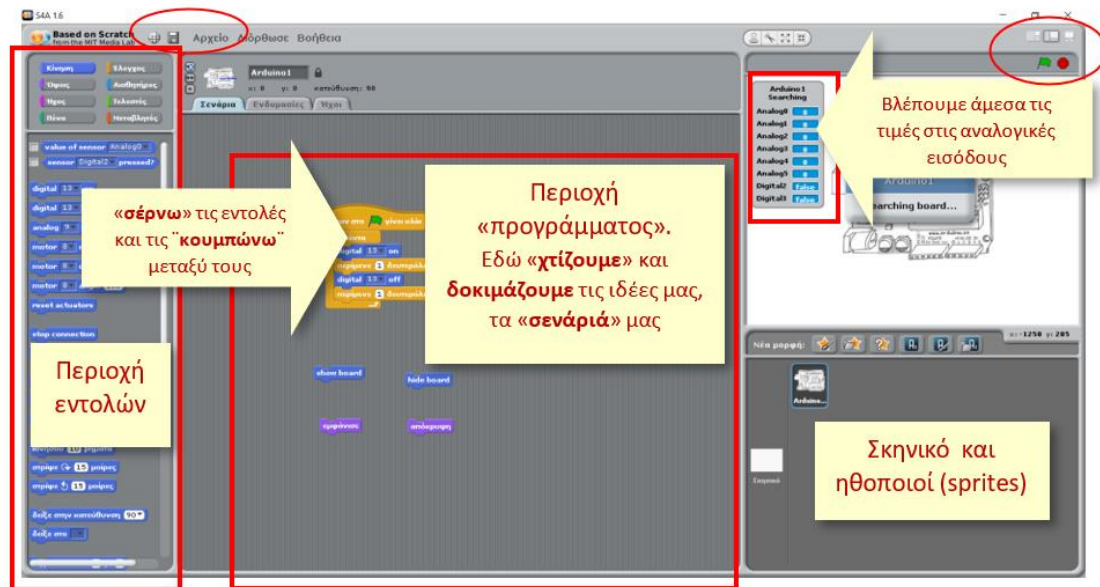
Το scratch είναι μια πολύ διαδεδομένη πλατφόρμα οπτικού προγραμματισμού με πλακίδια. Έχει αναπτυχθεί ένα ανάλογο περιβάλλον για τον προγραμματισμό του Arduino το Scratch for Arduino S4A .

Η έκδοση 1.6 του S4A είναι μια σταθερή έκδοση. (Το “κλασικό” scratch έχει φτάσει την έκδοση 3 και είναι διαδικτυακό). Το S4A έχει την εμφάνιση του scratch 1.

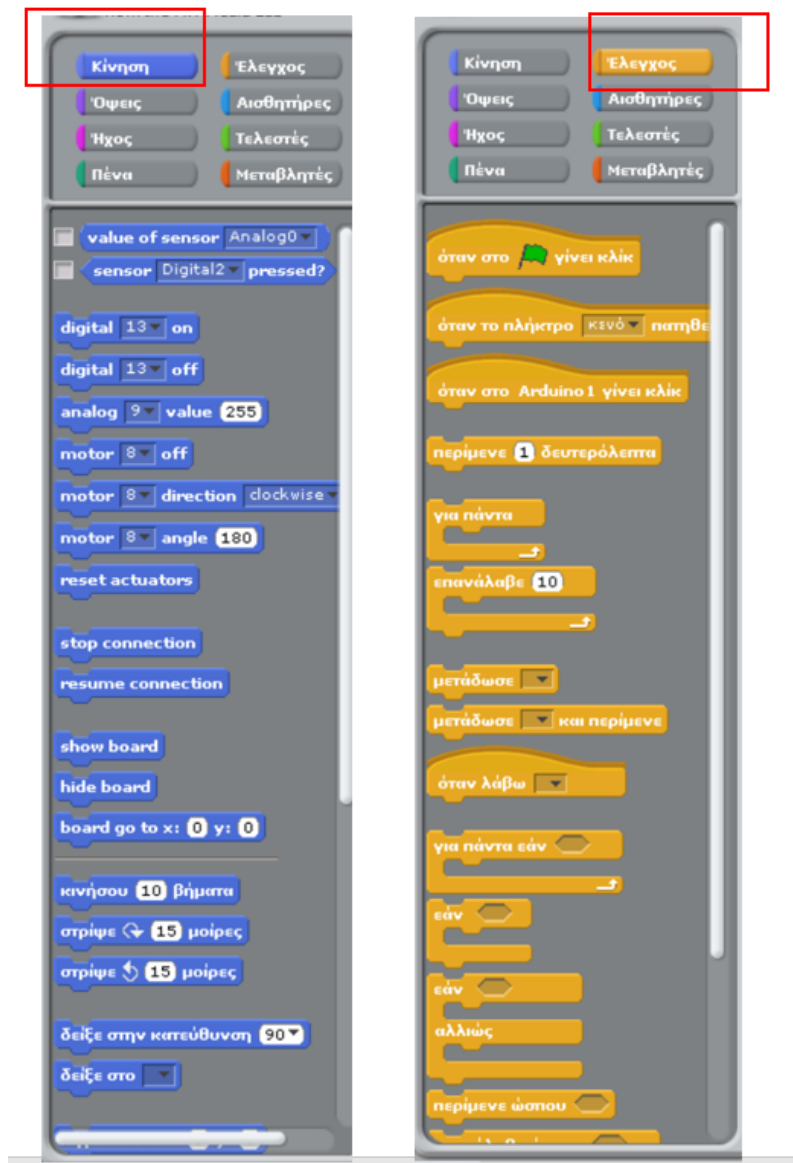
Καλούμε το S4A από το αντίστοιχο εικονίδιο και έχουμε την παρακάτω εικόνα.



Αν κάτι δεν πηγαίνει καλά (όπως στην παραπάνω εικόνα) εντοπίστε το S4Afirmware16.ino, (στην ιστοσελίδα <http://s4a.cat/> επιλογή Downloads > Download our firmware from [here](#)) ανοίξτε το από το IDE και ανεβάστε το στην πλακέτα. Τώρα το S4A πρέπει να «βλέπει» την πλακέτα του Arduino.

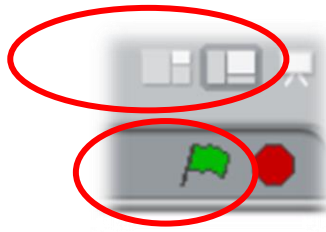


Στην περιοχή εντολών, οι εντολές είναι ομαδοποιημένες θεματικά και διακρίνονται με χρωματική σήμανση. Βλέπουμε ένα μέρος από τις εντολές «Κίνησης» και τις εντολές «Ελέγχου».

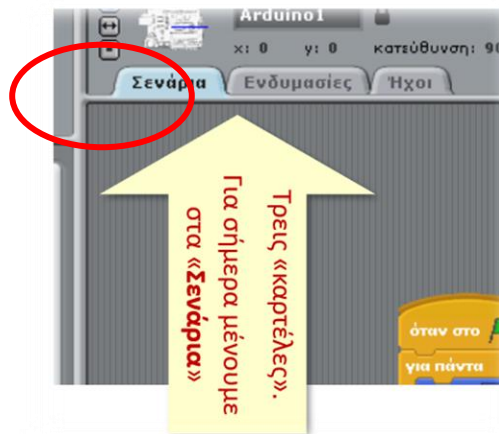


Από την «υδρόγειο» επιλέγουμε γλώσσα λειτουργίας (Ελληνικά)

Από την επιλογή «Αρχείο» διαχειριζόμαστε τα προγράμματα που έχουμε φτιάξει. Στο scratch τα προγράμματα λέγονται «ΣΕΝΑΡΙΑ»



Πάνω δεξιά βλέπουμε τρεις καταστάσεις λειτουργίας. Πειραματιστείτε και θα καταλάβετε αμέσως. Η πράσινη σημαία είναι μια σύμβαση του scratch για να τρέξει ένα πρόγραμμα και το κόκκινο στοπ είναι η αντίστοιχη οδηγία για να σταματήσει το πρόγραμμα (σενάριο) που εκτελείται.

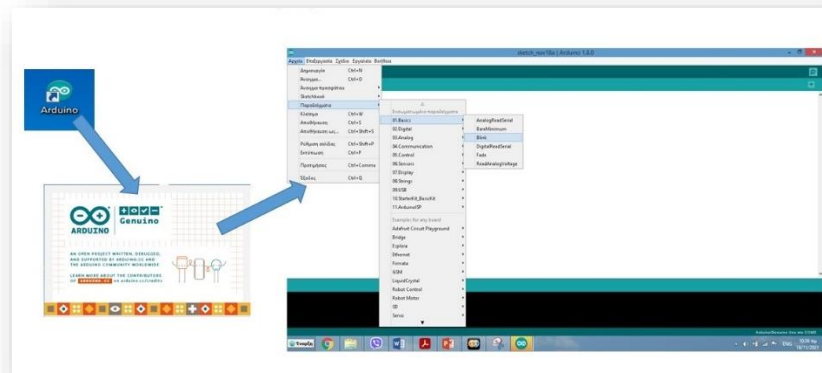


Στο περιβάλλον του s4a υπάρχουν πολλές επιπλέον δυνατότητες, π.χ. στην εικόνα βλέπετε την καρτέλα «Ενδυμασίες».

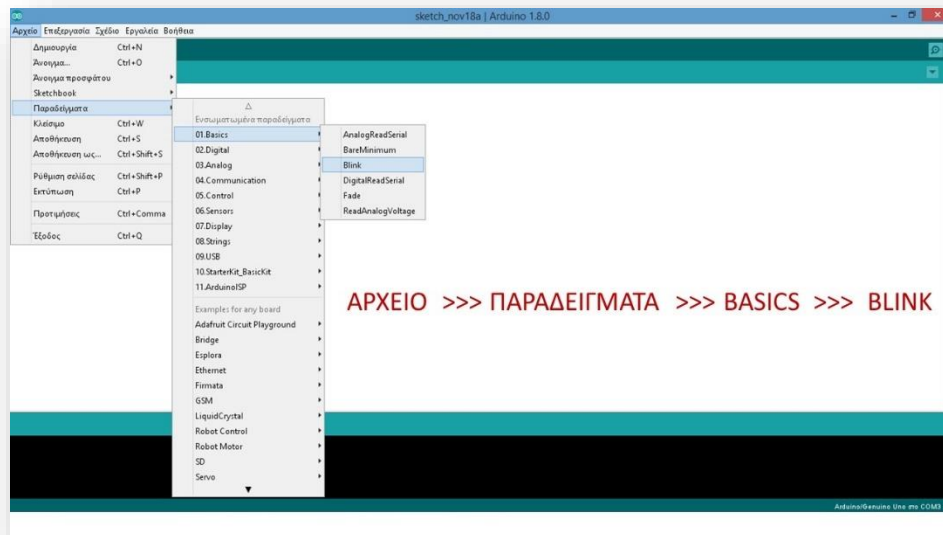
Στην πορεία θα δούμε και θα συζητήσουμε για κάποιες από αυτές. Πολλές ακόμη θα τις ανακαλύψετε μόνοι σας στην δική σας πορεία και ανάλογα με τις ανάγκες και τα ενδιαφέροντά σας.

Παράρτημα: Σύντομη περιγραφή του IDE

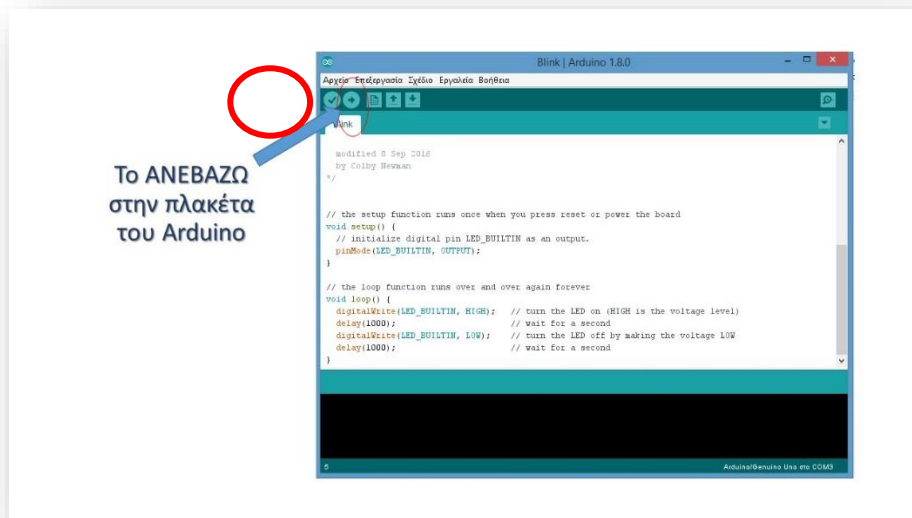
Αναφερόμαστε στην έκδοση **1.8.19** του IDE. Πρόσφατα δίνεται και η έκδοση 2.0.2 η οποία δεν θα μας απασχολήσει προς το παρόν.



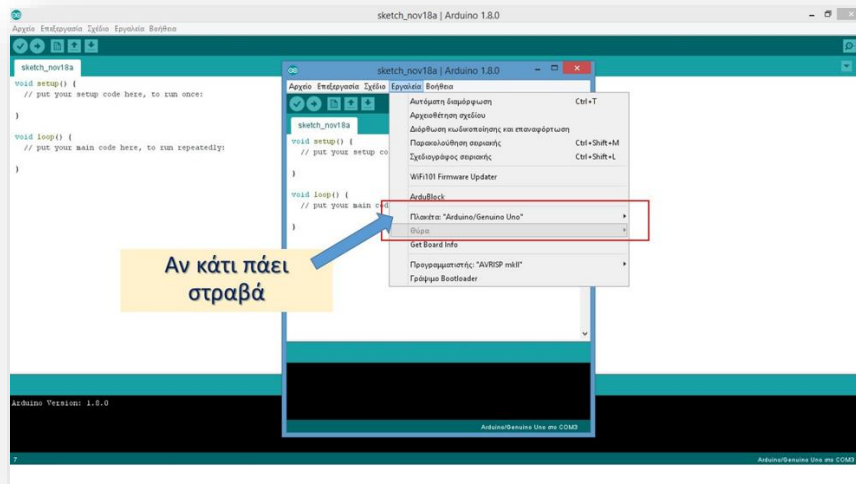
Ανοίγω το περιβάλλον IDE. Το έχω ήδη εγκαταστήσει στον υπολογιστή μου. Τελικά θα δω την εικόνα δεξιά.



Γράφω ένα πρόγραμμα ή για αρχή διαλέγω ένα από τα πολλά έτοιμα παραδείγματα. Εδώ διαλέγω αυτό που αναβοσβήνει ένα led στο pin13.



Ανεβάζω το πρόγραμμα στο Arduino. Εδώ αν υπάρχουν ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΑ λάθη, ΠΡΕΠΕΙ να τα διορθώσω όλα πριν μπορέσω να στείλω το πρόγραμμα στο Arduino. Από το «κουμπί» αριστερά από αυτό που επισημαίνουμε για το «Ανέβασμα» μπορεί να γίνει ο συντακτικός έλεγχος του προγράμματος που γράφουμε. Η εκσφαλμάτωση (η διόρθωση των συντακτικών λαθών) είναι μια διαδικασία που απαιτεί κάποια προγραμματιστική εμπειρία.



Αν κάτι πάει στραβά και ένα σωστό πρόγραμμα ΔΕΝ ανεβαίνει στο Arduino τότε οι δυο πιθανές αιτίες είναι να μην έχει δηλωθεί/αναγνωριστεί το είδος της πλακέτας ή να μην έχει δηλωθεί/αναγνωριστεί η θύρα (π.χ. COM3) που έχει συνδεθεί το Arduino. Αυτά ρυθμίζονται από την Επιλογή «ΕΡΓΑΛΕΙΑ», υποεπιλογές «Πλακέτα» και «Θύρα» όπως φαίνεται στην εικόνα.

Παράρτημα: Οδηγίες εγκατάστασης των περιβαλλόντων προγραμματισμού

Εγκατάσταση του IDE

Θα χρειαστεί να εγκαταστήσετε το Arduino IDE κατεβάζοντάς το από την σελίδα <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>

Για τις δικές μας συναντήσεις εγκαταστήστε την έκδοση **1.8.19** (δεν είναι πλέον στην κορυφή της σελίδας)

Αργότερα μπορείτε να εγκαταστήσετε και να πειραματιστείτε με την πρόσφατη έκδοση 2.0.2

Εγκατάσταση του S4A

Θα χρειαστεί να εγκαταστήσετε το **S4A** (Scratch for Arduino) κατεβάζοντάς το από την σελίδα <http://s4a.cat/> επιλογή **Downloads**.

Υπάρχει τώρα μια ακόμη διαδικασία για να “δεις” το S4A την πλακέτα του Arduino. Αντιστοιχεί στο 2 της επόμενης εικόνας



Πρέπει να τρέξετε το Arduino IDE, να φορτώσετε ένα πρόγραμμα (**S4AFirmware16.ino**) και χωρίς να το κοιτάξετε καθόλου, να το περάσετε (ανεβάσετε) στην πλακέτα του Arduino. Τότε θα μπορεί να επικοινωνεί με το S4A.

Το πρόγραμμα αυτό που χαρακτηρίζεται ως firmware, θα το κατεβάσετε από την ίδια περιοχή (Downloads > Download our firmware from [here](#)) της σελίδας <http://s4a.cat/>

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

ΜΕ ΤΟΝ ΗΛΙΟ ΟΔΗΓΩ



ΜΕ ΤΟΝ ΗΛΙΟ ΟΔΗΓΩ

ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Ένα από τα μεγαλύτερα οικολογικά προβλήματα που αντιμετωπίζει σήμερα η ανθρωπότητα, είναι η αύξηση της έντασης του φαινομένου του θερμοκηπίου. Από τις βασικές αιτίες της αύξησης της έντασης του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι η έκλυση διοξειδίου του άνθρακα που παράγεται από την καύση της βενζίνης, του πετρελαίου αλλά και του φυσικού αερίου, για την κίνηση των αυτοκινήτων. Λαμβάνοντας υπόψη μας ότι ο αριθμός των αυτοκινήτων που κυκλοφορούν αυξάνεται συνεχώς, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι και οι ποσότητες των καυσίμων που καίγονται καθημερινά για την κίνησή τους συνεχώς αυξάνονται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνονται και οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα που εκλύονται στην ατμόσφαιρα, γεγονός που έχει ως συνέπεια την αύξηση της θερμοκρασίας της γης (εικόνα 1).



Εικόνα 1 Συνέπειες της αυξημένης χρήσης ορυκτών καυσίμων

Συνέπεια της αύξησης της θερμοκρασίας της γης είναι η εκδήλωση διάφορων καταστροφικών φαινομένων όπως πλημμυρών, ξηρασιών, τυφώνων κλπ. Ως εκ τούτου, η κίνηση των αυτοκινήτων χωρίς τη χρήση βενζίνης και των υπόλοιπων γνωστών καυσίμων θα μπορούσε να συμβάλει αποτελεσματικά στον περιορισμό της αύξησης της θερμοκρασίας της γης και άρα και των συνεπειών της.

Αφού πρώτα γνωρίσετε τις δυνατότητες και τον τρόπο χρήσης του βασικού εξοπλισμού που διαθέτετε, θα κληθείτε να προτείνετε τρεις τρόπους για την κίνηση ενός αυτοκινήτου με τη χρήση ηλεκτροκινητήρα, φωτοβολταϊκών στοιχείων καθώς και κυψελίδων υδρογόνου.

Ο βασικός εξοπλισμός που διαθέτετε είναι ο εξής:

- α) ένα μοντέλο αυτοκινήτου με ηλεκτροκινητήρα.
- β) φωτοβολταϊκά στοιχεία
- γ) κυψελίδα υδρογόνου

Ο συνολικός εξοπλισμός που διαθέτετε (δηλαδή ο βασικός και ο απαραίτητος συμπληρωματικός) αναφέρεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

Ηλεκτροκινητήρας



Εικόνα 2 Ηλεκτροκινητήρας

Στην Εικόνα 2, βλέπετε το σκαρίφημα ενός ηλεκτροκινητήρα.
Με τι είδους ενέργεια τροφοδοτείται ένας ηλεκτροκινητήρας;
Με ηλεκτρική ενέργεια

Τι είδους ενέργεια παρέχει ένας ηλεκτροκινητήρας;

Κινητική ενέργεια

Συνδυάζοντας τις απαντήσεις σας στις δύο παραπάνω ερωτήσεις, τι μετατροπή ενέργειας πραγματοποιείται σε έναν ηλεκτροκινητήρα;

Αναμενόμενη απάντηση: Στον ηλεκτροκινητήρα η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική

Φωτοβολταϊκό στοιχείο

Στην Εικόνα 3 βλέπετε ένα μικρό φωτοβολταϊκό στοιχείο.

Συνδέστε το φωτοβολταϊκό των 5V με ένα λαμπάκι led

Φωτίστε με το φωτιστικό σώμα την επιφάνεια του φωτοβολταϊκού. (Προσοχή: Η απόσταση του φωτοβολταϊκού από την λάμπα να μην είναι μικρότερη από τα 20 εκατοστά)



Εικόνα 3: Φωτοβολταϊκό

Καταγράψτε τι παρατηρείτε:

Το λαμπάκι ανάβει

Σε τι χρησιμεύουν τα φωτοβολταϊκά;

Μετατρέπουν τη φωτεινή ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια

ΕΝΘΕΤΟ: Τρόπος λειτουργίας φωτοβολταϊκών κυττάρων

Εκτός από τους αγωγούς και τους μονωτές του ηλεκτρικού ρεύματος υπάρχει και μια τρίτη κατηγορία υλικών, οι ημιαγωγοί. Οι ημιαγωγοί είναι υλικά τα οποία ανάλογα με τις συνθήκες μπορούν να δρουν είτε ως αγωγοί είτε ως μονωτές.

Υπάρχουν δύο τύποι ημιαγωγών. Οι ημιαγωγοί τύπου n και οι ημιαγωγοί τύπου p. Οι ημιαγωγοί τύπου n παρόλο που είναι ηλεκτρικά ουδέτεροι, γιατί ο αριθμός των ηλεκτρονίων των ατόμων των στοιχείων από τα οποία αποτελούνται ισούται με τον αριθμό των πρωτονίων τους, εν τούτοις περιέχουν έναν αριθμό ηλεκτρονίων τα οποία μπορούν να κινούνται μέσα στη μάζα τους. Οι ημιαγωγοί τύπου p είναι και αυτοί ηλεκτρικά ουδέτερα υλικά αλλά περιλαμβάνουν ένα σύνολο ακάλυπτων θέσεων οι οποίες θα μπορούσαν να καταληφθούν από ηλεκτρόνια, που ονομάζονται οπές.

Ένα φωτοβολταϊκό κύτταρο αποτελείται από έναν ημιαγωγό τύπου n και έναν ημιαγωγό τύπου p οι οποίοι βρίσκονται σε στενή επαφή μεταξύ τους. Εξαιτίας της επαφής των δυο ημιαγωγών

ηλεκτρόνια από τον ημιαγωγό τύπου n (τα οποία «περιφέρονται» μέσα στη μάζα του) καταλαμβάνουν οπές στον ημιαγωγό τύπου p. Το φαινόμενο αυτό περιορίζεται σε μια πολύ στενή λωρίδα γύρω από την επιφάνεια επαφής των δυο ημιαγωγών. Όταν φωτιστεί το φωτοβολταϊκό κελί, στον ημιαγωγό τύπου n η ενέργεια της φωτεινής ακτινοβολίας προσδίδει μεν στα ηλεκτρόνια μεγαλύτερη ενέργεια, αλλά αυτό δεν έχει κάποια παρατηρήσιμη συνέπεια (γιατί ακόμα και να ιοντιστεί κάποιο άτομο, αμέσως το «κενό» καλύπτεται από κάποιο άλλο από τα ηλεκτρόνια που περιφέρονται μέσα στον ημιαγωγό). Όμως, στον ημιαγωγό τύπου p, κάποια ηλεκτρόνια προσλαμβάνουν την ενέργεια της προσπίπτουσας ακτινοβολίας με αποτέλεσμα να απομακρύνονται από τα άτομα στα οποία ανήκαν (δηλαδή τα άτομα στα οποία ανήκαν ιοντίζονται και φορτίζονται θετικά). Ορισμένα από τα ηλεκτρόνια αυτά έχουν τόσο μεγάλη ενέργεια που μεταφέρονται στον ημιαγωγό τύπου n. Έτσι, ο ημιαγωγός τύπου n φορτίζεται αρνητικά και ο ημιαγωγός τύπου p φορτίζεται θετικά. Κατά συνέπεια, μεταξύ των δυο ημιαγωγών που συνιστούν το φωτοβολταϊκό κύτταρο, αναπτύσσεται διαφορά δυναμικού την οποία μπορούμε να την εκμεταλλευτούμε για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

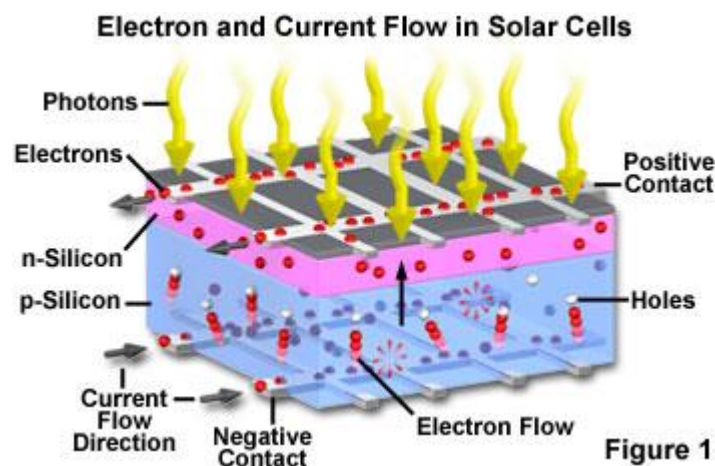


Figure 1

Εύρεση της εξάρτησης της απόδοσης ενός φωτοβολταϊκού από τη γωνία πρόσπτωσης της φωτεινής ακτινοβολίας

Στις δυο υποδοχές ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου συνδέουμε από ένα καλώδιο.

Ανάβουμε τη λάμπα και τοποθετούμε το Φ/Β σε απόσταση περίπου 20 cm από αυτήν.

Με ένα πολύμετρο μετράμε την τάση που αναπτύσσεται στο φωτοβολταϊκό για τρεις διαφορετικές γωνίες του Φ/Β σε σχέση με την πηγή φωτός και συμπληρώνουμε τον παρακάτω πίνακα

Γωνία (grad)	V (V)
0	
45	
90	

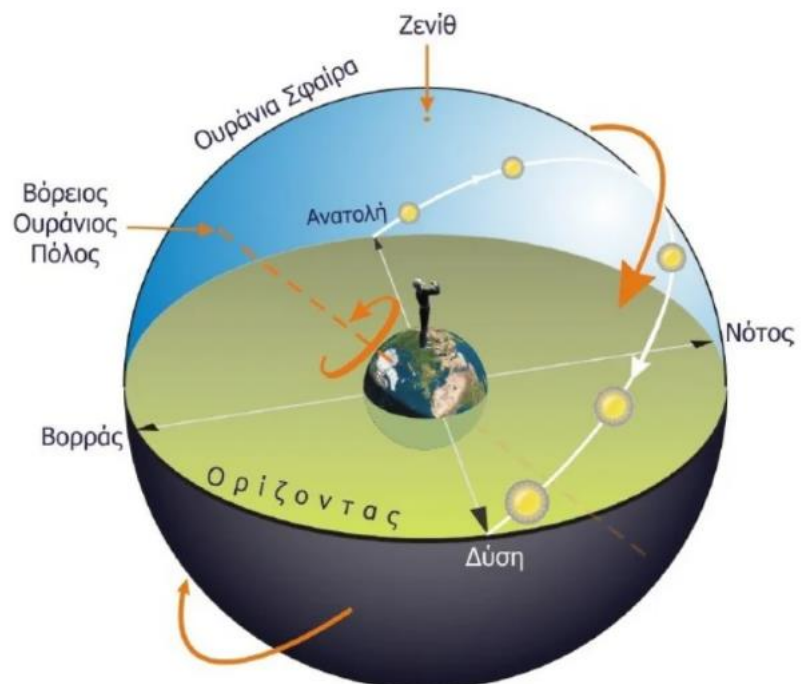
Σύμφωνα με τα δεδομένα μας, με ποια γωνία θα πρέπει να πέφτει το ηλιακό φως στις Φ/Β συστοιχίες ηλεκτροδότησης, ώστε να έχουν την καλύτερη απόδοση;

Γιατί στην Ελλάδα προσανατολίζουμε τα φωτοβολταϊκά πάνελ προς τον Νότο;

Κατά την τοποθέτηση ενός φωτοβολταϊκού πάνελ έχουμε δύο βασικές επιδιώξεις.

- Να επιτύχουμε τη μεγαλύτερη δυνατή ηλιοφάνεια κατά τη διάρκεια της μέρας
- Οι φωτεινές ακτίνες του ήλιου να είναι το δυνατόν πιο κάθετες προς την επιφάνεια του πάνελ

Με την απλοϊκή ιδέα πως ο ήλιος είναι από πάνω μας, θα μας αρκούσε να τοποθετήσουμε τα πάνελ σε οριζόντια διεύθυνση, ώστε να είναι δυνατό από την ανατολή μέχρι τη δύση του ηλίου, οι φωτεινές ακτίνες να προσπίπτουν πάνω τους, ακόμα και υπό μεγάλη γωνία. Όμως σε ολόκληρο το βόρειο ημισφαίριο, στο οποίο βρίσκεται και η Ελλάδα, η φαινομενική κίνηση του ήλιου κατά την «πορεία του» από την ανατολή στη δύση πραγματοποιείται στο νότιο μέρος της ουράνιας σφαίρας, όπως φαίνεται και στη διπλανή απεικόνιση.



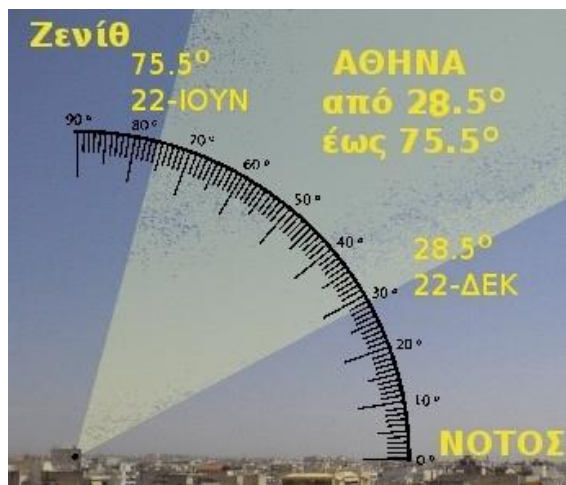
Ειδικότερα, η «κίνηση του Ήλιου» πάνω από την πρωτεύουσα, γίνεται μεταξύ των 75,5 μοιρών (Ιούνιος) και των 28,5 μοιρών (Δεκέμβριος) προς το νότο.

Κατά συνέπεια, τα φωτοβολταϊκά, για να είναι όσο το δυνατόν πιο κάθετα προς τις φωτεινές ακτίνες όλο τον χρόνο, οφείλουν να έχουν μια μικρή κλίση προς τον Νότο. Αν ο Ήλιος είχε σταθερή κλίση 75,5 μοίρες, θα χρειαζόταν μια κλίση φωτοβολταϊκού 14,5 μοίρες, ενώ αντίστοιχα αν ο Ήλιος κινούταν στις 28,5 μοίρες, θα χρειαζόταν κλίση 61,5 μοίρες.

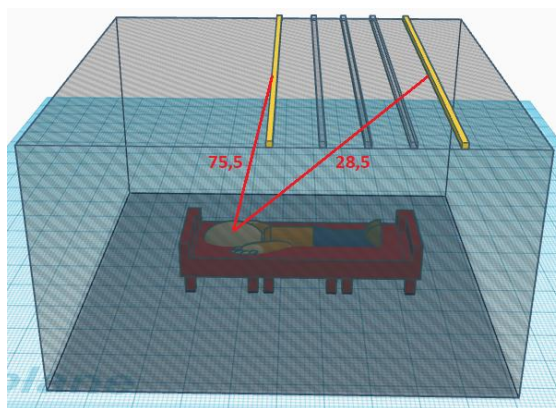
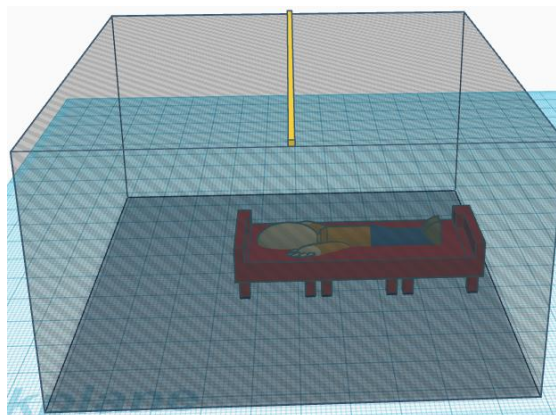
Επειδή όμως, η κλίση του ήλιου δεν είναι σταθερή, η κλίση με την οποία τοποθετούνται τα φωτοβολταϊκά είναι 38 μοίρες, η οποία είναι ουσιαστικά ο μέσος όρος των δύο ακραίων κλίσεων του φωτοβολταϊκού πάνελ, δηλαδή $(14,5 + 61,5) / 2 = 76 / 2 = 38$.

Για να καταλάβουμε καλύτερα το ότι τα φωτοβολταϊκά πάνελ θα πρέπει να είναι προσανατολισμένα προς τον Νότο και να έχουν ορισμένη κλίση ως προς το έδαφος έτσι ώστε οι ακτίνες του φωτός που προσπίπτουν σε αυτά να είναι κάθετες το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, ας δούμε την παρακάτω μεταφορά:

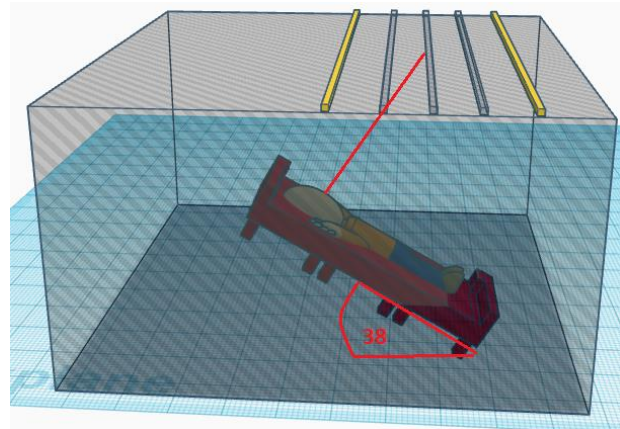
Σκεφτείτε να είστε ξαπλωμένοι σε ένα κρεβάτι κοιτάζοντας το ταβάνι. Στο κέντρο από το ταβάνι, πάνω από τα μάτια σας, υπάρχει μία γραμμή φωτός. Αν θέλατε να «τυφλώνεστε από το φως» τότε θα έπρεπε απλώς να κοιτάτε κατακόρυφα προς τα πάνω.



Δυστυχώς όμως τα μάτια σας δεν βρίσκονται στο κέντρο του δωματίου, αλλά λίγο πιο βόρεια (αριστερά στη φωτογραφία). Επίσης η λάμπα δεν είναι ακίνητη στο κέντρο του ταβανιού αλλά κινείται λίγο δεξιά και αριστερά αναλόγως της εποχής.



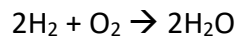
Για το λόγο αυτό, για να «τυφλώνεστε» όσο περισσότερο γίνεται από το φως, θα έπρεπε το κρεβάτι να έχει μία κλίση προς τον Νότο, δηλαδή στα δεξιά, ίση με τον μέσο όρο της κλίσης του κρεβατιού (δηλαδή ώστε να κοιτάτε κάθετα στη μέση θέση της λάμπας).



ΕΝΘΕΤΟ: Διάσπαση και σύσταση νερού

Ανίχνευση υδρογόνου (H₂)

Για να διαπιστώσουμε αν ένα αέριο σώμα είναι υδρογόνο, συλλέγουμε μια μικρή ποσότητα του και πλησιάζουμε σε αυτή μια αναμμένη φλόγα. Αν πράγματι το αέριο που συλλέξαμε είναι υδρογόνο, αυτό θα καεί και θα ακουστεί ένας χαρακτηριστικός ήχος. Η παρατήρηση του ήχου αυτού είναι η απόδειξη ότι το συγκεκριμένο αέριο είναι υδρογόνο. Η χημική αντίδραση που συμβαίνει είναι η εξής



Ανίχνευση οξυγόνου (O₂)

Για να διαπιστώσουμε αν ένα αέριο σώμα είναι οξυγόνο, συλλέγουμε μια μικρή ποσότητα του και πλησιάζουμε σε αυτή μια μισοσβησμένη φλόγα. Αν αυτή δυναμώσει, είναι απόδειξη ότι το αέριο που εξετάζουμε είναι οξυγόνο.

Διάσπαση του νερού

Στη συσκευή ηλεκτρόλυσης του νερού εισάγουμε αραιό διάλυμα θειικού νατρίου.

Συνδέουμε τη συσκευή με μια πηγή ρεύματος 4,5- 12 V και αφήνουμε τη διαδικασία να εξελιχθεί

Αφού μαζευτεί αρκετή ποσότητα αερίων στους δύο σωλήνες (οι σωλήνες θα φαίνεται σαν να αδειάζουν) σταματάμε τη διαδικασία.

Παρατηρούμε τη στάθμη του υγρού στους δυο σωλήνες. Τι παρατηρούμε;

Τι συμπέρασμα προκύπτει για το αέριο που είχε μαζευτεί σε αυτόν τον σωλήνα;

Πλησιάζουμε μια μισοσβησμένη φλόγα στον άλλο σωλήνα και ανοίγουμε τη στρόφιγγα. Τι παρατηρούμε;

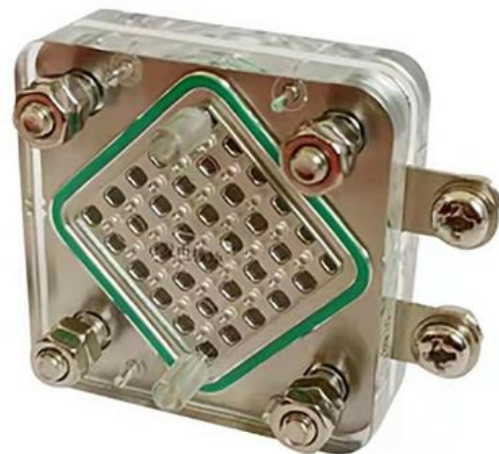
Τι συμπέρασμα προκύπτει για το αέριο που είχε μαζευτεί σε αυτόν τον σωλήνα;

Από ποια στοιχεία αποτελείται το νερό;

Κυψελίδα υδρογόνου

Στην εικόνα 4 απεικονίζεται μια κυψελίδα υδρογόνου. Η κυψελίδα υδρογόνου μπορεί να λειτουργήσει με δυο τρόπους α) μπορεί να τροφοδοτηθεί με ηλεκτρική ενέργεια και διασπάσει το νερό σε υδρογόνο και σε οξυγόνο β) μπορεί να συνθέσει νερό από υδρογόνο και οξυγόνο και συγχρόνως να παράγει ηλεκτρική ενέργεια.

Στη συνέχεια, και πριν επανέλθουμε στο αρχικό μας ερώτημα, θα εξασκηθούμε στη χρήση της κυψελίδας υδρογόνου:



Εικόνα 4 Κυψελίδα υδρογόνου

Διάσπαση του νερού με τη χρήση κυψελίδας υδρογόνου

Οδηγίες Πειραματικής Διάταξης

1. Στην κυψελίδα υδρογόνου, συνδέουμε τον μικρό σωλήνα με το μαύρο καπάκι στην κάτω εξοχή της από τη μεριά του υδρογόνου.
2. Συνδέουμε τον μικρό σωλήνα με το κόκκινο καπάκι στην κάτω εξοχή της κυψελίδας υδρογόνου από τη μεριά του οξυγόνου.
3. Αφαιρούμε το κόκκινο καπάκι και με τη λεπτή μύτη του υδροβολέα εισάγουμε απιονισμένο νερό στην κυψελίδα μέχρις ότου αυτή γεμίσει.
4. Αφήνουμε τη μεμβράνη να ενυδατωθεί για 5 με 10 λεπτά και βγάζουμε το νερό από την κάτω εξοχή της κυψελίδας.
5. Τοποθετούμε την κυψελίδα υδρογόνου στην ειδική θέση της στο σασί του αυτοκινήτου.
6. Τοποθετούμε τους εξωτερικούς κυλίνδρους στις ειδικές θέσεις τους στο σασί του αυτοκινήτου (αν δεν είναι ήδη τοποθετημένοι).
7. Γεμίζουμε τους κυλίνδρους με απιονισμένο νερό μέχρι το σημείο 0.
8. Τοποθετούμε τους εσωτερικούς κυλίνδρους μέσα στους εξωτερικούς (προκειμένου να διαφύγει ο αέρας που υπάρχει στο εσωτερικό των κυλίνδρων που εισάγουμε, αυτοί διαθέτουν οπές στις βάσεις τους οι οποίες θα πρέπει να φροντίσουμε να παραμείνουν ανοικτές).
9. Πιέζουμε τους εσωτερικούς κυλίνδρους για εφαρμόσουν σωστά με τους εξωτερικούς.
10. Συνδέουμε τους μεγάλους ελαστικούς σωλήνες με το πάνω μέρος των εσωτερικών κυλίνδρων (αν δεν βρίσκονται ήδη συνδεδεμένοι).
11. Συνδέουμε τον σωλήνα που συνδέσαμε με τον κυλινδρικό σωλήνα του υδρογόνου με το πάνω μέρος της κυψελίδας από τη μεριά του υδρογόνου και τον σωλήνα που συνδέσαμε με τον κυλινδρικό σωλήνα του οξυγόνου με το πάνω μέρος της κυψελίδας από τη μεριά του οξυγόνου.
12. Συνδέουμε το κόκκινο καλώδιο της μπαταριοθήκης με την κόκκινη υποδοχή της κυψελίδας υδρογόνου
13. Συνδέουμε το μαύρο καλώδιο της μπαταριοθήκης με την μαύρη υποδοχή της κυψελίδας υδρογόνου

Τι παρατηρούμε μέσα στους εσωτερικούς κυλίνδρους; Ποια σχέση έχουν οι όγκοι των δύο αερίων που παράγονται;

Η στάθμη των δοχείων στους δυο εσωτερικούς κυλίνδρους κατεβαίνει εξαιτίας της συλλογής δυο αερίων. Ο όγκος του αερίου που συλλέχθηκε στο ένα δοχείο είναι διπλάσιος από τον όγκο του αερίου που συλλέχθηκε στο άλλο δοχείο

Ποια είναι τα αέρια που παράχθηκαν;

Υδρογόνο και οξυγόνο

Ο σωλήνας με το περισσότερο αέριο τι περιέχει;

Υδρογόνο

Τι αέριο περιέχει ο σωλήνας με το λιγότερο αέριο;

Οξυγόνο

Ποιο χημικό φαινόμενο συντελέστηκε στο παραπάνω πείραμα;

Η διάσπαση του νερού σε υδρογόνο και σε οξυγόνο

Αποσυνδέστε τα καλώδια από την κυψελίδα υδρογόνου.

Συνδέστε ένα καλώδιο με την κόκκινη υποδοχή της κυψελίδας υδρογόνου και ένα άλλο καλώδιο με την μαύρη υποδοχή της κυψελίδας υδρογόνου και βρείτε τη διαφορά δυναμικού ανάμεσα στα δυο αυτά καλώδια με ένα πολύμετρο. Καταγράψτε την ένδειξη του πολύμετρου

0.8V (ενδέχεται η τιμή να είναι διαφορετική αν χρησιμοποιηθεί διαφορετική κυψελίδα υδρογόνου από αυτήν με την οποία έγινε η δοκιμή)

Ποιο είναι το συμπέρασμα που προκύπτει;

Με τη διάσπαση του νερού σε υδρογόνο και οξυγόνο, αναπτύσσεται διαφορά δυναμικού στις υποδοχές της κυψελίδας υδρογόνου

Κίνηση αυτοκινήτου με χρήση της κυψελίδας υδρογόνου

Με τη χρήση της κυψελίδας υδρογόνου έχουμε παράξει υδρογόνο με διάσπαση νερού με τον τρόπο που προαναφέραμε. Το υδρογόνο (και το οξυγόνο που έχει παραχθεί και αυτό από τη διάσπαση του νερού) βρίσκονται μέσα στους εσωτερικούς κυλίνδρους της συσκευής μας.

Ανασηκώστε το αυτοκινητάκι και συνδέστε το κόκκινο καλώδιο του κινητήρα με την κόκκινη υποδοχή της κυψελίδας υδρογόνου και το μαύρο καλώδιο του κινητήρα με την μαύρη υποδοχή της κυψελίδας υδρογόνου. Τι συμβαίνει;

Οι ρόδες του αυτοκινήτου περιστρέφονται ενώ ταυτόχρονα οι όγκοι του υδρογόνου και του οξυγόνου μειώνονται. Αυτό συμβαίνει γιατί το υδρογόνο και το οξυγόνο ενώνονται μεταξύ τους προς παραγωγή νερού ενώ ταυτόχρονα εκλύεται ενέργεια με τη μορφή ηλεκτρικής ενέργειας

ΕΝΘΕΤΟ: Μετράμε την κατανάλωση της συσκευής και σημειώνουμε τα αποτελέσματα.

Χρόνος (min)	Όγκος H ₂ (mL)	Όγκος O ₂ (mL)
0		
2		
4		
6		

Ποιο χημικό φαινόμενο συντελέστηκε στο παραπάνω πείραμα;

Η σύνθεση του νερού από υδρογόνο και οξυγόνο

Πώς δικαιολογείτε την κίνηση του αυτοκινήτου;

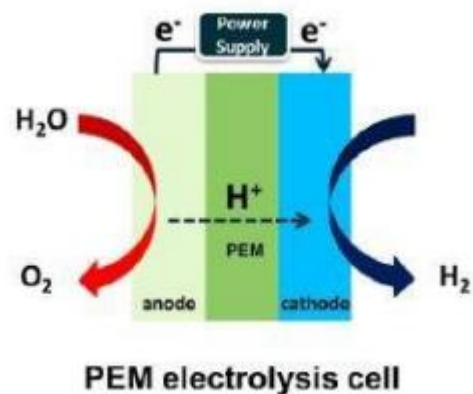
Κατά τη σύνθεση του νερού εκλύεται ενέργεια η οποία χρησιμοποιείται για την κίνηση του αυτοκινήτου

Όταν ολοκληρωθεί η πειραματική διαδικασία αδειάστε όλο το νερό που πιθανόν υπάρχει στους κυλίνδρους και αποθηκεύστε την κυψελίδα σε ένα σακουλάκι.

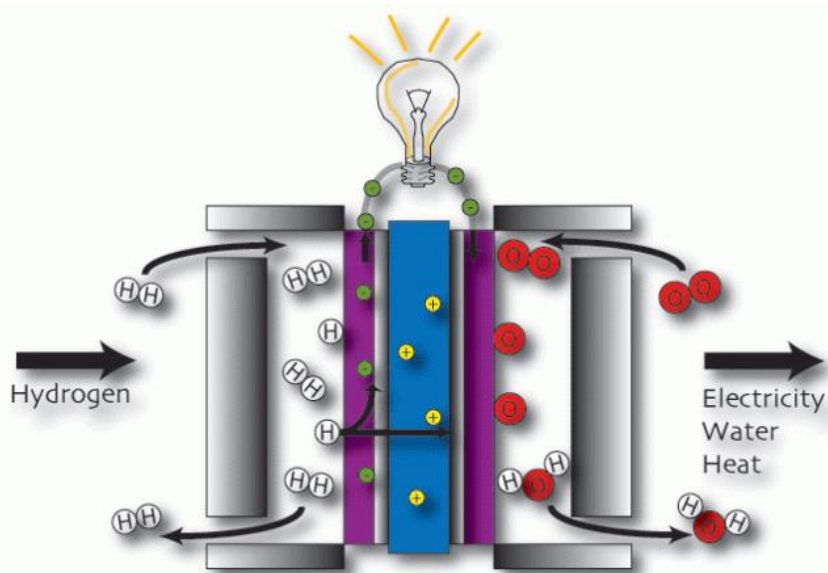
ΕΝΘΕΤΟ: Λειτουργία κυψελίδας υδρογόνου

Η διάσπαση του νερού σε υδρογόνο και σε οξυγόνο μπορεί να γίνει και με τη χρήση της κυψελίδας υδρογόνου. Η κυψελίδα υδρογόνου αποτελείται από μια μεμβράνη εναλλαγής πρωτονίων η οποία αντιστοιχεί στον ηλεκτρολύτη της συνήθους ηλεκτρόλυσης. Η μεμβράνη περιβάλλεται από δύο ηλεκτρόδια: το θετικό (άνοδος) και το αρνητικό (κάθοδος) Στην άνοδο (θετικό ηλεκτρόδιο) ενυπάρχουν και ορισμένα ευγενή μέταλλα (Ir, Ru, IrO₂, RuO₂ κ.α.) ενώ στην κάθοδο (αρνητικό ηλεκτρόδιο) Pt, και τα οποία δρουν καταλυτικά. Κατά τη διαδικασία της

ηλεκτρόλυσης το νερό εισάγεται στην άνοδο (θετικό ηλεκτρόδιο). Με την εφαρμογή εξωτερικής τάσης συνεχούς ρεύματος στα άκρα των ηλεκτροδίων, λαμβάνει χώρα οξειδωτική αντίδραση στην άνοδο, οπότε παράγονται πρωτόνια και ηλεκτρόνια καθώς και οξυγόνο. Τα πρωτόνια μεταφέρονται μέσω του ηλεκτρολύτη (δηλαδή της μεμβράνης) στη κάθοδο, στην οποία επιτελείται αντίδραση αναγωγής, και εκλύεται υδρογόνο. Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται η μορφή του ηλεκτρολυτικού κυττάρου υ καθώς και τα αντιδρώντα - προϊόντα σε κάθε πλευρά της διάταξης.



Για την παραγωγή ενέργειας με τη χρήση της κυψελίδας, το υδρογόνο διοχετεύεται στην άνοδο ενώ στην κάθοδο διοχετεύεται οξυγόνο (ή αέρας). Το υδρογόνο, με τη βοήθεια του καταλύτη, διασπάται σε θετικά ιόντα (πρωτόνια) και σε ηλεκτρόνια. Διαμέσου της μεμβράνης τα θετικά φορτισμένα ιόντα μεταφέρονται στην κάθοδο. Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται διαφορά δυναμικού μεταξύ ανόδου και καθόδου. Συνδέοντας την άνοδο με την κάθοδο με έναν αγωγό, τα ηλεκτρόνια που είχαν παραχθεί από τη διάσπαση του υδρογόνου μεταφέρονται στην κάθοδο και με τον τρόπο αυτό παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα. Στην κάθοδο, τα θετικά ιόντα υδρογόνου, τα ηλεκτρόνια και το οξυγόνο συνδυάζονται μεταξύ τους και σχηματίζουν νερό.



ΑΡΧΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Αφού γνωρίσαμε τον βασικό εξοπλισμό που διαθέτουμε και τον τρόπο λειτουργίας του, ας επανέλθουμε στο ζητούμενο το οποίο όπως είχαμε πει ήταν να προτείνετε τρεις τρόπους για την κίνηση ενός αυτοκινήτου με τη χρήση ηλεκτροκινητήρα, φωτοβολταϊκών στοιχείων καθώς και κυψελίδων υδρογόνου.

ΕΡΕΥΝΑ

Στη διπλανή φωτογραφία βλέπετε ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο που φορτίζεται. Πού αποθηκεύεται η ηλεκτρική ενέργεια που λαμβάνει;

Σε Μπαταρίες



Πιστεύετε ότι η ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιεί το συγκεκριμένο αυτοκίνητο θα μπορούσε να ληφθεί απευθείας από τον ήλιο;

Ναι

Αν ναι, με ποιο τρόπο;

Με τη χρήση φωτοβολταϊκών στοιχείων



Το αυτοκίνητο της διπλανής εικόνας περιβάλλεται από φωτοβολταϊκά στοιχεία. Πώς νομίζετε ότι κινείται το αυτοκίνητο αυτό;

Με μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική

Το παραπάνω αυτοκίνητο διαθέτει βενζινοκινητήρα

ή ηλεκτροκινητήρα;

Ηλεκτροκινητήρα

Με ποιο τρόπο σκεφτήκατε ώστε να απαντήσετε στην παραπάνω ερώτηση;

Αφού τα φωτοβολταϊκά μετατρέπουν τη φωτεινή ενέργεια του ήλιου σε ηλεκτρική, το συγκεκριμένο αυτοκίνητο θα πρέπει να χρησιμοποιεί για την κίνηση του ηλεκτρική ενέργεια και κατά συνέπεια θα έχει ηλεκτροκινητήρα

Για να κινηθεί το παραπάνω αυτοκίνητο το βράδυ, πού μπορεί να αποθηκεύσει την ηλεκτρική ενέργεια που παράχθηκε από τα φωτοβολταϊκά και δεν χρησιμοποιήθηκε;

Σε Μπαταρίες

Στη διπλανή φωτογραφία βλέπετε ένα αυτοκίνητο υδρογόνου. Πώς μπορεί το υδρογόνο να χρησιμοποιηθεί για την κίνηση του αυτοκινήτου;

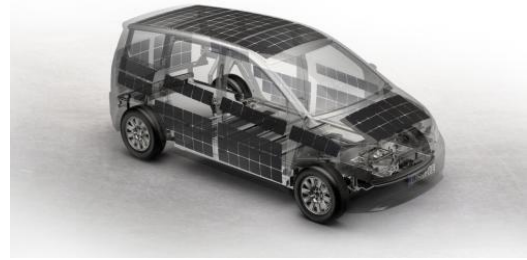
Το υδρογόνο σε κυψελίδα υδρογόνου, μπορεί να ενωθεί με το οξυγόνο προς παραγωγή νερού και έκλυση ενέργειας η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κίνηση του αυτοκινήτου

Τι είδους κινητήρα διαθέτει το παραπάνω αυτοκίνητο;

Ηλεκτροκινητήρα γιατί η κυψελίδα υδρογόνου παράγει ηλεκτρικό ρεύμα



Στις παρακάτω τρεις φωτογραφίες βλέπεται ένα ηλεκτρικό, ένα ηλιακό αυτοκίνητο και ένα αυτοκίνητο υδρογόνου



Τι είδους ενέργεια καταναλώνουν οι κινητήρες τους;

Και στις τρεις περιπτώσεις ηλεκτρική ενέργεια. Στο ηλεκτρικό αυτοκίνητο, η απαραίτητη ηλεκτρική ενέργεια παρέχεται από μπαταρίες, στο ηλιακό αυτοκίνητο από τον ήλιο μέσω φωτοβολταϊκών στοιχείων και στο αυτοκίνητο υδρογόνου από τη σύνθεση του νερού στις κυψελίδες υδρογόνου



Η ώρα των κατασκευών έφτασε!

Κίνηση αυτοκινήτου με το φωτοβολταϊκό

Συζητήστε στην ομάδα σας και καταγράψτε τον τρόπο με τον οποίο μπορείτε να κινήσετε το αυτοκίνητάκι που διαθέτετε απευθείας με τη χρήση φωτοβολταϊκών.

Να τοποθετήσουμε το φωτοβολταϊκό πάνω στο αυτοκίνητο, να το συνδέσουμε με τον ηλεκτροκινητήρα και να το φωτίσουμε. Η φωτεινή ενέργεια θα μετατραπεί σε ηλεκτρική και το αυτοκίνητο θα κινηθεί

Χρησιμοποιώντας τον εξοπλισμό που διαθέτετε συναρμολογήστε την κατασκευή στην οποία είχατε καταλήξει μετά από τη συζήτησή σας.

Η κατασκευή που φτιάξατε λειτουργεί; Αν όχι, τι νομίζετε ότι φταίει;

Αναμενόμενη απάντηση: Ο ηλεκτροκινητήρας λειτουργεί σε μεγαλύτερη τάση από αυτήν που παράγει το ηλεκτρικό στοιχείο, ο φωτισμός δεν είναι επαρκής, προβλήματα στις ηλεκτρικές συνδέσεις κ.α.

Επαναλάβετε τη συναρμολόγηση της κατασκευής σας λαμβάνοντας υπόψη σας τις παρατηρήσεις που καταγράψατε στην προηγούμενη απάντησή σας. Επαναλάβετε την ίδια πορεία έως ότου η κατασκευή σας λειτουργήσει.

Αφού η κατασκευή που φτιάξατε μπορεί και λειτουργεί, βρείτε με τη βοήθεια και ενός πολύμετρου, τη γωνία με την οποία θα πρέπει να προσπίπτει η φωτεινή ακτινοβολία στο φωτοβολταϊκό, έτσι ώστε αυτό να έχει τη μεγαλύτερη αποδοτικότητα σε ηλεκτρικό ρεύμα.

Για να απαντήσουμε φωτίζουμε το φωτοβολταϊκό «ρίχνοντας» το φως πάνω του με διαφορετικές γωνίες και σε κάθε περίπτωση με τη βοήθεια του πολύμετρου βρίσκουμε την τάση που αναπτύσσεται στους ακροδέκτες του. Το αποτέλεσμα θα είναι ότι η μεγαλύτερη αποδοτικότητα του (δηλαδή η ανάπτυξη της μέγιστης τάσης) επιτυγχάνεται όταν το φως πέφτει κάθετα στην επιφάνεια του φωτοβολταϊκού

Προτείνετε και καταγράψτε τρόπους με τους οποίους μπορούν να βελτιωθούν τόσο η διαδικασία όσο και η λειτουργία της κατασκευής σας

Χρήση διαφορετικού είδους φωτιστικού, λάμπας, φωτοβολταϊκών στοιχείων κ.α.

Κίνηση αυτοκινήτου με το φωτοβολταϊκό

Συζητήστε στην ομάδα σας και καταγράψτε τον τρόπο με τον οποίο μπορείτε να φορτίσετε τις μπαταρίες, τις οποίες θα χρησιμοποιήσετε για να κινήσετε το αυτοκινητάκι, με τη χρήση φωτοβολταϊκών.

Κατάλληλη σύνδεση του διαθέσιμου εξοπλισμού και φωτισμός του φωτοβολταϊκού

Χρησιμοποιώντας τον διαθέσιμο εξοπλισμό και υλοποιήστε τη διαδικασία στην οποία είχατε καταλήξει μετά από τη συζήτησή σας.

Η διαδικασία που ακολουθήσατε ήταν αποτελεσματική; Αν όχι, τι νομίζετε ότι φταίει;

Έλεγχος τάσης μπαταρίας, χρόνος φόρτισης, θέματα με τον φωτισμό του φωτοβολταϊκού κ.α.)

Επαναλάβετε τη διαδικασία φόρτισης των μπαταριών με τη χρήση του φωτοβολταϊκού λαμβάνοντας υπόψη σας τις παρατηρήσεις που καταγράψατε στην προηγούμενη απάντησή σας. Επαναλάβετε την ίδια πορεία έως ότου πετύχετε το επιθυμητό αποτέλεσμα

Όταν η διαδικασία φόρτισης των μπαταριών με τη χρήση του φωτοβολταϊκού καταστεί αποτελεσματική, προτείνετε και καταγράψτε τρόπους με τους οποίους μπορεί να βελτιωθεί η διαδικασία αυτή.

Χρήση μεγαλύτερου φωτοβολταϊκού στοιχείου, διάθεση μεγαλύτερου χρόνου για την φόρτιση κ.α.

Παραγωγή υδρογόνου από το νερό και κίνηση του αυτοκινήτου με αυτό με τη χρήση της κυψελίδας υδρογόνου και ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου

Συζητήστε στην ομάδα σας και καταγράψτε τον τρόπο με τον οποίο μπορείτε να παράγετε υδρογόνο και στη συνέχεια με αυτό να κινήσετε το αυτοκινητάκι που διαθέτετε, χρησιμοποιώντας την κυψελίδα υδρογόνου και ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο.

Εφαρμογή των διαθέσιμων οδηγιών για την εκτέλεση των παραπάνω ενεργειών

Χρησιμοποιώντας τον διαθέσιμο εξοπλισμό, υλοποιήστε τη διαδικασία στην οποία είχατε καταλήξει μετά από τη συζήτησή σας.

Η διαδικασία που ακολουθήσατε ήταν αποτελεσματική; Αν όχι, τι νομίζετε ότι φταίει; Καταγράψτε τις απόψεις σας.

Αναποτελεσματική λειτουργία της κυψελίδας, έλεγχος επαφών, φωτισμός φωτοβολταϊκού, μέγεθος φωτοβολταϊκού κ.α.

Επαναλάβετε τη διαδικασία παραγωγής υδρογόνου και της χρήσης του για την κίνηση του μοντέλου του αυτοκινήτου που διαθέτετε, λαμβάνοντας υπόψη σας τις παρατηρήσεις που καταγράψατε προηγουμένως. Επαναλάβετε την ίδια πορεία έως ότου πετύχετε το επιθυμητό αποτέλεσμα

Όταν η διαδικασία παραγωγής υδρογόνου και της χρήσης του για την κίνηση του μοντέλου του αυτοκινήτου καταστεί αποτελεσματική, υπολογίστε τον χρόνο που θα περιστρέφονται οι ρόδες του μοντέλου του αυτοκινήτου με την κατανάλωση 1L (1000 mL) υδρογόνου. Πώς βρήκατε το αποτέλεσμα που καταγράψατε;

Για να απαντήσουμε: Μετράμε τον όγκο του υδρογόνου που καταναλώνεται για την περιστροφή των τροχών του αυτοκινήτου για ορισμένο χρονικό διάστημα και με απλή μέθοδο των τριών υπολογίζουμε τον χρόνο που θα περιστρέφονται οι τροχοί του αυτοκινήτου με την κατανάλωση 1L (1000 mL) υδρογόνου

Προτείνετε και καταγράψτε τρόπους με τους οποίους μπορεί να βελτιωθεί η διαδικασία παραγωγής υδρογόνου και της χρήσης του για την κίνηση του μοντέλου του αυτοκινήτου που διαθέτετε.

Φωτισμός φωτοβολταϊκού, μέγεθος φωτοβολταϊκού, ποσότητες αερίων, λειτουργικότητα κυψελίδας υδρογόνου κ.α.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

Έχετε στη διάθεσή σας τον εξής εξοπλισμό:

1. Σασί αυτοκινήτου με μοτέρ
2. Συσκευή ηλεκτρόλυσης
3. Κυψέλη υδρογόνου (fuel cell)
4. Δεξαμενή για το οξυγόνο (κύλινδρος)
5. Δεξαμενή για το υδρογόνο (κύλινδρος)
6. Φωτοβολταϊκό στοιχείο 0.75 Watt
7. Καλώδια σύνδεσης 2 x 2mm
8. Μπαταριοθήκη με καλώδια σύνδεσης
9. 2x AA μπαταρίες
10. Σωλήνες σιλικόνης
11. Συσκευή ηλεκτρόλυσης νερού (Hoffman)
12. Αναπτήρα μακρύλαιμο
13. Απιονισμένο νερό
14. Γυάλινο αναδευτήρα
15. Επαναφορτιζόμενες μπαταρίες AA (ζεύγος)
16. Ηλιακό φορτιστή με φωτοβολταϊκό
17. Θεϊκό νάτριο
18. Ζυγό ακριβείας
19. Λάμπα θέρμανσης με λαμπτήρα
20. Λαμπάκια LED
21. Μπαταρίες 9V
22. Παρασχίδες
23. Πολύμετρο
24. Ποτήρι ζέσεως των 500mL
25. Υδροβολέα
26. Φωτοβολταϊκό 5V
27. Χωνί

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

ΒΡΕΞΕΙ, ΧΙΟΝΙΣΕΙ



ΓΙΑ ΤΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ

ΒΡΕΞΕΙ, ΧΙΟΝΙΣΕΙ!

Δελτίο καιρού!

ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Από την αρχαιότητα ο άνθρωπος προσπαθούσε να προβλέψει το μέλλον του. Μπορεί η προσπάθεια αυτή να μη φέρνει αποτελέσματα σε όλους τους τομείς, παρόλα αυτά, υπάρχουν τομείς στους οποίους η πρόγνωση είναι δυνατή και ιδιαίτερως αξιόπιστη. Ένας από αυτούς τους τομείς είναι ο καιρός μιας περιοχής.

Κάθε μέρα στην τηλεόραση υπάρχει το δελτίο πρόγνωσης καιρού. Η πρόγνωση του καιρού, για τους περισσότερους από εμάς, φαντάζει ως χρήσιμη κυρίως για την επιλογή των ρούχων που θα φορέσουμε, αναλόγως αν θα έχει ζέστη ή κρύο, αν θα βρέχει ή όχι. Στην πραγματικότητα όμως ο καιρός επηρεάζει πολύ περισσότερο τη ζωή των ανθρώπων. Τα πλοία χρειάζεται να ξέρουν την ένταση και τη διεύθυνση των ανέμων που θα συναντήσουν κατά το ταξίδι τους, οι γεωργοί χρειάζεται να ξέρουν τον καιρό και να προσαρμόσουν ανάλογα τις γεωργικές τους εργασίες, οι ομάδες της Formula 1 χρειάζεται να ξέρουν τη θερμοκρασία και την πιθανότητα βροχόπτωσης, ώστε να χρησιμοποιήσουν τα κατάλληλα ελαστικά στα μονοθέσιά τους.



Στη σημερινή εποχή, έχουμε κατασκευάσει πάρα πολλά μετεωρολογικά όργανα, το κάθε ένα από τα οποία πραγματοποιεί μετρήσεις και συλλέγει δεδομένα για τον καιρό. Τα όργανα αυτά συνδυασμένα μεταξύ τους αποτελούν αυτό που ονομάζουμε μετεωρολογικό σταθμό. Έτσι λοιπόν, συλλέγουμε συνεχώς δεδομένα από μετεωρολογικούς σταθμούς που βρίσκονται στην επιφάνεια της Γης αλλά και από δορυφόρους. Τα δεδομένα αυτά μοιράζονται μεταξύ των μετεωρολογικών υπηρεσιών και με τον τρόπο αυτό μπορούμε να προβλέψουμε τον καιρό που θα έχουμε στην περιοχή που μας ενδιαφέρει για τις επόμενες ώρες ή μέρες.

Στην εργασία μας αυτή θα κατασκευάσουμε τον δικό μας μετεωρολογικό σταθμό ο οποίος θα καταγράφει τα δικά μας δεδομένα καιρού.

Γίνεται εισαγωγή στο θέμα από τον εκπαιδευτικό

ΑΡΧΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

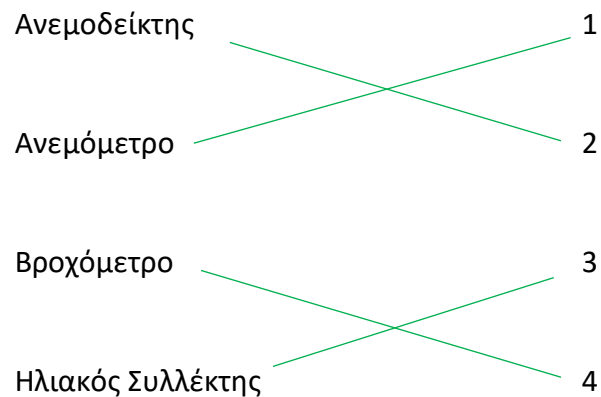
Καταγράψτε στον πίνακα που ακολουθεί, ποιες καιρικές συνθήκες πιστεύετε πως θα έπρεπε να μετρά ένας μετεωρολογικός σταθμός.

Καιρικές Συνθήκες
<i>Βροχή</i>
<i>Άνεμος (διεύθυνση και ταχύτητα)</i>
<i>Θερμοκρασία</i>
<i>Σχετική υγρασία</i>
<i>Βαρομετρική πίεση</i>

Πίνακας 1

ΕΡΕΥΝΑ

Στη διπλανή φωτογραφία φαίνεται ένας πραγματικός μετεωρολογικός σταθμός. Μπορείτε να αντιστοιχήσετε την ονομασία μετεωρολογικού οργάνου με το αριθμημένο όργανο της διπλανής φωτογραφίας;



ΑΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΤΟΥΜΕ

Δείξε μου τον άνεμο...

Για τον μετεωρολογικό μας σταθμό αρχικά θα κατασκευάσουμε έναν ανεμοδείκτη.



Αφού παρατηρήσετε τη διπλανή εικόνα, περιγράψτε τον τρόπο λειτουργίας ενός ανεμοδείκτη. Τι θα πρέπει να προσέξουμε κατά την κατασκευή του και τον τρόπο με τον οποίο θα μας δείχνει τη διεύθυνση από την οποία πνέει ο άνεμος;

Ο ανεμοδείκτης αποτελείται από ένα βέλος που αναλόγως της διεύθυνσης του αέρα, περιστρέφεται και δείχνει προς τη διεύθυνση από την οποία φυσά. Στην κατασκευή θα πρέπει να φροντίσουμε ώστε και το δικό μας βέλος να περιστρέφεται εύκολα με τον αέρα, δηλαδή να «μην κολλάει».

κολλάει».

Ο ανεμοδείκτης είναι ένα όργανο που δείχνει τη διεύθυνση από την οποία πνέει ο άνεμος, χάρη στο πτερύγιο που διαθέτει στο πίσω μέρος του.

Ας περάσουμε στην κατασκευή

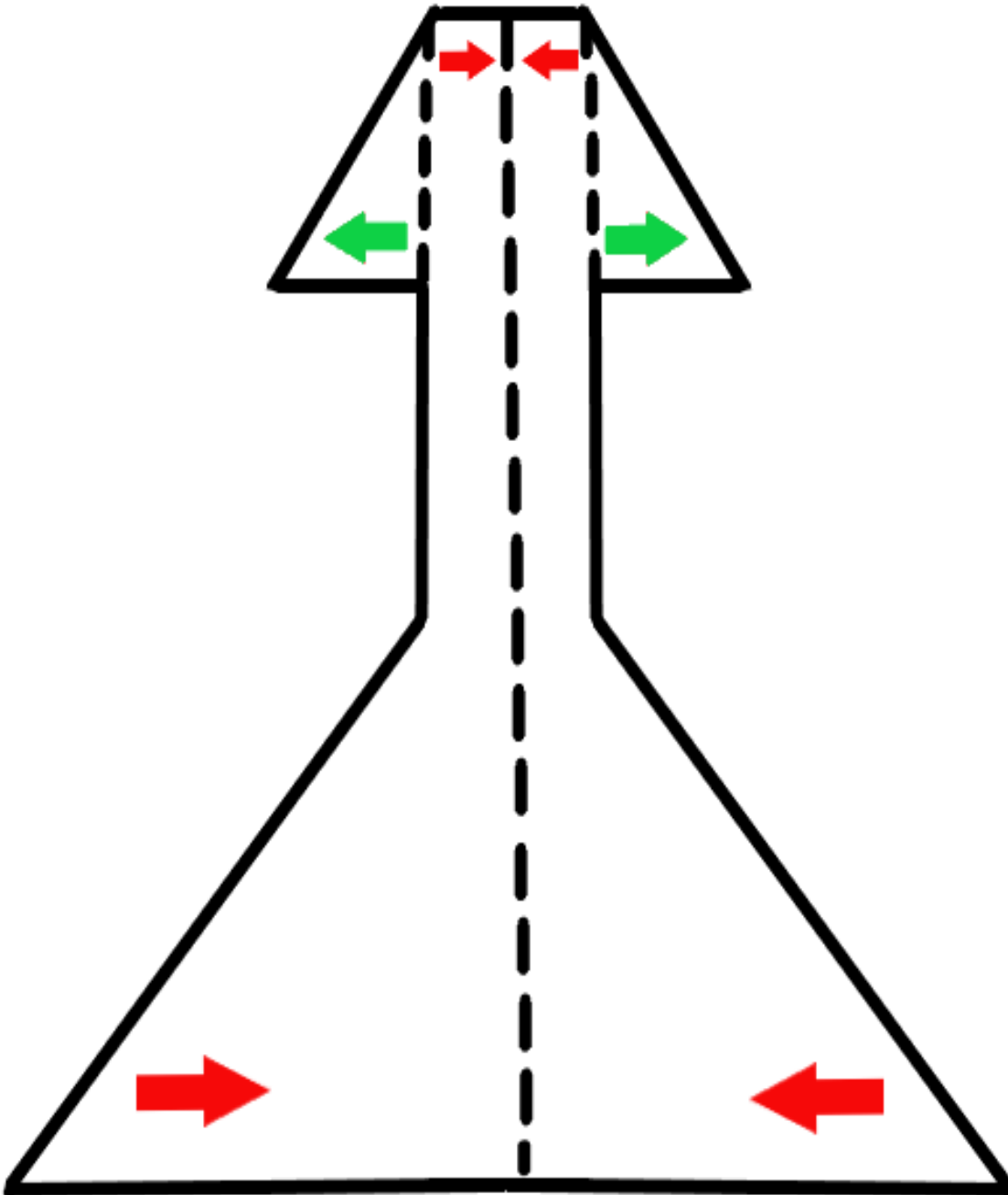
Υλικά: μεγάλο κομμάτι φελιζόλ, ένα ξύλινο σουβλί, ένα πλαστικό καλαμάκι, ψαλίδι, χαρτόνι και σχεδιάγραμμα βέλους, κόλλα, σελοτέιπ, χάρτινο δίσκο, πυξίδα.

- ✓ Παίρνουμε ένα κομμάτι φελιζόλ, ένα ξύλινο σουβλί ψησίματος και ένα πλαστικό καλαμάκι.
- ✓ Κόβουμε το σουβλί στο ίδιο μήκος με το καλαμάκι, προσέχοντας να **μην** κόψουμε την αιχμηρή του άκρη.
- ✓ Κοντά σε μία από τις 4 γωνίες του φελιζόλ καρφώνουμε το σουβλί κατακόρυφα με την αιχμηρή του άκρη προς τα κάτω.
- ✓ Τοποθετούμε το πλαστικό καλαμάκι περιμετρικά από το σουβλί, έτσι ώστε να μπορεί να περιστρέφεται ελεύθερα και το σουβλί να το διατηρεί κατακόρυφο.

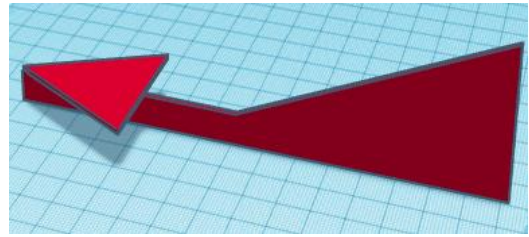
- ✓ Με το ψαλίδι μας κόβουμε την άνω ελεύθερη άκρη από το καλαμάκι σε βάθος περίπου 1cm



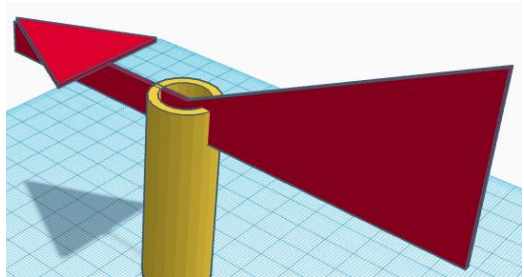
- ✓ Αντιγράφουμε το σχήμα της παρακάτω Εικόνας σε ένα κομμάτι χαρτόνι.



- ✓ Τσακίζουμε το χαρτόνι στις διακεκομμένες γραμμές και ενώνουμε κολλώντας τις επιφάνειες με τα κόκκινα βέλη, ανοίγοντας όμως τις επιφάνειες με τα πράσινα. (μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε κόλλα ή σελοτέιπ για να συγκρατήσουμε κολλημένες τις επιφάνειες. Η κατασκευή μας πρέπει να έχει τη μορφή στην εικόνα.)



- ✓ Τοποθετούμε σε οριζόντια θέση το βέλος μέσα στη σχισμή που έχουμε κόψει στο καλαμάκι. Προσέχουμε ώστε η σχισμή να βρίσκεται περίπου στο κέντρο του βέλους. Τέλος με σελοτέιπ συγκρατούμε το βέλος πάνω στη σχισμή ώστε να είναι σταθερό. Η τελική μορφή θα είναι όπως στη διπλανή εικόνα.



Και πώς θα ξέρω από που φυσά ο άνεμος;

Ο ανεμοδείκτης που κατασκευάσαμε λειτουργεί και δείχνει σε εμάς που τον κοιτάμε τη διεύθυνση από την οποία φυσά ο άνεμος.

Πώς θα περιγράφατε σε κάποιον τη διεύθυνση από την οποία φυσά ο άνεμος;

Θα του έδειχνα με τα χέρια μου από πού φυσά ο άνεμος. Για παράδειγμα, θα του έδειχνα τον Βορρά, και θα του έλεγα ότι αν ο άνεμος φυσάει από εκεί, είναι Βόρειος.

Εάν ο συνομιλητής σας βρισκόταν μακριά από εσάς, χωρίς να μπορεί να σας δει, πώς θα μπορούσατε να του περιγράψετε τη διεύθυνση; Τι επιπλέον θα χρειαζόσασταν;

Θα έπρεπε να χρησιμοποιήσω τα σημεία του ορίζοντα και για τον λόγο αυτό θα χρειαζόμουν μια πυξίδα.

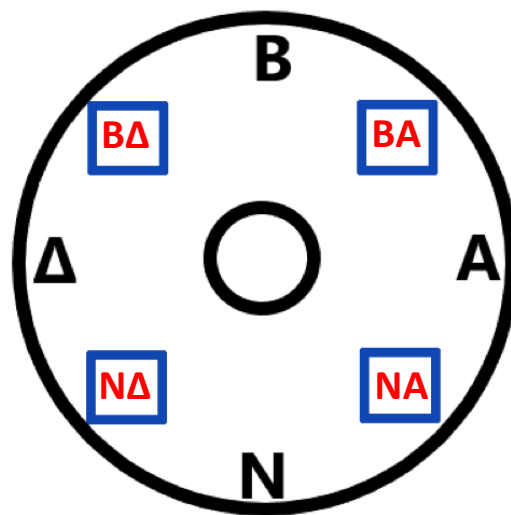
Κατασκευάστε τη δική σας πυξίδα

Κόψτε έναν κυκλικό δίσκο, αφήνοντας στο κέντρο του μία τρύπα μέσα από την οποία να χωρά να περάσει το καλαμάκι άνετα. Σημειώστε πάνω στον δίσκο τα 4 σημεία του οριζοντα Βορράς (B), Νότος (N), Δύση (Δ) και Ανατολή (A).

Για λόγους ευκολίας χρησιμοποιούμε επίσης τα σημεία ΒΑ, ΒΔ, ΝΑ, και ΝΔ.

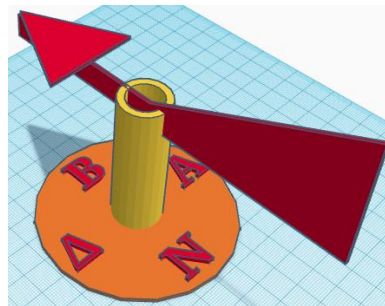
Μπορείτε να μαντέψετε τι σημαίνει το καθένα;

ΒΑ	<i>Βορειοανατολικά</i>
ΒΔ	<i>Βορειοδυτικά</i>
ΝΑ	<i>Νοτιοανατολικά</i>
ΝΔ	<i>Νοτιοδυτικά</i>



Τοποθετήστε το κάθε σημείο στο αντίστοιχο πλαίσιο της «πυξίδας» μας.

Αφού βγάλετε προσωρινά το καλαμάκι με το βέλος από το σουβλί, τοποθετήστε την πυξίδα σας κάτω από τον ανεμοδείκτη και επαναφέρετε τον ανεμοδείκτη στη βάση του. Αφού συμβουλευτείτε μια πραγματική πυξίδα, στρέψτε τη δική σας προς τα αντίστοιχα σημεία του οριζοντα και καρφισώστε τη στο φελιζόλ.



Τώρα ο ανεμοδείκτης σας είναι έτοιμος!

Βροχή από μετρήσεις...

Για τον μετεωρολογικό μας σταθμό στη συνέχεια θα κατασκευάσουμε ένα βροχόμετρο.

Το βροχόμετρο είναι ένα όργανο με το οποίο καταγράφουμε την ποσότητα της βροχόπτωσης σε μία περιοχή.

Αφού παρατηρήσετε τη διπλανή φωτογραφία, περιγράψτε τον τρόπο με τον οποίο πιστεύετε πως καταγράφουμε τη βροχόπτωση σε μια περιοχή.

Έχουμε ένα δοχείο μέσα στο οποίο πέφτει το νερό όταν βρέχει. Αναλόγως του πόσο ψηλά θα φτάσει η στάθμη του νερού, καταλαβαίνουμε αν έβρεξε πολύ ή λίγο. Περισσότερες λεπτομέρειες για τον ρόλο που παίζει το μέγεθος του δοχείου θα δώσουμε παρακάτω.



Παρακάτω σχεδιάστε ένα σκίτσο προκειμένου να περιγράψετε το βροχόμετρο που σκοπεύετε να κατασκευάσετε με τα υλικά που έχετε στη διάθεσή σας.

Υλικά: Πλαστικά μπουκάλια διαφορετικού σχήματος και βάσης, μετροταινία, σελοτέιπ, κόλλα, ψαλίδι και χαρτοκόπτη.

Εδώ οι μαθητές αναμένεται να σχεδιάσουν ένα βροχόμετρο με σχήμα μπουκαλιού στο οποίο είναι κολλημένη κατακόρυφα μία μετροταινία.

Ποια μπουκάλια πιστεύετε θα σας συνέφερε να χρησιμοποιήσετε για τη συλλογή του νερού της βροχής; Αυτά που έχουν κυλινδρικό σχήμα ή αυτά εμφανίζουν διαφορές στα τοιχώματά τους; Επίσης θα σας συνέφερε ο πάτος του μπουκαλιού να είναι όσο πιο επίπεδος γίνεται ή να έχει εξογκώματα; Εξηγήστε τον λόγο για τον οποίο θα διαλέγατε το μπουκάλι σας.



Θα μας συνέφερε να χρησιμοποιήσουμε μπουκάλια κυλινδρικού σχήματος και επίπεδου πάτου, καθώς θέλουμε για κάθε συγκεκριμένη ποσότητα νερού που μπαίνει στο μπουκάλι, το ύψος της στάθμης του νερού να αυξάνεται ανάλογα. Εάν το μπουκάλι παρουσιάζει αυξομειώσεις στην περιφέρειά του και πάτο με εξογκώματα, είναι πολύ πιθανό να εμφανιστούν μεγάλα σφάλματα.

Εάν τοποθετούσατε ένα υποδεκάμετρο πάνω στο μπουκάλι για να διευκολύνει τις μετρήσεις σας, πώς θα το τοποθετούσατε; Σε ποιο σημείο του μπουκαλιού θα βάζατε τον αριθμό μηδέν του υποδεκάμετρου;

Θα το τοποθετούσαμε κατακόρυφα στο μπουκάλι, ώστε το σημείο μηδέν του υποδεκάμετρου να βρίσκεται στον πυθμένα του μπουκαλιού και να μας διευκολύνει στον υπολογισμό του ύψους της στάθμης του νερού.

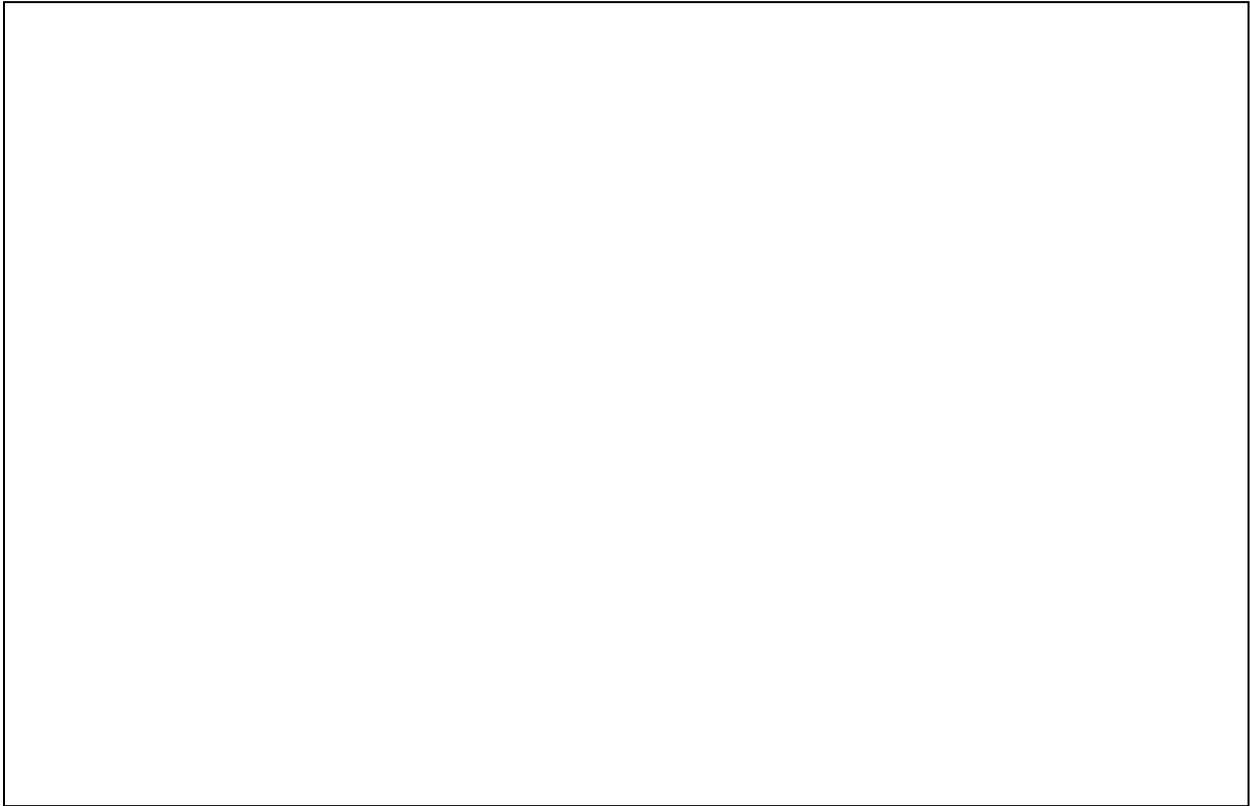
Τι θα κάνατε ώστε να μπορεί να εισέλθει στο μπουκάλι αρκετό από το νερό της βροχής και να είναι ευκολότερο να πάρετε μετρήσεις;

Θα έκοβα το άνω μέρος του μπουκαλιού, ώστε να μεγαλώσει η επιφάνεια μέσα από την οποία πρέπει να περάσει το νερό, ώστε να συλλεχθεί στο μπουκάλι.

Όταν είναι μεγάλη η ελεύθερη επιφάνεια του μπουκαλιού ώστε να εισέρχεται αρκετό νερό μέσα, εμφανίζεται και ένα πρόβλημα. Είναι γρήγορη η εξάτμιση του νερού. Και αν ένα σημαντικό μέρος του νερού του μπουκαλιού εξατμιστεί, τότε οι μετρήσεις μας δεν θα είναι ιδιαίτερα αξιόπιστες. Πώς θα μπορούσατε να λύσετε το πρόβλημα αυτό;

Χρειαζόμαστε και πάλι μια μεγάλη επιφάνεια η οποία να συλλέγει το νερό, αλλά ταυτόχρονα και μια μικρή επιφάνεια, ώστε να περιορίσουμε την εξάτμιση. Η λύση αυτή θα μπορούσε να είναι ένα χωνί ή το άνω μέρος του μπουκαλιού που κόψατε τοποθετημένο ανάποδα μέσα στο μπουκάλι (με το στόμιο προς τα κάτω).

Σχεδιάστε και πάλι παρακάτω το βροχόμετρο που σκοπεύετε να κατασκευάσετε με τα υλικά που έχετε στη διάθεσή σας, τώρα που έχετε λύσει τα επιμέρους προβλήματα που παρουσιάστηκαν.



Εάν ακόμα δεν είστε σίγουροι για την κατασκευή σας, μπορείτε να ακολουθήσετε τις οδηγίες κατασκευής ενός βροχόμετρου με απλά υλικά.

1 Παίρνουμε ένα μπουκάλι με κυλινδρικό σχήμα και επίπεδο πάτο και ζητάμε από τον δάσκαλο ή τη δασκάλα μας να μας το κόψει με τον χαρτοκόπτη στο ύψος περίπου όπου ξεκινά να μικραίνει η διάμετρός τους, συγκλίνοντας προς το πώμα.



2 Για να αποφύγουμε την εξάτμιση, χωρίς όμως να μειώσουμε την ποσότητα του νερού που εισέρχεται στο μπουκάλι, τοποθετούμε το άνω μέρος του μπουκαλιού που μόλις κόψαμε, ανάποδα μέσα στο μπουκάλι, ώστε να λειτουργήσει ως χωνί.



3 Τέλος, κολλάμε κατακόρυφα στο μπουκάλι το υποδεκάμετρο, προσέχοντας ο αριθμός 0 να βρίσκεται στη βάση του μπουκαλιού.



Τώρα και το βροχόμετρό σας είναι έτοιμο!

Τοποθετήσετε και κολλήστε και το βροχόμετρο πάνω στο φελιζόλ, προσέχοντας να μην εμποδίζει την ελεύθερη κίνηση του ανεμοδείκτη.

Μέτρηση θερμοκρασίας

Αφού πλέον έχουμε φτιάξει όργανα μέτρησης της διεύθυνσης του ανέμου και της βροχόπτωσης, αυτό που μας έχει απομείνει είναι η μέτρηση της θερμοκρασίας.

Με ποιο όργανο μετράμε τη θερμοκρασία;

Η θερμοκρασία μετριέται με το θερμόμετρο.

Σε ποια θέση θα πρέπει να τοποθετήσουμε το θερμόμετρό μας, ώστε να μετράει τη «σωστή» θερμοκρασία του αέρα;

Για να μετρήσουμε τη «σωστή» θερμοκρασία θα πρέπει να τοποθετήσουμε το θερμόμετρό μας υπό σκιά, δηλαδή όχι στο άμεσο ηλιακό φως, και σε ύψος περίπου 1,5 με 2 μέτρα από το έδαφος, για να μην επηρεάζεται από αυτό.

ΑΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΤΟΥΜΕ

Υλικά: Χαρτόνι, δύο θερμόμετρα, πινέζες.

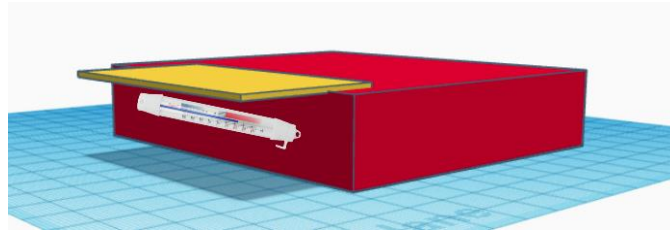
Τοποθετήστε ένα θερμόμετρο σε μια περιοχή στην οποία προσπίπτει απευθείας ηλιακό φως και ένα άλλο θερμόμετρο σε ένα σημείο με σκιά. Μετά από λίγο συγκρίνετε τις θερμοκρασίες τους. Υπάρχει κάποια διαφορά στις δύο θερμοκρασίες;

Η ένδειξη του θερμομέτρου που είναι απευθείας στο ηλιακό φως θα δείχνει μεγαλύτερη ένδειξη από αυτό που είναι υπό σκιά.

Ποιο από τα δύο θερμομέτρα πιστεύετε ότι μετρά τη θερμοκρασία του αέρα και μας δίνει τη σωστή εικόνα της ζέστης ή του ψύχους που επικρατεί στην ατμόσφαιρα και γιατί;

Η «σωστή» μέτρηση είναι αυτή του θερμομέτρου υπό σκιά καθώς δεν επηρεάζεται από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία, αλλά μετρά τη θερμοκρασία του αέρα ή θερμοκρασία περιβάλλοντος όπως συνηθίζεται να λέγεται.

Προσθέστε στον μετεωρολογικό σας σταθμό ένα θερμομέτρο, αλλά φροντίστε να βρίσκεται υπό σκιά, χωρίς όμως να εγκλωβίζετε τον αέρα που περιβάλλει το θερμομέτρο. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε ένα αδιαφανές υλικό όπως το χαρτόνι, ώστε να δημιουργήσετε στο φελιζόλ ένα είδος στεγάστρου, κάτω από το οποίο θα τοποθετήσετε το θερμομέτρο.



Σε ποιο σημείο πιστεύετε θα έπρεπε να τοποθετήσετε τον μετεωρολογικό σας σταθμό; Τι θα έπρεπε να προσέξετε κατά την επιλογή του σημείου αυτού;

Θα έπρεπε να επιλέξουμε ένα μέρος το οποίο να μην βρίσκεται κοντά σε ψηλά κτήρια, δέντρα κ.α ώστε να μην επηρεάζεται η βροχόπτωση και η διεύθυνση του αέρα.

Εχθρός του καλού, το καλύτερο...

Για καλύτερη ακρίβεια στις μετρήσεις, αλλά και για εύρεση πιθανών σφαλμάτων, έχουμε έναν ψηφιακό μετεωρολογικό σταθμό τον οποίο μπορούμε να συμβουλευτούμε.



Τοποθετήστε τον αυτοσχέδιο μετεωρολογικό σας σταθμό και τον αντίστοιχο ψηφιακό σε μία ανοικτή περιοχή χωρίς ψηλά κτήρια ή δέντρα τριγύρω.

Οι ειδικοί επιστήμονες που ασχολούνται με την πρόγνωση καιρού συλλέγουν ένα πολύ μεγάλο πλήθος στοιχείων (μετεωρολογικών παραμέτρων) για να βγάλουν κάποια συμπεράσματα που

αφορούν στον καιρό των επόμενων ημερών. Κάποιες από τις μετεωρολογικές παραμέτρους μπορείτε να τις δείτε στον ψηφιακό μετεωρολογικό σταθμό που έχετε στη διάθεσή σας. Καταγράψτε τες στον Πίνακα 2 με τις αντίστοιχες τιμές τους.

Μετεωρολογική παράμετρος που μετράει ο ψηφιακός σταθμός	Τιμή
<i>Εσωτερική θερμοκρασία</i>	<i>Πχ 20 °C</i>
<i>Εξωτερική θερμοκρασία</i>	<i>Πχ 15 °C</i>
<i>Σχετική υγρασία</i>	<i>Πχ 55 %</i>
<i>Κατεύθυνση ανέμου</i>	<i>Πχ ΒΑ</i>
<i>Ταχύτητα ανέμου</i>	<i>Πχ 25 km/h</i>
<i>Ατμοσφαιρική πίεση</i>	<i>Πχ 1002 hPa</i>

Πίνακας 2

Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

	Αυτοσχέδιος σταθμός	Ψηφιακός σταθμός
Διεύθυνση αέρα		
Θερμοκρασία		

Πίνακας 3

Σε περίπτωση που ο ανεμοδείκτης σας δείχνει προς διαφορετική διεύθυνση από την αντίστοιχη που εμφανίζει ο μετεωρολογικός σταθμός, τι πιστεύετε πως μπορεί να φταίει και τι θα κάνετε για να διορθώσετε το σφάλμα;

Μία πιθανή αιτία σχετίζεται με αστοχίες στην κατασκευή του αυτοσχέδιου οργάνου, δηλαδή, ενδεχομένως ο ανεμοδείκτης να «κολλάει» και να μην εκτρέπεται στη σωστή κατεύθυνση. Μια δεύτερη πιθανή αιτία είναι να μην είναι σωστά τοποθετημένα τα σημεία του ορίζοντα, με αποτέλεσμα οι ενδείξεις να έχουν σφάλμα. Επιπλέον, μπορεί για λόγους «τοπικών συνθηκών», η κατεύθυνση του ανέμου όντως να είναι διαφορετική, όπως π.χ. αν ο ένας ανεμοδείκτης είναι τοποθετημένος σε σημείο που όντως φυσάει λιγότερο από ότι το σημείο που είναι τοποθετημένος ο δεύτερος ανεμοδείκτης.

Γενικά τα πειραματικά σφάλματα της μεθόδου είναι πολύ συνηθισμένα και τα συζητάμε με τους μαθητές ως κάτι φυσιολογικό στην επιστημονική μέθοδο. Είναι δουλειά των επιστημόνων να αναζητούν τις αιτίες τους και να τα μειώνουν κατά το δυνατό.

Σε περίπτωση που η θερμοκρασία του θερμομέτρου σας είναι διαφορετική από την αντίστοιχη που εμφανίζει ο μετεωρολογικός σταθμός, τι πιστεύετε πως μπορεί να φταίει και τι θα κάνετε για να διορθώσετε το σφάλμα;

Το θερμόμετρο του ψηφιακού σταθμού είναι σίγουρα πιο αξιόπιστο, μιας και το θερμόμετρο του αυτοσχέδιου σταθμού είναι ένα απλό θερμόμετρο ευρείας χρήσης. Επιπλέον, όμως, η διαφορά στις ενδείξεις μπορεί να οφείλεται στη διαφορετική θέση στην οποία είναι τοποθετημένα τα δύο όργανα. Για παράδειγμα, μπορεί κάποιος από τα δύο να είναι τοποθετημένο στον ήλιο, ενώ το άλλο στη σκιά (όπως πρέπει). Τέλος, θα μπορούσε το ένα θερμόμετρο να είναι σε μεγαλύτερο ύψος από το άλλο.

Σε περίπτωση που βρέχει και το ύψος της βροχής (σε mm) που υπολογίζετε μέσω πράξεων διαφέρει αρκετά από το αντίστοιχο ύψος που εμφανίζει ο ψηφιακός μετεωρολογικός σταθμός, τι πιστεύετε πως μπορεί να φταίει και τι θα κάνετε για να διορθώσετε το σφάλμα;

Μια πιθανή αιτία είναι το νερό στο αυτοσχέδιο κύπελλο να εξατμίζεται λόγω σφάλματος κατασκευής. Επιπλέον λόγος μπορεί να είναι το σφάλμα στη μέτρηση με τον χάρακα στο αυτοσχέδιο κύπελλο ή και το σφάλμα ανάγνωσης στα δύο όργανα.

ΑΣ ΚΑΤΑΓΡΑΨΟΥΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΑΣ

Γινόμαστε οι μετεωρολόγοι της περιοχής μας...

Τώρα που έχουμε τον δικό μας μετεωρολογικό σταθμό, ήρθε η στιγμή να εργαστούμε ως πραγματικοί μετεωρολόγοι. Θα μετρήσουμε τις καιρικές συνθήκες, θα καταγράψουμε τις μετρήσεις μας και θα συγκρίνουμε τα δεδομένα μας με αυτά κάποιου επίσημου φορέα, όπως το meteo.gr που υποστηρίζεται από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών.



Παρακάτω δίνονται τρεις πίνακες: Ο Πίνακας 4 θα συμπληρωθεί από μετρήσεις του αυτοσχέδιου μετεωρολογικού σταθμού, ο Πίνακας 5 με μετρήσεις από τον ψηφιακό σταθμό και ο Πίνακας 6 με τις μετρήσεις του meteo.gr για τις αντίστοιχες μέρες. Επισκεφθείτε τη σελίδα www.meteo.gr. Από την κεντρική σελίδα επιλέξτε «Ο ΚΑΙΡΟΣ ΤΩΡΑ» και στη συνέχεια επιλέξτε «ΣΤΑΘΜΟΙ ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗ». Στη συνέχεια επιλέξτε «ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ». Στον πίνακα που προβάλλεται παρατηρήστε το σταθμό που λέγεται «ΚΑΛΑΜΑΤΑ-ΔΥΤΙΚΑ».

Οι τιμές που διαβάζετε στο meteo.gr είναι πραγματικές μετρήσεις και αναφέρονται σε σχεδόν πραγματικό χρόνο. Για παράδειγμα, μια μέτρηση που βλέπετε τώρα, έγινε περίπου πριν από μισή ώρα. Η ακριβής ώρα της μέτρησης φαίνεται ακριβώς δίπλα στην ονομασία της τοποθεσίας του Σταθμού.

Τι διαφορά έχουν οι μετρήσεις αυτές από τις τιμές που βλέπετε σε ένα δελτίο πρόγνωσης καιρού;

Οι μετρήσεις του meteo.gr είναι μετρήσεις από τα αντίστοιχα όργανα, θερμόμετρο, βροχόμετρο και ανεμόμετρο. Είναι δηλαδή ενδείξεις οργάνων. Οι τιμές που βλέπουμε σε ένα δελτίο πρόγνωσης καιρού είναι τιμές που προκύπτουν από μοντέλα πρόγνωσης καιρού. Δηλαδή, όταν το δελτίο περιγράφει ότι αύριο η θερμοκρασία θα είναι από 20-27 °C σημαίνει ότι οι θερμοκρασίες αυτές έχουν υπολογιστεί με κάποια πιθανότητα (πχ 80%).

Κάθε **πρωί**, πηγαίνοντας στο σχολείο, καταγράφουμε τη **διεύθυνση του ανέμου**, τη **θερμοκρασία** και το **ύψος του νερού** μέσα στο βροχόμετρό μας στους πίνακες που ακολουθούν. Προσοχή, η μέτρηση της στάθμης γίνεται σε χιλιοστόμετρα (mm) και μετά τη μέτρηση της στάθμης, αδειάζουμε το βροχόμετρό μας.

Το **μεσημέρι**, πριν φύγουμε από το σχολείο, μετράμε ξανά τη **θερμοκρασία** και τη σημειώνουμε στον πίνακα. Με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού μας βρίσκουμε τη **μέση ημερήσια θερμοκρασία**, η οποία υπολογίζεται κατά μέσο όρο από την πρωινή τιμή που είναι κατά προσέγγιση η ελάχιστη και τη μεσημεριανή τιμή που είναι κατά προσέγγιση η μέγιστη τιμή της θερμοκρασίας.

Προσοχή: Και οι τρεις πίνακες πρέπει να συμπληρώνονται πρωί και μεσημέρι.

Στο **τέλος του μήνα**, καταγράφουμε τον **αριθμό των ημερών βροχής**, τον **μέσο όρο του ύψους της βροχόπτωσης** και τη **μέση ημερήσια θερμοκρασία** για τον μήνα που μελετήσαμε.

Για να υπολογίσουμε τον μέσο όρο εργαζόμαστε ως εξής:

1. Προσθέτουμε όλες τις τιμές των δεδομένων.
2. Διαιρούμε το άθροισμα με το πλήθος των δεδομένων.

Πίνακας 4: Δεδομένα αυτοσχέδιου μετεωρολογικού σταθμού

Μάρτιος	Διεύθυνση Ανέμου	Ύψος Βροχής (mm)	Θερμοκρασία στις 8.00πμ (°C)	Θερμοκρασία στις 2.00μμ (°C)	Μέση ημερήσια θερμοκρασία
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
Μηνιαίο ύψος βροχής:	_____		Μέση τιμή ημερήσιας θερμοκρασίας:		_____
Αριθ. ημερών βροχής:	_____				

Πίνακας 5: Δεδομένα ψηφιακού μετεωρολογικού σταθμού

Μάρτιος	Διεύθυνση Ανέμου	Ύψος Βροχής (mm)	Θερμοκρασία στις 8.00πμ (°C)	Θερμοκρασία στις 2.00μμ (°C)	Μέση ημερήσια θερμοκρασία
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
Μηνιαίο ύψος βροχής:	_____		Μέση τιμή ημερήσιας θερμοκρασίας:		_____
Αριθ. ημερών βροχής:	_____				

Πίνακας 6: Δεδομένα meteo.gr

Μάρτιος	Διεύθυνση Ανέμου	Ύψος Βροχής (mm)	Θερμοκρασία στις 8.00πμ (°C)	Θερμοκρασία στις 2.00μμ (°C)	Μέση ημερήσια θερμοκρασία
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
Μηνιαίο ύψος βροχής:	_____		Μέση τιμή ημερήσιας θερμοκρασίας:		_____
Αριθ. ημερών βροχής:	_____				

Συγκρίνετε τις πρωινές και τις μεσημεριανές τιμές της θερμοκρασίας, με βάση τους δύο δικούς σας μετεωρολογικούς σταθμούς. Τι παρατηρείτε;

Αναμένεται να υπάρχουν διαφορές στις μετρήσεις θερμοκρασίας, ύψους βροχής και διεύθυνσης ανέμου. Οι διαφορές αυτές έχουν συζητηθεί και παραπάνω. Μπορεί να οφείλονται σε συστηματικά και τυχαία σφάλματα μέτρησης των αντίστοιχων τιμών/ενδείξεων, είτε στις έστω και λίγο διαφορετικές συνθήκες που επικρατούν στα σημεία που έχουν τοποθετηθεί οι δύο σταθμοί (πχ, έστω και μικρή διαφορά στην ηλιοφάνεια προκαλεί διαφορά στη θερμοκρασία).

Συγκρίνετε τις θερμοκρασίες των ημερών που είχαμε βροχή με τις αντίστοιχες θερμοκρασίες των ημερών που δεν είχαμε βροχή, με βάση τις δικές σας μετρήσεις. Τι παρατηρείτε; Είναι απαραίτητο οι βροχερές μέρες να είναι και οι πιο κρύες;

Λογικά οι μαθητές θα δουν πως δεν υπάρχει κάποια συσχέτιση μεταξύ των ημερών βροχής και των θερμοκρασιών. Δηλαδή δεν είναι απαραίτητο ότι οι βροχερές μέρες είναι και πιο κρύες.

Παρατηρήστε ποια είναι η διεύθυνση του ανέμου τις ημέρες που έχουμε βροχή. Μπορείτε να βγάλετε κάποιο συμπέρασμα; Είναι το συμπέρασμα αυτό ασφαλές και αν όχι, γιατί;

Στα συγκεκριμένα γεωγραφικά πλάτη, η βροχή είναι πιθανό να συνδυάζεται με δυτικό και νότιο άνεμο, χωρίς όμως αυτό να είναι απόλυτο.

Συγκρίνετε τα δεδομένα από τον δικό σας ψηφιακό σταθμό με αυτά του meteo. Τι παρατηρείτε; Πού πιστεύετε ότι οφείλονται οι διαφορές;

Ενδεχομένως να υπάρχουν διαφορές μεταξύ των τιμών της ΕΜΥ και των μετεωρολογικών σταθμών των σχολείων. Οι διαφορές αυτές σχετίζονται πρώτον με τη διαφορετική ακρίβεια των οργάνων μέτρησης (του meteo είναι σαφώς ακριβέστερα) και δεύτερον με τα διαφορετικά σημεία εγκατάστασης των σταθμών. Για παράδειγμα το meteo για τη συγκεκριμένη περιοχή παίρνει μετρήσεις από το σταθμό της Καλαμάτα - Δυτικά που σημαίνει ότι οι συνθήκες που επικρατούν στη δική σας περιοχή και στην περιοχή από όπου παίρνει μετρήσεις το meteo δεν ταυτίζονται.

Τώρα που «μπήκαμε στο κλίμα» ας μιλήσουμε για το κλίμα ...

Η μελέτη των μετεωρολογικών παραμέτρων που κάνατε παραπάνω σας έδωσε στοιχεία για τον καιρό στην περιοχή σας. Θα μπορούσατε να ισχυριστείτε ότι από τα στοιχεία αυτά μπορείτε να βγάλετε συμπεράσματα για το κλίμα της περιοχής σας; Γιατί;

Τα παραπάνω στοιχεία αφορούν ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα και δεν μπορούν να αξιοποιηθούν για να βγουν συμπεράσματα για το κλίμα. Οι παρακάτω δραστηριότητες σκοπό έχουν να αναδείξουν τις διαφορές καιρού – κλίματος.

Θα μπορούσατε να γράψετε τις διαφορές καιρού και κλίματος;

Σε αυτό το σημείο οι μαθητές λογικά δεν θα μπορούν να διατυπώσουν τις διαφορές ξεκάθαρα. Μπορούμε να αφήσουμε να εκφράσουν τις αρχικές τους απόψεις, κι ας μην είναι πλήρεις ή «σωστές». Ωστόσο με τις δραστηριότητες που ακολουθούν, σταδιακά θα καταλήξουν εδώ:

Καιρός: οι συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, πίεση, διεύθυνση και ταχύτητα ανέμου, ύψος βροχής, κλπ) που επικρατούν σε ένα μέρος μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή

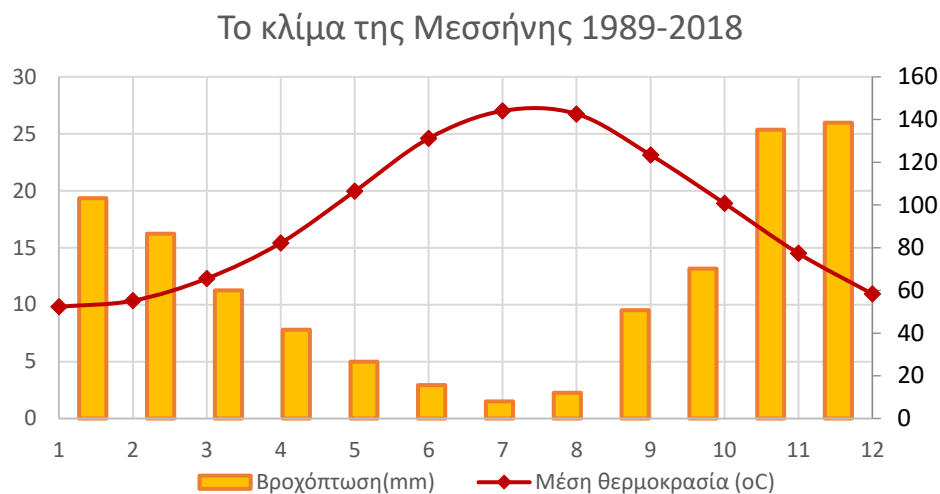
Κλίμα: οι καιρικές συνθήκες που επικρατούν σε έναν τόπο σε κάθε εποχή και επαναλαμβάνονται σχεδόν ίδιες για πολλά χρόνια.

(Σχολικό βιβλίο γεωγραφίας Ε΄ Δημοτικού)

Τι στοιχεία πιστεύετε ότι θα χρειαζόσασταν για να μιλήσετε για το κλίμα της περιοχής σας;

Για να μιλήσουμε για το κλίμα μιας περιοχής θα πρέπει να έχουμε στοιχεία ενός πολύ μεγάλου χρονικού διαστήματος, πάνω από 20 ή ακόμα καλύτερα 30 χρόνια.

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η θερμοκρασία ανά μήνα στη περιοχή σας για το χρονικό διάστημα 1989-2018.



Σχήμα 1: Μηνιαία κατανομή της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας, καθώς και του ύψους βροχής για την περίοδο 1989-2018 (Πηγή: Climate EXPLORER (climexp.knmi.nl))

Ποιος είναι ο πιο «ζεστός» μήνας του έτους στην περιοχή σας;

Από το σχήμα 1 φαίνεται ότι ο πιο ζεστός μήνας στην περιοχή είναι ο Ιούλιος.

Ποιος είναι ο πιο «ψυχρός» μήνας του έτους στην περιοχή σας;

Από το σχήμα 1 φαίνεται ότι ο πιο ψυχρός μήνας στην περιοχή είναι ο Ιανουάριος.

Κατά τη γνώμη σας, θα μπορούσε ο Αύγουστος του 1995 να είναι θερμότερος από τον Ιούλιο του 1995; Φαίνεται κάτι τέτοιο από το παραπάνω διάγραμμα;

Το παραπάνω διάγραμμα έχει φτιαχτεί από τις μέσες ημερήσιες τιμές της θερμοκρασίας κάθε μήνα για όλο το χρονικό διάστημα 1989-2018. Αυτό σημαίνει ότι για κάποια χρονιά, θα μπορούσε ο Αύγουστος να είναι θερμότερος του Ιουλίου κι επειδή οι περισσότερες τιμές θερμοκρασίας του Ιουλίου είναι υψηλότερες, αυτό να μη φαίνεται στον μέσο όρο. Δηλαδή, το διάγραμμα αυτό δεν μας δείχνει κάθε χρονιά ξεχωριστά, αλλά για μια τριαντακονταετία, τις μέσες ημερήσιες τιμές κάθε μήνα.

Αν κάτι τέτοιο συνέβη εκείνη τη χρονιά «δικαιούμαστε» να μιλήσουμε για κλιματική αλλαγή;

Μια αύξηση ή μείωση της θερμοκρασίας ενός μηνός, ενός έτους, μιας διετίας, πενταετίας, κοκ δεν είναι ικανό δεδομένο για να υποστηρίξουμε αλλαγή στο κλίμα, μιας και η περιγραφή του κλίματος μιας περιοχής προκύπτει από δεδομένα μεγάλων χρονοσειρών (πχ τουλάχιστον 20 ή 30 χρόνια κλπ)

Μπορείτε να βγάλετε κάποιο συμπέρασμα για τη θερμοκρασία στην περιοχή σας σε σχέση με τις εποχές;

Το συμπέρασμα που προκύπτει από το Σχήμα 1 είναι ότι στη Μεσσήνη έχουμε θερμά καλοκαίρια και ήπιους χειμώνες.

Ποιος είναι ο μήνας με το μεγαλύτερο ύψος βροχής;

Ο Δεκέμβριος

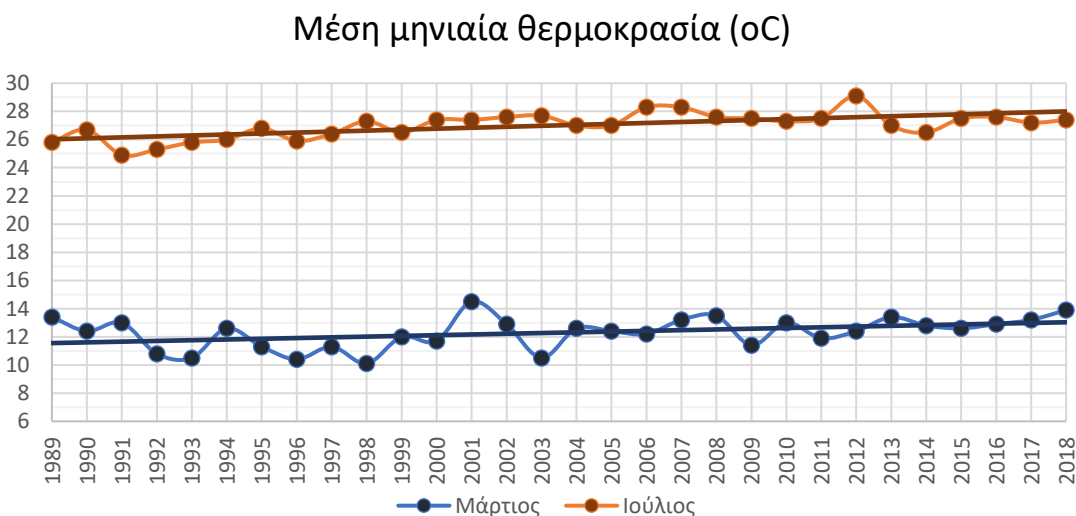
Ποιος είναι ο μήνας με το μικρότερο ύψος βροχής;

Ο Ιούλιος

Μπορείτε να βγάλετε τώρα κάποια συμπεράσματα για το κλίμα της περιοχής σας;

Το συμπέρασμα που προκύπτει από το Σχήμα 1 είναι ότι στη Μεσσήνη έχουμε θερμά καλοκαίρια, ήπιους χειμώνες, με μέτρια βροχή κλπ

Στο παρακάτω διάγραμμα βλέπετε τις μέσες μηνιαίες τιμές της θερμοκρασίας για τους μήνες Μάρτιο και Ιούλιο για το χρονικό διάστημα 1989-2018.



Σχήμα 2: Ετήσιες διακυμάνσεις και τάσεις μεταβολής των ετήσιων μηνιαίων τιμών της θερμοκρασίας για το διάστημα 1989-2018 για τον μήνα Μάρτιο και Ιούλιο (Πηγή: Climate EXPLORER (climexp.knmi.nl))

Μπορείτε να εντοπίσετε τη χρονιά με τον πιο ψυχρό Μάρτη;

Από το σχήμα 2 φαίνεται ότι η χρονιά με τον πιο ψυχρό Μάρτη είναι το 1998 (10,1°C).

Μπορείτε να εντοπίσετε τη χρονιά με τον πιο ζεστό Μάρτη;

Από το σχήμα 2 φαίνεται ότι η χρονιά με τον πιο θερμό Μάρτη είναι το 2001 (14,5°C).

Παρατηρείτε κάποια τάση αύξησης ή μείωσης της θερμοκρασίας του Μαρτίου τα τελευταία 30 χρόνια;

Στο διάγραμμα είναι χαραγμένη η γραμμή τάσης, δηλαδή η καλύτερη δυνατή ευθεία με βάση τις μετρήσεις θερμοκρασίας που έχουμε για τα τελευταία 30 χρόνια. Αυτή η γραμμή τάσης φαίνεται να έχει μια θετική κλίση, που υποδηλώνει αύξηση της θερμοκρασίας στην τριαντακονταετία.

Πιστεύετε ότι είναι τυχαία ή ότι σχετίζεται με τα σενάρια περί κλιματικής αλλαγής – υπερθέρμανσης του πλανήτη;

Το γεγονός ότι η γραμμή τάσης έχει προκύψει από ένα μεγάλο αριθμό μετρήσεων που έγιναν σε ένα μεγάλο χρονικό διάστημα (30 έτη) μας κάνει να μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι πρόκειται για κάποιο στοιχείο αλλαγής κλίματος στην περιοχή.

Παρατηρήστε και τις αντίστοιχες τιμές της θερμοκρασίας του μήνα Ιουλίου για την περιοχή σας. Μπορείτε να εντοπίσετε κάποια τάση αύξησης ή μείωσης της θερμοκρασίας το αντίστοιχο χρονικό διάστημα για τον Ιούλιο;

Στο ίδιο διάγραμμα (Σχήμα 2) μπορούμε να δούμε ότι και τον μήνα Ιούλιο, υπάρχει μια τάση αύξησης της θερμοκρασίας τα τελευταία 30 χρόνια.

Από τον Πίνακα 5 υπολογίστε τη μέση μηνιαία τιμή της θερμοκρασίας για τον μήνα Μάρτιο 2023, σύμφωνα με τις μετρήσεις του ψηφιακού σας σταθμού. Για τον σκοπό αυτό, με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού σας, θα προσθέσετε τις ημερήσιες τιμές της θερμοκρασίας και θα τις διαιρέσετε με το 31 (όσες και οι ημέρες του Μαρτίου)

Μέση μηνιαία θερμοκρασία για τον μήνα Μάρτιο:

Για παράδειγμα $12,8+13,1+11,2+..... =$

Ό,τι βρούμε στην παραπάνω πρόσθεση το διαιρούμε με το 31, όσες και οι ημέρες του Μαρτίου.

Μετρήστε πόσες μέρες πήρατε μετρήσεις, διότι μπορεί κάποιες μέρες να μην έχετε πάρει μέτρηση (πχ Σαββατοκύριακο), οπότε θα διαιρέσετε με τον αντίστοιχο αριθμό, πχ με το 21.

Μπορείτε να συγκρίνετε την τιμή που βρήκατε με την αντίστοιχη τιμή του Μαρτίου του 2018 από τον παρακάτω πίνακα;

Τον Μάρτιο του 2018 η μέση μηνιαία θερμοκρασία ήταν 13.9 οπότε ανάλογα με την τιμή που βρήκατε εσείς λέτε ότι είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη

Παρατηρήστε στον Πίνακα 7 στην επόμενη σελίδα τη μέση μηνιαία τιμή της θερμοκρασίας για τον Μάρτιο του 2013. Τι παρατηρείτε σε σχέση με τον Μάρτιο του 2014;

Ο Μάρτιος του 2013 φαίνεται από τον πίνακα πιο ζεστός από τον Μάρτιο του 2014.

Πίνακας 7:
Ετήσιες
διακυμάνσεις της
μέσης μηνιαίας
θερμοκρασίας
(Πηγή: Climate
EXPLORER
(climexp.knmi.nl))

Έτος	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1989	8.3	10.2	13.4	16.4	18.3	22.7	25.8	25.4	22.6	16.4	13.6	11.1
1990	8.3	11.1	12.4	15.4	19.5	24.1	26.7	25.6	23	19.4	15.7	11.1
1991	9.1	10.1	13	14.1	16.8	23.5	24.9	25	22.3	19	13.7	7.8
1992	9.1	8.1	10.8	14.5	19	23.7	25.3	26.6	21.9	20.2	14.8	9.9
1993	9.4	7.9	10.5	15.1	19.6	25	25.8	26.3	22.7	19.4	14	12.1
1994	11.4	10.7	12.6	15.6	20.5	23.6	26	27.2	24.6	20.3	14	10.4
1995	10.1	11.8	11.3	13.8	18.8	25.3	26.8	25.9	22.9	17.8	12.2	12.2
1996	9.9	10	10.4	13.7	20.6	24.4	25.9	26.2	21.4	16.7	13.9	11.7
1997	10.5	10.2	11.3	12.4	20.1	24.6	26.4	24.7	22.2	18.1	14.8	11.2
1998	10.5	11.6	10.1	15.6	19.2	24.5	27.3	27.7	23	19.3	14.3	9.9
1999	9.8	9.2	12	15.2	20.6	25.2	26.5	26.8	23	20.8	15.3	12.3
2000	7.8	10	11.7	16.1	20.8	25.3	27.4	26.1	23	18.4	15.7	11.7
2001	11.5	10.5	14.5	15.2	19.7	24.1	27.4	26.8	23	20	14	9.6
2002	9.4	12.1	12.9	15	20.4	24.9	27.6	26.2	22	18.6	15.2	11
2003	11.9	7.7	10.5	14.3	21.1	25.7	27.7	27.7	24.4	19.4	15	11
2004	8.5	10.2	12.6	15.5	18.9	24.1	27	26.5	23	20.1	14.2	12.3
2005	9.9	8.7	12.4	14.7	20.1	23.6	27	26.3	23.2	18.1	13.7	11
2006	8.4	10.5	12.2	16	20.6	23.9	28.3	27	23	18.7	12.6	11
2007	11	10.6	13.2	16.3	20.6	25.9	28.3	27.5	22.7	19	13.9	9.7
2008	9.8	10.2	13.5	15.5	20.2	25.9	27.6	27.3	22.5	18.3	15.1	11.2
2009	11.3	9.3	11.4	15.9	20.6	25.2	27.5	26.9	22.9	18.3	14.1	12.8
2010	10.4	11.3	13	16.6	20.3	24.2	27.3	28.2	23.4	18.7	16.8	12.4
2011	9.8	10.8	11.9	15	19.2	24.5	27.5	27.2	24.5	16.8	12.4	11.3
2012	7.3	9	12.4	15.8	20.1	26	29.1	28.3	24	20.8	16.6	10.6
2013	10.3	11.2	13.4	16.7	21.3	24.4	27	27.7	24	18.5	15.3	10.6
2014	11.5	11.8	12.8	15.5	19.7	24.3	26.5	27.4	23.8	18.2	14.9	11.8
2015	10	9.6	12.6	15.5	20.4	23.5	27.5	26.5	24.4	20	15.5	10.4
2016	10.6	13.3	12.9	17.5	19.4	25.4	27.6	27	23	19.6		8.9
2017	8.1	11.4	13.2	15.5	20.3	25.6	27.2	27.1	23.4	18.2	14	10.5
2018	10.5	11.3	13.9	18.1	21.8	24.7	27.4	27.2	24.6	19.6	15.3	10.6
M.T.	9.8	10.3	12.3	15.4	20.0	24.6	27.0	26.7	23.1	18.9	14.5	10.9

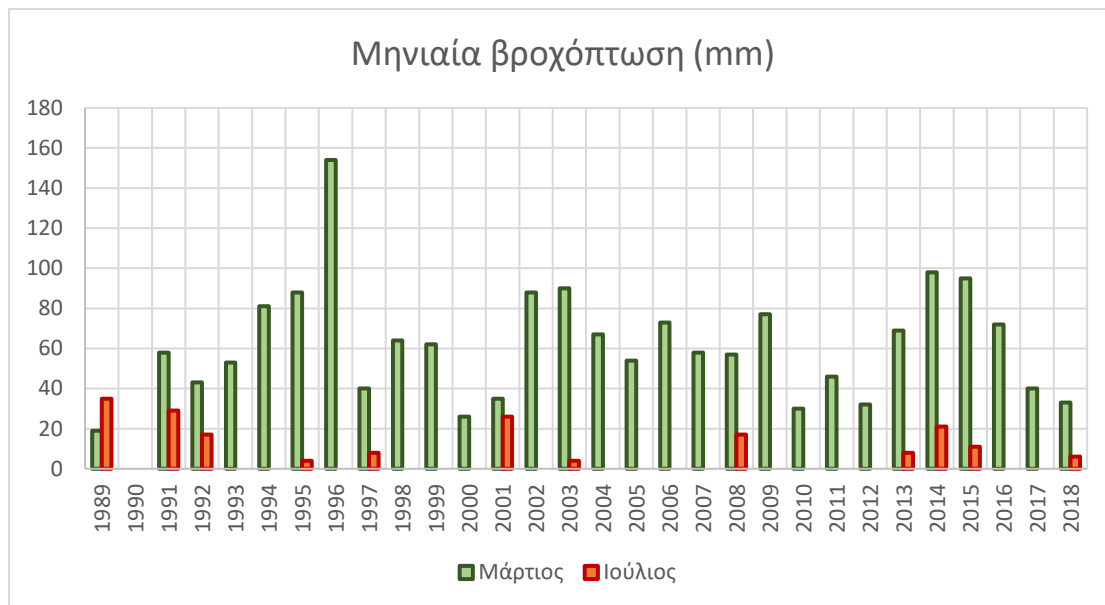
Κάποιος φίλος σας ισχυρίζεται ότι αφού τον Μάρτιο του 2013 η μέση τιμή της θερμοκρασίας ήταν μεγαλύτερη από τον Μάρτιο του 2014, τότε μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι η θερμοκρασία στη Μεσσήνη «πέφτει». Συμφωνείτε; Γιατί;

Παρατηρούμε ότι τον Μάρτιο του 2013 η μέση μηνιαία θερμοκρασία ήταν υψηλότερη από τη μέση μηνιαία θερμοκρασία του Μαρτίου του 2014. Ένα τέτοιο στοιχείο δεν μπορεί να θεωρηθεί ούτε καν «ένδειξη» για μόνιμη αλλαγή κλίματος στη συγκεκριμένη περιοχή, αφού μιλάμε για ένα πολύ σύντομο χρονικό διάστημα.

Θα μπορούσατε να προβλέψετε τη μέση θερμοκρασία του Μαρτίου για το 2024;

Παρόλο που στο σχήμα 2 φαίνεται μια ανοδική τάση της θερμοκρασίας, κατά τον μήνα Μάρτιο στη συγκεκριμένη περιοχή, δεν μπορούμε να προβλέψουμε τη μέση θερμοκρασία για το Μάρτιο του 2024. Όπως φαίνεται και από το σχήμα 2, παρόλη την ανοδική τάση υπάρχουν διακυμάνσεις, δηλαδή μήνες με μικρότερη και άλλοι με υψηλότερη θερμοκρασία. Αυτό πρακτικά σημαίνει, ότι η μέση μηνιαία θερμοκρασία τον Μάρτιο του 2024 θα μπορούσε να είναι είτε υψηλότερη, είτε χαμηλότερη από τον Μάρτιο του 2023, αν και η τάση σε βάθος χρόνου φαίνεται να είναι ανοδική.

Στο σχήμα 3 βλέπετε τις ετήσιες διακυμάνσεις του ύψους βροχής για τους μήνες Μάρτιο και Ιούλιο για την περίοδο 1989-2018.



Σχήμα 3: Ετήσιες διακυμάνσεις του ύψους βροχής για τους μήνες Μάρτιο και Ιούλιο για την περίοδο 1989-2018 (Πηγή: Climate EXPLORER (climexp.knmi.nl))

Ποιας χρονιάς ο Μάρτιος είχε το μεγαλύτερο ύψος βροχής;

Το 1996

Ποιας χρονιάς ο Μάρτιος είχε το μικρότερο ύψος βροχής;

Το 1989

Από τον Πίνακα 5 (ψηφιακός σταθμός) υπολογίστε το ύψος βροχής για τον μήνα Μάρτιο 2023 και συγκρίνετε το αποτέλεσμα με τον ίδιο μήνα σε διαφορετικά έτη (από τον Πίνακα 8 στην επόμενη σελίδα). Τι παρατηρείτε; Μπορείτε να βγάλετε κάποιο συμπέρασμα περί συνεχούς αύξησης ή μείωσης των βροχοπτώσεων;

Για παράδειγμα, έστω ότι το 2023 είχαμε το Μάρτιο μηνιαίο ύψος βροχής 35,2mm. Αν συγκρίνουμε την τιμή αυτή με το έτος 1998 (64mm) φαίνεται φέτος να είχαμε λιγότερα γεγονότα βροχής από το 1998. Αν το συγκρίνουμε με το έτος 1990 (0mm) φαίνεται να είχαμε φέτος περισσότερα γεγονότα βροχής.

Πίνακας 8: Ετήσιες διακυμάνσεις του μηνιαίου ύψους βροχής (Πηγή: Climate EXPLORER (climexp.knmi.nl))

Έτος	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1989	4	22	19	52	88	4	35	4	45	29	50	35
1990	12	89	0	73	7	0	0	5	26	74	142	426
1991	24	54	58	85	66	0	29	28	0	110	146	57
1992	35	17	43	61	29	6	17	7	25	31	48	86
1993	26	131	53	31	27	11	0	15	26	7	225	97
1994		122	81	55	18	0		2	0	38	50	151
1995	221	35	88	10	8	2	4	42	28	1	130	95
1996	140	143	154	36	12	49	0	12	82	121	84	222
1997	50	42	40	110	6	0	8	10	11	52		276
1998	68	51	64	24	35		0	3	25	62	180	145
1999	71	134	62	53	8			0	106	5	205	161
2000	37	143	26	18	28	6	0	3	1	98	109	
2001	143	99	35	105	26		26		26	7	201	140
2002	90	7	88	38	14	0		27	67	115	149	290
2003	177	110	90	58	24	14	4	14	53	76	58	195
2004	162	27	67	47	16	10		12	82	26	107	180
2005	97	135	54	15	27	10	0	0	43	32	288	93
2006	102	120	73	32	9	35		2	121	128	72	35
2007	8	113	58	23	66	20	0	0	27	139	133	84
2008	54	5	57	64	20		17	2	80	32	166	149
2009	256	78	77	61	28	4	0	36	174	161	120	121
2010	106	97	30	10	31	27	0	0	24	136	66	57
2011	188	104	46	50	44	5	0	1	69	124		176
2012	73	203	32	70	14	0	0	36	82	22	84	122
2013	178	108	69	10	24	4	8	5	22	44	360	112
2014	169	65	98	32	2	21	21	1	11	156	59	214
2015	139	120	95	4	17	79	11	52	38	84	118	41
2016	102	21	72	6	34			17	158	77		9
2017	175	37	40	9	26	6		2	7	47	167	109
2018	86	162	33	5	42	80	6	12	61			
M.T.	103	86	60	42	27	16	8	12	51	70	135	139

Ωστόσο, οι ειδικοί επιστήμονες μιλούν για ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως μεγάλες πλημμύρες ή μεγάλες περιόδους ξηρασίας. Θα μπορούσε το παραπάνω διάγραμμα να «κρύβει» επεισόδια πλημμύρας; Τι θα θέλατε να γνωρίζετε για να τα διακρίνετε;

Το παραπάνω διάγραμμα θα μπορούσε να «κρύβει» επεισόδια πλημμύρας ακόμη και «πίσω» από σχετικά μικρά μηνιαία ύψη βροχής. Κι αυτό διότι το διάγραμμα δεν μας δίνει την πληροφορία «σε πόσες ώρες/μέρες» προέκυψε το αναγραφόμενο ύψος βροχής. Για παράδειγμα, αν 70mm βροχής προέκυψαν μέσα σε λίγες ώρες, τότε αυτό σημαίνει πιθανό επεισόδιο πλημμύρας, ενώ αν προέκυψαν στη διάρκεια 5 διαφορετικών βροχοπτώσεων μέσα στον ίδιο μήνα, δεν έχουν χαρακτηριστικά ακραίου φαινομένου. Με το διάγραμμα μπορεί να γίνει μια συζήτηση με τους μαθητές να «μάθουν» να κοιτούν όχι μόνο τον πίνακα αλλά και τη λεζάντα του πίνακα, η οποία είναι απαραίτητη για να ερμηνεύσουμε τα δεδομένα.

Επομένως, τι προσφέρουν οι μεγάλες χρονοσειρές δεδομένων (πχ 20 ή 30 χρόνια) για τιμές θερμοκρασίας, ύψους βροχής, κλπ για ένα συγκεκριμένο μήνα, πχ Μάρτιο, σε σχέση με τις χρονοσειρές που λαμβάνουν οι ειδικοί καθημερινά (κάθε ώρα) για τις ίδιες μετεωρολογικές παραμέτρους;

Οι μεγάλες χρονοσειρές δεδομένων θερμοκρασίας προσφέρουν τη δυνατότητα μελέτης τάσεων (αυξητικών ή μειούμενων) η οποία όμως για να έχει νόημα θα πρέπει να προκύπτει από μεγάλο πλήθος τιμών, απλωμένες σε ένα μεγάλο χρονικό διάστημα (πχ 20, 30, 40 χρόνια). Οι τάσεις αυτές αποτελούν ισχυρές ενδείξεις για τους ειδικούς επιστήμονες ότι το κλίμα αλλάζει. Στην περίπτωση των διαγραμμάτων βροχής, τα διαγράμματα δεν «αποκαλύπτουν» με την ίδια ευκολία τη σχετική πληροφορία. Κι αυτό διότι ενδεχομένως σε μια περιοχή του πλανήτη τα ετήσια ύψη βροχής να είναι σε φυσιολογικά επίπεδα, ωστόσο να έχει συμβεί ένας συγκεκριμένος αριθμός πλημμυρικών γεγονότων μέσα στο έτος, ενώ σε μια άλλη περιοχή του πλανήτη, να συνυπάρχει ξηρασία με έντονα πλημμυρικά φαινόμενα.

Πώς θα απαντούσατε σε ένα φίλο σας: “Ο φετινός χειμώνας είναι ο «ψυχρότερος» όλης της δεκαετίας. Επομένως δεν υπάρχει υπερθέρμανση του πλανήτη”.

Όπως φαίνεται και στο σχήμα 2, υπάρχουν διακυμάνσεις των μηνιαίων θερμοκρασιών από έτος σε έτος. Παρόλο που η γραμμή τάσης φανερώνει μια αυξητική τάση στη διάρκεια των τελευταίων τριάντα χρόνων, φαίνεται ότι καθόλου δεν αποκλείεται ο φετινός χειμώνας να είναι ο ψυχρότερος της δεκαετίας, παρόλα αυτά, να εξισορροπηθεί η θερμοκρασία από υψηλές θερμοκρασίες σε άλλους μήνες εντός του έτους ή και άλλων ετών.

Αντίστοιχα πώς θα απαντούσατε σε μια φίλη σας: “Ακούμε για ακραία καιρικά φαινόμενα, αλλά εδώ στην Αθήνα έχει να βρέξει από πέρσι...».

Το ότι σε ένα τόπο μπορεί να μην υπάρχει αλλαγή στον αριθμό των γεγονότων βροχής, δεν σημαίνει ότι δεν υπάρχουν διαταραχές σε άλλα γεωγραφικά μήκη και πλάτη. Στην Ελλάδα βιώνουμε πλημμύρες και περιόδους ξηρασίας πολύ πιο περιορισμένα από ό,τι σε περιοχές της Ασίας και της Κίνας. Οι κλιματολόγοι εντάσσουν αυτές τις ανωμαλίες στα ύψη βροχής – ακραία καιρικά φαινόμενα - στο γενικότερο πλαίσιο της κλιματικής αλλαγής.

ΠΗΓΕΣ

Meteo.gr

Climate explorer <https://climexp.knmi.nl/start.cgi>

Ζιακόπουλος Δ. (2008). ΚΑΙΡΟΣ (ΠΡΩΤΟΣ ΤΟΜΟΣ) Ο ΓΙΟΣ ΤΗΣ ΓΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ - Η ΓΝΩΣΗ. Ιδιωτική Έκδοση. ISBN: 9789609266710

Ζιακόπουλος Δ. (2009). ΚΑΙΡΟΣ (ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΤΟΜΟΣ) Ο ΓΙΟΣ ΤΗΣ ΓΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ - Η ΠΡΟΓΝΩΣΗ. Ιδιωτική Έκδοση. ISBN: 9789609266727

Κατσαφάδος, Π., & Μαυροματίδης, Η. (2015). Εισαγωγή στη φυσική της ατμόσφαιρας και την κλιματική αλλαγή [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <https://hdl.handle.net/11419/3708>

Donald Ahrens and Robert Henson (2022). Η ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ ΣΗΜΕΡΑ: Εισαγωγή στον Καιρό, το Κλίμα και το Περιβάλλον Επιστημονική Επιμέλεια: Ε.Α. Φλόκα, Χ. Αναγνωστοπούλου, Κ. Τολίκα, Μ. Χατζάκη. ISBN: 978-960-418-933-5. ΕΚΔΟΣΗ: 13η Έκδοση. Κατηγορία: ΥΠΟ ΕΚΔΟΣΗ.

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

ΒΡΕΞΕΙ, ΧΙΟΝΙΣΕΙ



ΓΙΑ ΤΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ
ΚΑΙ ΤΟ ΛΥΚΕΙΟ

ΒΡΕΞΕΙ, ΧΙΟΝΙΣΕΙ!

Δελτίο καιρού!

ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Από την αρχαιότητα ο άνθρωπος προσπαθούσε να προβλέψει το μέλλον του. Μπορεί η προσπάθεια αυτή να είναι άδοξη μέχρι σήμερα, παρόλα αυτά, υπάρχουν τομείς στους οποίους η πρόγνωση είναι δυνατή και ιδιαιτέρως αξιόπιστη. Ένας από αυτούς τους τομείς είναι ο καιρός μιας περιοχής.

Κάθε μέρα στην τηλεόραση υπάρχει το δελτίο πρόγνωσης καιρού. Η πρόγνωση του καιρού, για τους περισσότερους από εμάς, φαντάζει ως χρήσιμη κυρίως για την επιλογή των ρούχων που θα φορέσουμε, αναλόγως αν θα έχει ζέστη ή κρύο, αν θα βρέχει ή όχι. Στην πραγματικότητα όμως ο καιρός επηρεάζει πολύ περισσότερο τη ζωή των ανθρώπων. Τα πλοία χρειάζεται να ξέρουν την ένταση και την διεύθυνση των ανέμων που θα συναντήσουν κατά το ταξίδι τους, οι γεωργοί χρειάζεται να ξέρουν τον καιρό και να προσαρμόσουν ανάλογα τις γεωργικές τους εργασίες, οι



ομάδες της Formula 1 χρειάζεται να ξέρουν τη θερμοκρασία και την πιθανότητα βροχόπτωσης ώστε να χρησιμοποιήσουν τα κατάλληλα ελαστικά στα μονοθέσιά τους.

Στη σημερινή εποχή, έχουμε κατασκευάσει πάρα πολλά μετεωρολογικά όργανα, το κάθε ένα από τα οποία πραγματοποιεί μετρήσεις και συλλέγει δεδομένα για τον καιρό. Τα όργανα αυτά συνδυασμένα μεταξύ τους αποτελούν αυτό που ονομάζουμε μετεωρολογικό σταθμό. Έτσι λοιπόν, συλλέγουμε συνεχώς δεδομένα από μετεωρολογικούς σταθμούς που βρίσκονται στην επιφάνεια της Γης, αλλά και από δορυφόρους. Τα δεδομένα αυτά μοιράζονται μεταξύ των μετεωρολογικών υπηρεσιών και με τον τρόπο αυτό μπορούμε να προβλέψουμε τον καιρό που θα έχουμε στην περιοχή που μας ενδιαφέρει για τις επόμενες ώρες ή μέρες, αφού συνήθως ο καιρός που «έρχεται στην περιοχή μας» είναι ο καιρός που «πέρασε» από μια κοντινή σε εμάς περιοχή λίγες ώρες ή μέρες πριν.

Στην εργασία μας αυτή θα κατασκευάσουμε τον δικό μας μετεωρολογικό σταθμό, ο οποίος θα καταγράφει τα δικά μας δεδομένα καιρού.

Σε αυτή τη φάση γίνεται εισαγωγή των μαθητών στο προς μελέτη θέμα

ΑΡΧΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

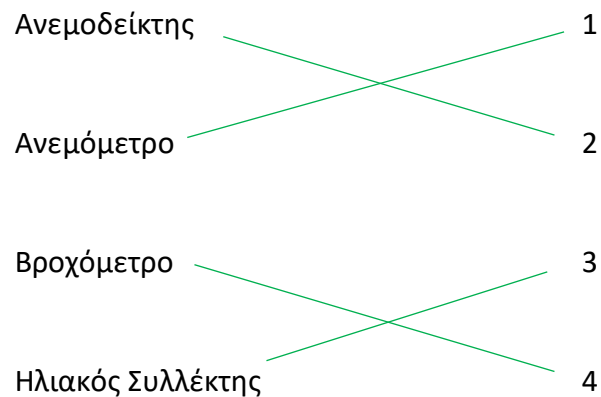
Καταγράψτε στον πίνακα που ακολουθεί, ποιες καιρικές συνθήκες πιστεύετε πως θα έπρεπε να μετρά ένας μετεωρολογικός σταθμός.

Καιρικές Συνθήκες
Βροχή
Άνεμος (διεύθυνση και ταχύτητα)
Θερμοκρασία
Σχετική υγρασία
Βαρομετρική πίεση

Πίνακας 1

ΕΡΕΥΝΑ

Στη διπλανή φωτογραφία φαίνεται ένας πραγματικός μετεωρολογικός σταθμός. Μπορείτε να αντιστοιχήσετε την ονομασία μετεωρολογικού οργάνου με το αριθμημένο όργανο της διπλανής φωτογραφίας;



ΑΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΤΟΥΜΕ

Δείξε μου τον άνεμο...

Για τον μετεωρολογικό μας σταθμό αρχικά θα κατασκευάσουμε έναν ανεμοδείκτη. Ο ανεμοδείκτης είναι ένα όργανο που δείχνει την διεύθυνση από την οποία πνέει ο άνεμος, χάρη στο πτερύγιο που διαθέτει στο πίσω μέρος του.



Αφού παρατηρήσετε τη διπλανή εικόνα, περιγράψτε τον τρόπο λειτουργίας ενός ανεμοδείκτη. Τι θα πρέπει να προσέξουμε κατά την κατασκευή του και τον τρόπο με τον οποίο θα μας δείχνει τη διεύθυνση από την οποία πνέει ο άνεμος;

Ο ανεμοδείκτης αποτελείται από ένα βέλος που αναλόγως της διεύθυνσης του αέρα, περιστρέφεται και δείχνει προς τη διεύθυνση από την οποία φυσά. Στην κατασκευή θα πρέπει να φροντίσουμε ώστε και το δικό μας βέλος να περιστρέφεται εύκολα με τον αέρα.

Ο ανεμοδείκτης είναι ένα όργανο που δείχνει τη διεύθυνση από την οποία πνέει ο άνεμος, χάρη στο πτερύγιο που διαθέτει στο πίσω μέρος του.

Ας περάσουμε στην κατασκευή

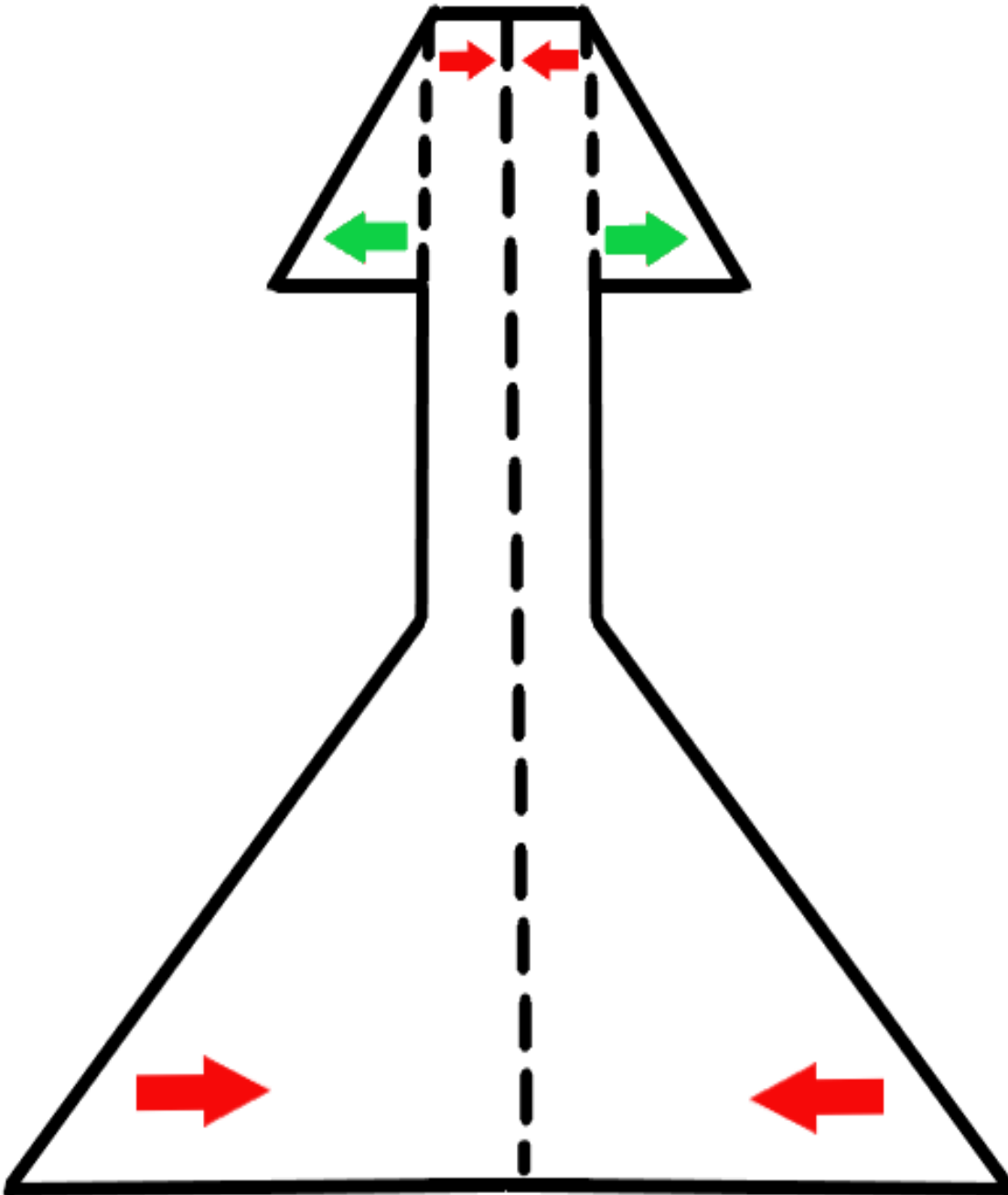
Υλικά: μεγάλο κομμάτι φελιζόλ, ένα ξύλινο σουβλί, ένα πλαστικό καλαμάκι, ψαλίδι, χαρτόνι και σχεδιάγραμμα βέλους, κόλλα, σελοτέιπ, χάρτινο δίσκο, πυξίδα.

- ✓ Παίρνουμε ένα κομμάτι φελιζόλ, ένα ξύλινο σουβλί ψησίματος και ένα πλαστικό καλαμάκι.
- ✓ Κόβουμε το σουβλί στο ίδιο μήκος με το καλαμάκι, προσέχοντας να **μην** κόψουμε την αιχμηρή του άκρη.
- ✓ Κοντά σε μία από τις 4 γωνίες του φελιζόλ καρφώνουμε το σουβλί κατακόρυφα με την αιχμηρή του άκρη προς τα κάτω.
- ✓ Τοποθετούμε το πλαστικό καλαμάκι περιμετρικά από το σουβλί, έτσι ώστε να μπορεί να περιστρέφεται ελεύθερα και το σουβλί να το διατηρεί κατακόρυφο.

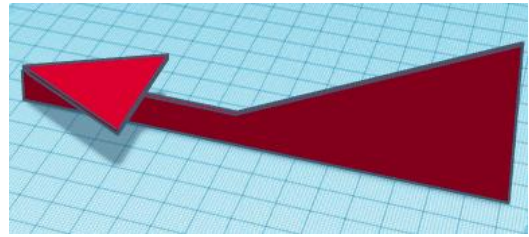
- ✓ Με το ψαλίδι μας κόβουμε την άνω ελεύθερη άκρη από το καλαμάκι σε βάθος περίπου 1cm



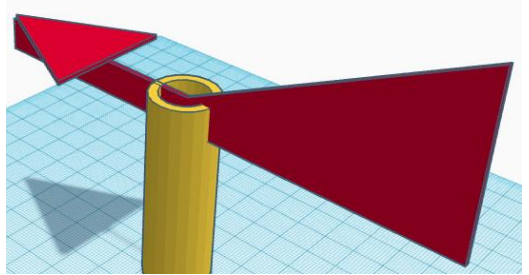
- ✓ Αντιγράφουμε το σχήμα της παρακάτω Εικόνας σε ένα κομμάτι χαρτόνι.



- ✓ Τσακίζουμε το χαρτόνι στις διακεκομμένες γραμμές και εφάπτουμε τις επιφάνειες με τα κόκκινα βέλη, ανοίγοντας όμως τις επιφάνειες με τα πράσινα. (μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε κόλλα ή σελοτέιπ για να συγκρατήσουμε κολλημένες τις επιφάνειες. Η κατασκευή μας πρέπει να έχει τη μορφή στην εικόνα.)



- ✓ Τοποθετούμε σε οριζόντια θέση το βέλος μέσα στη σχισμή που έχουμε κόψει στο καλάμακι. Προσέχουμε ώστε η σχισμή να βρίσκεται περίπου στο κέντρο του βέλους. Τέλος με σελοτέιπ συγκρατούμε το βέλος πάνω στη σχισμή ώστε να είναι σταθερό. Η τελική μορφή θα είναι όπως στη διπλανή εικόνα.



Και πώς θα ξέρω από που φυσά ο άνεμος;

Ο ανεμοδείκτης που κατασκευάσαμε λειτουργεί και δείχνει σε εμάς που τον κοιτάμε τη διεύθυνση από την οποία φυσά ο άνεμος.

Πώς θα περιγράφατε σε κάποιον τη διεύθυνση από την οποία φυσά ο άνεμος;

Θα του έδειχνα με τα χέρια μου από πού φυσά ο άνεμος

Εάν ο συνομηθής σας βρισκόταν μακριά από εσάς, χωρίς να μπορεί να σας δει, πώς θα μπορούσατε να του περιγράψετε τη διεύθυνση; Τι επιπλέον θα χρειαζόσασταν;

Θα έπρεπε να χρησιμοποιήσω τα σημεία του ορίζοντα και για τον λόγο αυτό θα χρειαζόμουν μια πυξίδα.

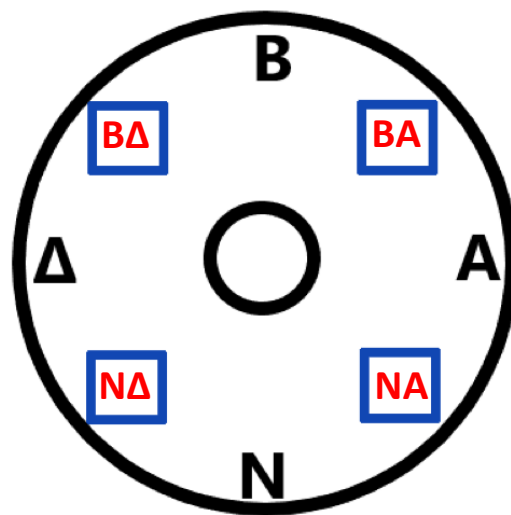
Κατασκευάστε τη δική σας πυξίδα

Κόψτε έναν κυκλικό δίσκο, αφήνοντας στο κέντρο του μία τρύπα μέσα από την οποία να χωρά να περάσει το καλαμάκι άνετα. Σημειώστε πάνω στον δίσκο τα 4 σημεία του οριζοντα Βορράς (B), Νότος (N), Δύση (Δ) και Ανατολή (A).

Για λόγους ευκολίας χρησιμοποιούμε επίσης τα σημεία ΒΑ, ΒΔ, ΝΑ, και ΝΔ.

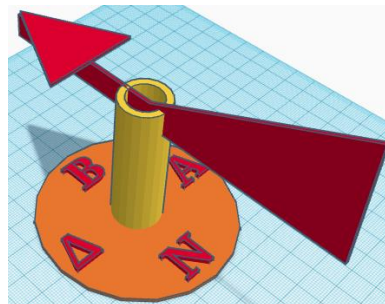
Μπορείτε να μαντέψετε τι σημαίνει το καθένα;

ΒΑ	<i>Βορειοανατολικά</i>
ΒΔ	<i>Βορειοδυτικά</i>
ΝΑ	<i>Νοτιοανατολικά</i>
ΝΔ	<i>Νοτιοδυτικά</i>



Τοποθετήστε το κάθε σημείο στο αντίστοιχο πλαίσιο της «πυξίδας» μας.

Αφού βγάλετε προσωρινά το καλαμάκι με το βέλος από το σουβλί, τοποθετήστε την πυξίδα σας κάτω από τον ανεμοδείκτη και επαναφέρετε τον ανεμοδείκτη στη βάση του. Αφού συμβουλευτείτε μια πραγματική πυξίδα, στρέψτε τη δική σας προς τα αντίστοιχα σημεία του οριζοντα και καρφισώστε τη στο φελιζόλ.



Τώρα ο ανεμοδείκτης σας είναι έτοιμος!

Βροχή από μετρήσεις...

Για τον μετεωρολογικό μας σταθμό στη συνέχεια θα κατασκευάσουμε ένα βροχόμετρο.

Το βροχόμετρο είναι ένα όργανο με το οποίο καταγράφουμε την ποσότητα της βροχόπτωσης σε μία περιοχή.

Αφού παρατηρήσετε τη διπλανή φωτογραφία, περιγράψτε τον τρόπο με τον οποίο πιστεύετε πως καταγράφουμε τη βροχόπτωση σε μια περιοχή.

Έχουμε ένα δοχείο μέσα στο οποίο πέφτει το νερό όταν βρέχει. Αναλόγως του πόσο ψηλά θα φτάσει η στάθμη του νερού, καταλαβαίνουμε πόσο έντονη ήταν η βροχόπτωση και πόσο πολύ ή λίγο νερό έπεσε.



Στον πίνακα που ακολουθεί βλέπουμε τα κλιματικά δεδομένα του μήνα Ιουνίου για την Πελοπόννησο από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ).

Πελοπόννησος	Μέση Θερμοκρασία °C			Υγρασία (%)	Άνεμος		Υετός	
	Μηνιαία	Μέγιστη	Ελάχιστη		Δνση	Ένταση (Kt)	Ύψος (mm)	Ημέρες
Άργος (Πυργέλα)	25.1	31.4	14.0	54.0	N	4.8	8.9	3.0
Άστρος	26.3	30.9	19.9	54.0	BA	3.0	6.2	0.5
Βέλο Κορινθίας	26.1	30.7	16.8	54.0	A	6.9	6.4	2.0
Καλαμάτα	24.3	29.1	16.0	57.7	B	6.3	7.8	3.0
Κύθηρα	23.5	26.4	20.3	57.2	Δ	8.7	1.6	0.9
Τρίπολη	22.2	28.0	12.0	47.4	B	4.9	23.3	5.7

Υετός ονομάζεται κάθε πτώση στο έδαφος προϊόντων του ύδατος (σε υγρή ή στερεά μορφή) τα οποία προέρχονται από συμπύκνωση των υδρατμών της ατμόσφαιρας. Κυριότερες μορφές του υετού είναι η βροχή, το χιονόνερο, το χαλάζι, το χιόνι κ.α.

Παρατηρώντας τον προηγούμενο πίνακα, μπορείτε να εντοπίσετε την πόλη της Πελοποννήσου στην οποία είχαμε τη μεγαλύτερη βροχόπτωση συνολικά κατά τον μήνα Ιούνιο;

Η πόλη είναι η Τρίπολη

Σε τι μονάδα μετράμε τη βροχόπτωση σύμφωνα με τον πίνακα;

Σε mm, δηλαδή σε χιλιοστόμετρα.

Μπορείτε να υποθέσετε τον λόγο για τον οποίο μετράμε τη βροχόπτωση χρησιμοποιώντας αυτή τη μονάδα;

Επειδή μετράμε το ύψος της στάθμης του νερού της βροχής που συγκεντρώνεται μέσα στο βροχόμετρο. Εφόσον μετράμε μήκος, θα χρησιμοποιούσαμε ως μονάδα μέτρησης κάποιο πολλαπλάσιο ή υποπολλαπλάσιο του μέτρου.

Υλικά

Ογκομετρικός κύλινδρος, χωνί.

Για ποιο λόγο πιστεύετε ότι είναι καλύτερο να χρησιμοποιήσουμε το χωνί για να συλλέξουμε το νερό της βροχής αντί να αφήσουμε σκέτο τον ογκομετρικό κύλινδρο;

Επειδή αν τοποθετήσουμε το χωνί θα καταφέρουμε να συλλέξουμε περισσότερο νερό μέσα στον κύλινδρο, άρα θα μπορούμε να μετράμε τις βροχοπτώσεις με μεγαλύτερη ακρίβεια.



Εάν τοποθετούσαμε στην ίδια τοποθεσία έναν σκέτο ογκομετρικό κύλινδρο και έναν ογκομετρικό κύλινδρο στο οποίο το χείλος έχουμε προσαρμόσει ένα χωνί, ποιος από τους δύο πιστεύετε θα συγκεντρώνει περισσότερο νερό κατά τη διάρκεια μιας βροχής;

Ο κύλινδρος που θα είχε το χωνί επάνω του.

Ποιο είναι το χαρακτηριστικό του χωνιού που επηρεάζει την εισροή του νερού στον κύλινδρο;

Η μεγάλη άνω κυκλική επιφάνεια που έχει και το σχήμα του που οδηγεί το νερό εντός κυλίνδρου.

Εάν στη θέση του χωνιού που χρησιμοποιήσαμε, τοποθετούσαμε ένα άλλο χωνί, μεγαλύτερης επιφάνειας κυκλικού δίσκου, μετά από μία βροχή, στον κύλινδρο θα συγκεντρωνόταν λιγότερο νερό, περισσότερο ή το ίδιο;

Θα συγκεντρωνόταν περισσότερο νερό.

Όπως παρατηρήσαμε και εμείς, η ποσότητα του νερού που συλλέγεται στον ογκομετρικό μας κύλινδρο, εξαρτάται από την επιφάνεια του κυκλικού δίσκου μέσα από την οποία πρέπει να ρέει το νερό για να καταλήξει στον κύλινδρο. Για την ακρίβεια, όσο μεγαλύτερο το **εμβαδόν** του κυκλικού δίσκου, τόσο μεγαλύτερος ο **όγκος του νερού που συλλέγεται**. Και επειδή σε μία βροχή, όλα τα βροχόμετρα, ανεξαρτήτως επιφάνειας κυκλικού δίσκου, θα πρέπει να δείχνουν το ίδιο αποτέλεσμα, οι επιστήμονες οδηγήθηκαν στην απλή λύση, να διαιρέσουν τον όγκο του νερού που συλλέγεται με το εμβαδόν του κυκλικού δίσκου.

Μπορείτε τώρα να εξηγήσετε τον λόγο για τον οποίο μετράμε τη βροχόπτωση χρησιμοποιώντας ως μονάδα μέτρησης τα mm;

Διαιρούμε τον όγκο του νερού με το εμβαδόν της επιφάνειας. Άρα διαιρούνται και οι μονάδες μέτρησης. Αν διαιρέσουμε τα mm^3 με τα mm^2 προκύπτει ως μονάδα το mm.

Μετρήστε με ακρίβεια χιλιοστόμετρου τη διάμετρο του κυκλικού δίσκου της μεγάλης επιφάνειας του χωνιού, μέσα στην οποία όταν πέσει σταγόνα βροχής, θα καταλήξει στον ογκομετρικό κύλινδρο.

Διάμετρος Χωνιού (δ) = _____ cm

Ακτίνα Χωνιού (ρ) = Διάμετρος Χωνιού : 2 = _____ cm

Εμβαδόν Χωνιού $E = \pi \times \rho^2 =$ _____ cm^2

Από εδώ και στο εξής γνωρίζετε το εμβαδόν του κυκλικού δίσκου του χωνιού σας.

Ο ογκομετρικός σας κύλινδρος, μετρά τον όγκο των υγρών σε ml δηλαδή σε cm^3 .

Μονάδα Μέτρησης Όγκου: m^3 / cm^3 (ml) / mm^3

Μονάδα Μέτρησης Εμβαδού: m^2 / cm^2 / mm^2

Ύψος Βροχόπτωσης = $\frac{\text{Όγκος}}{\text{Εμβαδόν}} = m$ / cm / mm

Όταν διαιρέσετε τον όγκο του νερού του κυλίνδρου με την επιφάνεια του χωνιού, τι μονάδα μέτρησης θα έχει το αποτέλεσμα που θα βρείτε;

$ml/cm^2 = cm^3/cm^2 = cm$

Τι πράξη θα πρέπει να κάνετε για να το μετατρέψετε σε mm;

Πολλαπλασιασμό επί 10.

Αφού τοποθετήσετε (και κολλήσετε) και το βροχόμετρο πάνω στο φελιζόλ, προσέχοντας να μην εμποδίζει την ελεύθερη κίνηση του ανεμοδείκτη...

Τώρα και το βροχόμετρό σας είναι έτοιμο!

Ήλιος εντός, ήλιος εκτός, ήλιος κι επί τ' αυτά

Αφού πλέον έχουμε φτιάξει όργανα μέτρησης της διεύθυνσης του ανέμου και της βροχόπτωσης, αυτό που μας έχει απομείνει είναι η μέτρηση της θερμοκρασίας.

Με ποιο όργανο πιστεύετε μετρούν οι διπαιστευμένοι μετεωρολογικοί σταθμοί τη θερμοκρασία διάφορων πόλεων, όπως στον πίνακα που είδαμε προηγουμένως;

Με θερμόμετρο.

Ποια όμως είναι αυτή η θερμοκρασία που μετρούν; Υπάρχει μόνο μία θερμοκρασία;

Η θερμοκρασία που μετρούν είναι υπό σκιά, και συνήθως σε ύψος 1,5 -2 μέτρα από το έδαφος.

ΑΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΤΟΥΜΕ

Υλικά: Χαρτόνι, δύο θερμόμετρα, πινέζες.

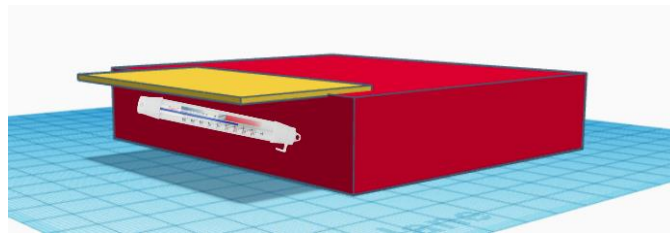
Τοποθετήστε ένα θερμόμετρο σε μια περιοχή στην οποία προσπίπτει απευθείας ηλιακό φως και ένα άλλο θερμόμετρο σε ένα σημείο με σκιά. Μετά από λίγο συγκρίνετε τις θερμοκρασίες τους. Υπάρχει κάποια διαφορά στις δύο θερμοκρασίες;

Υπάρχει μια σημαντική διαφορά. Η θερμοκρασία που δείχνει το θερμόμετρο που είναι άμεσα εκτεθειμένο στο ηλιακό φως είναι πολύ υψηλότερη.

Ποιο από τα δύο θερμόμετρα πιστεύετε ότι μετρά τη θερμοκρασία του αέρα και μας δίνει τη σωστή εικόνα της ζέστης ή του ψύχους που επικρατεί στην ατμόσφαιρα και γιατί;

Το θερμόμετρο που βρισκόταν σε σκιά, καθώς δεν επηρεαζόταν από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία, αλλά μετρούσε τη θερμοκρασία του αέρα ή θερμοκρασία περιβάλλοντος όπως συνηθίζεται να λέγεται.

Προσθέστε στον μετεωρολογικό σας σταθμό ένα θερμόμετρο, αλλά φροντίστε να βρίσκεται υπό σκιά, χωρίς όμως να εγκλωβίζετε τον αέρα που περιβάλλει το θερμόμετρο. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε ένα αδιαφανές υλικό όπως το χαρτόνι, ώστε να δημιουργήσετε στο φελιζόλ ένα είδος στεγάστρου, κάτω από το οποίο θα τοποθετήσετε το θερμόμετρο.



Αφού προσθέσατε και το θερμόμετρο...

τώρα ολόκληρος ο μετεωρολογικός σας σταθμός είναι έτοιμος!

Εχθρός του καλού, το καλύτερο...

Για καλύτερη ακρίβεια στις μετρήσεις, αλλά και για εύρεση πιθανών σφαλμάτων, έχουμε **έναν ψηφιακό μετεωρολογικό σταθμό** τον οποίο μπορούμε να συμβουλευτούμε.

Τοποθετήστε τον αυτοσχέδιο μετεωρολογικό σας σταθμό και τον αντίστοιχο ψηφιακό σε μία ανοικτή περιοχή χωρίς ψηλά κτήρια ή δέντρα τριγύρω.

Μετά από λίγο αρχίστε να συγκρίνετε τις μετρήσεις διεύθυνσης του αέρα και θερμοκρασίας.



Σε περίπτωση που ο ανεμοδείκτης σας δείχνει προς διαφορετική διεύθυνση από την αντίστοιχη που εμφανίζει ο μετεωρολογικός σταθμός, τι πιστεύετε πως μπορεί να φταίει και τι θα κάνετε για να διορθώσετε το σφάλμα;

Μία πιθανή αιτία σχετίζεται με αστοχίες στη κατασκευή του αυτοσχέδιου οργάνου, δηλαδή, ενδεχομένως ο ανεμοδείκτης να «κολλάει» και να μην εκτρέπεται στη σωστή κατεύθυνση. Μια δεύτερη πιθανή αιτία είναι να μην είναι σωστά τοποθετημένα τα σημεία του ορίζοντα, με αποτέλεσμα οι ενδείξεις να έχουν σφάλμα. Επιπλέον, μπορεί για λόγους «τοπικών συνθηκών» η κατεύθυνση του ανέμου όντως να είναι διαφορετική, όπως πχ αν ο ένας ανεμοδείκτης είναι τοποθετημένος «απάνεμα» κι ο άλλος «προσήνεμα».

Γενικά τα πειραματικά σφάλματα της μεθόδου είναι πολύ συνηθισμένα και τα συζητάμε με τους μαθητές ως κάτι φυσιολογικό στην επιστημονική μέθοδο. Είναι δουλειά των επιστημόνων να αναζητούν τις αιτίες τους και να τα μειώνουν κατά το δυνατό

Σε περίπτωση που η θερμοκρασία του θερμομέτρου σας είναι διαφορετική από την αντίστοιχη που εμφανίζει ο μετεωρολογικός σταθμός, τι πιστεύετε πως μπορεί να φταίει και τι θα κάνετε για να διορθώσετε το σφάλμα;

Το θερμόμετρο του ψηφιακού σταθμού είναι σίγουρα πιο αξιόπιστο, μιας και το αναλογικό θερμόμετρο είναι ένα απλό θερμόμετρο ευρείας χρήσης. Επιπλέον όμως η διαφορά στις ενδείξεις μπορεί να οφείλεται στη διαφορετική θέση στην οποία είναι τοποθετημένα τα δύο όργανα. Για παράδειγμα, μπορεί κάποιο από τα δύο να είναι τοποθετημένο στον ήλιο, ενώ το άλλο στη σκιά (όπως πρέπει). Τέλος, θα μπορούσε το ένα θερμόμετρο να είναι σε μεγαλύτερο ύψος από το άλλο.

Σε περίπτωση που βρέχει και το ύψος της βροχής (σε mm) που υπολογίζετε μέσω πράξεων διαφέρει αρκετά από το αντίστοιχο ύψος που εμφανίζει ο ψηφιακός μετεωρολογικός σταθμός, τι πιστεύετε πως μπορεί να φταίει και τι θα κάνετε για να διορθώσετε το σφάλμα;

Λάθος μέτρηση της διαμέτρου του χωνιού, λάθος μέτρηση του όγκου του νερού εντός του ογκομετρικού σωλήνα και μικρό ποσοστό εξάτμισης. Θα ξαναμετρούσα πιο προσεκτικά τα δύο μεγέθη, τη διάμετρο και τον όγκο του νερού και για την εξάτμιση θα τοποθετούσα ένα μπαλάκι του πινγκ πονγκ στο χωνί, ώστε να επιτρέπει τη διέλευση του νερού αλλά να εμποδίζει την εξάτμισή του.

ΑΣ ΚΑΤΑΓΡΑΨΟΥΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΑΣ

Γινόμαστε οι μετεωρολόγοι της περιοχής μας...

Τώρα που έχουμε τον δικό μας μετεωρολογικό σταθμό, ήρθε η στιγμή να εργαστούμε ως πραγματικοί μετεωρολόγοι. Θα μετρήσουμε τις καιρικές συνθήκες, θα καταγράψουμε τις μετρήσεις μας και θα συγκρίνουμε τα δεδομένα μας με αυτά κάποιου επίσημου φορέα, όπως το meteo.gr που υποστηρίζεται από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών.



Παρακάτω δίνονται τρεις πίνακες: Ο Πίνακας 4 θα συμπληρωθεί από μετρήσεις του αυτοσχέδιου μετεωρολογικού σταθμού, ο Πίνακας 5 με μετρήσεις από τον ψηφιακό σταθμό και ο Πίνακας 6 με τις μετρήσεις του meteo.gr για τις αντίστοιχες μέρες. Επισκεφθείτε τη σελίδα www.meteo.gr. Από την κεντρική σελίδα επιλέξτε «Ο ΚΑΙΡΟΣ ΤΩΡΑ» και στη συνέχεια επιλέξτε «ΣΤΑΘΜΟΙ ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗ Στη συνέχεια επιλέξτε «ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ». Στον πίνακα που προβάλλεται παρατηρήστε το σταθμό που λέγεται «ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ».

Οι τιμές που διαβάζετε στο meteo.gr είναι πραγματικές μετρήσεις και αναφέρονται σε σχεδόν πραγματικό χρόνο. Για παράδειγμα, μια μέτρηση που βλέπετε τώρα, έγινε περίπου πριν από μισή ώρα. Η ακριβής ώρα της μέτρησης φαίνεται ακριβώς δίπλα στην ονομασία της τοποθεσίας του Σταθμού.

Τι διαφορά έχουν οι μετρήσεις αυτές από τις τιμές που βλέπετε σε ένα δελτίο πρόγνωσης καιρού;

Οι μετρήσεις του meteo.gr είναι μετρήσεις από τα αντίστοιχα όργανα, θερμόμετρο, βροχόμετρο και ανεμόμετρο. Είναι δηλαδή ενδείξεις οργάνων. Οι τιμές που βλέπουμε σε ένα δελτίο πρόγνωσης καιρού είναι τιμές που προκύπτουν από μοντέλα πρόγνωσης καιρού. Δηλαδή, όταν το δελτίο περιγράφει ότι αύριο η θερμοκρασία θα είναι από 20-27 °C σημαίνει ότι οι θερμοκρασίες αυτές έχουν υπολογιστεί με κάποια πιθανότητα (πχ 80%).

Κάθε **μεσημέρι**, πηγαίνοντας στο σχολείο, καταγράφουμε τη **διεύθυνση του ανέμου**, τη **θερμοκρασία** και το **ύψος του νερού** μέσα στο βροχόμετρό μας στους πίνακες που ακολουθούν. Προσοχή, η μέτρηση της στάθμης γίνεται σε χιλιοστόμετρα (mm) και μετά τη μέτρηση της στάθμης, αδειάζουμε το βροχόμετρό μας.

Στο **τέλος του μήνα**, καταγράφουμε τον **αριθμό των ημερών βροχής**, τον **μέσο όρο του ύψους της βροχόπτωσης** και τη **μέση ημερήσια θερμοκρασία** για τον μήνα που μελετήσαμε.

Για να υπολογίσουμε τον μέσο όρο εργαζόμαστε ως εξής:

1. Προσθέτουμε όλες τις τιμές των δεδομένων.
2. Διαιρούμε το άθροισμα με το πλήθος των δεδομένων.

Πίνακας 4: Δεδομένα αυτοσχέδιου μετεωρολογικού σταθμού

Μάρτιος	Διεύθυνση Ανέμου	Ύψος Βροχής (mm)	Θερμοκρασία στις 8.00πμ (°C)	Θερμοκρασία στις 2.00μμ (°C)	Μέση ημερήσια θερμοκρασία
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
Μηνιαίο ύψος βροχής:	_____		Μέση τιμή ημερήσιας θερμοκρασίας:		_____
Αριθ. ημερών βροχής:	_____				

Πίνακας 5: Δεδομένα ψηφιακού μετεωρολογικού σταθμού

Μάρτιος	Διεύθυνση Ανέμου	Ύψος Βροχής (mm)	Θερμοκρασία στις 8.00πμ (°C)	Θερμοκρασία στις 2.00μμ (°C)	Μέση ημερήσια θερμοκρασία
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
Μηνιαίο ύψος βροχής:	_____		Μέση τιμή ημερήσιας θερμοκρασίας:		_____
Αριθ. ημερών βροχής:	_____				

Πίνακας 6: Δεδομένα meteo.gr

Μάρτιος	Διεύθυνση Ανέμου	Ύψος Βροχής (mm)	Θερμοκρασία στις 8.00πμ (°C)	Θερμοκρασία στις 2.00μμ (°C)	Μέση ημερήσια θερμοκρασία
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
Μηνιαίο ύψος βροχής:	_____	Μέση τιμή ημερήσιας θερμοκρασίας:			_____
Αριθ. ημερών βροχής:	_____				

Συγκρίνετε τις πρωινές και τις μεσημεριανές τιμές της θερμοκρασίας, με βάση τους δύο δικούς σας μετεωρολογικούς σταθμούς. Τι παρατηρείτε;

Αναμένεται να υπάρχουν διαφορές στις μετρήσεις θερμοκρασίας, ύψους βροχής και διεύθυνσης ανέμου. Οι διαφορές αυτές έχουν συζητηθεί και παραπάνω. Μπορεί να οφείλονται σε συστηματικά και τυχαία σφάλματα μέτρησης των αντίστοιχων τιμών/ενδείξεων, είτε στις έστω και λίγο διαφορετικές συνθήκες που επικρατούν στα σημεία που είναι τοποθετηθεί οι δύο σταθμοί (πχ, έστω και μικρή διαφορά στην ηλιοφάνεια προκαλεί διαφορά στη θερμοκρασία).

Συγκρίνετε τις θερμοκρασίες των ημερών που είχαμε βροχή με τις αντίστοιχες θερμοκρασίες των ημερών που δεν είχαμε βροχή, με βάση τις δικές σας μετρήσεις. Τι παρατηρείτε; Είναι απαραίτητο οι βροχερές μέρες να είναι και οι πιο κρύες;

Λογικά οι μαθητές θα δουν πως δεν υπάρχει κάποια σίγουρη συσχέτιση μεταξύ των ημερών βροχής και των θερμοκρασιών. Δηλαδή δεν είναι απαραίτητο ότι οι βροχερές μέρες είναι και πιο κρύες.

Παρατηρήστε ποια είναι η διεύθυνση του ανέμου τις ημέρες που έχουμε βροχή. Μπορείτε να βγάλετε κάποιο συμπέρασμα; Είναι το συμπέρασμα αυτό ασφαλές και αν όχι, γιατί;

Στα συγκεκριμένα γεωγραφικά πλάτη η βροχή είναι πιθανό να συνδυάζεται με δυτικό και νότιο άνεμο, χωρίς όμως αυτό να είναι απόλυτο.

Συγκρίνετε τα δεδομένα από τον δικό σας ψηφιακό σταθμό με αυτά του meteo. Τι παρατηρείτε; Πού πιστεύετε ότι οφείλονται οι διαφορές;

Ενδεχομένως να υπάρχουν διαφορές μεταξύ των τιμών του meteo.gr και των μετεωρολογικών σταθμών των σχολείων. Οι διαφορές αυτές σχετίζονται πρώτον με τη διαφορετική ακρίβεια των οργάνων μέτρησης (του meteo.gr είναι σαφώς ακριβέστερα) και δεύτερον με τα διαφορετικά σημεία εγκατάστασης των σταθμών. Για παράδειγμα το meteo.gr για τη συγκεκριμένη περιοχή παίρνει μετρήσεις από το σταθμό ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ που σημαίνει ότι οι Άγιοι Ανάργυροι ενδεχομένως να έχουν όντως διαφορές στη θερμοκρασία, στο ύψος βροχής και στη διεύθυνση του ανέμου.

Τώρα που «μπήκαμε στο κλίμα» ας μιλήσουμε για το κλίμα ...

Η μελέτη των μετεωρολογικών παραμέτρων που κάνατε παραπάνω σας έδωσε στοιχεία για τον καιρό στην περιοχή σας. Θα μπορούσατε να ισχυριστείτε ότι από τα στοιχεία αυτά μπορείτε να βγάλετε συμπεράσματα για το κλίμα της περιοχής σας; Γιατί;

Τα παραπάνω στοιχεία αφορούν ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα και δεν μπορούν να αξιοποιηθούν για να βγουν συμπεράσματα για το κλίμα. Οι παρακάτω δραστηριότητες σκοπό έχουν να αναδείξουν τις διαφορές καιρού – κλίματος.

Θα μπορούσατε να γράψετε τις διαφορές καιρού και κλίματος;

Σε αυτό το σημείο οι μαθητές λογικά δε θα μπορούν να διατυπώσουν τις διαφορές ξεκάθαρα. Μπορούμε να αφήσουμε να εκφράσουν τις αρχικές τους απόψεις, κι ας μην είναι πλήρεις ή «σωστές». Ωστόσο με τις δραστηριότητες που ακολουθούν, σταδιακά θα καταλήξουν εδώ:

Καιρός: οι συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, πίεση, διεύθυνση και ταχύτητα ανέμου, ύψος βροχής, κλπ) που επικρατούν σε ένα μέρος μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή

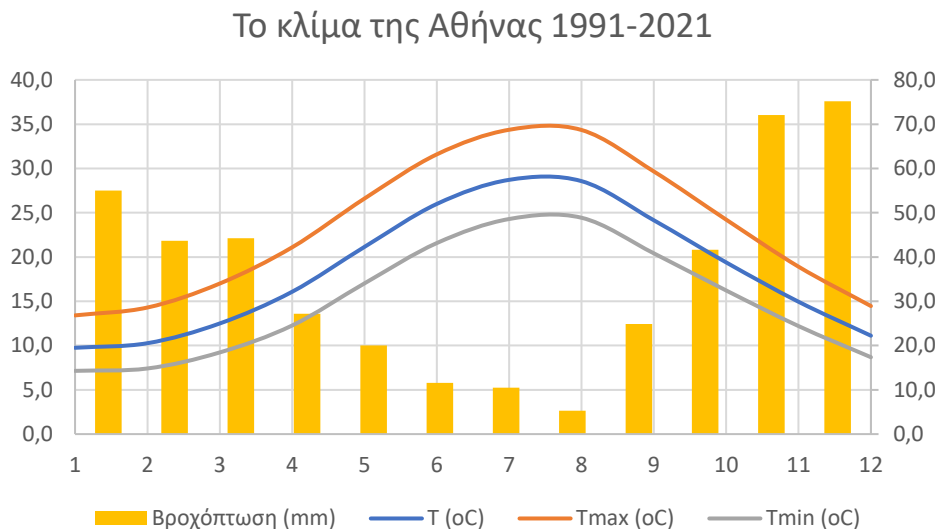
Κλίμα: οι καιρικές συνθήκες που επικρατούν σε έναν τόπο σε κάθε εποχή και επαναλαμβάνονται σχεδόν ίδιες για πολλά χρόνια.

(Σχολικό βιβλίο γεωγραφίας Ε΄ Δημοτικού)

Τι στοιχεία πιστεύετε ότι θα χρειαζόσασταν για να μιλήσετε για το κλίμα της περιοχής σας;

Για να μιλήσουμε για το κλίμα μιας περιοχής θα πρέπει να έχουμε στοιχεία ενός πολύ μεγάλου χρονικού διαστήματος, πάνω από 20 χρόνια.

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η θερμοκρασία ανά μήνα στη περιοχή σας για το χρονικό διάστημα 1991-2021.



Σχήμα 1: Μηνιαία κατανομή της μέσης ημερήσιας, της μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας, καθώς και του ύψους βροχής για την περίοδο 1991-2021 (Πηγή: <https://climpact.gr/main/>)

Ποιος είναι ο πιο «ζεστός» μήνας του έτους στην περιοχή σας;

Από το σχήμα 1 φαίνεται ότι ο πιο ζεστός μήνας στη περιοχή είναι ο Ιούλιος.

Ποιος είναι ο πιο «ψυχρός» μήνας του έτους στην περιοχή σας;

Από το σχήμα 1 φαίνεται ότι ο πιο ψυχρός μήνας στη περιοχή είναι ο Ιανουάριος.

Κατά τη γνώμη σας, θα μπορούσε ο Αύγουστος του 1995 να είναι θερμότερος από τον Ιούλιο του 1995; Φαίνεται κάτι τέτοιο από το παραπάνω διάγραμμα;

Το παραπάνω διάγραμμα έχει φτιαχτεί από τις μέσες ημερήσιες τιμές της θερμοκρασίας κάθε μήνα για όλο το χρονικό διάστημα 1991-2021. Αυτό σημαίνει ότι κάποια χρονιά, θα μπορούσε ο Αύγουστος να είναι θερμότερος του Ιουλίου κι επειδή οι περισσότερες τιμές θερμοκρασίας του Ιουλίου είναι υψηλότερες, αυτό να μη φαίνεται στον μέσο όρο. Δηλαδή, το διάγραμμα αυτό δε μας δείχνει κάθε χρονιά ξεχωριστά, αλλά για μια τριαντακονταετία, τις μέσες ημερήσιες τιμές κάθε μήνα.

Αν κάτι τέτοιο συνέβη εκείνη τη χρονιά «δικαιούμαστε» να μιλήσουμε για κλιματική αλλαγή;

Μια αύξηση ή μείωση της θερμοκρασίας ενός μηνός, ενός έτους, μιας δεκαετίας, πενταετίας, κοκ δεν είναι ικανό δεδομένο για να υποστηρίξουμε αλλαγή στο κλίμα, μιας και η περιγραφή του κλίματος μιας περιοχής προκύπτει από δεδομένα μεγάλων χρονοσειρών (πχ 10 χρόνια κλπ)

Μπορείτε να βγάλετε κάποιο συμπέρασμα για τη θερμοκρασία στην περιοχή σας σε σχέση με τις εποχές;

Τα καλοκαίρια είναι θερμά, με τον Ιούλιο να είναι ο πιο ζεστός μήνας ενώ οι χειμώνες είναι ήπιοι, με τον Ιανουάριο να είναι ο πιο κρύος μήνας.

Ποιος είναι ο μήνας με το μεγαλύτερο ύψος βροχής;

Ο Δεκέμβριος

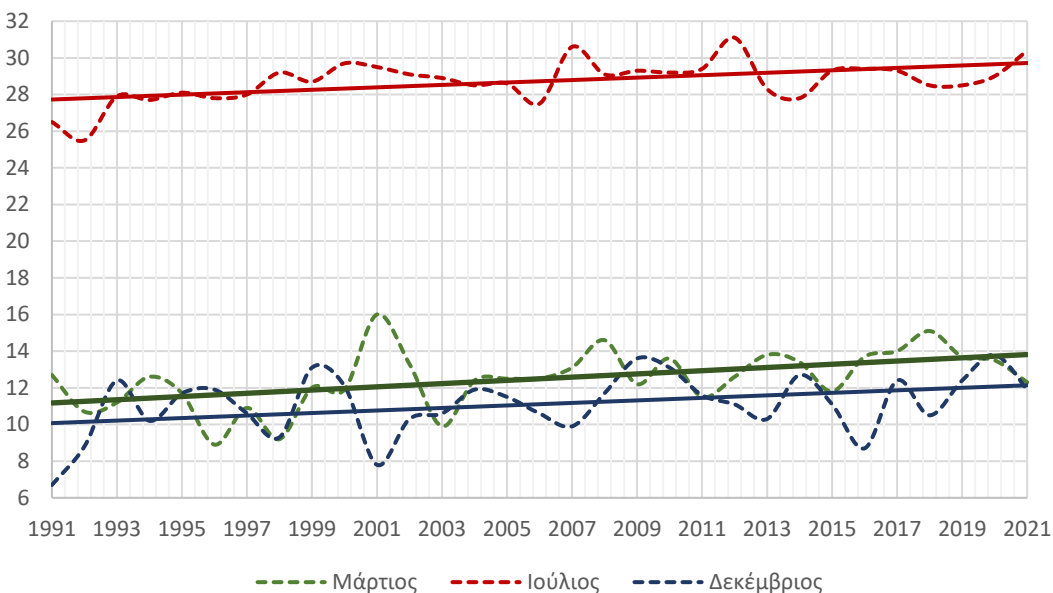
Ποιος είναι ο μήνας με το μικρότερο ύψος βροχής;

Ο Αύγουστος

Μπορείτε να βγάλετε τώρα κάποια συμπεράσματα για το κλίμα της περιοχής σας;

Το συμπέρασμα που προκύπτει από το σχήμα 1 είναι ότι στην Αθήνα έχουμε ζεστά και ξηρά καλοκαίρια και κρύους χειμώνες, σχετικά βροχερούς χειμώνες.

Στο παρακάτω διάγραμμα βλέπετε τις μέσες μηνιαίες τιμές της θερμοκρασίας για τους μήνες Μάρτιο και Ιούλιο για το χρονικό διάστημα 1991-2021



Σχήμα 2: Ετήσιες διακυμάνσεις και τάσεις μεταβολής των ετήσιων μέσων τιμών της μέσης, μέγιστης και ελάχιστης ημερήσιας θερμοκρασίας για το διάστημα 1991-2021 (Πηγή: <https://climpact.gr/main/>).

Μπορείτε να εντοπίσετε τη χρονιά με τον πιο ψυχρό Μάρτη;

Από σχήμα 2 φαίνεται ότι η χρονιά με τον πιο ψυχρό Μάρτη είναι το 1996.

Μπορείτε να εντοπίσετε τη χρονιά με τον πιο ζεστό Μάρτη;

Από το σχήμα 2 φαίνεται ότι η χρονιά με τον πιο θερμό Μάρτη είναι το 2001.

Παρατηρείτε κάποια τάση αύξησης ή μείωσης της θερμοκρασίας του Μαρτίου τα τελευταία 30 χρόνια;

Στο διάγραμμα είναι χαραγμένη η γραμμή τάσης, δηλαδή η καλύτερη δυνατή ευθεία με βάση τις 30 μετρήσεις θερμοκρασίας που έχουμε για τα τελευταία 30 χρόνια. Αυτή η γραμμή τάσης φαίνεται να έχει μια θετική κλίση, που υποδηλώνει αύξηση της θερμοκρασίας στη τριαντακονταετία.

Πιστεύετε ότι είναι τυχαία ή ότι σχετίζεται με τα σενάρια περί κλιματικής αλλαγής – υπερθέρμανσης του πλανήτη;

Το γεγονός ότι η γραμμή τάσης έχει προκύψει από ένα μεγάλο αριθμό μετρήσεων που έγιναν σε ένα μεγάλο χρονικό διάστημα (30 έτη) μας κάνει να μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι πρόκειται για κάποιο στοιχείο αλλαγής κλίματος στη περιοχή.

Παρατηρήστε και τις αντίστοιχες τιμές της θερμοκρασίας του μήνα Ιουλίου για την περιοχή σας. Μπορείτε να εντοπίσετε κάποια τάση αύξησης ή μείωσης της θερμοκρασίας το αντίστοιχο χρονικό διάστημα για τον Ιούλιο;

Στο ίδιο διάγραμμα (Σχήμα 2) μπορούμε να δούμε ότι και τον μήνα Ιούλιο, υπάρχει μια τάση αύξησης της θερμοκρασίας τα τελευταία 30 χρόνια.

Από τον Πίνακα 5 υπολογίστε τη μέση μηνιαία τιμή της θερμοκρασίας για τον μήνα Μάρτιο 2023, σύμφωνα με τις μετρήσεις του ψηφιακού σας σταθμού. Για τον σκοπό αυτό, με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού σας, θα προσθέσετε τις ημερήσιες τιμές της θερμοκρασίας και θα τις διαιρέσετε με το 31 (όσες και οι ημέρες του Μαρτίου)

Μέση μηνιαία θερμοκρασία για τον μήνα Μάρτιο:

Για παράδειγμα $12,8+13,1+11,2+..... =$

Ό,τι βρούμε στη παραπάνω πρόσθεση το διαιρούμε με το 31, όσες και οι ημέρες του Μαρτίου.

Μετρήστε πόσες μέρες πήρατε μετρήσεις, διότι μπορεί κάποιες μέρες να μην έχετε πάρει μέτρηση, οπότε θα διαιρέσετε με τον αντίστοιχο αριθμό, πχ με το 21

Μπορείτε να συγκρίνετε την τιμή που βρήκατε με την αντίστοιχη τιμή του Μαρτίου του 2021 από τον παρακάτω πίνακα;

Τον Μάρτιο του 2021 η μέση μηνιαία θερμοκρασία ήταν 12.3 οπότε ανάλογα με την τιμή που βρήκατε εσείς λέτε ότι είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη

Παρατηρήστε στον Πίνακα 7 στην επόμενη σελίδα τη μέση μηνιαία τιμή της θερμοκρασίας για τον Μάρτιο του 2020. Τι παρατηρείτε σε σχέση με τον Μάρτιο του 2021;

Ο Μάρτιος του 2020 φαίνεται από τον πίνακα πιο ζεστός από το Μάρτιο του 2021.

Πίνακας 7: Ετήσιες διακυμάνσεις της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας (<https://climpact.gr/main/>).

Έτος	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1991	8.4	9.1	12.7	14.5	17.9	25.3	26.5	26.0	22.7	19.1	14.1	6.7
1992	8.3	7.4	10.7	15.6	18.8	24.3	25.5	28.1	22.4	20.8	14.7	8.8
1993	8.9	7.0	11.2	15.6	19.9	25.7	27.9	28.0	23.9	20.8	12.7	12.4
1994	10.8	10.0	12.6	16.7	21.5	24.8	27.7	28.9	26.9	20.7	13.3	10.2
1995	9.8	11.7	11.7	15.1	20.4	26.6	28.1	26.7	23.9	17.2	12.2	11.7
1996	8.6	9.3	8.9	14.2	22.0	25.8	27.8	27.4	22.9	16.7	15.1	11.9
1997	10.5	9.8	10.9	12.3	21.6	25.7	28.0	25.8	21.9	17.2	14.4	10.6
1998	10.0	11.2	9.2	16.3	19.8	26.1	29.2	29.1	23.4	19.8	14.8	9.3
1999	9.9	9.6	12.0	16.7	21.7	27.2	28.7	28.9	24.2	20.8	14.8	13.1
2000	7.1	10.1	11.9	17.5	21.9	26.4	29.7	28.5	24.1	18.5	16.8	12.1
2001	11.2	11.1	16.0	15.9	20.9	25.7	29.5	29.3	25.0	20.5	13.9	7.8
2002	8.3	12.4	13.3	15.3	21.2	26.5	29.1	27.0	22.6	19.3	15.7	10.3
2003	12.0	5.6	9.9	13.8	22.9	27.6	28.9	29.3	23.4	20.5	15.3	10.6
2004	8.4	9.8	12.4	15.6	19.7	25.7	28.5	27.6	23.8	20.6	14.7	11.9
2005	9.6	8.5	12.5	15.5	21.1	25.1	28.6	28.4	23.8	17.8	13.2	11.5
2006	7.1	9.6	12.5	16.7	21.3	25.6	27.5	29.5	23.4	18.7	13.5	10.6
2007	11.9	10.5	13.1	16.5	21.5	27.3	30.6	29.2	23.9	19.6	14.3	9.9
2008	9.2	9.4	14.6	16.8	21.3	27.1	29.1	29.4	23.8	19.3	16.0	11.7
2009	11.3	9.7	12.2	16.2	21.9	26.4	29.3	28.1	22.8	19.5	15.5	13.6
2010	10.5	12.3	13.6	17.4	22.0	25.7	29.2	30.4	24.4	18.4	17.9	13.1
2011	10.2	10.4	11.5	14.9	19.9	25.1	29.4	28.5	26.2	17.0	11.6	11.6
2012	7.3	8.8	12.6	17.3	21.5	28.0	31.1	30.1	25.5	22.1	16.5	11.1
2013	10.6	11.7	13.8	17.8	22.9	25.5	28.3	28.7	24.6	19.0	15.9	10.3
2014	12.4	12.3	13.4	16.3	20.6	25.4	27.8	28.7	24.0	18.9	14.9	12.7
2015	9.9	9.7	11.8	15.5	21.8	24.7	29.3	28.9	25.6	19.2	16.9	11.1
2016	10.8	14.3	13.7	19.2	20.9	27.2	29.4	28.8	24.2	19.7	15.1	8.7
2017	7.6	11.4	14.0	16.8	21.4	26.0	29.3	29.1	24.8	19.1	14.9	12.4
2018	11.0	12.2	15.1	19.5	23.0	25.8	28.5	28.5	24.6	19.3	15.4	10.5
2019	9.2	10.1	13.7	15.4	20.1	27.1	28.5	29.6	25.0	21.5	17.9	12.4
2020	9.5	11.5	13.5	15.5	21.4	24.8	29.0	28.7	26.1	21.0	15.1	13.8
2021	11.9	11.9	12.3	16.0	22.6	25.7	30.4	30.2	24.7	18.3	16.1	11.9
M.T.	9.7	10.3	12.5	16.1	21.1	26.0	28.7	28.6	24.1	19.4	14.9	11.1

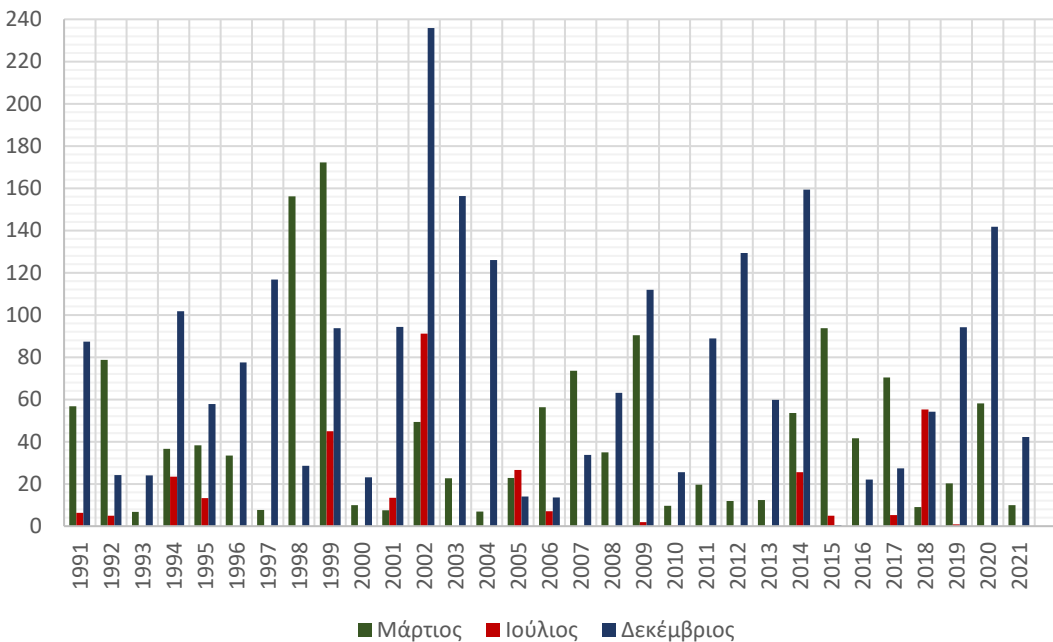
Κάποιος φίλος σας ισχυρίζεται ότι αφού τον Μάρτιο του 2020 η μέση τιμή της θερμοκρασίας ήταν μεγαλύτερη από τον Μάρτιο του 2021, τότε μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι η θερμοκρασία στην περιοχή «πέφτει». Συμφωνείτε; Γιατί;

Παρατηρούμε ότι τον Μάρτιο του 2020 η μέση μηνιαία θερμοκρασία ήταν υψηλότερη από τη μέση μηνιαία θερμοκρασία του Μαρτίου του 2021. Ένα τέτοιο στοιχείο δεν μπορεί να θεωρηθεί ούτε καν «ένδειξη» για μόνιμη αλλαγή κλίματος στη συγκεκριμένη περιοχή, αφού μιλάμε για ένα πολύ σύντομο χρονικό διάστημα.

Θα μπορούσατε να προβλέψετε τη μέση θερμοκρασία του Μαρτίου για το 2024;

Παρόλο που στο σχήμα 2 φαίνεται μια ανοδική τάση της θερμοκρασίας, κατά τον μήνα Μάρτιο στη συγκεκριμένη περιοχή, δεν μπορούμε να προβλέψουμε σε τόσο περιορισμένο χρονικό ορίζοντα, όπως είναι ο Μάρτιος του 2024. Όπως φαίνεται και από το σχήμα 2, παρόλη την ανοδική τάση υπάρχουν διακυμάνσεις, δηλαδή μήνες με μικρότερη και άλλοι με υψηλότερη θερμοκρασία. Αυτό πρακτικά σημαίνει, ότι η μέση μηνιαία θερμοκρασία τον Μάρτιο του 2024 θα μπορούσε να είναι είτε υψηλότερη, είτε χαμηλότερη από το Μάρτιο του 2021, αν και η τάση σε βάθος χρόνου φαίνεται να είναι ανοδική.

Στο σχήμα 3 βλέπετε τις ετήσιες διακυμάνσεις του ύψους βροχής για τους μήνες Μάρτιο, Δεκέμβριο και Ιούλιο για την περίοδο 1991-2021.



Σχήμα 3: Ετήσιες διακυμάνσεις του ύψους βροχής για τους μήνες Μάρτιο, Δεκέμβριο και Ιούλιο για την περίοδο 1991-2021 (Πηγή: <https://climpact.gr/main/>).

Ποιας χρονιάς ο Μάρτιος είχε το μεγαλύτερο ύψος βροχής;

Το 1999.

Ποιας χρονιάς ο Μάρτιος είχε το μικρότερο ύψος βροχής;

Το 1993

Από τον Πίνακα 5 (ψηφιακός σταθμός) υπολογίστε το ύψος βροχής για τον μήνα Μάρτιο 2023 και συγκρίνετε το αποτέλεσμα με τον ίδιο μήνα σε διαφορετικά έτη (από τον Πίνακα 8 στην επόμενη σελίδα). Τι παρατηρείτε; Μπορείτε να βγάλετε κάποιο συμπέρασμα περί συνεχούς αύξησης ή μείωσης των βροχοπτώσεων;

Για παράδειγμα, έστω ότι το 2023 είχαμε το Μάρτιο μηνιαίο ύψος βροχής 35,2mm. Αν συγκρίνουμε την τιμή αυτή με το έτος 1997 (7,7mm) φαίνεται φέτος να είχαμε περισσότερα γεγονότα βροχής από το 1997. Αν το συγκρίνουμε με το έτος 1998 (156,1mm) φαίνεται να είχαμε φέτος λιγότερα γεγονότα βροχής.

Πίνακας 8: Ετήσιες διακυμάνσεις του μηνιαίου ύψους βροχής (<https://climpact.gr/main/>)

Έτος	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1991	44.3	81.4	56.8	89.6	49.9	0.0	6.3	28.0	0.1	40.5	34.5	87.4
1992	2.7	32.7	78.7	31.3	35.8	11.7	4.9	0.0	0.0	31.9	55.2	24.2
1993	15.1	48.2	6.8	38.7	17.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	154.4	24.0
1994	102.0	30.6	36.6	21.5	62.9	21.9	23.5	0.0	0.0	110.3	37.5	101.7
1995	99.6	3.9	38.3	8.8	5.5	0.7	13.3	8.1	5.0	8.1	75.5	57.9
1996	104.3	65.6	33.5	21.4	20.3	0.0	0.0	9.3	22.1	39.9	29.2	77.5
1997	86.2	5.8	7.7	43.4	6.4	4.5	0.0	18.5	0.5	37.3	56.9	116.8
1998	18.4	23.7	156.1	20.2	21.3	0.5	0.0	0.0	5.2	31.5	184.7	28.6
1999	30.0	18.2	172.2	9.1	1.5	0.4	45.0	0.0	10.4	31.7	41.7	93.7
2000	13.2	20.9	9.9	12.0	2.4	16.0	0.0	1.3	0.2	9.2	119.7	23.1
2001	56.1	45.1	7.5	58.9	1.7	0.7	13.5	1.7	0.0	0.4	102.5	94.4
2002	33.5	10.4	49.4	44.4	8.8	0.0	91.2	52.1	218.0	69.0	174.7	235.8
2003	76.7	73.7	22.7	38.8	17.6	0.0	0.0	3.4	20.2	38.8	80.7	156.3
2004	138.4	16.4	6.9	13.4	9.7	0.4	0.0	0.0	0.0	44.4	61.5	126.0
2005	68.0	45.6	22.8	3.7	27.3	4.7	26.6	5.9	57.5	4.4	167.4	14.0
2006	61.3	50.5	56.3	15.8	0.0	8.0	7.0	0.0	68.5	89.0	18.5	13.6
2007	0.9	38.5	73.6	6.6	85.7	10.9	0.0	0.0	0.0	81.6	34.9	33.8
2008	27.5	11.5	35.0	72.9	1.9	6.8	0.0	2.5	41.8	30.3	33.4	63.2
2009	80.3	37.6	90.4	32.4	3.5	0.7	1.9	0.3	80.1	73.6	36.1	111.9
2010	27.9	50.4	9.6	0.2	9.1	12.2	0.3	0.0	37.7	89.5	24.0	25.5
2011	83.5	94.6	19.7	49.7	45.6	31.5	0.0	0.4	3.8	42.1	1.0	88.9
2012	29.6	94.9	11.9	32.2	15.3	0.0	0.0	0.4	8.3	7.7	87.2	129.4
2013	80.5	190.1	12.3	2.0	5.6	9.4	0.0	0.0	0.0	22.8	120.8	59.8
2014	112.8	21.6	53.6	32.2	5.2	19.6	25.6	2.4	12.6	35.6	35.6	159.4
2015	34.1	51.4	93.8	7.4	26.0	12.2	5.0	0.4	60.2	84.0	41.2	0.6
2016	23.2	15.0	41.6	0.0	1.6	19.2	0.0	0.0	6.0	43.0	78.2	22.0
2017	39.8	13.2	70.4	4.2	49.6	57.6	5.2	1.0	23.6	6.2	115.4	27.4
2018	45.4	69.0	9.0	1.4	49.2	62.0	55.2	5.0	79.4	7.2	38.0	54.2
2019	113.8	51.4	20.2	94.2	2.0	2.6	0.8	0.0	7.2	19.6	124.2	94.2
2020	19.2	11.4	58.2	21.2	31.6	22.2	0.0	22.2	3.0	33.2	5.2	141.8
2021	36.0	29.0	10.0	14.8	0.0	23.2	0.0	0.0	0.2	127.6	63.0	42.2
M.T.	55.0	43.6	44.2	27.2	20.0	11.6	10.5	5.3	24.9	41.6	72.0	75.1

Ωστόσο, οι ειδικοί επιστήμονες μιλούν για ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως μεγάλες πλημμύρες ή μεγάλες περιόδους ξηρασίας. Θα μπορούσε το παραπάνω διάγραμμα να «κρύβει» επεισόδια πλημμύρας; Τι θα θέλατε να γνωρίζετε για να τα διακρίνετε;

Το παραπάνω διάγραμμα θα μπορούσε να «κρύβει» επεισόδια πλημμύρας ακόμη και «πίσω» από σχετικά μικρά μηνιαία ύψη βροχής. Κι αυτό διότι το διάγραμμα δε μας δίνει την πληροφορία «σε πόσες ώρες/μέρες» προέκυψε το αναγραφόμενο ύψος βροχής. Για παράδειγμα, αν 70mm βροχής προέκυψαν μέσα σε λίγες ώρες, τότε αυτό σημαίνει επεισόδιο πλημμύρας, ενώ αν προέκυψαν στη διάρκεια 5 διαφορετικών βροχοπτώσεων μέσα στον ίδιο μήνα, δεν έχουν χαρακτηριστικά ακραίου φαινομένου. Με το διάγραμμα μπορεί να γίνει μια συζήτηση με τους μαθητές να «μάθουν» να κοιτούν όχι μόνο τον πίνακα αλλά και τη λεζάντα του πίνακα, η οποία είναι απαραίτητη για να ερμηνεύσουμε τα δεδομένα.

Επομένως, τι προσφέρουν οι μεγάλες χρονοσειρές δεδομένων (πχ 20 ή 30 χρόνια) για τιμές θερμοκρασίας, ύψους βροχής, κλπ για ένα συγκεκριμένο μήνα, πχ Μάρτιο, σε σχέση με τις χρονοσειρές που λαμβάνουν οι ειδικοί καθημερινά (κάθε ώρα) για τις ίδιες μετεωρολογικές παραμέτρους;

Οι μεγάλες χρονοσειρές δεδομένων θερμοκρασίας προσφέρουν τη δυνατότητα μελέτης τάσεων (αυξητικών ή μειούμενων) η οποία όμως για να έχει νόημα θα πρέπει να προκύπτει από μεγάλο πλήθος τιμών, απλωμένες σε ένα μεγάλο χρονικό διάστημα (πχ 20, 30, 40 χρόνια). Οι τάσεις αυτές αποτελούν ισχυρές ενδείξεις για τους ειδικούς επιστήμονες ότι το κλίμα αλλάζει. Στην περίπτωση των διαγραμμάτων βροχής, τα διαγράμματα δεν «αποκαλύπτουν» με την ίδια ευκολία τη σχετική πληροφορία. Κι αυτό διότι ενδεχομένως σε μια περιοχή του πλανήτη τα ετήσια ύψη βροχής να είναι σε φυσιολογικά επίπεδα, ωστόσο να έχει συμβεί ένας συγκεκριμένος αριθμός πλημμυρικών γεγονότων μέσα στο έτος, ενώ σε μια άλλη περιοχή του πλανήτη, να συνυπάρχει ξηρασία με έντονα πλημμυρικά φαινόμενα.

Πώς θα απαντούσατε σε ένα φίλο σας: “Ο φετινός χειμώνας είναι ο «ψυχρότερος» όλης της δεκαετίας. Επομένως δεν υπάρχει υπερθέρμανση του πλανήτη”.

Όπως φαίνεται και στο σχήμα 2, υπάρχουν διακυμάνσεις των μηνιαίων θερμοκρασιών από έτος σε έτος. Παρόλο που η γραμμή τάσης φανερώνει μια αυξητική τάση στη διάρκεια των τελευταίων τριάντα χρόνων, φαίνεται ότι καθόλου δεν αποκλείεται ο φετινός χειμώνας να είναι ο ψυχρότερος της δεκαετίας, παρόλα αυτά, να εξισορροπηθεί η θερμοκρασία από υψηλές θερμοκρασίες σε άλλους μήνες εντός του έτους ή και άλλων ετών.

Αντίστοιχα πώς θα απαντούσατε σε μια φίλη σας: “Ακούμε για ακραία καιρικά φαινόμενα, αλλά εδώ στην Αθήνα έχει να βρέξει από πέρσι...».

Το ότι σε έναν τόπο μπορεί να μην υπάρχει αλλαγή στον αριθμό των γεγονότων βροχής, δε σημαίνει ότι δεν υπάρχουν διαταραχές σε άλλα γεωγραφικά μήκη και πλάτη. Στην Ελλάδα βιώνουμε πλημμύρες και περιόδους ξηρασίας πολύ πιο περιορισμένα από ό,τι σε περιοχές της Ασίας και της Κίνας. Οι κλιματολόγοι εντάσσουν αυτές τις ανωμαλίες στα ύψη βροχής – ακραία καιρικά φαινόμενα - στο γενικότερο πλαίσιο της κλιματικής αλλαγής.

ΠΗΓΕΣ

Meteo.gr

Climate explorer <https://climexp.knmi.nl/start.cgi>

Ζιακόπουλος Δ. (2008). ΚΑΙΡΟΣ (ΠΡΩΤΟΣ ΤΟΜΟΣ) Ο ΓΙΟΣ ΤΗΣ ΓΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ - Η ΓΝΩΣΗ. Ιδιωτική Έκδοση. ISBN: 9789609266710

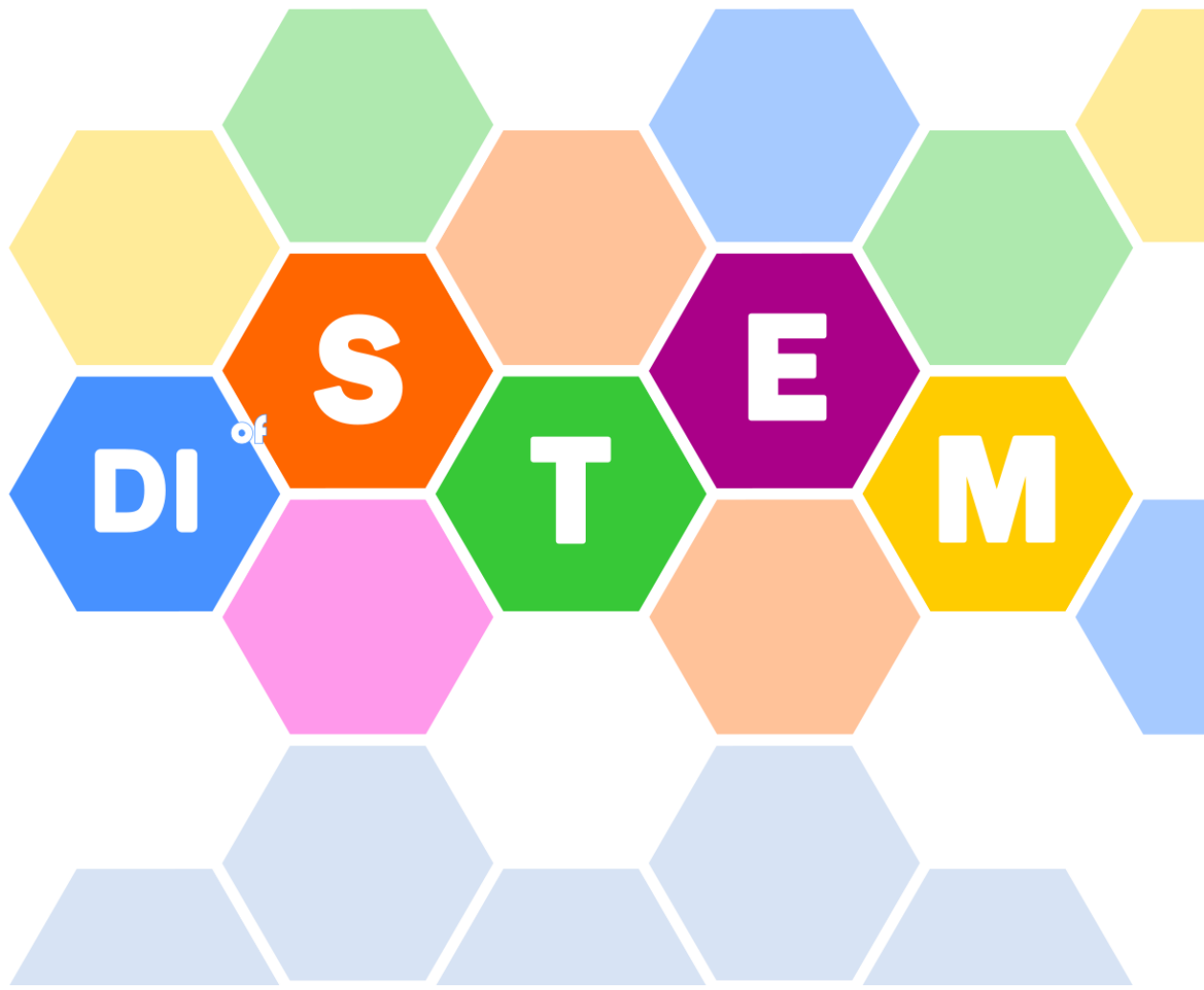
Ζιακόπουλος Δ. (2009). ΚΑΙΡΟΣ (ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΤΟΜΟΣ) Ο ΓΙΟΣ ΤΗΣ ΓΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ - Η ΠΡΟΓΝΩΣΗ. Ιδιωτική Έκδοση. ISBN: 9789609266727

Κατσαφάδος, Π., & Μαυροματίδης, Η. (2015). Εισαγωγή στη φυσική της ατμόσφαιρας και την κλιματική αλλαγή [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <https://hdl.handle.net/11419/3708>

Donald Ahrens and Robert Henson (2022). Η ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ ΣΗΜΕΡΑ: Εισαγωγή στον Καιρό, το Κλίμα και το Περιβάλλον Επιστημονική Επιμέλεια: Ε.Α. Φλόκα, Χ. Αναγνωστοπούλου, Κ. Τολικά, Μ. Χατζάκη. ISBN: 978-960-418-933-5. ΕΚΔΟΣΗ: 13η Έκδοση. Κατηγορία: ΥΠΟ ΕΚΔΟΣΗ.

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

ΤΙ ΑΝΑΠΝΕΟΥΜΕ;



ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Ποιότητα του αέρα/Αιωρούμενα σωματίδια



Αιωρούμενα σωματίδια / Αερολύματα (aerosols) καλούνται όλα τα στερεά αιωρήματα στερεών ή υγρών σωματιδίων, ή και των δύο, τα οποία μπορούν να αιωρούνται στην ατμόσφαιρα για μεγάλα χρονικά διαστήματα.

Ο συνηθέστερος συμβολισμός για τα αιωρούμενα σωματίδια είναι **PM (Particulate Matter – Σωματιδιακή Ύλη - ΑΣ)**.

Γενικά, η φύση και η χημική σύσταση των αιωρούμενων σωματιδίων ποικίλλει και εξαρτάται από την τοποθεσία, την εποχή του έτους και τις μετεωρολογικές συνθήκες που επικρατούν. Δεν αποτελούν έναν ενιαίο ρύπο, αλλά μάλλον πρόκειται για ένα μίγμα πολλών ρύπων, το οποίο περιλαμβάνει καπνό, αναθυμιάσεις, αιθάλη και άλλα υποπροϊόντα καύσης, αλλά και φυσικά σωματίδια όπως σκόνη, θαλασσινό αλάτι, γύρη και σπόρους.

Οι πρώτες αξιόπιστες μέθοδοι μέτρησης των αιωρούμενων σωματιδίων εμφανίστηκαν τη δεκαετία του '50, όπου μετρούσαν το σύνολο των αιωρούμενων σωματιδίων. Αργότερα οι μετρήσεις των αιωρούμενων σωματιδίων ομαδοποιήθηκαν με διάφορα κριτήρια (με το μέγεθος, τη σύσταση, τον τρόπο σχηματισμού, τις φυσικοχημικές ιδιότητες κτλ.).

Κατηγοριοποίηση σωματιδίων

Σήμερα, βασικό κριτήριο κατηγοριοποίησης των αιωρούμενων σωματιδίων είναι αυτό του μεγέθους τους (αεροδυναμική διάμετρος). Οι επιστήμονες, για να μετρήσουν τόσο μικρά σωματίδια, χρησιμοποιούν μια πολύ μικρή μονάδα μέτρησης που ονομάζεται **μικρόμετρο** ή **μικρόν**, το οποίο είναι πολύ μικρότερο του 1 χιλιοστού.

Το **μικρόμετρο** ή **μικρόν** αποτελεί μονάδα μήκους ίση με το ένα εκατομμυριοστό του μέτρου.
Το Διεθνές σύμβολό του είναι «**μm**».

$$1 \mu\text{m} = 1/1.000.000 \text{ m} = 10^{-6} \text{ m}$$

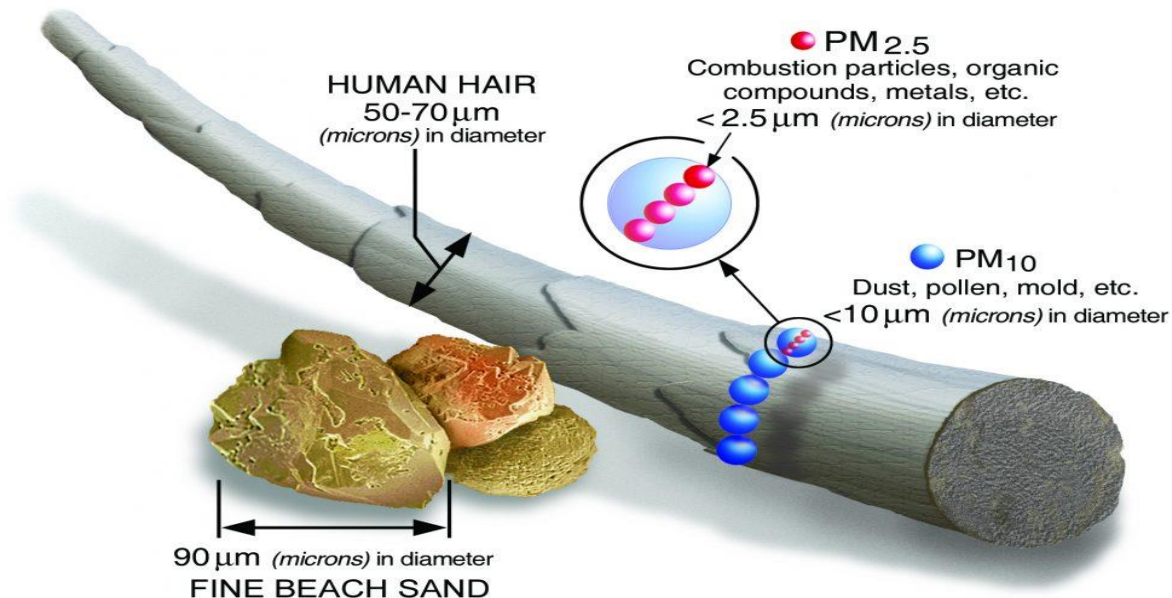
$$1\mu\text{m} = 1/1000\text{mm} = 0,001\text{mm} = 10^{-3} \text{ mm}$$

Η κατηγοριοποίηση των αιωρούμενων σωματιδίων με βάση το μέγεθός τους κάνει ευκολότερη την ποσοτικοποίηση, γεγονός που οδηγεί σε καλύτερη εποπτεία της κατάστασης της σωματιδιακής ρύπανσης στον χώρο και στον χρόνο. Επίσης, το μέγεθος (αεροδυναμική διάμετρος) των σωματιδίων καθορίζει τον βαθμό διείσδυσής τους στον ανθρώπινο οργανισμό (όσο μικρότερο είναι ένα σωματίδιο τόσο μεγαλύτερη διεισδυτικότητα έχει, επομένως δημιουργεί πολύ σοβαρότερες βλάβες στον ανθρώπινο οργανισμό). Επιπλέον το μέγεθος των αιωρούμενων σωματιδίων είναι αυτό που καθορίζει τον χρόνο παραμονής τους στην ατμόσφαιρα (Κόλλια, 2012).

Με βάση αυτό τον παράγοντα μέγεθος (αεροδυναμική διάμετρος) διακρίνουμε τις εξής κατηγορίες

- **TSP** (ολικά σωματίδια): τα οποία έχουν διάμετρο μικρότερη των 100 μm.
- **PM 10**: με διάμετρο ίσης ή μικρότερης από 10 μm (χονδροκόκκα σωματίδια). Αποτελούνται κυρίως από τους σπόρους μυκήτων, τη γύρη και τα σωματίδια που παράγονται μέσω φυσικών διεργασιών όπως η διάβρωση από τον αέρα και η ηφαιστειακή δραστηριότητα (US EPA, 2004,2008).
- **PM 2,5**: σωματίδια με διάμετρο ίσης ή μικρότερης των 2,5 μm (λεπτόκοκκα σωματίδια). Προέρχονται άμεσα από πηγές καύσης ή είναι συμπυκνώματα προϊόντων καύσης και παρουσιάζουν μικρό χρόνο ζωής στην ατμόσφαιρα (US EPA, 2004, 2008).
- **PM 1**: σωματίδια με διάμετρο ίσης ή μικρότερης του 1 μm. Θεωρούνται ως τα πλέον επικίνδυνα για τον άνθρωπο λόγω της βαθύτερης διείσδυσης και εναπόθεσης στο ανθρώπινο σώμα.

Η εικόνα παρουσιάζει τη διάμετρο των αιωρούμενων σωματιδίων σε σύγκριση με μια ανθρώπινη τρίχα. Φαίνεται η τεράστια διαφορά ανάμεσα στη διάμετρο μιας τρίχας, ενός κόκκου άμμου και των αιωρούμενων σωματιδίων.



Εικόνα 1α. Παραδείγματα διαφορετικών μεγεθών αιωρούμενων σωματιδίων.

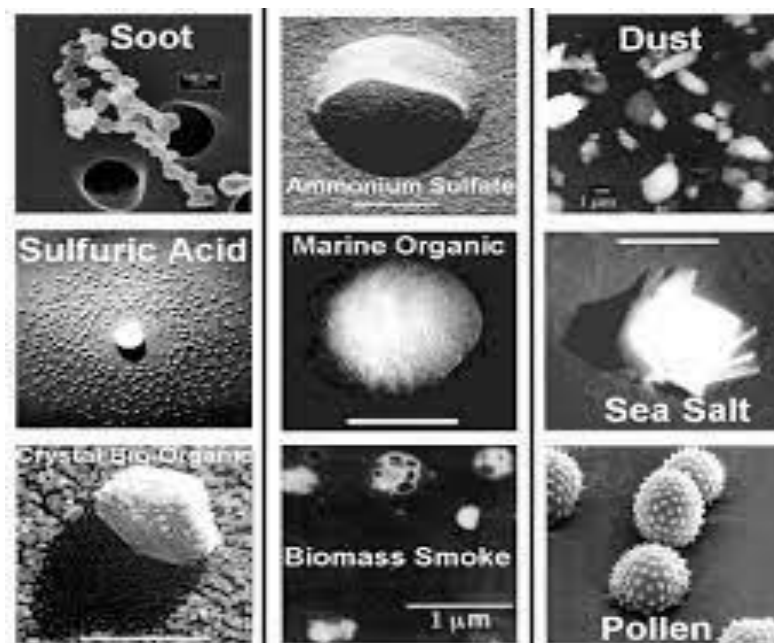
Πηγή: <https://www.epa.gov>

Μορφές εμφάνισης αιωρούμενων σωματιδίων

Τα αιωρούμενα σωματίδια συναντώνται σε διάφορες μορφές στην ατμόσφαιρα οι οποίες παρουσιάζονται και είναι οι εξής:

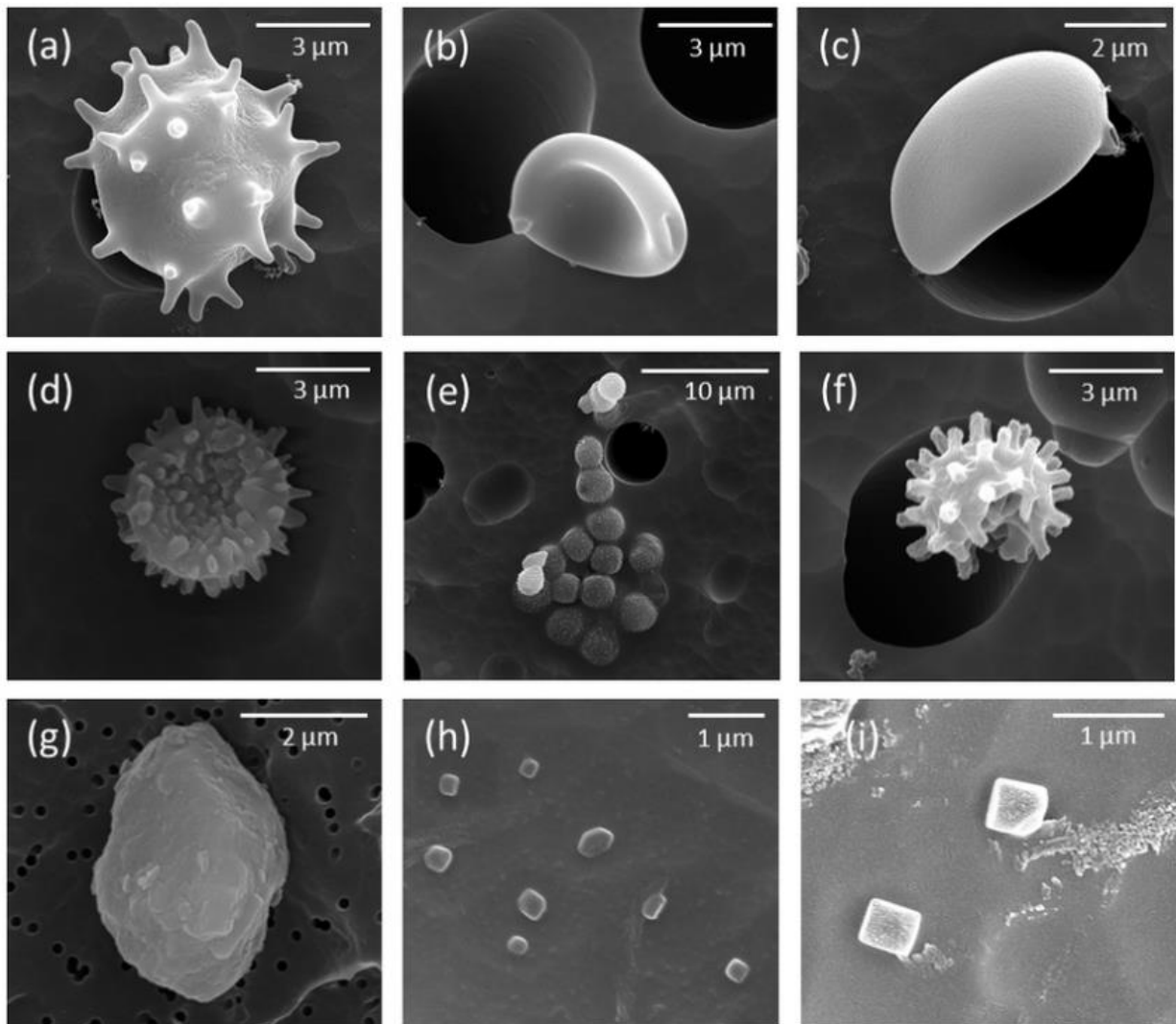
- Σκόνη (dust): Περιέχει στερεά σωματίδια που αιωρούνται στον αέρα, σχετικά μεγάλου μεγέθους, με διάμετρο $D > 1 \mu\text{m}$ και σχηματίζονται από διάβρωση ή κατακερματισμό στερεών υλικών.
- Ομίχλη (fog): Είναι ορατά υδροσταγονίδια, σε διασπορά στην ατμόσφαιρα τα οποία βρίσκονται συνήθως κοντά στο έδαφος.
- Υδατομίχλη (mist): ο πιο κοινός τύπος ομίχλης κοντά στην επιφάνεια της γης. Είναι μικρά σταγονίδια νερού και η διαφορά από την ομίχλη είναι η μεγαλύτερη ορατότητα και πως τα εν λόγω σωματίδια κινούνται προς τα κάτω, η διάμετρος των σωματιδίων είναι μικρότερη από $10 \mu\text{m}$ και μεγαλύτερη από $1 \mu\text{m}$ ($1 \mu\text{m} < D < 10 \mu\text{m}$).
- Κάπνα (fume): Είναι στερεά σωματίδια που σχηματίζονται από τη συμπύκνωση ατμών, κυρίως από πτητικές ουσίες ή ως προϊόντα οξειδωτικών αντιδράσεων και έχουν διάμετρο $D < 1 \mu\text{m}$.

- Αχλός (haze): Μικρά σωματίδια που μειώνουν την ορατότητα και αποτελούν μείγμα υδρογονανθράκων, ρύπων και σκόνης.
- Αιθαλομίχλη (smog): Προέρχεται από τις λέξεις αιθάλη και ομίχλη (smog=smoke+fog). Η βιομηχανική αιθαλομίχλη προκαλείται σχεδόν αποκλειστικά από την κατανάλωση καύσιμων υλικών, ειδικά κάρβουνου, από στάσιμες πηγές όπως οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας και τα χυτήρια. Σχηματίζεται ευκολότερα από την ομίχλη και διαρκεί περισσότερο από αυτή.
- Καπνός (smoke): Είναι μικρά σωματίδια ($D \geq 0,01 \mu\text{m}$), που προέρχονται από ατελή καύση. Αποτελούνται κυρίως από άνθρακα ή άλλα καύσιμα και βρίσκονται σε αρκετά υψηλή συγκέντρωση ώστε να είναι ορατά.
- Αιθάλη (soot): Είναι η συσσώρευση σωματιδίων άνθρακα που δημιουργούνται από την ατελή καύση υδρογονανθράκων.



Εικόνα 2. Ηλεκτρονική μεγέθυνση κυριότερων μορφών αιωρούμενων σωματιδίων από μικροσκόπιο.

Πηγή: (<https://www.researchgate.net/>)



Εικόνα 3. Παραδείγματα διαφόρων ειδών αιωρούμενων σωματιδίων από μικροσκόπιο.

Πηγή: (<https://www.researchgate.net/>)

Στην ανωτέρω εικόνα μπορείς να δεις διάφορα αιωρούμενα σωματίδια και τα αντίστοιχα μεγέθη τους. Τα αιωρούμενα αυτά σωματίδια, των οποίων το μέγεθος κυμαίνεται από 1μm έως 10μm μπορούμε να τα δούμε μόνο με τη χρήση ηλεκτρονικού μικροσκοπίου.

Πηγές Αιωρούμενων Σωματιδίων

Τα αιωρούμενα σωματίδια προέρχονται τόσο από φυσικές όσο και από ανθρωπογενείς πηγές.

Φυσικές Πηγές

Οι φυσικές πηγές αφορούν διεργασίες που πραγματοποιούνται με φυσικό τρόπο στην ατμόσφαιρα και περιλαμβάνουν κυρίως:

- Την επιφάνεια των ωκεανών από την οποία μεταφέρονται σταγονίδια νερού με διάφορα άλατα υπό την επίδραση του ανέμου στην επιφάνεια της θάλασσας
- Την επιφάνεια της Γης από την οποία μεταφέρεται η σκόνη του εδάφους υπό την επίδραση των ανέμων. Τα σωματίδια αυτά που παράγονται από φυσική ή χημική αποσάθρωση των πετρωμάτων έχουν διάμετρο η οποία κυμαίνεται από 1μm έως 100μm περίπου. Οι άνεμοι όταν είναι πιο ισχυροί μετακινούν μεγάλες ποσότητες σωματιδιακής ύλης
- Τη μεταφορά σωματιδίων σε μεγάλες αποστάσεις. Ο κύριος όγκος των σωματιδίων της περιοχής της Μεσογείου προέρχεται από την έρημο Σαχάρα γεγονός που οφείλεται στις συνηθισμένες κατά τη διάρκεια περιόδων ισχυρές ανεμοθύελλες.
- Τις ηφαιστειακές εκρήξεις που εκλύουν σωματίδια. Οι εκλύσεις σωματιδίων μιας έκρηξης μπορούν να είναι τέτοιου μεγέθους που να δημιουργήσουν διαταραχή στο περιβάλλον σε μεγάλη απόσταση από την ηφαιστειακή πηγή. Τα νέφη ηφαιστειακής σωματιδιακής ύλης παραμένουν στην ατμόσφαιρα πολύ μεγάλα χρονικά διαστήματα (Καραθανάσης, 2006).
- Τη χλωρίδα που αποτελεί πηγή εκπομπής βιογενούς ύλης καθώς αποτελείται από πρωτογενή σωματίδια όπως είναι η γύρη και δευτερογενή σωματίδια που προέρχονται κυρίως από τη συμπίκνωση οργανικών ενώσεων. Η χλωρίδα κατά την καύση της παράγει σωματίδια. Η τέλεια καύση της χλωρίδας έχει ως προϊόν την ιπτάμενη τέφρα. **Οι δασικές πυρκαγιές** παρόλο που μπορούν να πυροδοτηθούν από τον άνθρωπο, κατατάσσονται στις φυσικές πηγές διότι εκλύουν μεγάλες ποσότητες ρύπων με τη μορφή καπνού και ιπτάμενης τέφρας (Μασσάρα, 2011).

Ανθρωπογενείς Πηγές

Οι ανθρωπογενείς πηγές αναφέρονται σε διεργασίες που πραγματοποιούνται ηθελημένα με ανθρώπινη παρέμβαση με σκοπό την παραγωγή έργου.

- Εκπομπές από τροχοφόρα: Οι κύριες πηγές εκπομπής αιωρούμενων σωματιδίων από τροχοφόρα είναι τα καυσαέριά τους. Ακόμη, η κίνηση των τροχοφόρων στους δρόμους προκαλεί την επαναιώρηση της σκόνης του δρόμου. Σωματίδια εκπέμπονται επίσης ως αποτέλεσμα της φθοράς των φρένων και των ελαστικών κατά τη χρήση τους.
- Βιομηχανικές εκπομπές: Οι βιομηχανικές εκπομπές συνεισφέρουν στην παραγωγή αιωρούμενων σωματιδίων σε αστικές περιοχές ανάλογα με την απόσταση της βιομηχανίας από την αστική περιοχή και την τεχνολογία που εφαρμόζουν. Οι βιομηχανίες που εκλύουν

σημαντικές ποσότητες σωματιδίων είναι οι μονάδες παραγωγής ενέργειας, οι χημικές βιομηχανίες, οι μονάδες επεξεργασίας γεωργικών προϊόντων, οι βιομηχανίες παραγωγής τροφίμων, οι μεταλλουργικές βιομηχανίες και τα διυλιστήρια πετρελαίου.

- **Οικιακές εκπομπές:** Η πλέον βασική πηγή οικιακής θέρμανσης είναι η καύση πετρελαίου η οποία αποτελεί σημαντική πηγή έκλυσης αιωρούμενων σωματιδίων και υποβάθμισης του περιβάλλοντος. Σε μερικές περιοχές η καύση ξύλων χρησιμοποιείται για οικιακή θέρμανση η οποία με τη σειρά της αποτελεί μια επιπλέον πηγή έκλυσης σωματιδιακής ρύπανσης.
- **Δασικές και γεωργικές πυρκαγιές:** Σε περιοχές με μεγάλες δασικές και γεωργικές πυρκαγιές τόσο οι άμεσες εκπομπές όσο και η επαναιώρηση σωματιδίων από την καμένη περιοχή είναι δυνατόν να αποτελέσουν μια σημαντική πηγή αιωρούμενων σωματιδίων. Είναι σε μεγάλο ποσοστό μεγέθους κάτω από 10μm και για αυτό το μπορεί να επαναιωρηθεί εύκολα λόγω του πνέοντος ανέμου.



Επιπτώσεις των Αιωρούμενων Σωματιδίων.

Τα αιωρούμενα σωματίδια, όπως έχει διαπιστωθεί από πολλές μελέτες, έχουν επιπτώσεις τόσο στην υγεία του ανθρώπου, όσο και στο περιβάλλον. Οι επιπτώσεις στην υγεία αφορούν κυρίως στο αναπνευστικό και καρδιαγγειακό σύστημα των οργανισμών με αποτέλεσμα την αυξανόμενη νοσηρότητα του πληθυσμού και ενδεχόμενη θνησιμότητα. Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον, που οφείλονται στην παρουσία των αιωρούμενων σωματιδίων σε αυτό, γίνονται αντιληπτές μέσω της διαμόρφωσης του κλίματος καθώς και από τις επιδράσεις τους στα διάφορων ειδών οικοσυστήματα. Επιπρόσθετα, τα αιωρούμενα σωματίδια καθορίζουν τα επίπεδα της ορατότητας και επιδρούν αρνητικά στα υλικά και στην αισθητική των μνημείων.

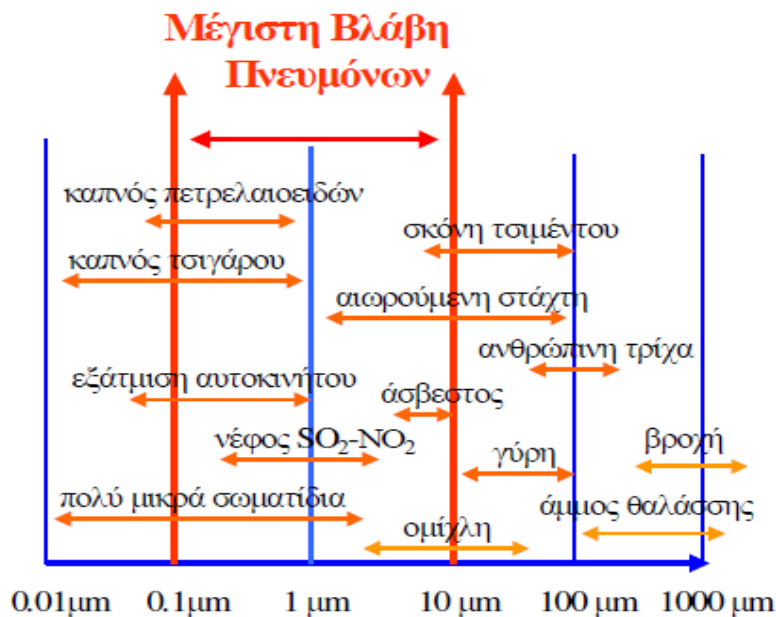
Επιπτώσεις στην Ανθρώπινη Υγεία

Οι επιδράσεις των αιωρούμενων σωματιδίων (PM) στη δημόσια υγεία εξαρτώνται από την ποσότητα, το μέγεθος, τη σύνθεση τους και τη διάρκεια που τα εισπνέουμε (Grigoriopoulos et al., 2009).

Οι επιπτώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων στην υγεία αφορούν άμεσα κυρίως το αναπνευστικό σύστημα αλλά μακροχρόνια και το καρδιακό σύστημα.

Η ικανότητα του αναπνευστικού συστήματος να προστατεύεται από τη σωματιδιακή ύλη καθορίζεται από το μέγεθος των σωματιδίων.

Τα μεγαλύτερα σωματίδια (>10 μm) που εισέρχονται στο αναπνευστικό σύστημα παγιδεύονται με τη βοήθεια των τριχών και του βλεννογόνου της μύτης και στη συνέχεια απομακρύνονται εύκολα μέσω του βήχα ή του φταρνίσματος. Τα σωματίδια τα οποία είναι μικρότερα από 2.5 μm εισπνέονται και φθάνουν στους πνεύμονες και επομένως είναι αναμενόμενο να είναι πιο επικίνδυνα για την υγεία από τα μεγαλύτερα σωματίδια (Ρεμουντάκης, 2012).



Οι επιπτώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων δεν περιορίζονται μόνο στο αναπνευστικό σύστημα, αλλά επιδρούν και στο καρδιαγγειακό σύστημα.

Γενικά η έκθεση των ανθρώπων στα αιωρούμενα σωματίδια, εκτός από προβλήματα στο αναπνευστικό και στο καρδιακό σύστημα, μπορεί να οδηγήσει ακόμα και σε θνησιμότητα τόσο βραχυχρόνια όσο και μακροχρόνια.

Επιπτώσεις στο Περιβάλλον

Τα αιωρούμενα σωματίδια μπορούν να μεταφερθούν από τον άνεμο σε μεγάλες αποστάσεις (μέχρι και 1000Km) και να αποτεθούν στην ξηρά ή σε υδάτινες επιφάνειες.

Κάποιες από τις επιπτώσεις της εναπόθεσης των αιωρούμενων σωματιδίων στο περιβάλλον είναι:

- Όξινα ρυάκια και λίμνες.
- Αλλαγή στο ισοζύγιο των θρεπτικών υλικών ποταμών και παράκτιων νερών.
- Απομάκρυνση θρεπτικών από το χώμα.
- Καταστροφή ευαίσθητων δασικών συστημάτων και καλλιεργειών.

Επιπτώσεις στα Υλικά: Οι επιδράσεις των αιωρούμενων σωματιδίων στα υλικά σχετίζονται τόσο με τη φυσική φθορά, όσο και με αισθητικά κριτήρια. Η εναπόθεση των αιωρούμενων σωματιδίων σε συνδυασμό με τις καιρικές συνθήκες αυξάνουν και επιταχύνουν τη διάβρωση των υλικών. Η αιθάλη, τυπικό ΑΣ, συμμετέχει στη διάβρωση της πέτρας σε μνημεία και κτήρια.

Αισθητική επίδραση: Η εναπόθεση σωματιδίων, όπως για παράδειγμα σκόνης μπορεί να μειώσει την αισθητική αξία κτιρίων και σημαντικών πολιτιστικών μνημείων. Τα σωματίδια που αποτελούνται συνήθως από ανθρακογενή συστατικά μπορούν να εναποτεθούν σε αγάλματα και γενικά σε έργα τέχνης.

Μείωση της ορατότητας: Κυρίως από τα αιωρούμενα σωματίδια PM 10

Γενικά η παρουσία των αιωρούμενων σωματιδίων παράλληλα με τη μείωση της ορατότητας της ατμόσφαιρας, εξασθενεί και την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στη Γη, δημιουργώντας με αυτό τον τρόπο προβλήματα και μεταβολές στο ισοζύγιο της ενέργειας και ταυτόχρονα στο κλίμα της Γης.

Επιπτώσεις στο Κλίμα : Τα αιωρούμενα σωματίδια επιδρούν στο κλίμα μιας περιοχής μέσω της άμεσης και έμμεσης επίδρασής τους στην ακτινοβολία.

Η άμεση επίδραση των σωματιδίων στην ακτινοβολία γίνεται μέσω της σκέδασης και της απορρόφησης από αυτά της ηλιακής ακτινοβολίας (Λαζαρίδης, 2005).

Όσον αφορά στις έμμεσες επιπτώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων στο παγκόσμιο κλίμα, αυτές σχετίζονται με τον τρόπο που επιδρούν τα σωματίδια στις ιδιότητες των νεφών και κατ' επέκταση στις βροχοπτώσεις.

Επίσης, παίζουν σημαντικό ρόλο στη χημεία της ατμόσφαιρας, αλλάζοντας τις ιδιότητες κύριων συστατικών της όπως του όζοντος. Τα αιωρούμενα σωματίδια αναλόγως με τις ιδιότητές τους μπορούν να προκαλέσουν τόσο θέρμανση, όσο και ψύξη της γήινης ατμόσφαιρας (Kaufman et al., 2002).

Δείκτης Ποιότητας του Αέρα

Ο AQI WHO (AIR QUALITY INDEX) είναι ένας δείκτης ποιότητας του αέρα που έχει θεσπιστεί από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας. Όσο υψηλότερη είναι η τιμή AQI WHO τόσο μεγαλύτερο είναι το επίπεδο ατμοσφαιρικής ρύπανσης και τόσο μεγαλύτερος ο κίνδυνος για τη δημόσια υγεία. Η τιμή αυτή προκύπτει μέσα από τις τιμές μέτρησης του οργάνου για τη συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων PM 10, PM 2,5 και PM 1 στην ατμόσφαιρα.

Κλίμακα εκτίμησης της ποιότητας του αέρα

με βάση τις τιμές του δείκτη AQI

Air Quality Index Τιμές	Επίπεδα αναφορικά με την υγεία	Χρωματική Κλίμακα
<i>Όταν ο δείκτης (AQI) είναι στην περιοχή:</i>	<i>...οι συνθήκες ποιότητας του αέρα είναι:</i>	<i>...συμβολιζόμενες με το χρώμα:</i>
0-50	Καλή	Πράσινο
51-100	Μέτρια	Κίτρινο
101-150	Ανθυγιεινή για ευαίσθητες ομάδες	Πορτοκαλί
151-200	Ανθυγιεινή	Κόκκινο
201-300	Πολύ Ανθυγιεινή	Πορφυρό
301-500	Επικίνδυνη	Βυσσί

Επίσης, ο **Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (European Environmental Agency)** έθεσε σε εφαρμογή το νέο **Παρατηρητήριο** της ποιότητας του αέρα των ευρωπαϊκών πόλεων, μέσω του οποίου μπορεί κάποιος να ελέγχει την ποιότητα του αέρα της πόλης του και να την συγκρίνει με την αντίστοιχη ποιότητα άλλων ευρωπαϊκών πόλεων (ΕΟΠ, 2021 www.eea.europa.eu).

Στο νέο Παρατηρητήριο του (ΕΟΠ) για την ποιότητα του αέρα των πόλεων, οι πόλεις κατατάσσονται, από την πιο καθαρή έως την πιο μολυσμένη, με βάση τα μέσα επίπεδα των λεπτόκοκκων αιωρούμενων σωματιδίων, ή των **PM 2,5**, όπως καταγράφηκαν τα δύο τελευταία ημερολογιακά έτη.

Πώς λειτουργεί το παρατηρητήριο;

Το παρατηρητήριο περιλαμβάνει δεδομένα για τα επίπεδα των λεπτόκοκκων αιωρούμενων σωματιδίων σε πάνω από 300 πόλεις των χωρών μελών του ΕΟΠ. Χρησιμοποιεί τα δεδομένα που κοινοποιούνται στον ΕΟΠ από τα κράτη μέλη του βάσει των οδηγιών της ΕΕ για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα. Τα δεδομένα προέρχονται από τις μετρήσεις εδάφους των PM_{2,5} που πραγματοποιούν 400 τουλάχιστον σταθμοί παρακολούθησης στις πόλεις και στα προάστια. Οι σταθμοί αυτοί αποτυπώνουν με ακρίβεια την έκθεση του πληθυσμού στην ατμοσφαιρική ρύπανση.

Οι αναλύσεις και οι κατατάξεις βασίζονται στην ετήσια μέση συγκέντρωση των **PM 2,5** των δύο τελευταίων ημερολογιακών ετών, καθώς χρησιμοποιούνται επικαιροποιημένα δεδομένα του τελευταίου έτους και επικυρωμένα δεδομένα για την ποιότητα του αέρα του προτελευταίου έτους. Στον πίνακα οι ευρωπαϊκές πόλεις κατατάσσονται με κριτήριο το μέσο επίπεδο των λεπτόκοκκων σωματιδίων, όπως καταγράφηκαν τα δύο τελευταία ημερολογιακά έτη. Στο μέλλον ο ΕΟΠ θα εξετάσει το ενδεχόμενο να ενσωματώσει και άλλους σημαντικούς αέριους ρύπους στο νέο εργαλείο.

Με γνώμονα την υγεία των πολιτών ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) έχει ορίσει ως κατευθυντήρια τιμή για τη μακροχρόνια έκθεση στα λεπτόκοκκα αιωρούμενα σωματίδια τα 10 μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο αέρα (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως ετήσια οριακή τιμή για τα λεπτόκοκκα αιωρούμενα σωματίδια τα 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ στο πλαίσιο των πολιτικών της για τον καθαρό αέρα στην Ευρώπη (ΕΟΠ, 2017, <https://www.eea.europa.eu>)

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (European Environmental Agency) (2017, 2021). www.eea.europa.eu
- Καραθανάσης Σ. (2006). 'Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Ορισμός, Επιπτώσεις, Πηγές από Βιομηχανικές και Βιοτεχνικές Δραστηριότητες, Τεχνολογία Αντιμετώπισης, Νομοθεσία'. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη
- Κόλλια Π. (2012). 'Μελέτη Σωματιδιακής Ρύπανσης στην Ευρύτερη Περιοχή της Θεσσαλονίκης'. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη
- Λαζαρίδης Μ. (2005). 'Ατμοσφαιρική Ρύπανση με Στοιχεία Μετεωρολογίας'. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη
- Μασσάρα Β. (2011). 'Αιωρούμενα Σωματίδια στην Ατμόσφαιρα της Πάτρας'. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Βιολογίας του Πανεπιστημίου Πατρών, Πάτρα
- Ρεμουντάκη Ε. (2012). 'Μηχανισμοί Κινητικότητας Ρύπων (Μετάλλων)'. Εργαστήριο Επιστήμης και Τεχνολογίας Προστασίας Περιβάλλοντος στη Μεταλλουργία και Τεχνολογία Υλικών του Τμήματος Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, Αθήνα
- Grigoropoulos, K. N., Nastos, P. T., Ferentinos, G. 2009. Spatial distribution of PM₁ and PM₁₀ during Saharan dust episodes in Athens, Greece. *Advances in Science and Research*, 3, 59–62. www.adv-sci-res.net/3/59/2009/
- Kaufman, Y., Tanre, D., Boucher, O. (2002). 'A satellite view of aerosols in the climate system'. *Nature*, 419, pp. 215-223
- U.S. EPA (2004). 'Air Quality Criteria for Particulate Matter, Volume I'. U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C.
- U.S. EPA (2008). 'Integrated Science Assessment for Particulate Matter (First External Review Draft)'. U. S. Environmental Protection Agency, Washington D.C.

ΤΙ ΑΝΑΠΝΕΟΥΜΕ;

ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Έχετε παρατηρήσει ποτέ μικροσκοπικά σωματίδια στον αέρα; Αναπνέουμε μικρά κομμάτια από σωματίδια όλη την ώρα - μερικά από αυτά προέρχονται από ποικιλία πηγών όπως από το έδαφος (σκόνη), μερικά από αυτά από το σώμα ή τα ρούχα μας (χνούδι, τρίχες, μικρά κομμάτια δέρματος) και μερικά από αυτά προέρχονται από καπνό, ελαστικά αυτοκινήτων ή κάθε είδους άλλα μέρη, σκόνη εδάφους, αλάτι της θάλασσας, από ανόργανες ενώσεις και μέταλλα, από αιθάλη που παράγεται από την καύση πετρελαιοειδών, πυρκαγιές, από γεωργικές εργασίες, καύση οργανικής ύλης κ.ά.

Τα αιωρούμενα σωματίδια αποτελούν έναν από τους βασικότερους ρύπους της εποχής μας και συνιστούν κίνδυνο τόσο για την ανθρώπινη υγεία όσο και για το περιβάλλον.

Σημαντικός παράγοντας στο χαρακτηρισμό των αιωρούμενων σωματιδίων είναι το σχήμα και κυρίως το μέγεθός τους (διάμετρος).

Τα περισσότερα από τα σωματίδια στον αέρα μας είναι πολύ μικρά - πολύ μικρότερα από 1 χιλιοστό του μέτρου.

Οι επιστήμονες, για να μετρήσουν τόσο μικρά σωματίδια, χρησιμοποιούν μια πολύ μικρή μονάδα μέτρησης που ονομάζεται μικρόμετρο ή μικρόν, το οποίο είναι πολύ μικρότερο του 1 χιλιοστού.

Το **μικρόμετρο** ή **μικρόν** αποτελεί μονάδα μήκους ίση με το ένα εκατομμυριοστό του μέτρου. Το Διεθνές σύμβολό του είναι **«μm»**.

$$1 \mu\text{m} = 1/1.000.000 \text{ m} = 10^{-6} \text{ m}$$

$$1\mu\text{m} = 1/1000\text{mm} = 0,001\text{mm} = 10^{-3} \text{ mm}$$

Οι άνθρωποι μπορούν να δουν σωματίδια τόσο μικρά όσο περίπου 10 μικρά αν το φως είναι καλό. Τα σωματίδια που είναι μικρότερα από αυτό απαιτούν μικροσκόπιο για να γίνουν ορατά. Το 90% των σωματιδίων στον αέρα είναι μικρότερα από 10 μικρά, οπότε τα περισσότερα από τα στίγματα στον αέρα είναι πολύ μικρά για να τα δουν οι άνθρωποι χωρίς μικροσκόπιο.

Επειδή η ποιότητα του αέρα που αναπνέουμε εξαρτάται, εκτός των άλλων ρύπων και από την συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων σε αυτόν, έχει αναπτυχθεί σε όλον τον κόσμο ένα πυκνό δίκτυο σταθμών παρακολούθησης και καταγραφής των αιωρούμενων σωματιδίων.

Ο AQI WHO (AIR QUALITY INDEX) είναι ένας δείκτης ποιότητας του αέρα που έχει θεσπιστεί από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας. Όσο υψηλότερη είναι η τιμή AQI WHO τόσο μεγαλύτερο είναι το επίπεδο ατμοσφαιρικής ρύπανσης και τόσο μεγαλύτερος ο κίνδυνος για τη δημόσια υγεία. Η τιμή αυτή προκύπτει μέσα από τις τιμές μέτρησης του οργάνου για τη συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα.

Για να βοηθήσουμε και εμείς να διερευνήσουμε την ποιότητα του αέρα της περιοχής μας, όσον αφορά στα αιωρούμενα σωματίδια, θα κατασκευάσουμε τον δικό μας «ανιχνευτή ατμοσφαιρικής ρύπανσης».

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ «ΑΝΙΧΝΕΥΤΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ»

Ας υποθέσουμε ότι σας έχουν αναθέσει να κατασκευάσετε έναν «ανιχνευτή ατμοσφαιρικής ρύπανσης» για να μελετήσετε την **ποσότητα** των αιωρούμενων σωματιδίων της περιοχής σας.

Προκειμένου να κάνετε τη μελέτη σας στο εργαστήριο, όσο καλύτερα γίνεται, κάθε ομάδα έχει στη διάθεσή της: Ένα κομμάτι από χαρτόνι 15εκ X 15εκ, διαφανή ταινία συσκευασίας ψαλίδι, ένα κομμάτι σπάγκο μήκους 20εκ, ένα κοπίδι, ένα διάτρητο (μιας τρύπας) για το άνοιγμα τρύπας, ένα μικροσκόπιο τσέπης, ένα μεγεθυντικό φακό και χαρτί γραφήματος (μιλιμετρέ), ετικέτες.

Αρχικά θα πρέπει να κατασκευάσετε τους «ανιχνευτές ατμοσφαιρικής ρύπανσης» για να συλλέξετε τα δεδομένα που χρειάζεστε σύμφωνα με τις παρακάτω οδηγίες.

Οδηγίες κατασκευής «ανιχνευτή ατμοσφαιρικής ρύπανσης»

- 1** Κόψτε, στο μέσον του χαρτονιού, μια τρύπα σε σχήμα ορθογωνίου παραλληλογράμμου με διαστάσεις 9 εκ. x 4εκ. (το ύψος της τρύπας πρέπει να είναι 4 εκ. για να μπορεί να τοποθετηθεί η φαρδύτερη ταινία συσκευασίας, η οποία έχει ύψος 5εκ.)
- 2** Κάντε μια τρύπα στη μέση του χαρτονιού. Περάστε το μήκος του σπάγκου μέσα από την τρύπα και συνδέστε την σε βρόγχο (κόμπο). Ο ανιχνευτής ρύπανσης πρέπει να κρέμεται χαλαρά από τον σπάγκο.

- 3** Τοποθετήστε μία ετικέτα κάτω από την τρύπα την οποία έχετε κόψει σε σχήμα ορθογωνίου παραλληλογράμμου. Γράψτε στην ετικέτα πληροφορίες για μελλοντική αναγνώριση (π.χ. αριθμό ανιχνευτή, όνομα ομάδας, ημερομηνία, τάξη, θέση). Επισημάνετε το χαρτόνι με μια φράση όπως "Σύστημα Παρακολούθησης – Παρακαλώ μην το απομακρύνετε», έτσι ώστε ο συλλέκτης να μην πεταχτεί από κάποιον που νομίζει ότι είναι σκουπίδια.
- 4** Βάλτε ένα κομμάτι ταινίας συσκευασίας πάνω από τις τρύπες που κόψατε στο χαρτόνι σε σχήμα ορθογωνίου παραλληλογράμμου. Η κολλώδης πλευρά της ταινίας θα συλλέξει τα αερομεταφερόμενα σωματίδια (η κολλώδης πλευρά της ταινίας να είναι προς το μέρος της ετικέτας) όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Ανιχνευτής ατμοσφαιρικής ρύπανσης

- 5** Κρεμάστε τον ανιχνευτή ρύπανσης σε μια τοποθεσία που θα θέλατε να διερευνήσετε. Μπορείτε να κρεμάσετε τους «ανιχνευτές ρύπανσης» στο προαύλιο του σχολείου σας, σε μια στάση λεωφορείου, σε δέντρα σε διάφορους δρόμους (κεντρικούς και λιγότερο κεντρικούς) γύρω από το σχολείο ή οπουδήποτε αλλού θέλετε. Έχετε υπόψιν σας ότι τα περισσότερα σωματίδια θα συλλέγονται σε περιοχές μεγαλύτερης ροής αέρα. Προσπαθήστε οι «ανιχνευτές» σας να προστατεύονται από τις καιρικές συνθήκες.

6

Δημιουργήστε έναν πίνακα (λίστα) με τις «θέσεις» που τοποθετήσατε τους «ανιχνευτές ρύπανσης» όπως στο παράδειγμα που ακολουθεί.

Ανιχνευτής ρύπανσης	Θέση
Ανιχνευτής 1.	<i>Έξω από την αίθουσα διδασκαλίας</i>
Ανιχνευτής 2.	<i>Στάση λεωφορείου σε κεντρικό δρόμο.</i>
Ανιχνευτής 3.	<i>Σε δέντρο που βρίσκεται σε χωράφι απέναντι από το σχολείο.</i>
Ανιχνευτής 4.	
Ανιχνευτής 5.	
Ανιχνευτής 6.	
Ανιχνευτής 7.	
Ανιχνευτής 8.	

Σε τι θεωρείτε ότι θα σας βοηθήσει η δημιουργία του πίνακα (λίστας) με τις θέσεις που τοποθετήσατε του «ανιχνευτές»;

Για να ελέγξουμε σε ποιες περιοχές (θέσεις) υπάρχει μεγαλύτερη συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων και από ποιους παράγοντες εξαρτάται η μεγαλύτερη ή μικρότερη συγκέντρωση των σωματιδίων.

7

Αφήστε τους ανιχνευτές ρύπανσης να κρέμονται για τουλάχιστον 24 ώρες, κατά προτίμηση περισσότερο (το καλύτερο είναι κατά τη διάρκεια ενός Σαββατοκύριακου).

ΕΡΕΥΝΑ

Παρακάτω υπάρχει μια σειρά από δραστηριότητες, ώστε να φέρετε σε πέρας το *Πρόβλημα* επιτυχώς.

- Συλλέξτε τους «ανιχνευτές ρύπανσης» στην τάξη.
- Χρησιμοποιήστε, αρχικά, το μεγεθυντικό φακό και στη συνέχεια το μικροσκόπιο τσέπης (για τα μικρότερα σωματίδια) και παρατηρήστε τα σωματίδια που έχουν κολλήσει στην ταινία του «ανιχνευτή» της ομάδας σας.

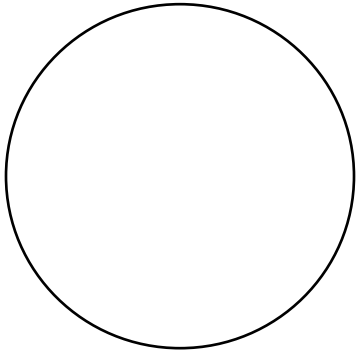
Τώρα θα χρειαστεί να δουλέψετε, για λίγο ο καθένας μόνος του/μόνη της.

Διάλεξε τρία σωματίδια, από αυτά που παρατηρείς, και σχεδίασε το καθένα από αυτά στους παρακάτω κύκλους. Περιγράψε το κάθε ένα σωματίδιο (μέγεθος κατά προσέγγιση, χρώμα, υφή).

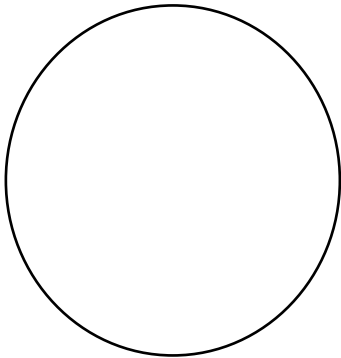
Σκίτσα

Περιγραφές

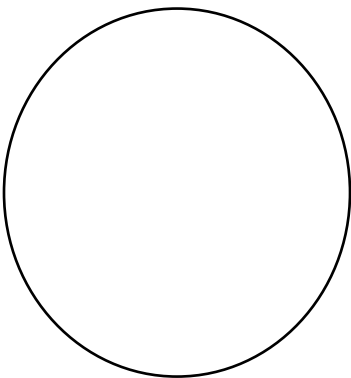
Σωματίδιο 1



Σωματίδιο 2



Σωματίδιο 3



Μπορείτε να διακρίνετε τι είδους σωματίδια είναι; Αν για παράδειγμα είναι χώμα, πούπουλα, σκόνη ή οτιδήποτε άλλο;

Συζητήστε με τα μέλη της ομάδας σας ποια σωματίδια αναγνωρίσατε και αν το είδος των σωματιδίων έχει σχέση με τη 'θέση' στην οποία είχατε τοποθετήσει τον «ανιχνευτή» σας.

Καταγράψτε τις απόψεις σας

Αναλύουμε τα δεδομένα από τους «ανιχνευτές ρύπανσης»

Για την ανάλυση των σωματιδίων του συλλέκτη / ανιχνευτή ατμοσφαιρικής ρύπανσης κάθε ομάδα χρειάζεται να ακολουθήσει τα παρακάτω βήματα:

- 1** Κόψτε ένα μικρό τετράγωνο από ένα φύλλο χαρτιού γραφήματος (χαρτί μιλιμετρέ), δηλαδή, 1 πλέγμα ή ένα τετράγωνο 6 εκ X 6 εκ.
- 2** Τοποθετήστε τον ανιχνευτή ρύπανσης πάνω από το χαρτί μιλιμετρέ, η κολλώδης πλευρά της ταινίας του ανιχνευτή πρέπει να είναι προς τα πάνω. Επιλέξτε, μια περιοχή εμβαδού 1 τ.εκ. (ένα τετραγωνάκι με διαστάσεις 1 εκ. x 1 εκ.) με λίγα σωματίδια, μια περιοχή εμβαδού 1 τ.εκ. με πολλά σωματίδια και μια περιοχή 1 τ.εκ. με έναν ενδιάμεσο αριθμό σωματιδίων.
- 3** Μετρήστε τον αριθμό των σωματιδίων σε κάθε επιλεγμένη περιοχή (λίγα, πολλά και ενδιάμεσα) και καταγράψτε τον αριθμό σωματιδίων στον παρακάτω **Πίνακα υπολογισμού σωματιδίων του «ανιχνευτή / συλλέκτη»**.

Υπολογίζουμε τα σωματίδια του «ανιχνευτή» /συλλέκτη

Υπολόγισε τον Μέσο Όρο των σωματιδίων του συλλέκτη ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

- 1** Παρατήρησε με το μικροσκόπιο και διάλεξε ένα τετράγωνο κομμάτι (1 εκ. x 1 εκ.) που έχει λίγα σωματίδια. Μέτρησε τα σωματίδια και κατάγραψε τον αριθμό τους στον **πίνακα**.
- 2** Παρατήρησε με το μικροσκόπιο και διάλεξε ένα άλλο τετράγωνο κομμάτι (1 εκ. x 1 εκ.), το οποίο έχει μέτριο αριθμό σωματιδίων. Μέτρησε τα σωματίδια και γράψε τον αριθμό τους στον **πίνακα**.
- 3** Παρατήρησε με το μικροσκόπιο και διάλεξε ένα άλλο τετράγωνο κομμάτι (1 εκ. x 1 εκ.) που έχει πολλά σωματίδια. Μέτρησε τα σωματίδια και κατάγραψε τον αριθμό στον **πίνακα**.
- 4** Υπολόγισε τον Μέσο Όρο (ΜΟ) των σωματιδίων προσθέτοντας τον αριθμό των σωματιδίων κάθε τετραγώνου και διαιρώντας το άθροισμα με τον αριθμό 3.

Πίνακας υπολογισμού των σωματιδίων του «ανιχνευτή / συλλέκτη»

Τετράγωνο	Αριθμός σωματιδίων
Τετράγωνο # 1 (με μικρό αριθμό σωματιδίων)	
Τετράγωνο # 2 (με μέτριο αριθμό σωματιδίων)	
Τετράγωνο # 3 (με πολλά σωματίδια)	
Σύνολο σωματιδίων (πρόσθεσε τους αριθμούς σωματιδίων κάθε τετραγώνου)	
Μέσος Όρος (Διαίρεσε το άθροισμα που βρήκες δια 3)	

Τώρα για να μπορέσετε να ερευνήσετε σε ποιες περιοχές / «θέσεις» υπάρχει μεγαλύτερη συγκέντρωση σωματιδίων και να βγάλετε τα δικά σας συμπεράσματα:

- 1 Καταγράψτε τον Μέσο Όρο του κάθε «ανιχνευτή / συλλέκτη» στον πίνακα (λίστα) με τις "θέσεις" που τοποθετήσατε τους «ανιχνευτές ρύπανσης».
- 2 Συγκρίνετε τον αριθμό των σωματιδίων σε κάθε «ανιχνευτή ρύπανσης» με άλλους «ανιχνευτές ρύπανσης» και καταγράψτε τις θέσεις / περιοχές με πολλά σωματίδια στον αέρα και τις θέσεις /περιοχές με λιγότερα σωματίδια στον αέρα.

Γιατί σε κάποιες θέσεις /περιοχές υπάρχει μεγαλύτερη συγκέντρωση σωματιδίων στον αέρα και σε άλλες μικρότερη συγκέντρωση;

Περισσότερα σωματίδια θα συλλέγονται σε περιοχές μεγαλύτερης ροής αέρα, όπως κοντά σε αεραγωγούς, σε διασταύρωση κεντρικού δρόμου με μικρότερο δρόμο, σε σημεία δρόμων από τους οποίους διέρχονται βαριά οχήματα, βρίσκεται κοντά κάποια βιομηχανική ή βιοτεχνική μονάδα, πραγματοποιούνται γεωργικές εργασίες όπως όργωμα ή γίνονται διάφορα έργα.

Τώρα κάντε ένα γράφημα (ραβδόγραμμα) της ποσότητας της ρύπανσης σε συνάρτηση με τη θέση/ τοποθεσία, στο πλαίσιο που υπάρχει παρακάτω.

Για να φτιάξετε το γράφημα θα σας βοηθήσει ο Μέσος Όρος των σωματιδίων που έχετε καταγράψει στη λίστα με τις "θέσεις" που τοποθετήσατε τους «ανιχνευτές ρύπανσης».

Στον οριζόντιο άξονα του γραφήματος να γράψετε τις θέσεις των ανιχνευτών (αυλή, σταυροδρόμι, δρόμος ταχείας κυκλοφορίας, χωράφι και όποια άλλη θέση επιλέξετε) και στον κάθετο άξονα να γράψετε τον αριθμό που αντιστοιχεί στον ΜΟ (Μέσο Όρο) των σωματιδίων του κάθε συλλέκτη.

Γράφημα

Στον οριζόντιο άξονα του γραφήματος οι μαθητές γράφουν τις θέσεις των ανιχνευτών (αυλή, σταυροδρόμι, δρόμος ταχείας κυκλοφορίας, χωράφι και όποια άλλη θέση) και στον κάθετο άξονα γράφουν τον αριθμό που αντιστοιχεί στον ΜΟ (Μέσο Όρο) των σωματιδίων του κάθε συλλέκτη.

Σε ποιες τοποθεσίες παρατηρείς τη μεγαλύτερη συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων;

Περισσότερα σωματίδια θα συλλέγονται σε περιοχές μεγαλύτερης ροής αέρα, όπως κοντά σε αεραγωγούς, σε διασταύρωση κεντρικού δρόμου με μικρότερο δρόμο, σε σημεία δρόμων από τους οποίους διέρχονται βαριά οχήματα, βρίσκεται κοντά κάποια βιομηχανική ή βιοτεχνική μονάδα, πραγματοποιούνται γεωργικές εργασίες όπως όργωμα ή γίνονται διάφορα έργα.

ΕΝΘΕΤΟ: Επέκταση δραστηριότητας

Αν θέλετε μπορείτε να επεκτείνετε τη δραστηριότητα και να ζητήσετε από τους μαθητές να κάνουν ένα γράφημα της ποσότητας της ρύπανσης στον αέρα ως συνάρτηση της ώρας της ημέρας. Για την επέκταση της δραστηριότητας χρειάζεται να φτιαχτούν εκ νέου «ανιχνευτές ρύπανσης»

- ✓ Πότε είναι υψηλότερη η ρύπανση;
(Απάντηση: συχνά αργά το πρωί. Πότε είναι χαμηλότερη; Απάντηση: συχνά το βράδυ/ νωρίς το πρωί)
- ✓ Τι θα μπορούσε να προκαλέσει την αλλαγή στα επίπεδα ρύπανσης;
(Απάντηση: καιρός, συνήθειες οδήγησης, πυρκαγιές ή βιομηχανική δραστηριότητα)

ΚΑΘΑΡΙΖΟΥΜΕ ΤΟΝ ΑΕΡΑ / ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΦΙΛΤΡΩΝ

ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Οι μηχανικοί εργάζονται για να διασφαλίσουν ότι τα εργοστάσια, τα αυτοκίνητα, οι αποτεφρωτήρες και άλλα κτήρια που παράγουν μικρά σωματίδια απελευθερώνουν μόνο καθαρό αέρα. Μηχανικοί όλων των ειδικοτήτων σχεδιάζουν, δημιουργικά, νέες τεχνολογίες για τη μείωση της παραγωγής ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Μερικοί μηχανικοί εξετάζουν τους τύπους χημικών ουσιών που απελευθερώνονται από ένα εργοστάσιο και επανασχεδιάζουν νέους τρόπους παραγωγής των προϊόντων ή μεθόδους για την απομάκρυνση των επιβλαβών χημικών ουσιών πριν ο αέρας του εργοστασίου απελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα. Άλλοι επανασχεδιάζουν τους κινητήρες για να καταστήσουν αποδοτικότερη τη διαδικασία καύσης καυσίμου και/ή να μειώσουν τις χημικές εκπομπές.

Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τρόποι για να καθαρίσουμε τα σωματίδια από τον αέρα: πλύσιμο του αέρα, **φιλτράρισμα αέρα** (χρήση φίλτρων για τον καθαρισμό του αέρα), και άλλες μέθοδοι (ιονισμός, λάμπες UV) .

Ας υποθέσουμε ότι είστε «μηχανικοί» και καλείστε να φτιάξετε φίλτρα για τον καθαρισμό του αέρα.

Προκειμένου να κάνετε τη μελέτη σας στο εργαστήριο, όσο καλύτερα γίνεται, κάθε ομάδα έχει στη διάθεσή της: ένα κουτί παπουτσιών, διαφανή ταινία συσκευασίας, διαφανή ταινία συσκευασίας διπλής όψης, ψαλίδι, διάφορα υλικά για την κατασκευή του φίλτρου (ταινίες χαρτιού και ταινίες από φίλτρο απορροφητήρα), κόλλα, σπάγκο, αλουμινόχαρτο, μαύρο πιπέρι, χαρτόνια, συλλέκτη σωματιδίων, χαρτί μιλιμετρέ, μοιρογνωμόνιο, πιστολάκι.

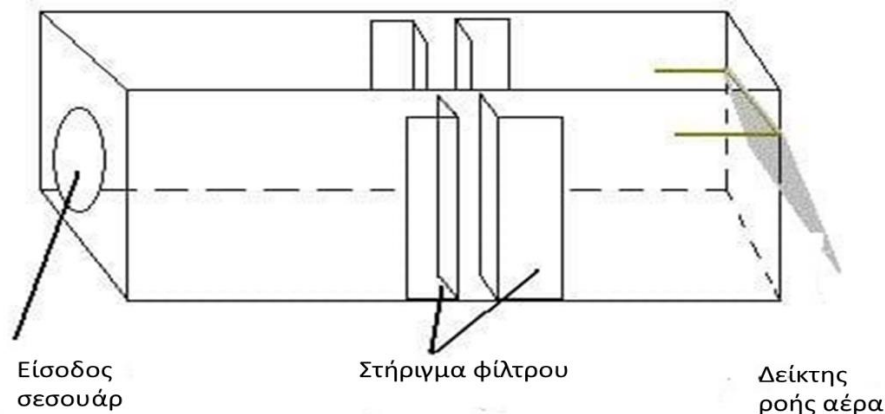
Για να μπορέσουμε να δοκιμάσουμε τα φίλτρα μας χρειάζεται πρώτα να κατασκευάσουμε τη «συσκευή δοκιμής φίλτρων αέρα».

Κατασκευή της «συσκευής δοκιμής φίλτρων αέρα»

Για να φτιάξετε τη δική σας συσκευή δοκιμής φίλτρων (οι εικόνες που ακολουθούν θα σας βοηθήσουν στην κατασκευή της συσκευής δοκιμής):

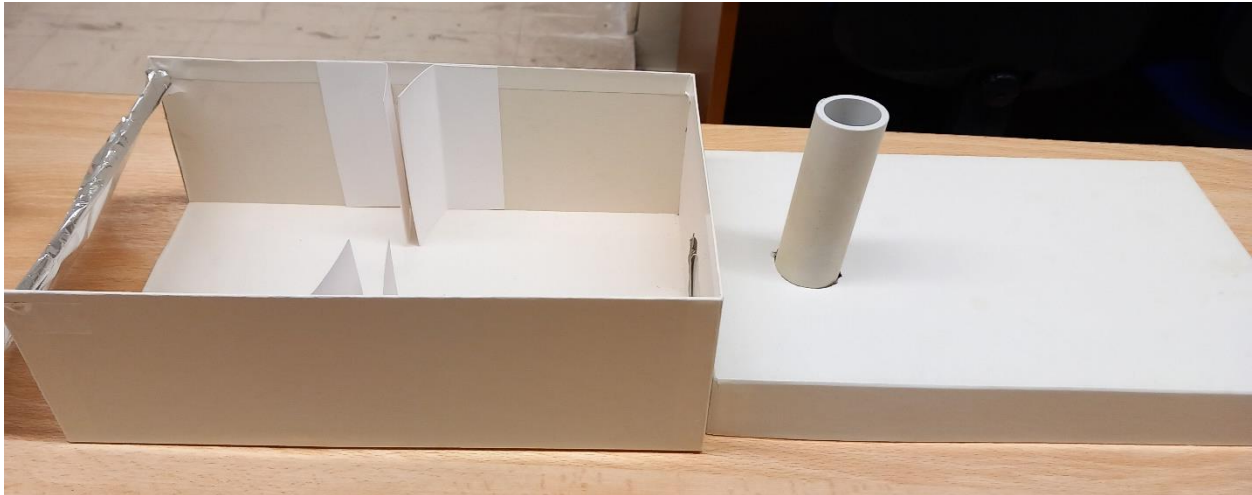
- 1 Παίρνετε ένα κουτί παπουτσιών και αφαιρείται το καπάκι του κουτιού, ώστε να κατασκευάσετε στο εσωτερικό τα στηρίγματα των φίλτρων. Τα στηρίγματα φτιάχνονται από απλό χαρτόνι ως εξής:
- 2 Κόψτε 4 χαρτόνια σε σχήμα ορθογωνίου παραλληλόγραμμο, στο ύψος του κουτιού. Διπλώστε τα στη μέση και κολλήστε τη μία πλευρά στο κουτί παπουτσιών (περίπου στη μέση του κουτιού).
- 3 Σχεδιάστε μία τρύπα στο ένα άκρο του κουτιού (για να σχεδιάσουμε την τρύπα χρησιμοποιούμε το στρογγυλό μέρος ενός σεσουάρ, από όπου βγαίνει ο αέρας). Κόψτε προσεχτικά με το κοπίδι την περιφέρεια της τρύπας και το άνοιγμα όπου θα τοποθετήσετε το σεσουάρ είναι έτοιμο.
- 4 Στο απέναντι άκρο του κουτιού, κόψτε, πάλι προσεχτικά, ολόκληρη την επιφάνεια του κουτιού.
- 5 Κάντε με το διατρητικό μιας τρύπας δύο τρύπες στην κάθε άκρη του κουτιού. Περάστε από τις δύο τρύπες που ανοίξατε έναν σπάγκο και στερεώστε τον. Κρεμάστε, στο σπάγκο, ένα κομμάτι αλουμινόχαρτο.
- 6 Σχεδιάστε και κόψτε μία μικρή τρύπα στο καπάκι του κουτιού προς το μέρος που έχετε ανοίξει την τρύπα για το σεσουάρ. Στερεώστε ένα κομμάτι πλαστικό σωλήνα (ανοιχτό και από τα δύο μέρη). Σε περίπτωση που δεν βρείτε πλαστικό σωλήνα μπορείτε να φτιάξετε έναν κύλινδρο από χαρτόνι). Τοποθετήστε το καπάκι επάνω στο κουτί.

Το πιπέρι που έχετε θα το χρησιμοποιήσετε αργότερα στη δοκιμή φίλτρων ως σωματιδιακό υλικό.



Το εσωτερικό της συσκευής δοκιμής φίλτρου.

Στην επόμενη εικόνα μπορείτε να δείτε το εσωτερικό μιας έτοιμης «συσκευή δοκιμής φίλτρων».



Στη συσκευή υπάρχουν δύο υποδοχές για να στηρίζονται τα φίλτρα. Επομένως τα φίλτρα που θα σχεδιάσετε και θα κατασκευάσετε στη συνέχεια πρέπει να χωρέσουν στις υποδοχές.

Δοκιμάζουμε τη συσκευή που κατασκευάσαμε.

Τι ρόλο παίζει το αλουμινόχαρτο στη συσκευή δοκιμής;

Το αλουμινόχαρτο χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της ροής του αέρα μέσα στο κουτί

Ενεργοποιήστε το σεσουάρ και παρατηρήστε τη θέση του αλουμινόχαρτου.

Πρόκειται για πλήρη ροή αέρα. Οι μαθητές αναμένεται να αναφέρουν ότι το αλουμινόχαρτο βρίσκεται σε παράλληλη θέση με την επιφάνεια του θρανίου ή του πάγκου.

Μετρήστε με το μοιρογνωμόνιο τη γωνία που σχηματίζεται από το αλουμινόχαρτο και την πλευρά εκροής του αέρα από το σεσουάρ όταν αυτή δεν εμποδίζεται από κάποιο φίλτρο.

Τι γωνία σχηματίζεται;

Οι μαθητές μετρούν με το μοιρογνωμόνιο τη γωνία που σχηματίζεται όταν υπάρχει πλήρης ροή αέρα.

Στη συνέχεια τοποθετήστε ένα κομμάτι χαρτόνι (το άσπρο χαρτόνι στην εικόνα των φίλτρων) σε μια υποδοχή φίλτρου. Ποια είναι τώρα η θέση του αλουμινόχαρτου;

Το χαρτόνι εμποδίζει πλήρως τη ροή του αέρα. Αυτό δεν είναι ροή αέρα.

Σε ποια θέση θα βρεθεί το αλουμινόχαρτο αν μπλοκάρετε το 50% της ροής του αέρα;

Το φύλλο αλουμινόχαρτου - θα έρθει μέχρι το ήμισυ της γωνίας στην οποία βρισκόταν όταν ο αέρας φύσηξε μέσα από το κουτί χωρίς εγκατεστημένο φίλτρο.

ΕΡΕΥΝΑ

Αρχικές ιδέες σχεδιασμού

Καλείστε να σχεδιάσετε ένα φίλτρο αέρα που φιλτράρει τα περισσότερα σωματίδια χωρίς να εμποδίζει τη ροή του αέρα. Υπάρχουν τέσσερα (4) κριτήρια τα οποία θα πρέπει να λάβετε υπόψη σας στη διαδικασία σχεδιασμού του φίλτρου σας:

1. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μόνο υλικά που θα σας δώσει ο δάσκαλος.
Ταινίες από χαρτί και ταινίες από φίλτρο απορροφητήρα.
2. Το φίλτρο δεν μπορεί να μπλοκάρει περισσότερο από το 50% του αέρα.
3. Το φίλτρο πρέπει να είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να χωράει στις υποδοχές φίλτρου της συσκευής δοκιμής.
4. Όλοι πρέπει να δοκιμάσετε το φίλτρο τουλάχιστον μία φορά.

Περίγραψε με λίγα λόγια το πρόβλημα που έχεις να λύσεις.

Γράψε τα κριτήρια για το φίλτρο σου.

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

Ελέγχουμε το φύλλο εργασίας καθαρισμού του αέρα με τους μαθητές. Με τον τρόπο αυτό μπορούμε να βεβαιωθούμε ότι οι μαθητές έχουν κατανοήσει την πρόκλησή τους και τα τέσσερα κριτήρια κατασκευής του φίλτρου.

Τώρα σχεδίασε το φίλτρο σου και κράτα σημειώσεις των πιθανών λύσεων.

Πιθανές λύσεις

Συζήτησε με την ομάδα σου και αποφασίστε από κοινού την καλύτερη λύση.

Δεν ξεχνάμε τα κριτήρια που έχουν τεθεί. Κυρίως το 2^ο Κριτήριο κατασκευής φίλτρου «Το φίλτρο δεν μπορεί να μπλοκάρει περισσότερο από το 50% του αέρα».

Φτιάξτε το φίλτρο σας σύμφωνα με τον σχεδιασμό φίλτρου της ομάδας και αρχίστε τις δοκιμές.

Στην εικόνα που υπάρχει παρακάτω μπορείς να δεις κάποια φίλτρα, ώστε να μπορέσεις να κατασκευάσεις στη συνέχεια τα δικά σου φίλτρα (το άσπρο κομμάτι χαρτόνι χρησιμοποιείται για τις αρχικές δοκιμές της συσκευής).



Παραδείγματα φίλτρων που χρησιμοποιούνται στη συσκευή δοκιμής φίλτρου.

Γράψε τι παρατηρήσεις στη διάρκεια δοκιμής του φίλτρου.

Κάντε τουλάχιστον δύο δοκιμές με διαφορετικά φίλτρα.

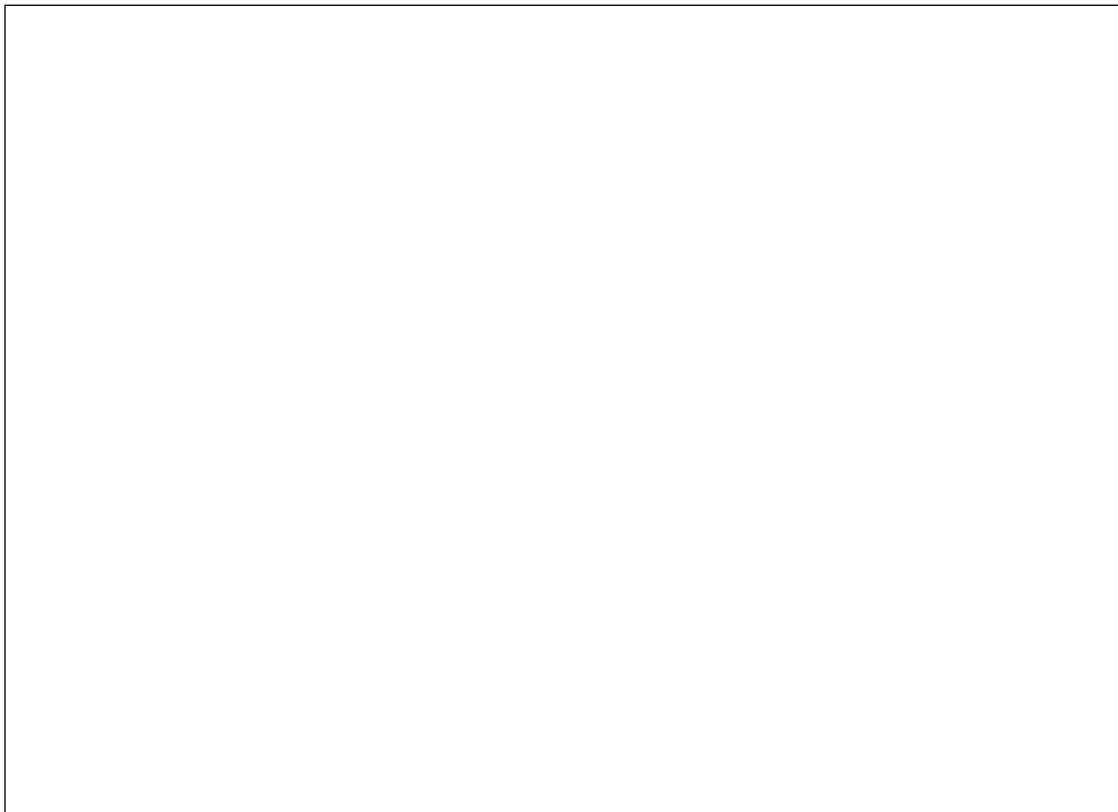
Γράψε τις βελτιώσεις που προτίθεται να κάνεις στο φίλτρο σου.

ΕΠΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Οι μηχανικοί πολύ συχνά επανασχεδιάζουν για να βελτιώσουν κάτι αρκετές φορές πριν δοκιμάσουν και τελικά χρησιμοποιήσουν το τελικό προϊόν.

Επανασχεδίασε το φίλτρο σύμφωνα με τις βελτιώσεις που έχει αποφασίσει η ομάδα.

Επανασχεδιασμός φίλτρου



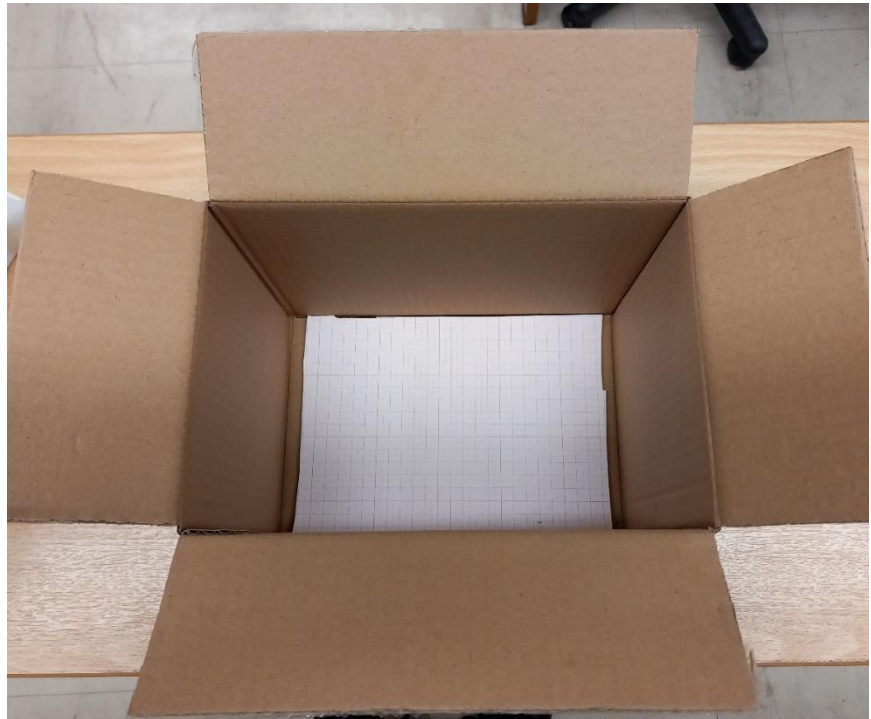
Τελική δοκιμή

Για την τελική δοκιμή χρειάζεται να κατασκευάσετε έναν «ανιχνευτή / συλλέκτη ρύπανσης».

Για να φτιάξετε τον «ανιχνευτή / συλλέκτη ρύπανσης» χρησιμοποιήστε ένα μεγαλύτερο χάρτινο κουτί από αυτό της «συσσκευής δοκιμής φίλτρου». Το μεγαλύτερο κουτί μάς χρειάζεται για να μην σκορπίζεται το πιπέρι.

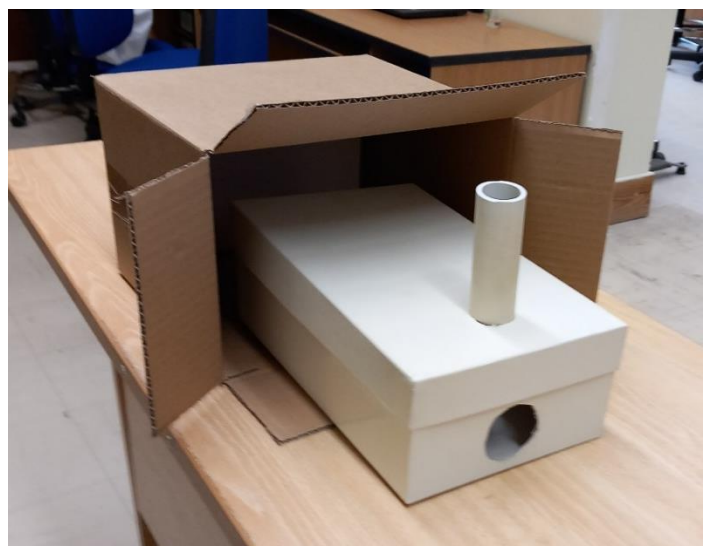
1 Τοποθετήστε στον πάτο ένα κομμάτι χαρτί μιλιμετρέ και στερεώστε το με διάφανη ταινία 'διπλής όψεως', όπως φαίνεται στη διπλανή εικόνα.

Η ταινία διπλής όψεως μας διευκολύνει γιατί είναι κολλώδης και από τις δύο μεριές, ώστε με τη μία κολλώδη όψη να μπορούμε να στερεώσουμε το μιλιμετρέ χαρτί στη βάση του μεγάλου κουτιού, ενώ ταυτόχρονα η άλλη κολλώδης όψη της να είναι προς το μέρος της εκροής του αέρα της συσκευής δοκιμής.



Ανιχνευτής / Συλλέκτης ρύπανσης

2 Στη συνέχεια τοποθετήστε τη «συσσκευή δοκιμής φίλτρου» μέσα στο «συλλέκτη ρύπανσης» όπως φαίνεται στη διπλανή εικόνα



Είστε έτοιμοι για την τελική δοκιμή του φίλτρου σας!

- Τοποθετήστε το σεσουάρ στην οπή (τρύπα) που φαίνεται στην ανωτέρω εικόνα και θέστε το σε λειτουργία.
- Ρίξτε το πιπέρι μέσα στον σωλήνα.
- Όταν τελειώσετε αφαιρέστε τη συσκευή «δοκιμής φίλτρων» από το μεγάλο κουτί.
- Βγάλτε τον ανιχνευτή ρύπανσης από το μεγάλο κουτί.
- Επιλέξτε τέσσερα τετράγωνα (το κάθε τετράγωνο να έχει εμβαδόν 9 τ.εκ. , δηλαδή 3 εκ. x 3 εκ.) από το χαρτί μιλιμετρέ του ανιχνευτή ρύπανσης (επιλέξτε τα τετράγωνα που είναι ακριβώς απέναντι από το σημείο εκροής του αέρα).

Μέτρησε τα σωματίδια σε τέσσερα διαφορετικά τετράγωνα στο κέντρο του ανιχνευτή/συλλέκτη.

Τετράγωνο	Αριθμός σωματιδίων
# 1	
# 2	
# 3	
# 4	
Σύνολο σωματιδίων	
Μέσος Όρος = Σύνολο/4	

Τώρα που ολοκληρώσατε την τελική δοκιμή του φίλτρου σας συγκρίνετε τα αποτελέσματα και τα σχέδια φίλτρων των άλλων ομάδων.

Ποιο μέρος της διαδικασίας σας δυσκόλεψε περισσότερο;

Τι διαφορετικό θα κάνατε αν επαναλαμβάνατε για δεύτερη φορά τη διαδικασία κατασκευής φίλτρων αέρα;

ΕΝΘΕΤΟ: Επέκταση της δραστηριότητας / Εναλλακτική πρόταση κατασκευής φίλτρων καθαρισμού αέρα.

Φτιάξτε το φίλτρο σας σύμφωνα με τον σχεδιασμό φίλτρου της ομάδας και αρχίστε τις δοκιμές.

Όσον αφορά στην κατασκευή φίλτρων αέρα μπορείτε να προτείνετε στους μαθητές να κατασκευάσουν τα φίλτρα χρησιμοποιώντας τρία υλικά (γάζα ψιλή, γάζα χοντρή και φίλτρο απορροφητήρα) για να διακρίνουν οι μαθητές ποιο υλικό συγκρατεί τα περισσότερα σωματίδια.

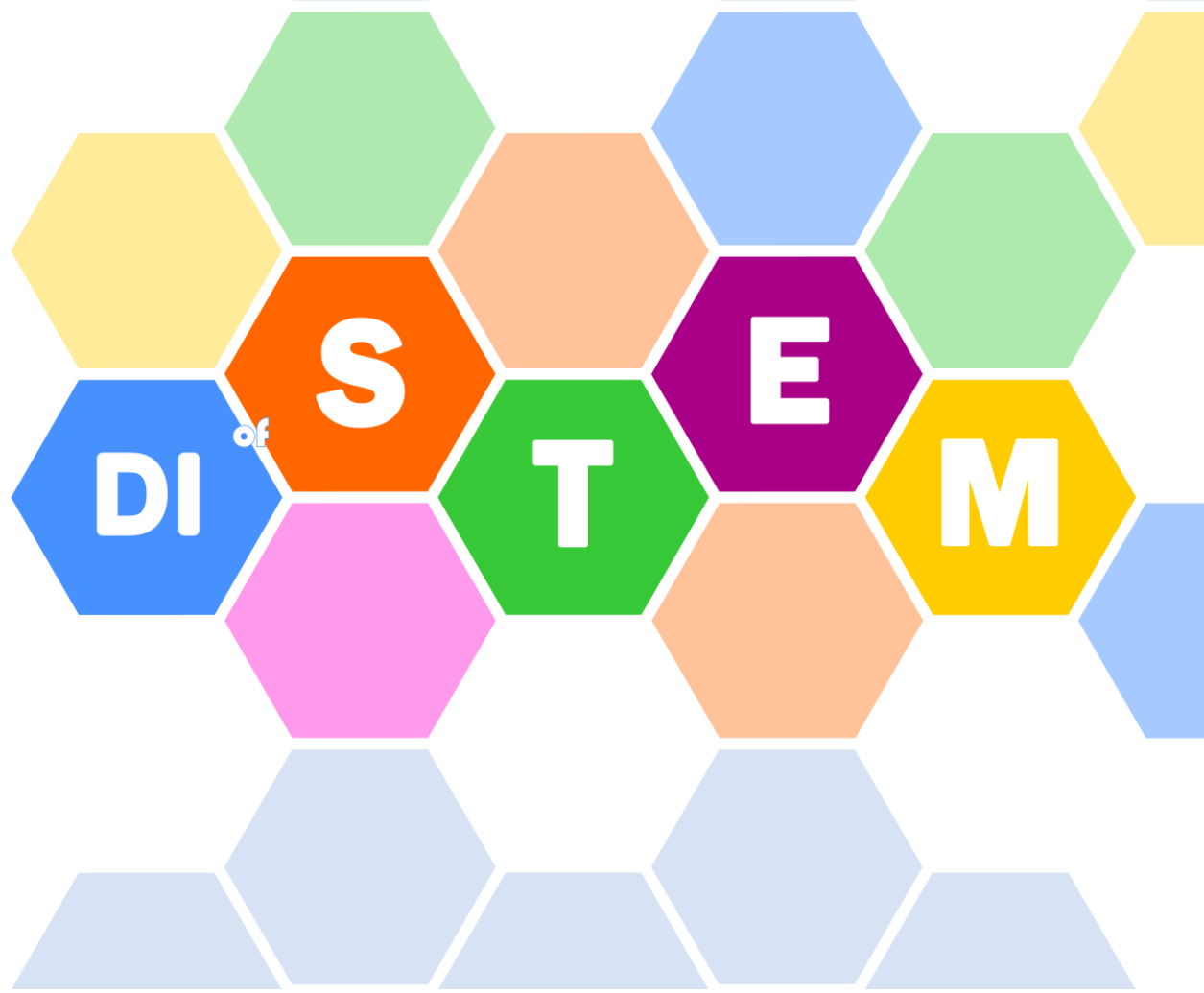
Στην περίπτωση αυτή, οι μαθητές θα κατασκευάσουν τα φίλτρα τους καλύπτοντας ολόκληρο το φίλτρο με κάθε ένα από τα προαναφερόμενα υλικά.

Δεν ξεχνάμε τα κριτήρια που έχουν τεθεί. Κυρίως το 2^ο Κριτήριο κατασκευής φίλτρου «Το φίλτρο δεν μπορεί να μπλοκάρει περισσότερο από το 50% του αέρα».

Στη συνέχεια, ακολουθείται η ίδια, ακριβώς, διαδικασία δοκιμής και επανασχεδιασμού των φίλτρων, όπως και στην κατασκευή των φίλτρων με λωρίδες δύο υλικών (χαρτί και φίλτρο απορροφητήρα).

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

ΣΠΙΤΙ ΜΟΥ, ΣΠΙΤΑΚΙ ΜΟΥ



ΣΠΙΤΙ ΜΟΥ, ΣΠΙΤΑΚΙ ΜΟΥ

Στις μέρες μας, τα νοικοκυριά καταναλώνουν μεγάλα ποσά ενέργειας ετησίως για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τους. Καθώς διανύουμε μια περίοδο μεγάλης ενεργειακής κρίσης και κατ' επέκταση μεγάλης ακρίβειας σε όλα τα αγαθά, είναι επιτακτική η ανάγκη εξεύρεσης τρόπων εξοικονόμησης ενέργειας. Ξεκινώντας, φυσικά, από το ίδιο μας το σπίτι...

Ποια είναι τα χαρακτηριστικά ενός «πράσινου» σπιτιού;

Ποιους τρόπους μπορούμε να σκεφτούμε προκειμένου να εξοικονομήσουμε ενέργεια στο σπίτι μας;

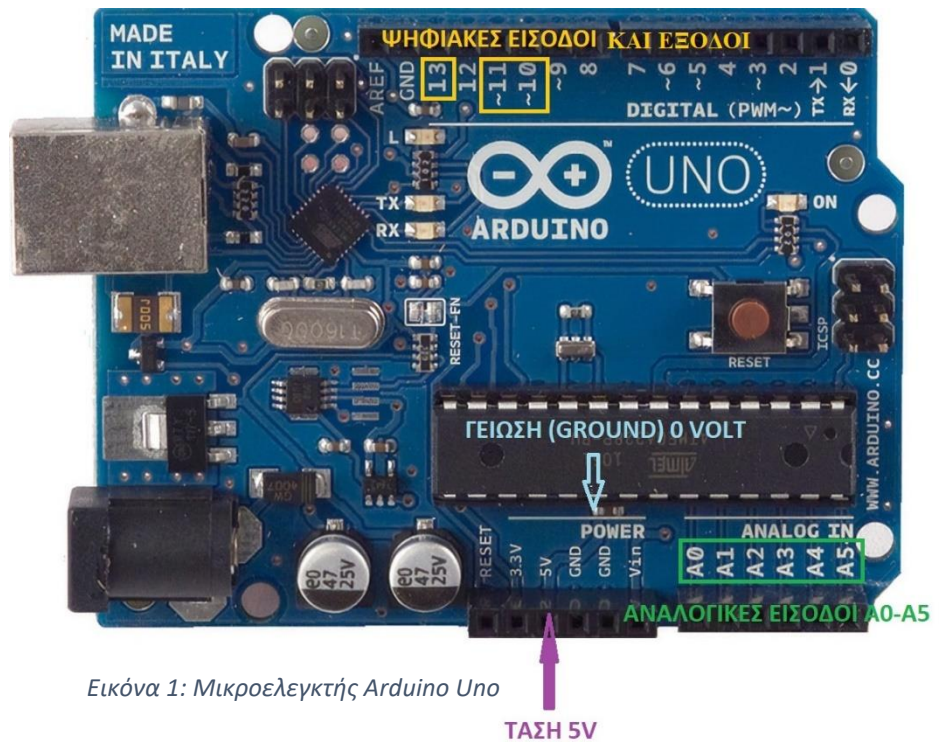
Μπορούμε να σκεφτούμε κάποιους τρόπους με τους οποίους θα μπορούσαμε να εξοικονομήσουμε ενέργεια από τον φωτισμό και τον κλιματισμό του σπιτιού μας;

Βοηθάει η εγκατάσταση αυτοματισμών στην εξοικονόμηση ενέργειας; Αν ναι, πώς;

Οι αυτοματισμοί συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας με ακριβή έλεγχο των συσκευών στους χώρους διαμονής. Κινήσεις, όπως είναι η αυτόματη ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση των φώτων και η ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση των συστημάτων ελέγχου του κλίματος ανάλογα με την εποχή, την ώρα της ημέρας και τη δραστηριότητα στον χώρο, μας βοηθούν να κάνουμε οικονομία στη χρήση ενέργειας.

Οι αυτοματισμοί μπορούν να επιτευχθούν μέσω **μικροελεγκτών**, όπως είναι το **Arduino**. Το Arduino είναι ανοιχτό υλικό με το οποίο κάποιος χωρίς ιδιαίτερες γνώσεις προγραμματισμού μπορεί να κατασκευάσει συστήματα αυτοματισμού και εφαρμογές ρομποτικής. Η δημιουργία αυτοματισμών «συνδυάζει» τις Φυσικές Επιστήμες, την Τεχνολογία, τη Μηχανική και τα Μαθηματικά (STEM) με σκοπό την επίλυση καθημερινών προβλημάτων.

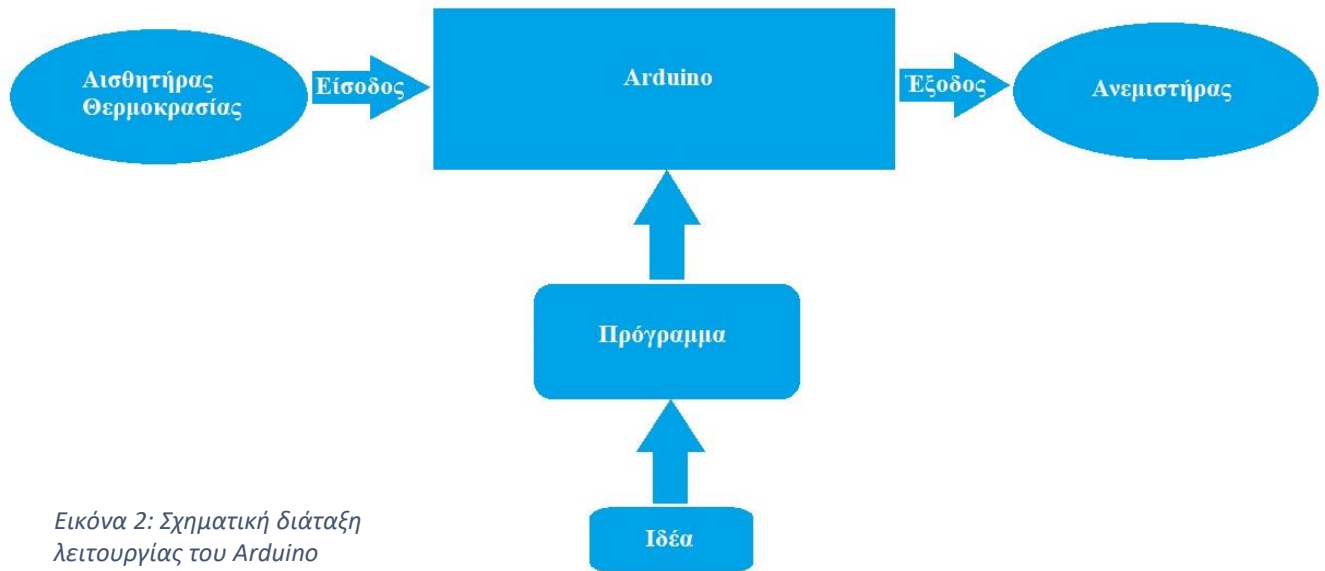
Ο μικροελεγκτής Arduino Uno (Εικόνα 1) δέχεται όλα τα σήματα εισόδου, όπως είναι, για παράδειγμα, αυτό που προέρχεται από τον αισθητήρα θερμοκρασίας και συντονίζει όλες τις συσκευές που έχουν συνδεθεί στο «κύκλωμα» (π.χ. ανεμιστήρα). Η συσκευή ελέγχεται (ανάβει ή σβήνει) ανάλογα με τη θερμοκρασία, καθώς ο ελεγκτής δίνει ή σταματάει να δίνει ρεύμα στον αντίστοιχο ψηφιακό ακροδέκτη (π.χ. 10) με τον οποίο τον έχουμε συνδέσει. Αυτό, όπως εξηγείται παρακάτω, γίνεται με τη μεταβολή της τάσης στον ακροδέκτη. Ο έλεγχος είναι Ψηφιακός, γιατί έχει τη λογική ΑΝΑΨΕ/ΣΒΗΣΕ, έχει δηλαδή μόνο δύο καταστάσεις.



Εικόνα 1: Μικροελεγκτής Arduino Uno

Γνωρίζουμε άλλα παραδείγματα ψηφιακών πληροφοριών;

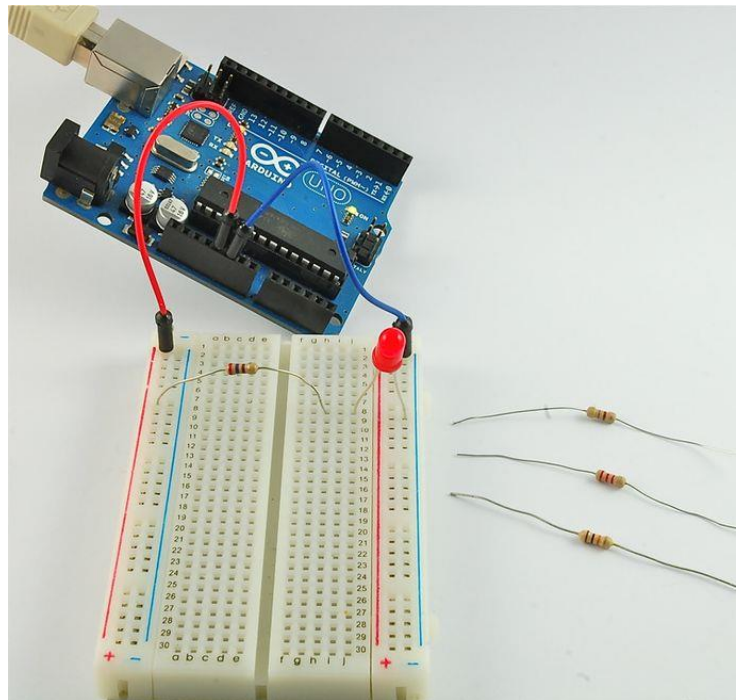
Το πρόγραμμα (Εικόνα 2) είναι οι οδηγίες που καθοδηγούν έναν υπολογιστή, μια αυτόματη συσκευή ή έναν μηχανισμό. Η ειδική γλώσσα στην οποία γράφεται ονομάζεται «γλώσσα προγραμματισμού». Το πρόγραμμα γράφεται σε υπολογιστή και, στη συνέχεια, μεταφέρεται στον «ελεγκτή». Υπάρχουν πολλές γλώσσες προγραμματισμού. Στην περίπτωση μας, ο προγραμματισμός του Arduino θα γίνει με το λογισμικό S4A (Scratch for Arduino).



Εικόνα 2: Σχηματική διάταξη λειτουργίας του Arduino

Το Breadboard (Εικόνα 3) χρησιμοποιείται, όταν κάνουμε κατασκευές, γιατί μπορούμε εύκολα να "κουμπώνουμε" πάνω σε αυτό εξαρτήματα αλλά και καλώδια για τις συνδέσεις με την πλακέτα Arduino χωρίς να χρειάζεται να χρησιμοποιούμε κολλητήρι. Το Breadboard μας επιτρέπει να κάνουμε περισσότερες και πιο σύνθετες συνδέσεις.

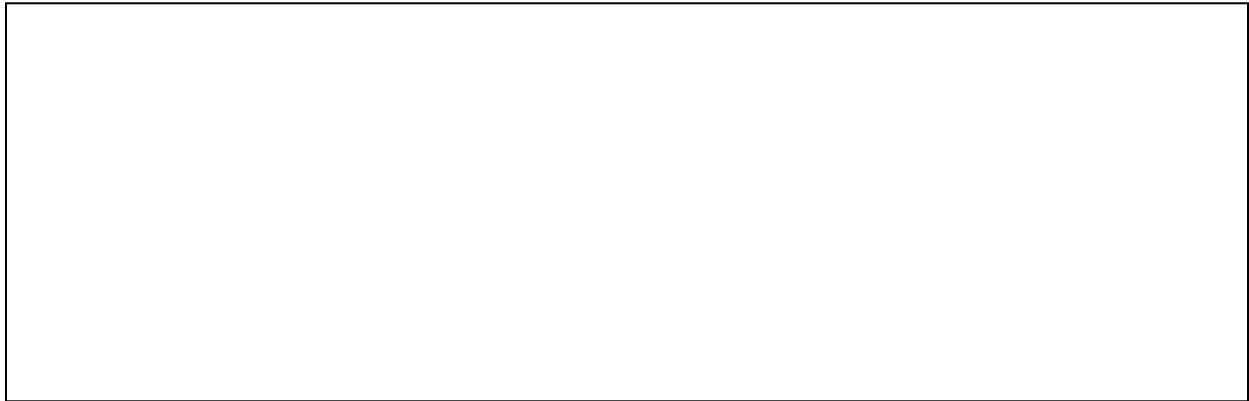
Για να ολοκληρωθεί (να κλείσει) ένα ηλεκτρικό/ηλεκτρονικό κύκλωμα, θα πρέπει να έχει συνδεθεί από τη μία μεριά σε τάση (π.χ. 5 Volt) και από την άλλη μεριά σε μια Γείωση/GND. Η γείωση αντιστοιχεί σε 0 Volt και είναι κάτι σαν τον αρνητικό πόλο μιας μπαταρίας (Εικόνα 1).



Εικόνα 3: Arduino και Breadboard (Πηγή: Adafruit, 2022)

Δραστηριότητα

Πριν προχωρήσουμε, ας θυμηθούμε πώς φτιάχνουμε ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα χρησιμοποιώντας μία μπαταρία, έναν αντιστάτη, καλώδια και ένα LED.



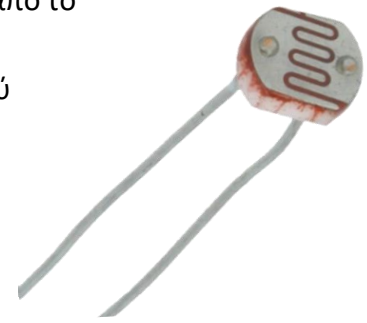
Γνωρίζοντας τα παραπάνω, μπορούμε τώρα να σκεφτούμε πώς μπορούμε να μειώσουμε την κατανάλωση ενέργειας από λαμπτήρες ή έναν ανεμιστήρα που λειτουργούν άσκοπα χρησιμοποιώντας αυτοματισμούς;

Τι εξοπλισμό μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε προκειμένου να μπορούμε να ελέγξουμε αν είναι νύχτα ή μέρα;

Οι μαθητές μπορεί να αναφέρουν τον αισθητήρα φωτός.

Τι είναι ο αισθητήρας φωτός;

Αισθητήρας ονομάζεται μία διάταξη, η οποία λαμβάνει ερεθίσματα από το περιβάλλον, παρακολουθεί τη μεταβολή ενός φυσικού μεγέθους και τη μετατρέπει σε ηλεκτρικό σήμα, συνήθως σε τάση (Volt) ηλεκτρικού ρεύματος. Ο αισθητήρας φωτός (Εικόνα 4) υπολογίζει τον φωτισμό ενός χώρου και παρέχει αυτή την πληροφορία στον ελεγκτή, ώστε να την «αξιοποιήσει» ανάλογα με το πρόγραμμα που έχει. Ο αισθητήρας φωτός μπορεί να μας δώσει μια σειρά από διαφορετικές τιμές ανάλογα με τον εξωτερικό φωτισμό. Από τη στιγμή που η πληροφορία αυτή μπορεί να «πάρει» συνεχόμενες τιμές, είναι Αναλογική. Επομένως, το σήμα «οδηγείται» σε ένα pin Αναλογικής Εισόδου (π.χ. A1). Η πληροφορία που μας δίνει είναι μια τιμή τάσης ρεύματος.



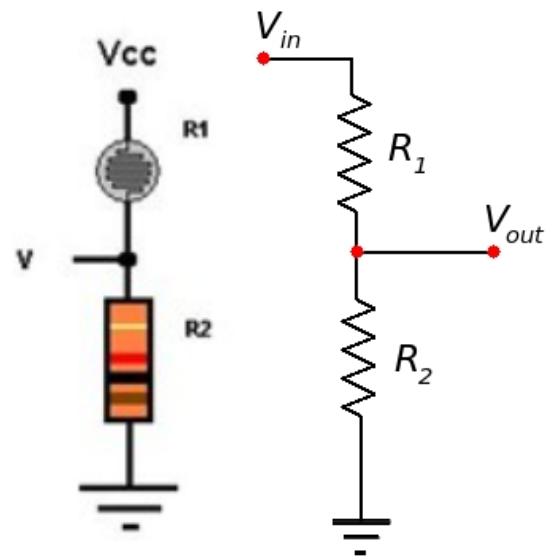
Εικόνα 4: Αισθητήρας Φωτός

Γνωρίζουμε άλλα παραδείγματα αναλογικών πληροφοριών;

Ο χρόνος, η θερμοκρασία ενός χώρου, η ταχύτητα του αυτοκινήτου, το ύψος ενός δέντρου κ.α.

Πώς λειτουργεί ο αισθητήρας φωτός;

Ο αισθητήρας φωτός αποτελείται από μια φωτοαντίσταση, η οποία αποτελεί το βασικό εξάρτημα του αισθητήρα φωτός, και μια σταθερή αντίσταση που έχουν συνδεθεί σε σειρά (Εικόνα 5). Τροφοδοτείται «παίρνοντας» ρεύμα 5 Volt από το αντίστοιχο pin του Arduino. Αυτό παίζει τον ρόλο μιας μπαταρίας. Το ένα άκρο του κυκλώματος συνδέεται με την τάση (5 Volt) και το άλλο με τη Γείωση (Ground). Ανάμεσά στον φωτοαντιστάτη και τον αντιστάτη παρεμβάλλεται ένα καλώδιο το οποίο συνδέεται με τη θύρα A1 για να παίρνουμε τιμές. Στο σημείο που ενώνονται, η τάση είναι πάντα μια τιμή ανάμεσα στα 5 και στα 0 Volt.



Εικόνα 5: Διαιρέτης Τάσης

Η φωτοαντίσταση αλλάζει τιμή αντίστασης ανάλογα με το φως που δέχεται. Η τιμή της αντίστασης μίας φωτοαντίστασης μειώνεται, όταν η ένταση του φωτός αυξάνεται. Έτσι, στο σημείο που ενώνονται αντίσταση και φωτοαντίσταση η τιμή της τάσης θα αλλάζει ανάλογα με τον εξωτερικό φωτισμό, γιατί θα αλλάζει η ισορροπία της κατανάλωσης των 5 Volt ανάμεσα στα δυο, καθώς θα αλλάζει η τιμή της φωτοαντίστασης με το φως. Αυτό ονομάζεται «Διαίρεση Τάσης». Μοιράζουν (διαιρούν) δηλαδή την τάση οι δύο αντιστάσεις μεταξύ τους ανάλογα με το υπάρχον φως.

Σε τι εξυπηρετεί η χρήση ενός τέτοιου αισθητήρα στην κατασκευή μας;

Ο αισθητήρας φωτισμού υπολογίζει τον φωτισμό ενός χώρου και παρέχει αυτή την πληροφορία στον ελεγκτή για να την «αξιοποιήσει» ανάλογα με το πρόγραμμα που έχει.

Αφού κάνουμε τη διάταξη με τον τρόπο που περιγράφεται πιο πάνω, σημειώνουμε τις τιμές που παίρνει ο αισθητήρας σε συνθήκες παρουσίας και απουσίας φωτός. Οι τιμές αυτές εμφανίζονται σε εικονίδιο στο πάνω δεξί μέρος της οθόνη μας δίπλα στην αντίστοιχη θύρα (π.χ. Analog 1).

Τι τιμές παρατηρώ, όταν σκεπάζω με το χέρι μου τον αισθητήρα, δημιουργώντας συνθήκες σκότους;

Όταν είναι μέρα: <1000

Όταν είναι νύχτα: >1000

ΕΛΕΓΧΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΟ ΣΠΙΤΙ



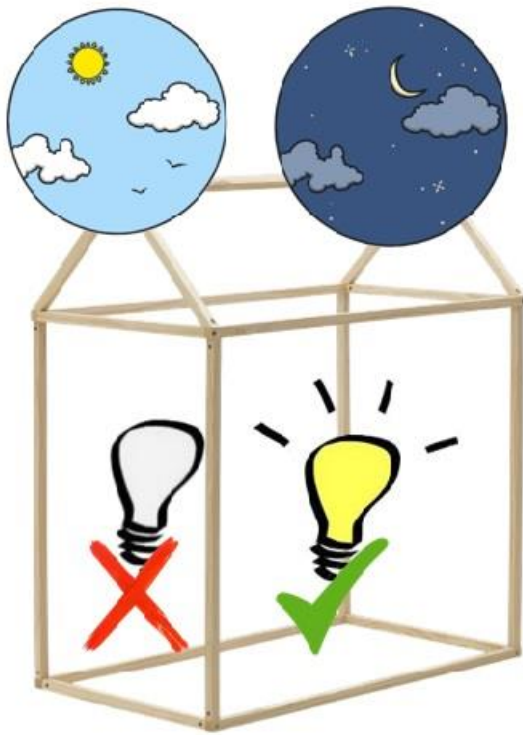
Εικόνα 6: LED φωτάκι

Το φως που έχουμε στο μοντέλο μας είναι ένα μικρό LED (φωτοδίοδος). Τα LED έχουν χαμηλή κατανάλωση.

Με βάση τα όσα συζητήσαμε παραπάνω σχετικά με το πότε θα θεωρείται άσκοπη η χρήση του λαμπτήρα, ας θέσουμε κάποιους κανόνες:

-Αν είναι μέρα, τότε τα φώτα θα πρέπει να *σβήνουν*.

-Αν είναι νύχτα, τότε τα φώτα θα πρέπει να *ανάβουν*.



Ήρθε η ώρα να μετατρέψουμε τους κανόνες που θέσαμε πιο πάνω σε προγραμματιστικές εντολές:

ΕΑΝ είναι μέρα

ΤΟΤΕ

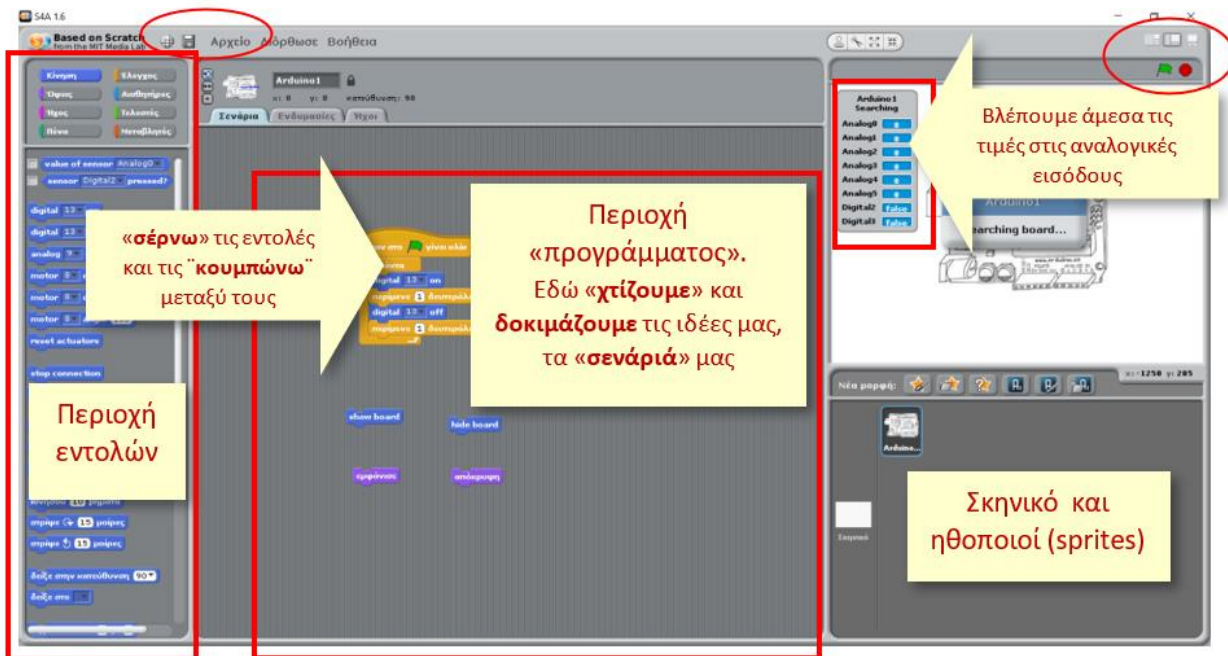
Σβήσε φώτα

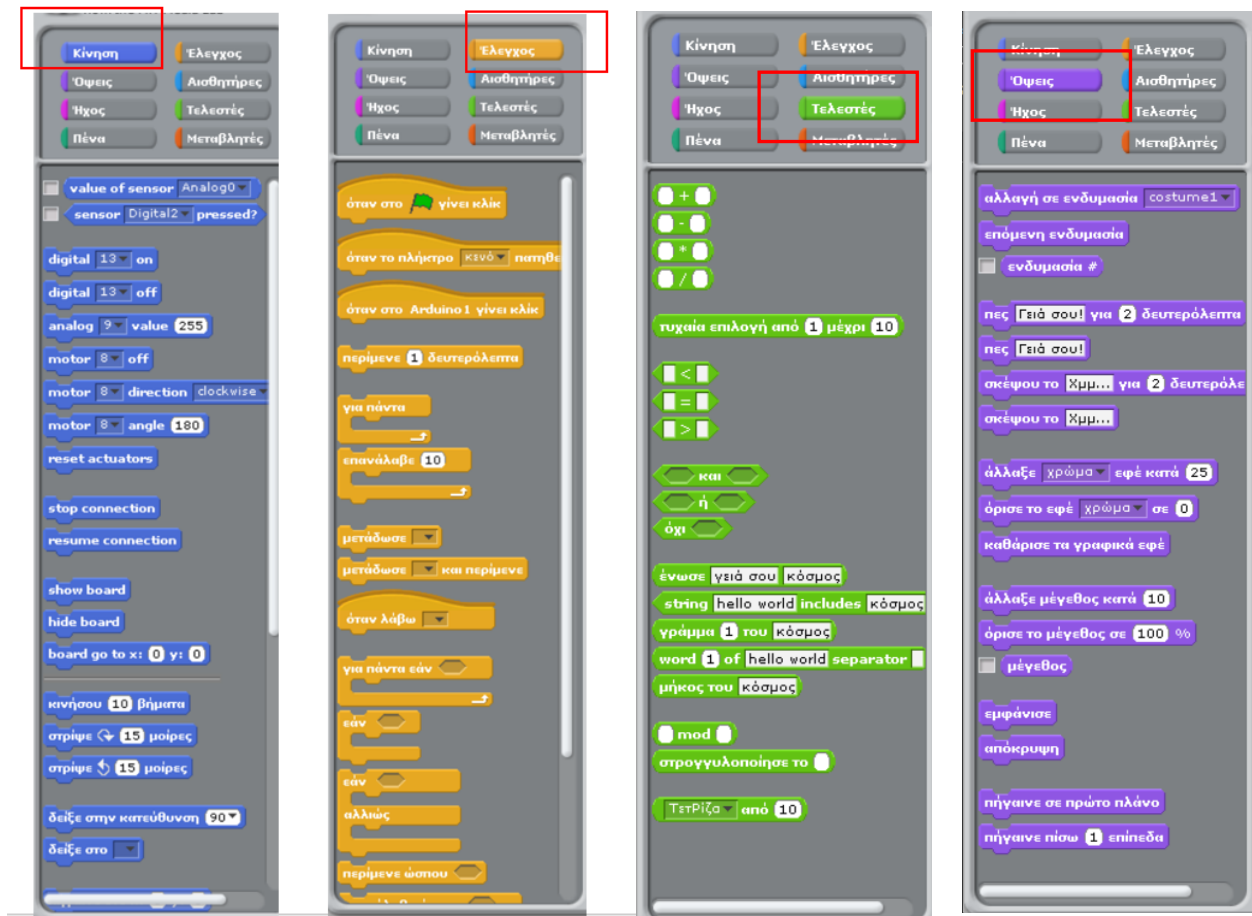
ΑΛΛΙΩΣ

Άναψε τα φώτα

Δραστηριότητα

Αφότου κατασκευάσω το κύκλωμά μου, εξοικειώνομαι με το περιβάλλον S4A και ελέγχω τον κώδικά μου.





Ποιες δυσκολίες αντιμετώπισα;

ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ (ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ) ΣΠΙΤΙΟΥ

Στην «καρδιά» του ανεμιστήρα βρίσκεται ένας κινητήρας, ένα μοτέρ (Εικόνα 7).

Με βάση τα όσα συζητήσαμε παραπάνω ας θέσουμε κάποιους κανόνες:

-Αν είναι μέρα, τότε

ο ανεμιστήρας τίθεται αυτόματα σε λειτουργία.

-Αν είναι νύχτα, τότε

ο ανεμιστήρας σταματάει αυτόματα να λειτουργεί.



Εικόνα 7: Ανεμιστήρας και μοτέρ



Ήρθε η ώρα να μετατρέψουμε τους κανόνες που θέσαμε πιο πάνω σε προγραμματιστικές εντολές:

ΕΑΝ είναι μέρα

ΤΟΤΕ

Άνοιξε τον ανεμιστήρα

ΑΛΛΙΩΣ

Κλείσε τον ανεμιστήρα

Δραστηριότητα

Αφότου κατασκευάσω το κύκλωμά μου, ελέγχω τον κώδικά μου με τον ίδιο τρόπο που το έκανα και προηγουμένως.

Σε αυτή την κατασκευή πρόκειται να χρησιμοποιήσουμε έναν ανεμιστήρα από παλιό υπολογιστή. Μπορείτε και εσείς να επαναχρησιμοποιείτε τα παλιά σας αντικείμενα ή εξαρτήματα και, όταν δεν τα χρειάζεστε πια, να τα ανακυκλώνετε. Με αυτόν τον τρόπο, εξοικονομούμε ενέργεια και δε ρυπαίνουμε το περιβάλλον.



Δραστηριότητα

Συνδυάζουμε τις παραπάνω εντολές, ώστε να δημιουργήσουμε έναν ενιαίο κώδικα και στη συνέχεια τον ελέγχουμε με τη βοήθεια του προγράμματός μας.

ΕΑΝ είναι μέρα

ΤΟΤΕ

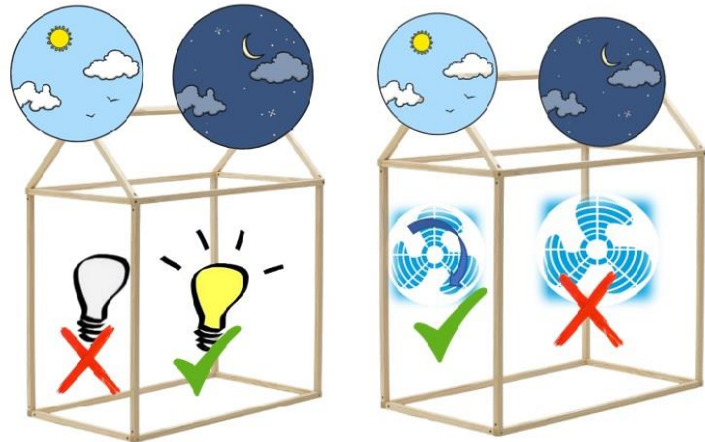
Σβήσε *τα φώτα* και

Άνοιξε *τον ανεμιστήρα*

ΑΛΛΙΩΣ

Άναψε *τα φώτα* και

Κλείσε *τον ανεμιστήρα*

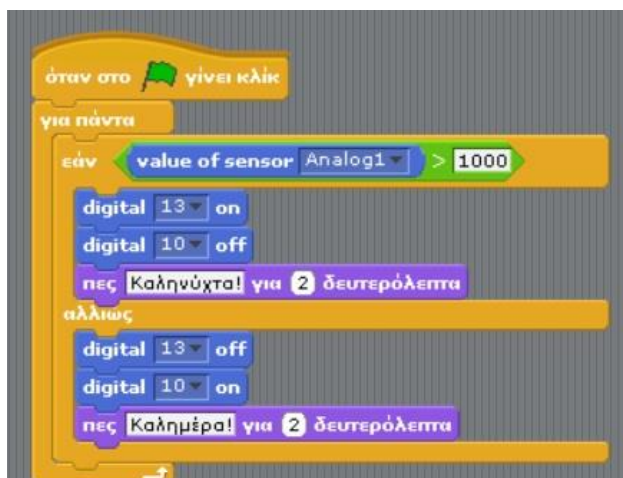


Δραστηριότητα

- 1 Με βάση τις εντολές που έχω ήδη καταγράψει, συμπληρώνω τον κώδικα, όπως αυτός φαίνεται παρακάτω, και τον ελέγχω.



Απάντηση



2 Στη συνέχεια, με βάση τις εντολές που έχω ήδη καταγράψει, συμπληρώνω τον κώδικα, όπως αυτός φαίνεται παρακάτω, και τον ελέγχω

```

όταν στο γίνε κλικ
  εάν value of sensor Analog1 > 1000
    digital 13 on
    digital 10 off
    πες Καλημέρα! για 2 δευτερόλεπτα
  αλλιώς
    digital 13 off
    digital 10 on
    πες Καληνύχτα! για 2 δευτερόλεπτα
  
```

Απάντηση

```

όταν στο γίνε κλικ
  για πάντα
    εάν value of sensor Analog1 > 1000
      digital 13 on
      digital 10 off
      πες Καληνύχτα! για 2 δευτερόλεπτα
    αλλιώς
      digital 13 off
      digital 10 on
      πες Καλημέρα! για 2 δευτερόλεπτα
    
```

```

όταν στο γίνε κλικ
  για πάντα
    εάν value of sensor Analog1 < 1000
      digital 13 off
      digital 10 on
      πες Καλημέρα! για 2 δευτερόλεπτα
    αλλιώς
      digital 13 on
      digital 10 off
      πες Καληνύχτα! για 2 δευτερόλεπτα
    
```

3 Τι εντολές πρέπει να δώσω, εάν θέλω να τοποθετήσω δύο λάμπες στο σπιτάκι μου, μία εσωτερική και μία εξωτερική; Αφού πρώτα κάνω τις απαραίτητες αλλαγές στο κύκλωμά μου, έπειτα γράφω τον κώδικα και τον εκτελώ. Σημειώνω τι πηγή ή δεν πηγή όπως περίμενα.

Απάντηση

```

όταν στο γίνε κλικ
  για πάντα
    εάν value of sensor Analog1 < 1000
      digital 13 off
      digital 11 off
      digital 10 on
      πες Καλημέρα! για 2 δευτερόλεπτα
    αλλιώς
      digital 13 on
      digital 11 on
      digital 10 off
      πες Καληνύχτα! για 2 δευτερόλεπτα
    
```

```

όταν στο γίνε κλικ
  για πάντα
    εάν value of sensor Analog1 > 1000
      digital 13 on
      digital 11 on
      digital 10 off
      πες Καληνύχτα! για 2 δευτερόλεπτα
    αλλιώς
      digital 13 off
      digital 11 off
      digital 10 on
      πες Καλημέρα! για 2 δευτερόλεπτα
    
```

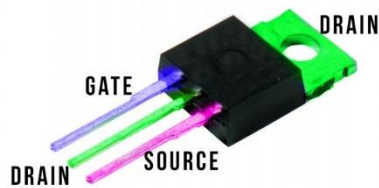
ΚΥΚΛΩΜΑ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ

Στην πραγματικότητα, η σύνδεση του ανεμιστήρα (μοτέρ) είναι πιο σύνθετη, έτσι ώστε να προφυλάξουμε την κατασκευή μας από ζημιά. Συνίσταται, λοιπόν, η χρήση Mosfet (Εικόνα 8). Το Mosfet είναι ένας τύπος ηλεκτρονικού διακόπτη. Μπορεί να «ανοίγει» το κύκλωμα διακόπτοντας εντελώς τη ροή ρεύματος, να «κλείνει» το κύκλωμα για να περνάει ρεύμα, αλλά και να ελέγχει το πόσο ρεύμα θα «περάσει». Είναι δηλαδή ένας εξελιγμένος διακόπτης.

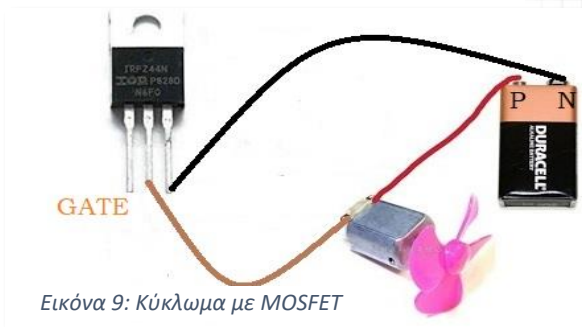
Γνωρίζετε ότι στο σπίτι μας

υπάρχουν εκατοντάδες τρανζίστορ;

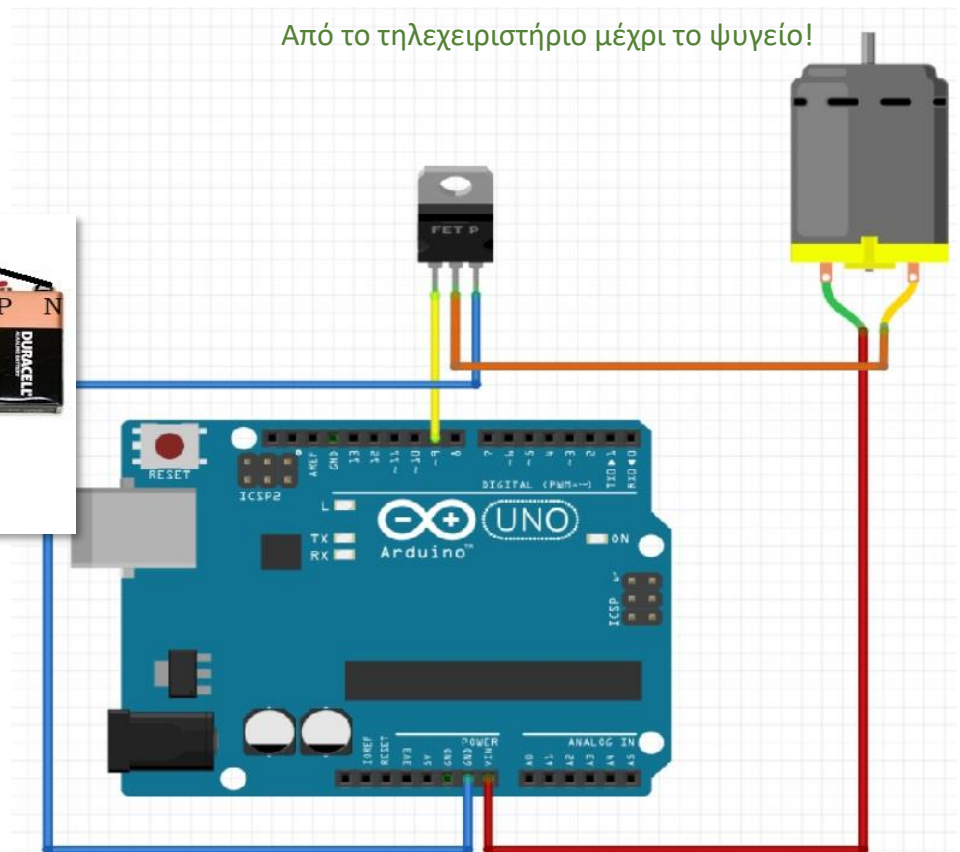
Από το τηλεχειριστήριο μέχρι το ψυγείο!



Εικόνα 8: Τρανζίστορ MOSFET



Εικόνα 9: Κύκλωμα με MOSFET



Εικόνα 10: Κύκλωμα με MOSFET και arduino

Δραστηριότητα

Παρατηρώ προσεκτικά τις παραπάνω εικόνες οι οποίες παρουσιάζουν κυκλώματα με τη χρήση Mosfet. Έπειτα, επιχειρώ να επαναλάβω την κατασκευή με το μοτεράκι προσθέτοντας αυτή τη φορά Mosfet. Καλό θα ήταν να απεικονίσω σχηματικά την ιδέα μου πριν την υλοποιήσω. Ο σχεδιασμός, άλλωστε, αποτελεί ένα από τα αρχικά στάδια της τεχνολογικής διαδικασίας.



ΚΥΚΛΩΜΑ ΜΕ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Όπως είδαμε και πιο πάνω, το Arduino μπορεί να τροφοδοτηθεί με ρεύμα από τον υπολογιστή μέσω της σύνδεσης USB. Μπορούμε να σκεφτούμε κάποιον άλλο "έξυπνο" τρόπο με τον οποίο, εκμεταλλευόμενοι/ες τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, να μπορούμε να κάνουμε το λαμπάκι μας και τον ανεμιστήρα μας να δουλέψουν, εξοικονομώντας έτσι ενέργεια αλλά και χρήματα;

Ζούμε σε μία χώρα στην οποία απολαμβάνουμε την ηλιοφάνεια τις περισσότερες μέρες του χρόνου. Πώς μπορούμε να εκμεταλλευτούμε αυτό το πλεονέκτημα, ώστε να εξοικονομήσουμε ενέργεια;

Τα φωτοβολταϊκά πάνελ (Εικόνα 11) αποτελούν μια από τις εφαρμογές των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Στις μέρες μας αποτελούν την πηγή ενεργειακής αυτονομίας για χιλιάδες νοικοκυριά σε όλη την Ελλάδα.

Πώς λειτουργεί ένα φωτοβολταϊκό σύστημα;

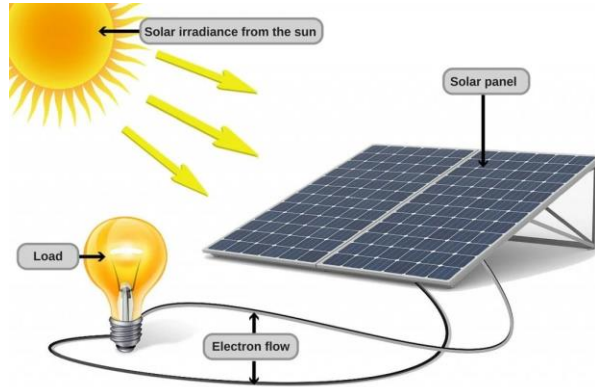
Εκμεταλλευόμενα το φωτοβολταϊκό φαινόμενο τα φωτοβολταϊκά συστήματα παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από την ηλιακή ενέργεια.



Εικόνα 11: Φωτοβολταϊκό Πάνελ

Δραστηριότητα

1 Θέτω σε λειτουργία το λαμπάκι μου χρησιμοποιώντας αυτή τη φορά ένα ηλιακό πάνελ αντί του Arduino. Οι παρακάτω εικόνες (Εικόνες 12 & 13) θα με βοηθήσουν να φτιάξω την κατασκευή μου.



Εικόνα 12: Τρόπος λειτουργίας ηλιακού πάνελ
(Πηγή: Solar Warehouse Australia, 2018)

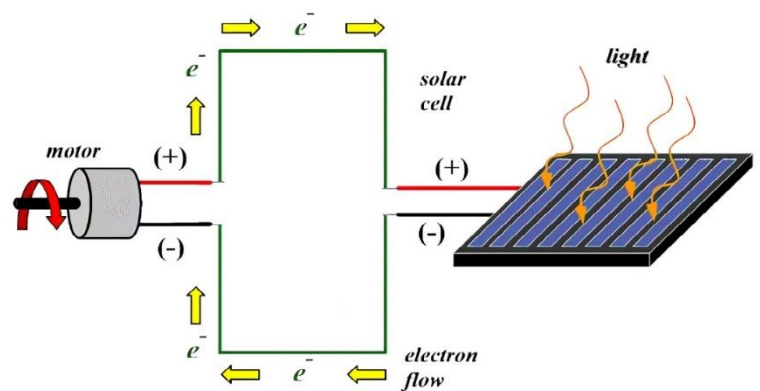


Εικόνα 13: Σύνδεση φωτοβολατικού με led
(Πηγή: Device Plus Editorial Team, 2020)

Παρατηρώ διαφορές στον τρόπο που λειτουργεί το LED, όταν για την τροφοδοσία του χρησιμοποιείται ένα ηλιακό πάνελ αντί του Arduino; Αν ναι, γιατί συμβαίνει αυτό;

Δεχόμαστε οποιαδήποτε παρατήρηση. Μια πιθανή παρατήρηση θα μπορούσε να είναι πως όσο πιο έντονη είναι η ηλιοφάνεια τόσο καλύτερη είναι η απόδοση του ηλιακού συλλέκτη.

2 Θέτω σε λειτουργία τον ανεμιστήρα μου χρησιμοποιώντας αυτή τη φορά ένα ηλιακό πάνελ αντί του Arduino. Η διπλανή εικόνα (Εικόνα 14) θα με βοηθήσει να φτιάξω την κατασκευή μου.



Εικόνα 14: Φωτοβολαϊκό στοιχείο με μοτέρ (Πηγή: Make It Solar, 2004)

Παρατηρώ διαφορές στη λειτουργία του ανεμιστήρα, όταν για την τροφοδοσία του χρησιμοποιείται ένα ηλιακό πάνελ αντί του Arduino; Αν ναι, γιατί συμβαίνει αυτό;

Δεχόμαστε οποιαδήποτε παρατήρηση. Μια πιθανή παρατήρηση θα μπορούσε να είναι πως όσο πιο έντονη είναι η ηλιοφάνεια τόσο καλύτερη είναι η απόδοση του ηλιακού συλλέκτη.

Τι προσανατολισμό πρέπει να έχουν τα φωτοβολταϊκά πάνελ, ώστε να έχουν τη μέγιστη δυνατή απόδοση; Αιτιολογώ την απάντησή μου.

Το φωτοβολταϊκό πάνελ πρέπει να έχει νότιο προσανατολισμό, ώστε να έχει τη μέγιστη δυνατή απόδοση. Αποκλίσεις από τον νότιο προσανατολισμό οδηγούν σε μειωμένη απόδοση του πάνελ, καθώς μειώνεται η προσπίπτουσα στην επιφάνειά του ηλιακή ακτινοβολία.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι στην Αθήνα ο ήλιος το μεσημέρι βρίσκεται σε ανύψωση από τον νότιο ορίζοντα από 28.5 έως 75.5 μοίρες με μέση θέση τις 52 μοίρες, τι κλίση πρέπει να έχει το φωτοβολταϊκό μου πάνελ, ώστε να έχει τη μέγιστη δυνατή απόδοση; Αιτιολογώ την απάντησή μου.

Για να είναι όσο το δυνατόν πιο κάθετα προς τις φωτεινές ακτίνες όλο τον χρόνο, τα φωτοβολταϊκά οφείλουν να έχουν μια μικρή κλίση προς τον Νότο. Αν ο Ήλιος είχε σταθερή κλίση 75,5 μοίρες, θα χρειαζόταν μια κλίση φωτοβολταϊκού 14,5 μοίρες, ενώ αντίστοιχα αν ο Ήλιος κινούταν στις 28,5 μοίρες, θα χρειαζόταν κλίση 61,5 μοίρες. Επειδή όμως, η κλίση του ήλιου δεν είναι σταθερή, η κλίση με την οποία τοποθετούνται τα φωτοβολταϊκά είναι 38 μοίρες, η οποία είναι ουσιαστικά ο μέσος όρος των δύο ακραίων κλίσεων του φωτοβολταϊκού πάνελ, δηλαδή $(14,5+61,5)/2 = 76/2 = 38$.

Μπορούν οι ηλιακοί συλλέκτες να παράγουν ενέργεια κατά τη διάρκεια μιας συνεφιασμένης μέρας; Φέρνω στο μυαλό μου την περίπτωση του ηλιακού θερμοσίφωνα.

Οι ηλιακοί συλλέκτες μπορούν να παράγουν ενέργεια κατά τη διάρκεια μιας συνεφιασμένης μέρας, αλλά η ποσότητα ενέργειας εξαρτάται από το ύψος και «πάχος» των νεφών, τα οποία καθορίζουν το πόσο φως μπορεί να περάσει.

Τα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα (off-grid) είναι συστήματα που μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια. Δεν απαιτείται διασύνδεση με το δημόσιο δίκτυο (π.χ. ΔΕΗ) για να λειτουργήσουν, κάτι που ισχύει στην περίπτωση των διασυνδεδεμένων φωτοβολταϊκών συστημάτων (on grid ή grid-tied). Πολλά αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούν συσσωρευτές (μπαταρίες) για την αποθήκευση ενέργειας και παρέχουν ηλεκτρικό ρεύμα όποτε αυτό απαιτηθεί.

Ποιο είναι το πλεονέκτημα της χρήσης αυτόνομων φωτοβολταϊκών συστημάτων με αποθήκευση έναντι της χρήσης αυτόνομων συστημάτων χωρίς αποθήκευση;

Στα αυτόνομα συστήματα με αποθήκευση, ακόμα και σε μέρες χωρίς ηλιοφάνεια, το φορτίο τροφοδοτείται μέσω των συσσωρευτών, κάτι που δεν ισχύει στην περίπτωση των αυτόνομων συστημάτων χωρίς αποθήκευση.

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Αναζητήστε υλικά και αντικείμενα που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, ώστε να κατασκευάσετε το μοντέλο ενός σπιτιού και να δοκιμάσετε τους αυτοματισμούς σας. Προσπαθήστε να χρησιμοποιήσετε όσο το δυνατόν λιγότερα νέα υλικά (χαρτόνια, κόλλες, ξύλα κλπ). Με την πρακτική της επαναχρησιμοποίησης και της αναβάθμισης καταφέρνουμε να μειώσουμε την ανάγκη για παραγωγή νέων υλικών για τη συγκεκριμένη χρήση (πχ. υλικά μακέτας) αλλά και να μειώσουμε τον όγκο και το κόστος της ανακύκλωσης των υλικών που δεν χρησιμοποιούμε. Επίσης «αναβαθμίζοντας» τη χρήση ενός αντικειμένου (πχ ένα κουτί παπουτσιών) μειώνουμε έμμεσα το κόστος παραγωγής των υλικών καθώς το χαρτί για ένα κουτί παπουτσιών είναι πολύ φθηνότερο από το χαρτί μακέτας.



ΠΗΓΕΣ

Adafruit. (2012). Arduino Lesson 2. LEDs.

<https://learn.adafruit.com/adafruit-arduino-lesson-2-leds/leds?view=all>

Device Plus Editorial Team. (2020). Digital Vivarium Box Powered by Solar Panels Using Arduino.

<https://www.deviceplus.com/arduino/digital-vivarium-box-powered-by-solar-panels-using-arduino-part-1/>

Make It Solar. (2004). Solar Energy Information. Ανακτήθηκε 16 Νοεμβρίου, 2022, από

<https://www.makeitsolar.com/solar-energy-information/02-solar-energy.htm>

Solar Warehouse Australia. (2018). How do You Convert Solar Energy into Electricity?

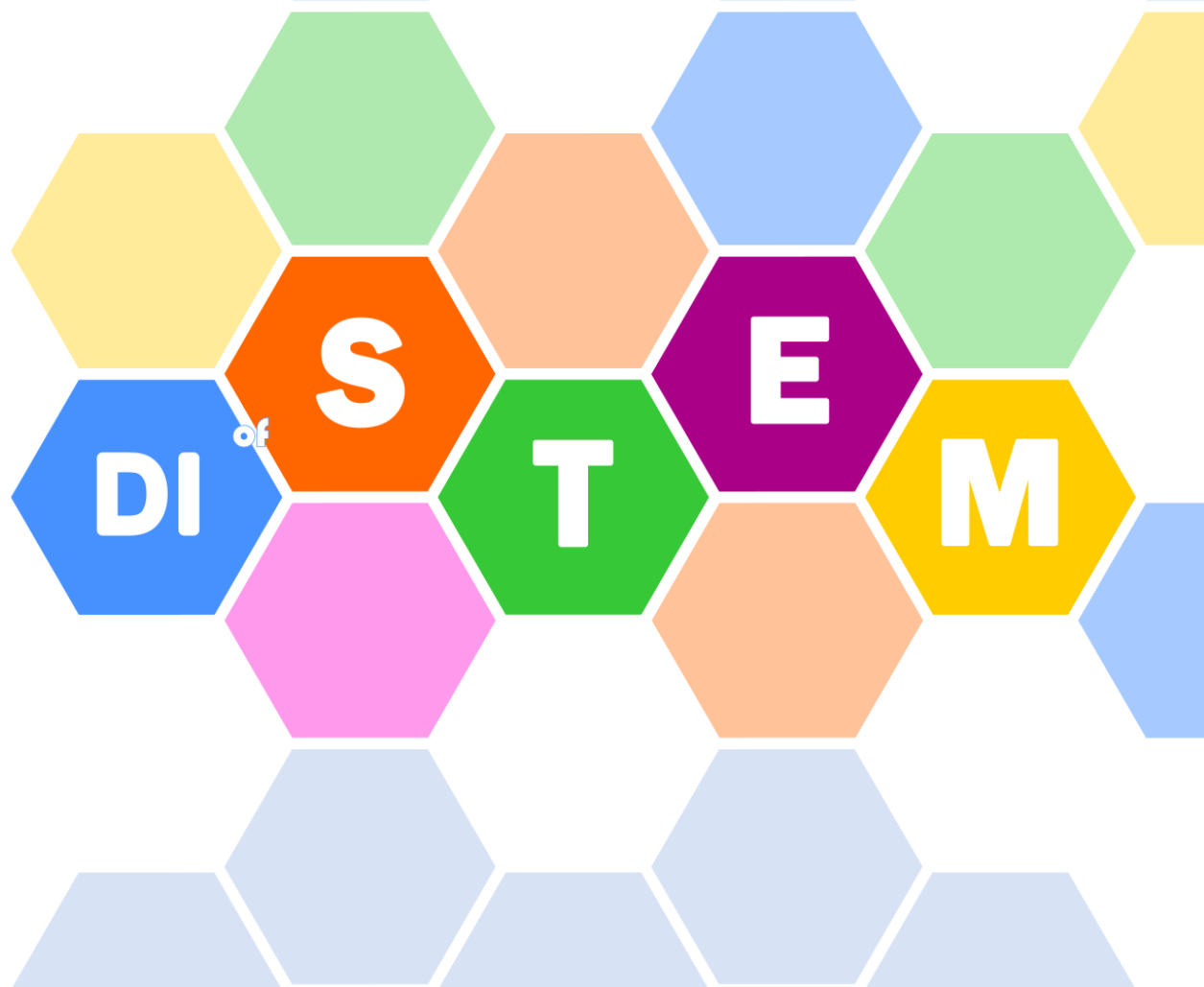
<https://www.playbuzz.com/solarwarehouseaustralia10/how-do-you-convert-solar-energy-into-electricity>

Tutorial 45. (n.d.). Arduino MOSFET Project.

<https://tutorial45.com/arduino-mosfet-project/>

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

ΧΡΕΙΑΖΟΜΑΙ ΠΟΤΙΣΜΑ;



ΧΡΕΙΑΖΟΜΑΙ ΠΟΤΙΣΜΑ;

Πριν από μερικές μέρες, Ιάπωνες μαθητές που επισκέφτηκαν το 5^ο Δημοτικό Σχολείο Δάφνης, έφεραν δώρο στους μαθητές της ΣΤ τάξης του σχολείου ένα δέντρο μπονσαί. Οι μαθητές αναζητώντας πληροφορίες στο διαδίκτυο διάβασαν τα εξής:

«Η ιαπωνική λέξη μπονσαί (bonsai) προέρχεται από την κινεζική λέξη Penjing και κυριολεκτικά σημαίνει «φυτό σε γλάστρα». Η τέχνη αυτή, η καλλιέργεια δέντρων σε μικρές γλάστρες, ξεκίνησε



στην Κίνα την εποχή της Δυναστείας των Χαν, πριν από 2000 χρόνια περίπου. Σε διάφορα μουσεία ανά τον κόσμο υπάρχουν δέντρα μπονσαί που ζουν τα τελευταία 500 ή ακόμα και 1000 χρόνια. Για να καταφέρουν όμως να ζήσουν τόσο πολύ χρειάζονται προσεκτική φροντίδα: το χώμα πρέπει να είναι καλής ποιότητας και να συγκρατεί το κατάλληλο ποσοστό υγρασίας, καθώς τόσο η υπερβολική υγρασία ή υπερβολική ξηρασία μπορεί να θανατώσουν ένα δέντρο μπονσαί.»

Οι Ιάπωνες συμμαθητές τους, τους ενημέρωσαν ότι το συγκεκριμένο δέντρο είναι ηλικίας 60 ετών και ότι είχαν ξεκινήσει την καλλιέργειά του οι παππούδες τους. Τους παρακάλεσαν να το προσέχουν, ώστε να καταφέρει να ζήσει καλά για πολλά χρόνια ακόμα.

Ωστόσο οι μαθητές του 5^{ου} Δημοτικού αντιμετωπίζουν ένα σημαντικό πρόβλημα: οι διακοπές του καλοκαιριού πλησιάζουν και το θερμό και ξηρό καλοκαίρι της Αθήνας είναι επικίνδυνο για το δεντράκι τους! Ποιος θα το ποτίζει με τέτοια ζέση; Έπεσε μια ιδέα να κατασκευάσουν μία «έξυπνη» συσκευή ποτίσματος που να μπορεί να καταλάβει πότε το δεντράκι τους χρειάζεται πότισμα και να του παρέχει ακριβώς όσο νερό χρειαστεί, ούτε σταγόνα παραπάνω!

Τι λέτε, μπορείτε να τους βοηθήσετε;

ΑΡΧΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Στο εργαστήριο ρομποτικής υπάρχουν διαθέσιμα τα παρακάτω:

- Υπολογιστής
- Πλακέτα Arduino
- Αντιστάσεις διαφόρων τιμών
- Καλώδια
- Λαμπάκια Led
- Διάφοροι αισθητήρες
- Αντλία νερού από παλιό διακοσμητικό συντριβανάκι

Σκεφτείτε τι θα χρειαστείτε για να καταφέρετε να φτιάξετε το «έξυπνο» σύστημά σας και προσπαθήστε να το σχεδιάσετε



Καταγράψτε κάποιες σημαντικές ερωτήσεις που μπορούν να σας βοηθήσουν στον σχεδιασμό:

ΕΡΕΥΝΑ

Αισθητήρας ονομάζεται μία συσκευή που **ανιχνεύει ένα φυσικό μέγεθος στο περιβάλλον** και μας δίνει μια **πληροφορία**, ώστε να μπορούμε να μετρήσουμε αυτό το φυσικό μέγεθος. Η πληροφορία μπορεί να είναι ένα οπτικό ερέθισμα, ένας ήχος, ένα ηλεκτρικό σήμα κ.α.

Μπορείτε να σκεφτείτε μερικούς αισθητήρες και να καταγράψετε ποια φυσικά μεγέθη μετράνε;

ΦΥΣΙΚΟ ΜΕΓΕΘΟΣ	ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ
<p><i>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ</i></p> <p><i>ΠΙΕΣΗ</i></p> <p><i>ΗΧΟΣ (ΗΧΗΤΙΚΟ ΚΥΜΑ, ΠΙΕΣΗ)</i></p> <p><i>ΦΩΣ</i></p>	<p><i>ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ (ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ)</i></p> <p><i>ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΠΙΕΣΗΣ</i></p> <p><i>ΜΙΚΡΟΦΩΝΟ</i></p> <p><i>ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΦΩΤΟΣ (ΦΥΤΟΑΝΤΙΣΤΑΣΗ)</i></p>

Μερικές από τις σημαντικές ερωτήσεις που μπορούν να μας βοηθήσουν στην επίλυση του προβλήματός μας είναι:

Ποιο φυσικό μέγεθος πρέπει να μετρήσουμε, ώστε να ξέρουμε αν το μπονσάι μας χρειάζεται πότισμα;

Υγρασία Εδάφους

Με ποιο τρόπο μπορούμε να μετρήσουμε το φυσικό μέγεθος που μας ενδιαφέρει χρησιμοποιώντας τα διαθέσιμα υλικά στο εργαστήριο ρομποτικής;

Κύκλωμα διαιρέτη τάσης / Αισθητήρα υγρασίας εδάφους

Τι είδους πληροφορία μπορεί να πάρει το Arduino από το περιβάλλον; Οπτική; Ηχητική; Ηλεκτρική;

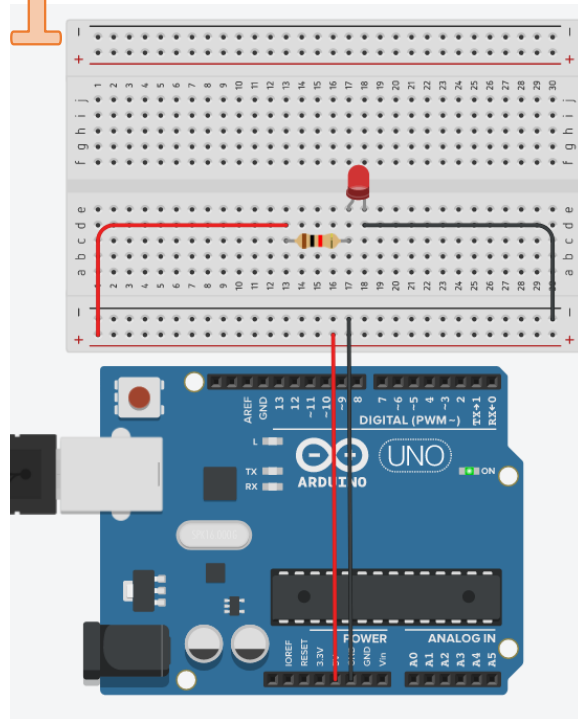
Ηλεκτρική, ηλεκτρικό σήμα, ηλεκτρικό ρεύμα

Μπορούμε να συσχετίσουμε το φυσικό μέγεθος που θέλουμε να μετρήσουμε με την πληροφορία που λαμβάνει το arduino; Με ποιο τρόπο το ένα επηρεάζει το άλλο;

Η υγρασία εδάφους αλλάζει την ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους. Υψηλότερη υγρασία αυξάνει την αγωγιμότητα. Αν το χώμα αποτελεί μέρος του κυκλώματος και η αντίστασή του αλλάζει καθώς αλλάζει η υγρασία, τότε μπορούμε να παίρνουμε διαφορετικές τιμές στις θύρες εισόδου του Arduino.

Μετράμε με το arduino

1 Κατασκευάστε το κύκλωμα της εικόνας και συνδέστε το Arduino με τον υπολογιστή.



Θα χρειαστείτε:

- 1 κόκκινο led
- 1 αντίσταση 1kΩ
- 2 κόκκινα καλώδια
- 2 μαύρα καλώδια

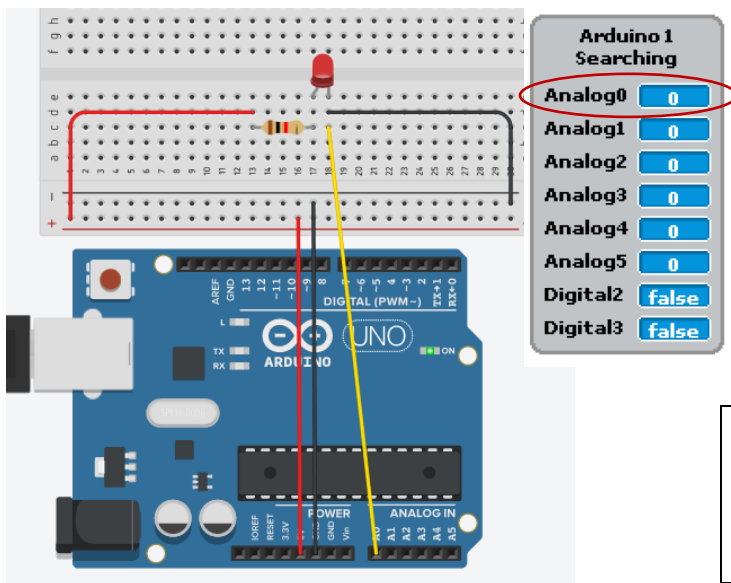
Μπορείτε να εξηγήσετε γιατί ανάβει το λαμπάκι;

Το κύκλωμα είναι κλειστό, διαρρέεται από ρεύμα και το led ανάβει.

Ποια είναι η τάση του κυκλώματος που έχουμε κατασκευάσει;

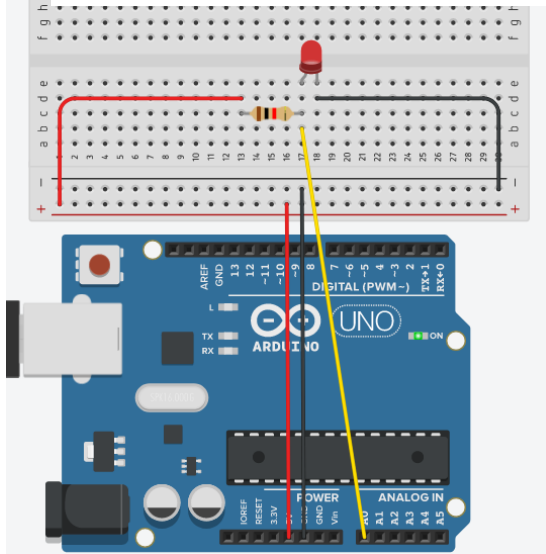
5 VOLT

2 Στη συνέχεια συνδέστε ένα κίτρινο καλώδιο στη θύρα A0 του Arduino και στο αρνητικό άκρο του led (μαύρο καλώδιο). Ανοίξτε στον υπολογιστή το S4A και εντοπίστε τον πίνακα θυρών. Παρατήρησε την τιμή του Analog0. Καταγράψτε την τιμή στον παρακάτω πίνακα:

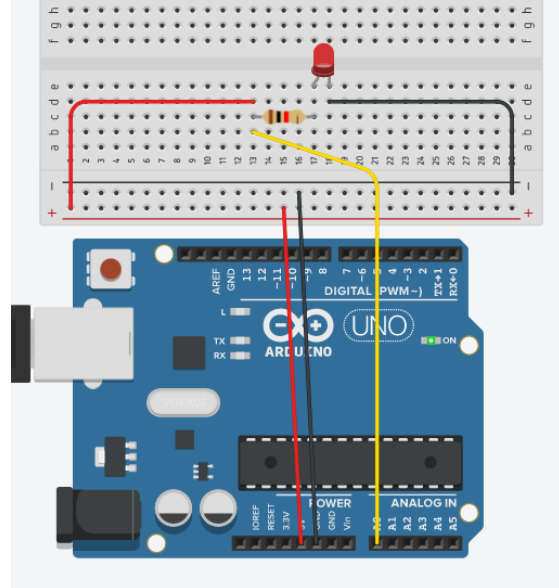


ΚΙΤΡΙΝΟ ΚΑΛΩΔΙΟ		
Στο θετικό άκρο της αντίστασης 1kΩ	Στο αρνητικό άκρο της αντίστασης 1kΩ	Στο αρνητικό άκρο του led
Τιμή του Analog0	~ 1023	0

3 Συνδέστε τώρα το κίτρινο καλώδιο στο αρνητικό άκρο της αντίστασης (μεταξύ αντίστασης και led) και παρατηρήστε την τιμή του analog0. Καταγράψτε την τιμή στον παραπάνω πίνακα.



4 Επαναλάβετε με το κίτρινο καλώδιο στο θετικό άκρο της αντίστασης (κόκκινο καλώδιο) και παρατηρήστε την τιμή του analog0. Καταγράψτε την τιμή στον παραπάνω πίνακα.



Ποια είναι η μέγιστη και ποια η ελάχιστη τιμή που μετρήσατε;

Μέγιστη 1203 και ελάχιστη 0

Αν η μέγιστη τιμή αντιστοιχεί σε τάση 5 Volt και η ελάχιστη τιμή αντιστοιχεί σε τάση 0 Volt, μπορείτε να υπολογίσετε στο περίπου πόση τάση αντιστοιχεί στο αρνητικό άκρο της αντίστασης; Περισσότερο ή λιγότερο από το μισό; Σημειώστε στην παρακάτω γραμμή την τιμή που μετρήσατε



Ποια διαφορά είναι η μεγαλύτερη, από το 1023 στην ενδιάμεση τιμή ή από την ενδιάμεση τιμή στο 0;

1023-400=623 > 400-0=400

Αν η μεγαλύτερη διαφορά στα άκρα ενός στοιχείου του κυκλώματος (αντίσταση, λαμπάκι) δείχνει ότι ηλεκτρικό ρεύμα περνάει δυσκολότερα από αυτό το στοιχείο, από ποιο στοιχείο πιστεύετε ότι περνάει πιο δύσκολα το ρεύμα, από την αντίσταση ή από το λαμπάκι;

Το ρεύμα περνάει πιο δύσκολα από την αντίσταση

Πώς ονομάζουμε τα υλικά από τα οποία το ρεύμα περνάει πολύ εύκολα; Μπορείτε να σκεφτείτε μερικά;

Καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού (διάφορα μέταλλα, υγρά με ιόντα, νερό βρύσης)

Πώς ονομάζουμε τα υλικά από τα οποία το ρεύμα περνάει πολύ δύσκολα; Μπορείτε να σκεφτείτε μερικά;

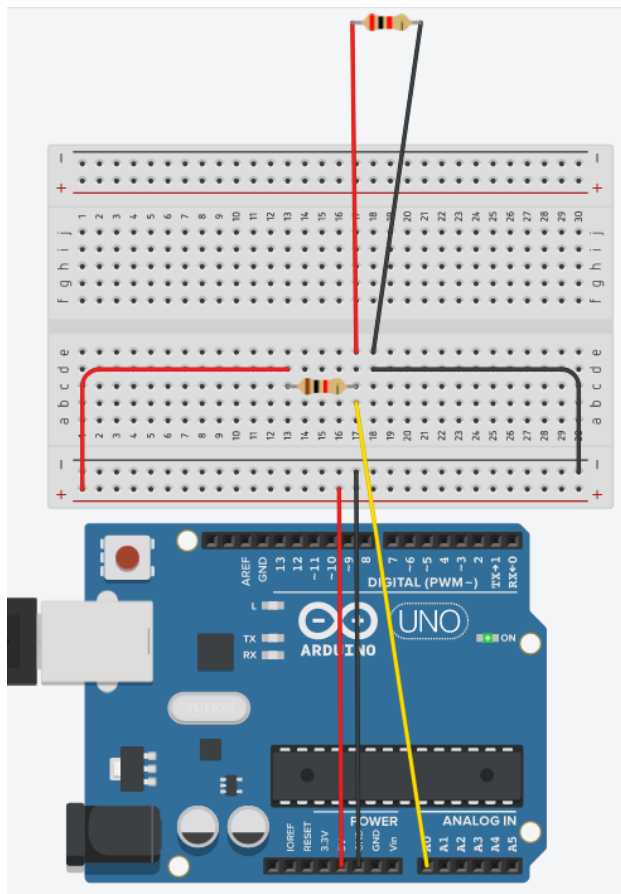
Κακοί αγωγοί του ηλεκτρισμού ή μονωτές (πλαστικό, ξύλο)

Μαντεύουμε την αντίσταση

1 Με βάση την προηγούμενη δραστηριότητα, θα μπορούσαμε να δοκιμάσουμε κάποιες άγνωστες αντιστάσεις και να τις συγκρίνουμε με την αντίσταση στο κύκλωμά μας;

Φτιάχνουμε το παρακάτω κύκλωμα:

1. Στη θέση που ήταν πριν το led βάζουμε ένα μακρύ κόκκινο και ένα μακρύ μαύρο καλώδιο.
2. Στα άκρα τους ενώνουμε μία άγνωστη αντίσταση.
3. Επιβεβαιώνουμε, χρησιμοποιώντας την analog0, ότι η τιμή στο θετικό άκρο της γνωστής αντίστασης $1k\Omega$ είναι 1023 και στο μακρύ μαύρο καλώδιο 0.
4. Μετράμε την τιμή του Analog0 στο μακρύ κόκκινο καλώδιο και την σημειώνουμε στον πίνακα και στην αριθμογραμμή.



ΚΙΤΡΙΝΟ ΚΑΛΩΔΙΟ			
	Στο θετικό άκρο της αντίστασης $1k\Omega$	Στο μακρύ κόκκινο καλώδιο	Στο μακρύ μαύρο καλώδιο
Τιμή του Analog0	1023	<i>ΜΕ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ $2k\Omega$ η τιμή είναι περίπου 680</i>	0



Ποια διαφορά είναι η μεγαλύτερη, (1023–ενδιάμεση τιμή ή ενδιάμεση – 0);

$$1023-680=443 < 680-0=680$$

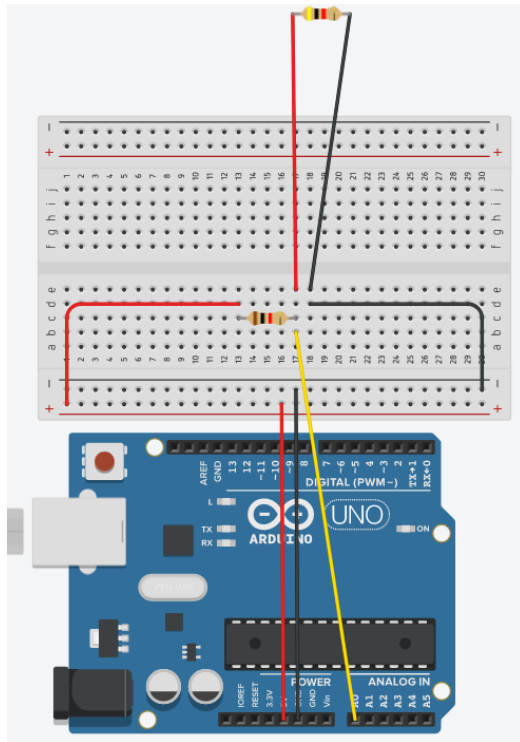
Από ποια αντίσταση πιστεύετε ότι περνάει πιο δύσκολα το ρεύμα;

Από την άγνωστη αντίσταση

Η άγνωστη αντίσταση είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από $1k\Omega$;

Είναι μεγαλύτερη

2 Επαναλαμβάνουμε την διαδικασία και για μια δεύτερη άγνωστη αντίσταση. Σημειώνουμε την τιμή στον πίνακα και στην αριθμογραμμή.



ΚΙΤΡΙΝΟ ΚΑΛΩΔΙΟ		
Στο θετικό άκρο της αντίστασης 1kΩ	Στο μακρύ κόκκινο καλώδιο	Στο μακρύ μαύρο καλώδιο
Τιμή του Analog0	1023	Με αντίσταση ~500 Ω η τιμή είναι περίπου 350 0



Ποια διαφορά είναι η μεγαλύτερη, (1023- ενδιάμεση τιμή ή ενδιάμεση - 0);

$$1023-350=673 > 353-0=350$$

Από ποια αντίσταση πιστεύετε ότι περνάει πιο δύσκολα το ρεύμα, από την άγνωστη αντίσταση 1 ή από την άγνωστη αντίσταση 2;

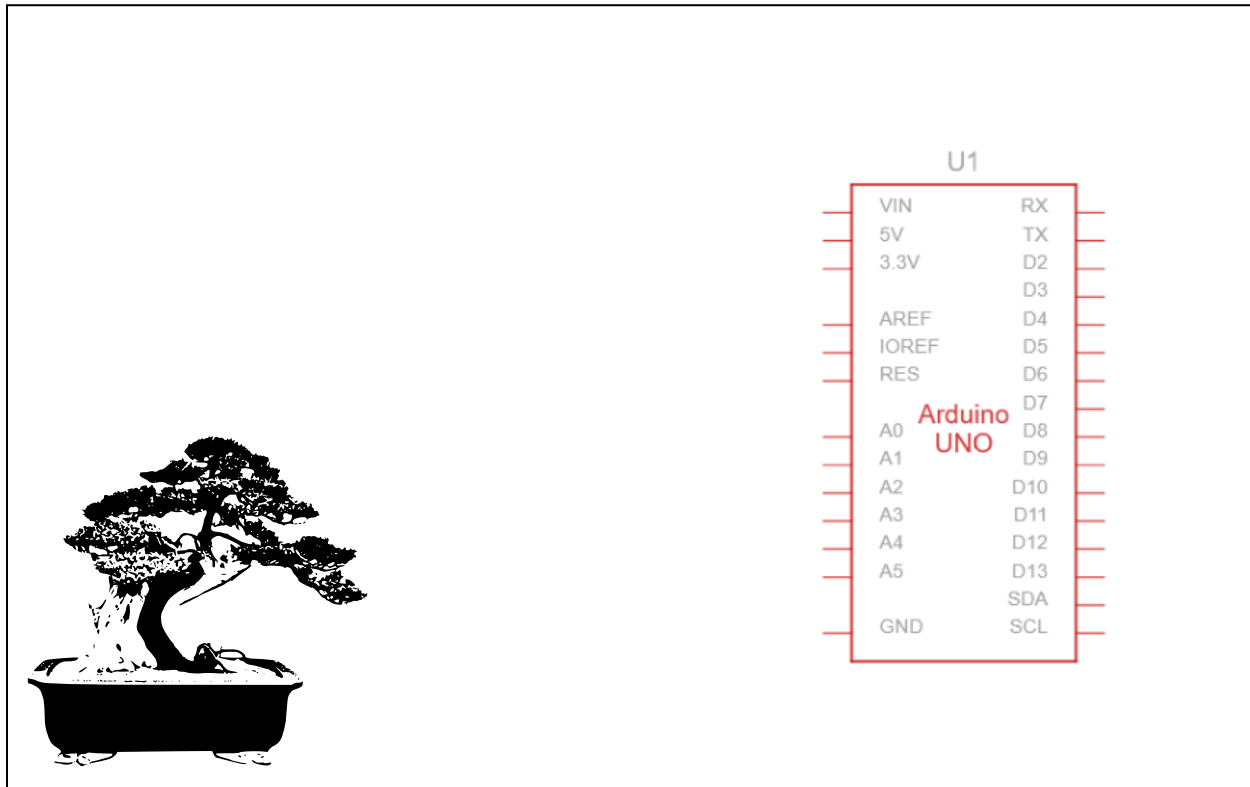
Από την άγνωστη αντίσταση 1

Μερικές σημαντικές ερωτήσεις ακόμα για να συζητήσετε με την ομάδα σας:

- Θα μπορούσαμε με το μακρύ κόκκινο και μαύρο καλώδιο να μετρήσουμε και άλλες αντιστάσεις;
- Μπορούμε να μετρήσουμε την αντίσταση διαφορετικών υλικών;
- Πώς θα μπορούσε να μας βοηθήσει η μέτρηση της ηλεκτρικής αντίστασης στο αρχικό μας πρόβλημα;
- Πώς μπορεί να αλλάξει η ηλεκτρική αντίσταση ενός υλικού;
- Το χώμα είναι καλός ή κακός αγωγός του ηλεκτρισμού;
- Το νερό είναι καλός ή κακός αγωγός του ηλεκτρισμού;

ΕΠΑΝΑΣΧΕΔΙΑΖΟΥΜΕ

Με βάση όσα έχετε ήδη κάνει μπορείτε να σχεδιάσετε ένα κύκλωμα με το οποίο να μπορούμε να μετρήσουμε την ηλεκτρική αντίσταση του χώματος;



Η τιμή που θα μετράμε στην Analog0 θα είναι ανάμεσα από το 1023 και το 0.

Πότε θα είναι μεγαλύτερη η ηλεκτρική αντίσταση του χώματος, όταν η τιμή του Analog0 πηγαίνει προς το 1023 ή όταν πηγαίνει προς το 0;

Όταν η τιμή του Analog0 πλησιάζει το 1023

Πότε θα είναι μεγαλύτερη η ηλεκτρική αντίσταση του χώματος, όταν έχει περισσότερη ή λιγότερη υγρασία;

Όταν έχει λιγότερη υγρασία

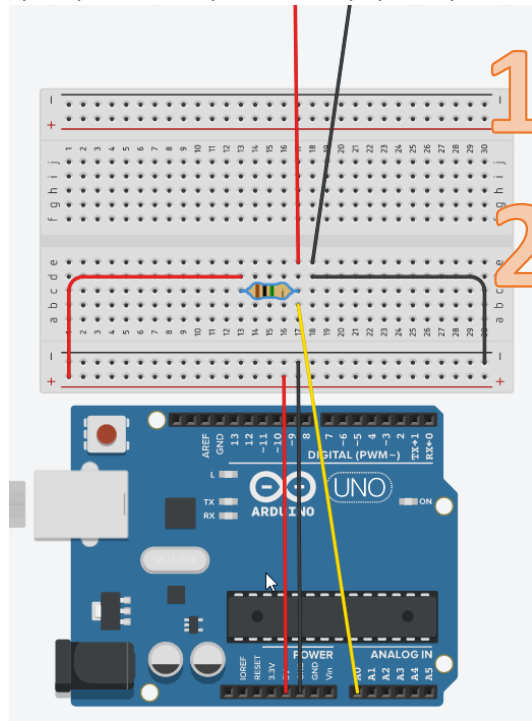
Μπορείτε να συμβουλευτείτε το παρακάτω σχήμα για να απαντήσετε:



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΖΟΥΜΕ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΖΟΜΑΣΤΕ

Θα χρησιμοποιήσουμε το κύκλωμα που φτιάξαμε νωρίτερα, με τα δύο ελεύθερα καλώδια για να μετρήσουμε την υγρασία του χώματος. Θα χρειαστεί να αντικαταστήσουμε τη γνωστή αντίσταση με μια αντίσταση 1ΜΩ.

Θα χρειαστούμε **5 πλαστικά δοχεία**. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αντικείμενα που προορίζονται για **ανακύκλωση** όπως **μπουκάλια νερού**, τα οποία μπορούμε να τα κόψουμε στη μέση και να χρησιμοποιήσουμε το κάτω μέρος. Κρατήστε και **τα καπάκια** γιατί θα μας χρειαστούν!



1 Γεμίζουμε τα δοχεία με πολύ ξερό χώμα. Σημειώνουμε σε κάθε δοχείο έναν αριθμό από το 1 έως το 5.

2 Βυθίζουμε στο χώμα σε κάθε δοχείο το κόκκινο και το μαύρο καλώδιο έως τη μέση του ύψους του χώματος, σε απόσταση 1cm μεταξύ τους.

Σημειώνουμε τις τιμές του Analog0 στον παρακάτω πίνακα

	ΔΟΧΕΙΟ 1	ΔΟΧΕΙΟ 2	ΔΟΧΕΙΟ 3	ΔΟΧΕΙΟ 4	ΔΟΧΕΙΟ 5
Analog0	ΠΕΡΙΠΟΥ 900	ΠΕΡΙΠΟΥ 900	ΠΕΡΙΠΟΥ 900	ΠΕΡΙΠΟΥ 900	ΠΕΡΙΠΟΥ 900

Αν υπάρχουν διαφορετικές μετρήσεις σε τι μπορεί να οφείλονται οι διαφορετικές μετρήσεις;

ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ

3 Με βάση τις οδηγίες των Ιαπώνων συμμαθητών τους, στο χώμα πρέπει να υπάρχουν πάντα το λιγότερο 10 ml νερού και το μέγιστο 40 ml νερού. Ξέρουμε ότι σε 1 καπάκι χωράνε 5 ml νερού. Ρίχνουμε 2 καπάκια νερό στο δοχείο 2, 4 καπάκια νερό στο δοχείο 3, 6 καπάκια νερό στο δοχείο 4 και 8 καπάκια νερό στο δοχείο 5. Προσπαθούμε ώστε το νερό να πάει παντού και ανακατεύουμε το χώμα. Σημειώνουμε τις τιμές του Analog0 για κάθε δοχείο στον παρακάτω πίνακα και στην αριθμογραμμή.

	ΔΟΧΕΙΟ 1 Ξηρό	ΔΟΧΕΙΟ 2 2 καπάκια	ΔΟΧΕΙΟ 3 4 καπάκια	ΔΟΧΕΙΟ 4 6 καπάκια	ΔΟΧΕΙΟ 5 8 καπάκια
Analog0	ΠΕΡΙΠΟΥ 900	ΤΙΜΕΣ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΟ 900 ΚΑΙ 100	ΤΙΜΕΣ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΟ 900 ΚΑΙ 100	ΤΙΜΕΣ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΟ 900 ΚΑΙ 100	ΠΕΡΙΠΟΥ 100



Ποια είναι η μέγιστη τιμή του Analog0 που μας δείχνει ότι υπάρχουν 10 ml νερού στο χώμα;

Ανάλογα με τις μετρήσεις

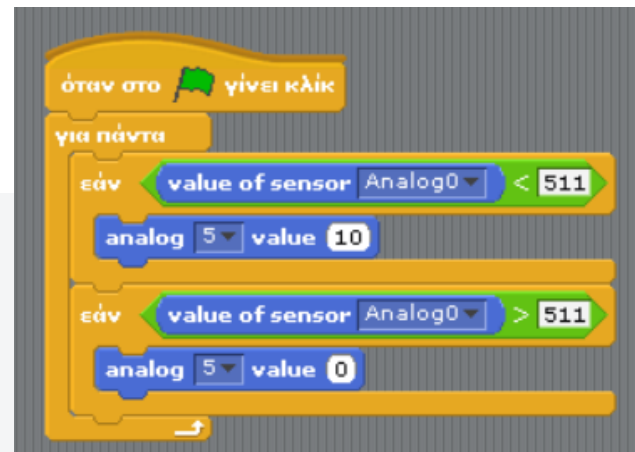
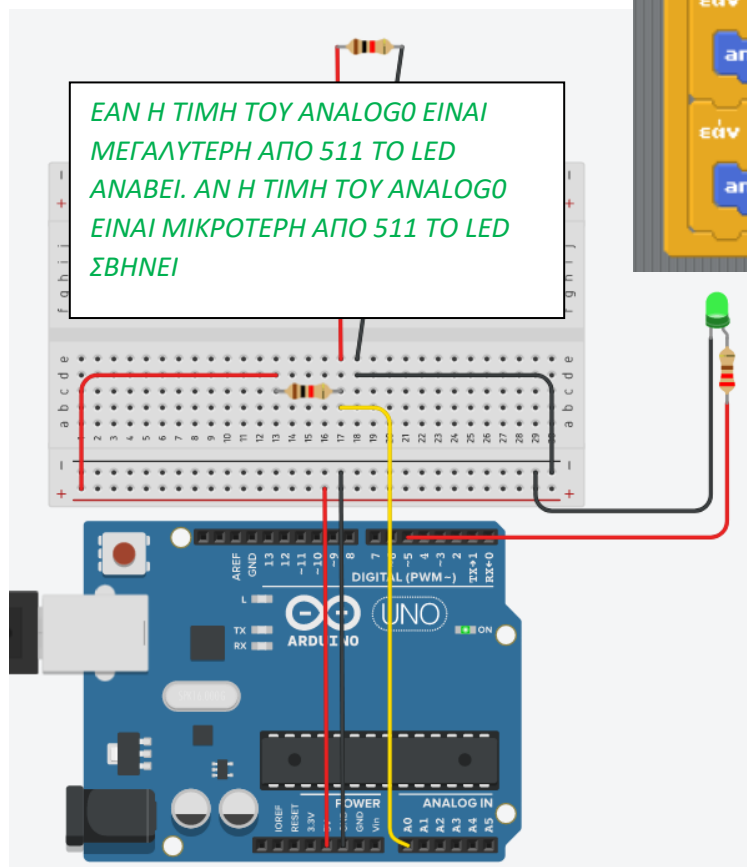
Ποια είναι η ελάχιστη τιμή του Analog0 που μας δείχνει ότι υπάρχουν 40 ml νερού στο χώμα;

Ανάλογα με τις μετρήσεις

Μπορούμε να προγραμματίσουμε το Arduino, ώστε να καταλαβαίνει πότε η γλάστρα μας έχει λιγότερα από 10ml και πότε έχει περισσότερα από 40 ml;

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΥΜΕ

Το διπλανό πρόγραμμα έχει φτιαχτεί, ώστε να μας βοηθήσει στον έλεγχο των αντιστάσεων που είδαμε στην ενότητα Β3. Μπορείτε να καταλάβετε τι συμβαίνει στο παρακάτω κύκλωμα με βάση το πρόγραμμα;



Φτιάξτε το κύκλωμα και το πρόγραμμα στο S4A.

Πιστεύετε ότι μπορούμε να αξιοποιήσουμε το πρόγραμμα για να φτιάξουμε το «έξυπνο» πότισμά μας;

Ναι, ανάλογα με τις τιμές που μετρήσαμε προηγούμενη δραστηριότητα

Ποια συσκευή από τα διαθέσιμα υλικά μας μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε στη θέση του led για να ολοκληρώσουμε την κατασκευή μας;

Μπορούμε στη θέση του led να χρησιμοποιήσουμε την αντλία νερού.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Η αντλία νερού χρειάζεται σύνδεση με MOSFET IRF520 και εξωτερική πηγή ενέργειας 9 -12V

ΕΙΝΑΙ ΣΧΕΔΟΝ ΕΤΟΙΜΟ!

Πώς θα αξιοποιήσουμε τις μετρήσεις που κάναμε για τον έλεγχο της υγρασίας στον προγραμματισμό της κατασκευής μας, ώστε να αντιλαμβάνεται τα επίπεδα υγρασίας;

Οι συνθήκες που θα θέσουμε θα πρέπει να περιέχουν τις τιμές του Analog0 που μετρήσαμε για το χώμα

Τι θα πρέπει να συμβαίνει, όταν η υγρασία στο χώμα είναι σε χαμηλά επίπεδα;

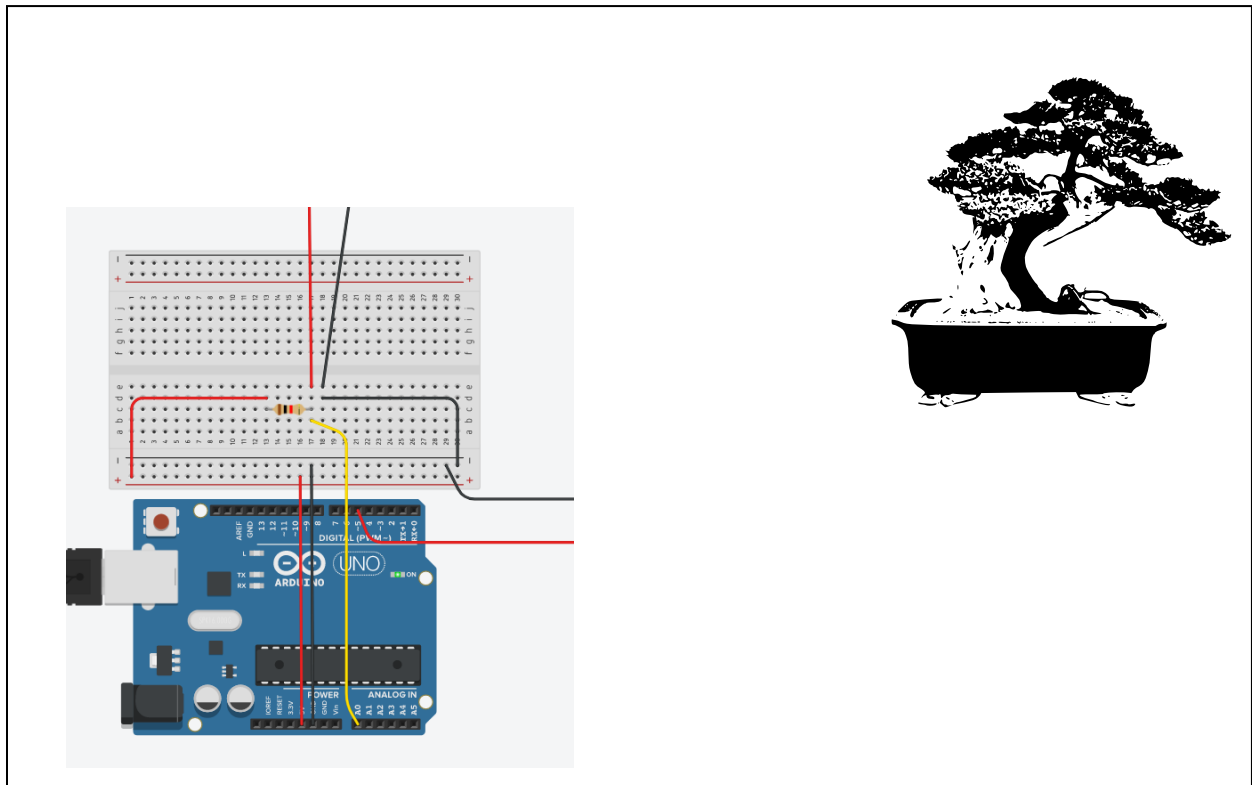
Αν το Analog0 είναι μεγαλύτερο από την τιμή που μετρήσαμε για τα 10ml τότε πρέπει να ενεργοποιούμε την αντλία νερού.

Πώς θα εξασφαλίσουμε ότι θα παρέχουμε στο φυτό μας τη σωστή ποσότητα νερού;

Η αντλία νερού θα πρέπει να λειτουργήσει για όσο χρόνο χρειάζεται ώστε να παρέχει 40ml στο φυτό

Τι άλλο θα χρειαστείτε για να ολοκληρώσετε την κατασκευή σας; Μπορείτε να κάνετε ένα τελικό σχέδιο της κατασκευής σας;

Θα χρειαστούμε ένα δοχείο νερού και υλικά για να σταθεροποιήσουμε την αντλία στο δοχείο.



ΜΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΑΚΟΜΑ

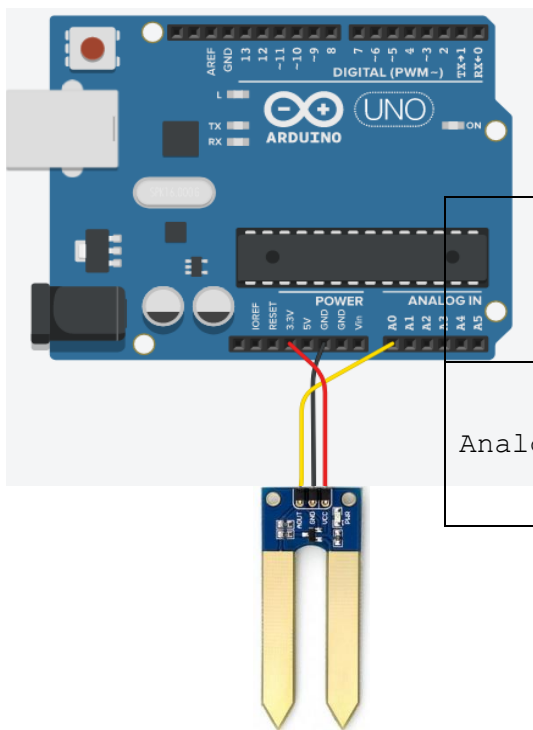
Με προσεκτικό ψάξιμο στο εργαστήριο ρομποτικής βρίσκετε έναν αισθητήρα υγρασίας εδάφους. Είναι ακριβώς σαν κι αυτόν που φτιάξαμε με μικρές διαφορές:

- Χρειάζεται 3,3 V, συνδέουμε το κόκκινο καλώδιο στο pin VCC
- Συνδέουμε το A0 στο pin AOUT
- Η αντίσταση είναι ενσωματωμένη στο κύκλωμα
- Τα δύο μυτερά ποδαράκια του κάνουν ακριβώς ότι έκαναν τα μακριά καλώδια στο δικό μας αισθητήρα, μπορούμε να τα βυθίσουμε κατευθείαν στο χώμα.



Μπορούμε να τον συνδέσουμε κατευθείαν στο Arduino όπως στην εικόνα.

Αν επαναλάβουμε τις μετρήσεις στα δοχεία του χώματος θα βρούμε νέες τιμές για το Analog0 με τις οποίες μπορούμε να επαναπρογραμματίσουμε το σύστημά μας. Μπορείτε να σημειώσετε τις νέες τιμές στον παρακάτω πίνακα:



	ΔΟΧΕΙΟ 1	ΔΟΧΕΙΟ 2	ΔΟΧΕΙΟ 3	ΔΟΧΕΙΟ 4	ΔΟΧΕΙΟ 5
	Εηρό	καπάκι α	καπάκι α	καπάκι α	καπάκι α
Analog0	0				ΠΕΡΙΠΟΥ 500

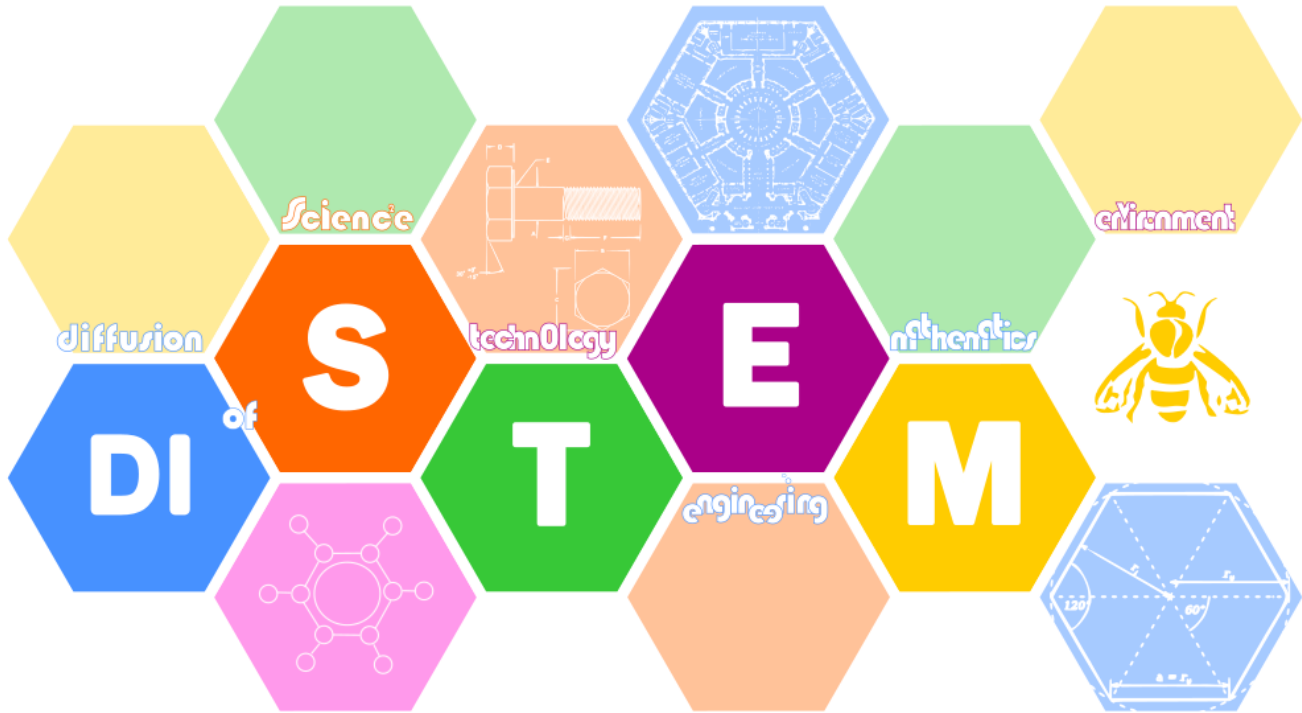
Παρατηρείτε διαφορές μεταξύ των τιμών που μετρήσατε πριν με το μακρύ κόκκινο και μαύρο καλώδιο; Σε τι πιστεύετε ότι μπορεί να οφείλονται;

Οι τιμές του Analog0 αυξάνονται καθώς αυξάνεται η υγρασία του εδάφους, δηλαδή καθώς μειώνεται η ηλεκτρική αντίσταση. Αυτό συμβαίνει γιατί ο αισθητήρας υγρασίας εδάφους συνδέεται αντίστροφα από το αρχικό κύκλωμα μας σε σχέση με τα 5V και το GND

ΑΥΤΟΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Υπάρχουν προβλήματα στην κατασκευή σας; Μπορείτε να τα εντοπίσετε;

Αν είχατε τη δυνατότητα να κάνετε βελτιώσεις, ποιες θα ήταν αυτές;



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
 Εθνικόν και Καποδιστριακόν
 Πανεπιστήμιον Αθηνών
 ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ



ATHENS
 SCIENCE AND EDUCATION
 LABORATORY



CC BY-NC 4.0



ΕΛΙΔΕΚ.
 Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας